

# 세계 에너지기술개발 월간동향 [12月]

2012. 12



## 목 차



|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| I. 미주 .....                                                                    | 1  |
| ◇ 美, CSP 운전 온도 상승을 위한 대체 열전달 유체 연구 .....                                       | 1  |
| ◇ 美, 탄소배출감축 목표량 설정 유보 .....                                                    | 2  |
| ◇ 美 Aker Clean Carbon, 연소 후 포집공정의 아민 대기 방출 제어<br>기술 개발 .....                   | 3  |
| ◇ 美, 미국 항공사의 EU ETS 관련 보호법 승인 .....                                            | 4  |
| ◇ 美, 캘리포니아주 전기차의 메카로 부상할 예정 .....                                              | 5  |
| ◇ 美, 산화-환원 전기화학적촉매로서 향상된 활성과 안정성을 갖는<br>intermetallic Pt-Co 코어-셸 나노입자 개발 ..... | 6  |
| ◇ 美 ORNL, Simple lignin-based thermoplastic 전환 공정 개발 ....                      | 7  |
| ◇ 美 DOE, 미세조류로부터 sustainable energy 생산 연구 지원 ...                               | 8  |
| ◇ 美 Rice대, 나노입자와 태양에너지로 스팀생산 기술 개발 .....                                       | 9  |
| ◇ 美 JBI, 셀룰로오스계 바이오연료에서 크실란 추출 기술 개발                                           | 10 |
| ◇ 美 ADA-ES, 고체 흡수제 이용 연소후 CO2 포집기술개발 .....                                     | 11 |
| ◇ 美, Smart meter 보급률 증가추세 .....                                                | 12 |
| ◇ 美, 차량용 천연가스 탱크와 펌프의 개발 .....                                                 | 14 |
| ◇ 美, 알래스카에서 메탄 하이드레이트 생산을 위한 드릴링 실시중 ...                                       | 15 |
| ◇ 美, 세일가스 개발에 따른 CCS 기술 전망 .....                                               | 16 |
| ◇ 美, Nanopore 그래핀을 이용한 담수화 .....                                               | 17 |
| ◇ 美, 조류 바이오매스의 탈수를 위한 막분리공정 개발 .....                                           | 18 |
| ◇ 美, Graphene/Nanotube hybrid for energy storage/electrodes ....               | 19 |
| ◇ 美, 나노섬유를 이용한 FO/PRO 멤브레인 개발 .....                                            | 20 |

## II. 유럽 ..... 21

- ◇ 獨, 에너지 계획에서 수소의 중요성 대두 ..... 21
- ◇ 獨, Freiberg 대학 연구진, 고 회재 석탄의 가스화기 모델링 평가 ... 22
- ◇ 獨, BASF사의 이산화탄소 포집기술 개발 전략 ..... 23
- ◇ 네덜란드 Wetsus, capacitive electrode를 이용한 염분차발전 ... 24
- ◇ 아일랜드, 탄소세(carbon tax) 인상 발표 ..... 25
- ◇ 佛, 국내 최초의 태양열 등 재생열연계 지역난방 착수 ..... 26
- ◇ 佛, 에탄올 생산을 위한 이산화탄소 Recycling ..... 28
- ◇ EU, 에코디자인 지침 마련을 위한 시행계획 발표 ..... 29
- ◇ EU, TEN-E 가이드라인에 대한 합의 도출 ..... 30
- ◇ 스위스, 신규 탄소법령(CO2 Ordinance) 승인 ..... 31
- ◇ 英, 수압파쇄법 일시 적용 금지 정책 철회 ..... 32
- ◇ 英, 극저온 에너지 저장장치 pilot plant 단계 완성 ..... 33
- ◇ 노르웨이, PRO membrane을 이용한 에너지 생산 ..... 34

## III. 아시아 ..... 35

- ◇ 日, 촉매활성이 향상된 monolayer-caped Au nanoparticles 개발 · ..... 35
- ◇ 日, Self-heat recuperation technology를 이용한 석탄 건조 에너지 절약 ..... 36
- ◇ 日, 1000호의 주택에 태양광발전, 소프트뱅크의 [우리집발전프로젝트] 개시 ..... 37
- ◇ 日, 아시아 그린 IT를 위한 협력 추진 ..... 38
- ◇ 日 동경이과대, Na ion 전지 용량을 2배로-부극재료에 인산사용 ..... 39
- ◇ 日, CCS Demonstration Project at the Tomakomai Area ..... 40

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ◇ 日 Sumitomo Denko, 차세대 「Redox flow」 양산 .....                                         | 41 |
| ◇ 中, 천연가스 개발 정책 .....                                                                 | 42 |
| ◇ 中, High rate 리튬이온배터리를 위한 Li <sub>4</sub> Ti <sub>5</sub> O <sub>12</sub> 나노와이어 합성 · | 43 |
| ◇ 中, CO <sub>2</sub> 로부터 에탄올을 생산하는 미생물 개발 .....                                       | 44 |
| ◇ 中, New Coal Gasification Technology Development .....                               | 45 |
| ◇ 中, 셰일 가스 채굴 관련 컴퓨터 시뮬레이션 기술 개발 육성 ·                                                 | 46 |
| ◇ 싱가포르 A*STAR, 팜유 추출찌꺼기의 당류 전환기술 개발 .....                                             | 47 |
| ◇ 대만, 활성탄을 이용한 고온 이산화탄소 리포밍 기술 .....                                                  | 48 |

#### IV. 기타 ..... 49

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| ◇ BASF, 소듐-공기 전지 개발 .....                                    | 49 |
| ◇ 스마트그리드, 2018년 전기 배터리 제품에 61억 달러 사용 예상<br>.....             | 50 |
| ◇ 2012년 태양광 시장 현황 및 향후 전망 .....                              | 51 |
| ◇ BP, 플로리다 목질계 에탄올 플랜트 건설 계획 취소 .....                        | 52 |
| ◇ 고수분 석탄 건조 시스템, DryFining™ .....                            | 53 |
| ◇ MHI(일)/Southern CO.(미) - 세계최대 500 TPD CO <sub>2</sub> 포집실증 | 54 |
| ◇ 미세조류를 원료로 이용하여 바이오디젤이 아닌 다른 바이오에<br>너지 생산 .....            | 55 |
| ◇ IEA-OES, 해양에너지 개발현황 .....                                  | 56 |

#### V. 해외출장보고서 ..... 57

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| ◇ 대만, Fengchia 대학, 당원료로부터 multi-biofuel 생산 기술 ···· | 57 |
| ◇ Ergos Tech, 일본 Sapporo, PETROBRAS .....          | 58 |
| ◇ 에너지기술 연구동향 (2012 CHP) .....                      | 59 |

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ◇ IEC TC 105 : Standards on fuel cells 현황 .....                                                                             | 60 |
| ◇ University of Duisberg Essen - Laser diagnostics and kinetics studies for the combustion synthesis of nanoparticles ..... | 61 |
| ◇ 인도, 바이오매스 가스화 .....                                                                                                       | 62 |
| ◇ 美, 초임계수 조건에서 고체연료 변환 .....                                                                                                | 62 |
| ◇ 美, 미세조류 광합성반응기 .....                                                                                                      | 63 |
| ◇ 美, 전자장치 냉각기술 .....                                                                                                        | 64 |
| ◇ 에너지기술 연구동향(2012 CHP) .....                                                                                                | 65 |
| ◇ 日, 템프레이트된 카본 -구조, 제원, 응용 .....                                                                                            | 66 |
| ◇ 에너지 수확(harvesting)기술과 세계시장 동향 .....                                                                                       | 67 |
| ◇ 카본재료의 이용 .....                                                                                                            | 69 |
| ◇ FCDIC Fuel Cell symposium 연료전지 기술 개발 현황 .....                                                                             | 70 |
| ◇ 영, Bath 대학의 M. Saiful Islam - SOFC의 새로운 전해질인 Apatite-type silicate/germanate 연구 .....                                     | 71 |
| ◇ 텍사스대학 - 액상 흡수제(PZ) 이용 연소후 CO2 포집기술 개발 ..                                                                                  | 72 |
| ◇ SINTEF - 흡수제 열화 규명 및 억제기술 개발 .....                                                                                        | 73 |
| ◇ 日, Advanced IGCC 기술분석 .....                                                                                               | 74 |
| ◇ 中, QUST, 활성탄, 미세전류 복합사용에 의한 폐수 COD 저감기술 .....                                                                             | 75 |
| ◇ MTG, DMC 공정 개발 연구 .....                                                                                                   | 76 |
| ◇ MHI - 25 MW 급 포집 실증 .....                                                                                                 | 78 |
| ◇ Aker Clean Carbon - 아민 대기 방출 제어 기술 개발 .....                                                                               | 79 |
| ◇ ADA-ES - 고체흡수제 이용 연소후 CO2 포집기술 개발 .....                                                                                   | 80 |
| ◇ Cenovus Energy Inc. - 10 MW CLC 개발 .....                                                                                  | 81 |
| ◇ 차세대 친환경 용매 DMC(dimethyl Carbonate) .....                                                                                  | 82 |
| ◇ 美, Toyota Motor Sales社(USA), 1.1 MW급의 수소연료전지 발전기 가동 .....                                                                 | 83 |
| ◇ 독일의 연료전지 소재 개발 동향 .....                                                                                                   | 84 |
| ◇ 미국 Fuel Cell Seminar 참석 및 PNNL 방문 - SOFC 개발 동향 .....                                                                      | 85 |

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| ◇ A roadmap for graphene .....                        | 86 |
| ◇ 독일 RWE - Nideraussem Pilot에서 개발흡수제 장기 운전 .....      | 87 |
| ◇ 독일 도르트문트 대학 - 상분리 흡수제 개발에 주력 .....                  | 88 |
| ◇ 美 Texas Austin 大, Li-S 전지용 Polysulfide 억제 기술 개발 ..  | 89 |
| ◇ 대만, Fengchia 대학, 당원료로부터 multi-biofuel 생산 기술 .....   | 90 |
| ◇ 스위스 ETH, 고출력·고내구성 자립막식 $\mu$ -SOFC 기술 개발 ..         | 91 |
| ◇ 유럽 PV CYCLE, 폐 태양광 모듈의 Recycling Obligation 대응방안 .. | 92 |
| ◇ EU의 바이오연료 정책 .....                                  | 93 |
| ◇ 독, 재생에너지를 이용한 수소 생산 연구 박차 .....                     | 94 |
| ◇ New Coal Gasification Technology Development .....  | 95 |
| ◇ 태국, 에너지시스템/포트폴리오 분석에 필요한 산업공학기법 ..                  | 96 |

## □ 美, CSP 운전 온도 상승을 위한 대체 열전달 유체 연구

- csptoday.com -

- (현황) 열역학적 싸이클을 바탕으로 전기를 생산하는 태양열 발전(CSP)에서 열전달 유체의 운전 온도가 상승하면 발전 효율도 향상됨. 최근에 용융염과 액체 금속을 고온에서 열전달 유체로 사용하는 연구가 진행이 되고 있음
  - 기존 CSP 발전소에 사용되는 질산염 중심의 용융염은 550도 이상으로 올리는 데 한계가 있음
  - 미국의 Univ of Arizona, Arizona State Univ, Georgia Tech 연구진들은 150도 이하에서 녹으면서 1000도까지 안정적인 용융염 혼합물 개발을 진행 중. 주로 첨가제가 들어간 Halide Salt의 열역학적/유체역학적 물성을 변경할 예정임. 가격 경쟁력을 위해 kg당 1달러 이하의 용융염이 되는 목표를 갖고 있음
  - 한편, UCLA, UC Berkeley, Yale Univ 연구진들은 부식에 강한 스테인리스 스틸에 니켈 합금을 첨가하는 방법으로 100도 이하 어는점과 800도까지 안정한 액체 금속을 연구
  - 다양한 조합에 대한 검색을 통해 바람직한 물성을 갖는 액체 금속을 찾아내고, 고온에서 액체 금속이 구조물과 반응하지 않는 방법을 탐구할 계획임
- (시사점) 장기적 관점에서 미국정부가 지원하는 대학 중심의 기초 연구이지만, 성공할 경우 파급효과가 클 것으로 판단됨. 고온에서 열전달 특성이 좋은 대체에 대한 연구이므로 비단 CSP 뿐만 아니라 다른 다양한 분야에 적용이 가능할 것임

## □ 美, 탄소배출감축 목표량 설정 유보

- reuters.com, 2012. 11. 28 -

- (현황) 제18차 UN 기후변화총회(11.26~12.7, 카타르 도하)에서 자국의 온실가스 배출 감축 목표량을 늘릴 것을 거부
  - 동 회담의 미국 대표인 Jonathan Pershing은 “Barak Obama 대통령은 지난 '09년에 발표된 '20년까지 '05년 대비 17% 감축 목표량을 유지하고자 한다”고 밝힘
  - 개발도상국들은 선진국들의 교토체제 참여와 새로운 협약 체결 필요성을 촉구 중이나 캐나다, 일본, 러시아 등 일부 선진국들은 여전히 미온적 입장을 견지
- (시사점) 금번 총회는 선진국과 개발도상국간의 입장차를 재차 확인할 수 있었던 자리였으며, 여전히 합의를 도출하기까지 험난한 과정이 있음을 알 수 있음. 한국은 개발도상국에 포함되지만, 선진국의 경제력을 보유한 중간 국가 입장으로 균형적 외교전략이 필요함



## □ 美 Aker Clean Carbon, 연소 후 포집공정의 아민 대기 방출 제어 기술 개발

- GHGT-11 Conference, 2012. 12 -

- (현황) ACC (Aker Clean Carbon)는 CO<sub>2</sub> 포집 공정에서 발생하는 아민, 아민 열화물 등 오염물질의 대기방출을 제어하기 위한 기술을 개발하였음
  - 해당기술은 anti-mist 설계와 pH controlled polishing을 접목한 기술로 NCCC의 MTU (Mobile Test Unit, 1,000 Nm<sup>3</sup>/h)에서 파일럿 테스트가 수행되었음
  - 30% MEA를 이용한 테스트 결과, ACC의 아민 배출 제어 기술을 적용 시 대기 중으로 방출되는 오염물질의 대부분이 제거되었음
- (시사점) 흡수제의 성능 이외에도 공정에서의 장기적인 안정성에 대한 관심이 높아지고 있으며, 환경영향 평가 및 유해물질 배출 억제 기술 개발을 통하여 사회적 인식 제고에 대한 노력이 이루어지고 있음

## □ 美, 미국 항공사의 EU ETS 관련 보호법 승인

-pointcarbon.com 2012. 11. 30.-

- (현황) Barack Obama 미국 대통령은 11.27(화) 'EU의 역내 출항 항공사들에 대한 EU 배출권 거래제(ETS, Emissions Trading Scheme) 적용'으로부터 미국 항공사를 보호하는 법안에 서명
  - 미국 교통부 장관이 필요하다고 여길 시, 동 법안을 통해 미 항공사들을 EU ETS로부터 보호 가능
  - 미국, 중국, 러시아는 EU 역내 운항 항공사들에 대한 EU ETS적용에 대해 반대해왔으며, 이에 따라 EU는 11.16(금) 동 정책적용을 1년간 유예하기로 결정
  - 미국 정부는 국제민간항공기구(ICAO)\*의 방침에 따라 탄소배출 감축방안을 도출할 예정
- \* CAO(International Civil Aviation Organization) : 세계 항공업계의 정책과 질서를 총괄하는 UN산하 전문기구
- (시사점) 유럽에 취항하는 국내 항공사들도 EU ETS로부터 보호할 수 있는 제도를 확인할 필요가 있으며, 국제민간항공기구의 방침을 준수하는 탄소배출 감축방안 도출이 필요함

## □ 美, 캘리포니아주 전기차의 메카로 부상할 예정

-globalwindow.org 2012. 11. 30.-

- (현황) 캘리포니아 대기자원위원회(CARB)는 금년 3월에 '배기가스 무배출 차량에 대한 규정'을 통과시킴
  - 동 규정에 따르면, 2050년까지 캘리포니아주에서 판매되는 전 차량의 온실가스 배출량이 '90년 배출량 대비 80% 이하로 감소되어야 함
  - 또한 '25년까지 캘리포니아주 판매 차량의 140만 대 이상, 즉 신차 전체 판매량 중 15.4%를 배기가스 무배출 차량으로 대체
  - 캘리포니아주는 미국 전체 자동차 시장의 10%로 큰 비중을 차지하고 있어 자동차 제조사들은 전기차와 수소전기차 등 친환경 고연비 차량 판매를 증가시켜야 함
  - 자동차 제조사들은 캘리포니아주의 행정조치 준수 위해서 전기차 가격을 낮게 책정할 예정이어서 전기차 구매를 긍정적으로 검토하는 소비자 증가할 전망
- (시사점) 전기차 보급확대를 위해서는 강제적 규제와 제도적 보완이 함께 이루어져야 하며, 결국 소비자의 구매매력도를 높이기 위해서는 경제성 확보가 가장 선결되어야 할 과제임. 수송분야에서 온실가스 감축목표를 달성하기 위해서는 친환경/고연비 차량 보급확대가 해결책임

## □ 美, 산화-환원 전기화학적촉매로서 향상된 활성과 안정성을 갖는 intermetallic Pt-Co 코어-셸 나노입자 개발

- Nature Materials, 2012.12 -

- (현황) 지금까지 연료전지용 산화-환원 반응을 위해 Pt-metal 촉매로 사용된 재료는 대부분이 disordered structure를 갖는 alloy에 한정되어 있었음
  - Cornell University는 Pt 셸과 ordered structure를 갖는 intermetallic Pt<sub>3</sub>Co 코어로 구성된 새로운 2-3 nm의 입자를 합성하는데 성공하였으며, 이에 대한 활성과 안정성을 평가하였음
- (시사점) 기존의 Pt/C 뿐만 아니라 disordered structure를 갖는 Pt-Co alloy들과는 달리 mass activity에 있어서는 200%, specific activity에 있어서는 300%의 향상된 결과를 보였으며, 5,000 potential cycling test에서도 아주 작은 활성 저하를 보였음
  - 본 연구에 대한 면밀한 검토를 통해 본원의 전기화학촉매 분야에 적용할 방안을 도출할 필요가 있을 것으로 판단됨

## □ 美 ORNL, Simple lignin-based thermoplastic 전환 공정 개발

- Green Chemistry, 2012.12.1.

- Green Car Congress, 2012.12.1

- (현황) ORNL(Oak Ridge National Laboratory)는 펄프부산물인 리그닌(50 백만톤/년)으로부터 열가소성물질 전환을 위한 단순 공정 개발함
  - 기존의 lignin-derived polymer의 경우, 열경화하거나 부서지기 쉬운 특징을 가지고 있음. 이는 펄프공정 중 화학적처리를 통해 분해된 저분자량의 리그닌을 사용하여 발생하는 높은 가교 밀도 (crosslink density)와 관련이 있음
  - 본 공정에서는 단순한 crosslinking chemistry를 통해 저분자량의 리그닌으로부터 고분자 리그닌을 복원하고, 이를 recyclable thermoplastics 합성에 이용함
- (시사점) 바이오매스의 부산물로 여겨졌던 리그닌이 기존의 리그닌계 폴리머의 한계를 넘어 진보된 리그닌계 폴리머 생산이 가능함을 보여줌으로써, 앞으로 리그닌이 연료나 고부가가치 화학원료의 유용한 플랫폼으로 적극 활용될 수 있음을 시사함

## □ 美 DOE, 미세조류로부터 sustainable energy 생산 연구 지원

- Stevens Institute of Technology, 2012.12.6

- (현황) DOE, 미세조류로부터 가격경쟁력이 있는 고효율 바이오연료 생산기술 확보를 위한 연구 지원 (\$650,000)
  - 바이오연료 전환기술은 (1) 미세조류 오일 추출, (2)오일의 정제, (3) 디젤생산을 위한 탈산소공정으로 구성됨
  - 본 연구는 "a new commercially viable process" 개발을 목적으로 (1), (2) 기술에 대해서 SRS Energy가 수행하며, (3)의 기술에 대해서는 BASF사와 함께 상기 기관이 수행할 예정임
  - 경제성있는 상용공정(디젤 35,000배럴/일) 확보 시, 기존의 석유계 디젤과 비교시 경쟁력을 갖는 약 \$2.8/갤런의 생산비용이 들것으로 분석함
- (시사점) 현재, 미세조류로부터 연료생산을 위한 많은 연구가 진행되고 있으나 경쟁력있는 기술이 확보되지 않았음. 특히, 오일의 탈산소공정은 challenging step으로 추적형 연구가 아닌 국내 독자기술개발이 가능한 기술임

## □ 美 Rice대, 나노입자와 태양에너지로 스팀생산 기술 개발

- Chemical & Engineering News, 2012.11.21 -

- (현황) 물이 액체에서 기체로 상변화가 일어나기 위해서는 외부에서 많은 에너지를 도입하여야 하는데, 물을 끓이지 않고 나노입자와 태양에너지를 이용하여 스팀을 생산하는 기술이 Rice대학 연구팀에 의하여 개발됨
  - 이 기술은 외딴 곳에 위치하여 정화가 어려운 곳의 환경 개선에 적용될 수 있을 것으로 기대하고 있음
  - 연구진들은 빛에너지를 흡수하여 액체로 빠르게 열을 전달하는 기술의 개발에 노력하여 왔다. 나노입자는 실리카성분을 중심에 두고 외부에 금을 입힌 것으로서 투명 튜브에 주입함
  - 이 튜브를 얼음에 담근 후 태양 빛에 노출을 하였을 때 5초 만에 스팀이 발생하였다고 보고함
- (시사점) 흡수된 태양 빛은 표면의 전자를 활성화시켜서 급속한 온도 상승을 유발하며, 82%의 태양빛이 흡수되면 직접 스팀 생산으로 이어지는 것으로 결과가 발표
  - 이 기술은 미세조류를 이용하여 기름을 얻고자 하는 연구에서 애로기술로 대두되고 있는 탈수-건조 기술에 적용될 수 있을 것으로 기대됨
  - 태양에너지를 이용하여 조류를 포함하는 슬러리에서 물을 증발시킨다면 경제성에서 획기적인 진보가 이루어질 수 있을 것임

## □ 美 JBI, 셀룰로오스계 바이오연료에서 크실란 추출 기술 개발

- EcoSeed, 2012.11.15 -

- (현황) 미국 DOE의 협력연구소인 JBI(Joint BioEnergy Institute)에서는 크실란은 더 쉽게 추출하는 기술을 개발하여 탄수화물이 당으로 더 잘 분해될 수 있게 하였다고 발표함
  - 크실란은 식물 세포벽을 구성하는 성분의 하나로서 셀룰로오스 다음으로 풍부하게 존재하지만 바이오연료의 생산을 위하여 제거되어야 하는 것으로 알려져 있음
  - JBI에서는 연구를 통하여 XAX1이라는 유전자가 크실란이 추출되는 것을 방해한다는 사실을 발견하였으며, 쌀에서 만든 돌연변이를 사용하여 XAX1을 제거함으로써 크실란이 쉽게 제거되었고, 반응성이 60% 이상 증가하였다고 보고함
- (시사점) 풀과 같은 비식용 바이오매스에서 생산되는 바이오연료는 신재생에너지이자 탄소중립적일 뿐 만 아니라 식량부문과의 경쟁도 피할 수 있으므로 이번 연구는 인류가 청정 에너지를 확보하는 과정에서 진일보한 결과로 판단됨



## □ 美 ADA-ES, 고체흡수제 이용 연소후 CO<sub>2</sub> 포집기술개발

- GHGT-11, 2012.12 -

### ○ (현황) 1 MWe급 파일럿 규모 연소후 CO<sub>2</sub> 포집공정 개발

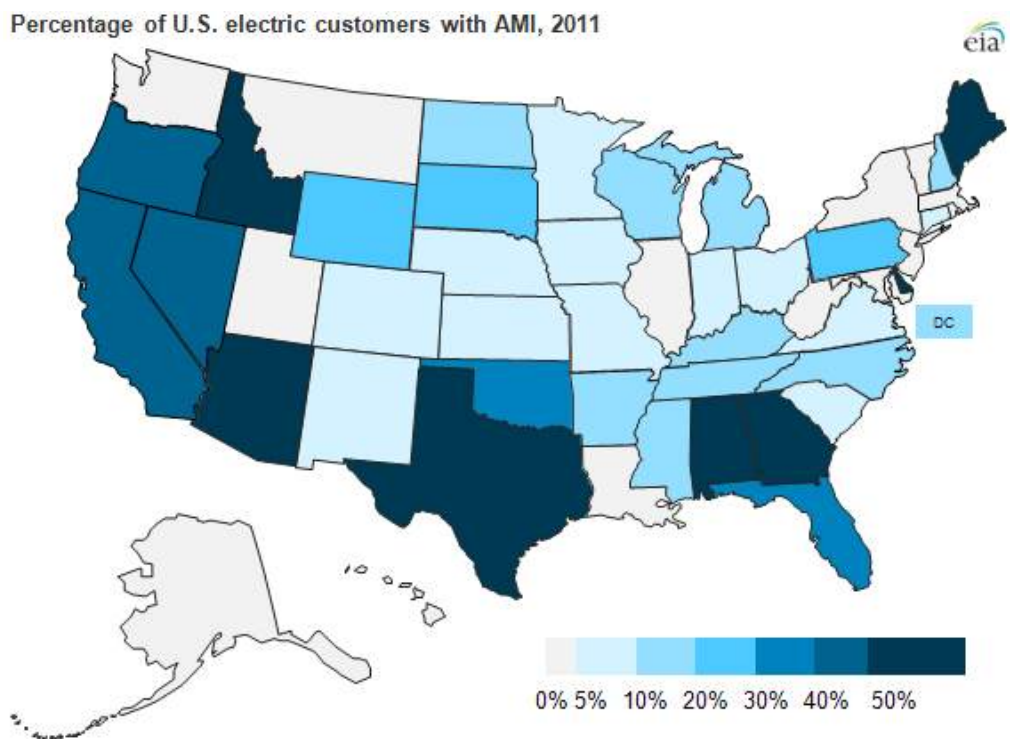
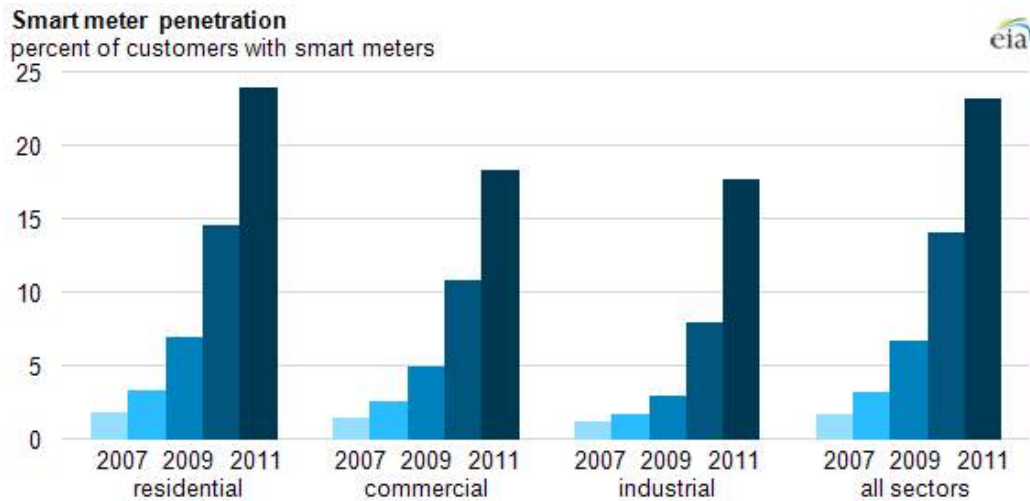
- 1단계 연구결과를 통해 500 MW 공정 개념설계 및 고체입자 선별 작업을 완료하고, 현재는 2단계로 1 MWe 파일럿 규모 공정을 미국 Southern Company - Alabama Power Co. Plant Miller에 설치할 예정임
- 1 MWe 파일럿 규모 공정 적용을 위한 고체 아민 입자의 Langmuir Isotherm 및 반응기 기체유속에 따른 열전달계수 분석을 수행함
- CO<sub>2</sub> 회수효율 90% 수준을 목표로 1 MW 공정을 설계하고 있으며, 회수효율을 높이기 위해 entrained flow 형태의 반응기가 아닌 다단 유동층 형태의 CO<sub>2</sub> 흡수반응기로 개념을 정립함

### ○ (시사점) KIER의 10 MW 건식흡수제 이용 CO<sub>2</sub> 회수공정 개발에 많은 관심을 보이고, 규모 및 성능 측면에서 상당히 도전적인 자세로 연구개발을 수행하고 있음

## □ 美, Smart meter 보급률 증가추세

- US Energy Information Administration, 2012.11.01 -

- (현황) 스마트 그리드에서 상호간 정보교환에 필수요소인 스마트 미터의 보급이 확대되고 있음
  - 2011년 말 기준으로 3천3백만 가구가 스마트 미터를 보급하고 있으며, 2012년 1월부터 8월까지 3백만 가구가 추가로 스마트 미터를 설치한 것으로 보고되었음
  - 스마트미터 혹은 AMI (Advanced Metering Infrastructure)는 실시간 혹은 유사 실시간 측정을 하며, 정전 및 전원품질에 대한 모니터링을 포함한 가정용 전자제품의 작동을 도와주는 역할을 하고 있음
  - 이에 반해 AMR(Automated Meter Reading)로 불리는 일방향 미터의 경우 2011년에 그 보급대수가 처음으로 줄고 있는 추세임
  - 스마트 미터로부터 제공되는 정보를 통해 정전 등 위급상황에 대해 보다 빠른 대처가 가능하게 되는데, 일례로 미주리주에서 전기선로에 나무가 넘어지는 사고로 1100 세대에 정전이 일어난 사고가 발생하였는데, 이때 스마트미터가 제공한 데이터를 통해 200세대가 59초만에 전원 우회공급을 통해 정전상태에서 회복되는 효과를 본 사례가 있음
  - 미국내 13개의 주에서는 25%를 상회하며, 특히 Maine주에서는 AMI 보급률이 84%를 상회하고 있다. 특이하게 West Virginia주만 법규 등의 문제로 인해 2011년까지 스마트미터가 보급이 안되고 있는 상황임



- (시사점) 현재 스마트 에너지 네트워크 구축에 필수적인 전기 스마트 미터의 보급률이 빠른 속도로 확대되고 있으며, 열 스마트 미터의 보급에 대한 동향에 대한 파악이 필요한 시점임

## □ 美, 차량용 천연가스 탱크와 펌프의 개발

- Automotive Engineering, 2012.12.10 -

- (현황) 차량용 천연가스 사용을 장려하기 위하여 U.S. Advanced Research Projects Agency-Energy (ARPA-e)는 3천만 달러를 연구비로 지원하기로 결정하였으며, 이를 통해 가볍고 저렴한 천연 가스 탱크와 가정용 천연가스 압축기를 개발할 지원함
  - 이에 Dane Boysen (Program Director at ARPA-e)은 경량 탄소 섬유 압력 용기는 고가의 필라멘트 와인딩 방법을 사용하여 제작이 가능한 것으로 밝힘. 이외의 탱크 제조방법으로는 천연가스를 흡착할 할 수 있는 물질을 사용하는 가스 탱크 개발도 프로그램의 지원을 받고 있음
  - 펌프의 경우, 미국에 천여개의 천연 가스 충전소가 있으나 가정용으로 천연가스를 사용하는 가구가 6천만이기 때문에 집에서 천연가스를 차에 충전할 수 있는 펌프를 개발하려고 하고 있으며, 펌프의 단가를 500 달러로 하려고 노력하고 있음
- (시사점) 셰일 가스로 인하여 천연가스 사용이 지속적으로 확대될 전망이며, 천연가스의 특성상 가솔린 대비 온실가스 배출이 25% 이상 감소되는 장점을 가지고 있어 국내에서도 차량용 연료로의 보급 확대가 요구됨
  - 하지만 미국과 마찬가지로의 문제를 가지고 있어 이에 대한 해결책 마련을 위한 정책 및 연구 지원이 필요함

## □ 美, 알래스카에서 메탄 하이드레이트 생산을 위한 드릴링 실 시중

- NBC 뉴스, AP통신, 2012.12 -

- (현황) 미국에서 새롭게 주목받고 있는 셰일가스로 인해 그 무게감이 떨어지기는 했으나 천연 하이드레이트로부터의 메탄생산은 대부분의 아시아 국가들에게 큰 매력이 있는 자원임. 대다수 하이드레이층 확보 국가들은 해안에 부존되어 있으나 미국 알래스카는 유일한 육상지역으로, 현재의 드릴링 기술만으로도 충분히 생산 가능한 것으로 알려짐
  - 미국 NETL과 노르웨이 University of Bergen, 그리고 ConocoPhillips는 공동으로 lab test부터 시작해서 field test까지 천연 하이드레이트로부터 메탄을 생산하는 새로운 기술을 2008년부터 개발해 알래스카 북서면 Prudhoe Bay에서 하이드레이트층에 드릴링을 실시하였음을 발표
  - 천연 하이드레이트층에 CO<sub>2</sub>를 주입하여 저장하고 메탄을 생산하는 개발방법은 온실가스 저장, 천연가스 생산이라는 두 가지 목적을 동시에 달성할 수 있는 매력적인 기술
- (시사점) 해안에 부존된 천연하이드레이트층을 보유한 한국의 경우, 자국 상황에 맞는 생산기술을 개발해야 하며 CO<sub>2</sub> 주입을 통한 온실가스 저장 및 메탄 동시생산을 시도해 볼 만한 것으로 보임
  - 2013년 4월 실시될 알래스카에서의 본격적인 테스트 결과를 보며 기술개발을 추진해 볼 수 있을 것임

## □ 美, 셰일가스 개발에 따른 CCS 기술 전망

- KCRC Issue Report, 2012.12 -

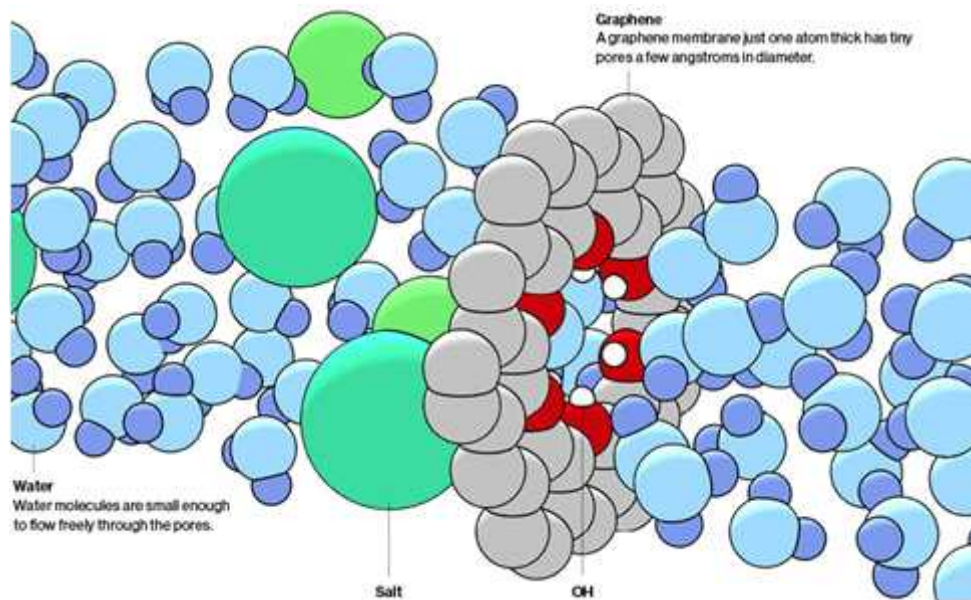
- (현황) 셰일가스 개발에 따라 채굴과정에서 누출되는 메탄에 의한 온실가스 배출 문제가 단시일에는 더 큰 문제를 일으킬 수 있음
  - 2009년 국가연구 평의회(National Research Council)는 셰일가스 추출 시 배출되는 온실가스가 재래식 천연가스로부터 배출되는 것보다 크다고 보고
  - 2010년 5월 학회회장단 평의회(CSSP, Council of Scientific Society Presidents)<sup>1)</sup>는 셰일가스가 지구온난화를 가속화시킬 수 있다는 점을 오바마 대통령에게 서신 전달하였으며, 코넬대 Howarth 교수는 셰일가스를 채굴하는 과정에서 누출되는 메탄의 양은 20년의 시간으로 고려할 경우 석탄에 비해 약 1.4~3배 더 높은 온실효과를 보이고 있다고 지적함
  - 하지만 캐나다 CanmetENERGY 소속의 Jinsheng Wang은 장기간을 고려한다면 석탄보다 셰일가스의 온실가스 효과는 낮으며, 단기간을 고려하여도 채굴과정에서 메탄의 누출을 방지할 수만 있다면 온실효과를 낮출 수 있다고 설명
  - 아울러 셰일가스 채굴과정인 수압파쇄법과 수평굴착법으로 얻어진 폐가스정은 CCS를 위한 최적의 저장소를 제공 가능
- (시사점) 향후 미국은 가스 발전으로 배가스 이산화탄소 농도를 낮춰서 CCS를 장착하지 않은 발전을 신규발전에 적용하면서 동시에 기존 화력발전소에서 포집한 이산화탄소는 폐 셰일가스 정에 저장하는 정책을 추진할 것으로 사료됨

1) 과학 관련 학회 회장단 모임

## □ 美, Nanopore 그래핀을 이용한 담수화

- 2012.10.24, MIT Technology Review (Nano Letters, 12, 3602, 2012)-

- (현황) 미국 MIT 소속의 연구진은 nanopore를 가진 그래핀이 해수 담수화에 매우 효과적이라는 MD 계산 결과를 발표



- Nanopore 구조를 가진 그래핀은 현재 가장 많이 사용되고 있는 담수화 공정 (RO: Reverse Osmosis)에 비해 에너지 소비가 적으며, 비용이 싸고, 처리속도가 빠르기 때문에 앞으로 요구되는 담수화 설비에 적합
- 하지만, 현재는 이론적인 결과만이 존재하며, 실험적인 검증이 요구되는 상황
- (시사점) 해수담수화 기술에 나노기술을 응용하는 새로운 접근법이 필요하다는 것을 시사
- 적극적인 연구개발과 투자를 통하여 해수담수화 기술을 육성할 필요가 있음

## □ 美, 조류 바이오매스의 탈수를 위한 막분리공정 개발

-International Algae Congress, 2012.12.4-

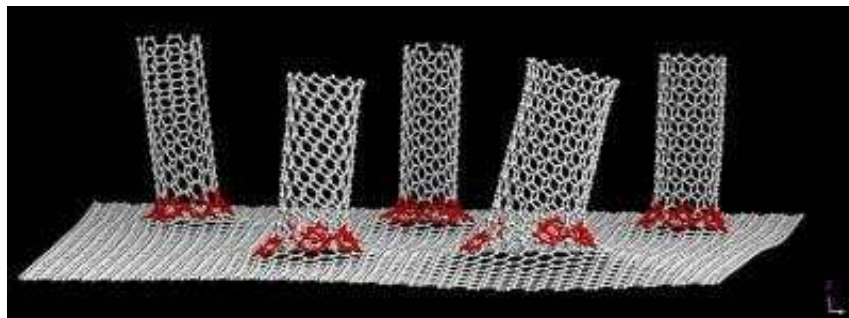
- (현황) 최근 화석연료 대체 및 탄소발생 저감을 위해서 조류 바이오매스(Algae Biomass) 배양 및 상업화 관련 연구가 각광을 받고 있음
  - 성공적인 조류 대량 배양을 위해서는 에너지를 적게 소모하며 효율적인 바이오매스 탈수가 가능한 기술을 개발하는 것이 중요함
  - 이러한 문제를 해결하기 위해서 미국의 "Pall"사는 막기반 조류 분리 및 농축 필터(Membrane-based algae separation and concentration filter, ASCF) 기술을 개발하였으며 이를 이용하여 효과적인 바이오매스 탈수 및 분리를 가능케 함
  - ASCF 기술은 우수한 재생능력을 지닌 중공사막(hollow fiber membrane)을 사용하여 상업용 규모로 확장이 가능하고, 조류 바이오매스를 생산하는 동안 막오염 문제가 발생하지 않는 장점이 있음
- (시사점) 조류 바이오매스를 농축하기 위한 시스템은 에너지를 많이 소비할 가능성이 있으며, 배양된 조류에 포함된 에너지보다 적은양의 에너지를 소비하는 추출 및 탈수 공정의 최적화가 난제로 알려져 있음
  - 그래서 조류 공정의 상업적인 규모 확대를 위해서는 경제적인 바이오매스 추출 및 탈수 통합 시스템의 지속적인 기술개발이 절실한 상황임



## □ 美, Graphene/Nanotube hybrid for energy storage/electrodes

- Nature Communications, Nov. 27-

- (현황) supercapacitor와 같은 에너지 저장/발전 관련에서 key factor는 massive 표면적 및 낮은 저항
  - RICE 대학의 Tour group에서는 최근 2차원의 graphene에 Nanotube를 3차원적으로 제작함 (공유결합)



- Seamless hybrid는  $2,000 \text{ m}^2/\text{g}$ 의 매우 높은 표면적을 가짐
  - 기존의 metal electrode에 고착화된 nanotube의 경우에는 계면에서 electronic barrier가 발생하는 문제점을 가지고 있지만, 본 구조는 기존 재료와 비교 시, 저항적인 변화를 찾아볼 수 없음 (No resistance)
  - Robert Hauge 및 Tour group에서는 지난 10년간 nanotube 성장 관련하여 오랜 연구를 진행하여, 본 결과물을 얻음
- (시사점) RED, ED, FCDi, CDi, Redox storage 등 전극을 필요로 하는 system에 적용가치가 높을 것으로 예상되어, 발빠른 기술 습득/향상이 필요하다고 사료됨

## □ 美, 나노섬유를 이용한 FO/PRO 멤브레인 개발

- Desalination, 2013. 01 -

- (현황) 미국 예일 대학과 매사추세츠대학교 애머스트 연구팀은 해수 담수화 FO(Forward Osmosis)/PRO(Pressure Retarded Osmosis) 공정 효율 향상을 위해 나노섬유를 이용한 멤브레인을 개발
  - FO/PRO 멤브레인은 지지층과 활성층으로 구성되어 있으며, 지지층의 구조는 내부 농도 분극 현상을 줄이는 데 중요한 역할을 함. 연구진은 Electrospinning 및 상 분리 방식을 이용하여 나노 섬유 형 지지체가 합성된 Electrospun thin-film composite (eTFC) 멤브레인을 제조함
  - eTFC 및 상용 Wet-laid thin-film composite (wITFC) 멤브레인의 nanofiber 직경은 각각 340 nm (두께: 30  $\mu\text{m}$ ) 및 21  $\mu\text{m}$  (두께: 28  $\mu\text{m}$ )로, eTFC의 경우 Delamination 현상에 대한 저항성이 우수함
  - eTFC의 투수성과 염 투과성은 각각  $1.13\text{Lm}^{-2}\text{h}^{-1}\text{bar}^{-1}$ ,  $0.23\text{Lm}^{-2}\text{h}^{-1}$ 으로 기존 상용 wITFC 멤브레인에 비해 성능이 뛰어나고 기계적인 강도도 우수함
- (시사점) 세계적으로 FO/PRO 공정 효율을 높이기 위한 멤브레인 합성 연구가 활발히 진행되고 있기 때문에, 국내에서도 분리막의 성능과 물리적인 강도를 향상시키기 위한 다양한 연구와 지원이 필요한 상황임

## □ 獨, 에너지 계획에서 수소의 중요성 대두

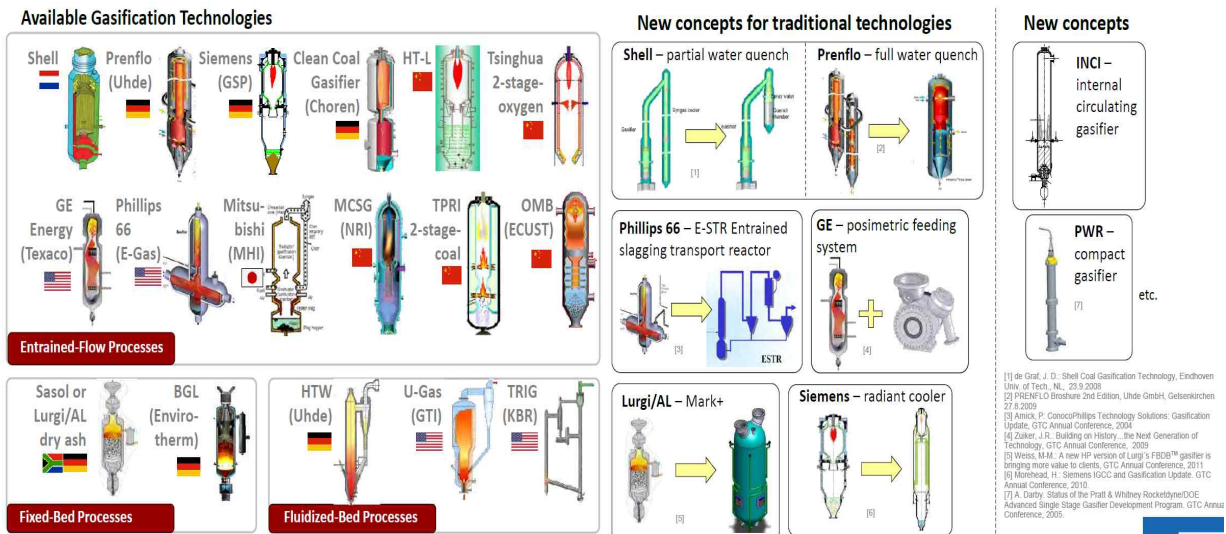
- [www.technologyreview.com](http://www.technologyreview.com), Kevin Bullis -

- (현황) 독일은 2020년까지 전기수요의 1/3, 2050년까지 80%를 재생에너지로부터 얻을 계획으로 이러한 계획의 실현을 위한 가장 중요한 요소는 대량의 전기 저장임
  - 독일에서 생산되는 풍력발전 전기의 20%가 적절한 송전이 안 되어 소진되고 있으며, 양수발전으로 저장 가능한 전기는 40GWh임
  - 이 용량은 고작해야 재생에너지로 생산되는 전기를 1시간가량 저장할 수 있는 용량으로 저장수단으로 활용가능성이 낮음
  - 하지만, 천연가스탱크나 파이프라인에 수소를 일부 혼합하는 것만으로도 현재 생산되는 2주 분량의 재생에너지를 수소로 저장 가능하여 향후 수소가 에너지계획상에서 중요한 역할을 할 것으로 기대
- (시사점) 재생에너지로부터 생산되는 전기에너지를 이용하여 수요 전력을 공급하려면 에너지 저장 시스템이 필요하며 그 중 수소는 매우 중요한 역할을 할 것으로 기대됨
  - 우리나라와 같이 가스터빈을 이용한 복합화력발전설비가 많이 설치된 경우 재생에너지를 기반으로 생산된 전기를 이용하여 수소를 제조하고, 발전시 천연가스-수소 혼합연료를 사용하는 것만으로도 화석연료의 사용을 상당량 줄이 수 있을 것임

## □ 獨 Freiberg 대학 연구진, 고 회재 석탄의 가스화기 모델링 평가

- 5th International Freiberg Conference on IGCC & Xtl Technologies, 2012.5.21 -

- (현황) Freiberg 대학 연구팀은 현재까지 개발된 가스화기들을 비교하고, 고 회재를 포함하는 석탄에 적합한 가스화기를 찾기 위하여 genetic modeling과 단일 평형 계산 결과를 통하여 온도, 탄소전환율, 냉가스 효율과 같은 결과를 얻었음



- 대상탄으로는 회재함량이 25%인 남아공탄을 사용하였으며, 운전 조건은 IGCC와 유사한 조건이 사용되었음.
- 결과적으로 INCi concept가 냉가스 효율이나 합성가스 효율이 가장 높은 것으로 나타났음.
- (시사점) 기존 석탄 가격이 증가함에 따라 가격이 비교적 저렴한 고 회재 석탄을 이용한 기술이 각광받고 있음
  - 최근 새로운 concept의 가스화기들이 개발되고 있으며 이러한 가스화기들은 냉가스 효율, 합성가스 품질이 더 우수하며 고 회재 석탄에도 적용가능하다는 것이 modeling 결과 나타남

## □ 獨, BASF사의 이산화탄소 포집기술 개발 전략

- 4th EuCheMS, 2012.12 -

- (현황) 이산화탄소 포집 분야의 조기 상용화가 가능한 주력 연구 분야와 미래 시장을 선점할 수 있는 혁신 연구 분야로 세분화하여 연구개발을 진행하고 있음
  - 독일 BASF사에서는 연소 후 이산화탄소 포집분야에 적용시키기 위한 OASE<sup>TM</sup> blue 흡수제(재생에너지 2.8GJ/t-CO<sub>2</sub>)를 개발하여 demonstration plant를 가동할 예정이며, 2018년 상용화를 목표로함
  - 2025년 이후의 이산화탄소 포집 시장을 겨냥하여 재생에너지를 MEA대비 42% 수준인 1.7GJ/t-CO<sub>2</sub>로 낮출 수 있는 non-aqueous 흡수제를 실험실 수준으로 연구하고 있음
- (시사점) 연구개발 전략을 빠른 상용화에 필요한 기술과 미래 시장을 위한 기술로 이원화하여 정립하였음. 우리 연구원도 빠른 상용화에만 집중된 연구보다는 일정 부분 미래에 필요한 기술을 선행 연구하는 전략 수립이 필요함

## □ 네덜란드 Wetsus, capacitive electrode를 이용한 염분차발전

- CAPMIX -

- (현황) Wetsus는 해수와 담수의 염분차를 이용한 에너지 회수 기술을 연구 중이며, 역전기투석(reverse electro-dialysis, RED) 발전기술 이외에도 capacitive electrode를 이용한 에너지 회수 기술을 다양하게 연구 중임
  - 특히, Wetsus사의 주도하에 6개의 산학연이 모여 2010년 10월부터 CAPMIX 프로젝트가 시작되었고, 총사업비는 3.18 million euro 규모임
  - CAPMIX는 capacitive electrode를 이용한 해양에너지 회수기술을 연구중이며, 6개 세부분야로 전문화된 연구를 주도하고 있음

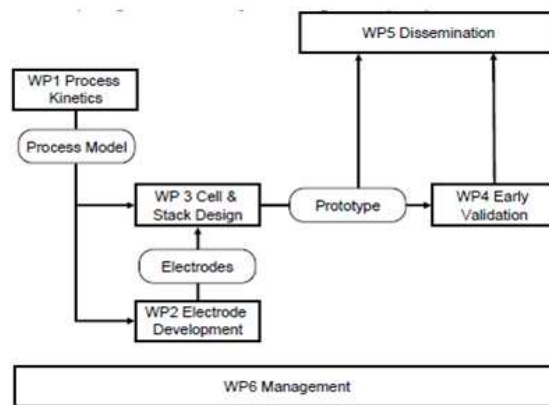


그림 1 CAPMIX 프로젝트의 각 Working project 및 이에 따른 PERT diagram

- (시사점) 선진국을 중심으로 이온분리막과 capacitive electrode를 이용한 전기화학적 hybrid 공정의 개발이 활발히 진행중이며, 특히 wetsus사는 공동연구 프로젝트를 통해 개발속도에 박차를 가하고 있음
  - 연구원 차원에서도 현재 진행중인 염분차발전에 관한 보다 적극적인 지원이 필요한 상황임

## □ 아일랜드, 탄소세(carbon tax) 인상 발표

- ENDS Europe, 2012.12.07 -

- (현황) 아일랜드 정부는 12.05(수) 발표한 2013년 예산계획안에서 환경보전을 위한 탄소세(carbon tax)를 인상할 방침이라고 밝힘
  - 아일랜드는 지난 2010년 가솔린, 디젤, 천연가스 연료에 대하여 탄소세를 처음 도입하였으며, 2012년 해당 연료의 탄소배출에 대하여 톤당 20유로로 탄소세를 인상한 바 있음.
  - 한편 금번 발표에 따르면, 이산화탄소 배출 차량에 대해 높은 세금기준이 적용되며 전기 자동차에 대한 세금은 25% 감소.
  - 또한 석탄(coal) 및 토탄(peat) 의한 연료사용에 대해서도 탄소세가 적용될 예정이며, 2013년 5월 1일부터 석탄 및 토탄에 대한 탄소세는 톤당 10유로, 2014년 5월 1일부터는 톤당 20유로의 탄소세를 부과
  - 한편 아일랜드 환경부는 이로 인하여 2013년 연간 약 6백억 유로의 재정수입이 증가할 것으로 기대
- (시사점) 아일랜드 정부의 탄소감축의지가 신재생에너지 개발을 활성화시킬 것으로 예상되며, 또한 신재생에너지 연구개발 분야에 국내외 기업의 참여를 유도할 것임

## □ 佛, 국내 최초의 태양열 등 재생열연계 지역난방 착수

- Solarthermalworld, 2012.12.4 -

### ○ (현황) 프랑스 남부 Balma-Gramont의 'Eco-district'에 국내 최초로 태양열과 바이오매스 보일러를 연결한 구역열네트워크가 2013년 초반에 완료 예정

- 지역에 필요한 열의 85%를 재생열(바이오매스, 태양열)로 공급하고 태양열은 전체의 15%수준이며, 집열기 루프로 이루어진 태양열집열단지는 주차장 차양용으로도 활용
- 태양열을 적용한 근본배경은 Reglementation Thermique 2012에 의거하여 단위면적당 건물열소비량 제한을 달성하기 위하여 구역난방시스템에 태양열을 적용
- 여름철에는 태양열로만 온수부하 100% 공급 가능 전망
- 태양열집열기 루프는 2개의 회로로 구성되며 설치투과면적은  $444\text{m}^2$ 이고 공칭열출력은  $300\text{kW}_{\text{th}}$ 이며, 시뮬레이션된 연간 열생산량은  $480\text{MWh}(1,080\text{kWh}/\text{m}^2)$ 임
- 집열기 루프는 하나의 긴 매니폴드 헤더 파이프에 여러 히트파이프형 진공관이 연결된 방식이며, 히트파이프헤드는 알루미늄판으로 매니폴드를 감싸는 구조이며 3개의 채널로 연결되어 매니폴드 내부에 구조적 장애요소가 없어 압력손실이 최소화됨
- 태양열집열루프는 일정한 온도의 온수공급용 버퍼탱크( $2\text{m}^3$ )에 연결되며, 구역난방열네트워크에는 각  $12\text{m}^3$ 인 2개의 축열조 설치
- 집열기 루프의 길이는 양방향 각 80m, 총160m이며 2,000개의



2중진공관이 연결되고, 집열루프당 열출력은 약  $100\text{kW}_{\text{th}}$

- 이러한 루프방식으로 설치된 태양열집열 플랜트의 설치단가는 약  $300\text{EUR}/\text{m}^2$ 이며, 태양열에너지요금단가는 약  $0.06\text{EUR}/\text{kWh}$ , 설비 표준화시 약50% 절감가능할 것으로 기대
  - 구역난방에서 필요로 하는 온수의 온도범위는  $55$ 에서  $105^{\circ}\text{C}$ 이며, 태양열집열루프에서 공급가능한 최대온도는 약  $130^{\circ}\text{C}$ 임
  - 이 사업의 집열기공급기업인 SAED Sophia Energy사는 현재 프랑스 내 Juvignac와 Perpignan 등 2곳과 유럽, 중동, 북아프리카에서의 다수의 태양열구역난방 사업을 진행 중임
  - 한편, 금년 여름에 프랑스 구역난방회사들 대상의 설문조사에서는 태양열 구역난방을 위한 사전타당성평가를 받을 용의가 있다는 응답이 약40%정도이었으며, 관심도는 증가추세임
- (시사점) 구역난방 열네트워크에 태양열을 연계함으로써 에너지 절감을 이룰 수 있어 유럽에서는 SDH(Solar District Heating)프로젝트 등과 같은 실적용을 위한 연구노력이 활발히 이루어지고 있어, 관심을 기울일 필요가 있는 재생열공급기술임

## □ 佛, 에탄을 생산을 위한 이산화탄소 Recycling

- GHGT-11, 2012.12 -

- (현황) 지구온난화를 방지하기 위해 2050년까지 장기적인 이산화탄소 감축량은 2000년 수준의 50 ~ 85%를 줄여야 한다는 주장이 제기 되고 있으며 이러한 노력의 일환으로 이산화탄소를 포집하여 연료나 화학물질 생산 원료로 사용할 수 있도록 재순환(recycling)하는 기술에 대한 연구가 진행 중에 있음
  - 프랑스 MINES ParisTech 공과대학의 Chakib Bouallou 등은 이산화탄소와 물의 고온 전기분해에 의한 합성가스( $\text{CO} + \text{H}_2$ )의 생산과 Rh-V 촉매를 이용한 에탄을 생산에 관한 연구를 수행
  - 전체 공정에 대한 경제성 및 에너지 소모량에 대한 시뮬레이션을 수행
- (시사점) 화학물질을 생산하기 위해 가능한 이산화탄소 재순환 경로에 대하여 2가지 단계로 연구를 수행하여 첫 번째 단계에서 SOEC (solid oxide electrolysis cells)를 사용하여 고온에서 이산화탄소와 물의 co-electrolysis에 의해 합성가스( $\text{H}_2 + \text{CO}$ )를 생산하고 두 번째 단계에서 Rhodium-Vanadium 촉매를 이용하여 에탄을 생산하는 방안을 제시함

## □ EU, 에코디자인 지침 마련을 위한 시행계획 발표

- ENDS ; 2012.12.13 -

### ○ (현황) EU 집행위원회는 12.11(화) 에코디자인 지침 마련을 위한 시행계획(working plan)을 발표

- 금번 발표한 시행계획 완성본에서는 샤워기, 수도꼭지와 같은 물 관련 제품(Water-related products)과 와인 저장용 냉장고에 대하여 EU 에코디자인 지침 적용을 위한 우선순위 제품 목록에 추가 등재
- 한편 금번 발표된 시행계획 완성본의 우선순위 목록에 등재된 모든 제품군은 다음과 같음
  - 창문(Window products)
  - 50메가와트 이하의 스팀 보일러(Steam boilers (<50MW))
  - 전력 케이블(Power cables)
  - 기업의 서버, 정보 저장 및 기타 보조 장비  
(Enterprises' servers, data storage and ancillary equipment)
  - 스마트 가전제품 및 미터기(Smart appliances/meters)
  - 와인 저장용 냉장고(Wine storage appliances)
  - 물 관련 제품(Water-related products)
- 집행위는 물 관련 제품에 에코디자인 지침을 적용함으로써 연간 약 885페타줄스(petajoules) 규모의 에너지를 절약할 수 있을 것이라고 전함
- 한편 집행위는 2013년 3월 1일 이해관계자들과의 협의를 통하여 우선순위 목록 제품군의 에코디자인 적용에 의한 기술적, 경제적, 그리고 및 환경적 측면의 영향평가를 시행할 방침이라고 전함

### ○ (시사점) 에너지 기기와 같은 제품의 에코디자인 요구사항 설정을 위하여 자원 및 에너지 효율성과 전 과정의 환경적인 영향에 대해 더 초점을 맞추어 연구개발이 진행되어야 할 것임

## □ EU, TEN-E 가이드라인에 대한 합의 도출

- ENDS, 2012.12.07 -

- (현황) 유럽의회와 유럽이사회의 협상단은 11.27(화) '범유럽 에너지 네트워크(TEN-E, Trans-European Energy Network)'의 개발에 박차를 가할 수 있는 가이드라인의 세부사항에 대한 합의를 도출
  - TEN-E는 EU내 에너지인프라 구축을 통해 EU 에너지시장을 단일화하고 EU의 기후·에너지 목표를 달성하기 위해 설립된 제도임
  - 동 가이드라인에는 '에너지 인프라 구축이 최우선적으로 필요한 유럽내 12지역 목록' 및 '공공이익 프로젝트(PCIs)' 선정과정에 대한 규정이 포함됨.
  - PCIs는 파이프라인구축, 해상풍력단지설립 등 최우선 12지역에서 진행 될 프로젝트로서, 지난 9월 EU집행위가 프로젝트 완료기한을 3년 이내로 할 것을 제안하고 EU의회 에너지 위원회가 이에 동의한 바 있으나 동 협상에서 3년 6개월로 최종 합의
  - PCIs 프로젝트는 EU의 자금조달로 진행될 예정이며, 이번 합의에서 최종 결정된 12지역에서 시행 될 프로젝트 목록은 2013년에 발표될 예정
- (시사점) 세계적으로 효율적인 역내 에너지 시장을 통하여 에너지의 안정적인 공급을 확립하려는 노력이 확대되고 있음
  - 또한 EU 회원국들의 전력·가스시장 등의 개방이 확대됨에 따라 관련 시설 투자에 민간자본 및 재생에너지 관련 기술을 적극 유치하게 될 것으로 예상됨

## □ 스위스, 신규 탄소법령(CO<sub>2</sub> Ordinance) 승인

- ENDS, 2012.12.04 -

### ○ (현황) 스위스 연방내각(Federal Council)은 11.30(금) 2020년까지 이산화탄소 감량목표 달성을 위한 신규 탄소법령(CO<sub>2</sub> Ordinance)를 승인

- 동 법령은 2020년까지 1990년 대비 이산화탄소 배출량 20% 감량을 목표로 하며, 그 내용은 다음과 같음.

- 산업규모에 따른 2020년 이산화탄소 배출 감량목표 분배(건설부분 40%, 운송부분 10%, 산업부분 15%). 또한 동 목표달성이 어려울 것으로 예견되는 경우, 2015년 추가조치를 취할 수 있도록 중간목표 설정
- 2012년 화석연료에 의한 이산화탄소 배출 감량목표가 달성되지 않는 경우, 2014년 1월 1일부터 현재 톤당 36프랑(francs)에서 60프랑으로 탄소세 증가. 한편 현재 탄소법(CO<sub>2</sub> Act)에 의하면 톤당 최대 120프랑의 추가부담금 부과 가능
- 화석연료 부분에 대한 탄소세가 증가하는 경우 건축물의 이산화탄소 배출 감량 촉진을 위해 연간 최대 3억 프랑 지원
- 국제시장에서 경쟁우위를 차지하고 있으며 높은 추가부담금을 부담하는 기업의 경우 탄소세 부과 면제 가능
- 신규 자동차에 대한 이산화탄소 배출 기준은 2012년 기준을 따름
- 탄소세 수익금으로부터 연간 2천5백만 프랑에 해당하는 금액은 저탄소배출 신기술 개발 투자 등을 위한 기술혁신기업에 기술보증기금(technology fund)으로 사용

### ○ (시사점) 탄소법령이 시행됨에 따라 저탄소 기술, 친환경에너지 기술 등의 시장의 규모가 커지게 되어 기술에 대한 투자가 더욱 더 확대될 뿐 아니라 관련 기술 및 제품의 수출이 확대됨에 따라 경쟁도 더 치열해 질 것으로 예상됨

## □ 英, 수압파쇄법 일시 적용 금지 정책 철회

- O&gas Journal, 2012.12.13 -

- (현황) 영국 정부는 한시적으로 시행되었던 수압파쇄법 - 셰일가스를 채굴하는 기술 - 에 대한 일시 적용 금지 정책을 해제하였음
  - 상기 수압파쇄법 적용 금지 정책은 2011년 Poulton-le-Fylde 근처에 위치한 Caudrilla Resuorces Ltd사의 셰일가스 정(해당사의 주장에 의하면 200 tcf가 매장되어 있을 것으로 추정되고 있음) 개발사업과정에서 발생할 수 있는 지각변동등을 정부 차원에서 심도있게 검토하기 위해 시행되었음
  - 지난 1년간의 조사에 의해 수압파쇄법이 지각의 변화를 일으켜서 지진등의 재난과 직접적인 연관이 없음이 밝혀졌음. (가장 큰 지진은 2011년 4월이 발생한 진도 2.3의 지진 이었음)
  - 상기 연구결과를 바탕으로 영국 정부는 수압파쇄법에 대한 일시 적용금지 정책을 철회하고 셰일가스 개발에 세제 혜택등의 정부 지원을 주기 위한 논의를 하고 있으며, 셰일가스 개발을 지원하기 위한 전담 정부 부서를 설치하는 것을 고려하고 있음
- (시사점) 셰일가스의 개발에 따른 환경적 위험 요소등에 대한 정부차원의 조사가 완료되고, 정부 차원의 지원 정책으로 인해 영국에서 셰일가스 개발이 본격화할 것으로 예상됨. 이는 타 유럽 국가의 셰일가스 개발도 촉진할 촉매 작용을 할 수 있을 것으로 사료됨

## □ 英, 극저온 에너지 저장장치 pilot plant 단계 완성

- IEA Heat Pump Centre Newsletter Vol.30 No.3, 2012

### ○ (현황) 신재생에너지원에서 생산되는 에너지를 저장하는 기술은 스마트그리드에서도 핵심 기술임

- 기존 에너지 저장 방법으로 거론되는 배터리는 용량의 한계가 있고, Hydro pump는 지역적인 제한이 있음
- 영국 Highview Power Storage 사는 액화공기와 액화질소를 저장 매체로 하는 극저온 에너지 저장 장치 개발에 성공
- 공기 혹은 질소로부터 CO<sub>2</sub>와 수증기를 제거한 후 신재생에너지원의 전기를 이용하여 super-chill을 시켜 액화시킴.
- 이를 추후에 상변화(phase change)와 팽창과정을 이용하여 터빈이나 엔진을 돌려 저장된 에너지를 사용

### ○ (시사점) 불규칙한 전력 생산 특성을 가지는 신재생에너지원을 이용하기 위해서 에너지 저장장치 개발이 필수적임

- 여러 대안 중의 하나로 냉동사이클을 구성하여 기체를 액화시킨 후 이를 이용하여 필요할 때 이용하는 방식이 대두되고 있음
- 냉동사이클은 성숙한 기술로 이를 에너지 저장에 응용한다면 빠르게 상용화 할 수 있는 에너지 저장 기술로서 가능성이 있음

## □ 노르웨이, PRO membrane을 이용한 에너지 생산

- www.statkraft.com, 2012.12 -

- (현황) 전 세계적으로 급증하는 에너지 수요와 화석연료의 단점을 극복하기 위하여, 지속가능하고 환경친화적인 대체에너지 개발이 시급한 상황이다.
  - 노르웨이의 Statkraft 社は 멤브레인을 이용하여 Pressure Retarded Osmosis 공정을 통하여 해수와 담수의 삼투압차를 이용한 에너지 생산을 위하여 프로토타입의 발전 플랜트를 건설함.
  - 분리막 기술의 발전 및 공정의 개발을 통하여 현재는  $3 \text{ W/m}^2$ 의 전력밀도를 갖는 막을 이용하여, 약 6kW의 전력의 생산하고 있다. 2020년까지 25 MW 규모의 상업화 플랜트 완공을 목표로 하고 있음.
  - 현재 Cellulose acetate 소재로 계면중합을 통하여 표면에 Polyamide 층을 코팅하여 15 bar 이상에서 운전 가능한 중공사막 제조
- (시사점) Lab scale 실험을 통해 가능성을 확인하였던 PRO공정에 대하여 실증화 설비를 통하여 생산되는 에너지의 경제성 평가 및 공정의 최적화에 관한 연구를 실시함



### Ⅲ 아시아

#### □ 日, 촉매활성이 향상된 monolayer-caped Au nanoparticles 개발

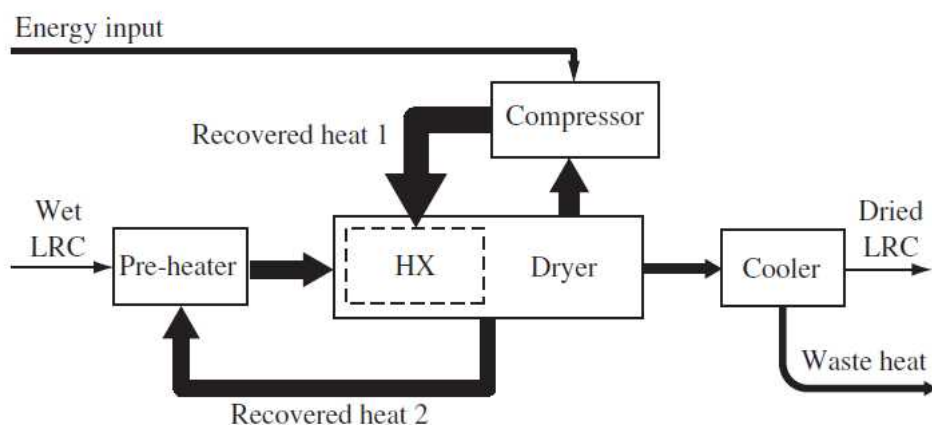
- Advanced Materials, 2012.12 -

- (현황) 금속나노입자 촉매에 대한 관심이 높아지면서, 이러한 금속 나노입자의 반응 표면에 대한 기능화를 위해 polymers, dendrimers, micelles, mesoporous materials 들이 사용되고 있으며, 특히 self-assembled monolayers (SAM)에 의한 표면 기능화 기법이 주목을 받고 있음. 하지만 이러한 구조를 갖는 많은 나노입자들이 촉매 활성을 급격히 저하시키는 문제점 때문에 사용되고 있지 않음
- National Institute for Materials Science는 Allkanethiol-SAM capped Au nanoparticles 구조에 대한 catalytic silane alcoholysis reaction으로부터 Allkanethiol-SAM의 reaction space로서 작용한다는 것을 밝혔다
- (시사점) 상기의 방식으로, Allkanethiol-SAM capped Au nanoparticles 구조는 저온에서 가장 높은 활성을 보였으며, 최대 55,000  $\mu\text{h}$ 의 TOF와 200,000 TON에서도 향상된 촉매활성을 보였음
- 촉매소재로 그 활용도가 매우 높을 것으로 기대되는 monolayer-caped nanoparticles 연구에 대한 면밀한 검토가 요구됨

## □ 日, Self-heat recuperation technology를 이용한 석탄 건조 에너지 절약

- Fuel Processing Technology, Dec. 2012

- (현황) 압축기와 적절한 heat paring을 통한 열 회수의 최적화 방법을 저등급 석탄 건조에 적용하여 에너지 소비를 최소화하는 방법을 소개함



〈Energy flow diagram of sel-heat recuperation based drying〉

- 건조 공정의 에너지 소비를 30% 이상 절감
- (시사점) 현재 저등급 석탄 고품위화 기술의 가장 큰 이슈인 에너지 효율의 극대화를 위해 사용된 열회수 최적화 방법으로 KIER에서 개발 중인 석탄 건조 기술에 적용 가능성을 검토해 볼 필요가 있음
- 에너지 소비의 최소화는 공정의 경제성을 높여줄 뿐 아니라 건조 공정에서 발생하는 CO<sub>2</sub>의 발생량을 감소시켜 환경적인 효과도 있음

## □ 日, 1000호의 주택에 태양광발전, 소프트뱅크의 [우리집발전프로젝트] 개시

- Smart Japan, 2012.12.12 -

- (현황) 건물의 지붕 및 옥상을 빌려서 태양광발전을 실시하는 사업이 일본전력에 확대되고 있음
  - 소프트뱅크는 12월 21일부터 전국 31개 도,부,현을 대상으로 1000호의 주택 지붕 및 옥상에 태양광발전시스템을 설치하는 프로젝트("우리집발전프로젝트")를 실시함
  - 매전금액 일부 환원뿐만 아니라, 휴대전화 계약자들에 대해서는 전화요금의 할인도 실시할 예정
- (시사점) 지식경제부에서는 "국민발전소 Platform 구축 R&D" 사전기획 세미나를 2012년 12월 17일에 실시하게 됨
  - 구체적인 내용에 대해서는 당일에 논의될 예정이지만, 상기의 일본 사례처럼 신재생에너지원의 하나인 태양광 및 주택의 옥상 여유공간을 적극 활용함으로써, 각 가정에서 생산되는 전력생산분을 적극적으로 이용하는 것은 하나의 중요한 해결대안이 될 수 있을 것으로 예상됨
  - 이를 위해서는 민간기업 및 국민들의 적극적인 참여가 있어야 할 것이며, 정부는 민간기업 및 국민들의 참여를 유도하기 위해 유효한 인센티브제도를 법제화 할 필요가 있음

## □ 日, 아시아 그린 IT를 위한 협력 추진

- METI, 2012.11.07

### ○ (현황) 저탄소 사회를 실현하기 위한 그린 IT의 중요성에 대한 정보 교환 및 상호협력을 위하여 아시아 9개국이 참여하는 협의체 구성

- 그린 IT의 보급 촉진에도 공헌하는 ITA 확대 추진 : ITA 확대는 환경 성능에도 우수한 IT·전자 제품의 자유로운 유통을 더욱 촉진하는 것으로 이어져 그린 IT 추진에도 크게 기여
- 에너지 관련 시책 추진 : 일본의 예와 같이 그린 IT를 더욱 발전시킨 각종 시책 추진을 도모하고 이산화탄소 삭감을 위한 구체적인 대책을 추진
- 아시아에서의 인프라 정비 등을 위한 정보 공유 : 인프라 정비 시에도 처음부터 IT의 관점을 부가하는 것이 에너지 정책상에서도 효과적으로 이를 위해 다양한 분야의 인프라 정비에 그린 IT의 활용이 도모되도록 효율적인 시책 등에 대해 정보를 공유하는 것이 필요
- 데이터 센터 평가 지표 보급 : 에너지 효율을 평가하기 위한 지표의 표준화 검토가 진전되고 있고 국제 표준화 기관(JTC1/SC39)에서의 표준화도 시작되고 있으므로, 아시아 각국에서도 그 표준화를 지원하고 계속해서 지표의 본격적인 활용을 도모해 데이터 센터의 에너지 절약 추진을 추진

### ○ (시사점) 저탄소 사회를 구성하기 위한 접근 방향의 다변화

- 일반적으로 인식되고 있는 신재생에너지, 에너지효율향상, CCS 뿐만 아니라, IT 등 다양한 측면에서의 접근이 필요하다는 인식이 확산될 것으로 전망됨

## □ 日 동경이과대, Na ion 전지 용량을 2배로-부극재료에 인산사용

- 일간 공업신문, 2012.12.4 -

- (현황) 동경이과대학의 Komaba교수팀은 저렴한 차세대 이차전지로 기대되고 있는 「Na ion 전지」에 대해서 인산을 사용한 부극재료가 대용량이면서도 안정적으로 충/방전할 수 있다는 것을 확인함
  - 용량은 종래대비 2배인 1g당 약 1000mAh로 30회 반복 충/방전하여도 안정적으로 동작함
  - Na ion 전지용의 부극으로 인산계 재료가 안정적으로 충/방전된다는 것을 확인한 것은 처음임
  - 탄소재료의 일종인 아세틸렌 블랙과 빨간 인산 분말을 같은 양으로 혼합하고 결합제로 폴리 아크릴산 나트륨을 사용해서 부극재료를 제작하였으며, 용량이 1g당 1000mAh가 되도록 충/방전을 반복한 결과 300회 충/방전에도 안정적으로 동작함
- (시사점) 인산은 발화성이 있기 때문에 전지재료로써 실용화를 위해서는, 안정성 문제가 해결해야 할 과제로 남아 있음

## □ 日, CCS Demonstration Project at the Tomakomai Area

- GHGT-11, 2012.12 -

- (현황) 포집된 이산화탄소를 북해 토마코마이 저장소에 지중저장하는 연구프로젝트를 수행 중.
  - JCCS(Japan CCS CO., Ltd.)에서는 일본에서 처음으로 2008년부터 2011년까지 기초 연구를 수행한 후 현재 CCS 데모프로젝트 사이트로 포집-저장을 연계하여 연간 100,000톤 CO<sub>2</sub>를 주입. 2015년까지 포집 설비를 완공한 후, 2016년부터 포집된 이산화탄소를 저장소에 주입할 예정임.
  - 저장 방식은 해저 대염수층에 포집된 CO<sub>2</sub>를 압축-이송-주입하는 단계를 거쳐 저장함.
  - 이러한 프로젝트를 지원하는 부처는 METI(Ministry of Economy, Trade and Industry)이고, CO<sub>2</sub> 공급은 오일 정제에서 발생하는 CO<sub>2</sub>를 화학적 흡착을 이용하여 포집하고 있음.
- (시사점) 이산화탄소 대량 배출원인 산업군으로부터 포집된 이산화탄소를 화학흡수법을 이용하여 포집한 후 저장과 연계되어 CCS 프로젝트를 진행하고 있음. 이는 기후변화협약과 연계되어 CCS 기술을 조기 상용화하고자 하는 것이 목표인 것으로 사료됨. 우리나라도 기술선점을 위해 이에 발 맞추어 연구개발이 진행되어야 할 것으로 생각됨.

## □ 日 Sumitomo Denko, 차세대 「Redox flow」 양산

- 닛케이 제조 2012.12.14 -

- (현황) Sumitomo 전기공업은 2013년도에 차세대 대형축전지인 「Redox Flow전지」를 사업화하기로 함
- 2013년 4월까지 10억엔을 투자해서 오사카 제작소에 실증라인을 설치, 2020년도에 사업매출액 1000억엔을 목표로 2013년후반에 양산할 계획으로, 이 전지는 Na 유황(Na S)전지와 함께 축전용량 수천 kw급으로 실용화가 예상됨
- 변전소등 전력 설비용에 채용이 기대되어 Smart City (차세대 환경도시) 실현에 공헌할 것으로 기대되며, 이를 위해 오사카 제작소내에 생산설비를 도입하고, 충/방전을 담당하는 기간부품인 Cell Stack의 양산기술을 실증하며, 자동화라인에 의해 고품질을 유지하면서 효율적으로 양산함으로써 가격 경쟁력도 확보할 예정임
- 개발된 흐름 전지는 검증 후, 양산설비 구축에 착수할 방침이며, 당초는 기간재료의 제조에서 조립까지의 일관생산 체제를 구축하지만 장래에는 조립을 중국에 이관하는 것도 검토하고 있음
- Fuji경제에 의하면 2016년의 대형축전지의 세계시장규모는 2010년에 비해 약 3.3배인 2조 1002억엔에 달한다고 함

## □ 中, 천연가스 개발 정책

- <http://news.sciencenet.cn>, 2012.11.22

- (현황) 중국 공정원은 새로운 천연가스 산업 발전 계획을 수립하여 본격적인 셰일가스 개발을 시작
  - 중국공정원은 새로운 천연가스 개발을 위해 메커니즘 유도과 정책 지원을 통해 새로운 천연가스 분야의 과학기술 혁신을 추진하고 선도적인 개발 시범지구 건설을 추진하며, 기존 천연가스 발전을 보장하는 동시에 새로운 천연가스 개발 및 이용을 신속히 추진할 계획임
    - 중국내 셰일가스, 석탄층 가스 등 비전통 천연가스 자원량은 31조m<sup>3</sup>으로 기존의 중국 내 천연가스량의 약 1.5배에 달함
  - 이에 따라 중국 정부는 중앙 재정 예산에서 별도의 개발 비용을 책정하여 셰일가스 개발을 추진하고, 2012년~2015년까지 1 m<sup>3</sup> 당 0.4위안 (약 70원)을 기준으로 지원 정책을 실행할 예정임
  - 새로운 천연가스의 전체 발전 전략을 위한 5개 전략방안은 다음과 같음
    - ① 새로운 천연가스 개발 및 이용을 촉진하기 위한 사회적 분위기 환경조성
    - ② 새로운 천연가스 선도 개발 시범 구역을 건설하고, 중국 특유의 기술 시스템, 관리 체제와 원가절감의 효율적인 발전 루트 형성
    - ③ 새로운 천연가스 산업에 대한 재정, 세금 관련 지원 정책의 제정 및 실행
    - ④ 국가급 연구개발 플랫폼을 구축하고 기초이론 연구를 강화하며, 핵심 기술 개발 및 관련 표준 제정을 추진하여 중국의 새로운 천연가스 자원과 핵심 지역 분포를 구체화
    - ⑤ 천연가스와 에너지의 안전, 기후 변화, 생태 환경, 지연(地緣) 정치, 법률 법규 및 경제 발전 관련 전략 시스템 구축
- (시사점) 셰일가스 개발을 위한 정부지원 및 개발계획 수립에 따라 본격적인 셰일가스 개발이 이루어질 전망
  - 천연가스의 이용확대가 예상되는 바, 중국내 에너지믹스 변화에 대한 모니터링이 필요



## □ 中, High rate 리튬이온배터리를 위한 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 나노와이어 합성

- Advanced Materials, 2012.12 -

- (현황) 높은 에너지밀도를 갖는 특성 때문에 소형 리튬이온배터리에 대한 관심이 높아지고 있지만, 현재 활용되고 있는 흑연 기반 음극 소재 (anodic materials)는 몇 가지 해결되어야 할 문제점들을 갖고 있음 (poor rate performance, low Li diffusion coefficient, poor cycle life, and serious safety issue by SEI). 최근에 이러한 단점들을 극복하기 위해 spinel 구조에 대한 연구가 이루어지고 있지만, 아직 의미있는 결과들이 보고되고 있지 않음
- Nanjing University는  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  나노와이어를 Ti 포일 위에 직접 성장시키는데 최초로 성공하였음. 수소화를 통해  $\text{Ti}^{3+}$  site를 형성하므로써, 어떤 보조적인 물질들의 기능화 없이도 우수한 rate capability와 매우 향상된 cycling performance를 얻었음
- (시사점) 수소화를 통해  $\text{Ti}^{3+}$  site를 형성하므로써, 어떤 보조적인 물질들의 기능화 없이도 우수한 rate capability와 매우 향상된 cycling performance를 얻었음
- 리튬배터리 소재로서 그 활용도가 매우 높을 것으로 기대되는 spinel나노구조 연구에 대한 면밀한 검토가 요구됨

## □ 中, CO<sub>2</sub>로부터 에탄올을 생산하는 미생물 개발

- Energ. Environ. Sci., 2012.11.29 -

- (현황) 중국 Qingdao 바이오에너지/공정기술 연구소의 연구팀은 최근, *Synechocystis* sp. PCC6803이라는 광합성 미생물에 에탄올을 생산하는 유전자를 도입하여 CO<sub>2</sub>로부터 에탄올을 생산하는 연구 결과를 영국의 저명학술지인 EES에 발표
  - 개발된 미생물을 이용할 경우 여러 단계의 공정 필요 없이 CO<sub>2</sub>의 직접 에탄올 전환이 가능한 장점이 있으며 생산성은 212 mg/L/d, 최종 에탄올 농도는 5.5 g/L 정도임
- (시사점) CO<sub>2</sub> 포획 및 저장 기술 개발과 함께 효과적인 CO<sub>2</sub> 이용 방안이 모색되어야 하며, 이 중 생물학적 시스템은 온화한 반응 조건, 높은 선택도 등의 장점을 바탕으로 최근 집중적인 연구 대상이 되고 있음

## □ 中, New Coal Gasification Technology Development

ICC-CAS Pilot Plant Technical Tour, 2012. 12

- (현황) 현재 다양한 석탄가스화 기술이 개발되고 있고, 일부 기술만이 상용규모로 보급되고 있는 시점에서, 각 기술의 대형화, 기술적 실증 및 장기운전성이 보급에 중요한 역할을 할 것임
  - 각 가스화기의 성능의 한계를 극복하기 위한 연구 진행중
  - 각 가스화기의 장점을 극대화할 수 있는 hybrid type의 석탄가스화기 개발(ICC-CAS); 개념 정립단계
  - 유동층-일류층 복합가스화기의 연구개발 : 유동층 가스화기의 장점인 낮은 열손실, 일류층 가스화기의 장점인 높은 탄소전환율을 동시에 달성할 수 있음
- (시사점) 현재의 가스화기의 성능을 개선하기 위하여 다각적인 연구를 통하여 전환율 및 가스화 조성을 향상시키기 위한 연구가 추진되어 왔으나, 한계에 있었음
  - 다른 두 온도 영역을 갖는 가스화기의 개념은 경제성과 효율을 모두 갖출 수 있을 것임
  - 두 반응기 사이의 운전상태를 모니터링하고 운전하며, 부하배분을 최적화하는 것이 이 기술의 핵심이 될 것임
  - KIER에서 보유하고 있는 슬러리 피딩과 일류층 가스화 기술, 유동층 가스화기술을 집적함으로써 열효율과 전환율을 극대화할 수 있는 기술로 접목 가능하다고 판단함

## □ 中, 셰일 가스 채굴 관련 컴퓨터 시뮬레이션 기술 개발 육성

-MIT Technology Review 2012. 12. 11.

- (현황) 중국의 셰일 가스는 서부 지역의 Shale Rock에 상당한 양이 집중 매장되어 있는 것으로 확인, 2020년까지 600억  $m^3$  생산 목표. 하지만 수압을 이용한 파쇄채굴법이 적용되는 미국과 다른 지질학적 특성과 중국 서부의 건조 기후 등으로 인하여, 채굴 비용, 채굴 가능한 양, 채굴에 필요한 장비 및 기술 등에 대한 예측이 안 되고 있음
  - 가장 큰 문제인 막대한 물의 사용은 Recycling 방식의 적용, 또는 Fine particle을 액체에 분산시키는 방식 등의 관련 기술이 개발되고 있음. 하지만 셰일 가스 매장지마다 각기 다른 지질학적 특성으로 인한 복잡성으로 인하여, 다양한 변수에 (온도, 압력, 광물 조성, 유기 물질과 암석의 상호 작용 방식 등) 대한 이해가 필수적임
  - 대안으로 컴퓨터 시뮬레이션을 활용, 효과적인 채굴 기술을 개발하려고 함. 셰일 암반층의 광물 구성비와 유기물 구성비의 차이가 Fracturing Process에 어떠한 영향을 미치는지를 모델링화하여 관련 업계에 도움을 주려고 함
  - 하지만, 위의 기술이 성공적으로 적용된다고 해도, 당장은 중국의 온실 가스 배출에는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 추측. 이송 파이프 라인의 부족으로 인하여, 인구 밀집 지역인 동부 지역으로 이송이 힘든 관계로, 우선은 화학 물질 생산에 셰일 가스를 이용할 것으로 추측
- (시사점) 중국, 미국뿐만 아니라 캐나다, 남미 등으로 확산되고 있는 셰일 가스 개발 확대에 참여, 이와 관련된 기반 기술이 개발이 필요할 것으로 사료

## □ 싱가포르 A\*STAR, 팜유 추출찌꺼기의 당류 전환기술 개발

- ScienceDaily, 2012.11.21 -

- (현황) 팜유를 추출하고 나서 버려지는 폐기물은 연간 1,300만 톤에 달하고 있는데, 이 중에서 빈 과일송이(Empty Fruit Bunch, EFB)라 불리는 것은 소각하여 생산되는 열과 전기를 팜유 공장에 공급하고 있음
  - 하지만 A\*STAR연구소에서는 이러한 폐기물을 부가가치가 높은 크실로오스 당으로 추출하는 기술을 개발함
  - EFB에는 크실란이 포함되어 있는데 크실란은 크실로오스를 단위 구성요소로 하는 일종의 탄수화물로서 약산이 있는 조건에서 당류로 쉽게 분해되는 성질이 있음
  - 가수분해로 알려진 이러한 과정은 경제성 때문에 EFB에는 많이 적용되고 있지 못하였음
- (시사점) 이번에 개발된 방법은 가수분해를 하기 위하여 복합적으로 사용한 황산과 인산의 상승효과로 수율이 향상되는데 특징이 있음
  - 황과 인은 미생물을 사용하는 크실로오스 발효에 필수적인 원자이고 크실로오스를 에탄올, 젖산, 크실리톨 등으로 전환하는 후단 공정에도 중요한 역할을 함
  - 따라서 전처리 과정에서 사용하는 산의 종류와 양, 그리고 조업 조건을 최적화하면 더 높은 수율을 얻을 수 있음

## □ 다만, 활성탄을 이용한 고온 이산화탄소 리포밍 기술

- Chen and Lin, Applied Energy, 2012. 12

- (현황) 석탄등의 화석연료를 사용하는 화력발전소 및 가스화기에서는 CO<sub>2</sub>가 필수불가결하게 발생하게 됨. 이때 발생된 CO<sub>2</sub>를 재활용 할 수 있는 기술을 개발하면 경제적으로 큰 이득이 됨
- 대만의 National University of Tainan의 Chen 및 Lin은 850-950°C의 고온 조건에서, 800~1450 m<sup>2</sup>/g 의 표면적(BET)을 가지는 활성탄과 CO<sub>2</sub> 및 Steam을 반응시키면 수소를 비롯한 Syngas가 생성됨을 밝혔음



Fig. 1. A schematic of interaction among activated carbon, steam and carbon dioxide for syngas production.

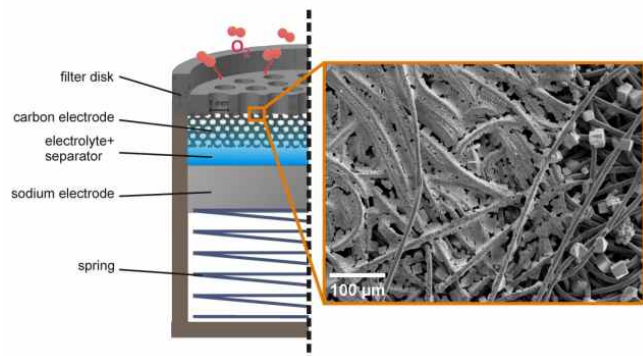
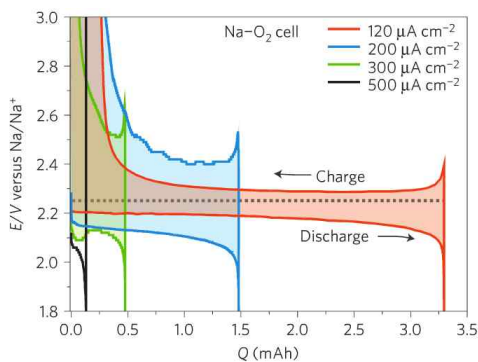
- (시사점) 석탄 화력발전소 및 가스화 장비에 활성탄 고정층 반응기를 추가 유닛으로 장착 시킬 수 있을 것으로 사료되며, 연구로서는 의미가 있다고 할 수 있음
- 그러나 주로 흡열반응이 주로 발생하는 CO<sub>2</sub> 개질에는 많은 양의 에너지 투입이 필요함.이에 대한 경제성 분석이 필요 할 것으로 사료됨

## IV 기타

### □ BASF, 소듐-공기 전지 개발

- Nature Materials, doi: 10.1038/nmat3486, 2012.12.2. -

- BASF 팀에서는 소듐-공기 전지 연구결과를 Nature Materials에 발표함
  - 리튬-공기 전지는 미래형 고에너지 기술로 장거리 전기자동차 개발과 맞물려 세계적으로 큰 관심을 받는 분야임
  - 이들은 리튬을 소듐으로 대체하여, 높은 에너지 밀도 ( $1,605 \text{ Wh/kg}$ ,  $E^0 = 2.33 \text{ V}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_2$ )를 갖는 Na-O<sub>2</sub> 셀을 개발하는데 성공하였으나, 이 시스템은 carbonate-based 소듐 전해질을 사용하여 높은 과전압과 낮은 에너지 효율을 보이는 단점이 있음



## □ 스마트그리드, 2018년 전기 배터리 제품에 61억 달러 사용 예상

- NanoMarkets, Glen Allen, DECEMBER 13, 2012 -

- (현황) 산업의 현황을 전반적으로 분석하는 미국의 NanoMarkets는 "Batteries and Supercapacitors for the Smart Grid-2013"이라는 보고서를 통해서 2018년도에는 스마트그리드 분야에 에너지 저장기술이 61억 달러의 시장가치를 지닐 것이라 예상함
  - 스마트그리드에서 배터리는 전력품질, 전력부하의 평준화, 그리드의 안정성을 위해 사용되며 2018년 납축전지의 활용은 현재 55%에서 30%로 줄어들 것임
  - 반면 Lead-carbon batteries / Ulterabatteries가 약 3억달러의 매출을 이룩할 것이며 리튬이온 배터리의 매출이 7억 8천만달러, 슈퍼캐패시터의 경우 11억 달러 등의 매출을 기록할 수 있다고 예상했음
- (시사점) 스마트그리드 및 마이크로그리드 분야에서 신재생에너지의 전력 품질 향상, 전력부하의 평준화, 그리드의 안정성을 위해 에너지 저장시스템의 활용은 필수적임
  - 이러한 세계적인 흐름에 맞추어 리튬이온 전기 및 슈퍼캐패시터, RFB(레독스 플로우 전지)등의 에너지저장 기술향상 및 소재 개발을 통해 많은 수익성이 창출될 수 있을 것으로 예상함



## □ 2012년 태양광 시장 현황 및 향후 전망

- Solar Today, 2012. 11.28

- (현황) 2012년 전세계 태양광설치용량은 31.2GW로 '11년 27.98% 대비 11% 성장한 것으로 예측됨
  - 독일이 7.9GW로 설치용량 측면에서 여전히 1위를 차지하고 있으며 중국이 4.8GW로 전년대비 2배 이상을 설치한 것으로 조사됨
  - 그 외에도 이탈리아 (3.5GW), 미국 (3.4GW), 일본 (2.5GW) 순으로 세계 톱 5위권을 형성하고 있는 것으로 예측됨
  - 태양광발전 시스템 공급량은 증가하였으나 시스템 가격은 상당히 하락하였으며 이는 수요에 비하여 일시적인 공급과잉에 따른 것임
- (시사점) 태양광시스템 가격하락에 따라 수요증가가 기대되고 있으며 신홍시장의 성장이 급격히 이루어지고 있음
  - 태양광 산업의 침체 우려에도 불구하고 시장은 계속적으로 성장하고 있음
  - 셀, 모듈가격 하락에 따른 시스템 가격하락으로 태양광설치에 대한 수요가 증가하고 있으므로 기술 및 가격경쟁력을 갖춘 저가, 고효율의 차세대 태양전지, 모듈 기술개발이 시급함

## □ BP, 플로리다 목질계 에탄올 플랜트 건설 계획 취소

- Green Car Congress, 2012.10.29 -

- (현황) 메이저 석유사인 BP는 미 플로리다 Highlands 카운티에 건설하기로 한 360만 갤런/년 규모의 목질계 에탄올 플랜트 계획을 취소한다고 발표
  - 상기 프로젝트는 원래 BP와 Verenium사의 합작 벤처인 Vercipia biofuels사에 의해 시작되었으며, 2010년 BP가 Verenium사를 인수한 이후 최근까지 BP에 의하여 추진되고 있었음
  - BP는 보다 성공가능성이 높은 상업화 프로젝트에 투자하기 위하여 Highlands 프로젝트를 중단한다고 발표하였으며, 실제 BP는 전 세계적으로 바이오매스를 비롯한 신재생에너지 연구에 가장 많은 투자를 시도하는 메이저 석유회사임
- (시사점) 신재생에너지 사업의 경우 외부 시장환경 변화에 취약한 단점이 있는 바, 한계 돌파 기술 개발 노력과 함께 지속적인 동향 분석이 필요함

## □ 고수분 석탄 건조 시스템, DryFining™

- [www.greatriverenergy.com](http://www.greatriverenergy.com) 2012.12 -

- (현황) 갈탄을 건조하고 정제하는 연료 고급화 시스템으로 미국의 Great River Energy사에서 Coal Creek Station에서 사용되는 갈탄을 폐열을 사용하여 청정하고 효율적으로 만들어 제공하고 있다. 갈탄과 같은 softer coal은 수분이 많아, 건조하면 다음과 같은 장점이 있음
  - 에너지 밀도와 갈탄의 가치를 상승
  - 전 시스템에 걸쳐 다루어지는 배가스의 총 부피를 줄임.
  - 총 발전 플랜트 효율을 개선.
- Coal Creek Station(North Dakota의 1,280 MW 갈탄 연소 플랜트)에서의 검증된 결과
  - 연료의 수분량을 38에서 29%로 낮춤
  - 발열량을 보일러 설계값으로 높임. (6,200에서 7,100 Btu/lb로 증가)
  - 연료 투입량을 14% 감소 시킴.
  - 총 플랜트 효율을 4% 증가 시킴.
  - 환경오염물 배출 감소:
    - 이산화황 (SO<sub>2</sub>) 40%
    - 수은 (Hg) 40%
    - 산화질소 (NO<sub>x</sub>) 20% 이상
    - 이산화탄소 (CO<sub>2</sub>) 4%

## □ MHI(일)/Southern CO.(미) - 세계최대 500 TPD CO<sub>2</sub> 포집실증

- 11th, GHGT, 2012. 12 -

- (현황) 세계 최대 규모의 연소배가스 내 CO<sub>2</sub> 포집 및 저장 공정 실증함으로써, CCS 시장에 기술적인 면에서 규모면에서 선두에 나서는 전략적 포석
  - 세계 최초, 최대 규모로 미분탄화력발전소의 연소배가스를 대상으로 하루 500 톤의 CO<sub>2</sub>를 처리가능한 규모의 CO<sub>2</sub> 포집공정을 실증함
  - 해당 프로젝트는 MHI(미츠비시 중공업사)가 보유하고 있는 KS-1 흡수제 및 KM-CDR 공정기술과 미국 Southern Company사의 공동 출자로 구현되었음
  - 또한 Alabama Power's Plant Barry에서 포집한 CO<sub>2</sub>는 Citronelle Dome 지질 구조에 3000~3400 미터 깊이의 Saline 구조로 지중 저장을 수행할 예정임
- (시사점) 현재 세계에서 가장 큰 규모로 CCS 상용화 추진을 하고 있는 MHI사와 경쟁하기 위해서는 포집 성능에 있어서 비교우위기술을 확보하거나 지중저장과 연계된 규모의 기술개발이 필요하다고 판단됨

## □ 미세조류를 원료로 이용하여 바이오디젤이 아닌 다른 바이오 에너지 생산

-Markou et al., (2012) Appl. Microbiol. Biotechnol. 96:631-645-

- (현황) 미세조류를 이용하여 바이오디젤을 생산하는 기술 개발이 상용화를 앞두고 있음
  - 미세조류를 구성하는 주요물질 중 디젤을 만들 수 있는 지질 이외에 단백질 및 탄수화물도 있어 이를 이용한 다른 바이오연료 및 바이오케미컬 생산 기술도 함께 개발되어야 함
  - 탄수화물 추출 시 이용할 수 있는 바이오프로세스는 다양함(혐기성 소화, 혐기성 발효, 등)
  - 특히, 혐기성 발효는 균주의 선택에 따라 수송연료로 사용할 수 있는 에탄올 및 부탄올, 연료전지의 기질로 사용할 수 있는 수소가스 등 고부가가치 케미컬을 생산 할 수 있음
  - 최근 위의 연료/케미컬을 생산하기 위해 연구되어 온 목질계 바이오매스와 비교하여 공급원료로 이점을 갖고 있음(전처리의 용이성 등)
  - 미세조류 종에 따라 기질 ( $\text{CO}_2$ ) 농도 감소, 배지 내 영양물질 농도 조작 (N, P, S, Mg, K, 감소), osmotic stress (높은 염분농도), 광량의 증가 등이 미세조류의 탄수화물 생산을 높이는 방법으로 알려져 있음
- (시사점) 미세조류에서 탄수화물을 추출 및 이용하는 기술은 바이오디젤 생산 프로세스의 경제성을 높여 줄 뿐만 아니라, 그 자체로도 디젤 이외의 다른 바이오연료 및 바이오케미컬 생산을 위한 양질의 공급원료로 사용 될 수 있으리라 사료됨

## □ IEA-OES, 해양에너지 개발현황

- 2012. 12. 18, Ocean Renewable.com-

- (현황) 현재 유럽과 북미의 선진국에서 해양에너지 로드맵을 연이어 발표하였으며, 해양은 지구의 70%를 차지하는 가장 큰 신재생에너지원이지만, 해양에너지는 가장 덜 개발된 신재생에너지이기 때문에 많은 투자가 필요한 상황

| 에너지원                       | 파력     | 조력/조류 | 온도차    | 염도차   | 합계     |
|----------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|
| 연간 잠재적<br>발전가능량<br>(TWh/년) | 29,500 | 7,800 | 44,000 | 1,650 | 82,950 |

source: IEA-OES, 2011. 10.

- IEA-OES는 전세계의 해양에너지 발전 잠재량을 총 82,950TWh로 추정하고 있으며, 이는 2008년도 전세계 전력소비 16,819TWh의 5배에 달하는 양임
- IEA-OES는 2050년까지 세계적으로 최대 748MW에 이르는 해양에너지 발전시설이 건설될 것으로 예상하였는데, 이는 현재 세계 발전시설용량의 약 19%에 해당하는 규모임
- (시사점) 우리나라는 선진국에 비해 해양에너지 관련 연구개발이 미흡한 수준으로 세계적인 기술적 기반확보를 위한 투자가 요구됨

## □ 대만, Fengchia 대학, 당원료로부터 multi-biofuel 생산 기술

- (현황) 당이 주원료인 폐수로부터 다양한 생물학적 전환 기술을 적용하여 multi-biofuel 생산하는 파일럿 규모 플랜트 운전
  - 혐기성소화 기술을 통해, 수소, 메탄 가스를 생산하고, 수소 및 메탄 발효 후 잔류액과 부가적으로 발생하는 CO<sub>2</sub>를 재사용하여 미세조류 배양
  - 0.5 m<sup>3</sup> 수소발효조, 25 m<sup>3</sup> 메탄발효조, 0.1 m<sup>3</sup> 완충조, 0.2 m<sup>3</sup> 미세조류배양조, 24 m<sup>3</sup> 멤브레인 반응조
- (시사점) 당으로부터 생산할 수 있는 다양한 바이오에너지 생산 시나리오를 구성하고 이에 대한 경제적, 환경적, 에너지 평가 필요
  - 우리원의 경우 바이오에너지 생산 루트 다양화 필요

## □ Ergos Tech, 일본 Sapporo, PETROBRAS

### ○ (현황) 성공적인 바이오수소 생산 기업

- Ergos Tech은 혐기성소화 기술을 통해, 수소, 메탄 가스를 생산하고, 1,3 PDO 를 동시에 생산함. 15,000,000m<sup>3</sup> 수소 및 15,000,000m<sup>3</sup> 메탄을 2010년 9월부터 2012년 12월에 생산하고 있다. 수소생산 Pilot plant 시설은 자동화 시킬 것이며 현재 3개의 특허종목이 기술에 포함되어 있음

### ○ (시사점) 바이오매스 이용 수소, 메탄, 화학연료 물질 생산이 가능하고 파일럿 시설까지 기술이 적용되고 있음

- 우리원의 경우 바이오에너지 생산 루트 다양화 필요



## □ 에너지기술 연구동향 (2012 CHP)

- KIER, 2012.11.15 -

- (현황) 2012 CHP 컨퍼런스의 에너지분과 주요 Topics은 에너지 공급시스템에서 CHP의 역할, 마이크로그리드에 연계한 CHP, 집단에너지 시스템에서 CHP의 변화, 비즈니스 모델을 위한 CHP의 경제성 분석, 미국내에서의 실증사례를 통한 CHP의 기여 등에 대해서 광범위하게 발표되었으며, 에너지 네트워크에서 효율적인 에너지관리와 작업, 실시간 시장의 가격변화에 따른 집단에너지 사업 등에 대하여 관심도가 매우 높은 것으로 파악되었음
- (시사점) 최근에는 신재생에너지 기술의 실효성을 높이는것도 중요하지만 에너지 생산비용 저감과 기후변화에 대응하기 위한 CHP 에너지효율 기술의 활용 및 중요성이 재인식되고 있음
  - 우리 연구원은 현재 3025사업을 통해 에너지절감, 열병합발전, 집단에너지사업 등을 진행하고 있음
  - 외국의 경우 4세대 발전사업이 진행 중이며 이는 저온의 열을 이용한 난방방식으로 에너지를 최대 절약하는 방안임
  - 우리의 사업도 이와같이 에너지 절약율을 높이는 방안을 강구하는 것이 필요함

## □ IEC TC 105 : Standards on fuel cells 현황

- IEC TC 105 Workshop on Fuel Cells, 2012.11.12 -

- (현황) 미국, 일본, 유럽, 한국을 중심으로 연료전지 시스템의 국제 표준화 규격의 제정이 진행 중이며 현재, 총 12개의 규정이 제정 완료 되었으며 지속적으로 새로운 분야의 규정 추가 작업이 진행 중
  - 현재 제정을 완료한 연료전지 분야는 정치형, 이동형, Micro 연료전지, 단위전지이며 세부 내용에는 안전, 성능평가, 설치 운전 등이 포함됨
  - 2007.02.23, IEC 62282-5-1 : Fuel cell technologies - Part 5-1 : Portable fuel cell power systems - Safety
  - 2007.11.04, IEC 62282-3-3 : Fuel cell technologies - Part 3-3 : Stationary fuel cell power systems - Installation
  - 2011.10.19, IEC 62282-3-200 : Fuel cell technologies - Part 3-200 : Stationary fuel cell power systems - Performance test methods
  - 2012.02.16, IEC 62282-3-100 : Fuel cell technologies - Part 3-100 : Stationary fuel cell power systems - Safety
- (시사점) 연료전지 초기 상용 시장은 portable fuel cell을 염두에 두고 있었으나 최근 stationary fuel cell의 시장 확대가 두드러짐
  - 우리나라도 그린홈 및 각종 보급사업으로 진행 중인 정치형 연료전지의 기술 진보에 보다 집중할 필요가 있음

□ **University of Duisberg Essen – Laser diagnostics and kinetics studies for the combustion synthesis of nanoparticles**

- 2012.11.27, MRS, Cristof Schulz

- (현황) 실리콘 나노입자의 양산화를 위한 정량분석 방법. 위 Duisberg Essen 기관에서는 실리콘 및 금속 나노입자의 양산화에 적절한 insitu 측정 방법의 확립
- (시사점) 에너지 저장 신물질로 각광받는 실리콘 나노입자의 대량생산시 제품의 품질 검사를 위한 기술로 매우 중대한 사안임
- 공동 기술 개발 등으로 협업에 대한 필요

□ **University of Toronto – Optoelectronic Materials and Devices Based on Solution-processed Quantum-confined Nanoparticles.**

- 2012.11.26. ; Edward H. Sargent

(작성자 : 김성범(KIER, 010-3262-4501, exebac@gmail.com))

- Colliodal Qauntum Dots(CQD) 태양전지 기술 개발
- CQD 기반의 태양전지 효율 비공식 8% 이상 발표
- CQD 페시베이션 기술이 핵심

## □ 인도, 바이오매스 가스화

- 2012년 11월 12일, IMECE 2012

- (현황) 유동층 가스화장치를 이용하여 톱밥의 가스화에 관한 실험적 연구
  - 650 ~ 950°C의 저온가스화
  - 1.58 ~ 2.48 Nm<sup>3</sup>/kg의 합성가스제조
- 바이오매스의 가스화기술은 KIER의 기술과 많이 다르지 않음
- 저온가스화(약 800°C)에서 높은 수소가스 생산조건은 주목할만함

## □ 美, 초임계수 조건에서 고체연료 변환

- 2012년 11월 12일, IMECE 2012

(B. Kim and R.E. Mitchell)

- (현황) 초임계수(SCW)는 고유한 특성 때문에 발전에 이용할 가치가 높음
  - 압력: 218 atm이상, 온도: 647 K이상
- 가스화물의 연소로부터 얻어진 열을 통해 전기를 생산하는 발전 시스템은 아직 KIER에서 시도되지 않은 기술로 판단됨

## □ 美, 미세조류 광합성반응기

- 2012년 11월 13일, IMECE 2012

- (현황) 미국을 중심으로 한 선진국에서는 미세조류의 에너지화에 관한 다양한 연구가 근래 들어 많은 수행되고 있음
  - 광합성반응기는 미세조류의 배양장치 중 하나이며 Sparger(기체분무장치)의 설계는 반응기의 온도, 가스의 전달, 현탁액의 균일 유동을 결정짓는 구성품 중의 하나임
- (시사점) KIER는 현재 미세조류의 배양, 오일추출, 탈수에 관한 연구가 수행되고 있음
  - 아직 초기 단계에 있는 KIER의 미세조류에너지화 연구를 성숙시키기 위해서는 다각도의 접근과 다양한 전공분야의 융·복합적 연구가 필요함

## □ 美, 전자장치 냉각기술

- 2012년 11월 14일, IMECE 2012

- (현황) 전통적인 전자부품 냉각기술은 발전된 히트싱크, 히트파이프를 이용해 냉각용량(열저항)을 증가시키려는 연구가 수행됨
  - 마이크로 핀 열저항  $0.065\text{ }^{\circ}\text{C/W}$
  - 약 45%의 열저항감소효과
- (시사점) 시스템 냉각기술은 중요한 연구분야로 많은 연구가 수행되고 있으나, KIER의 경우 이러한 분야가 미흡함
  - 많은 에너지시스템에서 냉각기술은 중요한 요소기술이 되므로 이에 대한 연구가 요구된다고 할 수 있음

## □ 에너지기술 연구동향(2012 CHP)

- KIER, 2012.11.15

- (현황) 2012 CHP 컨퍼런스의 에너지분과 주요 Topics은 에너지 공급시스템에서 CHP의 역할, 마이크로그리드에 연계한 CHP, 집단에너지 시스템에서 CHP의 변화, 비즈니스 모델을 위한 CHP의 경제성 분석, 미국내에서의 실증사례를 통한 CHP의 기여 등에 대해서 광범위하게 발표됨
  - 또한 에너지 네트워크에서 효율적인 에너지관리와 작업, 실시간 시장의 가격변화에 따른 집단에너지 사업 등에 대하여 관심도가 매우 높은 것으로 파악되었음
- (시사점) 최근에는 신재생에너지 기술의 실효성을 높이는 것도 중요하지만 에너지 생산비용 저감과 기후변화에 대응하기 위한 CHP 에너지효율 기술의 활용 및 중요성이 재인식되고 있음
  - 우리 연구원은 현재 3025 사업을 통해 에너지절감, 열병합발전, 집단 에너지 사업 등을 진행하고 있음
  - 외국의 경우 4세대 발전사업이 진행 중이며, 이는 저온의 열을 이용한 난방방식으로 에너지를 최대 절약하는 방안임
  - 우리의 사업도 이와같이 에너지 절약율을 높이는 방안을 강구하는 것이 필요

## □ 日, 템플레이트된 카본 -구조, 제원, 응용

- 2012. 11. 25, CSE 2012, Gwangzhou

- (현황) 템플레이트 방법을 사용하여 두 가지 형태의 템플레이트형 탄소를 만들 수 있음
  - 하나는 carbon nano test-tubes(CNTTs) 이고, 나머지 하나는 zeolite templates carbon(ZTC)임
  - CNTTs 는 테스트 튜브의 한쪽 끝이 항상 열려 있지만 ZTC는 닫혀 있는 모양이며, CNTTs 는 물에 분산 시킬 수 있으며 충분한 구멍이 존재하여 커다란 생체 분자들을 잡을 수 있음
  - ZTC의 경우 매우 높은 비표면적( $4000\text{m}^2/\text{g}$ )에 의한 특성들을 살펴보았으며 앞의 이유로 전기화학 캐패시터를 위한 전극 물질로써 쓰일 수 있을 것으로 보고 있음
  - 자료 사진에서 보듯이 용액에 담근 CNTs의 경우 잘 캡처 되어 보였으며, 발표자는 20여년전 템플레이트 방법을 최초로 고안하여 향후 촉매 담지체등에 적용 할 수 있는 가능성을 보여줌

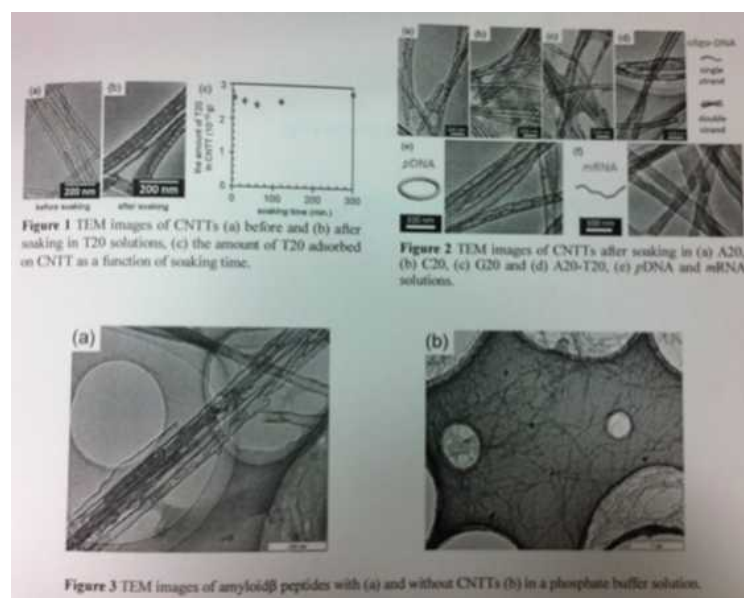


Figure 1. CNTTs의 흡착 관련 TEM 이미지



## □ 에너지 수확(harvesting)기술과 세계시장 동향

- 2011, WinterGreen Research Inc.

### ○ 에너지 수확기술 개요 및 현황

#### (1) 수확 가능한 에너지원의 종류:

- 기계적에너지 : 진동, 응력, 인장력
- 열에너지 : furnace, 히터, 마찰력으로부터 발생하는 폐열
- 빛에너지 : photo sensor/diode, solar pannel 등을 통하여 변환되는 햇빛, 조명
- 전자기에너지 : inductor, coil, transformer 등에서 발생하는 전자기력
- 자연에너지 : 바람, 수력, 파력, 해류, 태양에너지
- 생체에너지 : 인간, 동물이 발생하는 에너지
- 기타 에너지 : 화학물질, 미생물 등이 발생하는 에너지

#### (2) 에너지 harvesting system 구성 요소:

- 에너지원으로부터 전기에너지로 변환하는 conversion device
- 변환된 에너지를 포획, 저장, 관리하는 power module
- WSN, control/monitoring/displaying 등 application device

#### (3) 에너지수확 세계시장규모 예측(산업부문): 첨부자료 참조

- 2011년도(511.9 MUSD) -> 2018년도(5,122.3 MUSD):
- 산업부문 중에서 Ubiquitous 사회의 실현을 위한 Smart City Sensor Network용 에너지 수확 세계시장이 가장 큰 비중을 차지함(2011년도: 424 MUSD -> 2018년도: 2,290 MUSD)

### ○ 기술개발 동향과 관련된 국내 및 KIER 현황(시사점)

#### (1) 에너지 수확기술의 특징과 사회·경제적 의미:

- 소용량의 에너지가 필요한 sensor, remote controller, smart card, RFID, display, switch, lighting 등을 자연 또는 폐기되고 있는 미활용 에너지원으로부터 수확하여 활용
- 기존 전력망 또는 대용량 신재생에너지원 활용이 필요 없음
- 기존 에너지 사용의 효율성 증대 및 상시활용성에 의한 에너지 안전성 확보
- 미래사회 지향적인 첨단 고부가가치 기술적용 신산업 분야임

## (2) 국내 및 KIER 현황(시사점)

- 건물, 수송, 전력망, 산업설비, 도시 기반시설 등의 Smart화 시대가 도래하는 것에 대한 기술적, 산업적 정책대안 필요
- 에너지 기술은 SI(System Integration)기술이므로 KIER가 확보한 단위기술만으로는 기술의 완성도를 인정받기 어려운 상황

### ○ KIER의 대응방향

- 다양한 에너지원의 활용에 대한 연구경험이 풍부한 KIER가 에너지수확 신기술을 선도해야함
- IT, BT, NT 기술을 보유한 타연구기관 및 산업체와 협력하여 에너지 수확 융복합 신기술개발 중장기전략 수립이 필요함

## □ 탄소재료의 이용

- 9th NCRS, 2012.10.31-11.05 -

- (현황) 최근 매우 크게 주목받고 있는 탄소소재에 대한 폭넓은 분야에서의 논의와 연구가 진행중이며 Novel Carbon Resource Sciences 심포지엄을 통해서 활발한 정보교류가 이루어지고 있음
  - 특히, 환경, 에너지 분야에서의 탄소재료 활용에 대한 연구가 매우 활발함.
- (시사점) 친환경 및 에너지 절약형 소재로서의 탄소재료 연구로 고부가가치 세계시장을 선도할 필요가 있음

## □ FCDIC Fuel Cell symposium 연료전지 기술 개발 현황

- (현황) 일본 Fuel Cell Development Information Center 주관으로 진행되는 모임으로 일본 NEDO에서 진행되는 과제들에 대한 연구 발표를 진행하고 있음
  - 약 250명 정도의 일본 학계, 연구계, 산업계 연구자들이 모여 발표 토의를 하며 여기서의 내용이 현 일본의 기술 수준으로 판단 가능하다고 생각 됨
  - FCDIC 요청으로 대한민국 연료전지의 개발 현황에 대한 강연을 하였으며 높은 관심 등을 보임
  - 고분자연료전지의 경우 상업화 관련 촉매, 막등의 원천 기술을 연구하며 안정성 문제를 깊이 다루고 있음
  - 일본에서는 국내와 다르게 MCFC 에 대한 연구는 전혀 하고 있지 않으며 고분자 연료전지와 차세대 주자인 SOFC 개발에 심혈을 기울이고 있음
- (시사점) 여러 연구자들과 교류가 있었고 향후 일본과의 연구 협력에 많은 도움이 될 것으로 판단함

□ 영, Bath 대학의 M. Saiful Islam - SOFC의 새로운 전해질인 Apatite-type silicate/germanate 연구

- 2012년 가을 MRS 학회, 2012.12.12

- (현황) SOFC의 현재 작동온도는 1000도 이상인데 Intermediate temperature인 500 ~ 700도에서 작동할수 있는 SOFC의 새로운 전해질인 apatite-type silicate/germanate ( $\text{LaBaGaO}_4$ ,  $\text{LaSrGaO}_7$ )가 관심을 받고 있음
  - perovskite 구조에서는 ionic vacancy에 의해서 conduction이 일어나는데 apatite에는 높은 oxide-ion에 의해서 conduction이 일어남
  - Ge-apatite oxide,  $\text{La}_8\text{Y}_2\text{Ge}_6\text{O}_{27}$  는 가장 높은 oxygen excess apatite이며, Conduction 메커니즘은  $\text{SN}_2$  유기반응의 형태로 일어남
  - DFT 계산과 NMR을 통하여  $\text{SN}_2$  type 반응을 통해서  $\text{GeO}_4$ 가  $\text{GeO}_5$ 를 형성하는 것을 규명함(M. Saiful Islam et al., Angew. Chem. Int. Ed. 2011, 50, 9328)
- (시사점) 기존에 많이 사용되는 perovskite 구조 대신에 apatite type의 전해질을 연구해서 SOFC의 작동온도를 낮추는 노력을 해볼 필요가 있을 것 같음

## □ 텍사스대학 - 액상 흡수제(PZ) 이용 연소후 CO2 포집기술 개발

- 2012.11.19, GHGT-11 Conference

- (현황) 텍사스 대학에서는 사이클릭아민인 PZ(8 molal)를 이용하여 0.1 MW 석탄발전 배기가스를 대상으로 CO2 포집공정을 운전한 결과 90% CO2 제거 시 2,628kJ/kg-CO2의 heat duty가 소모되었다고 보고함. 저에너지 소비형 기술개발이 많이 이루어짐
- CO2 포집 흡수제 및 공정개발은 K2CO3와 혼합흡수제가 주를 이루었고, 새로운 분야로 상분리흡수제 개발이 발표되었음
- (시사점) KIER의 K2CO3 흡수제와 첨가제인 사이클릭 아민에 대해 많은 관심을 보이고 있고, 공정운전시 안전을 고려하여 흡수제 열화에 대한 관심이 높아졌음

## □ SINTEF - 흡수제 열화 규명 및 억제기술 개발

- 2012.11.19, GHGT-11 Conference

- (현황) 기본 아민 및 혼합흡수제에 대한 열화(degradation)에 대한 연구를 수행하였음
- (시사점) 흡수제 열화에 대한 관심이 높아진 이유로 공정 운전 비 절감 및 실제 실증공정 운전 시 안전을 고려하는 것으로 생각됨
  - 이는 액상 흡수제로 실증 단계에 접어 들고 있음을 시사하고 있음
  - 국내의 경우도 빠른 시일 내에 기술개발 및 산업으로의 이전이 이루어져야 할 것으로 판단됨

## □ 日, Advanced IGCC 기술분석

- 3rd ASCON-IEEChE, 2012.11 -

- (현황) 석탄가스화복합발전(IGCC)의 효율 증대 및 CO<sub>2</sub> 배출 감소를 위한 방안으로 Advanced IGCC 기술에 대한 개념 및 경제성 분석 결과가 발표되고 있는 실정임
  - 일본 AIST에서는 Exergy Recuperation 기법을 적용하여, 열분해 반응기, 스팀개질기 및 부분연소기로 구성된 Advanced IGCC에 대한 성능분석을 수행하였음
  - Exergy Recuperation에 의해 석탄의 가스화는 700~900°C에서 일어나며 이 때 필요한 열은 1700°C 급의 가스터빈 배출열을 이용하는 것으로 고려하였음
  - ASPEN PLUS를 이용한 모사 결과 석탄에 따라 다르기는 하지만 기존 IGCC 시스템의 경우 열효율 47~50%의 값을 보이는 반면, A-IGCC의 경우 50~53%를 나타내었음
- (시사점) 국내 IGCC 기술의 경우 전통적인 가스화기술 개발과 함께 CCS, WGS 등에 대한 연구가 주를 이루고 있으며, Advanced IGCC에 대한 연구는 이루어지지 않고 있음
  - 국산 가스화기술의 독창성 확보를 위해서는 Advance IGCC에 대한 개념정립 및 기초연구가 필요함



## □ 中, QUST, 활성탄, 미세전류 복합사용에 의한 폐수 COD 저감 기술

- 3rd ASCON-IEEChE, 2012.11 -

- (현황) Qingdao University of Science and Technology(QUST)에서는 폐수의 COD를 저감시키기 위한 방법으로, 활성탄이 주입된 2상(고체-액체) 유동층에 폐수를 순환시키면서 미세전류(0~5mV)를 가하여 폐수중의 COD를 저감하는 연구를 수행 중
  - 폐수의 COD가 감소하면서 필요한 미세전류량이 감소하여, 이를 통해 처리효과 확인 가능
- (시사점) 삼상유동층 형태인 기체-고체-액체 유동층을 사용하여 공기를 추가적으로 주입한다면 COD 저감 성능이 개선될 것으로 예상됨
  - 폐수처리 기술에 유동층 기술을 접목한 좋은 예가 될 수 있으며, 특히 고농도 폐수에 대한 전처리 기술로 활용 가능성 높음

## □ MTG, DMC 공정 개발 연구

- 2012. 10. 30, ICC-CAS Pilot Plant Technical Tour

- (현황) 석유, 석탄, 천연가스, 셰일가스 등의 화석연료의 매장량은 경제적, 기술적 관점에서 그 채굴량의 한계가 보이기 시작함. 석탄, 특히 저급탄의 경우, 그 잔존량이 풍부한 것으로 여겨져 왔으나, 고등급탄, 석유 및 천연가스의 급격한 가격상승으로 인해 보다 효율적인 활용 기술이 필요한 실정임. 석탄가스화를 통해 얻은 syngas로부터 고부가가치의 액상원료를 얻는 기술의 개발이 그 좋은 예라 할 수 있음. 이에 본 보고서에서는 syngas로부터 DMC (Dimethyl-carbonate)을 생산하는 direct conversion 및 indirect conversion 기술에 대해 소개하고자함
  - 현재 Syngas 전환기술로는 대표적으로 F-T 합성, MTG (Methanol to Gasoline), DME 전환 등이 있음
  - 중국내에서는 석탄가스화를 통한 syngas로부터 고부가가치 물질인 DMC합성 공정기술개발이 관심을 받기 시작함
  - DMC의 용도는 VOC Exempt Solvent, Paints and Coatings, Reactive Intermediate, Fuel Additive로 시장 수요가 매우 큼.
  - ICC CAS에서는 Syngas로부터 메탄올 합성 후 DMC로 전환시키는 indirect conversion 기술이 개발 중에 있음
  - 이와함께 Syngas로부터 직접 Gasoline, DMC로 전환시키는 direct conversion 기술도 개발 중에 있음
  - 현재 ICC CAS에서는 전형적인 촉매 공정장비인 고정층 반응기를 주로 이용하여 연구 개발을 하고 있음

- (시사점) 현재의 MTG, DMC 전환공정의 성능을 개선하기 위하여 다각적인 연구를 통하여 전환율향상 및 impurity 발생 최소화를 이루어야 함
  - 유동층 반응기를 이용하여 전환율을 높이하고자 함
  - 최적의 촉매를 (나노기공성) 사용하여 impurity 발생을 최소화하고자 함
  - DMC는 150℃, 20ata 이내에서 메탄올의 기상 촉매 반응로 합성이 가능함
  - 본 기술은 온실가스연구단에서 기본기술 개발을 한 뒤, ICC-CAS 와 국제공동 연구를 하기에 적합한 기술로 사료됨



[Indirect Conversion 공정설비(고정층) 및 합성Gasoline]

## □ MHI - 25 MW 급 포집 실증

- 2012.11.20, GHGT-11 Conference

- (현황) 1APC (Alabama Power's Plant Barry) 발전소 부지에 건설된 500 TPD 규모의 본 포집 시설은 MHI 사의 KS-1 흡수제와 KM-CDR process를 적용하였으며, 압축을 포함한 수송, 저장 등 CCS 기술의 전 주기적인 실증 평가가 이루어지고 있음
- (시사점) 습식 포집기술은 상용화를 앞두고 있는 성숙된 기술로서 신규 흡수제 및 공정 개발을 통하여 경쟁력을 확보하기 위해서는 기존 기술 대비 뚜렷한 차별성과 우수성을 반드시 확보해야함

## □ Aker Clean Carbon – 아민 대기 방출 제어 기술 개발

- 2012.11.20, GHGT-11 Conference

- (현황) ACC (Aker Clean Carbon)는 CO<sub>2</sub> 포집 공정에서 발생하는 아민, 아민 열화물 등 오염물질의 대기방출을 제어하기 위한 기술을 개발하였다고 발표하였음
  - anti-mist 설계와 pH controlled polishing을 접목한 기술로 NCCC의 MTU (Mobile Test Unit, 1,000 Nm<sup>3</sup>/h)에서 평가를 수행하였으며, 30% MEA를 이용한 테스트 결과, ACC의 아민 배출 제어 기술을 적용 시 대기 중으로 방출되는 아민의 대부분이 제거됨
- (시사점) 흡수제의 성능 이외에도 흡수제의 장기적인 안정성에 대한 관심이 높아지고 있으며, 환경영향 평가 및 유해물질 배출 억제 기술 개발을 통하여 사회적 인식 제고에 대한 노력이 이루어지고 있음

## □ ADA-ES - 고체흡수제 이용 연소후 CO2 포집기술 개발

- 2012.11.20, GHGT-11 Conference

- (현황) 1단계 연구결과를 통해 500 MW 공정 개념설계 및 고체입자 선별 작업을 완료하고, 현재는 2단계로 1 MW 파일럿 규모 공정을 미국 Southern Company - Alabama Power Co. Plant Miller에 설치할 예정임
  - 1 MW 파일럿 규모 공정 적용을 위한 고체입자의 Langmuir Isotherm 및 반응기 기체유속에 따른 열전달계수 분석을 수행함
- (시사점) KIER의 10 MW 건식흡수제 이용 CO2 회수공정 개발에 많은 관심을 보이고, 규모 및 성능 측면에서 상당히 도전적인 자세로 연구개발을 수행하고 있음

## □ Cenovus Energy Inc. - 10 MW CLC 개발

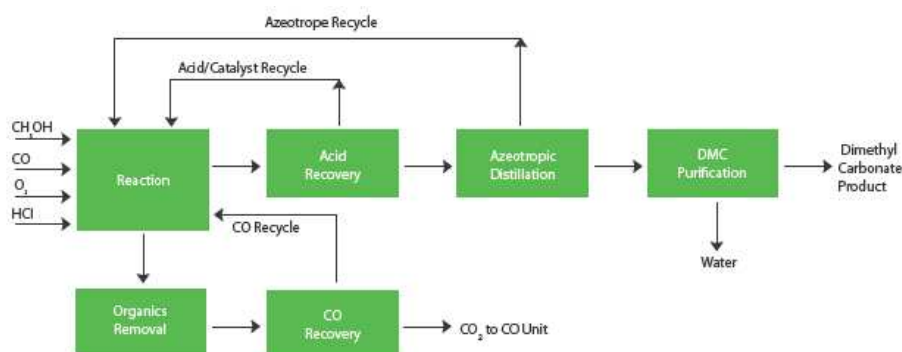
- 2012.11.21, GHGT-11 Conference-

- (현황) Cenovus Energy는 ANDRITZ Energy & Environment GmbH와 Vienna University of Technology와 함께 10 MW CLC 스팀 생산 파일럿 플랜트의 preliminary design 수행, 2014년말 또는 2015년초에 commissioning할 계획을 발표함
- (시사점) KIER의 경우 대구도시가스에 200 kWt 규모의 공정을 100 시간 연속운전 실증을 완료하였으며, 다른 외국 기관보다 우수한 기술을 보유하고 있기 때문에, 파일럿급의 실증을 다른 외국 기관보다 빨리 적용할 필요성이 있음

## □ 차세대 친환경 용매 DMC(dimethyl Carbonate)

- ICC CAS 방문결과, Kowa American Corp. 자료 등 분석 -

- (현황) EPA는 1977년 까지 약 50개의 유기용매가 안전용매로 판정 함
  - DMC는 차세대 용매(EPA 인가 2009)로 인체에 안전하며 친환경적임. 따라서 필수 유기용매로 기존의 phosgene, PC(Propylene Carbonate) 등을 대체하여 유기합성 시장에서 지배적인 역할을 할 것임
  - 용도는 VOC Exempt Solvent, Paints and Coatings, Reactive Intermediate, Fuel Additive로 시장 수요가 매우 큼
- (시사점) DMC는 150℃, 20ata 이내에서 메탄올의 기상 촉매 반응으로 합성함, 연구원의 유동층 기술과 공정 기술을 집적하여 석탄 가스화 합성가스의 메탄올 전환 -> DMC 합성공정을 연구고 부가가치의 차세대 유기용매를 공정을 개발할 수 있음
  - 우리 연구원의 차세대 기술로 적합함.





## □ 美, Toyota Motor Sales社(USA), 1.1 MW급의 수소연료전지 발전기 가동

- Green Car Congress, 2012.10.17

- (현황) 미국의 도요타 모터 세일즈가 토렌스 본부 캠퍼스에 1.1 MW의 수소연료전지 발전기를 가동, 이는 PEM 연료전지 형태의 발전설비로서는 가장 큼
  - 기존에 존재하는 산업수소 파이프라인으로부터 직접 공급되는 수소 가스를 이용하여 구동되며, 이와 같은 형식의 운영은 PEM 연료전지에 최초로 적용된 것으로 동일한 파이프라인이 인접한 수소스테이션에 공급되어 연료전지차의 연료로도 공급할 예정임
- (시사점) 1.1 MW급의 수소연료전지 발전기는 PEM 연료전지 형태의 발전설비로서는 가장 크며, 이는 기존의 PEM 연료전지가 대부분 소규모 발전용량에 국한되었던 것을 고려하면 새로운 시장으로의 가능성이 있음을 시사하고 있음
  - 또한, 파이프라인을 이용한 수소공급방식을 한국의 도시가스 라인에 적용하는 시도에 대해 검토할 필요가 있음

## □ 독일의 연료전지 소재 개발 동향

- ZBT & MAGNUM, 9. 15 - 9. 19

- (현황) 독일 방문을 통해 독일의 연료전지기술을 검토한 결과, 원천소재 및 해설 기술에 대한 연구가 활발히 진행 중
  - 연료전지에서의 새로운 시장개척이 이루어지고 있음. 예를 들어, 플러그인 연료전지-2차전지 하이브리드 자동차
  - ZBT는 인젝션몰딩을 이용한 카본 분리판 연구에서 상당한 성과를 올림. 생산성 및 가격면에서 매우 높은 경쟁력을 가지고 있음
- (시사점) 독일 및 선진국에 대응하기 위해서 원천기술 투자도 중요하지만, 다가올 연료전지시장에 대응할 수 있는 기술이 필요함
  - 확실적으로 선진국을 쫓아가기보다는 틈새 시장을 노릴 수 있는 기술적 개발이 필요. 예를 들어, 항공용 또는 우주용 연료전지 등 특수한 목적의 연료전지시장 개발을 통한 독자적인 노하우 축적

## □ 미국 Fuel Cell Seminar 참석 및 PNNL 방문 - SOFC 개발 동향

- 발표일자, 발표지(or 신문, 잡지 등)

- (현황) SOFC 발전기술 개발은 상용화 근접된 기술이며 가격 절감과 신뢰성 향상을 위한 연구 개발이 진행 중
  - 최근 미국에서는 천연가스의 대량 발견으로 기존의 석탄 가스화 연료이용 SOFC 발전 이외에 천연가스 연료를 이용한 분산형 SOFC 발전시스템 개발이 시작되고 있음
  - 가격 절감과 신뢰성 향상을 위한 연구 개발은 연료전지 상용화를 위한 필수적인 과제임
  - 이를 위하여 대부분의 연료전지 관련 기관들이 연구에 속도를 가하고 있으며, 특히 연료전지 선진국들은 국가적인 계획, 즉 미국은 SECA program 내의 Core projects, 일본은 NEDO program, 유럽연합은 Real SOFC project 에 의하여 성능저하 문제 해결 및 신뢰성 향상 과제를 국가 연구개발과제로 수행하고 있음
  - PNNL은 전 세계의 SOFC 연구개발을 선도하는 연구소이자, 미국의 SECA 프로그램 조정자이면서, 핵심되는 SOFC 기술 개발을 수행하고 있음
  - 특히 재료 연구에 선도적인 역할을 하고 있으며, 방문을 통해서 양 측의 SOFC 기술에 대한 정보 교환이 가능하게 되었으며, 추후 공동 협력에 관한 이해도 구함
- (시사점) 현재 우리나라는 국가의 SOFC 연구 개발에 대한 프로그램이 많지 못하지만 추후 개발 속도가 가속화 될 것이며 프로그램도 확대될 것이다. 이런 때를 대비하여 우리 연구원과 PNNL 간의 협력에 대한 협의가 필요함

## □ A roadmap for graphene

- 11. 27. 2012, MRS Falls Meeting

- (현황) 탄소의 여러 종류 중 최근 one-atomic layer graphene은 전기적, 열적이동성이 좋고, 가스의 비투과율 월등하며, 넓은 표면적으로 인해 다양한 응용에 각광을 받고 있음
  - Graphene은 다양한 방법으로 합성가능 하나 대부분 multilayer graphene을 얻는것이 대부분이며, 합성방법이 어려운 monolayer graphene은 성능에 있어서 월등한 차이를 나타내고 있어 향후 10년간 carbon 시장을 점령할 것임 (응용 : printable, flexible electronics, flexible solar cells, supercapacitors)
  - Graphene 이후 차세대 새로이 등장할 탄소의 형태는 diamond 구조로 “ Ultrathin Large Area Diamond ”로 그 두께가 1nm 정도 될 때, graphene 이나 carbon nanotube 보다도 전도성에 있어서 높은 특성을 보여, 미래 에너지저장 매체로 급부상 할 것으로 예상됨
  - Graphene 로드맵에서 볼 수 있듯이, 패러다임은 순수과학이 새로운 기술의 장을 여는 쪽으로 이동함
- (시사점) 우리연구원도 graphene, diamond 와 같은 새로운 물질의 합성에 관한 순수과학의 연구를 활발하게 진행된다면 우수한 연구성과가 기대됨

## □ 독일 RWE - Nideraussem Pilot에서 개발흡수제 장기 운전

- 2012.10.30, 독일CCS기술협력단-

- (현황) 독일의 BASF/Linde/RWE社は 연소후 CO<sub>2</sub> 포집기술을 개발하고 있으며, 1단계에서 개발된 GUSTAV200, LUDWIG540 흡수제에 대해 장기 운전 테스트를 수행하고 있음
  - 2만 시간 이상의 안정적인 파일럿 테스트를 통하여 재생열 소모량은 2.7-2.8 GJ/톤CO<sub>2</sub>로 측정되었으며, 본 장기 운전에서 파일럿에서 흡수제 변성 및 건설재질 평가가 함께 이뤄지고 있음
- (시사점) CO<sub>2</sub> 포집기술의 성능은 실제 배가스 조건, 파일럿 규모 이상에서 입증되어야 함
  - 안정적인 장기 운전, 파일럿 운전에서 얻어진 실측 재생열, 흡수제 안정성, 유해물질 배출 여부가 성능을 좌우하는 척도임

## □ 독일 도르트문트 대학 - 상분리 흡수제 개발에 주력

- 2012.10.31, 독일CCS기술협력단-

- (현황) 독일 도르트문트 대학 Agar교수팀은 TBS(Thermomorphing Biphasic Solvent) 흡수제를 개발함
  - TBS 흡수제는 일부 온도 영역에서 상분리가 일어나는 특징을 갖는 친유성 알킬아민계 흡수제로서, 상분리를 통해 흡수제의 일부만 재생시키기 때문에 재생열을 혁신적으로 낮출 수 있음
  - Agar 교수팀은 CO<sub>2</sub> 포집에 적용가능한 우수한 아민물질에 대한 Screening을 완료함
- (시사점) 해외의 경우, 혁신적 비용절감형 CO<sub>2</sub> 포집에 대한 다양한 기술이 시도되고 있으며, 우리나라도 흡수제 개발을 다각화시킬 필요성이 있음

## □ 美 Texas Austin 大, Li-S 전지용 Polysulfide 억제 기술 개발

- 2012 MRS Fall Meeting, 2012.11.27.

- (현황) Post 리튬이온전지로 알려진 Li-S 전지는 높은 에너지 밀도, 원료의 가격 등의 이유로 다른 차세대 이차전지 (Li-Air 전지, Na 이온전지, 전고체 전지, Mg 이온 전지 등)에 비해 가장 활발한 연구가 진행되고 있음
  - 그러나 Li-S 전지는 양극으로 사용되는 elemental Sulfur가 전도성이 낮으며, 리튬과 충방전시 황의 용출, 비가역의 원인으로 알려진 polysulfide의 형성 등으로 인해 가역적 싸이클링 특성을 저해되는 치명적인 단점을 가지고 있음
  - 이를 해결하기 위해 텍사스 오스틴 대학의 Manthiram 교수팀은 CNT와 elemental Sulfur를 복합화하여 전기적 전도성을 향상시켰고, 충방전시 발생하는 polysulfide가 대극으로 사용되는 리튬 금속을 오염시키지 못하게 분리막 뒤에 CNT paper를 넣어 polysulfide를 trap하는 방법을 고안하여 높은 가역용량 및 안정된 수명 특성을 보였음
- (시사점) Polysulfide를 trap하기 위해 사용된 CNT paper는 리튬-공기 전지에도 이용이 가능하고, 일반적으로 사용되는 폴리머 계열의 분리막에 전도성 고분자 층 혹은 세라믹층을 lamination함으로써 polysulfide 를 trap하는 방법으로 응용이 가능함
  - 또한 post 리튬 이온전지로 가장 먼저 상용화될 것으로 예측되는 Li-S 전지는, 현재 KIER 내에서 방사청의 수탁사업으로 연구개발이 이루어지고 있으나, 향후 기술적인 발전 가능성을 감안할 경우 Li-S 이차전지에 대한 기초연구 및 기관내의 사업지원이 필요할 것으로 판단됨

## □ 대만, Fengchia 대학, 당원료로부터 multi-biofuel 생산 기술

- (현황) 당이 주원료인 폐수로부터 다양한 생물학적 전환 기술을 적용하여 multi-biofuel 생산하는 파일럿 규모 플랜트 운전
  - 혐기성소화 기술을 통해, 수소, 메탄 가스를 생산하고, 수소 및 메탄 발효 후 잔류액과 부가적으로 발생하는 CO<sub>2</sub>를 재사용하여 미세조류 배양
  - 0.5 m<sup>3</sup> 수소발효조, 25 m<sup>3</sup> 메탄발효조, 0.1 m<sup>3</sup> 완충조, 0.2 m<sup>3</sup> 미세조류배양조, 24 m<sup>3</sup> 멤브레인 반응조
- (시사점) 당으로부터 생산할 수 있는 다양한 바이오에너지 생산 시나리오를 구성하고 이에 대한 경제적, 환경적, 에너지 평가 필요
  - 우리원의 경우 바이오에너지 생산 루트 다양화 필요



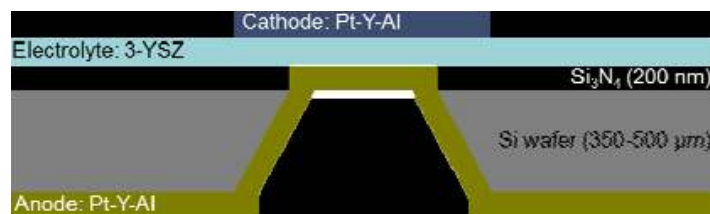
## □ 스위스 ETH, 고출력 · 고내구성 자립막식 $\mu$ -SOFC 기술 개발

- 2012.10.09, 222회 ECS Meeting

### ○ (현황) ETH Zurich (스위스) Gauckler 교수팀은 자립막식 (free-standing) 마이크로 SOFC 개발에 성공

※ 자립막식  $\mu$ -SOFC: 반도체 공정 기반의 실리콘 패터닝 및 에칭 공정을 활용하여 제조된 고체산화물 연료전지

- 기존  $\mu$ -SOFC 의 경우, Pt 전극이 주로 적용되어 왔으나, 고온에서의 입자 조대화로 인하여 급격한 성능 저하 발생
- 내구성이 우수한 Pt-Y-Al 박막 전극을 개발하여 열화 문제 해결
- Magnetron co-sputtering 법을 이용하여 Pt-Y-Al 박막 연료극 및 공기극 증착
- 박막 전극의 ASR은  $500^{\circ}\text{C}$ , 공기 분위기에서  $360\ \Omega\text{cm}^2$ , 수소 분위기에서  $37\ \Omega\text{cm}^2$
- 최대 출력 밀도  $30\ \text{mW}/\text{cm}^2$  달성 ( $500^{\circ}\text{C}$ )
- 장기 운전 후, 다공성의 미세구조 유지



[자립막식  $\mu$ -SOFC 개략도]

- (시사점) 기존 SOFC의 단점인 출력 및 내구성을 개선할 수 있는 기술. 합금 형태의 연료극 및 공기극 소재를 적용하여 출력 저하를 최소화 시키면서 열화 현상을 억제한 것이 특징. 박막 공정의 높은 코스트 문제 해결 시, 상용화 기대

## □ 유럽 PV CYCLE, 폐 태양광 모듈의 Recycling Obligation 대응방안

- 27th EU-PVSEC, 2012.09.27

- (현황) 태양광 모듈의 최대 수요지역인 유럽은 환경적인 측면을 고려하여 수명이 존재하는 태양광 모듈의 재활용을 의무화하였음
  - 이에 대응하기 위해 2007년도에 비영리기관인 PV CYCLE 협회를 설립하여 유럽지역에서 배출되고 있는 폐 태양광 모듈의 회수 및 재활용 업무를 대행하고 있으며, 현재 전세계 240여 관련 업체가 본 협회에 가입되어 있음
  - 본 협회는 2015년까지 모듈소재의 80%를 재활용할 수 있는 기술개발이 목표이며, 2020년까지는 재활용률을 85%까지 향상시킬 계획에 있음
- (시사점) 향후 우리나라에서도 수명이 존재하는 신재생에너지 부품의 재활용도 의무화될 가능성이 농후하기 때문에 이에 대응하기 위한 기술개발이 시급히 요구됨

## □ EU의 바이오연료 정책

- 2012년 11월 14일, IEA Bioenergy Conference

- (현황) EU는 최근 수송용 바이오연료 보급 확대에 따른 곡물 가격 폭등 및 온난화 기여 여부에 대한 논란 등을 종식시키기 위해 곡물의 바이오연료 사용에 대해 제한 강화. 곡물 총 생산의 5% 이내에서 바이오연료 생산 원료로 가능토록 하였으며 바이오연료는 LCA 기준 30% 이상의 CO<sub>2</sub> 감축 효과를 가질 때 인정기로 하였음
  - 비식용 원료 (목질계 및 해양 바이오매스)의 수송용 바이오연료 원료로 활용을 위한 기술개발 촉진을 위해 곡물 바이오연료에 비해 4배 높은 기중치를 부여기로 함
  - 비식용 원료로부터 바이오연료 생산 기술 개발과 바이오연료 사용에 의한 CO<sub>2</sub> 감축 효과 정량화 확립 방안 확보 필요
- (시사점) 비식용 원료로부터 바이오연료 생산 기술 개발에 대한 R&D 강화 및 바이오연료의 LCA 분석 방법 확립 R&D 추진 필요

## □ 독, 재생에너지를 이용한 수소 생산 연구 박차

- ECS 미팅, 2012.10.8

- (현황) 독일 Julish 연구소는 풍력을 이용하고 PEM 타입의 수전해 장치를 이용하여 수소를 생산하는 연구를 본격적으로 시작함
  - 수소생산가격은 1.97-2.35€ /kg으로 알카리 수전해의 2.85€ /kg에 비하여 대폭적으로 생산가격을 감소시키는 것을 목적으로 하고 있으며 전극촉매 연구, 싱글셀의 대형화(1000cm<sup>2</sup> 이상), BOP의 설비 가격을 저감시키는 연구를 집중적으로 진행
- (시사점) 석유가 나지 않는 국가 특성상 신재생에너지를 이용하여 전기를 생산하고 이를 연료전지 등의 발전 연료로 사용하는 신재생에너지 확대보급 정책은 독일국가 정책에 매우 부합되는 정책으로 판단 됨

## □ New Coal Gasification Technology Development

- 2012. 10. 30, ICC-CAS Pilot Plant Technical Tour

- (현황) 현재 다양한 석탄가스화 기술이 개발되고 있고, 일부 기술만이 상용규모로 보급되고 있는 시점에서, 각 기술의 대형화, 기술적 실증 및 장기운전성이 보급에 중요한 역할을 할 것임
  - 각 가스화기의 성능의 한계를 극복하기 위한 연구 진행중
  - 각 가스화기의 장점을 극대화할 수 있는 hybrid type의 석탄가스화기 개발(ICC-CAS); 개념 정립단계
  - 유동층-일류층 복합가스화기의 연구개발 : 유동층 가스화기의 장점인 낮은 열손실, 일류층 가스화기의 장점인 높은 탄소전환율을 동시에 달성할 수 있음
- (시사점) 현재의 가스화기의 성능을 개선하기 위하여 다각적인 연구를 통하여 전환율 및 가스화 조성을 향상시키기 위한 연구가 추진되어 왔으나, 한계에 있었음
  - 다른 두 온도 영역을 갖는 가스화기의 개념은 경제성과 효율을 모두 갖출 수 있을 것임
  - 두 반응기 사이의 운전상태를 모니터링하고 운전하며, 부하배분을 최적화하는 것이 이 기술의 핵심이 될 것임.
  - KIER에서 보유하고 있는 슬러리 피딩과 일류층 가스화 기술, 유동층 가스화기술을 집적함으로써 열효율과 전환율을 극대화할 수 있는 기술로 접목 가능하다고 판단함

## □ 태국, 에너지시스템/포트폴리오 분석에 필요한 산업공학기법

- APIEMS 2012, 2012. 12. 2 -

- (현황) 제13차 아시아/태평양 산업공학회는 태국 빠통에서 개최되었으며, 네트워크 분석법을 이용한 시스템 분석과 다양한 의사결정기법을 적용한 사례연구가 발표됨
  - OR, SCM, 수리계획, 인간공학 등 기존의 산업공학 연구분야 외에 복지서비스, 에너지 분야에 대한 관심이 높아졌음
  - 에너지분야에 적용한 연구들을 살펴보면, Linear Programming, Integer Programming을 이용한 네트워크 모델을 가지고 에너지시스템을 분석하는 연구가 주를 이룸
  - 특히 two-stage stochastic programming을 이용한 에너지네트워크 분석이 관심을 많이 받았는데, 이는 에너지시스템의 uncertainty를 모델에 반영하기 위하여 random variable을 2단계에 이용한 연구임
  - 그 외에도 다양한 의사결정기법을 이용한 에너지기술 선정모형과 유가전망을 위한 3-stage multiple regression 모형에 대한 발표도 있었으며, 복잡한 네트워크 문제를 풀기 위한 휴리스틱 방법론에 대한 비교연구가 주목을 받음
- (시사점) 산업공학에서 주로 다루는 최적화기법이나 시뮬레이션, 의사결정방법론을 이용하여 에너지시스템이나 포트폴리오를 분석하는 연구가 점차 확대되는 경향을 보이고 있었으며, 다양한 정책결정에 반영할 수 있을 것으로 판단됨