

제54회 지구의 날 탄소중립 부문 교차기술 전문가 세미나

일시: 2024년 4월22일 16:00~18:00

주최: 환경부 온실가스종합정보센터, 포스코홀딩스

- | | |
|-----------|---|
| 발표 1 | 수소생산 기술 및 시장동향 이창현 단국대학교 교수 |
| 발표 2 | CCUS 정책 및 기술 동향 박기태 건국대학교 교수 |
| 발표 3 | CCU 기술의 미래 민병권 한국과학기술연구원 본부장 |
| 질의응답 및 토론 | 진행: 한건우 포스코홀딩스 센터장 이창현 단국대학교 교수 박기태 건국대학교 교수 민병권 한국과학기술연구원 본부장 |

Executive Summary

제54회 지구의 날, 제16회 기후변화주간을 맞이해 수소 및 탄소의 포집·활용·저장(CCUS) 기술의 동향에 대한 전문가 세미나가 이뤄짐

key takeaway 1

수소생산 기술 및 시장동향

- 수소는 2050탄소중립을 위한 핵심 Energy Carrier임. 수소 이행 부문은 세가지 부문(그린수소, 블루수소, 해외에서 수입하는 해외생산수소)으로 나뉨
- 그린수소는 재생전원을 이용해 만든 전기로 물 전기분해해 만드는 수소임. 블루수소는 메탄을 열분해시켜 만드는 수소로 이산화탄소 발생하기 때문에 CCUS 기술로 포집, 저장, 활용함. 두 가지를 청정수소로 명명하고 있음

key takeaway 2

CCUS 정책 및 기술동향

- CCUS 분야의 선도국가는 미국과 EU로, 한국의 기술 수준은 선도국가 대비 약 80~85% 수준임
- CO2 포집 기술은 주로 석탄화력 발전소를 대상으로 기술개발이 진행됨. 타 다배출 산업에 적용하기 위한 기술 개발 및 실증연구 진행중임
- CO2 활용 기술은 탄소중립 규제 및 시장 형성이 본격화되고 있는 미국, EU를 중심으로 실증·상용화 연구가 확대됨
- CO2 저장 기술은 경제성 및 상업적 활용도 향상을 위해 대규모 저장소를 중심으로 CCUS 허브·클러스터의 도입 확대 추세임

key takeaway 3

CCU 기술의 미래

- 모든 열화학 반응을 전기화학반응으로 대체해야 하는 시기가 도래하고 있음. 화석연료를 대체할 수 있는 화학연료로는 물, 이산화탄소 등이 있음. 인공광합성, 수전해 Solar Fuel 등 실용화 가능한 인공광합성 기술에 대한 연구를 활발히 진행하고 있음



이창현 단국대학교 교수
수소생산 기술 및 시장동향

(블루수소)

메탄에서 수소를 만들 방법과 만든 부산물로서의 이산화탄소의 처리(CCUS)가 중요함. SMR(Steam Methane Reforming)공정은 효율이 가장 높은 공정이지만 이산화탄소가 발생한다는 특징이 있음. 다른 방법으로는 부분산화법(Partial Oxidation)이 있음. 상대적으로 효율은 낮지만 발열반응이기 때문에 반응이 쉽게 진행됨. 두 방법의 단점을 보완한 ATR(AutoThermal Reforming) 활용 시 수소 생산효율을 높일 수 있으며 이산화탄소 발생량이 적고 포집률 높으며 생산단가는 낮음. 따라서 최근에는 ATR+CCUS 방식이 더 우세함

(그린수소)

태양광과 풍력 에너지는 저장용량의 한계가 있으므로 압축성 있고 장주기 저장 가능한 수소가 유리함. 유럽 또한 러우전쟁 이후 수전해 용량을 조정함. 수전해의 경우 PEM 수전해, 알칼라인 수전해가 대표적이며 모듈화하는 쪽으로 기술개발 진행중. AWE&PEMWE 중심의 상용화가 이뤄지고 있음. 국내 수전해 기술은 해외에 비해 약 10년정도 뒤쳐지는 추세로, 기술적인 부분 이외 정책적인 제한의 영향도 있음. 에너지 저감 대응 기술도 중요함

(암모니아로 수소추출)

이행계획에 따르면 한국은 해외의 장기 임대를 통해 재생에너지 전력 발생률 높은 곳을 점유하고자 함. 우리 기술로 재생에너지 단지를 만들어 수소를 생산하고자 함. 해외 생산된 수소의 캐리어로 암모니아를 선택함. 암모니아는 수소저장밀도가 높고 액화가 쉬우며 인프라가 갖춰졌다는 장점이 있으나 현재 암모니아로부터 수소를 생산하는 기술이 부재함. 암모니아로부터 수소를 추출할 방법은 열화학 분해와 전기화학 분해가 있음. 그러나 수전해 및 암모니아 수소추출 인증제라는 장벽이 있음. 한국은 수소 생산·저장 기술이 부족하며, 안전을 위한 엄격한 관리체계로 최소 2-3년이 소요되는 인허가가 필요함



박기태 건국대학교 교수
CCUS 정책 및 기술 동향

(CCUS 기술)

공장에서 배출되는 이산화탄소를 포집하거나 활용하거나 저장하는 기술임. CO2 저장기술은 포집한 이산화탄소를 폐유전, 폐가스전 등 안전이 검증된 저장소에 주입해 영구적으로 격리하는 기술로 현재는 지중저장이 유일한 옵션임. CO2 활용기술은 화학원료 또는 연료 등 경제적 가치가 있는 제품으로 전환하는 기술로 생물학적, 화학적 전환 혹은 광물화 과정을 거침

(CCUS 필요성)

CCUS는 불가피하게 배출되는 이산화탄소를 제거하는 수단으로서 필요하며, 이산화탄소가 새로운 탄소원이 될 수 있겠다는 관점을 가짐. 대한민국 2030 NDC 및 2050 탄소중립 시나리오(8%이상)에 기여할 것으로 전망함. 제조업 비중이 높은 대한민국의 경우, 중공업부문 탄소중립을 이루기 위해 CCUS기술이 반드시 필요함. 이산화탄소를 원료로 하고 재생에너지를 제품 생산에 활용하는 탄소중립 제품 생산 산업 기반 구축에 도움이 될 것으로 예상

(주요국 CCUS 기술수준)

선두는 미국과 유럽 국가들, 한국은 선두국가 대비 85% 수준으로, 포집분야가 가장 높고(85%), 저장기술은 75% 수준. 기술 자립을 통해 국내 CCUS 기술 시장 도입을 위해 실증-상용화 프로젝트 추진이 꼭 필요한 상황임

(기술 개발 동향)

- **CO2 포집 기술:** 단일배출원으로서 가장 많이 배출하는 곳이 석탄화력발전소이므로, 석탄화력 발전소 대상으로 기술개발이 진행되어 옴. 현재는 타 다배출 산업에 적용하기 위한 기술 개발을 확산하고, 공정 격상 및 실증연구 진행 중
- **CO2 활용 기술:** 탄소중립 규제 및 시장 형성이 본격화되고 있는 미국, EU를 중심으로 실증, 상용화 연구 확대됨. 해외의 경우 재생에너지로 수소 만들고 CO2 활용 합성연료 생산 공정 운영중
- **CO2 저장 기술:** 대규모 저장소를 공유하고 수송 네트워크를 공유하는 CCUS 허브클러스터의 도입 확대 추세로, 비용 면에서 규모의 경제 효과를 누리는 추세

(국내 CO2 저장 후보지역 및 저장 잠재량)

이론적으로는 약 4086억톤으로 추정됨. 주변 국가의 대규모 저장소를 이용할 수 있도록 여건을 마련해야 함. 한국-말레이시아 Shepherd 프로젝트 진행중. 말레이시아의 저장소에 저장하는 사업으로, 국내 다양한 기업이 참여하고 있음

(CCUS 기술도입 어려운 이유)

민간 기업에게는 CCUS 기술의 도입을 위해 많은 비용이 필요하지만 정책적 지원 없이는 수익을 창출할 수 없는 상황. 초비 설비투자 및 기존 생산비용에 추가비용 발생함. 해외 주요국의 세제 혜택, 법률 개정 등 다양한 정책수단 도입을 통한 기술 보급 활성화가 추진되고 있음. 국내에서도 2024년 이산화탄소 포집 수송 저장 및 활용에 관한 법률(CCUS법)이 국회 본회의를 통과한 바 있음



민병권 한국과학기술연구원 본부장
CCU 기술의 미래

(국내 에너지 현황)

에너지 부문의 온실가스 배출이 87%로 가장 높음. 현재는 전기 25%, 열이 75%를 차지하고 있음. 탄소중립 구현을 위해선 청정 전기가 이슈가 됨. 신재생에너지 부문에서, 우리나라는 태양광과 풍력에 의한 전기가 가능함. 현실적으로 우리나라에서 그나마 확보 가능한 전기는 태양광 전기임

(CCU 기술)

CO2배출을 없게끔하는 이상적 목표를 가짐. 다만 CO2는 가장 안정한 물질이기 때문에 유용한 타 물질로 바꾸기 위해서는 에너지가 필요하며, 에너지를 생산하기 위해서는 다시 탄소배출을 야기하는 상황임. 신재생에너지로 CCU 기술을 운영할 경우에는 탄소배출 저감 가능함. CCU기술은 CO2를 환원하는 기술, 즉 수소와 반응시키거나 전자가 들어가는 반응이기에 CO2를 수소와 반응시키는 방법이 있음

(e-케미컬 기술)

모든 열화학 반응을 전기화학반응으로 대체해야 하는 시기가 도래하고 있음

화석연료를 화학연료로 대체해야 한다면 물, 이산화탄소 등이 그 대상이 될 것임. 이를 e-케미컬(electron-based chemical) 기술이라고 함. 인공광합성, 수전해 solar fuel 등이 그 사례. 인공광합성은 광합성 개념을 차용한 것으로, 실용화 가능한 인공광합성 기술로 태양광, CCU 기술, 유용물질 생산 등이 있으며 KIST에서 관련 분야의 연구를 활발히 진행하고 있음

인공광합성 기술은 SYNGAS, 에틸렌, 고순도CO, 메탄올 등에 활용 가능함. 실질적 탄소저감 효과를 위해 화학산업 뿐만 아니라 에너지 산업으로 확장해야 함

질의응답 및 토론

Q. 상용화가 되지 않았지만 이론상 가장 효율이 높은 SOEC 방식에 대한 전망?

이창현 교수: 기존의 상용화된 수전해 장치에 비해 작동 온도가 높음. 열의 재활용시 효율을 높일 수 있는 장점이 분명히 있음. 다만 연료전지와 수전해가 역반응. SOEC는 부하변동성 없음. 고온이기 때문. 열충격으로 인한 내구성 저하 가능성도 있음. SOEC는 발전소, 화력 등에 연결해 열원 사용하는 면에서는 이점이 있음. 아직까지는 모듈화 정책 정도로 기술 개발이 이뤄지고 있음

Q. 핑크수소의 활용에 대한 전망?

이창현 교수: 기술적으로 어렵기보다는 정책적으로 어려움. RE100으로 받아들이기 어렵다는 문제가 있음. 원전 폐기물 관련 정책적 바탕 등 유럽 택소노미에 대해 확실히 된 바가 없는 상태임

Q. 정부기관, 기업들의 정책적 측면에 대한 제언?

민병권 본부장: 재생에너지 생산 부문에 대한 국가의 로드맵이 필요함. 그린수소 충당을 위한 방법 필요. 이산화탄소 배출 기업이 해당 이산화탄소를 포집까지는 할 수 있도록 하는 제도 필요

이창현 교수: 규제 완화가 필요함. 암모니아가 독성물질로 여겨져 이송의 어려움 등 다양한 제한을 겪고 있음

박기태 교수: 선두 국가와의 기술격차 해소를 위한 실증사업 필요함. 실증사업 참여 기업에 대한 부담금 완화에 대한 특혜 제공이 기업 참여를 유도할 수 있을 것임. 기업이 CO2 포집했을 때 크레딧으로 인정해야 함

조사 및 작성



임팩트온 정수정 RA
hanginthere@ewhain.net

디자인



임팩트온 이승진 디자이너
im.code@impacton.net