

세계 에너지기술개발 월간동향 [11月]

2013. 11

□ **목 차** □

I. 미주	1
◇ 美, 캘리포니아 州 상원에서 태양광 설비 장려 법안 통과	1
◇ 캐나다, 환경부“온실가스 감축 목표 달성 불가능”	2
◇ 제 244회 ECS Meeting을 통해 본 연료전지분야 연구개발 현황	3
◇ (미국) GE, Echogen과 손잡고 선박용 Supercritical CO2 power cycle 적용된 Gas turbine 개발 중	4
◇ Microgrid가 에너지의 미래가 될 수 있는 이유	5
◇ 미국, 헬름홀츠 공진기를 장착한 가스터빈 연소기	6
◇ 수소 연료, EU에서 더 많은 추진력을 얻다	7
◇ 탈염, 담수를 위한 새로운 가스 하이드레이트 기술개발 연구 ...	8
◇ 캐나다, 맥마스터大, 석탄가스화기반 무탄소 다품종생산플랜트	9
◇ 美, EPA, 바이오연료 의무사용량 완화 발표	10
◇ 미국 2013 NETL CO2 Capture Technology Meeting 개최 및 관련자료 발표	11
II. 유럽	15
◇ 포르투갈, 2020년까지 폐기물 매립량 20% 감축	15
◇ EU, 전기전자폐기물 시장규모 18억달러 육박 전망	16
◇ 오스트리아, 조립식 벽면일체형 태양에너지모듈을 적용한 에너지플러스 개축 아파트	17
◇ Audi open 6 MW power to gas facility	18
◇ EURO, 염분차 발전 기술동향	19
◇ 독일 Manz, ZSW의 세계 최고 CIGS 박막 제조 기술 상용화 계획 밝혀	20

◇ 이탈리아 및 프랑스, 이산화탄소 전환용 촉매 연구	21
-------------------------------------	----

III. 아시아 22

◇ 일본, 바이오매스 발전소 건설	22
◇ 중국, 태양에너지 시장 구조조정 계속	23
◇ 日, 세계 최초의 수소발전소 건설, 2015년 90MW 상용화	24
◇ 일본, 2MW Hybrid Spar형 부유식 해상풍력발전기 실증운전 ...	25
◇ 日, Tokyo Gas, 산소 선택성 흡착제 이용 산소 생산공정 연구	26
◇ 일, “진동발전”하면서 온·습도를 기록, 사무실 에너지를 무선으 로	27

IV. 기타 29

◇ IEA, 미국이 세계 최고 산유국이 될 것이라 전망	29
--------------------------------------	----

V. 해외출장보고서 30

◇ 네덜란드 외 4개국, 해양염분차발전 개발동향	30
◇ 인도네시아, 저등급석탄 에너지기술 정책동향	31
◇ 일본의 탄소 섬유 개발 및 연구 현황	32
◇ 일본-독일 협력 유럽 주택용 연료전지 시장 개척	33
◇ 유럽 연료전지 버스 보급 프로그램 확대	34
◇ 미국 친환경 연료전지 버스 시스템 도입 가속화	35
◇ ABB, 대규모 태양광발전소의 system configuration 연구	36
◇ SOFC 상용화에 관한 국제 동향	37
◇ 미국, California Institute of Technology의 Erik J Brandon - 저온에 서 구동 가능한 Supercapacitor 연구	38
◇ 미국, Sandia National Laboratory의 Mark D. Allendorf - 금속-유 기 다공성 물질을 이용한 전자 주개(electron donor)와 전자 받 개(electron acceptor)의 나노배열	39

◇ 미국의 환경·에너지 관련 정책, 시장 동향	40
◇ 캐나다, 맥마스터대학, 석탄가스화기반 무탄소 다품종생산플랜트 ...	41
◇ 일본의 가정용 SOFC 상용화	42
◇ 스마트 히트펌프 시장 판도 분석 (Delta Energy 보고)	43
◇ 유럽의 F-gas 규제와 Eco-Design 규제 (EPEE 관점)	44
◇ 인도 - 바이오에너지 R&D 최신 동향	45
◇ 연료전지/수소 기술동향	46
◇ University of Western Sydney(호주)/Polyacrylate 고분자의 브랜치 를 측정, 조절하는 기법 연구	47
◇ 일본, Kyushu University - Coke 제조기술	48
◇ Rio+20: Aruba To Turn Off the Fossil Fuel Switch	49
◇ Combined Electric Power and Carbon-dioxide Separation (Fuel Cell Energy inc)-미국	50
◇ SOFC CHP system (AVL) - 오스트리아	51
◇ 수소 제조용 개질기 해석 기술-캐나다(Queen's University)	52
◇ 덴마크, 수소충전소 네트워크 구축 로드맵	53
◇ 연구활성화를 위한 융합 연구	54
◇ Utrecht University - Chemical imaging of spatial heterogeneities in catalytic solids at different length and time scales	55
◇ 영국, ACAL Energy사-비백금계 공기극 촉매를 사용하는 고성 능, 고내구성 PEMFC 시스템	56
◇ 대만, 대만국립대학교, Japan/Tawan/Korea Chemical Engineering Conference	57
◇ 일본 - I2CNER	58
◇ 미국, 미세조류로부터 오일 생산 성능 향상	59
◇ EURO, 염분차 발전 기술동향	60
◇ EMPA (Swiss Federal Laboratories for Materials Science and technology)-Laboratory for Thin Films and Photovoltaics 박막 태 양전지 기술	61
◇ 2013 CHP & WHP 학회	63

□ 美, 캘리포니아 州 상원에서 태양광 설비 장려 법안 통과

- 주샌프란시스코총영사관, 2013. 10. 21 -

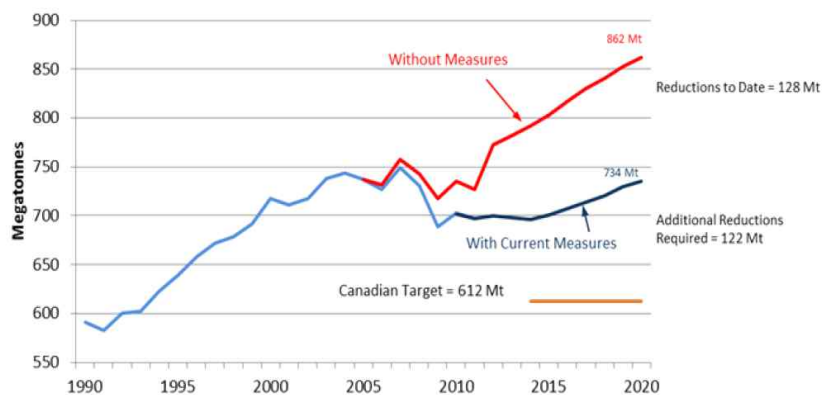
- (현황) 미국 캘리포니아 州에 상원은 개인주택에 소형태양광 발전기 설치를 장려하고 주민 전기세 납부 방식을 변경하는 내용의 법안을 통과시켰고 Jerry Brown 州지사도 이에 서명함
- 동 법안의 주요내용은 ► 태양광 발전설비를 설치하고 전력망 그리드에 참여하는 개인 주택 거주자 및 소상공인에게 주어지는 보상금 확대 ► 캘리포니아 공공서비스위원회(California Public Utilities Commission)의 전력요금 변경 ► 2020년까지 재생에너지 전력생산비율(33%)의 상향조정 등이 포함됨
- 동 법안의 핵심내용은 개인 주택, 상용건물 옥상 및 정부 소유 건물 등에 설치된 태양광 발전설비에서 생산되는 잉여 전력을 Net Metering*을 통해 전력망 그리드에 공급하는 것을 감안하여 전기료를 산정하는 권한을 CPUC에 부여하는 것임
 - * Net Metering : 소비자가 재생에너지를 통해 전기를 생산하고, 자신이 소비하고 남은 전기를 전력회사에 되팔 수 있게 하는 제도. 현재 워싱턴 DC를 포함하여 43개 州에 적용되고 있음
- Net Metering 보급·확대를 통한 개인의 태양광 발전기에 대한 투자 촉진, 태양광, 풍력 등 재생에너지를 생산하는데 유리한 환경적 조건을 가진 지역 주민들이 에너지 생산자가 되면서 전기세가 크게 감소하는 효과 등을 기대하고 있음
- (시사점) 국내에서도 에너지 최종소비자가 전력 생산자가 되어 여분의 전력을 되팔 수 있는 스마트그리드/스마트시티/스마트커뮤니티 도입 및 시스템 구축이 필요함

□ 캐나다, 환경부 “온실가스 감축 목표 달성 불가능”

- Environment Canada, 2013. 10. 24 -

- (현황) 캐나다의 온실가스 배출이 해마다 증가하여 2020년 감축 목표치 달성가능성이 악화되는 것으로 전망됨
- 캐나다는 2020년까지 온실가스 배출량을 2005년 수준의 17%인 607Mt 수준으로 감축(2009년 코펜하겐 협약)하여야 하나, 올해의 추이에 따르면 2020년 배출량은 734Mt에 달할 것으로 예상됨

Figure ES 1 - Scenarios of Canadian Emissions to 2020 (Mt CO₂e)²



- 캐나다는 현재 세계에서 7번째로 온실가스를 많이 배출하는 나라이며, 앨버타州的 오일샌드 생산 증가로 인해 향후 전체 온실가스 증가분의 23%가 석유가스 부문에서 나올 것으로 예측되고 있음
- 반면, 지난 9월 발표에 따르면 미국의 2020년 목표 달성은 차질 없이 진행되고 있어 캐나다 정부의 환경정책 부진이 비판받고 있음. 캐나다 환경단체들은 석유가스 부문에 대한 강력한 정부 규제 장치를 촉구하고 있음
- (시사점) 정부는 2020년 예상배출량 대비 30% 감축 목표 달성을 위해 2014년 560개 관리업체 대상으로 온실가스 1,700만 톤(2.8%)을 감축하도록 설정함. 이를 달성할 경우 800MW급 화력발전소 3기가 발생시키는 온실가스 양을 감축하는 것과 같은 효과를 거둘 것으로 기대하고 있음

□ 제 244회 ECS Meeting을 통해 본 연료전지분야 연구개발 현황

- 244회 ECS Meeting, San Francisco, 2013. 11 -

- (현황) 2013년 10월 말에 개최된 제 244회 ECS에서는 전기화학 분야 전반에 대한 최신 발표들이 진행되었으며, 이차전지, 연료전지, 부식, 센서 등 전체 52개 분야로 이루어 짐. 전체 2844개의 발표 중 고분자전해질 연료전지 분야가 419개의 발표로 전체의 약 14%의 비중을 차지함. 세부 발표주제들은 아래와 같음

1. 백금계 공기극 전극촉매, 2. 전극층 모델링, 3. 연료전지 스택, 4. 불소계 산성환경 전해질막, 5. 백금계 공기극 전극층, 6. 알칼라인 전해질막, 7. 가시화, 8. 오염물 영향, 9. 백금-합금 공기극 촉매, 10. 알칼라인 연료극 전극 촉매, 11. 전해질 막 분석, 12. 연료전지 시스템, 13. 알칼라인 산소극 촉매, 14. 백금-합금 및 core-shell 촉매, 15. 전해질막 성능 및 내구성 향상 및 분석, 16. 전극층, 17. 직접 산화 연료전지-연료극 촉매반응, 18. 기체확산층, 19. 전해질막 열화 저감, 20. 백금계 전극촉매 내구성, 21. 비귀금속계 전극 촉매, 22. 알칼라인 막 및 셀, 23. 미세기공 및 전극층, 24. 부식 내구성 지지체 적용 전극촉매

- (시사점) 연료전지 분야의 발표가 전반적으로 증가하는 추세이며, 올해는 특히 비귀금속 전극촉매, core-shell 전극촉매, 알칼라인 연료전지 분야에 대한 관심이 많음. 상용화를 고려한 핵심구성품의 내구성 관련 연구도 증가함

- KIER에서도 고분자전해질연료전지 분야에서 핵심원천 소재 및 부품에 대한 원천기술 확보를 위한 지속적인 노력이 필요하며, 비귀금속 전극촉매, 전해질 막 내구성, 알칼리 연료전지 분야에 대한 관심이 필요함

□ **(미국) GE, Echogen과 손잡고 선박용 Supercritical CO₂ power cycle 적용된 Gas turbine 개발 중**

- The Motorship, 2013. 11. 11 -

- (현황) GE, 선박용 Gas turbine으로 널리 쓰이는 자사의 LM2500 모델에 Echogen의 Supercritical CO₂ power cycle을 package화 하여 개발 및 상품화 진행중
 - 선박용 Gas turbine의 폐열 회수용으로 Supercritical CO₂ power cycle을 적용
 - S-CO₂ 사이클의 초소형화, 안전성, 비가연성, 무독성, 무부식성, 열적안정성 등의 장점을 활용하여 선박 적용
 - Steam turbine 또는 ORC(Organic Rankine Cycle) 대비 효율이 좋고 비용이 적게 들어 S-CO₂ 사이클을 적용
- (시사점) 현재 발전을 위해 사용되는 발전 사이클은 대부분 작동유체로 증기를 이용하여 터빈을 구동하여 전기를 얻는 스팀 사이클임. 최근 작동유체의 한계를 극복하기 위해 이산화탄소를 초임계 상태로 가압하여 발전 사이클을 구동하는 초임계 이산화탄소 발전 사이클이 미국을 중심으로 개발되고 있으며, 단기 상용화 시장으로 폐열회수 및 선박용 시장이 대두되고 있음. S-CO₂ 발전 사이클을 이용한 폐열회수 기술의 선두주자인 Echogen이 GE의 선박용 가스터빈 엔진의 폐열회수 복합사이클용으로 소형 S-CO₂ 발전 사이클 시장을 개척하고 있음. S-CO₂ 사이클은 미래 발전기술로 인식되고 있으며 국내에서도 한국에너지기술연구원, 한국원자력연구원 등에서 개발이 시작되고 있음

※출처 : <http://www.motorship.com/news101/engines-and-propulsion/gas-turbines-ready-for-merchant-sector-revival>

□ Microgrid가 에너지의 미래가 될 수 있는 이유

- mother nature network, Sami Grover, 2013. 11. 01 -

- (현황) 현재 유틸리티는 잠재적으로 파괴적인 변화에 직면하고 있음. 미국 캘리포니아의 샌디에이고 대학교를 예로 들면 현재 전체 캠퍼스를 대상으로 한 Microgrid를 구축하고 있음. 태양광, 연료 전지, 배터리 등을 활용하여 캠퍼스 네트워크 구성을 통해 전력의 수요와 공급의 탄력성으로 비용을 절감하고 있음. 특히 Microgrid는 가격을 절감하고 친환경적인 요소를 갖추고 있으며 수요와 공급의 적정성을 유지시킴. 또한 폐열을 사용할 수 있으며 우선순위를 통해 중요한 부분, 의료 또는 과학적 연구목적 등을 최우선적으로 보호 할 수 있음

또한 이러한 장점으로 현재 미국의 식품의약품 안전청, 하와이의 육군 그리고 억만장자 CEO의 개인 섬에 이르기까지 Microgrid는 널리 사용되고 있음. 이렇듯 Microgrid는 점점 더 확산되어 유틸리티로부터 제공되는 전기를 상당량 대체할 수 있을 것으로 전망됨

- (시사점) 위의 기사와 같이 현재 미국에서는 Microgrid 관련된 연구가 활발히 진행중이며 국가에서 개인까지 그 필요성을 인지하고 상용화 되고 있음. 특히 Microgrid가 유틸리티 갖는 단점을 해결하고 에너지의 미래로 전망하고 있음. 하지만 우리나라는 Microgrid에 대한 연구 및 상용화가 부족함. 먼저 Microgrid의 필요성을 인지하고 정부의 주요시설 및 군 주요시설을 중심으로 Microgrid에 대한 연구를 수행하여 인식을 확산하고 상용화에 힘써야 할 것으로 보임

※ 출처: <http://www.mnn.com/earth-matters/energy/stories/why-microgrids-may-be-the-future-of-energy>

□ 미국, 헬름홀츠 공진기를 장착한 가스터빈 연소기

- KISTI 미리안 (<http://mirian.kisti.re.kr/>), 2013. 11. 01 -

○ (현황) 미국의 Solar Turbines사가 연소실에 적용 특허출원함

- 이 특허기술은 연소터빈 파워플랜트 내에서 음향 에너지를 억제하기 위한 공진기에 관한 것으로, 가장 높은 음향 압 진폭을 가지는 헬름홀츠 공진기(Helmholtz resonator)를 환형배열로 장착시키는 방법을 제시하고 있음
- 헬름홀츠 공진기는 직경이 증가함에 따라 음향감쇠 성능이 증가하고 최적의 성능을 나타낸 후 과 감쇠가 일어나 흡음률이 감소하는 특징이 있음
- 가스터빈 연소기는 연료의 절약과 배기배출물을 저감하기 위하여 희박가연한계 부근에서 연소가 이루어지나 이러한 희박연소는 종종 연소불안정을 일으키므로 연소 동압을 줄이는 기술이 요구됨
- 헬름홀츠 공진기는 연소불안정시 발생하는 연소 동압을 줄일 수 있는 방법 중 수동적인 제어방법으로 감쇠 주파수가 고정되어 있는 단점이 있으나 설치가 용이한 장점이 있음

○ (시사점) 가스터빈 연소기는 복합화력발전소에서 많이 사용하고 있는 열기관이므로 발전소의 가동율 향상과 부품 교체비용 절감 및 연소기의 에너지 효율향상을 위하여 연소불안정 감쇠장치개발이 필요함

□ 수소 연료, EU에서 더 많은 추진력을 얻다

- Hydrogen Fuel News, 2013. 11. 20¹⁾ -

- (현황) 수소 연료 상용화 추진을 위한 컨소시엄이 H2TRUST²⁾란 이름으로 유럽 수소 협회, Air Products, McPhy Energy, SOL SpA 등의 유럽 9개 기관에 의해 구성됨
 - 유럽에서 수소 연료 및 연료전지의 상용화 촉진하기 위함
 - 이러한 노력은 새로운 것은 아님. 그간 몇몇 업체는 괄목할 성과를 보였으나 연료전지 기술의 가격문제, 수소 연료의 안전성 및 저장 관련 문제의 해결이 필요함
 - 따라서 H2TRUST는 상용화 촉진과 병행하여 수소 연료의 안전성 향상도 추진. 안전한 연료전지의 개발과 새로운 안전 규정을 도입하고자 함
 - 수소 연료전지가 수송(자동차) 부문에서 더 인기를 끌수록 이러한 컨소시엄도 늘어날 것. 이러한 컨소시엄은 특정 기술의 품질과 안전을 보장하는 새로운 기준을 도입하는데 책임이 있으며 이에 따라 기술의 상용화 속도가 느려질 수 있음
 - 국내에서도 현대차, SK에너지 등에 의해 “수소산업협회”의 출범을 준비하고 있음³⁾
- (시사점) 선진 각국의 수소 연료 관련 품질 및 안전 기준을 충족하는 기술 개발이 중요함. 국내에서도 산업계 중심으로 자체 품질 및 안전 기준의 정립이 필요

1) <http://www.hydrogenfuelnews.com/hydrogen-fuel-gains-momentum-europe/8515051/>

2) <http://h2trust.eu/>

3) <http://news.mk.co.kr/newsRead.php?year=2013&no=943896>

□ 탈염, 담수를 위한 새로운 가스 하이드레이트 기술개발 연구

- 2013. 10. 21. National Energy Technology Laboratory -

- (현황) 미국 국가연구소인 National Energy Technology Laboratory (NETL)에서는 가스 하이드레이트를 기반으로 하는 새로운 담수 (desalination) 공정을 개발하였다. 물과 혼합되지 않는 유기용매들을 적용하여 담수화에 적용하는 온도를 10oC 이상으로 높여 경제성을 크게 향상시킨 기술이다. ACS Sustainable Chemistry & Engineering 논문에 발표된 정보에 따르면, 특히 고농도의 염분을 갖는 석유, 천연가스, 셰일가스 등의 생성수에 적합한 기술이라고 한다. 고농도 염분을 갖는 생성수에 이산화탄소와 불용성 탄화수소인 사이클로펜탄 혹은 사이클로헥산을 투입하고 상온 및 30기압 정도에서 쉽게 하이드레이트라는 결정화물을 생성시킨다. 이후 결정물을 회수하여 녹이면 90% 이상의 염분이 제거된 물을 얻을 수 있게 된다. 역삼투압방식 (RO)이 처리하기 힘든 고농도 염분수에 대하여 적용이 가능하며 상온조건으로 결정화 온도를 높인 것이 가장 큰 장점이다
- (시사점) 담수를 얻기 위한 방법으로 많이 이용되는 증발법, RO 막분리법은 각각 장단점을 가지고 있다. 에너지 다소비 형태의 증발법이나 고가의 RO 막교체비용 및 과다한 전처리 비용이라는 단점을 극복하기 위해 저에너지 소비형 결정화법 (얼음 혹은 가스 하이드레이트) 연구가 빠르게 진행되고 있음. 대규모 공정화 연구가 수행되어야 할 시점이 다가온 것으로 판단되며 이에 대하여 관심있게 지켜봐야 할 것으로 기대됨

□ 캐나다, 맥마스터大, 석탄가스화기반 무탄소 다품종생산플랜트

- 2013. 11. 4, 2013 AIChE Annual Meeting -

- (현황) Polygeneration은 시장변화에 효율적으로 대처할 수 있는 경제적공정중 하나이다. 본 발표 시스템은 발전, 화학원료, 수송연료, 에너지를 수요에 따라 배분하여 생산할 수 있는 효율 높은 Integrated 시스템으로 CO₂를 제거할 때에도, 33.3%의 효율을 53.3%효율로 얻을 수 있다는 계산결과를 얻었다
- 사용연료로는 석탄, 천연가스 및 바이오매스이며
- 생산제품으로는 전기, 디젤, 가솔린, 메탄올, 수소, DME, SNG
- 국내에서 Polygeneration 관련 연구는 부분별 공정개발은 수행되었으나, 시스템 적용 연구는 문헌조사 및 분석에 그치고 있다. 새로운 집적 시스템은 전환반응에 필요한 열원을 주위 공정에서 발생하는 열원으로부터 공급함으로써 화석연료의 소비량을 줄여, 전체 시스템의 효율을 향상시키는 것이다
- (시사점) 메탄올제조, DME제조, CLH, 전력생산 등에서 KIER가 이미 확보한 기술의 적용과 필요한 기술은 확보할 수 있는 연구 기획을 수행하고, 시범적인 추진에 대해 분석하여야 한다

□ 美, EPA, 바이오연료 의무사용량 완화 발표

- Chemical & Engineering News, 2013. 11. 19 -

- (현황) 미 환경보호청(EPA)은 2014년 신재생연료 의무사용량을 당초 목표인 181.5억 갤런에서 152.1억 갤런으로 상당 부분 완화할 예정이라고 발표
 - 미국은 2007년 제정된 EISA법(Energy Independence & Security Act)을 기반으로 매년 신재생연료 의무사용량을 늘려가고 있었으나, 목질계 바이오에탄올 생산 공정 보급이 늦춰짐에 따라 최초로 목표를 수정하였음
 - 2014년 목표인 152.1억 갤런은 2013년 목표인 165.5억 갤런보다도 낮은 값이며, 여전히 대부분은 옥수수를 원료로 하는 당질계 에탄올이 충당하고 있음
 - 그러나, 이번 결정은 바이오연료 관련자는 물론 예전부터 신재생연료 블렌딩 비율 상향에 반대하던 API(American Petroleum Institute) 등의 반발에 직면해 있음. 바이오산업 종사자들은 신재생분야에 대한 투자 축소에 우려를 표시하고 있는 반면, 석유화학산업 관련자들은 바이오연료 보급 정책에 대한 전반적인 재고를 주장하고 있음
- (시사점) 1세대 바이오연료의 단점인 윤리적 문제를 해결하고자 목질계 바이오매스를 중심으로 한 2세대 바이오연료가 활발히 연구되고 있으나, 초기의 장밋빛 전망과는 달리 여러 어려움에 봉착한 상황임. 궁극적으로는 결국 신재생에너지가 사용되겠지만 중단기적으로는 현실에 바탕을 둔 정책 마련이 필요함. 또한, 기술적 한계를 극복할 수 있는 기술 확보와 함께 원하는 규모를 생산할 수 있는지에 대한 정책/경제적 분석이 동시에 요구됨

□ 미국 2013 NETL CO2 Capture Technology Meeting 개최 및 관련자료 발표

- 2013. 11. <http://www.netl.doe.gov> -

- (현황) 미국 DOE/NETL은 지난 7월 8일부터 11까지 시행된 “CO2 Capture Technology Meeting”의 발표내용을 홈페이지에 공개하였다 (<http://www.netl.doe.gov/publications/proceedings/13/co2capture/index.html>). NETL이 지원하는 CO₂ 포집 관련 과제에 대한 2013년 업데이트 자료를 얻을 수 있다. 전체 CO₂ 포집 관련 과제 중, 습식 포집 기술에 대해 요약하면 아래와 같다
- DOE는 지원과제를 크게 Lab./Bench 규모 과제와 Pilot 규모 과제로 구분, Lab./Bench 규모로 15개, Pilot 규모로 6개 과제 수행 중에 있다. Lab./Bench 규모 과제는 표와 같으며 2013년 학회에서는 2, 4, 12, 13번 과제를 제외한 11개 과제에 대한 발표가 있었다

번호	과제명	주관기관	지원규모 ⁴⁾
1	Combined Pressure, Temperature Contrast, and Surface-Enhanced Separation of Carbon Dioxide (CO ₂) for Post-Combustion Carbon Capture	Rice University	\$960,811
2	Research and Education of CO ₂ Separation from Coal Combustion Flue Gases with Regenerable Magnesium Solutions	University of Cincinnati	\$389,114
3	CO ₂ Binding Organic Liquids Gas Capture with Polarity-Swing-Assisted Regeneration	Battelle Pacific Northwest Division	\$2,620,000
4	Development of an Energy Efficient, Environmentally Friendly Solvent for the Capture of CO ₂	Babcock & Wilcox	\$3,544,600
5	Development of a Novel Gas Pressurized Stripping Process-Based Technology for CO ₂ Capture	Carbon Capture Scientific, LLC	\$3,750,934
6	Low-Energy Solvents for CO ₂ Capture Enabled by a Combination of Enzymes and Ultrasonics	Novozymes North America, Inc.	\$2,088,643
7	Bench-Scale Silicone Process for Low-Cost CO ₂ Capture	General Electric Global Research	\$3,747,879
8	Bench-Scale Development of a Hot Carbonate Absorption Process with Crystallization-Enabled High Pressure Stripping for Post-Combustion CO ₂ Capture	University of Illinois at Urbana-Champaign	\$1,642,156

4) 지원규모는 NETL 홈페이지에 기준함

번호	과제명	주관기관	지원규모
9	Advanced Low Energy Enzyme Catalyzed Solvent for CO ₂ Capture	Akermis, Inc.	\$2,906,759
10	Novel Solvent System for Post Combustion CO ₂ Capture	ION Engineering, LLC	\$3,736,936
11	Evaluation of Concentrated Piperazine for CO ₂ Capture from Coal-Fired Flue Gas	URS Corporation	\$3,866,711
12	Post-Combustion CO ₂ Capture for Existing PC Boilers by Self-Concentrating Amine Absorbent	3H Company, LLC	\$3,484,770
13	Reversible Ionic Liquids as Double-Action Solvents for Efficient CO ₂ Capture	Georgia Tech Research Corporation	\$2,033,549
14	Development and Evaluation of a Novel Integrated Vacuum Carbonate Absorption Process	Board of Trustees of the University of Illinois (ISGS)	\$1,030,450
15	Ionic Liquids: Breakthrough Absorption Technology for Post-Combustion CO ₂ Capture	University of Notre Dame	\$434,076

- Pilot 규모 과제는 표와 같으며 2013년 학회에서는 21번 과제를 제외한 5개 과제에 대해 발표가 있었다

번호	과제명	주관기관	지원규모	비고
16	National Carbon Capture Center at the Power Systems Development Facility	Southern Company Services, Inc.	\$251,454,148	
17	Application of A Heat-Integrated Post-combustion CO ₂ Capture System with Hitachi Advanced Solvent into Existing Coal-Fired Power Plant	University of Kentucky Research Foundation	\$19,351,780	Small Demo (0.7 MW)
18	Slipstream Pilot-Scale Demonstration of a Novel Amine-Based Post-Combustion Process Technology for CO ₂ Capture from Coal-Fired Power Plant Flue Gas	Linde LLC	\$18,490,456	Small Demo (1 MW)
19	Development and Demonstration of Waste Heat Integration with Solvent Process for More Efficient CO ₂ Removal	Southern Company Services	\$18,268,880	Demo (25 MW)
20	Carbon Absorber Retrofit Equipment (CARE)	Neumann Systems Group	\$9,365,822	Small Demo (0.5 MW)
21	Slipstream Development and Testing of Siemens POSTCAP Capture and Separation Technology	Siemens Energy Inc.	\$18,750,000	Small Demo (2.5 MW)

- Lab./Bench 규모 과제의 경우, 종료과제의 연속과제 성격이 있으며, DOE 지원과제 중, 최근 종료된 과제는 다음과 같다

번호	과제명	주관기관	지원규모	비고
Completed -1	Novel High Capacity Oligomers for Low Cost CO ₂ Capture	GE Global Research	\$3,091,452	7번 과제로 연결
Completed -2	CO ₂ Capture from Flue Gas by Phase Transitional Absorption	Hampton University	n.a.	12번 과제로 연결
Completed -3	A Low Energy, Low Cost Process for Stripping Carbon Dioxide from Absorbents	AIL Systems, Inc.	n.a.	
Completed -4	Advanced Amine Solvent Formulation and Process Integration for Near-Term CO ₂ Capture Success	Trimeric Corporation	n.a.	
Completed -5	Design and Evaluation of Ionic Liquids as Novel Absorbents	University of Notre Dame	\$434,076	15번 과제로 연결
Completed -6	Carbon Dioxide Capture by Absorption with Potassium Carbonate	University of Texas at Austin	\$2,262,325	11번 과제로 연결

- DOE의 지원과제를 기술트리로 분류하면 아래 표와 같다. Lab./Bench 규모 과제는 다시 수계, 비수계로 구분할 수 있으며, Aqueous system은 (1) K₂CO₃ 수용액 흡수제, (2) 아민 수용액 신흡수제, (3) 촉매에 의한 촉진 흡수제(Catalysis-enhanced), (4) 상분리(Phase Separation) 흡수제, (5) 아미노산 염 수용액 흡수제의 5가지로 분류할 수 있다. K₂CO₃ 흡수제의 경우, 흡수제 자체 보다는 공정개발연구가 진행되었으며, 촉매에 의한 촉진 기술(Catalysis-enhanced technology)로 구분된 과제는 2개이지만, Novozyme 과제는 흡수제/공정개발, Akermis 과제는 Supply Chain 상 필요한 Equipment 개발과제의 성격을 가진다. 상분리 흡수제 기술 분야에서는 3H Company, 아미노산염 흡수제 기술 분야는 Siemens 기술의 파일럿 테스트가 진행되고 있다
- (시사점) 공정개발 측면에서 열통합(Heat integration)에 의한 공정개선 뿐만 아니라 침전(Precipitation), Ultrasonic, Flash 등 다양한 신개념 재생공정이 시도되고 있다
- (시사점) 공정개발에 있어 공정설계 뿐만 아니라 기액접촉기와 같은 Equipment 개발이 함께 이뤄지고 있다
- (시사점) 흡수제 측면에서 촉매에 의한 촉진 흡수제, 상분리 흡수제, 아미노산 흡수제 등 다양한 시도가 이뤄지고 있다

			요소기술		Project Leader
			흡수제	Process	
Lab. Bench	Aqueous	K2CO3-based	K2CO3	Heat integration	Univ. of Kentucky
			K2CO3	Crystallization	Univ. of Illinois at Urbana-Champaign
			K2CO3 /Amine	Precipitation + 2 Loops	Lawrence Berkeley National Laboratory
		Amine-based	New amine	Conventional	ION Engineering
			Piperazine	Flash	Univ. of Texas Austin
		Catalysis-enhanced	Enzyme	Ultrasonic	Novozyme
			Enzyme	Conventional	Akermin
		Phase Separation			3H Company
		Amino acid salt			
	Non-aqueous	Ionic Liquid	CO2-BOL	Polarity swing, Liquid/Liquid phase separation	Batttel
			Silicone	Liquid/Solid separation	GE
		Organic Alcohol-based			
	Cross-cutting	Contactor	CARE, Gas-liquid contactor		Neumann
			CeramicFoam		RICE Univ.
Pilot	Aqueous	NCCC			
		MHI	KS-1, MHI's technology pilot demo.		Southern Company
		BASF	BASF's solvent technology pilot demo		Linde

- (시사점) 각 과제에 대해 발표된 기술개발 완료 시 예측되는 기술의 성능을 요약하면 아래 표와 같다

과제	비교항목	비교대상	예상 절감 효과
Battle (CO2BOL)	Heat duty	NETL Case 10	57% ▼
Novozymes	Net plant efficiency	NETL Case 10	25% Drop
GE	Energy penalty	MEA(35% Drop)	23% Drop
Carbon Capture Science		NETL Case 11(27.2)	32.2~32.6
Akermin	Equivalent Work	K2CO3 (3.5GJ/tonCO2)	30~50% ▼ <150 kWh/tonCO2
Southern Company	Net plant efficiency	Sub-Critical PC(36.8%) MEA(26.2%; 29% Drop)	28.9~29.7% (19~21% Drop)
	Efficiency penalty	Sub-critical(10.6 %pt)	7.1~7.9 %pt.
Univ. of Kentucky			미발표
Neumann			미발표
Linde			미발표
Univ. of Texas Austin	Equivalent Work COE		190 kWh/tonCO2 COE 61% Increase
Univ. of Illinois Urbana Champaign			미발표
Lawrence Berkeley National Lab.			미발표

□ 포르투갈, 2020년까지 폐기물 매립량 20% 감축

- ENDS; 2013. 10. 21 -

- (현황) 포르투갈은 2013.10.17(목) 공개한 “2020 도시폐기물 관리 전략”을 통해 2020년까지 폐기물 매립량을 20% 줄이고 재활용률을 30%까지 증가시킬 계획이라고 밝힘
 - 포르투갈 환경부는 이와 같은 목표 달성을 위하여 쓰레기종량제 시스템을 도입하고 폐기물 매립비용을 상승할 계획
 - 2014년부터 2020년까지 약 3억2천만 유로를 투입하여 재활용 증대, 기술 개발 및 바이오가스 개발 시범사업 등에 사용할 계획
 - 동 관리전략은 폐기물 재활용률이 꾸준히 증가하고 있는 추세지만 목표달성에는 현저히 부족한 실정이라고 언급
 - 포르투갈 각 지역에 존재하고 있는 23개 폐기물 관리 시설은 국가 목표에 부합하는 개별 목표량을 설정하고 각 지역의 폐기물 매립량 축소 및 재활용율 증대에 박차를 가해야 할 것이라고 설명
- (시사점) 폐기물 매립량 감소 및 재활용율 증대를 위해서는 폐기물로부터 회수된 RDF의 활용을 권장할 것으로 예상됨. 이에 따라 생활폐기물은 물론 산업폐기물에서 회수된 것과 하수슬러지, 유해 폐기물, 바이오메스등의 활용이 중요해 질 것이므로 이에 대한 기술개발이 활발해 질 것임

□ EU, 전기전자폐기물 시장규모 18억달러 육박 전망

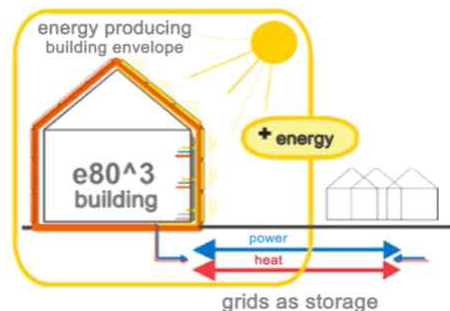
- ENDS; 2013. 10. 02 -

- (현황) 2014년 발효예정인 EU 신규 전기전자폐기물관리지침 (WEEE 2)에 따라 EU의 전기전자폐기물 재활용 시장 규모가 약 18억 달러에 육박할 것으로 전망
 - 글로벌 컨설팅 및 시장조사 기관인 프로스트 앤 설리번(Frost & Sullivan)은 지난 2012년 기준 약 13억 달러의 가치를 창출한 EU 전기전자폐기물 시장이 2020년까지 연평균 약 4.1%씩 성장할 것으로 전망하였으며, 특히 독일, 스페인, 그리고 프랑스 3국이 동 분야에서 가장 크게 성장할 것으로 예측함
 - 이와 같은 전기전자폐기물 시장의 성장은 2014.2월 시행 예정인 WEEE 2에 기인한 것으로써, 동 지침은 회수대상이 되는 전기전자제품의 범위를 기존 10개 품목에서 모든 전기전자제품으로 확대하고, 2016~2019년 기간 동안 시장판매된 전기전자제품의 최소 45% 회수를 목표로 하고 있음
 - Frost & Sullivan의 분석보고서는 폐기물 매립비용의 상승과 전기전자폐기물이 환경에 미치는 부정적 영향에 대한 사회적 인식, 그리고 전기전자제품 제조 시 사용되는 금속의 매장량 감소 추세로 관련 기업들이 전기전자폐기물을 활용 가능한 자원으로 주목하기 시작하면서 전기전자폐기물 재활용에 활력을 불어 넣을 것이라고 평가
- (시사점) 현재 우리나라의 경우도 전기전자폐기물 시장의 비중이 증가하고 있고, 전기전자폐기물의 폐기방식의 환경에 미치는 영향에 대한 논의가 이루어지고 있음. 전기,자폐기물의 바람직한 관리를 위해서는 생산자를 중심으로 한 재활용체계 구축이 시급하며, 이의 재활용 및 재생을 위한 체계 구축이 필요할 것임

□ 오스트리아, 조립식 벽면일체형 태양에너지모듈을 적용한 에너지플러스 개축 아파트

- <http://solarthermalworld.org>, 2013. 11. 18 -

- (현황) 'E80^3 Buildings-reconstruction concepts towards energy plus house standard with prefabricated active roof and facade elements' 프로젝트로 조립식 태양에너지모듈을 이용한 에너지플러스 개축 아파트를 준공. 본 프로젝트는 Building of Tomorrow 프로그램의 핵심적 과제로서 Austrian AEE-Institute for Sustainable Technologies (AEE-INTEC)에 의해 수행 중임



- E80^3 건물 프로젝트의 목적은 도심지 노후된 빌딩과 주택단지의 효율화이며 1950년부터 1980년대 사이에 지어진 건물을 대상으로 하여 에너지효율 80%로 에너지수요 저감, 총에너지소비 중 재생에너지비중을 80%, 2050년까지 이산화탄소 배출량 80% 절감의 의미임
 - 개축된 아파트는 2013년 4월 1단계 완료, 11월 2단계 완료, 2014년 봄 입주예정
 - 조립형 벽면모듈은 12×3m²으로 제로에너지건물 표준에 따른 단열수준이며 태양열, 태양광, 투명단열 기술 등 액티브주택 요소기술 통합적 적용
 - 태양열집열면적 140m²을 갖는 남측벽면 확장 경사형 Facade이며, 지붕과 경사형 Facade의 일부는 태양광모듈을 적용하여 총 840m²로 연간 예상되는 열 및 전기 생산량은 각각 38,800kWh, 70,000kWh 이며 열저장조 용량은 7,500리터
 - 향후 생산한 열량은 주변 건물에 제공가능하며, 열네트워크에 제공하기에는 온도수준이 경제적이지는 못한 수준
 - 조립형 태양에너지일체형 Facade모듈의 장점은 날씨에 무관하며 매우 짧은 설치시간으로 5시간 정도면 설치가능하여 거주민의 불편을 줄일 수 있음
- (시사점) 신규 건물에 대한 신재생에너지적용이나 건물효율화도 중요하지만, 기존 지어진 건물이 차지하는 비중이 매우 높으므로 이에 대한 관심이 필요하며, 이를 위해 가장 핵심적인 기술은 건물일체형 태양에너지모듈을 이용한 레노베이션 기술이 될 것으로 보임

□ Audi open 6 MW power to gas facility

- PV magazine 2013. 06. 13 -

- (현황) 아우디는 6 MW규모의 신규 power to gas 설비를 독일에 열었다. 아우디 e-gas로 명명된 합성메탄가스는 재생에너지에서 얻은 전기로 수소를 생산하고 이를 CO₂와 반응시켜 메탄으로 변환시켜 올 가을부터 CNG 충전소로 분배될 예정이다. 아우디 e-gas project는 독일에선 진행되고 있는 가장 큰 규모의 에너지 저장 시스템으로 대량의 재생전력을 효율적으로 천연가스인프라에 저장할 수 있는가를 실증하는 것이다. 이 시설은 연간 약 2800톤의 CO₂을 변환시켜 e-gas를 생산하는데 이는 연간 220,000그루의 나무가 흡수하는 CO₂의 양과 같다고 한다. 아우디는 e-gas를 이용할 수 있는 Audi A3 sportback g-tron 자동차를 출시할 예정이다. 또 향후 20 MW규모의 시설을 시장에 공급할 예정이다
- (시사점) 장기적인 관점에서 에너지 안보와 에너지 수급 안정을 위해 재생에너지의 확대와 이를 대량으로 저장할 수 있는 기술의 개발이 필요하다. 우리나라는 가스망이 매우 잘 건설되어 있으며 이를 활용한 에너지의 대량 저장이 가능하다. 따라서 소규모의 실증연구로부터 대형화를 통한 요소기술 개발, 시스템 integration 기술, 운영노하우에 대한 시급한 접근이 필요하다

□ EURO, 염분차 발전 기술동향

- 2013 INES seminar in Netherlands -

- (현황) 염분차 발전을 위한 아시아, 유럽, 미주의 기관 및 연구원 들끼 모여 최근 기술 이슈 및 정보 공유
 - 유럽 Netherlands, Denmark을 중심으로 현재 염분차발전 Pilot 기술 개발 중, 특히 WetSUS社는 PRO, RED, CAPMIX의 염분차 발전 기술 선도
 - Pilot 단계의 기술인 PRO, RED는 모두 분리막 제작 업체와 공동 연구 추진 중 (대량 생산 및 대면적화)
 - 성공적인 Pilot 단계에서 Scale-up을 위한 허틀에 관련된 토론 : 분리막 면적, 더 많은 pilot 설치를 통한 data-base up scale, 정보 교환 필요
- 덴마크 StatKraft PRO pilot 현황
 - Pressure exchange의 에너지 효율은 99% 이상으로 PRO 전용 개발 불필요
 - 현재는 RO 분리막 (평막, Cellular acetate)를 이용하여 테스트 중
 - Nitto Denko에서 CA 및 TFC 분리막 모두 테스트 중
 - 해수 유속은 3 m³/s
 - 해수 취수 깊이는 지역에 따라 다르나 적합하게는 30 m 이상
 - 중공사막 개발이 방향 선회
 - Fouling을 막기 위한 chemical cleaning 방법 개발 (Trisodium citrate)
 - Prototype의 전체 효율은 5% 정도
- (시사점) 현재 염분차 발전 기술은 유럽을 중심으로 pilot 단계에서 개발이 진행되고 있으나, 분리막 성능의 한계성, 전체 효율 문제, fouling과 관련된 다양한 문제들로 인해 scale-up에 어려움이 있음. 이는 장기적인 관점에서 핵심 기술을 선별하여 집중적 연구/개발을 하게 되면 기술적 선점이 가능함

□ 독일 Manz, ZSW의 세계 최고 CIGS 박막 제조 기술 상용화 계획 밝혀

- PHOTON international, 2013. 11 -

- (현황) 독일의 장비 제조 회사인 Manz AG는 독일의 연구기관인 ZSW가 개발한 세계 최고 효율 CIGS 박막 제조 기술 (효율: 20.8%)을 상용라인에 적용할 계획을 밝혔다
- 최근 새로운 CIGS 최고 효율 기록 (20.8%)을 기록한 ZSW의 실권은 장비 제조 회사인 MznZ가 가지고 있음. ZSW에 따르면 이 기록은 동시 증발공정 (simultaneous vaporization)에 의해 달성된 것으로 알려졌다, 양산 스케일에서의 재현성을 높여줄 수 있을 것으로 기대됨. Manz에서는 이 기술을 양산 라인에 곧 적용할 것이라고 밝혔으며 이를 통해 제조 단가를 크게 절감할 수 있을 것으로 예상함
- (시사점) CIGS의 기본 증착공정을 이용한 지속적인 효율 향상이 이루어지고 있음. 특히 고효율화 뿐만 아니라 양산에 적합한 안정적이고 저비용 기술의 개발이 함께 접목되어야 할 것임

□ 이탈리아 및 프랑스, 이산화탄소 전환용 촉매 연구

- 2013. 11. 15. Energy Environ. Sci. -

- (현황) Chemical industry 분야에서 fossil fuel consumption의 renewable energy로의 대체 사용은 자원의 사용 및 에너지 효율 측면의 전략적 측면에서 수행되고 있기 때문에 이러한 전략의 수행에서 이산화탄소는 핵심 물질로 인식되고 있다. 이탈리아 Messina 대학의 Gabriele Centi와 프랑스 Lyon 대학의 Elsie Alessandra Quadrelli 등은 renewable energy 사용을 이산화탄소 전환 반응이 공유 또는 대체하는 것이 chemical 및 energy value chain에 미치는 영향에 대한 연구를 수행하고 있으며, process industry에서 이러한 이산화탄소의 사용과 renewable energy 사용을 확고하게 연결하는 방안의 장점에 대하여 일반적인 관점에서의 논의가 활발하게 이루어지고 있다. 특히, 이산화탄소의 활용은 화학 분야에서 촉매를 이용한 관점에서 활발하게 다루어지고 있다. 이산화탄소의 촉매 반응에 의해 ethylene 또는 propylene과 같은 short-chain olefins으로의 전환이나 Fischer-Tropsch synthesis를 이용한 syngas, formic acid, methanol, dimethyl ether, hydrocarbons 또는 methane의 합성을 들 수 있다. 또한, 수소 생산에 있어서 renewable energy가 차지하는 cost 및 environmental effect에 대해서도 다루고 있으며, process industry에서 renewable energy에 이산화탄소를 중간물질로 사용하는 가상 시나리오도 연구하고 있다
- (시사점) 이산화탄소 포집 기술에 대한 연구가 수행되는 과정에서 제기된 의문점 중의 하나가 포집된 이산화탄소의 활용 방안이며 이에 대한 해결 방안으로 포집된 이산화탄소의 지중 또는 심해 저장, EOR(Enhanced Oil Recovery) 등이 제기 되었고 더욱 나아가 renewable energy와의 연계 방안에 대한 연구가 수행될 것으로 예상할 수 있을 것이다

□ 일본, 바이오매스 발전소 건설

- 바이오매스発電所が続々立ち上がる、3カ所のプラントを一気に供給する企業も, 2013. 11. 15 -

○ (현황) 바이오매스 플랜트 및 보일러를 개발하고 있는 일본 T회사는 전국 3개소(시가현, 미에현, 시마네현)의 바이오매스 발전소에 바이오매스 발전 플랜트를 건설한다고 발표

- 토목 분야를 제외하고 플랜트 전체, 즉 연료투입부분, 보일러, 터빈 등을 구축한다는 계획

- 이 회사는 1950년대부터 목질 칩 및 버개스 연료를 이용한 플랜트를 일본 국내외에 580개 시설 이상 건설하였으며, 기존 바이오매스 발전설비 및 증기 공급장치의 고객은 제재회사 및 제지회사였지만, 고정가격매입제도로 바이오매스 발전이 대상이 되었기 때문에 이업종 분야로부터 참여가 증가하고 있음

- 고정가격매입제도 이후 발주건수는 11건이며 합계 출력은 9만 kWh에 이름

- 사진 필름 및 문방구 등을 다루고 있는 N회사가 2013년 4월 약 30억 엔을 투입하여 시마네현 마츠에시에 출력 6.25MW 연간 발전량 4,342만kWh의 바이오매스 발전소를 건설하고 있음

- 유동층 보일러와 증기터빈을 조합시킨 발전소로 2015년 4월에 발전을 개시할 계획으로 연간 13억 엔의 전력판매 수입 예상

○ (시사점) 국내 바이오매스 R&D 수준 또한 높기 때문에 발전소 규모로의 확대 가능성에 대한 검토가 필요하며, 일본 사례를 통해 우리나라와의 협력도 검토할 필요가 있음

□ 중국, 태양에너지 시장 구조조정 계속

- Renewable Energy World , 2013. 11. 05 -

- (현황) 중국 태양광 모듈 제조업체인 선택(Suntech)은 한때 태양광 산업을 선도했으나, 지난 3월에 파산을 신청하고 9월 구조조정안을 발표하는 등 한동안 고전해옴
 - 쉘펑 포토볼타익(Shunfeng Photovoltaic)이 선택의 주요 자산을 4.92억 달러에 인수할 것으로 보임
 - 선택은 2010년과 2011년에 용량 기준으로 세계 최대의 태양광 제조업체였으며, 유럽 태양광시장이 급속도로 성장함에 따라 꾸준히 용량을 확대하고 있음
 - 발전차액지원제도 가격인하와 유럽 태양광시장의 급속 냉각의 영향으로 공급과잉이 야기됐고, 공급과잉으로 태양광 패널 가격이 급격히 떨어져 선택과 같은 주요 태양광업체들이 줄줄이 파산과 구조조정안을 발표함
 - 쉘펑 포토볼타익은 중국 장수에 위치한 신생기업으로 2011년에 홍콩증시에 상장됐으며 수직 통합 태양광기업이 되겠다는 목표를 가지고 있음
- (시사점) 신재생에너지의 대표기술인 태양광은 공급과잉, 기술한계 등으로 시장의 구조조정이 불가피 하였으나, 이후 시장이 정리되면 소수의 기업이 주도권을 가져갈 것으로 판단됨. 따라서 우리나라도 이러한 시장 움직임을 주시할 필요할 필요가 있음

□ 日, 세계 최초의 수소발전소 건설, 2015년 90MW 상용화

- ITmedia, 2013. 09. 17 -

- (현황) 수소는 산소와 반응 시 물만을 생성한다는 점에서 가장 깨끗한 미래에너지원으로 인정받음. 현재까지 수소의 이용처는 화학 플랜트에
서 화학 반응물로 주로 사용되고 있으며 철강 산업, 반도체 산업 등에
환원제 등으로만 이용되고 있음. 에너지원으로는 분산형 또는 자동차
용 연료전지에 이용으로 각광받고 있지만 대형 발전 시스템에 수소
의 이용은 그 장점에도 불구하고 상용화의 시도가 없었음
- 일본 가와사키 시와치 화공건설은 2015년을 목표로 도쿄만에 수소공급
그리드를 구축하여 세계 최초로 상용수준의 수소발전소를 건설하는
계획을 마련함. 가와사키시와치요다 화공공사는 도쿄만의 가와사키 임
해부의 대규모 수소에너지 공급기반을 구축하는 계획인 「수소에너지
국가전략 특구」를 정부에 제안함. 수소발전소는 세계 최초로 상용 수
준의 시설을 건설하는 것으로 발전규모는 90MW이며, 이산화탄소를
배출하지 않는 발전설비, 원자력을 대체하는 효과를 기대할 수 있다.
연간 이용하는 수소는 6.3억 Nm³이며 수소와 액화천연가스를 혼합
연소시킨 발전방식도 시험하여 발전량 등의 데이터 수집과 경험을 축
적할 계획임. 대량의 수소를 수송 및 저장하는 기술을 활용하여 가와
사키시 임해부의 각종 시설에 수소를 공급할 계획임. 수소를 수송·저
장하는 방법은 “유기 화학수소화물법”을 적용할 예정임
- (시사점) 수소에너지의 상용화를 대규모로 확장하면서 새로운 재생 가
능 에너지로의 가능성을 보여줄 것으로 예상됨. 대형 발전 및 저장 시
스템의 운영으로 연료전지에만 국한되지 않은 수소에너지의 청정에너
지로써의 가능성을 보여줄 것임
- KIER에서는 수소의 제조와 관련된 주 연구가 진행되고 있으나 이와
맞추어 이를 저장, 이용할 수 있는 분야에 대한 연구 개발에 관심이
필요하다고 판단됨

□ 일본, 2MW Hybrid Spar형 부유식 해상풍력발전기 실증운전

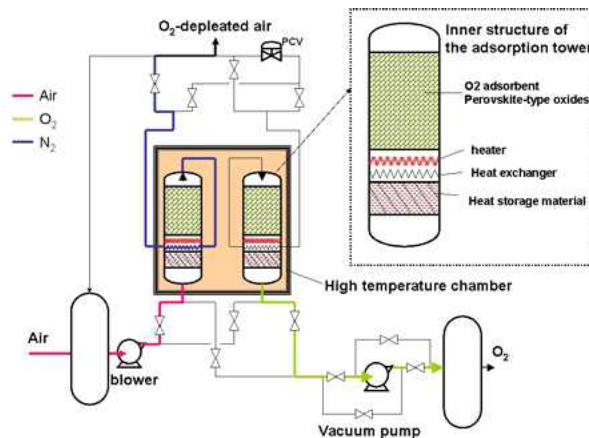
- 산케이신문, 2013. 10. 28 -

- (현황) 일본 환경성 주관으로 나가사키현 고토시 카바시마(五島市 樺島) 인근 연안에 2MW 부유식 해상풍력발전기를 설치하고 실증운전을 시작
 - 총 타워길이가 172m(해면上 96m), 블레이드 회전직경이 80m, 부유체하부에서 해저까지 거리가 약 20m, Hybrid spar 타입(상부 강철구조와 하부 PC콘크리트 구조), 원통직경 최대 7.8m, 총중량 약 3,400톤, 해저에 3개의 와이어로 계류되어 있음. 2012년초부터 후지(Fuji)중공업과 히타치(Hitachi)에서 개발하였음
 - 해저송전망을 이용해 고토시에 약 1,800세대분의 전력을 공급할 예정이고, 약 2년간 발전효율 검증 및 부어초를 설치하여 환경개선 효과가 있는지 등을 조사한 후, 2016년도 실용화를 목표함
 - 이전에 2009년 나가사키 사세보시에서 교토대학과 사세보중공업이 hybrid spar 부유체를 개발한 후 10kW 소형발전기를 가지고 실증운전을 하였고, 2012년 8월~2013년 6월까지 카바시마에 부유식 실증시험 1단계로 100kW 부유식 풍력발전기를 설치하여 시험해 오고 있었음
- (시사점) 부유식 해상풍력발전기 개발을 위해서는 우리 해상환경에 적합하고 비용이 적게드는 부유체 개발과 장기간의 실증시험이 이루어져야 함. 특히 독자적 기술확보에 대한 고민이 필요함. 일본의 경우 소형 프로토타입을 시작으로 3년 이상의 실증을 거쳐 얻어진 데이터를 바탕으로 실제 스케일의 부유식 풍력발전기를 제작하였고, 상용화를 위한 마지막 실증시험에 들어간 것임. 일본 환경성 주관으로 후쿠시마 연안에도 다른 3가지 타입의 부유식 풍력발전기에 대한 실증에 들어갔지만, 나가사키의 경우 일본 독자적인 기술로 개발한 것이라고 주장하고 있음

□ 日, Tokyo Gas, 산소 선택성 흡착제 이용 산소 생산공정 연구

- 2013. 11. 05. AIChE Annual Meeting -

- (현황) Tokyo Gas은 ADSOTECH, Kyushu 대학과의 공동연구로 공기 중의 산소를 분리하여 고순도 산소를 생산하는 HT-PSA 공정을 발표함. 제안된 HT-PSA 공정은 Perovskite (LSCF1991)와 흡착탑 내 열교환기와 열매체를 이용한 600oC 고온 진공 압력변동 흡착 (VPSA) 방식이며, 심냉법 대비 에너지 소비량이 적고 높은 산소생산성을 나타내는 것으로 보고됨. 1,000 Nm³/h급 산소 생산 장치에 대한 에너지 비용 예상 결과, 0.192 kWh/m³N-O₂로 예상되어 에너지 다소비 공정인 심냉법 (0.32 kWh/m³N-O₂) 및 질소 선택성 흡착공정 (0.33~0.5 kWh/m³N-O₂) 대비 우수할 것으로 발표함



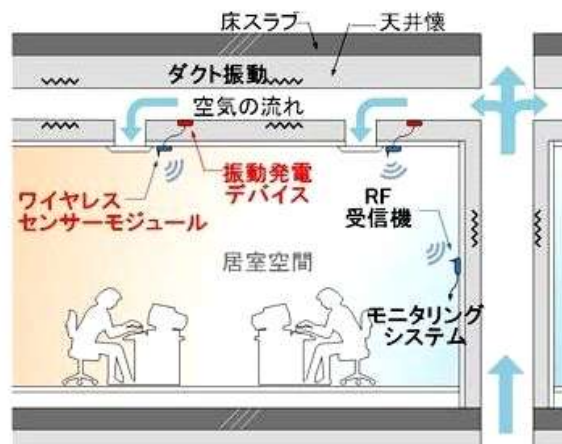
- 제안된 공정은 높은 온도에서 흡착하므로 공기 가열에 따른 에너지 문제로 향후 운전온도 하향(400~500oC) 및 흡착제 비용 저감이 필요하나, 산소 선택성 흡착으로 높은 산소 생산성 및 흡착탑 및 흡착제 투자비용이 낮을 것으로 예상됨
- (시사점) 향후 IGCC 및 순산소 연소 적용을 위해 공기분리에 의한 산소 생산 시장 규모가 커질 것으로 예상됨. KIER에서도 기존 에너지 다소비 공정인 심냉법을 대체할 수 있는 중규모 이상의 산소 선택성 흡착공정 개발 중이며, 향후 산소 생산성이 높은 흡착공정에 대한 연구가 주목받을 것으로 기대됨

□ 일, “진동발전” 하면서 온·습도를 기록, 사무실 에너지를 무선으로

- Smart Japan, 2013. 11. 13 -

- (현황) 사무실과 공장의 절전효과는 온·습도에 따라 공조를 최적
으로 제어하면 효과가 커진다. 다케나카는 사무실 천장에 무선센
서를 다수 설치하여 20~30m²의 공간마다 온·습도를 모니터링하
는 실증시험을 진행하고 있다. 수집된 온·습도의 데이터를 바탕으
로 에어컨의 운전모드를 제어해서 절전을 도모한다

다케나카 기술연구소에 위치한 400m²의 집무공간을 대상으로 시
험이 실시되었다. 가장 큰 특징은 천장 내 공조덕트의 진동으로
발전하는 “에너지 하베스팅”을 활용하는 점이다. 소형 진동발전
디바이스에서 전력을 발생시켜 온도와 습도를 측정하는 센서를
구동한다(그림 1)



[그림1] 진동발전디바이스와 무선센서를 이용한 사무실 온습도 모니터링
(출처 : 타케나카 기술연구소)

실증 시험에서는 공조덕트 측면에 진동 발전장치를 설치하고, 또
한 천정 공조 취출구 근처에 온·습도 센서를 배치했다 (그림 2).
센서에서 측정된 데이터는 무선통신으로 PC에 전송되어, 집무 공
간별 최적 온·습도가 유지되도록 공조운전을 실시한다



[그림2] 설치전경 (출처 : 타케나카 기술연구소)

다케나카는 실증시험의 성과를 바탕으로, 진동 발전장치와 무선 센서패키지로 설비관련시스템을 타사에 제공할 계획이다 (그림 3). 진동 발전장치 및 무선센서는 미즈미전기와 공동으로 개발했다



[그림3] 진동발전장치와 무선센서(좌), 온·습도관리화면
(출처 : 타케나카 기술연구소)

- (시사점) 이번에 소개된 건물부문 진동에너지활용 사례를 바탕으로 열전 및 압전소자를 바탕으로 건물 내에서 활용가능 에너지포텐셜을 분석하고 이를 활용할 수 있는 방안에 대한 검토가 요구된다

※출처 : <http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1311/13/news027.html>

□ IEA, 미국이 세계 최고 산유국이 될 것이라 전망

- NewsObserver.com, 2013. 11. 12 -

- (현황) 세계 에너지기구(IEA)의 전망에 따르면 2015년 미국이 러시아와 사우디아라비아를 제치고 세계 최고의 산유국이 될 것이라고 함
 - 이는 수압파쇄(hydraulic fracturing)과 수평 드릴링(horizontal drilling) 기술의 개발로, 텍사스와 노스다코타주에서 셰일암층으로부터 석유와 가스를 성공적으로 회수하고 있기 때문임
 - 이러한 추세는 개발경제성이 우수한 산지에 대한 채굴이 종료되고, 중동의 정치적 안정이 돌아오면 다시 뒤바뀔 것으로 IEA는 전망하고 있음. 또한, 미국 셰일가스/오일 개발의 성공이 다른 지역의 동일한 자원에 대한 성공을 보증하는 것은 아니라고 강조함
 - 또한, 셰일가스 등의 신 화석에너지 개발에도 불구하고 신재생에너지 산업은 꾸준히 성장할 것이며, 풍력과 태양광 등을 통하여 2035년까지 전력 증가분의 절반을 신재생에너지가 담당할 것이라고 예측함
- (시사점) 셰일가스의 본격적인 개발에는 새로운 한계 돌파 기술의 확보가 시발점이 되었음. 비재래형 석유자원은 산지에 따라 다양한 처리 방법이 요구되므로 KIER를 중심으로 한 국내 고유의 기술 개발이 절실함

□ 네덜란드 외 4개국, 해양염분차발전 개발동향

- INES Seminar(Blue Energy: A Growing Market), 2013. 10. 30~31 -

- (현황) 염분차 발전의 현재 기술에 대한 아시아, 유럽, 미주의 기관이 모여 정보 공유
 - 네덜란드의 Redstack 회사는 현재 50kW급 RED 실증 파일럿 플랜트 건설 중이며, Wetsus 회사는 Capacitive electrode 염분차 발전 연구를 Lab scale에서 진행 중
 - 노르웨이의 Statkraft 회사는 4kW급 Pilot plant 연구를 종료하고 2MW급 PRO 염분차 발전 플랜트를 설계하고 있음
 - 캐나다의 Hydro-Quebec 회사 및 콜롬비아 대학은 각 국가에서의 염분차 발전 잠재량 등을 조사하고 있음
 - 국내에서는 KIER가 PRO, RED 공정의 염분차 발전 연구를 Lab scale에서 수행 중
- 염분차 발전 기술의 현재 문제점 및 해결 방법에 관한 토론
 - 염분차 발전을 scale-up 하기 위해서는 사용되는 분리막의 대량 생산이 이루어져 생산 단가를 낮추어야 하며
 - 파울링을 막기 위한 chemical cleaning 방법이 필요하고
 - 다양한 플랜트 건설을 통한 염분차 발전 데이터베이스를 구축하여 상호 정보교환이 필요함
- (시사점) 현재 염분차 발전 기술은 유럽을 중심으로 pilot 단계에서 개발이 진행되고 있으나, 분리막 성능의 한계성, 전체 효율 문제, fouling과 관련된 다양한 문제들로 인해 scale-up에 어려움이 있음. 이는 장기적인 관점에서 핵심 기술을 선별하여 집중적 연구/개발을 하게 되면 기술적 선점이 가능함

□ 인도네시아, 저등급석탄 에너지기술 정책동향

- 인도네시아 tekMIRA (R&D center for mineral and coal technology)와의
공동연구 및 KIER lab at tekMIRA 사업 협의, 2013. 11. 12 -

- LRC upgrading 기술의 상업화 관련 일본 Kobe steel의 UBC 공정 상업화 사업이 2014년 시작된다고 발표되었으나, 아직까지 나타난 움직임 없음. 현재 석탄 가격 안정화와 더불어 공정 비용이 높은 Oil을 이용한 UBC 기술은 경제적 측면에서 이점이 부족함
- 이외에도 많은 LRC upgrading 실증 및 상업화 시도가 알려져 있었으나, 현재는 뚜렷한 움직임 노출되지 않음
- 인도네시아에서 유일하게 석탄을 연구하는 국립연구소인 tekMIRA에서는 Jakarta 동남쪽 약 200 km 에 위치한 Palimanan에 다수의 pilot 설비를 설치하여 개발. 이 중에는 colddry briquetting (CDB) 이라는 LRC upgrading pilot 설비를 포함. 이는 안정화 없이 건조 후 on-site use 용도임
- 또한 Palimanan에는 activated carbon 제조를 위한 rotary kiln, briquetting 설비, 5 tpd coke maker, syngas 제조를 위한 gasifier 등이 있음
- tekMIRA 및 인도네시아 석탄 관련 분야에서는 CCT 특히 LRC upgrading 기술 상용화에 대한 의지 강함

□ 일본의 탄소 섬유 개발 및 연구 현황

- 참고문헌: CSE2013 학회 프로그램. 일본지식리포트-일본편, 2013. 11. 10~13 -

- (현황) 일본의 상업용 탄소섬유 생산은 1970년대 초부터 PAN계와 피치계(等方性)를 시작으로 본격화되었으며, 1980년대 후반부터 이방성(異方性) 피치계 탄소섬유의 생산이 추가되었음. 그 이후 일본 국내 업체가 기술개량과 사업 확대를 꾸준히 추진한 결과, 탄소섬유 생산은 품질과 생산 모든 측면에서 세계 제일의 실적을 자랑하는 수준에 도달함. 현재 일본에서는 '도레이(東レ)'와 '데이진(帝人)'의 자회사인 '도호(東邦) Tenax', 그리고 '미츠비시(三菱) Rayon'이 탄소섬유를 생산하고 있으며 3개 회사가 세계 수요의 약70%를 차지하고 있음
- 개발초기에는 제한적으로 사용되던 탄소섬유가 최근에는 그 용도가 산업계 전반으로 크게 확대되는 추세임. 특히, 탄소섬유의 주요 수요분야인 항공기에 들어가는 탄소섬유 비중이 점차 늘어나고 있음. 현재 생산되는 항공기는 탄소섬유를 사용함으로써 기체중량을 약30% 줄일 수 있는 것으로 알려져 있음. 같은 항공기 분야에서는 '도호(東邦)Tenax'와 거래를 확대하고 있는 에어버스로 탄소섬유 사용량이 20톤이 넘는 항공기를 생산하는 등 탄소섬유 시장은 점차 확대되는 양상을 보이고 있음
- 일반 산업용으로 쓰이는 탄소섬유 중에서는 앞으로 풍력발전 용도가 크게 확대될 가능성이 매우 높음. 또한, 앞으로는 자동차 부품 재료로 탄소섬유가 널리 활용될 것으로 보여 관련업계의 지대한 관심을 받고 있음
- (시사점) 2015년에는 전 세계 탄소섬유 수요가 70,000톤에 이를 것으로 전망됨. 도레이경영연구소가 탄소섬유 수요 분야 중에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 일반산업 용도를 보다 구체화시켜 수요를 전망한 자료에 따르면 풍력발전에 쓰이는 탄소섬유가 크게 늘어날 것으로 보임
- 탄소섬유는 세계 동시 불황에서 벗어나 다시 글로벌 성장 궤도에 진입한 것으로 보는 견해가 지배적임. 그러나, 탄소섬유 시장이 확대되면서 새롭게 시장에 진입하는 기업이 늘어나고 있어 새로운 경쟁구도가 만들어질 공산이 큼.
- 대량생산 체제를 갖추게 되면 1킬로그램 당 3,000엔(철은 약90엔)이 넘는 현재의 높은 단가를 극복하고 가격우위를 확보할 수 있을 것임. 지금 세계 탄소섬유 시장은 큰 변혁의 시대를 맞고 있다고 할 수 있으며 그 변화 속도가 점차 빨라지고 있다는 특징이 있음. 앞으로 설비증설, 신규사업자 등장, 제휴(합병, 공동개발 등), 자본참여 등 다양한 형태를 바탕으로 시장이 급변해 갈 것으로 전망됨
- (KIER 대응방향) 국내 탄소 섬유 분야가 국제 경쟁력에서 우위를 확보하지 못하고 있는 상황이므로, KIER에서는 탄소 섬유를 적용하여 부가가치가 높은 새로운 소재를 개발하여 에너지 디바이스에 적용하는 것이 바람직한 것으로 판단됨. 이를 위하여 국내 또는 해외 선진 기관과의 협력 과제 진행 등이 효과적으로 판단됨

□ 일본-독일 협력 유럽 주택용 연료전지 시장 개척

- FuelCells Bulletin -

- (현황) 일본 파나소닉사와 독일 Viessmann 사는 독일, 영국, 프랑스 가정을 대상으로 주택용 연료전지 열병합시스템을 2014년 4월 판매를 시작함. 연료전지 시스템 사양은 정격 발전 750W, 열 공급 1kW, 전기효율/중합효율 37%/90%(LHV), 수명 10년임. 신제품의 내구성은 2배향상 되었으며 스마트폰, 태블릿 PC를 이용 원격제어 등이 가능함. 고농도 및 저농도 메탄가스 사용이 가능함
- (시사점) 주택용 연료전지 상용화 선두 그룹인 일본의 파나소닉사는 독일의 보일러 회사 Viessmann 사와 연합하여 열병합 최대시장인 유럽을 공략을 시작함. 일본내에서 Ene-Farm 제품으로 2012년말까지 약 4만5천대의 보급 및 장기 운전 실적을 바탕으로 과감한 선제공격이 가능한 것으로 판단됨
- 국내 주택용 연료전지 시스템은 일본 제품에 효율, 성능은 비슷하나 장기운전 결과의 부족, 낮은 가격 경쟁력의 단점이 있음. 부품 모듈화 및 공용화 기술 개발을 통하여 가격 경쟁력을 확보와 보급 확대를 통한 기술의 검증에 대한 지원이 필요함
- 2013년 부생수소를 이용한 세계최대규모의 울산 수소타운이 구축되어 주택용 연료전지 시스템이 실증 운전중임. 바이오가스, 신재생 수소를 이용하는 제2의 수소타운 건설로 확대되어 연료전지 산업의 수출동력의 기반을 제공해야 할 것임

□ 유럽 연료전지 버스 보급 프로그램 확대

- FuelCells Bulletin -

- (현황) 유럽 FCH JU는 연료전지 버스 보급 프로젝트 (Clean Hydrogen in European Cities, CHIC) 확대를 지원함. CHIC는 전문가, 정책입안자, 시민들의 연료전지 버스에 대한 사회적 수용도, 운전 결과, 운영 경험, 인허가 등에 대한 전반적인 연구 분석하는 과제임. 1단계 연료전지 버스를 도입했던 베를린, 쾰른, 함부르크시는 신규 연료전지 버스 도입을 검토하고 있음. 쾰른시에서는 2014년 신규 연료전지 버스 2대를 도입할 계획임. 2단계 참여도시인 런던, 오슬로, 마가우, 밀라노, 볼자노시에서는 13대의 신규 버스 투입, 수소충전소의 확대, 버스 운행 노선 및 시간 연장이 이루어지고 있음
- (시사점) 최대 연료전지 시장으로 예상되는 수송용 연료전지는 2013년 현대자동차의 선제적 양산 체제 도입으로 물밑에서 치열한 각축전이 시작되고 있음. 일본, 독일, 미국 회사간 기술 연합을 통하여 미래 시장에 대비하고 있음
- 선진국에서는 연료전지 승용차보다 버스의 실증 확대에 주력하고 있음. 버스의 경우 최소의 수소인프라 투자를 통하여 기술의 홍보, 신기술에 대한 시민들의 사회적 수용도를 높일 수 있는 경제적인 수단임. 유럽, 미국 캘리포니아주에서 연료전지 버스의 운행이 확대되고 있음
- 국내에서는 수소 인프라 설치, 인허가가 용이한 울산, 대구, 세종시가 연료전지 버스의 도입의 최적지임. 친환경도시의 랜드마크로 활용이 가능함

□ 미국 친환경 연료전지 버스 시스템 도입 가속화

- FuelCells Bulletin -

- (현황) 미국 연방교통국(FTA)은 미국산 연료전지 버스 상용화를 위하여 1.3억불의 연방예산을 지원하기로 함. 2012년부터 8개 프로젝트가 FTA의 National Fuel Cell Bus Program 을 통하여 지원받게 됨. 2006년부터 시작 연료전지 기술의 환승버스 시스템 적용 및 가격저감을 위한 실증 및 보급사업을 지원하였음. 미국 내 일자리 창출, 생산 기술 개발, 하이브리드 및 배터리 전기버스의 확대를 목표로 하고 있음
- (시사점) 전기구동 배터리, 연료전지 버스의 최대 장점은 기존 내연기관에 비하여 CO₂ 발생을 줄일 수 있으며 NO_x, SO_x의 배출이 전혀 없는 무공해 자동차임
 - 고압가스법, 도로교통법 등의 규제로 인하여 국내에서 운전되는 전기 버스는 극소수임. 전기충전인프라, 수소충전 인프라, 충전 시스템 표준화 확보를 통하여 친환경 버스 도입이 시급함. 국내 실증 결과를 바탕으로 점차 확대되는 친환경 연료전지 버스 시장에 대응할 수 있음
 - 국내 광역권 버스 환승시스템은 선진국 수준으로 연료전지 버스로 프리미엄급으로 업그레이드시 버스를 포함한 환승시스템의 수출 가능성이 높을 것으로 판단됨

□ ABB, 대규모 태양광발전소의 system configuration 연구

- 2013. 10, 28th EUPVSEC -

- Global PV installation capacity는 예측한 양보다도 빠르게 증가하고 있으며, 현재 추세라면 2050년에는 3000 GW에 이를 것으로 추산
- 10MW 이상의 large scale과 100MW 이상의 very large scale로 구분해보면 앞으로는 very large scale이 훨씬 활발히 건설될 전망
- very large scale의 system configuration은 특히 extra-low price의 PV module에 의한 cost reduction 이 필수이며, 그 외 어레이 사이의 케이블 손실 저감 및 계통연계 손실에 대한 이슈를 고민해보아야 할 것으로 판단
- 또한 에너지저장장치의 사용이나 보조서비스 등을 활용하는 방안
에 관한 이슈도 고려함
- 이와 같이 최근 태양광분야는 태양전지 효율 증가에 대한 연구에서 점차 벗어나 다시 시스템 차원의 효율 향상에 대한 관심이 높아지고 있으며, 그에 따른 기술개발도 활발해지고 있는 실정임

□ SOFC 상용화에 관한 국제 동향

- 2013. 10. 27~11. 3, ECS 2013 -

- SOFC 및 SOEC 기술 관련 상용화 동향에 대한 것으로 발표는 미국 Pacific Northwest National Laboratory 의 Subhash C. Singhal 이 종합하여 발표하였다. SOFC 및 SOEC 상용화 기업체 관련 정보는 아래와 같다

구분	기업체	특이사항
SOFC system 상용화 및 보급	Bloom Energy (미)	100kW 이상의 대형 시스템 상용화
	Koycera (일)	가정용 700W 급 시스템 상용화
	Ceramic Fuel Cell, Ltd. (호)	1~2kW 급 시스템 상용화, 60% electric conversion efficiency, 1500 stack/year
	Hexis AG (독)	1kW 급 CHP unit 보급, 현재 150 unit field test 중
	Ceres Power (영)	1kW 급 CHP unit 보급
소형 시스템 및 스택	Delphi (미)	트럭 보조전원 (APU) 상용화
	AVL List GmbH (독)	10Sc1CeSZ 계 전해질 소재 사용
	Sunfire (독)	2016년 경 200kW 급 SOEC 스택 상용화 예정 Staxera stack 아웃소싱, H ₂ O+CO ₂ co-electrolysis
	Topsoe Fuel Cell (덴)	RISO National Lab. (DTU), 1~2 kW 급 스택
초소형 Unit	Ultra Electronics AMI (미)	5~300W 소형 시스템 개발
	Lillipution System, Inc.(미)	핸드폰 충전용 초소형 시스템 개발, Unit price \$299, Fuel Cartridges \$9.99

□ 미국, California Institute of Technology의 Erik J Brandon - 저온에서 구동 가능한 Supercapacitor 연구

- 2013 ECS 학회, 2013. 10. 28 -

- (현황) Caltech의 Erik J. Brandon는 낮은 온도에서 구동할 수 있는 supercapacitor의 중요성에 대해서 발표했다. 다른 에너지 저장매체인 리튬 배터리는 저온에서 낮은 kinetics와 리튬 도금으로 사용이 제한되기 때문에 극한 환경에서 supercapacitor는 에너지 저장의 대안으로 고려될 수 있다
- 저온에서 supercapacitor를 구동시키기 위해서 전해질의 녹는점과 유전상수가 큰 용매를 사용하는 것이 중요하다. 녹는점이 낮으면 저온에서 얼지 않고 유전상수가 높으면 salt인 활성물질이 잘 녹는다. 그런데 이러한 전해질을 찾기는 쉽지 않기 때문에 녹는점이 낮은 전해질과 유전상수가 높은 전해질을 혼합하여 사용한다. 1,3-dioxolane (낮은 녹는점)과 acetonitrile (높은 유전상수)을 1:1로 혼합하여 사용 (J. Electrochem. Soc. 2008, 155, A716)
- (시사점) 현재 에너지 저장매체로써 리튬 배터리가 많이 사용되고 있는데 우주나 극저온 환경에서는 supercapacitor가 대안이 될 수 있다. 현재 supercapacitor 연구의 대부분은 전극소재에 초점이 맞추어져 있는데 극저온 환경에서 작동하기 위해서는 낮은 녹는점과 높은 유전상수를 가지는 전해질을 개발하는 것이 중요하다. 따라서 supercapacitor 연구에서 전극소재에 대한 연구와 새로운 전해질 개발 연구도 병행되어야 할 것으로 판단된다

□ **미국, Sandia National Laboratory의 Mark D. Allendorf - 금속-유기 다공성 물질을 이용한 전자 주개(electron donor)와 전자 받개(electron acceptor)의 나노배열**

- 2013 ECS 학회, 2013. 10. 28 -

- (현황) 유기 태양전지는 전자주개형과 전자받개형 반도체가 이루는 이종접합 (donor-acceptor heterojunction)으로 구성된다. 이때 전자주개형과 전자받개형이 잘 배열되어 있다면 전지의 효율이 더 높아질 수 있다
- 미국 Sandia National Laboratory의 Allendorf는 규칙적으로 배열된 금속-유기 다공성 물질의 구조적인 특징을 활용하여 전자주개와 전자받개를 균일하게 정렬하는데 성공하였다. HKUST-1이라는 금속-유기 다공성 물질에 열린금속 자리를 형성시키고 TCNQ라는 물질을 배위시켜서 FRET를 통해서 전자가 흐를 수 있게 고안하였다. 이때 금속-유기 다공성 물질은 photon antenna로써의 역할을 수행하고 TCNQ는 다공성 물질의 기공을 서로 연결하는 전자이동 통로를 제공한다
- (시사점) 우리 연구원에서도 태양전지 관련 연구가 많은데 유기 태양전지에 응용될 수 있는 새로운 소재의 개발 연구도 지속적으로 할 필요가 있다

□ 미국의 환경 · 에너지 관련 정책, 시장 동향

- 2013 Conference on Coal Science & Technology (ICCST 2013) 참석 및 발표
2013. 10. 23 -

- 현재는 다른 수단을 통한 온실효과가스 삭감 실현에 대한 노력이 이루어지고 있는 상황이지만, 각각의 과제와 불확실성에 직면함. 현재 오바마 정권은 대기오염정화법(Clean Air Act)를 근거로 한 환경보호청(EPA)에 의한 온실효과가스 배출규제 도입을 추진하고 있지만, 산업계로부터는 투자부담 증가에 의한 기업 경쟁력 저하 등을 이유로 반대하고 있어 도입 전망은 낮음
- 에너지 지속성 - 현재 전 세계 전력공급의 소스로서는 석탄이 39%, 석유가 8%, 천연가스 20%, 수력 15%, 원자력 17%, 바이오 연료와 기타 재생가능 에너지가 1%임. 또한, 수송 에너지로서는 석유가 약 95%를 차지하고 바이오 연료는 5%에 그치고 있음. 세계의 소비전력은 향후 30년간 2배 증가할 것으로 예측되고 있음
- 미국에서는 2040년까지 총 발전량의 1/3을 화석연료로, 1/3을 원자력으로, 1/3을 재생가능 에너지로 충당하는 것을 목표로 하고 있음. 수송 부문에 대해서는 석유 유래 에너지를 25%까지 억제하고, 바이오 연료는 30%로 끌어올리며, 또한 45%를 전력(전기 자동차의보급)으로 하는 것을 목표로 하고 있음
- 에너지 안보 - 미국에서 석유에 의존하고 있는 에너지 체계에서 탈피하려고 하는 이유는 지구환경 대책이라기보다도 다른 나라로부터 수입에 에너지원을 의존하고 있다는 에너지 안보 확보에 의한 것임

□ 캐나다, 맥마스터대학, 석탄가스화기반 무탄소 다품종생산플랜트

- 2013. 11. 04, 발표지(2013 AIChE Annual Meeting) -

- Polygeneration은 계속적으로 변화하는 시장의 흐름에 효과적으로 대처 가능한 경제적 공정중 하나이다. 본 발표 시스템에 따르면 화학원료, 발전, 수송연료 등의 에너지를 수요에 따라 배분하여 생산할 수 있는 효율 높은 최적화된 시스템으로 CO₂를 제거 시 효율이 33.3%에서 53.3%효율로 얻을 수 있다는 계산결과를 얻을 수 있다
- 사용연료로는 석탄(유연탄, 갈탄, 아역청탄), 천연가스 및 바이오매스이며, 생산제품으로는 전기, 디젤, 가솔린, 메탄올, 수소, DME, SNG 등으로 적용분야가 다양하다
- 현재 국내에서 Polygeneration 관련 연구는 부분별 공정개발은 수행되었으나, 시스템 적용 연구는 문헌조사 및 분석에 그치고 있다. 이에 따라 집적 시스템의 전환반응에 필요한 열원을 발전소, CCS등의 공정에서 발생하는 열원을 사용함으로써 열의 재사용과 화석연료의 소비량을 줄인다는 관점에서 향상된 효율을 기대할 수 있을 것이라고 판단한다
- (시사점) 메탄올제조, DME제조, CLH, 전력생산 등에서 KIER가 이미 확보한 기술의 적용과 필요한 기술은 확보할 수 있는 연구 기획을 수행하고, 시범적인 추진에 대해 분석하여야 한다

□ 일본의 가정용 SOFC 상용화

- 2013. 11 -

- (현황) 일본 JX Nippon Oil & Energy가 가정용 SOFC 열병합 발전시스템에 SOFC스택을 탑재한 신모델을 개발하여 시장에 출시하였다
 - LPG나 도시가스를 사용하여 최대 700W의 전력을 생산하며, 발전 효율은 45%로 높다. 또한 배열회수를 통한 급탕기능을 이용하면 전체 효율은 87%까지 높아진다. 시스템의 셀/스택은 교세라가 공급하며, 초기 소매가격은 작년기준 270만엔이다
- (시사점) 이제 PEFC는 일본 가정용 연료전지 시장에서 경쟁적인 관계를 유지하기 시작했다. PEFC의 경우 대량생산 경험을 바탕으로 공격적인 가격저감, 안정적인 운전 경험을 무기로 시장에 접근할것으로 판단됨. 이에 SOFC시스템은 높은 발전효율, 시스템 단순화를 통한 궁극적 가격저감을 개발방향으로 시장 공략에 나갈것으로 생각됨

□ 스마트 히트펌프 시장 판도 분석 (Delta Energy 보고)

- European Heat Pump Summit 2013 통해 살펴본 에너지 기술 동향, 2013. 11. 05 -

- 최근 히트펌프제품 개발 추세는 소규모 다품종 방식으로 변경되고 있으며, 이에 따라 유럽에서는 스마트 그리드와 연계된 유틸리티 운영 방식도 함께 바뀌고 있음
- 현재는 히트펌프를 포함한 수요측에서의 시도가 위주이며, 독일과 덴마크에서 활발히 진행 중
 - FLEXPOWE (덴마크) : 간접적 방법 적용
 - 영국 : 분배 네트워크에 대한 프로젝트 진행하며 피크대응 목적
 - 독일 entelios : air-con units 제어 솔루션 개발. 현재 상업 모델을 제공하고 있음
- 전기료 등을 고려하여 CHP, HP 운전 하여 최종적으로 소비자에게 benefit 제공하는 것이 목적임
- 히트펌프 Value chain 상에서 수요자의 역할이 critical Point로 작용하기에 비용뿐만 아니라 쾌적성도 고려해야 함. 따라서 수요자가 참여한 스마트 히트펌프 정의가 시장에서 필요함

□ 유럽의 F-gas 규제와 Eco-Design 규제 (EPEE 관점)

- European Heat Pump Summit 2013 통해 살펴본 에너지 기술 동향, 2013. 11. 05 -

- F-gas 규제 제정 추진 배경은 HFC phase down을 전세계적으로 추진. 이와 관련된 2012 11월 EU 의회 제안안 중에는 모든 에어컨과 냉장시스템에 HFC 제한하려는 참가국도 있음
- 올해 6월에도 EU 의회 참가국간의 새로운 제안이 계속 논의 중이였으며, EU Council 은 규제 재개정에 있어 약간 소극적이지만 의회가 더 적극적 나서며 Service 사용시에도 금지하는 방안까지 고려 중임. (EPEE는 Ban에는 반대 입장임)
- Eco-design 배경은 에너지 규제 강화가 마켓 변화를 초래하여 고효율 제품에 대한 수요 증대하리라는 기대감. 히트펌프 관점에서는 공간 heater와 히트펌프에 대한 단일 레벨을 사용함으로써 히트펌프 시장을 증가 시키리라 예상
- ENTR Lot6/ENER Lot21 (대용량 제품 12kW 이상) 진행 중이며 이에 대응 필요하고, 현 추세가 진행될 시 최악의 경우 90%이상 시장 존재하는 제품이 판매 금지될 수 있음
- F-gas regulation 과 Eco-design regulation은 관계가 높음. 2014년까지 F-gas 규제를 마무리하고 Eco-design에 대한 설계 컨셉 정립할 계획

□ 인도 - 바이오에너지 R&D 최신 동향

- 5th India-Korea Joint Workshop on Bioenergy, September 9-10, Trivandrum, India -

○ Algal Biofuel and Biorefinery

- Phycospectrum Environmental Research Center (PERD) : Algal Bio-fuels
- CSIR-National Environmental Engineering Research Institute (NEERI) : Microbial system for CO₂ sequestration vis a biofuel generation
- CSIR-National Institute for Interdisciplinary Science and Technology : Biofuel from marine microalgae

○ Biomass to Biofuels

- (ICT) : Biofuel technologies: Present challenges for future success
- (IIP) : Catalysis for the production of 2nd and 3rd generation bio-fuels

□ 연료전지/수소 기술동향

- 연료전지기술에 대한 국제적인 동향 파악
 - 연료전지 기술의 개발 동향이 기존 기술에 대한 경쟁력 강화 차원에서 핵심요소 기술의 효율향상 및 원가 절감 분야의 연구개발 확대
 - 틈새시장에서 연료전지 지게차 분야는 경쟁력 충분
 - 무인기 및 국방 분야 관심 증가
 - 경제성 확보를 위한 다양한 비즈니스 모델
- 국내 관련 정책에 대한 비교
 - 연료전지 핵심 분야인 수송 부문에서 경쟁력 확보 위한 핵심요소 기술의 원가 절감
- 우리연구원이 자체 핵심기술 확보 필요

□ University of Western Sydney(호주)/Polyacrylate 고분자의 브랜치를 측정, 조절하는 기법 연구

- 2013. 11. 18, 5th Asia-Pacific NMR Symposium -

- (현황) Poly(acrylic acid)는 압력감응 점착제, 페인트 혹은 코팅에 사용하는 산업적으로 매우 중요한 고분자 물질 중 하나이다. 또한 초흡수제 (superabsorbent), 수처리 용으로 광범위하게 이용되고 있으며 약물전달에 이용하려는 연구가 한창 이루어지고 있다. 이러한 제품을 개발하기 위한 방법으로는 현재 대부분의 경우 시행착오법 (trial-and-error) 을 통해 진행되고 있으며, 기능성 특징을 살펴보기 위해 많은 횟수의 테스트와 합성이 필요하다. 따라서 분자구조 수준의 polyacrylate 물성을 이해하고 밝히는 것이 매우 중요하다. 흔히 무시되기는 하지만 polyacrylate의 합성 과정에서 발생하는 부반응인 radical 중합은 polyacrylate 체인의 브랜치를 형성하는 것으로 알려져 있다. NMR은 이러한 브랜치 형태에 민감하게 반응하는 chromatography와 같은 영학을 수행할 수 있으며 브랜치의 정도를 수치화할 수 있는 선택옵션으로 활용할 수 있다고 한다
- (시사점) 최근 고분자 연구의 동향을 살펴보면 합성을 전문으로 하는 연구자가 국내에서는 거의 없다. 고분자 제품의 합성 분야도 향후 다양한 기능성 제품, 나노입자로의 제조 등 연구 분야가 많은 만큼 KIER 내부적으로 계면활성제, 고분자 합성과 같은 전통적 연구분야 연구자에 대해서도 관심을 갖고 융합연구를 수행할 수 있는 분위기를 조성하는 것이 필요하다. 고가이기는 하지만 NMR 장비 도입도 가능하면 좋겠다

□ 일본, Kyushu University - Coke 제조기술

- 2013. 11. 12, KU_KIER symposium -

○ 갈탄(lignite)으로부터 Coke 제조기술

- 갈탄의 수분을 약 5%이내까지 건조한 후 일정한 크기로 성형 (briquitting)한 후 carbonization을 통해 철강 및 석회산어벙서 사용 가능한 Coke의 제조기술

○ 기술개발 동향과 KIER 현황(시사점)

- KIER의 갈탄 건조기술과 융합, 갈탄의 coke제조기술 개발필요
- 향후 제품으로 판매 가능한 기술개발 필요

○ KIER의 대응방향

- Kyushu Univ.의 coke 제조기술 개발자와 협의
- 완전한 제품개발을 위한 기술개발 필요

※ Proceeding of Carbon save the earth

Paper No. : KN18

Asuka Mori et al, "Production of metallurgical coke from lignite and biomass", Nagasaki, Japan 2013

□ Rio+20: Aruba To Turn Off the Fossil Fuel Switch

- 2013. 10. 08 KIER-Aruba Meeting -

- 아루바 정부는 Rio+20 Conference 에서 Carbon War Room (CWR) 과 함께하는 100% 신재생에너지 구축의 에너지 포트폴리오를 구성하였다. CWR은 Richard Branson이 시작한 많은 지속가능한 에너지 대안 중의 하나로서, 아루바를 나라 전체가 화석연료 없는 첫 번째 국가로 만들 목적으로 여러 가지 전략을 세우고 실행하는 역할을 담당하는 New America Foundation 과 같이 일을 하게 될 것이다. 이미 Caribbean 과 Latin America 보다 아루바는 상대적으로 높은 삶의 질을 영유하고 있지만, 아루바와 107,000 시민들을 위하여, 그러한 proposal 은 이전보다 훨씬더 삶의질을 증대시키는 기회가 될 것이다. 그러나 이러한 전책적인 성공에도 불구하고, 아루바는 낮은 소비력, 높은 인플레이의 주기를 견뎌오고 있다. 또한 변동이 심한 에너지 가격은 아루바의 경제를 낙하시키고 있다. 아루바는 현재 태양광, 풍력에 대한 에너지로 약 20%를 신재생 에너지로 대체 하고 있고, 나머지의 에너지는 수입에 의존한다. 이런 관점에서 얼마나 많은 나라들이 에너지 독립을 추구하고 있는가를 생각하면 CWR과의 Partnership은 하나의 좋은 모델이 될 수 있다
- (시사점) 아루바는 태양광, 풍력 등 신재생에너지원의 투자와 함께 에너지저장장치(ESS, Energy Storage System)와 관련한 정책이 지속적으로 수행되고 있다. 현재 ESS는 적용되지 않고 있고, 풍력이나 태양광 같은 신재생 에너지는 전체 발전의 약 20%를 차지하고 있지만, 남은 전력에대한 control이 전혀 이루어지지 않고 미국의 캘리포니아에서는 ESS 설치를 의무화 하도록 규정화 하고 있는 것처럼 아루바도 대용량 시스템의 ESS 사업을 구체적으로 실증까지 유도 할 수 있도록 실증연구의 장기 계획과 투자를 늘려 ESS 설치를 의무화하도록 규정 및 법제 정비가 필요한 시점이라 하겠다

□ **Combined Electric Power and Carbon-dioxide Separation (Fuel Cell Energy inc) – 미국**

- 2013. 10. 22, Fuel Cell Seminar 2013 (H. Ghezal Ayagh et al.) -

- 미국의 연료전지 회사인 Fuel Cell Energy사에서 추진하고 있는 Electrochemical Membrane (ECM) 기술 활용한 새로운 개념의 복합 플랜트 시스템
- 기존 conventional plant와 ECM을 결합한 복합 시스템 구성되며 carbonate 연료전지 기술에 기반을 둔 ECM을 통해 전기를 생산
- CEPACS (Combined Electric Power and Carbon-dioxide Separation) 시스템은 cost, performance, water consumption, emission면에서 장점이 있어 이에 대한 관심이 요구됨

□ SOFC CHP system (AVL) – 오스트리아

- 2013. 10. 22, Fuel Cell Seminar 2013 (M. Hauth et al.) -

- 독일 정부 지원의 “SOFC20” 프로젝트 내에서 Fraunhofer IKTS, Plansee SE, Schott AG, Forschungszentrum Jülich와 함께 5-50 kWel 범위 내의 천연가스를 활용한 SOFC CHP 시스템 개발 중
- 연료전지 효율 향상을 위해서 anode recirculation을 도입하고자 anode recirculation blower (up to 600°C) 및 high speed (~120.000 rpm) radial blowers를 적용
- KIER에서도 SOFC anode recycle 방식에 대한 관심이 요구됨

□ 수소 제조용 개질기 해석 기술 - 캐나다(Queen's University)

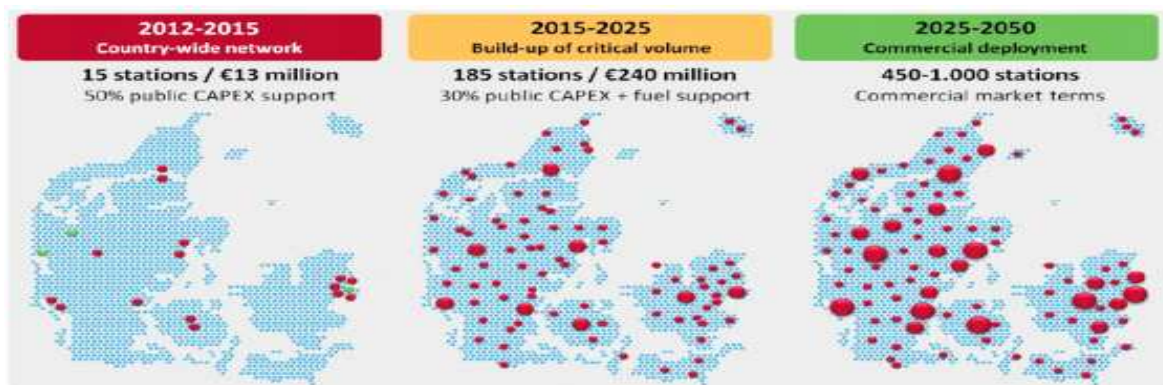
- 2013. 10. 24, Fuel Cell Seminar 2013 (B. A. Peppley et al.) -

- Queen's University FCRC(Fuel Cell Research Centre) Peppley 교수 그룹에 의해 진행되고 있는 수소 제조용 개질기 해석에 관한 연구로 기존 연구자들이 다수 수행된 Macro한 개질기 해석 방법을 Micro size로 확장시킨 Multi-scale 해석을 수행
- 현재는 제안된 해석방식에 대한 검증연구로 X-Ray 사진을 통해 얻어진 개질기 내 Microstructure를 그대로 해석영역으로 처리하여 개질기 수치해석 진행 중임
- 수소 제조용 개질기 해석기술은 지속적으로 이루어져야 하므로 선진 연구그룹의 새로운 연구방법에 관심을 가질 필요가 있음

□ 덴마크, 수소충전소 네트워크 구축 로드맵

- Fuel Cell Seminar & Energy Exposition 2013, 2013. 10. 21 -

- (현황) 미국 오하이오주 콜럼버스에서 개최한 Fuel Cell Seminar & Energy Exposition 2013에서 발표한 논문으로서, 덴마크의 수소충전소 구축 계획을 설명하고 있음
 - 덴마크는 2050년까지 화석연료로부터 완전한 독립을 목표로 설정하였으며, 2025년까지 발전과 열생산의 50%를 풍력발전을 통해 달성, 2035년까지는 100%를 달성하고자 함
 - 수송분야에서도 마찬가지로 2050년에는 완전히 화석에너지로부터 독립하게 될 것으로 전망함
 - 2050년까지 FCEV가 50%를 차지할 것으로 전망하며, 나머지는 BEV, HEV, PHEV가 차지할 것으로 전망됨
 - 2050년까지 50%의 시장점유율 목표치를 달성하기 위해서는 2015년에는 FCEV의 초기시장이 열려야 함
 - 2011년에 수립한 Hydrogen-2050 로드맵으로서, 2050년까지 FCEV 시장점유율 50% 달성하기 위한 3단계 전망



- (시사점) 제2차 에너지기본계획, 제4차 신재생에너지 기본계획 등 올해와 내년에 새로 수립되는 국가단위 계획에서 수소연료전지기술의 상용화의 기반이 될 수 있는 인프라 구축에 대한 로드맵이 논의되어야 할 필요가 있음

□ 연구활성화를 위한 융합 연구

- 2013. 11. 01, Nanomaterials Centre in University of Queensland -

- (현황) University of Queensland에서는 기존 학제간 단절로 인하여 연구 활성화가 미진한 부분을 타파하기 위하여 Nanomaterials Centre와 같이 유사분야를 연구하는 연구자를 규합하는 센터를 개설하여 운영중임. Nanomaterials Centre는 화학, 화공, 재료공학과 교수들 중 나노물질을 연구하는 교수와 연구원들을 규합하여 이론 및 정보공유와 연구기자재를 집적하여 연구달성을 위한 인적, 물적 역량을 집중하였음. 현재 Nanomaterials Centre에서는 청정연료, 신재생에너지, 건강에 관한 연구를 수행하고 있으며 Professor Max Lu (clean energy), Professor Lianzhou Wang (clean energy), A/Prof Gordon Xu (health care), Dr Jorge Beltramini (biofuels, clean energy), Dr. Denisa Jurcakova (energy storage) 등이 중심 역할을 수행하고 있음. 또한 AIBN (Australian Institute for Bioengineering & Nanotechnology)와 교류를 통하여 나노에 국한한 연구가 아닌 생물과 나노를 결합시키는 융합학문에 대한 연구를 진행하고 있음
- (시사점) 연구 분야의 벽이 사라지고, 여러 학문의 장점을 결합하고 단점을 극복하는 융합연구는 시대의 대세임. 우리원에서도 융합연구를 시도하기 위한 여러 가지 방법들이 시도되었으나 제도, 연구원 성향 등 다양한 원인으로 인하여 원활한 시행은 되지 못하고 있는 상태임. 특히 현재까지 진행되었던 방법이 연구단 혹은 센터간의 물리적 결합을 통해 이루어져 별 실효성이 없는 것으로 보임. 따라서 각 센터원은 기존 센터에 근무하며 상기 Nanomaterials Centre과 같이 별도의 센터에서 자신의 역량을 발휘할 수 있게 하는 토대를 마련하는 것도 융합연구 정착을 위한 한 방법으로 볼 수 있음

□ Utrecht University – Chemical imaging of spatial heterogeneities in catalytic solids at different length and time scales

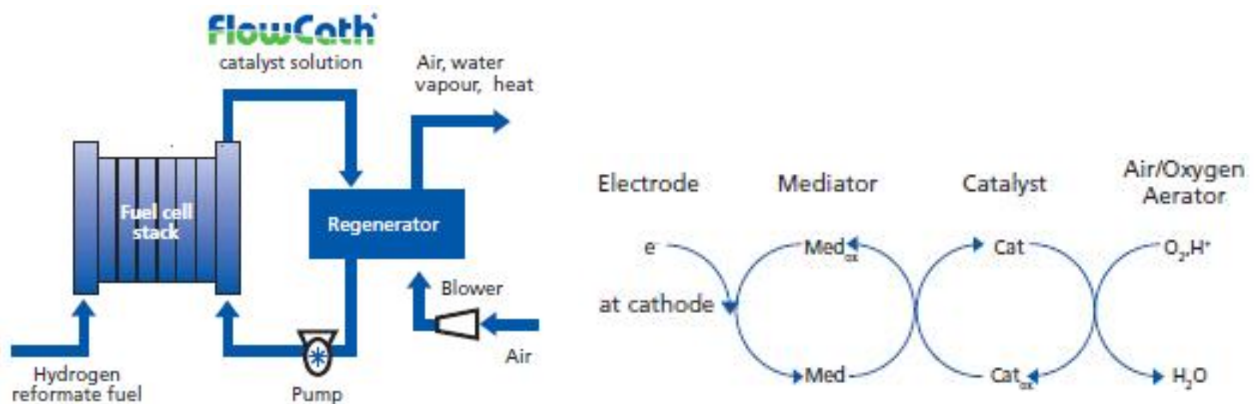
- 2013. 09. 01~06, XIth European Congress on Catalysis -

- (현황) 촉매 공정 내에서 spatial heterogeneities을 이미지화하기 위한 space- & time-resolved spectroscopic methods의 발전에 관한 강연
 - 최근연구 동향 : single particle detection, single molecule detection, super-resolution imaging, 3-dimensional imaging, selective staining, integration of spectroscopy with electron microscopy and diffraction methods, increasing surface specificity 분야의 연구가 주로 이루어지고 있음
 - 촉매 비활성화 요인인 catalyst coking & metal poisoning 관찰과 원인 규명을 위해 적용된 분석법과 주요 결과 소개
 - methanol-to-hydrocarbon (MTH) processing에서 catalyst coking 관찰결과를 발표. 본 공정에는 archetypal catalyst (H-ZSM-5, H-SAPO-34) 촉매가 주로 사용되고 있으며, 코크 형성에 영향을 미치는 acid site zoning 관찰을 위해 Fluorescence μ -XRD, TOF-SIMS 분석을 활용하여 nano-scale에서 Bronsted acid sites의 3-D distribution of activity를 관찰. 또한, 반응 중간체 분석을 위해 UV-Vis Fluorescence theory를 적용하였으며, 코크형성은 Si/Al ratio와 crystal depth에 영향을 받음을 규명
 - fluid catalytic cracking of crude oil에서 metal poisoning을 관찰하였음. X-ray nano-tomography 분석을 통해, Ecat FCC particle 내 기공을 측정하여 Fe, Ni 금속 분포를 살펴봄으로써, Ni과 Fe poisoning에 의해 porosity 변화가 생김을 확인. FCC 촉매의 구조 변화와 zeolite Y내 변화는 μ -XRD 분석을 통해 수행하였음
- (시사점) 새롭고 지속가능한 촉매 공정 설계를 위해서는 불균일 촉매 (heterogeneous catalyst)의 시공간 변화(spatiotemporal gradients)에 대한 이해가 중요하다. 즉, 시간과 공간에 종속하는 현상인 불균일 특성은 길이 범위가 서로 다른 반응기, 촉매, 촉매 알갱이, 나노 입자 수준에서 나타나게 된다. 따라서, 촉매 공정과 현상에 대해 정확한 이해를 위해서는 공간과 시간 분석형 분광기를 이용한 분석기법 뿐만 아니라 분석기 개발 분야는 향후 매우 중요한 연구분야가 될 것으로 예상됨

□ 영국, ACAL Energy사 - 비백금계 공기극 촉매를 사용하는 고성능, 고내구성 PEMFC 시스템

- 2013. 10. 23, Fuel Cell Seminar -

- (주요 내용) 비백금계 공기극 촉매를 사용하여 연료전지 자동차에 적용하였을 때 백금 촉매를 사용하는 스택과 동일한 성능, 더 우수한 내구성을 보이는 PEMFC 시스템 개발
- 공기극 촉매를 액상으로 하여 스택 외부에서 산소환원 반응을 시킴으로 5,000 시간 사용 후 스택의 열화가 없었음



[그림] (좌) FlowCath® stack and BOP,
(우) FlowCath® redox reaction, Source: www.acalenergy.co.uk

- (시사점) 전극 촉매는 스택 내부에 있어야 한다는 고정관념에서 벗어나 촉매와 시스템을 개발함

□ 대만, 대만국립대학교, Japan/Tawan/Korea Chemical Engineering Conference

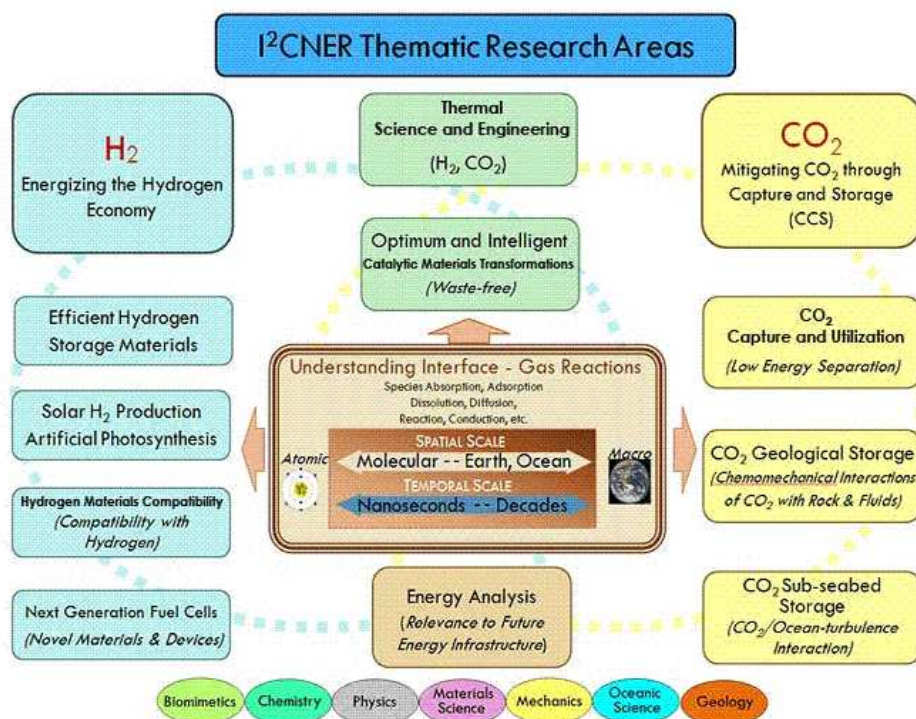
- 2013. 11. 9, JTK Conference -

- (현황) 대만국립대학교에서는 최근 발생한 후쿠시마 원전사고로 인한 방사능 유출 문제 및 이로 인한 음용수 오염문제를 해결하기 위하여 Prussian Blue (PB)를 이용하여 수돗물에서 직접 세슘을 제거하기 위한 연구를 진행함
- (시사점) 날로 증가하는 에너지문제를 해결하기 위하여 세계 각국에서는 신재생에너지 개발에 주력함. 그러나 신재생에너지의 한계를 극복하지 못한 채 여전히 원자력 의존도가 여전히 높은 비중을 차지함. 원전사고는 흔하지는 않지만 사고 자체로 치명적인 후유증을 야기하는 관계로 직접 영향을 받지 않는 국가에서도 원전사고로 인한 피해를 최소화하기 위하여 연구를 진행함. 특히 이웃 국가로부터 발생한 사고로 인한 피해는 원천적으로 해결이 불가능한 문제임
- 수돗물로부터 방사능물질을 직접 제거하는 기술은 생존과 밀접한 관계를 가지므로 우리나라에서도 이러한 문제에 대한 대비가 필요할 것으로 판단됨

□ 일본 - I²CNER

○ I²CNER

- I²CNER는 환경친화적이고 지속가능한 발전을 위하여 이산화탄소 배출을 줄이고 화석연료로부터 자유로운 에너지생산을 목적으로 구성된 프로젝트임
- 수소화경제를 대비하고 이산화탄소 포집 및 저장을 위한 새로운 돌파구를 마련하기 위한 다양한 연구가 진행 중임. 주요 연구 카테고리는 수소생산과 저장기술 개발, 수소 내성 금속 개발, 연료 전지, 녹색 화학반응 및 촉매기술, 이산화탄소 포집 및 지중/해양 저장기술을 개발 중임
- (시사점) 수소화경제를 대비한 수소생산과 이용 및 CCS를 동시에 완성하기 위한 프로젝트라는 점에서 미래 청정에너지기술의 집약체라고 하기에 충분함



[그림] I²CNER 프로젝트

□ 미국, 미세조류로부터 오일 생산 성능 향상

- algal biomass conf. 2013, 2013. 06. 20 -

- 미국의 Solazyme사는 식용, 연료용 등 사용 용도에 적합한 탄소수와 포화도를 갖는 오일을 생산하도록 용도에 특화된 미세조류를 세계 최초로 개발함
 - 용도에 적합한 오일을 생산하는 미세조류를 최적화 함으로써 제트 오일, 디젤, 케미칼, 피부보호제, 건강식품 오일 등을 고효율로 생산할 수 있음
 - 이 기술을 이용한 오일 생산으로 석유, 식물, 동물성 오일 생산을 대체할 수 있을 것임
 - 특화된 미세조류의 오일 함량은 80% 이상임
 - 솔라자임은 이 미세조류를 저비용 식물 당 (사탕수수 등)을 원료로 주고 암실에서 발효시킴
 - 브라질의 Bunge사와 합작하여 연산 110,000톤의 조류 오일을 생산하는 상업화 플랜트를 건설 중이며 330,700톤으로 증설할 계획을 갖고 있음. 이 설비는 사탕수수 공장 옆에 지어지고 있음
- (시사점) KIER는 햇빛, CO₂를 원료로 하는 광생물반응기로 미세조류 오일을 생산하는 기술을 확보하고 있으므로, 이를 기반으로 하여 음식물 폐기물을 처리하는 암실 발효 미세조류 오일 생산 기술의 개발이 필요할 것으로 보임

□ EURO, 염분차 발전 기술동향

- 2013 INES seminar in Netherlands -

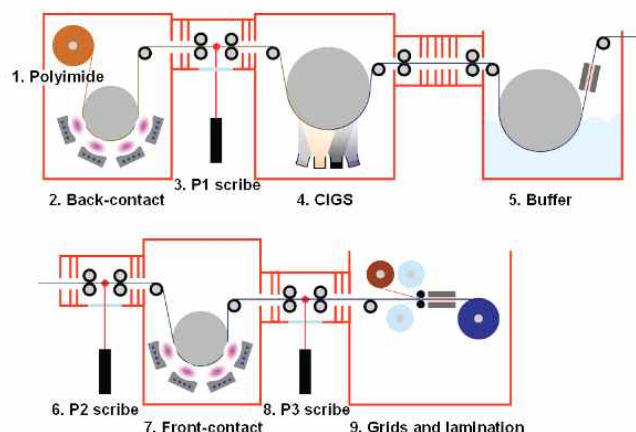
- (현황) 염분차 발전을 위한 아시아, 유럽, 미주의 기관 및 연구원 들끼 모여 최근 기술 이슈 및 정보 공유
 - 유럽 Netherlands, Denmark을 중심으로 현재 염분차발전 Pilot 기술 개발 중, 특히 WetSUS社는 PRO, RED, CAPMIX의 염분차 발전 기술 선도
 - Pilot 단계의 기술인 PRO, RED는 모두 분리막 제작 업체와 공동 연구 추진 중 (대량 생산 및 대면적화)
 - 성공적인 Pilot 단계에서 Scale-up을 위한 허틀에 관련된 토론 : 분리막 면적, 더 많은 pilot 설치를 통한 data-base up scale, 정보 교환 필요
- 덴마크 StatKraft PRO pilot 현황
 - Pressure exchange의 에너지 효율은 99% 이상으로 PRO 전용 개발 불필요
 - 현재는 RO 분리막 (평막, Cellular acetate)를 이용하여 테스트 중
 - Nitto Denko에서 CA 및 TFC 분리막 모두 테스트 중
 - 해수 유속은 3 m³/s
 - 해수 취수 깊이는 지역에 따라 다르나 적합하게는 30 m 이상
 - 중공사막 개발이 방향 선회
 - Fouling을 막기 위한 chemical cleaning 방법 개발(Trisodium citrate)
 - Prototype의 전체 효율은 5% 정도
- (시사점) 현재 염분차 발전 기술은 유럽을 중심으로 pilot 단계에서 개발이 진행되고 있으나, 분리막 성능의 한계성, 전체 효율 문제, fouling과 관련된 다양한 문제들로 인해 scale-up에 어려움이 있음. 이는 장기적인 관점에서 핵심 기술을 선별하여 집중적 연구/개발을 하게 되면 기술적 선점이 가능함

□ EMPA (Swiss Federal Laboratories for Materials Science and technology) – Laboratory for Thin Films and Photovoltaics 박막 태양전지 기술

- 2013. 09. 27, 현지 Dubendorf 방문 -

○ 역사 및 조직

- 이 연구실은 2008년 Zurich ETH에 있던 Thin Film Physics 그룹의 Photovoltaics 관련 업무를 현재의 위치로 옮기면서 설립되었다. Zurich 시절 동 연구그룹은 폴리머 기판 CIGS 박막 태양전지에서 세계 최고의 효율을 달성하는 등의 업적을 쌓았고, 현재의 위치로 옮겨 연구 활동을 더욱 더 내실화 및 확장하고 있다
- 연구실은 Photovoltaics과 Functional Inorganic Materials 2개의 그룹으로 구성되어 있는데, PV 그룹 핵심 연구분야는 CIGS, CZTS, CdTe 박막 태양전지이다
- 현재 CIGS와 CdTe 박막 태양전지 관련 근무 인원은 약 Tiwari 교수 포함 17명으로 정규 연구원이 3명, PD이 1명, 박사과정생이 12명임
- 이 실험실에 대한 간략한 소개는 홈페이지 참조 : www.empa.ch/plugin/template/empa/1197/*/--/1=2
- Tiwari 교수는 Zurich 시절 폴리머 기판 CIGS 박막 태양전지 기술의 산업화를 위해 spin-off 회사인 "FLISOM(www.flisom.ch)"를 설립하였음. R2R 공정으로 플렉시블 모듈을 생산 중에 있는 이 회사의 최대 투자자는 인도의 Tata Group임



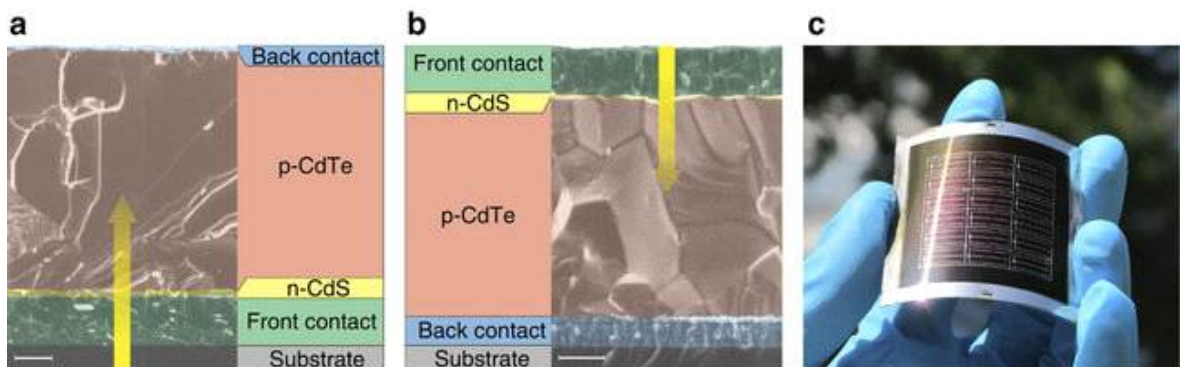
○ 핵심 연구 업적

- 폴리머 기판 세계 최고 효율 CIGS : 2013년 1월 효율 20.4%의 폴리

며 기관 CIGS 박막 태양전지 개발을 발표하였는데, 이는 기존에 유리 기판을 사용하여 얻은 세계 최고 효율 20.3%를 능가하는 것 일 뿐 아니라, 다결정 실리콘 태양전지의 최고 효율 20.4%와 동일한 것이다. 이 그룹은 이미 2011년 Nature Materials 의 논문에서 18.7%라는 세계 최고 효율의 폴리머 기관 CIGS 박막 태양전지를 개발하여 큰 주목을 받은 바 있는데, 짧은 시간에 매우 경이로운 연구결과를 달성하여 전 세계적으로 큰 파장을 일으키고 있다



- CdTe : R2R을 이용하여 저가 대량생산 공정의 CdTe 태양전지를 제조 하기 위해서는 유연 기관 위에 CdTe를 고효율로 제조할 수 있어야 하는데, 소자 구조 측면에서 기존의 superstrate 가 아닌 substrate구조로 할 경우 소자의 질이 크게 저하하여 고효율 획득에 어려움이 있었다. 최근 이 그룹은 CdTe에 Cu를 적절히 도핑함으로써 금속 기판을 이용한 태양전지로는 처음으로 10%의 효율 넘어 최고 13.6%의 효율을 달성 하는 신기록을 수립하였다. 관련 논문이 2013년 8월 15일 Nature Communications에 게재되었다



(a,b) Scanning electron micrograph and schematic of the cross-section of a CdTe solar cell in the conventional superstrate configuration (a) and the substrate configuration (b) which allows the use of opaque substrates like metal foils

※ 협의자 : Prof. Dr. Ayodhya N. Tiwari (Head of Lab.), Dr. Stephan Bucheler
(CIGS 고효율화 책임)

□ 2013 CHP & WHP 학회

- 2013. 10. 14 -

- (현황) CHP & WHP 마이크로 제너레이션 기술은 2011년 일본 후쿠시마 매크로 제너레이션 원전 사고와 한국 정전 사고에 대응하는 세계적으로 연구 보급 활성화가 예측되는 기술임. 이 기술의 상용화 모델 개발, 성능 평가 그리고 보급 기술 확보를 위한 전 세계적인 전문가들의 모임이 미국의 에너지 도시 휴스턴에서 개최되었고, 추진중이고 계획중인 연구원 주요 사업 주제 도출을 위한 에너지 전문가 네트워크 모임이 수행되었음
- (시사점) 최근 선진국에서는 대형 전원 공급 기술 현안의 대안으로 다수의 소형 전원 냉 온열 복합 생산 기술의 활용성이 크게 제기되고 있음. 특히 전 가스화 중심의 microgen 사의 stirling engine type 기술은 Gerwin Lubber 매니저와 국내 K사의 연구소와 연결이 되었으며, 특히 관심있던 10 kWe급 M 사의 Trigneration 기술은 향후 연구원 주요 사업 후보로 정보 교환이 William 사장과 협의되었음. 이러한 마이크로 Trigneration 기술과 IT 기술과의 융합화를 통합 새로운 BM이 선진 에너지 IT 업체를 통해서 소개되고 있음을 확인하였음. Delahuse 대학등에서 제안하는 Energyskin 기술, 에너지생산형 건물 커뮤니티 기술과 당 효율부에서 준비 기획중인 융합형 연구원 주요 사업 후보로 준비될 수 있을 것으로 것으로 사료됨. 이 통합화 최적화 기술 개발로 향후 2018년 동계 올림픽 MG 단지 개발의 핵심 기반 기술 확보가 가능함. 아울러, 본 기술 정책 주도국인 영국과 독일의 분산에너지 네트워크 기술 기술 현황과 IGSHPA2013 참석을 통하여 지열 ICT 기술 현황과 UPMVP 4.4.2 ASHRAE App G 가이드라인에 근거한 RPS RHO 정책 신재생에너지 10%사용 방안등이 전문가 네트워킹을 통해서 확보됨