

2016 APRIL
vol.16

16

융합

WeeklyTIP

Technology • Industry • Policy

이산화탄소 저감 기술 현황 및 전망

김보림 | 융합연구정책센터



이산화탄소 저감 기술 현황 및 전망

김보림 | 융합연구정책센터

선정 배경

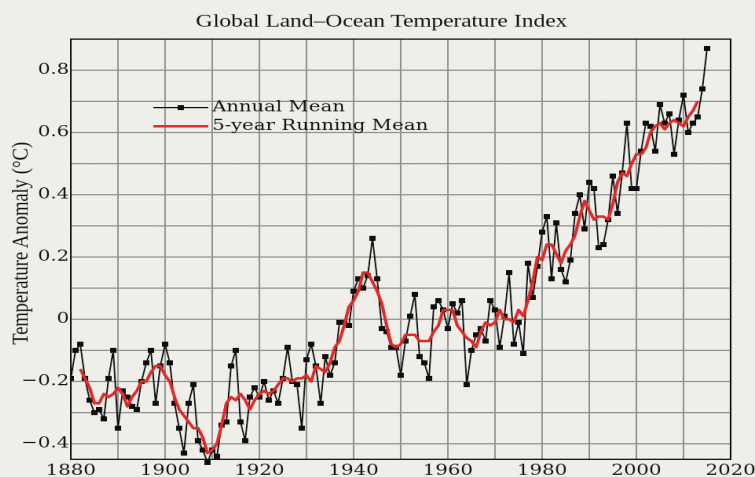
- 지속된 화석연료 사용량 증가로 지구온난화 현상이 가속화됨

※ (NASA) 2016년 2월 지구 표면온도는 평균치(1951~1980년)보다 무려 1.35℃ 증가하여 역대 최고 기록



- 배출되는 온실가스 중 이산화탄소의 농도 증가가 지구온난화에 가장 큰 영향을 미침

※ (기상청) 한반도는 1999년 관측 이후 이산화탄소 농도가 계속 증가하여, 2015년도에는 404.8ppm으로 역대 최고치를 기록



▲ 그림1. 지구 표면 온도 변화

출처 : NASA GISS

- 2015년 12월, 195개 국가가 만장일치로 온실가스를 줄이는데 합의한 '파리 협정'이 채택됨에 따라 산업에서의 온실가스 배출량을 줄이기 위한 연구가 가속화 될 전망이다

- (Nature News) 2016년 과학기술 주요 트렌드 중 하나로 이산화탄소 회수 산업을 선정

- 한국은 현재 전 세계 국가 중 이산화탄소 배출량 7위 국가로, 2030년까지 배출전망치(BAU) 대비 37% 감축 목표를 제시

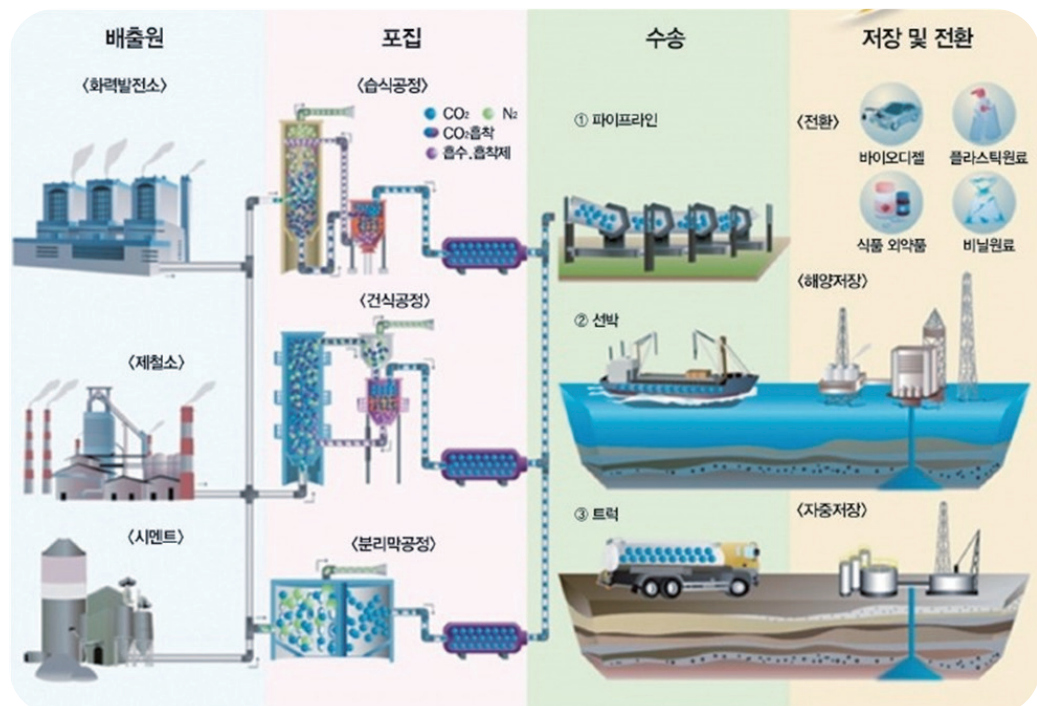
개요



● **(기술정의)** 산업시설에서 배출되거나 대기 중에 있는 이산화탄소를 회수하여 저장하거나 유용물질로 전환하는 기술

- 기술 분야는 크게 포집, 수송 및 저장, 전환 3가지로 나뉨

- (포집) 이산화탄소 분리 및 회수
- (수송 및 저장) 포집한 이산화탄소를 압축하여 파이프라인·선박 등을 통해 옮긴 후, 지중·해양 등에 격리
- (전환) 이산화탄소의 화학적 또는 생물학적 전환을 통한 유용물질 생산



▲ 그림2. 이산화탄소 포집, 저장, 전환 기술 개념도

출처 : 한국이산화탄소포집 및 처리연구개발센터

● **(연구동향)** 선진국을 중심으로 이산화탄소 농도를 줄이기 위한 다양한 연구가 진행 중

- 실효성 있는 기술로 이산화탄소 포집 및 저장기술(CCS : CO₂ Capture & Storage)이 부각됨
- 최근에는 이산화탄소를 단순히 포집 및 저장하는 단계에서 나아가 고부가가치 물질로 전환하는 연구(CCU : CO₂ Capture & Utilization)가 활발히 진행 중

● **(산업전망)** 실질적으로 이산화탄소를 감축할 수 있는 기술의 개발과 함께 관련 신산업이 육성될 전망이다

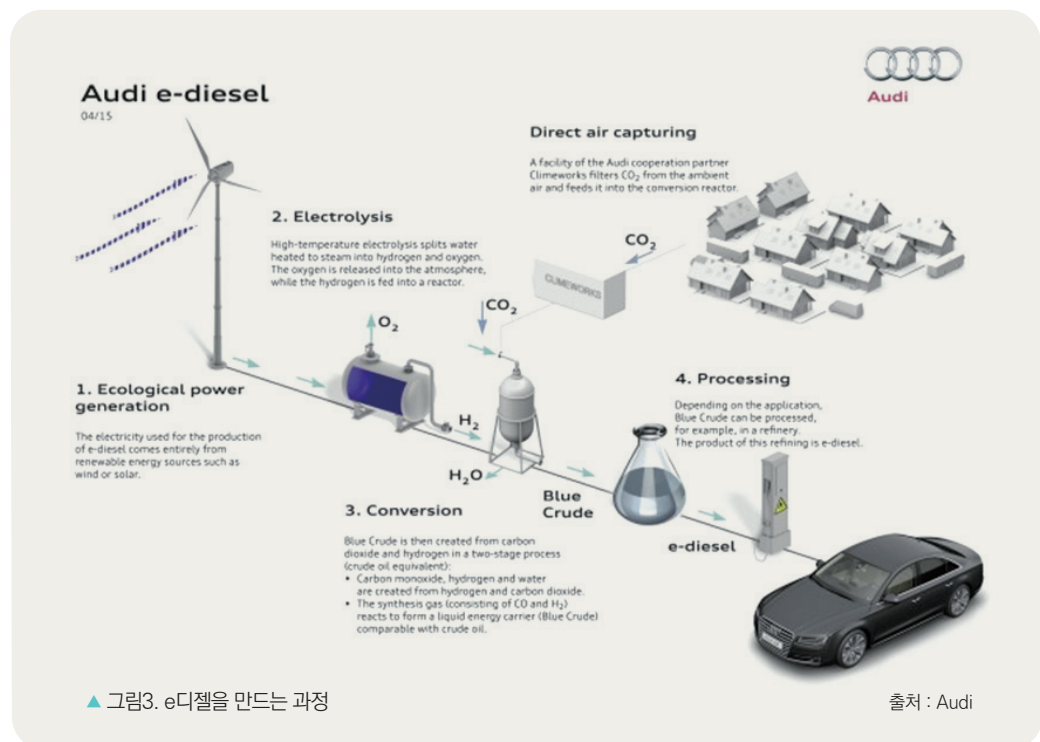
- 2040년까지 화석연료가 전 세계 주요 에너지의 60%를 차지할 것으로 전망됨에 따라 각국의 시장 선점 경쟁은 심화될 것으로 예상

해외연구 현황



- 최근에는 대기로부터 직접 이산화탄소를 회수해 상업적으로 판매하기 위한 연구가 진행 중
 - (캐나다) 카본엔지니어링(Carbon Engineering Inc)은 대기로부터 이산화탄소를 포집하는 공장을 설립하고, 이산화탄소를 탄소 알갱이로 만들어 연료로 사용하기 위한 연구를 진행
 - 1~2톤의 이산화탄소를 액체연료인 디젤 500리터로 바꿀 수 있도록 실험 공장을 설계하고, 필요한 전기에너지는 신재생 에너지를 활용한다는 계획을 발표
 - (스위스) 클라임웍스(Clime works Inc)는 2016년 7월부터 매월 75톤의 이산화탄소를 공기 중에서 빨아들여 저장하는 연구를 진행할 예정
 - 공기 중에서 회수하여 저장한 이산화탄소는 식물 재배용 온실에 판매할 계획
- 독일의 아우디(Audi)는 새로운 연료 방식으로 물과 이산화탄소, 친환경 재생에너지를 이용하여 e디젤을 생산하는 공장을 가동
 - 기존의 연구들이 이산화탄소 감량에 초점을 맞췄던 반면, 아우디는 이산화탄소를 사용하여 새로운 연료인 친환경 디젤을 합성했다는 점에서 의미가 큼
 - 스위스의 클라임웍스, 독일 설파이어와 기술 협력을 통해 2014년 시험생산을 거쳐 월 3,000리터의 e디젤 생산이 가능한 양산규모를 갖추

※ e디젤의 생성과정은 친환경 재생에너지(풍력, 태양에너지 등)를 이용하여 전기를 공급받아 시설을 가동하며, 물을 수소와 산소로 분해한 후 산소는 방출하고 수소는 공기로부터 채집한 이산화탄소와 반응시킴. 반응을 통해 얻은 블루 크루드(Blue Crude)라는 액체연료를 추가 정제하여 e디젤을 생성함



▲ 그림3. e디젤을 만드는 과정

국내연구 현황



● 온실가스 감축에 실질적인 기여가 가능한 이산화탄소 포집, 저장 기술 및 자원화에 대한 연구가 진행 중

- (해양수산부) 2005년부터 이산화탄소 해양수송·저장기술(해양 CCS)개발을 시작하여 현재 실증 준비 완료

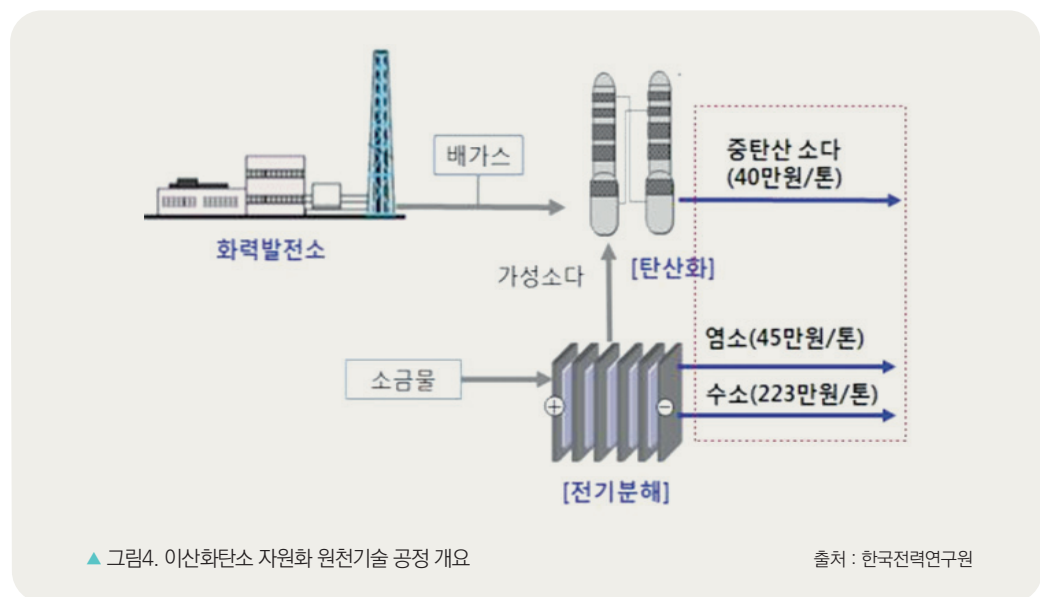
• 산·학·연 15개 기관이 참여하여 기반 기술을 개발하고, 실용화 첫 단계로 100만t급 해양 CCS 실증사업 진행

- (한전 전력연구원) 한국 동서발전과 공동 연구를 수행하여 이산화탄소 포집 및 저장 과정 없이 고부가 화합물 생산이 가능한 원천기술을 개발함

• 화력발전소에서 배출되는 이산화탄소와 소금물의 전기분해를 통해 얻어지는 가성소다로 중탄산나트륨·수소·염소 등을 동시 생산 가능

※ 중탄산나트륨 : 비누, 세제, 피혁 및 식품 첨가제 등의 다양한 산업분야에서 활용이 가능한 물질

• 2017년까지 플랜트기술을 확보하여 연간 7만톤 규모의 중탄산나트륨 생산플랜트 설치 목표



● 한국과학기술연구원은 다양한 분야에서 이산화탄소를 자원화 할 수 있는 연구를 진행 중

- (화학적 전환) 나노 입자를 이용하여 선택적으로 이산화탄소를 일산화탄소로 전환시키는 저가·고효율·고성능 촉매 개발

- (생물학적 전환) 고려대 연구팀과 함께 인공 시아노박테리아를 이용하여 태양광과 이산화탄소에서 아세톤을 직접 생산할 수 있는 태양광세포공장을 개발

※ 태양광세포공장 : 미생물대사공학기술을 이용해 인위적으로 다양한 화학제품을 대량 생산하는 공장 개념인 '세포공장'에 무한한 태양광에너지를 적용하여 광합성이 가능함

- 울산시는 생활폐기물 매립장의 매립가스에 포함된 이산화탄소를 분리해 탄산칼슘을 생산하는 시범 사업을 추진 중이며 연간 2500톤을 생산해 기업체에 공급할 예정

※ 탄산칼슘은 다양한 활용이 가능하며 특히 플라스틱 제품, 페인트, 제지 등에 주로 사용되는 고부가가치 화합물임

향후 전망

- **(온실가스 감축)** 2015년 프랑스 파리에서 열린 유엔기후변화협약 당사국총회(COP21)에서 모든 국가가 기후변화대응에 참여해야 한다는 합의문(파리협정)을 도출

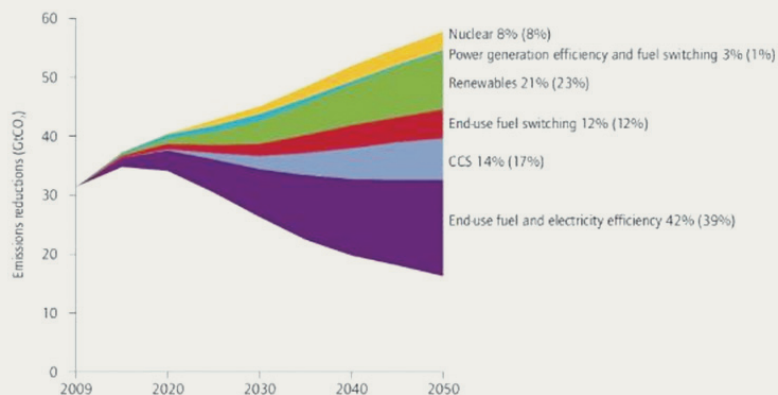
- 각 국가별로 2020년 이후의 온실가스 감축목표(안) 발표

표1. 주요국가별 온실가스 감축 목표

국 가	목 표
한국	2030년 이산화탄소 배출전망치대비 약 37% 감축
EU	2030년까지 1990년 배출량 대비 40% 수준으로 감축
미국	2025년까지 2005년 배출량 대비 26~28% 감축
일본	2030년까지 2013년 배출량 대비 26% 감축
중국	2030년까지 2005년 배출량 대비 60~65% 감축
인도	2030년까지 2005년 배출량 대비 33~35% 감축

- 파리협정을 통해 5년 주기로 '국가별 기여방안'을 진전된 목표를 설정하여 제출해야 한다는 규정을 정함에 따라 각국의 감축노력이 증진될 전망이다

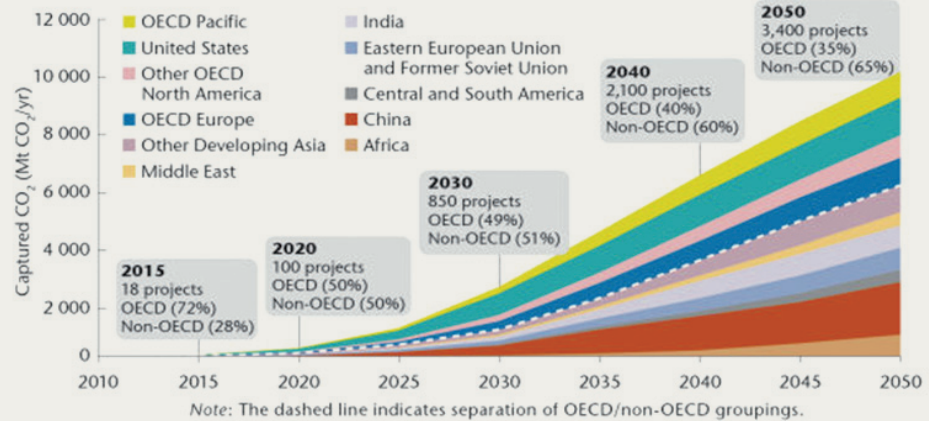
- **(관련산업성장)** 국제에너지기구(IEA)에 따르면, 2050년에 이산화탄소 포집 및 저장 기술이 전 세계 이산화탄소의 약 17%를 감축할 것으로 예측됨



▲ 그림5. 이산화탄소 배출량 감소를 위한 주요 기술

출처 : IEA, CCS Roadmap 2013

- 이산화탄소 관련 플랜트 수요는 2050년에 약 3,400개로 급격히 증가할 전망이며, 약 3조 달러 (한화 약 3,520조 원) 규모의 신시장 성장 및 고용창출이 기대됨



▲ 그림6. CCS 플랜트 수요 전망

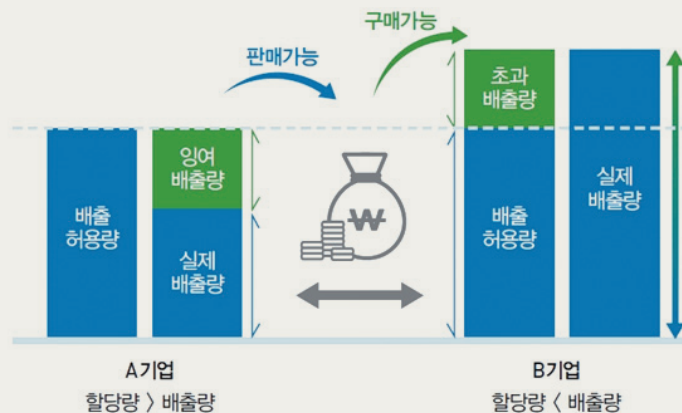
출처 : IEA, CCS Roadmap 2009

- **(탄소배출권거래제)** EU를 시작으로 현재 우리나라를 포함한 39개국에서 탄소배출권거래제를 시행하고 있으며, 2016년에는 중국 전역으로 확대될 예정임

- 온실가스배출권거래제에 의한 거래비용 발생으로 이산화탄소를 감축할 수 있는 기술개발의 중요성이 더욱 부각될 전망

- 현재 우리나라는 6월말로 예정된 1차 탄소배출권 이행실적 제출을 앞두고 배출권 가격이 급등하여, 시장안정을 위한 대안 마련이 필요

※ 온실가스배출권거래제 : 온실가스 배출 업체들이 매년 배출할 수 있는 할당량을 부여해 넘거나 부족한 배출량은 사고팔 수 있도록 하는 제도. 한국은 2015년 1월 12일부터 시행



▲ 그림7. 탄소배출권거래제 개념도

출처 : 환경부 공식블로그

결론 및 시사점



- 현재 선진국을 중심으로 많은 기업들이 이산화탄소 저감 효과와 더불어 경제적으로 큰 수익을 기대할 수 있는 다양한 기술들을 상용화단계까지 개발함
 - 국가별 온실가스 감축목표 달성 및 신시장 창출을 위한 기술로써 이산화탄소 감축 기술의 중요성은 더욱 확대될 전망이다
- 우리나라는 이산화탄소 포집 및 저장에 관한 원천 기술은 많이 확보하였으나 전환에 관한 연구는 상대적으로 적으며, 대부분 대학·출연(연) 위주로 진행되고 있음
 - 이산화탄소 저감 기술과 관련된 신산업 육성을 위해서는 연구개발단계에서 국내 기업의 적극적인 참여가 필요함
- 전 세계 이산화탄소관련 시장에 국내 기업이 진입하기 위해서는 이산화탄소 포집·수송·저장 및 자원화의 각 개별 핵심기술 개발 뿐 아니라 나노, 바이오, 정보 기술 등을 융합한 통합적인 연구가 필요함
 - 전략적인 융합 연구를 통한 새로운 분야의 원천기술 확보로 시장 선점에 기여할 수 있음
- 우리나라의 온실가스 감축목표치에 대한 현실적인 우려와 현재 에너지 효율이 높은 산업분야에서의 감축 한계를 고려한 제도 개선이 필요함
 - 산업분야의 특성에 맞는 지원제도 개선과 과도한 규제에 대한 정비가 요구되며, 온실가스 감축의 현실적인 대안 마련을 위한 종합적인 검토가 필요함

참고문헌



- KISTI Market report, 한국과학기술정보연구원, 2(12) : 3-6, 2012
- Technology Roadmap : Carbon Capture and Storage, International Energy Agency, 2013
- The global status of CCS : 2015 summary report, Global CCS Institute, 2015
- 이산화탄소 저감 및 자원화 기술: 미국의 CCUS 산업 동향 분석, 한국에너지기술평가원, 2015
- The science to look out for in 2016, Nature News, 2015.12.
- (재)한국이산화탄소포집및처리연구개방센터 <http://www.kcrc.re.kr>