세계 에너지기술개발 월간동향 (1月)

2014. 1

KIER 한국에너지기술연구원
KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

목 차

I. 미주 ····· 1

◇ 美, 2013년 과학계 10대 성과 발표 ····· 1
◇ 美, 캘리포니아州 지속적인 바이오연료 성장 촉구 ····· 2
◇ 화학적 루핑 dry reforming기술에 의한 CO_2 이용기술 ····· 3
◇ 美, 유전자 재조합 Yeast 이용 갈색 해조류에서 에탄올 생산 ··· 4
◇ CO_2를 CO로 선택적으로 전환하는 금 나노파티클 촉매 개발 ··· 5
◇ 미국 바이오디젤 생산 사상 최고치 기록 (2013. 10) ····· 6
◇ 미국 NRL (Naval Research Laboratory), 이산화탄소로부터 제트 연료유 제조 기술 개발 ····· 7
◇ 미국, 연료 소비량을 획기적으로 줄이는 디토네이션 엔진 ····· 8

II. 유럽 ····· 9

◇ EU, 저탄소 녹색경제 실현을 위한 2030 기후·에너지목표 수립 9
◇ EU, 셰일가스 추출에 관한 자발적 규제안 발표 ····· 10
◇ 스웨덴, 이산화탄소 지중저장(geological storage) 허용 ····· 11
◇ 스페인, 달에서 야간 전기 생산을 위한 태양열 발전 기술 ··· 12
◇ 일년만에 효율 2배 달성한 그래핀 태양전지 ····· 13
◇ 차량 감속시 배출되는 나노입자 연구 ····· 14

III. 아시아 ····· 15

◇ 중국, 해양경제의 발전 현황과 문제점 ····· 15
◇ 일본, 착실하게 확대되는 바이오매스 발전 ····· 16
◇ 필리핀, 산업별 주요 발전방향을 담은 로드맵 발표 ····· 17

IV. 기타 ····· 18

◇ Global Renewable Energy Atlas 자료표준화 실시 ····· 18

V. 해외출장보고서 ····· 19

◇ MITEI (MIT Energy Initiative) (2006년 Energy Research Council 보고서를 기본으로 시작된 프로그램) ····· 19
◇ 일본, MHI 고체산화물 연료전지 하이브리드 발전 개발 ····· 20
◇ 광동성 CCUS 시범사업 ····· 21
◇ 저온열원 기반 칼리라 발전 시스템 외 ····· 22
◇ Half-Heusler Thermoelectric Materials ····· 23
◇ 결정질 실리콘 태양전지에서 전극형성 소재 동향-International Technology Roadmap for PV ····· 24
◇ 싱가포르의 에너지 기술 동향 ····· 25
◇ 지속가능한 싱가포르 청사진 ····· 26
◇ 에너지 네트워크 최적화 계산 연구를 통한 에너지 효율 증대 노력 ····· 27
◇ IEA - 저온공급 온도 기반 미래 열에너지 기술 ····· 28
◇ EURO HEAT & POWER CONGRESS ····· 29
◇ 탄소재료의 응용 ····· 30
◇ 기후변화 대응 전략 마련을 국제 공동연구(Deep Decarbonizatin Pathway Project) 추진 ····· 31
◇ 일본, 초임계수(SCW)를 이용한 독창적인 중질유 경질화 기술 개발 ····· 33
◇ 네덜란드, Energy research Centre of the Netherlands ····· 35
◇ 일본의 신재생에너지 관련 ENEX 2013 참관 보고 ····· 36
◇ 미국 Annual Campus Energy Conference & Distribution ····· 37
◇ 한중일 축열 전문가 회의 참석 보고 ····· 38
◇ 르완다, 바이오매스 대체를 위한 토탄(peat) 에너지화 ····· 40

◇ EU, FCH JU를 통한 연료전지 조기 상용화 도모 ····· 41
◇ 일본 Doshisha University - 코어/쉘 촉매 대량생간 기술 ····· 42
◇ 일, Fujikura사는 1kW급 직접메탄올 연료전지(DMFC) 시스템을 개발 ····· 43
◇ 中, 닝보(寧波) 재료기술 연구소, SOFC 성능 대폭 향상 ····· 44
◇ 음이온교환막 개발 동향 ····· 45
◇ 미국 Energy & Environment Research Center (EERC) ····· 46
◇ 미국 NETL CO2 Capture R&D Program 현황 ····· 48
◇ 저온열원 기반 흡수식 냉방 시스템 ····· 50
◇ 핀란드, 버블링 유동층 보일러 배출 에어로졸입자의 물성분석 ·· 51

Ⅰ 미주

□ 美, 2013년 과학계 10대 성과 발표

- Science, 2013. 12. 19 -

○ (현황) 미국 과학잡지 '사이언스(Science)'는 2013년 과학계의 10대 성과(Breakthrough of the year 2013)를 발표

- 몸의 면역계를 강화하여 암을 격퇴하는 요법인 '암 면역 요법', 유전자 개변이 용이한 '게놈 편집 툴 CRISPR', 뇌를 투명화하는 기술 'CLARITY', 그리고 차세대 태양전지 개발을 위한 '페로브스키트 화합물 (perovskite compoud)' 등 총 10건임

- 페로브스키트 화합물은 가공하기가 쉬워 새로운 태양전지의 재료로서 주목받고 있으나 태양광으로부터 전기 에너지의 변환 효율이 15% 수준으로 실리콘 태양전지의 변환 효율 20%에는 못 미치고 있음

- 실리콘 패널 위에 페로브스키트 층을 조합한 하이브리드 태양전지는 페로브스키트 화합물이 태양광의 고에너지 대를 흡수하고 실리콘은 저에너지 대를 흡수하여 30%의 변환 효율 달성이 가능함. 화합물의 무른 특성, 공기나 물에 취약한 단점, 그리고 독성 해결이 과제로 남아 있음

○ (시사점) 고효율 저비용 태양전지 개발을 위해 공정단계의 단순화 등 원가 절감이 가능하고 기존의 상식을 뛰어넘는 신소재 개발 및 시스템 혁신이 필요

□ 美, 캘리포니아州 지속적인 바이오연료 성장 촉구

- Science Daily, 2013. 12. 18 -

○ (현황) DOE산하 태평양북서부 국립연구소(Pacific Northwest National Laboratory, PNNL)는 Utah州 소재 Genifuel사와 공동으로 미세조류를 이용하여 바이오연료를 저비용으로 생산하고 생산시간을 1시간으로 단축하는 신기술 개발에 성공함

- 친환경 정책을 적극적으로 추진 중인 캘리포니아州에서 바이오연료 사용이 가능한 자동차는 1백만 대에 불과한데 이는 기존 바이오 연료의 공급 불안정성 때문인 것으로 분석됨

- 기존의 조류를 이용한 바이오연료 생산기술은 생산과정이 오래 걸리고 고비용 문제로 보급의 어려움이 있었음. 신기술 개발을 통해 현지 전문가들은 시장판세의 변화와 함께 대체연료 사용 차량 보급이 증가할 것으로 전망함

○ (시사점) 캘리포니아는 2050년까지 주 내(in-state) 자원으로부터 수송 연료 생산의 75%를 바이오 연료를 생산하고 온실가스 저감 목표를 충족하는 정책목표를 가지고 있음. 국내에서도 온실가스 감축 목표 달성을 위해 수송분야에 기여할 수 있는 바이오연료 기술개발에 집중할 필요가 있음

□ 화학적 루핑 dry reforming기술에 의한 CO2 이용기술

- Chem Eng Res Des (2011) -

○ (현황) 현재 이산화탄소 이용 기술은 전 세계적인 관심을 받고 있으나 그 기술의 구현은 요원한 상태이다. 대표적으로 메탄과 이산화탄소를 이용한 Dry reforming 기술은 합성 가스를 생산할 수 있는 유용한 기술이지만 원료물질의 높은 카본 원소 함량에 기인한 촉매의 탄소 침적 문제로 많은 연구가 진행되었음에도 불구하고 이 문제를 해결하지 못 하고 있는 실정이다. 반면, 화학적 루핑 공정은 Chemical looping combustion, chemical looping hydrogen production 등 연소 및 수소 생산에 다양하게 응용되는 기술로써 산소 공여체 입자를 매개로 하여 기존의 반응을 분리하여 수행하는 것을 특징으로 한다. 이에 대하여 Pittsburgh의 US-DOE-National Energy Technology Lab.의 Gotz Veser 연구진은 dry reforming을 화학적 루핑에 응용하는 기술을 제안하였는데 그 매체로 Mo, Cr, Fe, Zn 등을 제시하였으며 Fe-BHA (barium-hexaluminate) 물질로 실험 결과를 보고하였다. 이러한 화학적 루핑 공정을 dry reforming 공정에 응용하게 되면 메탄 전환 반응과 이산화탄소 전환 반응을 분리시킴으로써 카본 침적에 의한 촉매 활성 저하의 어려움을 완화시킬 수 있는 것으로 본 연구는 기대하고 있다

○ (시사점) 나노 구조의 Fe-BHA (barium-hexaaluminate)를 이용한 실험 결과 기존의 dry reforming이 제한하는 탄소 침전의 문제는 완화된 긍정적인 모습이었으나 생성가스 즉, 수소 및 일산화탄소의 수율이 낮은 문제점을 가지고 있었다. 즉, 반응 선택도를 높이기 위한 추가 연구가 필요한 것으로 사료된다

□ 美, 유전자 재조합 Yeast 이용 갈색 해조류에서 에탄올 생산

- Enquist-Newman et al., (2014) Nature, 505, 239 -

○ (현황) 다양한 바이오매스 자원으로부터 바이오연료를 생산하기 위해, 전통적인 전분계 뿐만 아니라, 목질계 및 해양자원을 공급 원료로 이용하고자 하는 노력이 계속 되어 옴

- 최근 바이오연료 생산 공급원료로 미세조류 및 거대조류를 이용하고자 하는 것이 학계의 큰 흐름으로 자리 잡음. 그 중, 거대조류에 포함된 탄수화물을 미생물발효를 통해 에탄올 및 합성화합물을 생산하는 연구가 진행되어 옴
- 갈색 해조류(Brown macroalgae)에 다량으로 함유되어 있는 alginate 및 mannitol을 직접 이용하기 위해 Saccharomyces cerevisiae(yeast의 한 종)의 유전자를 재조합하는 기술을 제시함
- Alginate을 분해할 수 있는 해양생물 Asteromyces cruciatus에서 alginate monomer transporter 유전자를 S. cerevisiae에 넣어 발현시킴으로 yeast가 alginate 및 mannitol을 이용하여 에탄올을 생산 할 수 있게 함

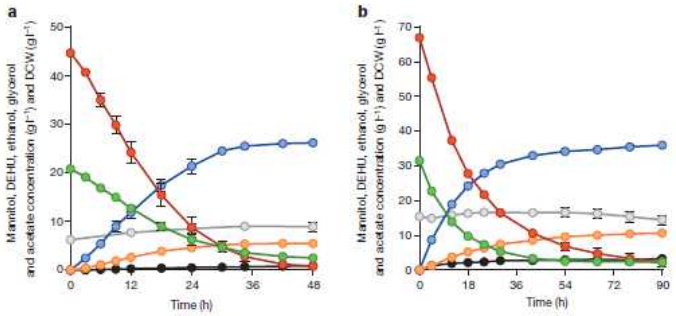


Figure 4 | Ethanol fermentation from mannitol and DEHU. Ethanol was fermented from a 1:2 molar ratio of DEHU:mannitol at 6.5% (w/v) (**a**) and 9.8% (w/v) (**b**) of total sugars using BAL3215. **a**, An ethanol titre of 3.3% (v/v) (26.2 g l^{-1}), maximum theoretical yield of 83% from consumed sugars (78% from fed sugars), and maximum ethanol productivity of 1.0 g l^{-1} h^{-1} were achieved. The ratio of mannitol:DEHU consumption was 2.4. **b**, An ethanol titre of 4.6% (v/v) (36.2 g l^{-1}), maximum theoretical yield of 75% from consumed sugars (71% from fed sugars), and maximum ethanol productivity of 1.9 g l^{-1} h^{-1} were achieved. The ratio of mannitol:DEHU consumption was 2.1. Red, mannitol concentration; green, DEHU concentration; blue, ethanol concentration; orange, glycerol concentration; black, acetate concentration; grey, dry cell weight (DCW). All data and error bars represent the averages and standard deviations of triplicate measurements.

<Alginate monomer와 mannitol에서부터 에탄올 발효>

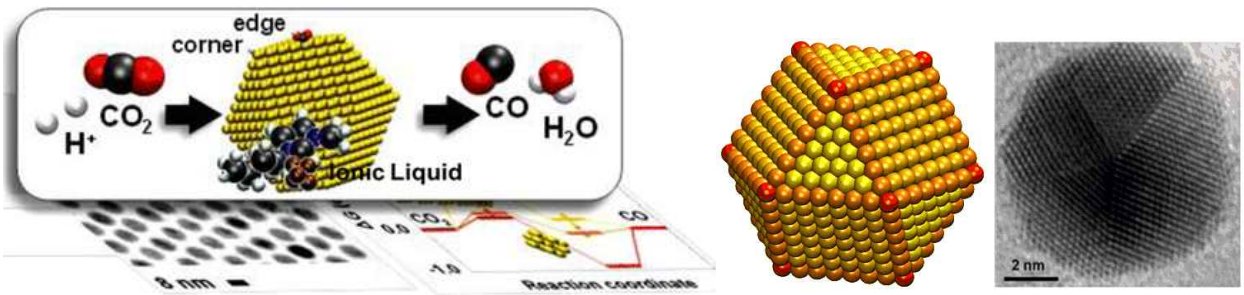
○ (시사점) 바이오연료 생산을 위해 특화된 유전자 재조합 미생물종 개발을 위한 투자가 필요함

□ CO_2를 CO로 선택적으로 전환하는 금 나노파티클 촉매 개발

- KCRC homepage (http://kcrc.re.kr) -
- W. Zhu et al. JACS (2013) -

○ (현황) 최근의 이산화탄소 연구경향을 보면, 기존의 포집(capture) 뿐만 아니라 저장(storage) 및 활용(utilization)에도 관심이 증가하는 듯 하다. Annual CCUS conference(미국)의 경우, 그 비중이 CO_2 포집에서 CO_2 utilization, 특히 지중저장, EOR, EGR 등으로 많이 넘어갔으며, SCI 논문의 경우 촉매를 이용한 CO_2 전환공정에 관한 내용이 증가하고 있다

- 최근 미국 브라운 대학(Brown University)의 연구팀은 금속 나노입자들을 적절한 크기의 입자들로 만들어서 이산화탄소로부터 일산화탄소를 선택적으로 전환시킬 수 있는 새로운 촉매를 개발하였다. 특히 본 물질의 활성점은 가장자리(edge, 짙은 주황색 분자)인데, 촉매입자의 크기를 8nm로 shrinking할 경우 edge site의 숫자가 늘어나며, CO 선택도도 극대화 된다. (90%이상의 선택도)



○ (시사점) 본 연구에서 개발된 촉매를 이용하여 이산화탄소를 유용물질로의 전환할 수 있으며, 생산된 일산화탄소는 대체 연료나 일반 화학물질 생산 연료로 이용할 수 있을 것으로 사료된다. CO_2 전환연구에 대한 관심이 필요한 시점이며, 포집뿐만 아니라 전환에 대해서도 KIER가 국내 최고의 선도기관이 되어야 한다

□ 미국 바이오디젤 생산 사상 최고치 기록 (2013. 10)

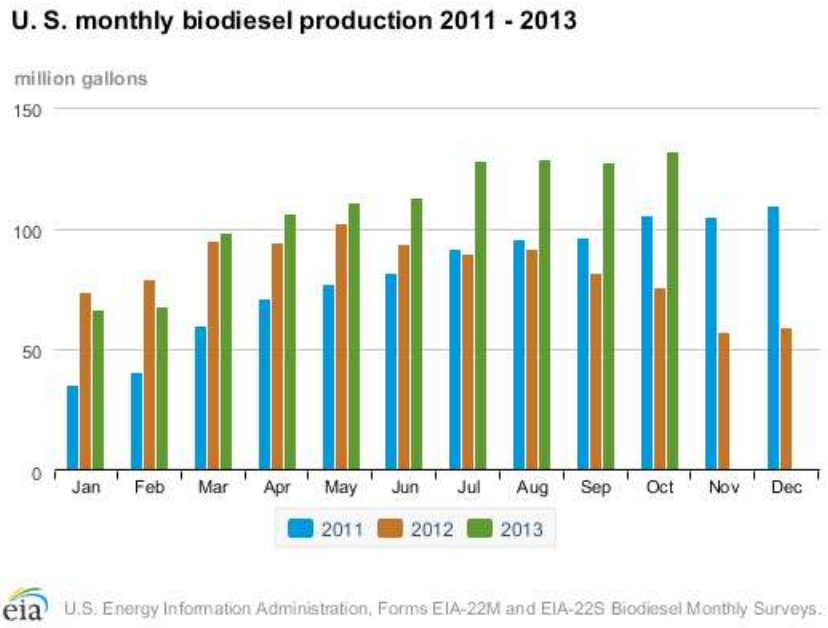
- Green Car Congress, 2013. 12. 30 -

○ (현황) 미 에너지정보국(EIA) 발표에 따르면 지난 10월 미국은 사상 최고치인 1억3천2백만 갤런(5억 리터)의 바이오디젤을 생산하였음

- 생산량 중 92백만 갤런은 B100으로, 나머지 41백만 갤런은 석유계 디젤과 블렌딩하여 판매되었으며, 이 중 67%는 미 중서부 지역에서 생산된 것임

- 10월 한달간 바이오디젤 생산에 사용된 원료는 4억6천만 킬로그램인데 대두유가 2억5천만 킬로그램으로 가장 큰 비중을 차지함

○ (시사점) 세일가스 열풍에도 불구하고 미국에서는 바이오연료 보급이 활발히 이루어지고 있음. 국내의 경우 원료 확보가 보급의 걸림돌이 되고 있으므로 다양한 바이오디젤 원료에 대한 탐색과 개발이 요구됨



□ 미국 NRL (Naval Research Laboratory), 이산화탄소로부터 제트연료유 제조 기술 개발

- Green Car Congress, 2013. 09. 09 -

○ 바다에 녹아있는 이산화탄소를 회수하여 사용하는 기술을 현재 개발하고 있음. 바다에 녹아 있는 이산화탄소의 농도(g/mL)는 공기 대비 140배

○ 2단 공정에 의한 이산화탄소로부터 제트연료유 합성기술 개발

○ 1단 반응기에서는 이산화탄소를 potassium과 manganese를 조촉매로 첨가한 r-Al2O3에 담지된 Fe계 촉매상에서 수소화반응에 의하여 C2-C6의 light olefin을 합성

○ 2단 반응기에서는 light olefin을 silica-alumina에 담지된 Ni촉매상에서 oligomerization을 통하여 C8-C16의 middle distillate 성분의 제트연료유 합성

○ 상기 2단공정을 1단 공정으로 운전하기 위한 추가적인 연구 진행

□ 미국, 연료 소비량을 획기적으로 줄이는 디토네이션 엔진

- KISTI 미리안 (http://mirian.kisti.re.kr/), 2014. 01. 01 -

○ (현황) 미국 방위고등연구계획국(DARPA, Defence Advanced Research Projects Agency)은 '연료 소비량을 획기적으로 줄이는 디토네이션 엔진'의 실증을 목표로 62백만 달러 프로그램을 진행 중임

- 국방분야의 연구진들이 GE사와 다른 회사들과 공동으로 개발 중인 이 기술은 발전소, 선박 그리고 항공분야에서 소비되는 연료 소비량을 25% 이상으로 절감할 것으로 예상됨

- 디토네이션 엔진은 발전소와 해군 선박에 구동전력을 공급하는 가스 터빈과 비행기의 제트 엔진을 대체하기 위한 것으로 급속한 연소반응인 폭굉 현상을 이용한 열기관임

- 여러 해 동안의 연구를 통해 가장 최상으로 개발된 디토네이션 엔진 형태는 GE가 개발 중인 형태인 펄스 디토네이션 엔진(pulse detonation engine)임

- 기존 제트 엔진에서는 연소가 연속적으로 발생하지만, 펄스 디토네이션 엔진은 일련의 세팅된 디토네이션에 따라 달라짐 (분당 60~100회 정도)

○ (시사점) 기존의 발전용 열기관을 성능을 능가하는 에너지 절약형 차세대 열기관에 대한 연구가 필요함

Ⅱ 유럽

□ EU, 저탄소 녹색경제 실현을 위한 2030 기후·에너지목표 수립

- Europa; 2014. 01. 23 -

○ (현황) 유럽집행위원회(European Commission)는 2014.1.22(수) 저탄소 녹색경제 실현을 2030 기후·에너지 목표(EU framework on climate and energy for 2030)를 수립

- 금번 발표된 바에 따르면 EU는
  · 2030년까지 1990년 대비 온실가스 40% 감축
  · 재생에너지 사용률 최하 27% 달성 의무화
  · 에너지 효율의 지속적인 개선 (2014년 이후 에너지효율지침 체결 예정)
  · 배출권 거래 시스템의 개선
  · 에너지 효율 관리 정책 갱신 및 거버넌스 시스템 개선 등의 계획안 발표
- 집행위는 금번 수립된 계획안들은 친환경 일자리 창출, 수입 에너지에 대한 의존도 감축, 안정적인 에너지 공급 보장 등 녹색경제 실현을 위한 가장 비용 효율적이며 중대한 신호가 될 것이라고 설명
- 또한 집행위는 관련 투자 확보를 위하여 에너지 가격 및 비용에 관한 상세한 분석을 바탕으로 관련 규제 제도 및 정책의 명확성이 확보될 것이라 밝힘
- 한편 금번 집행위가 제안한 계획안을 토대로 관련 법안 도출을 위한 논의가 유럽 이사회와 의회에서 이루어질 계획이며, 집행위는 비용 효율적인 에너지 및 기후 정책이 수립된다면 에너지 가격 상승이 부분적으로 완화 될 수도 있다고 덧붙임

○ (시사점) 국내에서 발표된 제2차 국가에너지기본계획에서도 2035년까지 수요관리, 효율향상, 분산발전, 신재생보급 11% 달성 등 유럽의 정책과 맥락을 같이하고 있음

- 따라서 에너지 수요관리기술의 효율향상, 신재생에너지 보급 확대, CCS기술 상용화 등 정책에 부합하는 기술개발이 이루어져야 할 것임

□ EU, 셰일가스 추출에 관한 자발적 규제안 발표

- ENDS; 2014. 01. 21 -

○ (현황) 유럽집행위원회(European Commission)는 2014.1.14(화) 셰일가스 추출에 관한 새로운 규제안을 발표

- 동 규제안은 구속력을 발휘하지 않는 자발적 제도로써, 셰일가스 추출 시 발생하는 환경피해 최소화를 목적으로 함

- 금번 발표된 바에 따르면 EU 회원국은 2014.12월까지 집행위에 셰일가스 추출 사업 현황에 대해 보고하여야 하며, 집행위는 각 회원국의 셰일가스 추출 현황을 면밀히 검토하고 이들의 성과를 지표화 하여 공개할 계획

- 동 규제안은 회원국에게 수압파쇄법을 이용한 셰일가스 추출 시 이에 대한 환경영향평가를 실시하고 홍수, 지진 등이 활발한 지역에서는 수압파쇄법을 제한할 것을 요구

- 이와 더불어 관련 기업은 수압파쇄법 이용 시 사용되는 화학물질을 REACH 제도 하에 등록하여야 하며, 어떤 화학물질이 사용되었고 얼마만큼의 물이 소비되었는지 공개하여야 함

○ (시사점) 세계적으로 셰일가스가 중요한 에너지자원으로 부상하고 있으나 개발 과정에서 발생하는 환경오염에 대한 우려가 높음. 따라서 규제안과 같은 정책적 제도 마련 및 환경피해를 최소화할 수 있는 추출기술개발에 관한 연구가 필요할 것임

□ 스웨덴, 이산화탄소 지중저장(geological storage) 허용

- Government Offices of Sweden; 2014. 01. 22 -

○ (현황) 스웨덴 환경부는 2014.1.16(목) 이산화탄소의 지중저장(geological storage)에 관한 새로운 규정을 채택하였다고 발표

- 동 규정의 핵심 내용은 종전에는 금지되었던 이산화탄소의 지중저장방식을 허용한다는 것으로써, 지중저장이란 화력발전소와 같이 탄소배출이 많은 시설에서 발생한 이산화탄소를 고온·고압 상태로 땅에 저장하는 방법을 의미함

- 이와 같은 방침은 유럽연합 차원에서 이산화탄소 배출 저감을 위해 수립한 CCS 지침(CCS Directive 2009/31/EC) 이행을 위해 제정된 것으로 보이며, 지중저장방식은 지역사회의 탄소배출 저감을 위한 몇 안 되는 해결기술 중 하나로 여겨지고 있음

- 동 규정은 2014.3.1(토) 발효 될 예정이며, 탄소배출이 많은 철강, 석유, 시멘트산업 등에 적용됨

- 한편 스웨덴 환경부 장관은 기후변화문제를 해결하고 지속가능한 개발을 도모하기 위해서는 스웨덴 내부적으로 뿐만 아니라 EU 차원에서도 통합적인 기후변화 및 에너지 정책 수립이 필요하다며, 금번 정책을 통해 대기 중으로 배출 되는 상당한 수준의 이산화탄소를 감축 할 수 있을 것이라고 밝힘

○ (시사점) 이산화탄소 지중저장에 관한 국내의 연구는 아직 소규모 현장실험을 통한 요소기술의 확보에 머무르고 있음. 이 기술의 실용화 기술개발 및 보급을 위하여 지질구조에 대한 고려와 저장가능량에 대한 추산 등이 활발히 이루어져야 할 것임

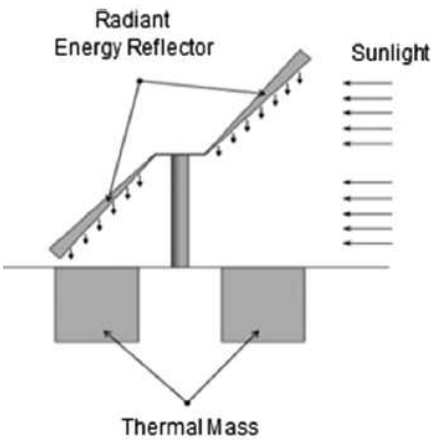
□ 스페인, 달에서 야간 전기 생산을 위한 태양열 발전 기술

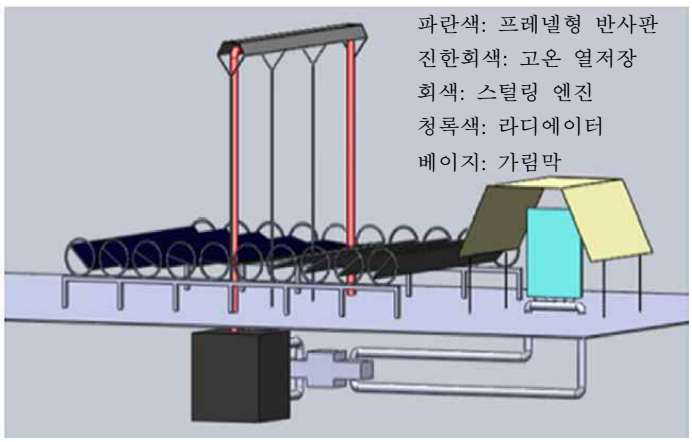
- Acta Astronautica, 2014. 01 -

○ (현황) 스페인, 미국, 프랑스 연구자 들이 달에서 야간에 열과 전기를 공급할 수 있도록 반사판, 달 토양, 스털링 엔진을 사용하는 시스템을 두 가지 형태로 제안

- Thermal Wadis로 불리는 첫 번째 시스템은 낮에 태양열을 달표면 아래에 묻힌 열저장기에 보존하였다가 밤에 방출함으로써 달 야간의 극심한 추위로부터 설비들을 보호할 수 있도록 제안

- 두 번째 시스템에서는 Thermal Wadis에 사용한 반사판만으로는 고온을 얻기 어려우므로 프레넬형 집광기를 이용하여 스털링 엔진을 구동할 수 있는 열을 공급하여 전기를 생산할 수 있도록 제안





○ (시사점) 비록 수치 해석 결과를 바탕으로 개념적인 제안만 있지만, 향후 미국에서 2025년 이후에 시도될 달 기지 프로젝트를 염두에 둔다면 혁신적인 태양열 발전 시스템을 제안했다는 점에서는 의의가 있음

□ 일년만에 효율 2배 달성한 그래핀 태양전지

- By Ryan Whitwam Jan. 15 -

○ (현황) 스페인 Castelló의 Universitat Jaume I와 옥스퍼드 대학교는 최근 15.6%의 그래핀 태양전지 효율을 발표함

- 이전 최고 효율은 8.6%로써 약 2배의 효율 개선을 달성하였음. 기존 태양전지는 그래핀이 코팅된 실리콘 웨이퍼에 의존하였으나, 발표된 그래핀 태양전지의 경우, charge collector로써 titanium oxide와 그래핀, 광흡수층으로 perovskite를 활용함

○ (시사점) 그래핀 태양전지 단지 일년만에 태양전지 효율을 두배 향상시켰으나, 2013년 9월에 Fraunhofer Institute에서 발표한 Ⅲ-Ⅴ화합물 태양전지 44.7%와 비교하여 많은 효율 차이를 보이고 있음. 그래핀 기반의 태양전지가 다른 종류의 태양전지 재료에 비해 저가 양산이 실현된다면 가까운 시일에 큰 이슈로 다가올 가능성이 있다 사료됨

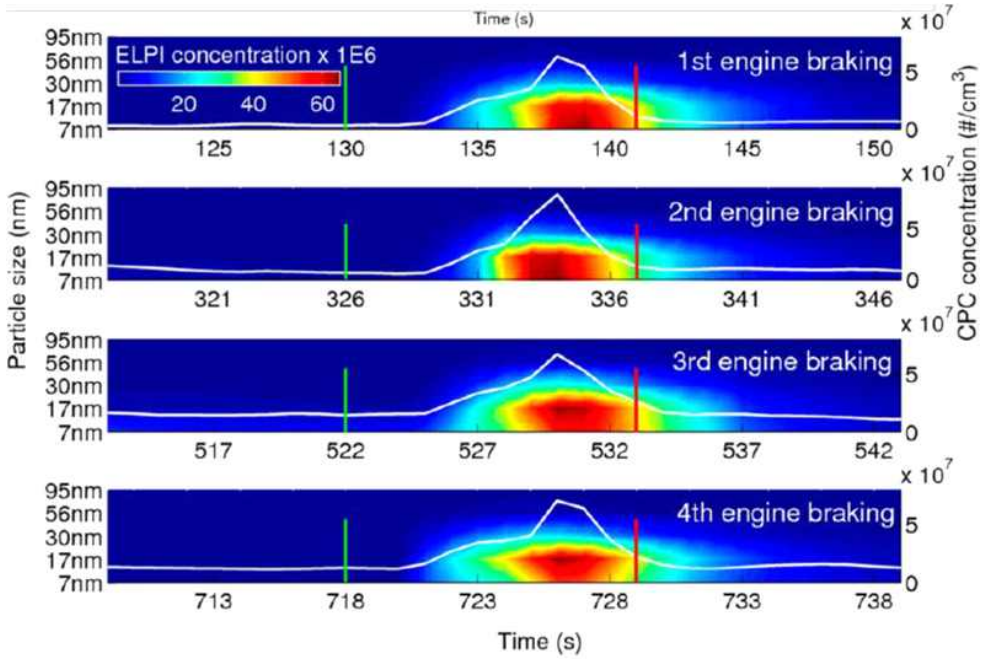
□ 차량 감속시 배출되는 나노입자 연구

- Environmental Science & Technology -

○ 차량이 감속되거나 다운힐(downhill) 주행시 전자식 제어 차량의 경우 연료분사를 차단하여 연료 소모가 없는 상태로 만들며, 이때 발생하는 엔진저항으로 인하여 발생하는 엔진브레이킹을 이용할 수 있어 브레이크 패드 소모량을 감소시킬 수 있음

- 하지만 핀란드와 그리스의 연구자들에 의해 진행된 연구에 의하면, 이러한 경우 주행시 연료의 연소가 없음에도 3 nm 보다 큰 입자들이 배출되었음. 이러한 배출 입자들은 인체 유해성과 관련되어 있음에도 배출규제에 포함되지 않고 있음
- 발생하는 입자들은 촉매 전단에서 형성되며 엔진오일로부터 기인함. 따라서 필터가 필요함

○ (시사점) 미세입자에 대한 관심 증가와 최근 환경부에서 발표한 GDI 차량 기인 입자량을 2016년부터는 현재의 절반으로 줄인다는 내용 등, 차량에서 발생하는 미세입자의 배출량 저감을 위한 연구가 더욱 중요해지고 있음



※ 출처: http://www.sciencedirect.com

Ⅲ 아시아

□ 중국, 해양경제의 발전 현황과 문제점

- 대외경제정책연구원, 2014. 01. 23 -
(작성자: 홍성준 (연구전략실, 3478, sjhong@kier.re.kr))

○ (현황) 현재 해양을 중심으로 한 경제발전이 빠르게 진전되면서, 이에 대한 논의와 정책이 활발히 진행 중

- 해양경제 개발 및 이용이 안고 있는 공공성, 복합성, 고위험성과 높은 기술성으로 인해 정부가 주도하여 해양경제 발전을 추진해 왔고, 세계 각국 역시 해양경제를 중요한 전략적 경제발전 수단으로 간주하여 해양경제 발전전략을 국가전략으로 설정하여 추진 중에 있음
- 해양경제 발전은 이미 중국의 국가전략의 일환으로, 이를 위한 재정정책은 해양경제 발전의 중요한 수단 중 하나임
- 해양경제의 발전이 중국의 해양 권익 보장, 대외개방 수준의 제고 및 사회발전에 필요한 자원 병목현상 해결에 기여할 것임
- 중국정부는 재정지출, 세금우대, 재정보조금정책, 할인정책, 정부구매 등의 정책 수단을 통해 해양경제 발전 촉진을 추구하고 있음
- 해양경제 발전이 국가전략 급으로 승격되고, 산동, 절강, 광동, 복건성을 실험성으로, 주산군도를 국가급 신구로 하여 4+1 형태를 기본으로 한 해양경제 발전정책의 첫걸음을 내딛음
- 현재 중국 해양경제 발전을 제약하는 주요요인은 해양경제 발전을 위한 기초시설 건설의 정체 이외에도 과학기술 능력 부족, 산업구조의 저차산업 편향, 해양보험업 발전의 부족 등이 있음

○ (시사점) 중국과 한국은 서해를 공해로 사용하고 있기에 양국의 해양경제 발전이 서로에게 윈윈이 되도록 논의되고 정책이 수립되어야 함

□ 일본, 착실하게 확대되는 바이오매스 발전

- KISTI 글로벌동향브리핑, 2014. 01. 22 -

○ (현황) 고정가격 매입제도에 의한 바이오매스 발전 도입량이 증가되고 있으며, 특히 폐기물을 이용한 설비와 목질계 바이오매스의 도입 사례가 확대되고 있음

- 원료인 미이용 목재를 조달하기 쉽고, 매입가격이 높게 설정되어 있어 사업자의 참여를 적극적으로 실시하게 만듬
- 고정가격 매입제도가 시작된 후 16개월 사이에 바이오매스를 사용한 발전설비의 도입량은 10만kW를 넘어 태양광 다음으로 큰 규모로 확대됨
- 그 중 가장 많은 것은 폐기물을 이용한 바이오매스 발전설비이고, 일반 목질 및 미이용 목질, 메탄발효가스 순으로 도입량 증가
- 바이오매스 발전은 다른 재생에너지와 달리 연료를 필요로 하는데, 저렴하고 안정적으로 연료를 확보하는 것이 수익성을 결정함
- 목질 바이오매스는 원료의 안정적인 확보가 과제이지만, 재생가능에너지의 주목도가 높아져 임업 등과의 연대에 의한 공급체제의 정비가 추진되고 있음
- 자원에너지청이 농림수산성의 데이터를 기초로 정리한 목재 칩의 원료가격을 보면, 고정가격 매입제도가 개시된 2012년 7월을 경계로 가격이 낮아져 2013년 10% 정도 저렴한 수준으로 추이하고 있음

○ (시사점) 국내 바이오매스 자원은 부족하지만 기술수준은 상당히 높기 때문에 우리의 기술에 자원을 가진 국가들과의 연대를 통한 협동연구 및 상용화 전략 수립이 필요함

□ 필리핀, 산업별 주요 발전방향을 담은 로드맵 발표

- KOTRA, 2014. 01. 24 -

○ (현황) 필리핀 정부는 투자우치기관인 투자청(BOI)에 국가경쟁력 강화와 산업별 발전을 위해 약 20개 분야의 중장기 발전방향을 담은 로드맵 구축을 지시함

- 현재 biodiesel, cement, ceramic tiles, chemicals, furniture, IT-BPM, mass housing, paper, petrochemicals, plastic, rubber 등 11개 분야의 로드맵이 작성되어 공개되었으며 나머지 분야도 연내 발표되어 시행에 들어갈 예정임
- 필리핀은 전 세계에서 유일하게 코코-바이오디젤을 생산/사용하고 있는 국가로써 향후 국내 바이오디젤 시장이 안정되면 수요가 높은 미국, 브라질 등지에도 수출이 가능할 것으로 기대됨
- 정부는 공업용인 B5(일반 경유에 코코-바이오디젤 5%를 혼합한 연료)에 대해서 연간 3억5000만 리터 비축을 의무화 하고 있어, 코코넛 농민들은 연간 약 70억 페소(P20/리터)의 수익창출이 가능해짐
- 2006년 바이오연료법을 제정하고 이 법과 시행령에 따라 국가바이오연료위원회(NBB, National Biofuel Board)를 설립하면서 필리핀에너지개발프로그램(PEP)과 같은 계획을 추진함
- 현재 NBB는 바이오연료법에 의거하여 B2(일반 경유에 코코-바이오디젤 2%를 혼합한 연료)의 판매를 관리 감독하고 있으며 2015년에는 B5를 판매하게 될 것으로 예상돼 해당 분야 투자가들이 많은 관심을 보이고 있음

○ (시사점) 필리핀은 바이오디젤 생산공장 시설이 부족하여 외국인 투자가 필요한 점을 고려하여 우리의 기술 및 플랜트 수출 전략이 필요함

Ⅳ 기타

□ Global Renewable Energy Atlas 자료표준화 실시

- IRENA, 2014. 01 -

○ (현황) 우리나라가 의장국으로 참여하고 있는 국제재생에너지협회(IRENA)에서는 Global Solar & Wind Atlas를 구축하고 지속적으로 업그레이드 하고 있으며, 최근 전지구 재생에너지 자원지도의 신뢰성 향상을 위한 자료품질 지침서를 발간함(2014.01)

- 자료품질 지침서는 UNEP 지원으로 SWERA(Solar and Wind Resource Assessment), GEO(Group on Earth Observation) 등이 참여하여 ISO 표준규격을 채택하기로 결정함

○ (시사점) 국제적으로 신재생에너지 자료표준화의 필요성이 부각되고 있으며, 이에 산업통상자원부도 "신재생에너지표준화전략"을 발표하였음(2013.11). 신재생에너지자원센터에서는 주요사업으로 "신재생에너지자원지도 3.0 표준화 및 예보기술 개발"에 착수하였음

V 해외출장보고서

□ MITEI (MIT Energy Initiative) (2006년 Energy Research Council 보고서를 기본으로 시작된 프로그램)

○ (현황) 다양한 분야의 교수들이 서로 연결되어있을 뿐 아니라 기업과 밀접한 파트너가 되어 특히 경제적으로 용이하고, 환경과 안전을 강조하면서 현재의 에너지 시스템을 개선한 clean energy transformation을 위한 기반이다. 기술적 분석을 기반으로 세계 정책 및 학생이 직접 참여하는 기초적인 프로젝트등 다양한 연구, 학과 개념을 초월한 획기적인 프로그램으로 추진하고 있는데 이는 에너지 공급, 사회적 요구, 안전, 환경 영향에 대한 연구에 초점을 맞추고 있다

○ (시사점) 기술개발이 사회 전반에 주는 영향과 경제적 가치를 같이 갖고 시스템화 되어 있다는 점은 우리도 주의 깊게 보아야하는 것 같다

※ 인용자료 (프로시딩 관련부분 첨부)

□ 일본, MHI 고체산화물 연료전지 하이브리드 발전 개발

- SOFC심포지움, IEA-SOFC 연차회의, 2013. 10.4~12 -

○ (현황) 일본 MHI에서는 고체 산화물 연료전지-가스터빈 하이브리드 발전 시스템을 성공적으로 개발함. 이 시스템은 공급된 천연가스에 의해 1단계로 고체 산화물 연료전지에서 전력을 생산하고, 고체 산화물 연료전지에서 남은 잉여 가스와 열을 활용하여 가스터빈을 2단계로 발전하기 때문에 52 %이상의 매우 효율적인 발전시스템을 제공. 가스터빈은 공기를 압축시켜 고체 산화물 연료전지에 공급하는 역할도 겸함. 출력비를 보면 고체 산화물 연료전지는 176 kWac, 마이크로가스터빈은 35 kWac이며, 전체 출력은 약 211kW이다. 운전 시간은 약 3500 시간이며 운전시간동안에 어떤 열화 현상도 발견되지 않음. MHI에서는 이 시스템의 상용화를 진행중이며, 상용화를 위해 셀의 직경 감소를 통해 기존 스택당 65 W(48셀)에서 스택당 80 W(85셀)로 성능을 개선하였으며, 열화 특성도 0.1%/1000hr 으로 상용화 수준에 도달. 또한 열사이클 50회, 부하변동 200 회에서도 전혀 열화 현상이 나타나지않는 우수한 결과를 보여줌

○ (시사점) 일본 MHI에서는 고체 산화물 연료전지-가스터빈 하이브리드 발전을 수십년간 기술 개발을 추진해 왔음. 이 기술의 개발 과정에 많은 어려움이 있었음. 특히 2011년 일본 대지진 직전에 기술 개발 프로젝트를 종료한다고 선언하는 등 어려운 과정을 극복하고 성공리에 기술 개발을 완성하였음. 3천시간동안 열화가 전혀 없는 것으로 보아 상용화 수준의 기술 개발이 이루어졌다고 판단되며, 동경가스에서의 성공적인 2차 실증을 통해 시장 진입 속도를 가속할 것으로 예상됨. 우리나라도 일본의 시장선점을 막기 위해서는 빠른 시일내 하이브리드 기술의 개발을 추진할 필요가 있는 것으로 판단됨

□ 광동성 CCUS 시범사업

- GDCCUS Symposium December 18, 2013, Guangzhou, JChina -

○ (현황) 유럽시장의 경기침체로 배출권 거래제 쇠퇴하고 현재 CO2 톤당 4유로 수준에서 거래되고 있다. 반명 중국은 교토 의정서 발효당시 온실가스 감축의무가 없었으나 자국의 대기오염이 심각해지면서 광동등 7개 시 성에서 배출권 거래제가 시범 실시되고 있다. 또한 영국 등 외국에 대해 기술시범 시장을 개방하고 공동연구 기반을 제공하는 등 CCS 분야에서 활발하게 움직이고 있다

○ 광동 UK CCUS 산업촉진 및 학술교류센터 개소식

- 2011.9. 중국 과학기술부 Technology Roadmap of Carbon Capture, Utilisation and Storage in China 확정

- 2013. 4. 중국 국가개발위 Notice on Promoting Carbon Capture, Utilization and Storage Pilot and Demonstration 발표로 CCUS의 상용화 공고

○ (시사점) 중국은 다양한 pilot 및 demo 프로젝트를 가동중이다. 이에 따라 미국을 포함한 선진 각국은 CCS 자국기술을 보급할 시장으로 중국을 지목하고 접근하고 있다. 이에 대해 충국은 외국기술에 문호를 개방하는 추세이다. 외국기술이 중국에 들어오게해서 선진기술을 빨리 따라잡겠다는 것인데 이후 벌어질 기술복제 및 권리문제에 대한 중-영간의 대응방법이 주목이 된다

□ 저온열원 기반 칼리라 발전 시스템 외

- 집단에너지 선진융복합기술 현장 조사(2013. 11. 24~12. 03) -

○ 집단에너지 분야 해외 선진 융복합형 기술의 현황 및 세부 관심 기술을 5개분야로 선정, 현장방문 및 세부 기술조사를 수행하였으며, 향후 국내 집단에너지 사용 환경에서의 적용 타당성에 대한 검토와 추후 기술 도입시 기술지원 및 연구개발 협력 방안에 대한 폭 넓은 의견 교환을 나누었다. 금번 조사대상 기술은 1) 저온공급온도 흡수식냉동기, 2) 고온축열조, 3) 집단에너지 네트워크 최적화 운영, 4) 저온발전 칼리라 발전 플랜트, 5) 계절간 열저장 이용 기술 이다

○ (시사점) 국내의 전통적인 집단에너지 공급 기술은 20~30년 전에 유럽 등지에서 적용되던 보급 모델로 국내에서도 80년대 후반 처음 도입된 이후, 큰 기술적 변화 없이 안정적인 열에너지 공급의 사업모델로 보급이 활발하게 이루어지고 있으나, 최근 들어 여러 사업 환경 변화에 따라 시장의 보급이 급격히 정체되는 추세를 보임에 따라 현재의 사업모델 이후의 성장동력과 관련한 신기술 도입의 필요성이 급격하게 대두되고 있음. 원내 관련 연구 분야에서는 이러한 집단에너지 사업의 환경 변화에 발빠르게 대응하여 기 연구 중인 아이템의 집단에너지 적용 방안을 신속히 마련할 필요가 있음. 특히 융합형 기술에 대한 향후 수요는 시점의 차이는 있겠으나 미래 집단에너지 사업 분야의 핵심 이슈가 될 것이 틀림없으므로 ICT 기술을 근간으로 하는 스마트 에너지 네트워크 기술의 표준 플랫폼을 수립하고, 집단에너지 사업 분야에 적용 가능한 기술군을 융합하여 시장 확대보급형 기술을 확보해나가는 전략 수립이 필요함

□ Half-Heusler Thermoelectric Materials

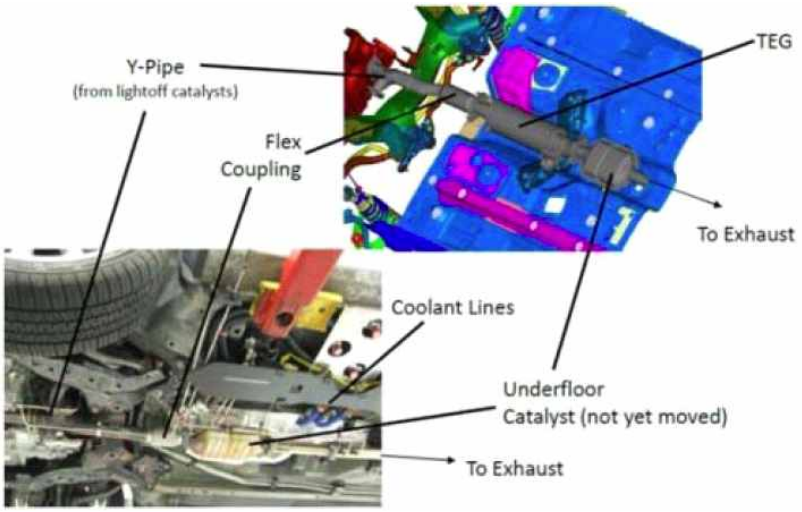
- PRICM-8, 2013. 08. 04~09 -

○ (현황) 열-전기 변환 재료로 Half-Heusler 합금을 설계하고 제조하여 우수한 열전변환효율을 가짐을 보고함

- 열전 변환 재료는 칼코게나이드 화합물에서 다양한 조성의 합금과 나노구조 제어에 의한 새로운 물질을 개발하면서 종래의 열전변환효율을 뛰어넘는 재료 개발을 보고하고 있음

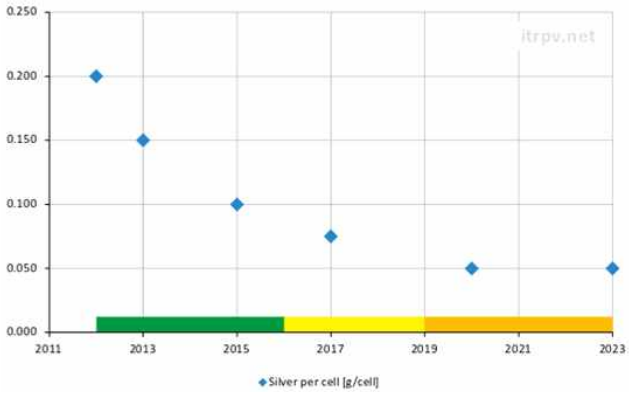
- 일본 Tokyo Institute of Technology, National Institute of Materials Science 등에서 중고온 영역에 적용할 수 있는 열전 재료를 설계, 개발한 결과를 소개함

○ (시사점) Half-Heusler 재료는 독일 Fraunhofer 연구소, Bosch 등에서도 개발하였고, 이 재료가 Ni등 친환경 소재의 합금으로 좋은 열전효율(ZT~1.5)과 고온에서의 내구성을 갖는다고 함. 미국 Ford 자동차는 Half-Heusler와 Bi2Te3를 사용하는 열전발전기(TEG)를 장착해 폐열을 회수하고 있음

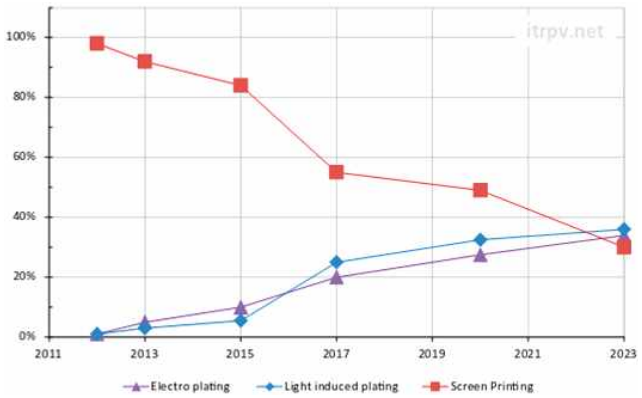


<그림> 자동차 열전발전(TEG)

□ 결정질 실리콘 태양전지에서 전극형성 소재 동향-International Technology Roadmap for PV



[그림 1] 셀당 Ag 페이스트 비중(US$)



[그림 2] 전극 metalization 방법에 따른 점유율

○ ITRPV(international technology roadmap for photovoltaic)은 2013년 태양광 분야에 대한 새로운 roadmap을 발표

○ 결정질 실리콘 태양전지 전극 형성시 사용되는 Ag의 사용량이 현재 태양전지 당 0.15g에서 2020년에는 0.02g이하로 감소될 것이라 예측하고 있음

○ 이런 Ag 사용량의 감소는 태양전지 단가에서 상당 비중을 차지하고 있는 Ag의 가격 절감으로 인해 태양전지 저가화에 기여할 것으로 여겨짐

○ Ag의 사용량 절감을 위해서는 Ag 전극 소재를 대체할 물질의 개발이 시급하며 대체 물질을 이용한 태양전지를 이용한 모듈 기술 개발이 필요함

□ 싱가포르의 에너지 기술 동향

○ (현황) 싱가포르는 일찍부터 환경정책 방향이 뚜렷했으며 1968년부터 시작된 'Clean and Green Singapore' 운동에서도 이미 에너지 효율과 친환경에 대한 목표를 제시하였다. 싱가포르의 녹색산업은 폐기물 처리 및 수 처리 산업이 대표적이며, 최근 지속발전가능 도시정책의 일환으로 그린빌딩산업을 육성하고 있다. 풍력과 지열은 좁은 국토와 지형에 맞지 않아 추진되지 않으며 태양광은 빌딩 창문을 태양광 패널로 활용하는 정도로 신재생에너지 활용 범위는 넓지 않은 편이다. 다양한 청정에너지와 신재생에너지 중에서 태양광에너지와 바이오연료가 싱가포르에서 가능성이 높은 에너지 대안을 꼽히고 있다. 반면 조력에너지, 해양열에너지, 수력에너지, 지열에너지 등은 싱가포르의 지리적 조건이나 환경 요소를 고려할 때 활용 가능성이 낮은 것으로 평가되고 있다. 지속가능한 발전을 위한 싱가포르의 또 다른 중요한 에너지 대안 연구 대상은 바이오 연료이다. 싱가포르의 탄탄한 석유화학 산업은 바이오연료 산업을 추진하는데 튼튼한 기반의 역할을 하고 있다. 또한 강력한 물류 연결성과 바이오 연료 자원이 풍부한 지역과의 지리적 근업성은 바이오연료 산업 발전에 긍정적인 조건을 형성하고 있다. 이에 더해 싱가포르의 강력한 R&D 기반도 차세대 바이오 연료 개발 활성화에 기여하고 있다

□ 지속가능한 싱가포르 청사진

○ (현황) 싱가포르는 지속가능한 개발과 청정 싱가포르 건설을 위한 목표와 전략을 담은 장기계획인 '지속가능한 싱가포르 청사진'을 2009년도에 발표했다. IMCSD(Inter-ministerial Committee on Sustainable Development)에서 처음으로 지속가능한 개발 및 청정 싱가포르 건설을 위한 10~20년 계획 발표하였으며 향우 5년간 10억 싱가포르 달러를 투입하는 계획이다. 에너지 고효율 건물, 공기오염 물질 배출 절감, 청정 수송 등의 영역을 포함하고 있으며, 계획 추진을 통해 도시 경관 및 전망, 싱가포르인의 삶의 방식, 사업 방식 등 전반에 걸친 변화를 가져올 것으로 예상하고 있다. 청사진에는 2030년까지 싱가포르 전체 건물의 80%에서 그린마크 인증을 받고, 2005년 대비 에너지 효율을 35% 향상 시키며 모든 거리 이동의 70%가 대중교통을 통해 이루어지도록 하는 것을 목표로 제시하고 있다. 또한 2020년까지 싱가포르 피크 에너지 수용의 5%를 신재생에너지원에서 공급하는 것을 목표로 하고 있다

□ 에너지 네트워크 최적화 계산 연구를 통한 에너지 효율 증대 노력

○ 과거 중앙집중, 대량 에너지 생산구조에서 점차 분산형 에너지 구조로 변모되고 있으며 이는 IT 네트워크 기술의 발달과 맞물려 사회 구조까지 변화시킬 수 있을 것이라고 예상하고 있음

○ 전력 및 열을 생산하는 대형 발전소의 경우 효율은 높지만 온실가스 배출 문제, 부지 선정 문제, 지역사회와의 갈등문제, 대형 송전탑 건설 문제 등과 같은 사회적 문제에 부딪혀 신재생에너지원을 이용한 분산형 전력/열에너지 시스템으로 바꾸기 위해 최근 다양한 연구들이 진행되고 있음

○ 이때 각 에너지 생산자/소비자들을 연결하는 에너지네트워크 구성이 필수적이며 각기 다른 생산패턴, 소비패턴을 최적화하여 하나의 전체적인 에너지 망내에 세부적인 에너지망(Micro Grid)들이 서로 유기적으로 연결되어 에너지 거래를 통해 전체 가용에너지 효율 향상을 이루어야함

○ 이에 다양한 수학적 최적화 기법을 통하여 다양한 네트워크 구성(시스템 용량, 생산자/소비자의 크기 및 숫자 등)에 대한 에너지 거래 최적 화 계산연구를 진행하고 있음

○ 최적화 기법으로는 개미 집단 최적화 기법(ACO: Ant Colony Optimization), 유전 알고리즘(Genetic Algorithm), 동적 계획(DP, Dynamic Programming) 등이 널리 사용되고 있음

□ IEA - 저온공급 온도 기반 미래 열에너지 기술

- IEA DHC TS1 WP 미팅 (2013. 09. 02~06) -

○ 현재 전 세계적으로 스마트 에너지 네트워크 기술을 중심으로 한 에너지 관련 기술의 융합 연구가 큰 대세를 이루고 있으며, 특히 전력분야에 집중되어 있는 스마트 네트워크(스마트 그리드)의 연구방향이 전체 네트워크 시스템으로 점차 확산되는 추세로써, EU를 중심으로 한 연구개발이 이미 활발하게 진행되고 있어, 국내에서도 이에 대응할 수 있는 기술개발 플랫폼이 수립되어야 할 것임. 특히 저온 열공급 온도를 근간으로 하는 제4세대 집단에너지 기술의 등장 및 보급에 발 맞춰 저온 공급온도를 이용하는 열 에너지 네트워크 기술에 대한 IEA DHC 분과 공동연구 그룹 Working phase 2차 미팅에 참석하여 국제적인 연구 흐름에 동참하고, 향후 관련 분야의 Initiative를 선점하기 위한 연구개발을 수행하고자 함. 또한 연구원에서 추진하고 있는 마이크로 에너지 네트워크 기술의 향후 연구개발 지향점으로 삼고 세계적인 수준의 연구 성과 달성을 위한 기회로 활용하고자 함

○ (시사점) 스마트 열 에너지 네트워크와 관련하여 금번 국제 공동연구 참여를 통해 유럽 등 선진국에서 일고 있는 저온 기반 집단에너지 혹은 스마트 에너지 네트워크 기술의 구현에 있어 보다 독창적이고 창의적인 아이디어를 기반으로 한 한국형 저온기반 스마트 에너지 네트워크 기술의 주요 개념을 확립할 수 있었으며, 이와 관련한 특허도 출원할 수 있었다. 향후 차년도 및 이후 관련 연구개발의 국제적 기술 교류를 통해 기 수립된 독창적인 비즈니스 모델을 구현할 수 있는 보다 확립된 기반을 수립하고자 하며, 기 도출된 아이디어 또한 세계적인 연구그룹과의 교류 및 교감을 통해 국제적으로 인정받을 수 있는 세계적 수준의 연구 성과를 달성할 필요가 있음

□ EURO HEAT & POWER CONGRESS

- 2013. 05. 26~05. 29 -

○ (현황) 현재 전 세계적으로 스마트 에너지 네트워크 기술을 중심으로 한 에너지 관련 기술의 융합 연구가 큰 대세를 이루고 있으며, 특히 전력분야에 집중되어 있는 스마트 네트워크(스마트 그리드)의 연구방향이 전체 네트워크 시스템으로 점차 확산되는 추세로써, EU를 중심으로 한 연구개발이 이미 활발하게 진행되고 있어, 국내에서도 이에 대응할 수 있는 기술개발 플랫폼이 수립되어야 할 것임. 특히 저온 열원을 이용한 비전력 냉방기술에 대한 시장의 니즈와 관련 기술의 상용화 단계가 맞물려 새로운 에너지 시장의 창출에 대한 기대가 어느때보다 높았으며 실제 건물에 대한 실증 및 보급 계획에 대한 상세한 논의가 이루어졌다. 또한 스마트 에너지 네트워크 기술 개념에 대한 구체적인 실용화 플랫폼으로 스마트 시티 개념이 도입되었으며 유럽 각국 연구팀간 활발한 공동 연구 및 협업의 체계적으로 수행되고 있음을 확인하였다.

○ (시사점) ICT 기술과의 융합을 통한 스마트 DHC 기술개발 및 비즈니스 모델의 구현을 위한 본격적인 R&D 개발이 EU를 중심으로 진행되고 있으며, 특히 스마트 시티라는 구체적인 기술의 구현 방안 마련을 통해 체계적이고 확고한 기술 활성화 방안이 마련되어 있었다는 점은 정체기에 돌입한 국내 집단에너지 사업의 상황과 맞물려 스마트 에너지 네트워크 기술의 지향점을 확실하게 제시해주고 있다고 볼 수 있음

□ 탄소재료의 응용

- 2013. 11. 10.~11. 12, 11th CSE -

○ (현황) 탄소소재에 대한 다양한 분야에서의 논의와 연구가 아시아 3국을 중심으로 진행 중이며 Carbon Materials to Save the Earth 심포지엄을 통해서 활발한 정보교류가 이루어지고 있음

- 특히, 환경, 에너지 분야에서의 탄소재료 활용에 대한 연구가 매우 활발함

- 일본 큐슈대학교의 Institute for Materials Chemistry의 Jun-ichiro Hayashi 교수는 갈탄과 바이오매스로부터 야금 코크의 생산에 대한 전반적인 내용을 발표하였다. 갈탄과 바이오매스는 상대적으로 저급한 원료로 이것을 이용한 좋은 성능의 코크 제조에 대해 강조하였다

○ (시사점) 친환경 및 에너지 절약형 소재로서의 탄소재료 연구로 고부가가치 세계시장을 선도할 필요가 있음.

이번 Hayashi 교수의 발표는 저등급 탄소를 고부가가치 원료로 만드는 산업의 활성화를 위하여 초석이 될 수 있는 원천기술 중의 하나로 여겨지며 차후 이 분야에 많은 응용 연구가 일어날 것으로 예측 됨

□ 기후변화 대응 전략 마련을 국제 공동연구(Deep Decarbonizatin Pathway Project) 추진

- SDSN(Sustainable Development Solutions Network), 2014. 01. 06~10 -

○ (현황) 2015년 12월 프랑스 파리에서 개최될 COP21에서 'Post-202 신(新)기후체제'의 성공적인 합의를 이끌어내는 것이 UN 반기문 사무총장의 최대 미션으로 부각

- 이에 따라 반기문 UN 사무총장은 2012년 8월 9일 '지속가능발전 해법 네트워크(Sustainable Development Solutions Network, SDSN)'이라는 이름으로 각종 글로벌 지속가능발전 저해요인을 첨단기술의 활용으로 풀어나가는 전략과 해법을 도출하기 위한 글로벌 차원의 전문가 네트워크를 조직하고 UN이 후원하는 사업으로 추진하겠다고 발표하고, 컬럼비아대학교 지구연구소 소장 Jeffrey Sachs교수를 동 사업 책임자(Director)로 임명

- DDPP를 통하여 12대 이산화탄소배출국들(글로벌 이산화탄소 배출의 70%이상 점유)이 국별로 2050년까지에 이르는 투명하고 현실적인 국가별 심층적 탄소저감경로를 도출하고, 이를 기반으로 '신기후체제'의 성공적 협상 지원 위한 글로벌 탄소배출저감 대책을 제시할 계획

○ (추진경과) 국내에서는 양수길 전 녹색성장위원회 위원장을 중심으로 SDSN-Korea가 발족되었으며, SDSN-Korea 주관으로 2013년 10월 14일 서울 서머셋호텔에서 DDPP 착수 워크숍(Inception Meeting)이 개최됨

- 2014년 1월 6일부터 10일까지 프랑스 Paris에서 SDSNrhk WBCSD (World Business Council on Sustainable Development) 공동으로 Technology Roundtables Meeting과 Modelling

Workshop을 개최

- Technology Roundtables Meeting에서는 탈탄소화를 위한 핵심기술인 CCS, 원자력, 태양광/열, 풍력, 저탄소 수송, 에너지저장 6개 기술의 산학연 전문가들을 통하여 최신 기술개발 동향, 향후 보급전망, 국가별 차별성 등에 대한 논의 진행

○ (시사점) DDPP 연구결과는 2014년 기후변화정상회의에 이어 2015년 기후변화 당사국 총회에서도 2020년 이후의 글로벌 온실가스 감축방향을 설정하기 위한 기초자료로서 활용될 예정

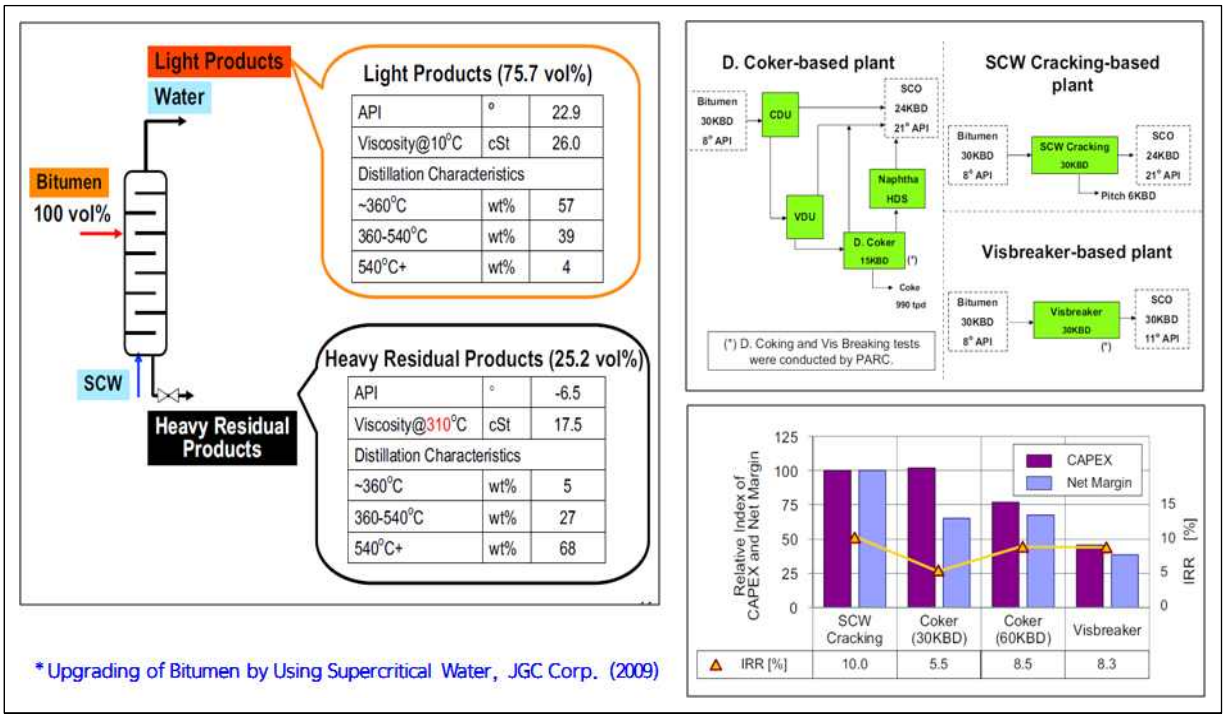
- 따라서 에너지기술 및 정책 개발을 담당하는 국내 유일의 종합연구기관으로서 KIER의 리더십이 요구됨

□ 일본, 초임계수(SCW)를 이용한 독창적인 중질유 경질화 기술 개발

○ (현황) 일본에서는 JOGMEC의 장기 기술개발 로도맵에 따라 초임계수(Supercritical Water)를 이용한 비재래형 탄화수소의 경질화 공정을 개발하여 2030년까지 현장 실험을 완료할 예정임

- 2000년대 초반부터 일본석유에너지센터(JPEC)의 지원으로 도호쿠 대학, 시즈오카 대학, 교토 대학, 구마모토 대학, AIST 등의 8개 기관이 공동으로 초임계수를 이용한 중질유 및 오일샌드 역청의 경질화 공정 기술 개발이 진행중임

- 히다치사에서는 550 kg/hr 처리 규모의 SCW 경질화/발전 설비를 개발하였고, Mitsubishi-Materials사에서도 관련 기술을 개발중인 것으로 확인됨



○ 일본 이외에도 오일샌드 역청, 오일 셰일, 초중질원유 등의 비재래형 원유 자원을 풍부하게 보유한 캐나다, 중국, 러시아에서도

2000년대 초반부터 관련 기술개발이 활발히 추진중임

- 캐나다의 Alberta University, Waterloo University, New Brunswick University, Lakehead University 등에서 초임계수 기반 탈황/탈금속 및 경질화 공정 연구중임
- 중국의 East China University of Science and Tech- nology, Chinese Academy of Science 등에서도 관련 분야의 연구를 활발히 진행중이고, 러시아의 Siberian Branch of Russian Academy of Science에서는 초임계수 고도화 기술이 개발중임

○ (시사점) 국내에서 초중질유분의 경질화 분야는 2000년대 중반부터 정부출연연을 중심으로 본격적으로 기술개발이 시작되어 한국에너지기술연구원, 한국화학연구원, 한국과학기술원, 고려대학교 등에서 Hydrocracking, 급속열분해, SDA 등의 초중질유분의 경질화 공정 기술에 대한 연구가 단계별로 진행중임. 초임계수는 폐수처리, 나노 입자 제조, 복합재료 제조, 천연물질 추출, 반도체 세정, 에어로졸 제조, 도금/염색, 유기물 합성, 바이오 가수 분해 등의 다양한 분야에 활용중임. 국내에서는 초임계수를 이용하여 감압잔사유 또는 오일샌드 역청으로부터 DAO를 제조하는 기술은 실험실 수준에 불과하므로 이 분야에 대한 본격적인 연구가 필요하다고 판단됨

□ 네덜란드, Energy research Centre of the Netherlands

- 2013. 10월, 27th EUPVSEC -

○ 태양광 모듈 후면에서도 빛을 받을 수 있는 양면 수광형구조를 갖는 n-type 태양전지 연구

○ 이론적 효율로부터 전기적, 광학적 손실을 계산하고 이를 토대로 태양전지 효율 최적화 연구

○ 에미터 구조를 변화시켜 개방 전압을 증가시키고자 함

○ 기존 기술과의 차별성 - 상용 태양전지는 후면 전체에 전극이 있어 후면에서는 빛을 흡수할 수 없는 구조이나 양면수광형의 경우에는 후면에서도 빛을 흡수할 수 있어 지표면에서 반사되는 빛을 더 흡수할 수 있음. 또한 n type 웨이퍼에서 B도핑이 어려운데 B 에미터의 특성을 향상시켜 높은 implied Voc를 보여줌

□ 일본의 신재생에너지 관련 ENEX 2013 참관 보고

- 일본 ENEX 2013(2013.01.30 - 2013.02.01) -

○ ENEX 2013는 전 지구적인 에너지 문제와 환경친화적인 에너지 기기들을 소개하는 전시회로써, 신재생에너지 기기 및 고효율의 에너지절약 기기가 많이 소개되었다

○ 신재생에너지 기기로는 태양광발전 설비가 압도적이었지만, 태양열 설비도 많은 비중을 차지하였다

○ 에너지절약 기기로는 기술선진국답게 많은 제품이 전시되었는데, 특히 높은 성능의 히트펌프가 많이 전시되었으며 기타 아이디어 상품도 일부 출품되었다. 특히 난방성능이 우수한 히트펌프가 많이 소개되었다○ 스마트그리드 분야 전시회에서는 역시 관련된 전기 및 전자기기들의 출품이 대부분이었으나, 일부 개념도 등에서는 열에너지와 관련된 축열 시스템의 기여 효과가 강조되기도 하는 부분이 있었다

○ 일본에서는 가정뿐만 아니라, 사무용 건물 및 지역단위 스마트그리드 개념이 보편화 되어 있는 것으로 보여졌으며, 우리나라에서도 알 수 있는 유명 기업들이 이 분야의 관련기기를 소개하는 것이 특이하였다

○ (시사점) 각종 신재생에너지 기기와 스마트그리드 관련 기기들을 종합적으로 볼 수 있는 기회였기 때문에, 우리나라 관련 분야 전문가들의 주기적인 참관이 필요하다고 판단하였다

□ 미국 Annual Campus Energy Conference & Distribution Workshop 참석 보고

- 미국 샌디에이고 26회(2013.02.18 - 2013.02.22) -

○ 다양한 분과 워크샵 중 본인의 연구사업과 관련된 캠퍼스 내 열분배 시스템에 대한 부분을 주로 참석하였다

- 이 분과 워크샵도 복수의 세미나실에서 다양한 사례가 발표되었는데, 주로 담당하고 있는 업무분야인 축열 시스템 관련 분과(Cooling & Thermal Energy Storage) 세미나를 청취하였다. 이 세미나에서는 두 개의 대학과 디즈니랜드 내 축열 시스템 활용사례가 제시되었으나, 전체적인 열부하에 비해 상당히 적은 용량을 선정하였기 때문에, 충분한 효과를 보지 못한 것으로 판단되었다

- 또 다른 세미나인 Combined Heat & Power에서는 열병합발전 시스템의 효과가 제시되었고, 미국 역시 한국과 마찬가지로 적정 규모의 선택에 많은 고심을 하는 것을 확인하였다. 축열 시스템 관련 분과 세미나보다 많은 사례가 발표되었으며, 계통연계에 대한 방법과 적절한 분배비율 등에 대한 각 전문가(기술자)들의 의견이 제시되고 토론되었다

- Modeling & System Optimization 세미나에서는 열에너지 그리드에 대한 이론적 해석과 최적화를 위한 기본설계 등이 소개되었으며, 역시 많은 토론이 진행되었다. 대부분 제한된 조건 하에서 최적화가 이루어지기 때문에, 최선의 방법보다는 차선책을 강구하였으며, 그 과정에서의 문제점 등에 대한 논의가 많았다

○ (시사점) 우리나라도 지역난방 시스템과 같이 많은 열에너지 네트워크가 구축되어 있으나, 관련 종사자(기술 전문가)들의 개방된 정보공개와 논의가 있어야, 관련 분야의 발달을 기대할 수 있을 것으로 판단되었다

□ 한중일 축열 전문가 회의 참석 보고

- 일본 도쿄(2013.08.27 - 2013.08.28) -

○ 일본 및 중국에서 Energy & TES(Thermal Energy Storage) Situation in Japan, China'라는 제목으로 각국의 에너지 및 축열 시스템 관련 현황을 발표하였음. 일본은 HPTCJ(Heat Pump & Thermal Storage Technology Center of Japan)의 Remi Nakazato가, 그리고 중국은 China Academy of Building Research Institute of Building Environment and Energy의 Huai Li가 발표하였음

- 일본은 2011년 3월 후쿠시마 대지진 이후 급격히 발전량이 축소되었고 그 결과 전력 사용량이 약 20% 정도 감소하였으며, 우려와 달리 무난하게 극복하고 있음을 설명하였음. 그러나 그 과정에서 부하평준화 문제가 새롭게 대두되었으며, 이에 따라 축열 시스템에 대한 관심이 다시 증가하기 시작하였다고 함

- 이와 함께 전체적인 전력수요량이 1990년대 초와 유사해짐으로써, 향후 이 경향이 어떻게 변화될지 주목받고 있다고 함

- 중국의 경우 1인당 에너지 사용량은 일본이나 한국에 미치지 못하지만 꾸준히(최근에는 급격히) 증가하고 있음을 보여주었고, 동부지역의 전력회사에서 부하평준화를 위해 시행하고 있는 제도 등을 소개하였음. 그러나 대부분의 단위가 석유환산계수가 아닌 석탄환산계수를 사용해 직접적인 비교가 다소 어려웠음

- 또한 각국의 관련 전문가가 자국의 축열 시스템 분야 연구개발 현황을 발표하였으며, 산업체 측에서는 대표적인 이용사례를 발표하였음. 우리나라에서는 분당 서울대병원의 아이스슬러리형 축냉 시스템이 발표되었음

- 일본은 Harumi DHC(District Heating and Cooling)가 발표되었는

데, 매우 큰 규모의 축열 시스템이었기 때문에 많은 논의가 있었음

- 이밖에 일본에서는 회의가 개최된 Denki 대학의 축열 시스템에 대한 technical tour를 마련했는데, 지진에 대비하기 위한 특수 시설이 많아 초기투자비 상승을 초래하는 것으로 파악되었음

○ 전문가 회의 종료 후 다음 회의 일정이 논의되었는데, 2014년 9월 일본에서 2차 회의를 개최하며, 가능한 그 전에 중국의 관련 분야 연구소 및 현장 답사를 추진함

□ 르완다, 바이오매스 대체를 위한 토탄(peat) 에너지화

○ (현황) 르완다는 총 에너지사용량의 85%(2012년 기준)를 바이오매스를 이용하여 공급하고 있으며, 이에 따른 산림훼손 등의 심각한 사회 문제를 안고 있음

- 르완다는 우리나라 경상도 지역의 면적에 인구 약 1,100만명으로 아프리카에서 가장 인구밀도가 높은 최빈국중의 하나임

- 바이오매스를 연료로 가정용 및 차 산업(tea factory)을 중심으로 하는 산업용으로 활용하고 있으며, 이외에 11% 석유 및 4%의 전력을 포함하는 기타 에너지원을 공급하고 있음

○ 이와 같이 바이오매스 중심의 에너지 소비 구조의 개선을 위하여 르완다 정부에서는 2020년까지 바이오매스 50%, 석유 35%, 및 전기 및 기타 에너지 15% 공급을 목표로 다양한 정책을 추진하고 있음

- 이를 위해, 높은 산과 산 사이의 평평한 구릉지를 중심으로 르완다 남부, 북부, 서북부에 주로 매장되어 있는 peat(토탄)의 에너지화를 추진하고 있음. 르완다 전역에 약 1.5억톤 정도의 토탄이 매장된 것으로 보고되고 있으며, 발열량은 약 3,000kcal/kg, 황 1% 미만, ash 약 5~6%, 휘발분 약 7~8% 정도로 분석되고 있음

- 현재 르완다 정부에서는 2014년 15MW 유동층 피트 발전소 건설을 추진하고 있으며, 향후 2017년까지 100MW급 발전소 2기를 추가로 건설할 예정임

○ (시사점) 토탄은 수분 함량이 높고, 발열량이 낮아 발전소 효율 개선을 위해 고품위화 기술의 적용이 필요하며, 따라서 KIER에서 개발함 액상 바이오매스를 이용한 저급탄 고품위화기술인 하이브리드 연료(HCK, Hybrid Coal by KIER) 적용이 가능함

□ EU, FCH JU를 통한 연료전지 조기 상용화 도모

- FCH JU; www.fch-ju.eu, 2013. 12 -

○ (현황) EU는 FCH JU (Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertake)라는 기구를 만들어 2008년부터 과제 지원하여 연료전지의 조기 상용화를 위한 기술개발 중임

- 회원은 European Commission, NEW (New Energy World) Industry Grouping으로 대표되는 연료전지 수소 산업체들, Research Grouping N. Energy로 대표되는 연구계의 세 개 분야임
- 목표는 재생에너지 20% 증가, 효율 20% 증가, 배출 20% 감소임
- 실행계획은 수송용과 연료충전 인프라, 수소 생산과 분배, 정치형 발전설비와 CHP, 조기 시장의 네 가지 주요 응용 분야로 나뉘어져 있음
- 기초연구보다 상용화를 위한 기술개발, 실증 과제를 지원하며 현재 127개의 프로젝트가 진행 중임
- 현재까지 성과는 수소용에 서 49대의 버스, 37대의 승용차 실증, 1,000 대의 정치용 실증, 지게차 등으로 28대의 조기 기장 진입용 제품 실증

○ (시사점) 수소연료전지의 상용화에 있어 미국과 일본 뿐만 아니라 유럽에서도 FCH JU라는 기구를 통하여 유럽의 여러나라들이 공동으로 노력하고 있음

※ 자료원본- www.fch-ju.eu

□ 일본 Doshisha University - 코어/쉘 촉매 대량생간 기술

- 2013. 12. 03, MRS meeting -

○ (현황) 이 연구에서는 Au, Pd 나노입자 (Nanoparticles, NPs)를 core 물질로 선택하고 Pt shell을 만드는 새로운 방법을 개발하였음. 새로 개발된 합성법은 전통적인 Cu under potential deposition (Cu-UPD) 기술을 개선한 것으로 정확한 전압 조절을 필요로 하지 않으며 양산으로 전환하기 용이함. 예를 들어 탄소에 담지된 Au NPs (Au/C)는 황산과 copper sulfate 수용액에 분산시키고 Ar 분위기에서 Cu mesh가 있는 상태로 교반함. Au/C가 Cu mesh와 접촉하면 Cu mesh가 산화되면서 Au와 Cu 사이의 redox potential 사이에서 전자를 방출함. 방출된 전자는 Cu 양이온을 환원시켜서 Au core의 표면을 Cu shell로 덮음. 마지막으로 Cu mesh를 제거한 후 Pt 양이온을 첨가하여 Cu shell은 Pt shell로 대체됨

○ (시사점) core/shell 촉매의 양산 기술이 개발되기 시작하였으며 core/shell 촉매의 상용화도 기대됨

□ 일, Fujikura사는 1kW급 직접메탄올 연료전지(DMFC) 시스템을 개발

- Fujikura Technical Review, 2013. 03. 02 -

○ (현황) Fujikura사는 세계 최고 성능의 1kW급 직접메탄올 연료전지(DMFC) 시스템을 NEDO 지원으로 개발하였다고 발표함

- 취급이 용이, 쉬운 연료 저장 및 높은 에너지밀도를 가진 1kW급 DMFC 시스템을 성공적으로 개발하며, 폐열을 이용하여 전체 시스템 에너지 변환 효율 80% 이상을 달성함

- 연료전지 출력은 80℃에서 134mW/cm2이고 50℃의 온수 공급이 가능함. 시스템 효율 향상을 위하여 연료 공급 서버 시스템과 기액 분리기 기술을 개발하였으며, 시스템 크기는 60x44x33cm (87.1L)임

○ (시사점) DMFC 시스템 소형화를 위하여 연료 공급 서버 시스템과 기액분리기 기술을 개발함

- kW급의 DMFC 기술은 스택의 고출력화, 폐열 이용으로 효율 향상, 연료공급 시스템 및 기액분리기 기술의 개발이 절실히 필요함

□ 中, 닝보(寧波) 재료기술 연구소, SOFC 성능 대폭 향상

- WHTC 2013, 2013. 09. 24 -

○ (현황) 중국과학원 닝보(寧波) 재료기술 및 공정 연구소 산하 연료전지 연구팀은 LSCF를 공기극으로 하는 연료극 지지형 연료전지 성능을 대폭 향상시키는데 성공하였음

- 800℃일 때, 0.8V에서 단전지(64cm2) 출력밀도 0.88W/cm2, 연료이용률 62% 이상, 750℃일 때, 0.75V에서 단전지 출력밀도 0.8W/cm2, 연료이용률 50% 이상을 달성함. 또한 닝보는 원료, 단전지, 스택 생산 라인 및 시스템 통합 기술을 보유하고 품질관리 체계인 GB/T19001-2008/ISO9001:2008 표준을 획득함

○ (시사점) SOFC 단전지, 스택 생산 라인을 구비하고 SOFC의 저가화와 고성능화를 위한 MEA 개발을 추진하고 있음

- 기존보다 셀저항을 낮추기 위한 접촉 저항 저감 기술을 개발하고, 신뢰성 향상을 통한 기술 개발을 추진하고 있음. 세계 시장으로의 진출을 시a도하고 있으므로 국내에서도 이를 앞서기 위한 기술과 생산 기술 개발이 필요함

□ 음이온교환막 개발 동향

- 224th ECS, 2013. 10. 26 -

○ (현황) 일반적으로 알칼리 연료전지에 사용되는 음이온교환막의 경우, 대부분의 연구자들이 사급화 암모늄 이온을 고분자의 관능기로 사용해 왔으나 아이러니 하게도 음이온 전달체인 수산화이온 용액에서 관능기의 열화가 치명적인 단점으로 지적되어 왔음

- 미국과 독일 대학에서 최근 4급화 암모늄 이온을 대체할 관능기로 포스포늄 이온을 도입하여 주목할 만한 내구성 향상을 보임

○ (시사점) 다양한 에너지 환경 분야의 시스템에 적용될 수 있는 음이온교환막의 근본적인 문제점 해결 및 핵심 기술을 선도할 수 있는 수준으로 도약하려는 노력과 투자 필요

- 우리원의 경우도 현재까지 저가형 음이온교환막 개발에만 집중하여 내구성 문제에 취약점을 개선할 필요가 있었으므로 선진 기술의 도입과 응용이 필요해 보임

□ 미국 Energy & Environment Research Center (EERC)

- 2013. 05 -

○ (현황) Energy & Environment Research Center (EERC) 미국 University of North Dakota에 설립된 연구 센터로 CO2 포집에 대한 연구를 수행하고 있으며, 기후 변화와 CCS에 관련 Plains CO2 Reduction(PCOR) Partnership, Partnership for CO2 Capture (PCO2C) Technology Development의 두 가지 주요 프로그램 운영하고 있다. "PCO2C Technology Development" 프로그램은 선택적인 CO2 분리 및 화석 연료와 바이오 매스 화력 시스템으로부터 CO2를 포집하기 위한 파일럿 규모 테스트 수행 중이다. 또한 CO2 포집의 경제성 평가 및 기술 평가를 위한 프로그램을 운영중이며, 파일럿규모의 연구를 수행하여 포집기술의 강점 및 단점을 파악하여 포집비용감축을 위한 방안 제시하고 있다. 프로그램을 전문적으로 운영하기 위해 11개의 센터를 설립하여 운영 중에 있으며, 51개 국가, 50개 주의 1200여명 고객 확보, 민간 기업, 연방 및 주 정부와 컨소시엄 기관, 교육기관 등이 참여하고 있다

○ EERC는 0.2MW급 흡수제 성능테스트용 상용 amine scrubing 설비를 보유하고 있다. 이 소규모 파일럿 테스트 장비로 개발된 흡수제의 성능을 평가, 기존 흡수제와 비교평가가 가능하다. 아래 그림과 같이 연소설비인 CTF(Combustion Test Facility)와 CO2

CTF(Combustion Test Facility)

- 550,000 to 1.1 million Btu/hr
- 60 to 260 scfm flue gas
- Air- or O2-fired
- Multifuel capability (coal, biomass, gas, liquid fuel, sludge, and municipal solid waste)
- 배가스 전처리

• Selective catalytic reduction reactor
• Baghouse
• Electrostatic precipitator (ESP)
• Sulfur scrubber

<EERC의 연소 테스트 설비(CTF)>

- Capacity : 140 scfm (240 Nm3/hr)
- flue gas : Combustion test furnace
- I.D. : 10 in.
- Packing material : Koch-Glitsch IMTP25, 316L stainless steel
- Packing height : 조절가능
- Material : stainless steel

<EERC의 CO2 포집 흡수제 성능평가 설비>

포집 흡수제 평가설비를 보유하고 있다. 1, 2단계에서 이미 Hitachi H3-1, Baker Hughes (Additive), Huntsman (Additive), Cansolv, Huntsman, ION Engineering, C-Quest (slurry-based) 등 포집기술 보유업체들의 흡수제 성능이 평가된 바 있다

○ 이밖에도 2단계에서부터 건식 흡수제(Solid Sorbents), Neumann Systems Group(NSG)의 기액접촉기 등 신기술에 대한 성능평가를 수행 중이며, DOE 과제 3단계가 2014년부터 시작된다

□ 미국 NETL CO2 Capture R&D Program 현황

- 2013. 07, 2013 DOE/NETL CO2 Capture Technical Meeting -

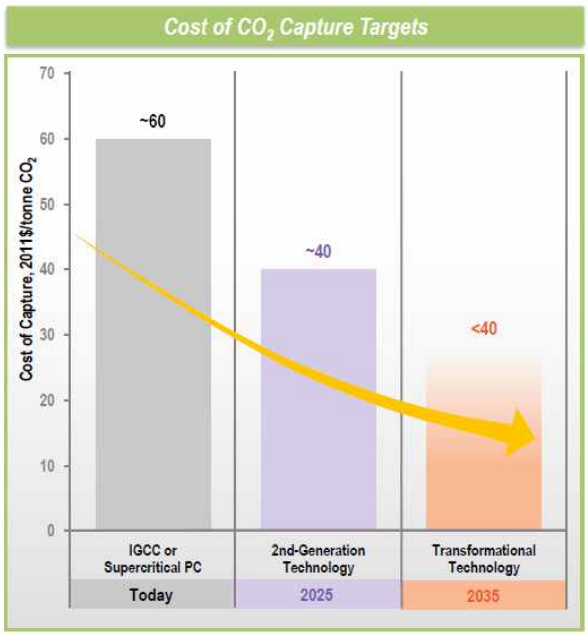
○ (현황) 미국 DOE/NETL은 지난 7월 8일부터 11까지 시행된 “CO2 Capture Technology Meeting"에서 ”DOE/NETL CO2 Capture R&D Program"이라는 제목의 발표를 통해 NETL의 R&D 프로그램을 소개하였다. NETL은 CO2 포집기술을 아래 표와 같이 구분하고 있고 (1) Process Chemistry, (2) Process Integration, (3) Equipment manufacturing method, (4) Process equipment design, (5) Chemical production method의 5개 기술요소를 통합하는 것을 추진전략으로 하고 있다

Pre-combustion CO2 Capture	Solvent-based
	Sorbent-based
	Membrane-based
	Hybrid processes
	Wate-gas shift reactor
Post-combustion CO2 Capture	Solvent-based
	Sorbent-based
	Membrane-based
	Hybrid processes
Advanced Combustion	Atmospheric oxy-combustion
	Pressurized oxy-combustion
	Oxygen transport membrane
	Chemical looping
Advanced Compression	Intra-stage cooling
	Cryogenic pumping
	Supersonic shock wave compression

○ NETL은 기술수준에 분류로 1st-Gen, 2nd-Gen, Transfrmational Technology로 구분하고 있다. 1세대 기술(1st-Generation Technology)는 현재 상용화가 가능하거나 단기적으로 실증이 가능한 기술, 2세대 기술(2nd-Generation Technology)은 2020-2025년에 실증이 가능하도록 연구개발 중인 요소기술을 의미하며, ’Transformation Technology’는 2세대 기술보다도 성능 및 비용 측면에서 개선될 가능성이 있는 기술로서 2030-2035년 실증이 가능한 기술로 정의하였다

○ 앞서 언급한 분류에 의해 각 기술분야별 연구초점을 제시하였는데, 예를들어 연소후 포집기술에 대해서는 습식기술의 경우 2세대 기술로서 Advanced Amine 혹은 Carbonate 기술, Transformation technology로 Functionalized/Catalyzed/Phase Change/Hybrid 기술을 꼽았다. 마찬가지로 건식에 대해서는 TSA/PSA/Process Enhancement/Material을 Transformation technology로 Structured adsorbents/Rapid TSA-PSA/ Electrochemical/Hybrid 기술을 제시하였다. 막분리 기술에 대해서는 2세대 기술로서 High Temperature/Novel Material 기술을 들었으며, Transformational Technology로 WGS/Nanomaterials/ High Temperature/Hybrid system을 제시하였다

○ Clean Coal Research Program의 목표로서 현재 약 60$/tonCO2인 CO2 포집비용을 2025년에는 40달러 수준으로, 2035년에는 그 이하로 낮추는 것을 목표로 한다고 발표하였다



○ DOE/NETL에서 지원하고 있는 R&D 기술에 대한 상세내용은 최근 발간된 “DOE/NETL Advanced Carbon Dioxide Capture R&D Program"에서 확인할 수 있다. (http://www.netl.doe.gov/technologies/ coalpower/ewr/pubs/CO2Handbook/)

□ 저온열원 기반 흡수식 냉방 시스템

- 집단에너지 선진융복합기술 현장 조사(2013. 11. 24~12. 03) -

○ 독일 TU berlin과 지역난방 공급업체 Vattenfall은 저온열원 기반 흡수식 냉방 시스템 적용을 위한 시스템 개발 및 테스트를 진행하고 있다. TU berlin은 50 kW와 160 kW 시스템 두 개를 테스트하고 있으며, 모듈러 방식으로 여러개를 병렬로 설치하여 운전할 수 있도록 설계되어 있음. Vattenfall은 50 kW의 초기 시제품을 제작하여 건물내 60실 정도의 냉방을 보급하고 있는 상태임. COP는 0.8 정도로서 65oC 저온을 열원으로 사용할 수 있음

TU berlin에서 개발중인 마이크로 모듈러 흡수식 냉동기 (소형, 대형)

○ (시사점) 국내의 전통적인 집단에너지 공급 기술은 20~30년전에 유럽 등지에서 적용되던 보급 모델로 국내에서도 80년대 후반 처음 도입된 이후, 큰 기술적 변화 없이 안정적인 열 에너지 공급의 사업모델로 보급이 활발하게 이루어지고 있으나, 최근 들어 여러 사업환경 변화에 따라 시장의 보급이 급격히 정체되는 추세를 보임에 따라 현재의 사업모델 이후의 성장동력과 관련한 신기술 도입의 필요성이 급격하게 대두되고 있음. 특히 난방시장의 신규수요 창출이 어려운 가운데 전력수요의 증가 없이도 잉여열을 사용할 수 있는 흡수식 지역냉방 시스템 보급에 매우 관심이 높은 상태임. 이러한 해외 기술을 도입하여 실증 사업등을 수행하는 경우 사업 확대에 많은 도움이 될 수 있을 것으로 판단됨

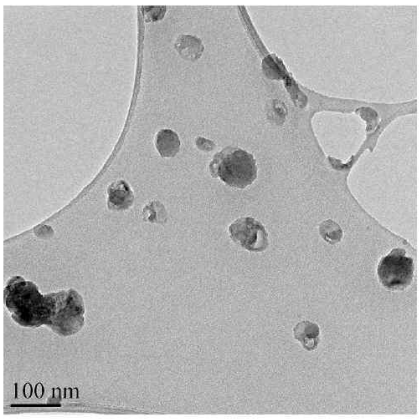
□ 핀란드, 버블링 유동층 보일러 배출 에어로졸입자의 물성분석

- European Aerosol Conference 2013, 2013. 09. 01 -

○ (현황) 최근 바이오매스와 폐기물 연소를 통한 에너지생산 노력이 전세계적으로 이루어지고 있으나, 바이오매스 연소나 폐기물 소각에서 발생된 회분은 발전설비에 다양한 문제를 야기함. 그 중 가장 잘 알려진 문제는 알칼리 염소 침착에 따른 수퍼히터의 고온부식 문제임. 또한 바이오매스 연료와 다양한 폐기물 연료의 활용이 증가할수록 연소공정에 대한 연구와 부식방지 연료첨가제 개발에 대한 요구가 증가되고 있음

○ 최근, 핀란드의 Tampere 대학, Metso Power, 그리고 VTT 연구센터에서는 SRF(solid recovered fuel), 나무껍질, 슬러지, 그리고 피트(peat)의 혼합연료를 버블링 유동층 보일러에서 연소하였을 때 발생되는 비산재(fly ash)의 밀도, 형상 및 크기분포를 측정하는 연구를 수행함. 또한 고온부식 방지를 위해 사용된 황산철의 사용이 비산재의 물성에 미치는 영향을 분석함

- 버블링 유동층 보일러의 슈퍼히터에서 샘플링된 비산재 입자는 SMPS, ELPI, TEM 등을 통해 분석되었으며, 500nm 이하에서 두 개의 피크(peak)을 갖는 크기분포를 보였으며, 코어쉘형태의 입자도 확인되었으며, 밀도는 1.4g/cm3로 확인됨. 부식방지 첨가제 투입시에 입자의 크기와 밀도는 감소하는 것으로 나타남



[비산재입자 TEM사진]

○ (시사점) 바이오매스, 폐기물의 연소를 통한 에너지화의 확대를 위해서는 발생하는 비산재에 기인한 문제들이 해결되어야 하며, 이를 위해서는 다양한 연소조건에서 발생되는 비산재 입자의 물성 및 화학적 조성에 대한 정보가 확보되어야 할 것임