

V

국내외 정책 · 기술 동향

- 태양광 170
- 연료전지 186
- 수처리 및 해수담수화 199
- 바이오연료 216
- 이산화탄소 포집 및 처리(CCS) 229
- 전기차 242

V. 국내외 정책·기술 동향



태양광

1. 국내외 정책동향

가. 국내동향

- 산업통상자원부, 에너지저장장치(Energy Storage System: ESS)를 설치한 전기를 생산한 태양광 발전소에 신재생에너지공급인증서(Renewable Energy Certificate: REC) 가중치 확대 (산업통상자원부 보도자료, 2016.09.19)
 - 2016년 7월에 발표한 “에너지신산업 성과확산 및 규제개혁 종합대책”에 따라 ESS를 설치, 전기를 생산한 태양광 발전소에 REC 가중치 5.0 부여 (표 1)

[표 1] ESS의 REC 가중치 계획

구분	ESS의 REC 가중치	
	태양광	풍력
2017년	5.0	4.5

출처: 산업통상자원부 보도자료(2016.09.19)를 재구성.

- 전기수요가 낮은 밤에 생산된 전기를 충전하는 일반적인 ESS와 다르게, 태양광 발전 특성상 일조량이 좋은 피크시간에(10시~16시) 전기를 충전하도록 유도
 - 낮에 생기는 전력망 접속용량 부족 완화 예상
 - 태양광 발전에 ESS를 연계시켜 신재생에너지 발전의 효율성 향상과 ESS 시장 창출 기대
- 산업통상자원부, 태양광 발전으로 생산된 전기요금 상계용량 확대 (산업통상자원부 보도자료, 2016.09.30)
 - 자가용 태양광에서 생산된 전력 중 남은 전력량만큼 전기요금에서 차감할 수 있는 태양광 전

기 규모를 기존 50kW에서 1,000kW로 확대

- 상계범위, 기존 소규모 상가에서 대형빌딩, 공장 등 모든 건물로 확대되어 버려지는 전기가 없고 전기요금도 절감

- 전기요금 상계 신청절차는 한전에 전기요금 상계신청, 기술검토, 태양광 설치, 상계 계약 체결 등의 순서로 진행
 - 전기요금은 한전으로부터 제공받는 전력량에서 생산 전력 중 남은 전력량 만큼 차감 후 청구
 - 전기요금 차감으로 자가용 태양광 규모 확대 기대

■ 산업통상자원부, 정부세종청사에 국내 최대 태양광 실증단지 조성 (산업통상자원부 보도자료, 2016.10.05; 행정중심복합도시건설청 보도자료, 2016.10.06)

- 산업통상자원부 세종청사 주차장을 활용하여 2017년 1분기까지 1.5MW급 실증단지 구축
 - 연간 약 1,846kWh까지 생산 가능하며 운영 기간은 10년 이상
 - 정부는 세종 실증단지를 포함하여 앞으로 경산, 나주 등 3곳에 수MW급 실증단지를 조성, 국가 경쟁력을 확보하고 민간에 서비스를 제공할 예정
- 기업의 실증 비용 절감 및 지역사회 전기 지원
 - (기업) 태양광 모듈 테스트를 국내에서 저렴한 비용으로 진행
 - (지역사회) 실증 테스트에서 생산된 전력 일부를 인근 학교 또는 복지시설에 지원

■ 미래창조과학부, 도심형 빌딩 태양광 발전 등 기후산업육성모델 추진 (미래창조과학부 보도자료, 2016.10.21)

- 미래부, “탄소자원화 발전전략”에 따라 기후산업육성모델 12가지를 도출, 도심형 빌딩 태양광 발전 및 고온 삼중열병합 빌딩 발전 등 신규 2가지 모델 발표 (표 2)

[표 2] 기존 사업과의 차별성

	특징
기존사업	- 단면 - 실리콘 기반 : 셀효율 19%; 출력비 15W/kg - 유기물 기반 : 셀효율 8%
신규사업	- 곡률반경 : 15cm 이하 - 셀효율 22%, 출력비 100W/kg - 고성능 플렉서블 박막 태양전지

출처: 미래창조과학부 보도자료(2016.10.21)를 재구성.

- 빌딩 태양광 발전은 태양전지를 창호, 외벽 등 건축물 외장재로 사용하여 전기를 생산하는

V. 국내외 정책 · 기술 동향

- 시스템으로서 기존의 단면 태양전지와 다르게 곡면 구현이 가능하도록 설계
- 과제 상용화에 성공할 경우 태양전지 분야에서 세계시장 선도 및 2030년 연간 60만 톤의 CO₂ 감축 효과 기대
 - 2017년에는 자동차 선루프에 전원공급용 태양광을 설치, 차량 내 에어컨 등에 활용할 수 있는 자동차 태양광 발전기술 개발을 추진할 예정

■ 산업통상자원부, 태양광 발전 관련 제도 개선 (산업통상자원부 보도자료, 2016.11.30)

- 주택 및 학교에 태양광 발전 보조금 확대
 - (주택) 자가용 태양광 보조금 지원 비율을 최대 50%까지 확대하여 누진세 개편에도 이전보다 경제성이 나아지도록 할 계획이며, 기존 지방비 50%만 지원받던 아파트 베란다 등에 설치하는 미니 태양광에는 추가로 국비 25%를 지원
 - (학교) 옥상 태양광 발전 사업 임대료를 기존의 10% 수준으로 인하하는 등 학교 옥상 태양광 사업의 활성화를 촉진
 - 주택은 현재 24만 호에서 70만 호로, 학교도 현재 1,000개교에서 3,400개교로 태양광 보급을 확대
- 전력판매가격(System Marginal Price: SMP)과 신재생에너지공급인증서(Renewable Energy Certificate: REC)에 장기 고정가격 도입
 - 기존 태양광 REC 입찰제도를 SMP+REC 고정가 입찰제도로 개편 (입찰대상: 3MW → 모든 사업자, 계약기간: 12년 → 20년 내외)
 - 계약가격이 시장에서 결정된다는 점에서 발전차액제도(Feed-in Tariff: FIT)와 차이가 있으며 SMP와 REC 가격의 변동성으로 인해 불안했던 수익 안정성이 회복될 수 있으리라 기대
 - 새로운 제도 도입으로 인한 신재생에너지 사업에 대한 가격 리스크 감소로 개인이나 금융기관의 신재생에너지 사업에 대한 투자가 증가할 것으로 예상
- 수익 안정성과 입지를 확보한 신재생에너지 사업자의 원활한 사업 개시를 위해 계통접속 소요기간을 최대 17개월에서 11개월로 단축
 - 규제 완화로 신재생 투자가 활성화되면 태양광과 풍력의 설비용량 비중이 2015년 32.5%에서 2025년 72%로 확대 가능

■ 서울특별시, “원전하나 줄이기” 정책에 따라 태양광 발전소 설치 증가 (서울특별시 보도자료, 2016.12.01)

- “원전하나 줄이기” 정책을 시작했던 2012년부터 태양광 미니발전소 설치 가구 급증
 - 설치비 50% 지원 등의 적극적인 보급 정책 실시로 태양광 미니발전소를 설치한 가구가 1만 가구 이상으로 증가 (표 3)

- 2010년 대비 2015년 전국 전력 사용량은 11.4% 증가한 반면 서울시는 4% 감소하여 태양광 미니발전소 보급 정책의 효과 확인

[표 3] 서울시 태양광 미니발전소 보급현황

연도	태양광	
	가구 수	용량(kW)
2004	3	9
2012	780	2,335
2013	818	2,682
2014	2,680	3,233
2015	5,469	5,327
합계	10,929	17,740

출처: 서울특별시 보도자료(2016.12.01).

- 주택 태양광 미니발전소 보급 정책 효과는 ‘설치 용이’와 ‘절전 효과’로 크게 요약될 수 있음
 - 아파트 베란다에 손쉽게 설치하고 이사갈 때에도 쉽게 떼어갈 수 있음
 - 발전용량 250W 태양광 발전소 설치 시, 900L 양문형 냉장고의 연간 소비전력(약 292kWh)을 생산하여 한 달 평균 1만 원 내외의 전기요금 절감
- 산업통상자원부, 농민이 참여하는 태양광 발전소에 지원 확대 (산업통상자원부 보도자료, 2016.12.23)
 - “신재생에너지 보급 활성화 방안”에 따라 2020년까지 농가 태양광 1만 호 확대 목표
 - 농촌 지역의 태양광 발전 대부분은 농민보다 기업, 외지인이 운영하기 때문에 농민이 참여하는 태양광 발전 사업에 대한 지원체계 강화 필요성 대두
 - 농민이 참여하는 태양광 발전 사업에 대해 농협 및 에너지공단에서 동시 지원
 - (운영지원) 태양광 조합 구성, 시공업체 선정 지원, 종합 컨설팅 제공 등
 - (금융지원) 전력판매 우대, 신재생에너지공급인증서(REC) 가중치 상향, 신재생에너지 우선지원 등
 - 유휴지를 활용하여 ‘태양광 밭’을 일군다면 농가소득 증대와 신재생에너지 보급을 동시에 달성 가능
- 산업통상자원부, 지자체(광주, 전북, 전남, 제주)와 에너지신산업의 시장 확대 방안 모색 (산업통상자원부 보도자료, 2017.01.10)

V. 국내외 정책·기술 동향

- 2016년 발표한 “에너지신산업 종합대책” 후속 조치로, 지역 차원에서 에너지신산업을 지원할 수 있도록 관련 규제 개선
 - 신재생에너지 발전소 입지제한 최소화: 지자체별 상이한 태양광, 풍력 발전시설을 위한 최소 도로 이격거리 등의 입지제한과 관련된 규제를 최소한의 수준으로 조정
 - 투자촉진을 위한 조례 신설: 관련 규정이 없어 기존에는 태양광 발전사업 및 전기차 충전기 등을 도시공원에 설치하지 못했지만 이를 조례에 반영하여 가능하도록 개선할 계획이며, 에너지저장장치를 기존 허가대상인 건축물에서 공작물로 해석이 가능하도록 내규를 마련할 계획
 - 공유재산 대부료 인하: 에너지신산업에 공유재산을 활용할 경우, 현행 조례상의 대부료 수준인 해당재산 평정가격의 5% 이상에서 법정 최저 대부료 수준인 1% 이상으로 인하할 계획

[표 4] 에너지신산업 투자 활성화를 위한 지역별 태양광발전 투자 계획

지역	내용
전북	- 군산 비응도 등 15MW급 수상태양광 추진 (300억 원)
전남	- 영암호·월성제·수어담 3개소에 시범사업으로 수상태양광 추진 * 2025년까지 113개소 279MW 수상태양광 구축 계획 (5,580억 원) - 해남에 2020년까지 400MW급 신재생 단지 조성 (6,100억 원) * 1단계 : 310MW급 태양광, 2단계 : 90MW급 풍력 및 ESS
광주	- 대용량 ESS 실증센터 등 에너지신산업 전용 산단 투자 (1,285억 원)

출처: 산업통상자원부 보도자료(2016.01.10)를 재구성.

- 지자체 차원의 제도적 기반을 개선하고 사업 수익성을 유지하면 주민참여가 늘어날 것으로 예상되어, 지역 기반의 에너지신산업 추진이 빨라질 것으로 기대

나. 해외동향

■ 재정부담을 줄이기 위한 발전차액제도(Feed-in Tariff: FIT) 개선 추세

- 그리스, FIT 보조금 지급 완화 위해 프리미엄지원제도(Feed-in Premium: FIP) 도입 (한국에너지공단 주간에너지이슈브리핑, 2016.08.26)
 - FIT 보조금 지급에 따른 재정부담 완화, 시장가격을 중심으로 하는 FIP 보조금 도입을 위해 재생에너지법 개정
 - FIP 지원금액은 기준단가에서 시장가격을 제외한 금액 (내부투자수익률을 9~10%로 제한)
 - 500kW 미만의 재생에너지 발전시설은 FIT와 FIP 선택 가능
 - 2016년 40MW 규모의 태양광 시범 경매를 통해 2017년 규모를 결정

- 중국 국가발전개혁위원회(National Development and Reform Commission: NDRC), 발전차액제도(FIT) 축소 발표 (에너지경제, 2016.10.14)
 - 보조금 재원 부족 등 부작용이 심해져 2017년부터 태양광, 해상풍력, 바이오매스 등 3개 부분에 대하여 보조금 하향 발표
 - 시장 예측치(10%)보다 FIT 인하율이 높은 수준 (표 5)

[표 5] 2017년 계통연계형 태양광발전 FIT 인하 계획

(단위: 위안/kWh)

보조금 지급 기준	2016	2017	인하율	해당 지역
I 지역	0.80	0.55	-31.2	닝샤, 칭하이(하이시), 간쑤(자위관, 우웨이, 장예, 지우취안, 둔황, 진창), 신장(하미, 타청, 알타이, 쿠라마이), 내몽고(초핑, 퉁랴오, 싱안명, 후룬베이얼 제외)
II 지역	0.88	0.65	-26.1	베이징, 톈진, 헤이룽장, 지린, 랴오닝, 쓰촨, 윈난, 내몽고(초핑, 퉁랴오, 싱안명, 후룬베이얼), 허베이(청더, 장자커우, 탕산, 친황다오), 산시(山西)(다둥, 쉬저우, 신저우), 산시(陝西)(위린, 연안) 및 칭하이·간쑤·신장성 지역 중 I 지역에 해당하지 않는 지역
III 지역	0.98	0.75	-23.4	I·II 지역을 제외한 모든 지역

출처: 國家發改委關於調整新能源標杆上網電價的通知(意見稿)(2016.09.29).

■ 재생에너지 발전 비중 확대 추세

- 미국 워싱턴 D.C., 2032년까지 신재생에너지의무할당제(Renewable Portfolio Standard: RPS) 비중을 50%로 확대하는 “2016 재생에너지 의무할당기준 개정 법안(District of Columbia’s Renewable Portfolio Standard Expansion Amendment Act of 2016)” 통과 (EIA today in energy, 2016.08.29)
 - 태양광, 풍력, 지열, 바이오매스 등이 RPS 목표를 충족하는 데 이용될 수 있으나 수력은 제한된 용량만 포함
 - 확대된 목표치에는 태양광 전력 최소 5% 이용이 포함
 - 워싱턴 D.C.의 RPS 목표치에 있어 태양광발전은 기준을 달성하지 못한 경우가 종종 발생(워싱턴 D.C. 내 태양광 발전용량은 22MW로 전체 발전용량의 0.3% 수준)
- 브라질, 재생에너지 발전 비중 2030년까지 23% 확대 계획 (한국에너지공단 주간에너지이슈브리핑, 2016.10.21)
 - 바이오매스, 소수력, 태양에너지에 대한 발전원별 설비용량을 2024년까지 최대 32.6GW로 확대 (14년 기준 설비용량: 16.2GW)
 - 브라질개발은행(Brazilian Development Bank: BNDES)은 태양광 발전소 건설 등 재생에너지

I. 권역별

II. 연구성과

III. 연구논단

IV. 특집

V. 국내외 정책·기술 동향

VI. 그린스쿨 주요 활동 및 일정

V. 국내외 정책 · 기술 동향

- 발전예 용자 확대 (70% → 80%)
- 대만, 신재생에너지 보급을 위한 전기법(Electricity Act) 수정법안 가결 (한겨레 2016.10.23)
 - 수정법안에는 대만 전체 전력 생산의 약 14%를 차지하는 원전에 대해 2025년 운전 정지하는 내용이 명시, 대만은 아시아 지역에서 최초의 탈원전 국가가 될 것으로 예상
 - 원전 발전량을 대체하기 위해 2025년까지 신재생에너지 발전비중을 20%까지 확대할 계획
 - 태양광 발전 설비용량 20GW, 발전량 25MWh 등 태양광 발전에 약 43조 원 투자 (2015년 기준 태양광 발전 설비용량 687MW)
- 인도, 2022년까지 100GW급 태양광 발전설비 건설 예정 (에너지경제연구원 세계 에너지시장 인사이트, 2016.11.28)
 - Narendra Modi 총리에 의해 태양광 설비에 대한 제도적 지원이 강화된 것과 태양광 설비부품 가격이 계속해서 하락한 것이 설비 설치 증가의 원인인 것으로 파악
 - 2030년까지 신재생에너지 발전을 40% 이상 확대할 계획
 - 전력 환산 연간 약 5,000조 kWh의 풍부한 태양광 자원이 뒷받침되어 입지적 조건 유리
 - 2016년에만 5.1GW의 태양광 발전설비가 증설되어 인도의 총 태양광 발전 설비용량은 10GW를 초과
 - 인도는 2017년 세계 3위 태양광 발전설비 보유 국가가 될 것으로 전망

2. 국내외 산업동향

가. 국내동향

- 서울주택도시공사(SH공사), 에너지 취약가구에 태양광 미니발전소 보급 추진 (서울주택도시공사 보도자료, 2016.08.29)
 - SH공사는 폭염으로 과도한 전기료 부담을 지어야 하는 임대아파트 입주자에 배란다용 미니발전소 보급
 - 마포성산아파트단지 500여 가구에 태양광 미니발전소 설치를 완료
 - 260W 용량의 미니발전소를 설치할 경우 월 약 25kWh의 전기를 생산할 수 있어 2015년 서울 지역 가구당 월평균 전기사용량(304kWh/월)을 고려하면, 한 달에 약 8,320원의 전기요금 절감
 - 2016년 총 보급 목표를 3,000기로 선정
 - 보급되는 배란다용 미니발전소의 설비용량에 따라 시설 설치비용은 서울시, 해당 자치구, 그리고 각 세대가 분할 · 분담하며 세대별 부담비용은 SH공사의 자체예산 또는 사회공헌기업의

후원으로 충당하여 설치

- 태양광 미니발전소는 250~260W급 기준 약 63만 원의 설치비용이 소요되며 서울시가 최대 40만 원, 자치구에서 5~10만 원을 지원하고 설치 세대는 약 12~17만 원의 비용을 부담
- 위와 같은 방식과 자체예산을 활용하여 2018년까지 20,000가구 보급이 목표

- (주)경동솔라에너지는 SH공사를 통한 2015년 기부활동에 이어 2016년 사회공헌에 참여해 2016년 3,000기 보급 목표 중 1,000기에 대한 세대별 부담비용을 담당

- 베란다용 미니발전소 보급 설치는 ‘서울특별시 기후변화기금의 설치 및 운용에 관한 조례’에 따른 것으로, 임대아파트에 거주하는 에너지 취약계층의 에너지 접근성을 높여 부담을 완화시킬 수 있는 대책

- SH공사는 사회공헌기업을 적극 유치하여 에너지 취약가구에 대한 에너지 소비 불균형을 지속적으로 해소해 나갈 예정

- 태양광 업계, 북미 최대 태양광 전시회 ‘Solar Power International 2016’에서 한국관 운영 (머니투데이, 2016.09.20; 뉴스토마토, 2016.09.26)

- 산업통상자원부의 에너지공단을 비롯한 국내기업은 제품 전시 및 국내 신재생 정책 및 산업의 우수성을 홍보하는 등 10개의 부스로 구성된 한국전시관 운영

- 약 75개국 600개 기업이 참가한 가운데 한국에서는 제이앤디전자(태양광 구조물 부품 센서), 에코센스(센서, 모니터링 시스템), 아바코(GIGS 장비), 신성솔라에너지(태양광 셀, 모듈), 다스테크(인버터) 등의 기업이 참가

- 한국 기업의 수출영업망 확대 및 해외 네트워크 구축을 통해 실제 수출 및 수주성과를 달성할 수 있도록 산업통상자원부와 에너지관리공단이 지원

- 미국의 태양광 투자세액공제제도(Investment Tax Credit: ITC)가 2022년까지 연장되어 투자자의 투자동기가 유도되고 태양광의 설치량 증가가 예상됨에 따라 국내기업의 북미 시장으로의 진출 기회 부여

- 대기업도 자체적으로 참가하여 국내 에너지산업계의 우수한 제품과 기술을 전시 및 소개하고 태양광 수요가 많은 북미지역을 집중적으로 공략

- 미국 최대 전력회사 넥스트에라 등에 모듈을 공급하며 사상 최대 분기 영업이익을 거둔 한화큐셀은 참가기업 가운데 최대 규모의 대형부스 마련

- LG전자는 360W의 효율을 자랑하는 모듈 ‘네온R(NeON R)’과 모듈 양면에서 빛을 흡수하여 최대 400W까지 출력가능한 ‘네온2 바이페이셜(NeON2 BiFacial)’을 공개

- 메가솔라社, 태양광 발전소와 ESS 연계 사업 본격화 (산업통상자원부 보도자료, 2016.09.18; 전자뉴스 2016.09.19; 투데이에너지, 2016.10.11)

V. 국내외 정책·기술 동향

- 효성과 태양광 발전소 ESS 설치와 관련한 업무협약을 체결
 - 메기솔라는 국내 태양광 발전 대표기업으로 대규모 태양광 발전소 설치 및 운영, 신재생에너지 RPS 사업 등 총괄 업무를 진행
 - 효성과의 업무협약을 통해 운영 중인 단양 2MW, 보은 2MW급 태양광 발전소에 ESS 설치 연계 사업을 진행
 - 태양광에 설치하는 ESS는 일조량이 좋은 낮에 다량 생산된 전기를 충전하고 저녁 시간에 방전을 유도하여 낮에 생기는 전력망 접속용량 부족을 완화하고 봄·가을·겨울의 밤에 생기는 높은 전기수요에 대응
- 산업통상자원부, 태양광 발전소에 ESS를 생산한 전기에 신재생에너지공급인증서 가중치 5.0 부여
 - 태양광+ESS에 REC 가중치 5.0을 적용하면 태양광만 설치할 때보다 투자비는 30%가량 늘지만¹ 월 수익은 3.5배 늘어날 전망
 - 태양광+ESS 보급에 의해 2020년까지 약 4,400억 원(800MWh)의 ESS 시장 창출이 기대되고, 전력망 접속 여유 용량으로 신규 태양광 발전 200MW(약 3,000억 원) 추가 설치가 가능할 것으로 전망
 - 이에 정부는 ESS가 새로운 수출산업으로 키 나갈 수 있도록 제도 개선을 통해 국내시장을 육성하고 기업의 경쟁력을 지원 (표 6)

[표 6] ESS 산업 제도개선 내용

비교	개선내용
비상전원 활용	비상전원용으로써 ESS를 적용할 수 있도록 관련 규정 마련 (2016.02)
요금제 개선	ESS 활용촉진요금제 적용 기간을 1년에서 10년으로 확대 (2016.08)
신재생연계	기존 풍력 발전뿐만 아니라 태양광에도 ESS 결합 시 2017년까지 REC 가중치 5.0점 부여 (2016.09)
공공기관 의무화	공공기관 ESS 설치 의무화 도입 (2017년 예정)
판매 대상 확대	ESS 저장전력을 기존 전력시장뿐만 아니라 일반소비자(건물, 공장) 대상으로도 판매허용 예정

출처: 산업통상자원부 보도자료(2016.09.19).

■ 태양광 산업계, 세계시장에 대응하기 위한 기업 간 협력 모색 (디지털타임스, 2016.12.22; 서울경제, 2016.12.25)

- 전 세계 태양광 발전 설치용량이 70GW를 넘어서며 2016년 태양광 시장을 뒷받침할 수요는 급증한 반면 국내 태양광 관련 사업의 수익성은 우려되는 상황

¹ 1MW 규모 태양광 발전소 건설에 비교하자면 태양광만 지을 때 15억원이 들고, 1MWh 규모 ESS 설치비는 약 5억 5천만 원.

- 가격 경쟁력이 우수한 중국 기업의 태양광 관련 제품이 국내 시장에도 확대 보급됨에 따라 기초소재 가격이 손익분기점인 15달러 이하로, 태양광 모듈은 2016년 12월 넷째 주에 들어 W당 0.369까지 하락
- 원가 경쟁력을 확보하기 위해 생산부문을 수직계열화하거나 혹은 기업 간에 합병을 하는 등 규모의 경제를 이용한 태양광 기업들의 사업재편이 활발히 전개
 - SK솔믹스, 웅진에너지에 잉곳과 웨이퍼 생산장비를 매각하며 태양광 사업에서 철수
 - 신성솔라에너지, 산업통상자원부의 '기업 활력 제고를 위한 특별법' 지원대상으로 선정되어 신성에프에이, 신성이엔지와 병합
 - 또한 태양광 발전 및 연료전지 사업과 관련된 산업단지 내 테스트베드 구축을 통해 제품생산에 있어 집적도를 높이고 단가를 낮추는 등 기업 간 시너지 효과를 높이는 전략을 구사하는 사례가 늘어나고 있음

나. 해외동향

■ 두바이, 사막에서의 친환경 에너지 랜드마크 건립 계획 발표 (Gulf News, 2016.10.04)

- 두바이 수전력청(Dubai Electricity and Water Authority)은 설립 60주년을 맞아 WETEX(Water, Energy, Technology and Environment Exhibition) 2016에서 태양광으로 자가 발전하는 신(新)청사 설립 계획을 발표
 - Al Sheraa로 명명된 신청사는 2019년 완공을 목표로 에너지를 자급자족하는 등 세계에서 가장 크고 높은 친환경 건물로 탄생할 예정
- Al Sheraa 건물 옥상에 돛 모양의 태양광 패널을 이용, 발전 효율을 높이고 전력 자급자족에 필요한 최적의 설계를 통해 에너지 이용률 및 집적도를 증대할 계획
 - 건물은 Al Jaddaf 지역에 60층과 70층의 2개의 빌딩으로 세워질 예정이며 옥상의 총 16,500m²의 면적에 태양광 패널을 설치하여 연간 7,000MWh의 전력을 생산하게 될 것
 - 해당 건물은 태양광에 최적화될 수 있도록 남-남서부로 향하도록 준공될 예정이며 옥상의 돛 모양의 태양광 패널은 25도 기울여 설치될 예정
 - Al Qouz에 있는 기존의 청사보다 에너지 이용률 및 집적도 면에서 높은 효율이 기대 (현 청사의 에너지 효율은 120kWh/m²인 반면, 신청사는 70kWh/m²으로 이는 일반적인 건물에 비해 5배 정도 높은 수준)
- 타 유사 건물에 비해 상대적으로 15~20% 더 높은 건축비용이 소요될 예정이지만, 두바이는 우수한 에너지 효율달성을 통해 환경을 고려하고 사막과 같은 척박한 상황 속에서도 친환경을 실천하는 모범 국가를 표방

■ 미국 에너지산업, 양적 성과 증가 (IT World, 2016.11.17; Solar Energy Industry Assosiaton,

V. 국내외 정책·기술 동향

2016.12.13)

- 2016년 기준, 미국의 전통 에너지산업의 피고용 인구수에 비해 태양광 산업의 기술인력이 두 배 이상으로 집계
 - 미국 태양에너지산업협회(Solar Energy Industry Association)에 따르면 자국 내 태양광 산업 종사자 수는 20만 9,000명으로 석탄 산업 종사자 수의 약 2배 이상이며, 2020년에는 42만 명이 될 것으로 추산
- 신재생에너지를 통한 전력 생산이 세계적인 추세로 확산되고 풍력에 이어 미국의 태양광 발전용량도 증가하여 미국 내 총 전력수급에 일정 비중을 차지
 - 미국은 2016년 3분기 4.1GW의 태양광 발전을 증설, 2016년 한해 설치된 천연가스 발전설비를 초과하여 총 35.8GW의 태양광 누계 발전설비를 기록 (천연가스 33%, 석탄 33% 원자력 발전 20%, 신재생에너지 14%)
 - 미국의 에너지정보국(Energy Information Administration)에 따르면 2021년까지 자국 내 태양광 발전의 총 설비용량이 100GW를 넘을 것으로 예상되지만 총 전력 생산 중 태양광에 의한 전력은 1% 미만
 - 미국 에너지부는 재생 가능한 에너지 가운데서도 연평균 39%의 가장 높은 성장률을 보이는 태양광 발전이 2017년에는 2014년에 비해 3배가 될 것으로 전망 ('14년 10GW → '17년 27GW)
- 미국 내 태양광 업계 및 시장의 확장은 소비자에 대한 정부의 경제적 유인제도와 기업의 구매 유도 자극에 따라 증가한 태양광 관련 제품거래량에 기인
 - 신재생에너지 관련 사업과 투자 기업에 대해 세액 공제 프로그램(Investment Tax Credit)이 2022년까지 연장되어 주거용 태양광 시장은 활기를 띠
 - 약정 체결 시 20년 동안 민간 전력 판매자와 구매자 간의 전력 거래를 승인하는 전력구매계약(Power Purchase Contracts)은 기존 전기요금보다 30~40% 저렴하게 고정 요금 보장
 - 테슬라社は 솔라시티(Solar City)社를 인수한 후 새로운 지붕형 태양광 패널을 시장에 선보이고 생산된 전기를 생산자가 사용할 수 있도록 태양광 시스템의 소유권에 변화를 유도
- 태양광 패널임대 및 전력구매계약과 달리 옥상형 태양광 패널의 판매는 태양광 시장 확대의 또다른 요소이자 우수한 가격 경쟁력으로 소비자들의 구매 욕구 자극
 - 에너지세이지(EnergySage)社は 옥상 태양광 시스템의 가격을 약 1만 5,000달러에서 1만 8,000달러 정도로 예상하며 투자회수기간은 약 7.5년으로 추산
 - 태양광 시스템 제공업체를 거쳐 전기 요금을 내는 기존의 계약은 kW 당 30%의 가격을 절감하지만, 직접 옥상에 태양광 시스템을 구입하면 100% 세금 공제의 혜택을 얻고 생산되는 전기를 모두 소유

■ 중국, 글로벌 태양광 산업 선두자리 4년 연속 유지 (대한무역투자진흥공사, 2016.12.16)

- 세계 최대의 태양광 시장이자 발전 설비용량 측면에서 최고의 규모를 보유하는 중국은 2013년 이래 2016년에도 계속해서 설비용량 1위 국가
 - 글로벌 태양광 시장에서 중국업체의 점유율은 약 8%에 달하며 태양광 관련 산업에도 대규모 투자하여 태양광 패널 가격을 기존가격에 비하여 20% 낮춤
 - 중국 국가에너지국의 통계에 따르면 2015년까지 누계된 태양광 발전 설비용량 43.1GW 중 중앙집중형 설비용량이 37.1GW이고 분산식 발전소 설비용량은 6.1GW
 - 2013년 태양광 발전 누계 설비용량 19GW를 달성한 이래 중국은 2014년 30GW를 넘어 2020년 50GW를 초과할 것으로 전망
- 풍부한 태양광 에너지자원을 보유하고 있는 중국은 현재 지면 발전소가 84%를 차지하여 상대적으로 분산식 발전소의 비중은 적음
 - 중앙·동부지역의 네이멍구, 장쑤, 칭하이, 신장, 간수, 닝샤, 저장 등으로 이루어진 에너지 자원 1, 2선 지역은 연평균 2,200시간 이상의 일조시간을 자랑하며 2015년 한해 신규 태양광 발전 설비용량이 13.7GW로 증가
 - 저장, 장쑤, 광둥 등의 지역에는 분산식 태양광 발전 설비용량이 크며 분산식 발전 상위 10개 성(도시)은 전력수요가 많고 경제규모가 큰 중앙 동부지역에 집중분포
- 중국 태양에너지산업협회(China Photovoltaic Industry Association: CPIA)에 따르면 중국 태양광 산업의 관련 부품은 주로 폴리실리콘, 태양광 칩(실리콘칩), 태양광 전지, 모듈로 이루어져 있으며 태양광 전지는 세계 시장의 절반 이상을 점유
 - CPIA의 통계에 따르면 중국의 2016년 상반기 태양광 칩은 100억 개가 생산되었고, 태양광 전지의 생산량은 41GW를 돌파하였으며 태양광 모듈은 43GW를 생산하여 높은 시장집중도를 나타냄
 - 폴리실리콘의 경우 수입량 또한 6.5톤으로 높은 편인데 그중 한국과 독일이 주요 수입원이며, 2014년부터 한국이 주요 수입원이었지만 한국 시장의 불경기로 인하여 2016년 9월 초부터 교역이 다소 감소

3. 기술동향

가. 유기태양전지

- 현재 상업용 태양전지는 실리콘 태양전지가 전체 태양전지 시장의 대부분을 차지하고 있으며 고분자 태양전지를 비롯한 유기태양전지는 아직 연구단계
 - 유기태양전지는 무기 기반 태양전지에 비해 곱힘 특성, 가벼운 무게, 투명성 등의 장점이 있

V. 국내외 정책 · 기술 동향

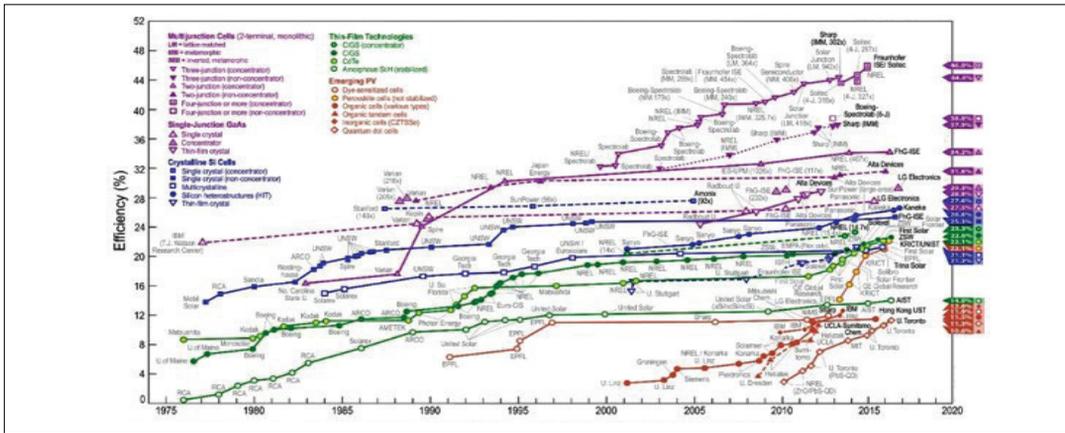
으며, 동시에 인쇄공정과 소재가 풍부하다는 장점으로 인해 실리콘 태양전지에 비해 초저가 제작이 가능하여 전 세계적으로 많은 관심을 받고 있음

- 최근에 유기태양전지는 급속한 발전을 이루어 논문상으로 12% 이상의 발전효율이 보고되고 있음
- 대표적인 고효율 태양전지는 홍콩 과학기술대학교의 셀 단위에서 11.5%의 효율을 낸 것으로, 미국의 National Renewable Energy Laboratory(NREL) 인증을 받음 [그림 1]
- 대면적 유기태양전지 경우 현재 모듈 사이즈에 따라 차이는 있지만 100cm²에서 효율 7%가 까이의 성능이 보고되고 있으며, 이보다 사이즈가 큰 경우 5% 미만의 효율이 보고되고 있음

■ 유기태양전지는 광활성 층에 사용되는 소재에 따라서 고분자와 저분자 유기태양전지로 구분이 되는데, 고분자 유기태양전지는 저분자에 비해 소자의 기계적 특성이 우수하고 안정성이 좋은 장점이 있는 반면, 재료의 배치별 재현성이나 신뢰성은 저분자 유기태양전지가 더 좋은 것으로 알려져

- 저분자 유기태양전지는 셀에서 약 10%대 이상의 셀 효율을 나타내며, 대면적 서브 모듈 크기에서는 회사를 중심으로 6~7%까지 보고된 바가 있음
 - 저분자 유기태양전지는 인쇄공정과 증착 방법을 모두 이용하여 제작 가능하며, 국내에는 증착법을 이용한 태양전지 개발이 거의 이루어지고 있지 않으나 해외에서는 기업을 중심으로 보고된 바가 있음
- 고분자 태양전지는 현재 활성층 고분자 소재에 따라서 10~12%의 효율이 보고 되고 있으며, 현재 고효율 고재현성 소재를 이용하여 연속 인쇄공정을 적용한 대면적화 기술개발이 활발히 진행되고 있음

[그림 1] 태양전지 효율 기록



출처: National Renewable Energy Laboratory(NREL), Research Cell Efficiency Record.

나. 유기태양전지 기술개발 동향

■ 상업화 응용 분야에 따른 유기태양전지 기술개발 동향

- 향후 유기태양전지는 현재까지 거론된 많은 응용처들 가운데 몇 가지 제품군을 추려 상업화를 위한 연구가 집중될 것으로 보임 (그림 2)
- 대표적 미래 유기태양전지 첫번째 상업화 타겟은 창호형 태양전지(Building Integrated Photovoltaics: BIPV)
 - 유기태양전지는 여러 반투명 컬러로 구현이 가능하고 박막형으로 가볍기 때문에 건축상의 제한 없이 건물 창문에 적용 가능
 - 고효과도 · 고성능을 동시에 구현하는 데에 다른 태양전지 기술보다 유리하기 때문에 최근 들어 많은 BIPV 시장에서 주목받고 있음
 - 최근 독일에 유기태양전지 업체인 Heliatek에서는 BIPV나 자동차 선루프를 제품 타겟으로 반투명 태양전지 개발에 집중, 그 결과 2014년 말에는 평균 투과도 50%에 효율 6%인 반투명 서브 모듈 발표
- 또한 각종 휴대용 전원장치(Portable Charger) 등의 응용 제품 개발 구상
 - 유기태양전지는 유연한 특성 때문에 말거나 접어서 휴대 가능하며, 무엇보다 가볍기 때문에 가방이나 의류에 부착이 적합하므로 이러한 장점을 살린 텐트나 가방 등 아웃도어 제품에 응용하려는 움직임이 있음

[그림 2] 유기태양전지 응용분야



출처: 유기태양전지 회사 당사 홈페이지 자료 (좌: 한국 코오롱인더스트리, 우: 독일 Heliatek).

I. 권역별

II. 연구성과

III. 연구논단

IV. 특집

V. 국내외 정책 · 기술 동향

VI. 그린스쿨 주요 활동 및 일정

V. 국내외 정책 · 기술 동향

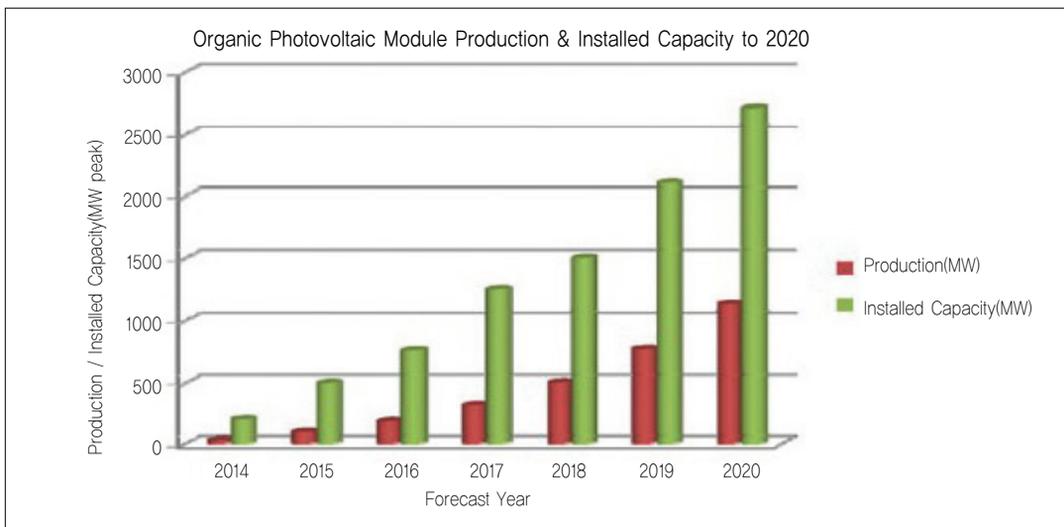
■ 국가별 유기태양전지 기술개발 동향

- 유기태양전지는 주로 유럽, 일본, 중국, 한국, 미국을 중심으로 개발되고 있으며, 기업에서 유기태양전지 개발은 본격적인 시장 판매보다는 대부분 주문판매를 시행
 - 일본 Mitsubishi Chemical의 경우 건물 창호형 유기태양전지 개발에 집중하고 있으며, 실제로 자사 건물 창문에 유기태양전지를 설치하여 유기태양전지 안정성 향상 연구 및 장기 수명 테스트 진행
 - 덴마크 Infinity PV社는 현재 유연 기판 위에 롤투롤(roll-to-roll) 인쇄 공정을 이용하여 효율 5% 정도의 모듈을 보고하고 있으며, 저가형 휴대용 전원 제품 생산이 주요 타겟
 - 대한민국의 코오롱인더스트리社는 유기태양전지 사업화를 위한 연구개발을 추진 중이며 특히 아웃도어 충전 시제품을 개발하여 발표한 바 있음
 - 독일 Heliatek社는 차별화 전략으로 저분자 증착 방식을 이용하여 유기태양전지 모듈을 생산하고 있으며, 주로 고효율 반투명 태양전지 개발로 자동차 선루프나 BIPV 적용을 목표로 함

■ 유기태양전지의 상업화를 위한 향후 기술 이슈

- 유기태양전지의 상업화가 당초 예상보다 늦어지고 있지만, 2020년부터는 가시적인 상업화 결과가 있을 것으로 예상
 - 그림 3의 그래프는 “SNR Research (2013)” 보고서를 참조한 예상 시장규모를 나타내며, W 당 0.5 달러를 기준으로 2020년에 5억 5천만 달러를 예상

[그림 3] 유기태양전지 예상 시장 규모



출처: SNR Research(2013).

- 유기태양전지 상업화를 위해 향후 집중되어야 할 기술개발 이슈
 - 태양전지 효율 향상 문제: 유기태양전지는 무기 기반 태양전지에 비해 기술적 장점을 보유하고 있지만 아직은 효율이 낮아서 태양전지 가격 측면에서 시장에서 경쟁력이 예상보다 높지 않은 편, 이를 해결하기 위해 지속적으로 고효율 소재 및 소자 기술개발을 통한 효율 향상이 필요
- 태양전지 장기 수명 문제: 대기중에서 안정성이 낮다는 점이 전지의 원료인 유기물의 단점으로 이를 해결하고자 빛 · 수분 · 산소 · 열에 대한 유기태양전지의 분해 메커니즘 규명 및 관련 기술개발이 필요
- 태양전지 인쇄공정 기술의 개발: 새로운 개척 분야인 인쇄전자 제작 기술을 이용하여 유기태양전지 제작에 최적화 하고 초저가 태양전지 생산에 인쇄

I. 권역별

II. 연구성과

III. 연구논단

IV. 특집

V. 국내외 정책 · 기술 동향

VI. 그린스쿨 주요 활동 및 일정

V. 국내외 정책·기술 동향



연료전지

1. 국내외 정책동향

가. 국내동향

- 산업통상자원부, “수소 융합얼라이언스” 발족 (산업통상자원부 보도자료, 2016.08.24)
 - 산업통상자원부는 ‘수소 융합얼라이언스 발족식’ 을 개최, 정부와 민간이 협력하여 수소전기차 보급과 수소충전소 확산을 위해 노력할 것을 결의
 - (제10차 무역투자회의에서 발표한 ‘전기차·수소차 발전전략’ 후속조치의 일환)
 - 대한민국은 2013년 세계 최초로 수소전기차 양산에 돌입했으며 정부의 기술개발 지원 등을 통해 부품국산화도 적극 추진
 - (국내에는 현재까지 78대의 수소전기차가 지자체와 공공기관을 중심으로 보급, 수소충전소는 연구·실증용 중심으로 10기가 운영 중에 있으나 아직 높은 차량가격과 충전인프라 미비로 본격적인 확산에 한계)
 - 수소에너지는 미래 유망 에너지로 부각되고 있으나, 관련 업무가 여러 부처에 흩어져 있고 연관된 업체가 복잡하여 개별 주체의 노력만으로는 산업이 자생적으로 성장하는 데에 어려움이 있기에 민관협의체의 필요성이 대두
 - 이에 정부와 지자체 및 관련 업계가 모여 민관협의체인 “수소 융합얼라이언스” 결성을 위한 협약서에 서명하고 이를 구심체로 삼아 수소차 보급과 수소에너지 확산을 본격 추진키로 결의
 - 수소 관련 정부부처(산업부·국토부·환경부)와 지자체(울산·광주·충남), 수소차 부품업체, 수소제조 유통업체, 수소충전소 설치업체 등이 광범위하게 참여하여 향후 수소차와 수소에너지 확산을 조정하는 기능을 수행
 - 원활한 업무추진을 위해 산하에 추진단을 상설로 운영하여 수소에너지의 확산과 수소전기차 보급 확대, 수소충전소 설치·운영 회사 설립 및 수소전기차 연관산업 육성과 국제협력 등의 업무를 담당할 예정
 - 주요선진국도 민관협의체를 통해 수소차 보급과 충전인프라 확산에 노력;

미국 - H2USA, 유럽연합 - H2ME¹, 일본 - HySUT²

■ 미래창조과학부, 고효율 플렉서블 태양전지와 연료전지의 2개 과제를 온실가스 감축을 위한 “기후산업육성모델 사업” 대상으로 선정 (미래창조과학부 보도자료, 2016.10.25)

- 미래부, 한국과학기술연구원(KIST)의 삼중열병합발전 연료전지 기술에 투자 확정
 - ‘삼중열병합 복합발전 연료전지시스템 개발 및 보급을 위한 차세대 고온 PEMFC³ 핵심원천 기술’의 개발을 위해 KIST를 주관기관으로 선정
 - 미래부는 본 사업에 향후 4년간 매년 22억가량 투입하기로 최종 결정
- KIST 연구진은 연료전지의 부피는 기존 시스템의 60% 수준인 7L/kW로 축소하고 발전효율은 55%가량 향상한 50kW급의 삼중열병합 복합발전시스템을 개발하겠다는 목표를 제시
 - 삼중열병합발전은 전기와 열(난방)에 더해 여름철 냉방까지 제공할 수 있는 차세대 분산발전 기술로, 기존 저온형 기술이 아닌 고온형 PEMFC 기술개발이 관건
 - 고온형 연료전지시스템의 기술개발이 완료되면 건물의 냉·난방수요에 대응할 수 있는 에너지 자립 빌딩 구현이 가능해질 전망

■ 한국가스공사(KOGAS), 고효율 친환경 신재생에너지 연료전지 사업 본격화에 앞서 저소득층에 에너지복지사업 시행 (한국가스공사 보도자료, 2016.11.15)

- 한국가스공사는 “온(溫)누리 열효율개선사업”의 일환으로 설치된 연료전지 준공식을 개최
 - 이번엔 설치된 연료전지는 한국가스공사가 100% 자체 예산으로 사회복지시설 연료전지 시범사업을 계획, 대구광역시 사회복지협의회가 각 5kW 규모로 달구벌종합복지관과 지산종합사회복지관에 위탁 설치
- 연료전지가 설치되면 전기료·급탕료 등의 에너지 비용이 절감, 고유가로 인한 복지관의 에너지 비용 부담에 크게 도움이 되고 절감된 비용은 지역의 저소득층에게 복지서비스로 다시 환원되어 다방면에서 선순환 작용을 할 것으로 기대
 - 연료전지는 설치장소의 제약이 적으며 소형에서도 높은 에너지 전환효율을 기대할 수 있어 사회복지시설과 저소득가구에 꼭 필요한 시설, 향후 보다 적극적이고 지속적인 지원이 기대됨

¹ H2ME: Hydrogen Mobility Europe.

² HySUT: The Association of Hydrogen Supply and Utilization Technology.

³ PEMFC: Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell (고분자전해질연료전지).

V. 국내외 정책 · 기술 동향

나. 해외동향

■ 유럽연합 및 독일 정부의 지원과 기업들의 적극적인 협업으로 인해 전 세계 수소연료전지자동차 인프라가 확충되는 추세 (산업일보, 2016.08.25)

- EU는 2016년 6월 수소연료전지차량 및 인프라 보급 전략인 “H2ME Project” 2기를 발족
 - 총 1억 유로가 투입되는 수소차량 및 충전시설 보급 시범 프로젝트로, 향후 6년간 1천 230대의 수소연료전지차량 보급 및 충전소 20개소 추가 설치 지원
- 독일 정부는 2010년 “독일에너지계획”을 통해 이동수단의 1차연료 및 에너지 사용 비중 감축 목표를 2020년까지 -10%, 2050년까지 -40%로 설정하고 이를 위한 가이드라인을 “독일 정부의 Mobility 및 연료 전략”을 통해 제시
 - 유럽에서 수소충전인프라가 가장 잘 발달되었고 향후 구축 계획에도 의욕적인 독일은 총 214개의 수소충전소를 운영
 - 이 외에도 유럽에서 95개소, 북미에서 50개소, 아시아에서 67개소, 남미 및 호주에서 각 1개소를 운영
 - 현재 독일에서 수소연료전지차량 보급에 가장 적극적인 기업은 Daimler社로, 1994년부터 개발을 시작하여 현재 약 250여 대의 수소전지차량을 보급
- 시장조사기관인 Information Handling Services(IHS)에 의하면 수소연료전지차량은 2027년 약 7만 대에 이를 것으로 전망되며, 독일은 정부와 기업 차원의 투자를 지속적으로 확대해 나갈 것으로 예상
 - 대한민국의 경우, 부품 국산화를 많이 달성한 수소연료전지차량의 기술에 비해 수소충전인프라 기술 및 부품은 외부조달이 대다수이므로 기업과 정부의 전략적이고 현실적인 보급 계획 및 투자가 필요
 - 석유화학 및 철강산업을 통한 부생수소 확보 가능성이 높고, 연료전지 기술력이 높은 대한민국에서 친환경 내연기관으로의 전환을 위한 선택지는 수소연료전지가 될 가능성이 높은 것으로 파악
 - 국내 · 외 기업 간의 제휴를 통해 수소연료전지차 기술 및 시장 선도 필요

■ 미국 에너지부(Department Of Energy: DOE), 대한민국 산업통상자원부와 ‘제9차 한 · 미 청정에너지정책대화(Clean Energy Policy Dialogue)’ 를 개최하고 양국의 관련 정책 현안 논의 (산업통상자원부 보도자료, 2016.11.08)

- 미국 측에서는 샌디아 연구소, 퍼시픽 노스웨스트 연구소 등 연구기관 관계자가, 한국 측에서는 에너지기술연구원, 에너지기술평가원 관계자 등이 정부 관계자와 함께 참석
 - 대한민국 측은 에너지신산업 정책과 클린에너지 기술 정책 방향에 관해 설명, 미국 측은 에

- 너지 효율, 재생에너지, 스마트그리드(지능형전력망)와 관련된 주요 정책 내용을 설명
 - 양측은 현재 공동으로 추진하고 있는 연료전지 차량 실증사업, 마이크로그리드 신뢰성 향상 사업, 에너지 저장장치용 나트륨계 이차전지 개발 과제 등에 대한 진행 상황을 점검
- 수소연료전지 인프라 구축, 연료전지, 스마트그리드 기기 시험인증 등의 분야에서 앞으로 기술협력이 유망하다는 데에 합의, 구체적인 협력방안을 논의할 계획
 - 본 회의에서 논의된 내용을 바탕으로 양국 간 클린에너지 분야 정책 교류와 기술협력을 더욱 강화해 나가기로 합의
 - ‘제10차 한·미 청정에너지정책대화’는 2017년에 미국에서 개최될 예정

■ 중국 정부, 수소연료전지자동차 산업의 발전을 위해 집중 투자 결정 (투데이에너지, 2016.11.10)

- 제26회 국제수소연료전지경제파트너쉽(International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy: IPHE) 운영위원회의 ‘연료전지와 수소시장 개발 포럼’에 중국 측 대표로 참석한 Zhixiang Liu 중국 광둥 국가시너지전력기술원 박사는 중국의 수소차산업 활성화 정책이 본격화되었다고 밝힘
 - 2017년부터, 수소차에 들어갈 연료전지 스택(Stack) 2,000기와 수소버스 5,000대를 생산할 수 있는 규모의 수소연료전지산업단지(윈푸市 소재)가 가동될 예정
 - 최근 수소차산업 활성화를 위한 중국의 국가정책이 쏟아지고 있어 고무적
- 2020년까지 수소차 5,000대 보급을 시작으로 2025년까지 5만 대, 2030년까지 100만 대를 보급할 계획
 - 수소차량 충전을 위한 충전인프라는 2020년까지 100기, 2025년까지 300기, 2030년까지 총 1,000기가 확보될 예정
- 2015년 4월 발표한 “2016~2020년 신에너지차량 확대보급사용계획”에서 전기차 등의 차량보조금은 점차 축소키로 했지만 수소차 보조금은 유지키로 결정
 - 중앙정부가 20만 위안(약 3,370만 원)을 지급하고 지방정부별 보조금이 추가
 - 중국 정부는 수소충전소 구축에 전체 구축 예산의 약 60%를 할당키로 결정

2. 국내외 산업동향

가. 국내동향

- 현대자동차, ‘울산광역시-울산 지역 택시업체’와 수소전기자동차 택시 시범사업 MOU 그리고 ‘광주광역시-광주창조경제혁신센터-보육기업 제이카-벤처캐피탈’과 수소전기차 카셰어링 시

V. 국내외 정책 · 기술 동향

범사업 MOU를 각각 체결 (현대자동차 보도자료, 2016.09.13)

- 울산에 수소전기차 10대를 투입하여 국내 최초로 택시 시범사업 실시
 - 2017년 울산 · 광주에 5대씩 추가, 2018년 이후에는 5개 지역을 대상으로 총 100대까지 보급 확대 추진
 - 수소전기차를 대중교통 수단으로 적극 활용할 경우, 미세먼지 및 배출가스에 의한 대기오염 저감
- 광주에서 수소전기차를 이용하여 전국 최초로 친환경 카셰어링 사업 시작
 - 광주창조센터 보육기업 '제이카', 수소차 · 전기차 각 15대씩 총 30대 운영
 - 전남 지역을 대상으로 2018년 160대, 2020년 300대 등 단계적 보급 확대 검토
 - 공유경제 '카셰어링'에 '무공해기술' 결합, 새로운 이동방식 체계 접목
- 수소전기차는 친환경성 · 승차감 · 안전성을 두루 갖춰 미래의 교통수단으로 각광받는 추세
 - 'Tussan ix35' 모델은 현재 프랑스 · 스웨덴에서는 택시로, 독일에서는 카셰어링 차량으로 활용 중
 - 현대자동차는 이 분야의 글로벌 리더로서 수소전기차의 저변 확대와 대중화에 앞장설 것으로 전망

■ 한국수력원자력(이하 한수원), 익산시와 연료전지시설 건립 MOU 체결 (투데이에너지, 2016.10.10)

- 익산 국가식품클러스터 입주 기업에게 양질의 전기와 스팀을 동시에 공급할 수 있는 20MW 용량의 연료전지 발전시설 건립을 추진
 - 한수원과 익산시는 신재생에너지 보급이 온실가스 감축을 위해 중요하며 신재생에너지 개발과 투자를 통해 관련 산업을 육성해야 한다는 인식을 공유
 - 한수원은 사업 타당성 검토 등 사업개발에 참여하며, 익산시는 부지 인허가 및 사업경제성 확보를 담당
- 조석 한수원 사장은 온실가스 배출 저감을 위한 신재생에너지 사업을 한수원의 주요 신성장 동력사업의 하나로 육성할 계획이라고 밝힘
 - 국가식품클러스터에 양질의 스팀을 공급하면 기업 유치 및 지역경제 활성화에도 도움이 될 것으로 기대
 - 연료전지 발전사업은 전기 외에 양질의 스팀을 생산하여 식품기업에 공급함으로써 국가식품클러스터 청정식품산업의 이미지를 제고

■ 남동발전 분당열병합, 국내 첫 3층 연료전지 발전설비 준공 (이투뉴스, 2016.10.12)

- 남동발전 분당열병합발전소가 5.72MW 용량의 3단계 연료전지 발전설비 구축을 완료하고 최근 상업운전을 개시
 - 한정된 부지를 최대한 효율적으로 사용하기 위해 국내 최초로 3층 구조물에 발전설비를 적층한 것이 특징
 - 2015년 6월에 착공하여 2016년 9월 20일에 완공, 한국종합기술을 시행사로 하여 (주)두산퓨얼셀의 440kW급 연료전지 13기가 설치되었으며 계통 연계를 통한 상업운전은 9월 30일에 시작
- 연료전지는 전기와 열을 동시에 생산하는 효율 90% 이상의 고효율 발전시설이며 도심설치가 자유롭고 질산화물·황산화물을 배출하지 않는 분산형·친환경 설비로, 기존 열병합과 함께 지역사회 청정에너지 공급에 일익을 담당
 - 이번 3단계 연료전지 증설로 1~2단계를 포함하여 총 29,000여 가구에 전력을 공급할 수 있는 9.05MW의 설비를 보유, 향후 4~5단계 사업을 추진하여 분당열병합을 명실상부한 수도권 연료전지 메카로 조성하는 것이 최종 목표

■ 한국지역난방공사, 내년 상반기 내 연료전지 발전사업 진출 (투데이에너지, 2016.10.26)

- 한국지역난방공사, ‘집단에너지 연계 및 REC⁴ 확보를 위한 연료전지 사업타당성 분석 용역’ 사업공고를 통해 한국능률협회컨설팅을 사업자로 최종 선정
 - RPS⁵ 의무량 이행을 위해 지사(사업장)를 대상으로 기술적·경제적 타당성을 조사하는 것이 사업의 목적
 - 적정용량·주변여건·지역민원 등도 주요 고려사항
 - 초기 계획용량은 10~20MW 규모, 최근 연료전지 발전사업의 구축비용을 감안하면 대략 550억~1,200억 원가량의 사업비가 투입될 것으로 예상
- RPS 의무대상자인 한국지역난방공사는 그동안 태양광·바이오가스·우드칩열병합 등으로 REC를 확보하였으나, 추가적인 REC 확보 수단의 필요성이 제기
 - 지분취득 방식 등의 소극적인 참여에서 벗어나 자체적으로 사업을 진행 중이며, 연료전지 관련 기술 및 운영 노하우를 확보하는 데에 총력을 기울일 계획

■ 모헤닉파워팩토리, 국내기업 최초로 연료전지 스택 넣은 전기차 생산 계획 (투데이에너지, 2016.11.21)

- 연료전지 및 배터리 전문기업인 (주)프로파워는 국내 유일 수제차 제작업체인 (주)모헤닉게라지

⁴ REC: Renewable Energy Certificate (신·재생에너지 공급인증서).

⁵ RPS: Renewable Portfolio Standard (신·재생에너지 공급의무화제도).

V. 국내외 정책 · 기술 동향

스와 합작회사 ‘모헤닉파워팩토리’ 를 설립

- 이들 업체는 전기차에 연료전지 스택을 결합하여 하이브리드 형식으로 새로운 유형의 전기차를 생산한다는 계획을 제시
- 차량 내 연료전지로 배터리 충전을 보완하여 전기차의 단점인 짧은 주행거리를 해결하는 것이 핵심 컨셉
- 파워트레인을 개발하고 테스트를 거치게 되면 최적의 연료전지 스택과 배터리 용량을 확인할 수 있을 것으로 전망
- 첫 번째 작품은 소형 4륜구동 방식의 전기차(프로젝트명: PROJECT Ms)로 확정
 - 신규 제작되는 전기차에 (주)프로파워가 제조한 배터리가 탑재될 예정
 - (주)프로파워는 이미 중국공장에서 현지 상용차에 배터리를 공급한 경험 보유
- 2017년 3월까지 합작법인 설립 후 전남 영암 소재에 1만 4,827㎡의 시설부지를 확보하고 신규 제조라인을 구축할 예정
 - 모헤닉G(겔로퍼) 100대, 클래식카 100대 등 연간 200여 대의 수제자동차 생산을 계획 중이며, 총 102억 원이 투입될 예정

■ ‘연료전지산업발전협의회’ 공식 출범 (에너지데일리, 2016.11.24)

- 회원사 및 업계 관계자 등 약 100여 명이 참석한 가운데 창립총회를 진행, 협의회에는 두산 · 포스코에너지 · LG 등 연료전지 제조사와 함께 정부 · 공기업 · 국회 · 연구소 및 대학 등 연료전지 관련 유관기관 40여 곳이 참여
 - 협의회는 설립추진 사무국을 통해 회원사 가입 및 임원사 선임 등을 완료하고, 내년 초 정기총회에서 구체적인 사업계획을 밝힐 예정
- 대한민국의 연료전지 기술은 세계 최고의 수준이지만, 경제성 문제 및 인프라 비용 문제 등으로 인해 에너지산업의 중심에 서지 못한 것이 현실
 - 수소경제시대로 전환되는 현시점에서, 연료전지가 우수한 분산형 전원이라는 공감대 확보 및 보급 확대를 위한 정부의 정책적 지원이 필요
 - 다양한 의견을 교환하고 애로사항을 수렴, 연료전지의 비즈니스 모델 혁신 및 사업적 성장을 도모할 수 있는 협의회 창설의 필요성에 대한 공감대가 형성
- 수소사회 진입에 대비하여 관련 대책을 명문화할 필요성이 대두
 - 분산형 전원의 편익이 반영될 수 있는 제도 도입, 송전이용요금에 대한 지역별 차등 가격인 호 강화, 분산전원 확대보급을 위한 관련 제도 개선
 - 분산발전에 이어 분산수소 · 탄소포집 · 에너지저장 등의 분야까지 연구 확대가 필요

나. 해외동향

- 독일의 소형항공기 제조업체 피피스트렐(Pipistrel), 연료전지 제조업체 하이드로제닉스(Hydrogenics) 그리고 독일 항공우주센터 연구진이 공동 개발한 4인승 수소연료전지 비행기 'HY4', 첫 시험비행 성공 (DLR.de, 2016.09.29)

- HY4는 첫 비행에서 15분간 슈투트가르트 공항 주변을 선회
 - 적재능력을 향상시키기 위해 프로펠러와 엔진을 가운데 두고 좌우 양쪽에 2인씩 탑승할 수 있도록 한 독특한 설계가 돋보임
 - 주 전력원인 저온 PEM⁶ 연료전지는 전기 모터에 내구성이 강하고 신뢰성이 높은 전력을 연속적으로 공급하고, 고성능 리튬 축전지는 이륙 상태와 착륙 상태에 소요되는 피크 전력을 공급
 - 최대 속도는 약 200km/h(124mph) 정도이고 순항속도는 145km/h(90mph), 속도 · 고도 및 부하에 따라 750~1,500km의 운행이 가능
- HY4류의 소형 여객기가 가까운 미래에 전기 항공택시 같은 지역 교통수단으로 활용될 수 있도록 실용화 촉진
 - 전기 구동시스템은 낮은 소음과 배출가스 수준 때문에 단거리에 적절할 뿐만 아니라 높은 토크율 덕분에 짧은 활주로에서의 이륙과 착륙에 적절
 - 60개 이상의 지역공항과 국제공항을 가진 독일은 잘 개발된 광범위한 분산 네트워크를 가지고 있으며, 이미 이러한 접근법의 실행을 위한 적절한 인프라시설을 갖추고 있음
 - 19명까지 탑승한 채 단거리 여행이 가능할 정도로 성능을 향상시킬 계획

- GM-미군, 군용 수소연료차 개발 추진 가속화 (KOTRA, 2016.10.06; 산업일보, 2016.10.08)

- 기업 간 협력관계를 통해 개발비용을 저감하여 수소연료전지차의 경쟁력 개선
 - GM은 미군 및 Honda 자동차와 협력관계 형성
 - Ford는 Mercedes-Benz와 협력관계 형성
 - BMW는 자동차부품 업체인 DANA와 협력관계 형성
- GM과 미 육군은 픽업트럭 모델인 'Chevrolet Colorado'의 수소연료전지차 버전을 개발할 계획
 - GM은 미 해군과도 협력하여, 수소연료 전지기술을 이용해 바닷속에서 약 70일 동안 운행이 가능한 무인 자동차를 보급할 계획
- 수소연료전지차는 2016년 미국 자동차 시장점유율의 0.5% 수준인 순수전기차에 비해 점유율은 매우 낮은 편이나 무공해 · 손쉬운 연료충전 · 높은 주행가능거리 등의 수많은 장점과 잠

⁶ PEM: Proton Exchange Membrane (양성자교환막).

V. 국내외 정책 · 기술 동향

재성을 보유

- 수소연료전지차를 공동개발 중인 GM · Honda 등 관련 기업들이나 자동차 업계는 수소연료차의 상용화 시점을 2020년 혹은 그 이후로 전망
- 수소연료전지 기술은 군대에 있어 중요한 보급물자인 물을 배출하며 정숙성 및 비포장도로에서의 주행 여건을 충족하는 등 수많은 군사적 이점을 보유, 한국 기업과 국군에서도 향후 벤치마킹할 만한 가치가 충분

■ Toyota, 수소연료전지승용차 'MIRAI' 에 이어 2017년부터 수소연료전지버스도 판매할 예정 (Toyota 보도자료, 2016.10.21)

- 'Toyota FuelCell(FC) 버스' 는 (주)히노자동차와 공동으로 진행해 온 FC버스 개발의 경험을 바탕으로 Toyota가 개발
 - 연료전지자동차(Fuel Cell Vehicle: FCV)인 'MIRAI' 의 사용을 위해 전용으로 개발한 'Toyota Fuel Cell System(TFCS)' 을 채택, 내연기관에 비해 에너지효율이 높고 주행 시 CO₂ 및 환경 부하 물질을 배출하지 않는 등 친환경성을 실현
 - 대용량 외부전원공급 시스템을 채용, 최고 출력이 9kW이면서 대용량인 235kWh의 전력 공급 능력을 갖추고 있어서 자연재해 등으로 인한 정전 시에 학교 혹은 체육관 등의 대피소나 가전기기의 전원으로도 이용이 가능
 - Toyota는 수소를 장래의 유력한 에너지원으로 포지셔닝하여 'MIRAI' 를 조기 시판함과 동시에 FC버스 · 연료전지 포크리프트 · 가정용 정치식 연료전지 등의 기술개발 및 상품 전개를 추진, 수소사회 실현에 공헌할 것을 공표
- 2020년 도쿄올림픽 및 패럴림픽에 대비한 시장 도입의 일환으로 2017년에는 2대를 시범적으로 도입하고 2018년부터 추가적인 도입을 확대해 나갈 계획
 - 'Toyota FC버스' 는 도쿄 교통국이 운행하는 노선버스로 사용될 예정
 - 2020년 도쿄올림픽 및 패럴림픽을 기점으로 수소사회 실현의 본격화를 위한 보급확대를 목표로 2018년부터는 신형 FC버스의 개발도 진행 예정

■ 미국의 특수차 제조 전문 스타트업 업체인 니콜라모터스(Nikola Motors), 수소연료전지를 동력으로 하는 친환경 세미트럭 'Nikola I' 를 공개, 배기가스무배출차(Zero Emission Vehicle: ZEV) 분야에서 선구적 역할을 할 것으로 전망 (Newatlas, 2016.12.06)

- 단 한 번의 수소 주입으로 1,200km 이상 주행이 가능한 혁신적인 트럭을 생산
 - 1,000마력에 달하는 출력 덕분에 시속 100km에 도달하는 시간은 30초 정도면 가능, 내연기관으로 달리는 기존 트럭(출력이 400~500마력 전후)의 가속 능력인 60초와 비교하여 절반밖에 되지 않는 빠른 수치

- 안전을 위해 수소연료를 항상 고압의 특수 용기 혹은 수소 전용 탱크에 보관해야 하고 순수한 수소의 정제에 상당한 비용이 소요되며 수소 충전 인프라가 턱없이 부족한 점 등이 취약점으로 꼽힘
- Nikola Motors의 CEO인 Trevor Milton에 따르면 안전성과 경제성 문제는 기술력의 진화에 따라 자연스럽게 해결될 것이라 예상
- 미 정부는 시급한 인프라 문제를 해결하기 위해 2018년부터 2019년까지 북미 전역에 364개의 수소충전 인프라를 구축할 예정
- 원래 배터리만을 사용하는 전기 트럭으로 제작될 예정이었지만, 무공해와 고출력이라는 두 마리 토끼를 다 잡기 위해 수소연료전지 탑재로 과감하게 방향을 선회
 - 날로 심각해지고 있는 환경오염과 지구온난화 문제를 해결할 수 있는 유일한 대안으로 ZEV가 급부상하여 각광받는 추세
 - 일반 전기승용차 배터리는 에너지 밀도가 경유나 휘발유에 비해 현저히 낮기에 대형트럭에 바로 적용한다면 엄청난 양의 배터리가 투입되어 적재 규모와 비용 면에서 문제가 발생, 이러한 이유로 인해 수소연료전지 탑재를 선택
 - 기존의 디젤 트럭과 비교했을 때, 'Nikola I'의 무게는 약 900kg 정도 가벼워 화물 적재량을 늘릴 수 있고 이에 따라 부가적인 수익도 창출 가능
- 2017년에 'Nikola I' 전용 제조공장을 건설하고, 그 이듬해인 2018년에는 수소 충전소 인프라를 구축할 계획
 - 'Nikola I'에 탑재되는 수소연료전지 제조를 위해 모든 과정이 무공해로 이뤄지는 태양열 발전 시설을 이용하여 수소를 생산할 계획

3. 국내외 기술동향

가. 국내동향

■ (주)히타치조선, SOFC 실증 발전효율 50% 달성 (신소재경제, 2016.09.06)

- 일본의 신에너지·산업기술종합개발기구(New Energy and Industrial Technology Development Organization: NEDO) 조성 사업에서 '고체 산화물 연료 전지를 이용한 업무용 시스템의 실용화 기술 검증'에 관한 지원을 받아 수행
 - 이번 실증시험은 오사카시에 위치한 칫코공장에서 진행
 - 20kW급 연속운전에서 히타치조선의 SOFC는 평균발전효율 50% 이상, 최고발전효율 53%를 달성

V. 국내외 정책·기술 동향

- SOFC는 내연 기관 발전기와 달리 연료를 직접 전기로 변환하기에 작은 출력으로도 발전 효율 및 에너지 절약 효과가 높으며 큰 소음·진동이 없음
 - 수소에 의한 발전 시, 배출물도 물 뿐이며 CO₂발생이 없음
 - “비즈니스 연속성 계획(Business Continuity Plan: BCP)”에서 ‘정전 시 전원’으로 사용 가능
- 이 장치는 사용 전력이 수십 kW 정도로, 슈퍼·편의점·사무실 건물·공동주택 등을 대상으로 한 개발을 진행
 - 히타치조선 주식회사는 신·재생 에너지 분야 사업에 적극적으로 참여하고 있기에 향후 이 장치의 연료 다양성을 살려 바이오 분야의 연료 적용 등 그린에너지의 적극적인 보급을 추진할 것으로 전망

■ (주)코오롱인더스트리, 미국 Gore社의 MEA⁷기술 도입 (코오롱그룹 보도자료, 2016.11.08)

- 연료전지 핵심부품인 막전극접합체(MEA)의 제조 및 판매에 대한 라이선스를 미국 고어(W.L. Gore and Associates, Inc)社로부터 도입키로 결정
 - MEA는 전기를 만드는 연료전지 스택(Stack)의 핵심부품으로 전기 발생을 위한 화학반응이 일어나는 곳이며, ‘가스확산층-연료극-분리막-산소극-가스확산층’으로 구성
 - MEA는 연료극과 산소극에 귀금속인 백금 촉매를 사용하여 가격도 비쌌
- 코오롱그룹은 오랜 기간동안 MEA 제조기술의 연구개발에 투자를 진행

[그림 1] MEA의 모식도



출처: 코오롱그룹 블로그(<http://blog.kolon.com/891>)(2016.11.08).

⁷ MEA: Membrane Electrode Assembly.

- 지난 2009년 국내 첫 MEA 양산기술을 개발한 한국에너지기술연구원으로부터 기술 이전을 받은 이후 연구개발에 본격 착수
- 최근에는 삼성SDI로부터 MEA 제조설비와 특허 등을 인수
- 코오롱도 자체적으로 MEA 제조능력을 확보한 것으로 보이지만, 고어의 MEA기술을 도입하여 MEA를 본격적으로 사업화할 의지를 내비침
- 국내 · 외 주요 관련 기업을 대상으로 판매처를 물색
 - 이번에도 도입된 MEA 제조기술의 확장을 통해 수송용(자동차), 주택 · 건물용, 발전용 등으로 사업 분야를 확대해 나갈 예정
 - 수소연료전지용 MEA 시장을 조기 선점하고, 향후 본격적인 시장 확대에 대비해 나갈 것으로 전망

나. 해외동향

- 프랑스-영국 국제연합연구팀, Enzyme의 수소 환원 과정을 화학적 반응 단계별로 구분하는 데에 성공 (Nature Chemistry⁸, 2016.08.22)

- Enzyme의 몇몇 종류들은 자체적인 Degradation Mechanism을 통해 수소를 스스로 생성하거나 이를 물로부터 분리하는 능력을 가지고 있어, 새로운 클린에너지를 제공하는 Platform으로 각광받는 추세
 - 수소 연료는 무한한 양을 가지고 있으면서도 그 불순물이 ‘물’ 밖에 없다는 점에서 큰 관심을 받고 있음
 - 이 수소 연료를 얻기 위해 이용되는 것 중 하나가 Enzyme인데, 생태계의 유기체로부터 쉽게 얻을 수 있으며 수소 연료를 발생시키는 화학적 반응이 굉장히 자연 친화적
 - 실용화를 위해서는 아직 거쳐야 할 검증 단계가 많음
- Enzyme 속 Hydrogenase는 수소 분자를 생성하는 주요 구성성분
 - Hydrogenase 분자는 H-cluster라고 불리는 복잡한 형태의 활성 부위를 지니며 커다란 단백질 중심부에 위치
 - 이 활성 부위가 반응함에 따라 수소연료 전지 등에 이용하는 수소 분자가 발생하지만, 일반적으로 산소가 높은 분압에서 산소 분자가 활성 부위에 접촉하면 H-cluster가 더 이상 수소 분자를 생성하지 못함
 - 본 연구는 이러한 Degradation Mechanism을 분석한 내용을 바탕으로 함
- 국제 연합팀은 Electrode Potential, pH, H₂O-D₂O Exchange 등과 같은 활성 부위에 영향을 미칠 수 있는 Parameter들을 인공적으로 조절한 실험실 환경에서 수소 분자 생성 양상을 다양한 조

⁸ Jochen Blumberger & Christophe Léger et al(2016)., "Mechanism of O₂ diffusion and reduction in FeFe hydrogenases", Nature Chemistry.

V. 국내외 정책 · 기술 동향

건에 따라 비교분석, Mechanism 규명에 성공

- 실제로 살아 있는 유기체의 Enzyme을 통해 에너지로 이용 가능한 수소 분자를 얻는 미래기술에 한층 가까이 다가갔다는 점에서 큰 의미를 지님

■ 미국 워싱턴주립대학(Washington State University)의 연구진, 물 분해를 위한 보다 저렴한 촉매 개발에 성공 (Nanowerk⁹, 2016.10.26)

- 기존의 물 분해 프로세스에서는 백금이나 루테튬과 같은 비싼 귀금속 촉매를 이용하기 때문에 경제성이 확보되지 않음
 - 이 외에도 물을 분해하기 위한 기존의 수많은 다른 방법들은 지나친 양의 에너지를 필요로 하여 효율성이 낮은 점이 문제로 지적됨
 - 수소를 생산하기 위한 화석연료 기반의 프로세스는 해로운 온실가스를 배출
- 연구진은 코발트 기반의 구조 속에 상대적으로 저렴한 구리 나노입자를 첨가
 - 물 분해 프로세스의 청정화를 위해 재생에너지로부터 생성된 전력 중 잉여 전력을 활용
 - 귀금속 촉매보다 더 많은 양의 전기를 전도할 수 있음
 - 안전성을 향상시키고 효율성을 보완하기 위한 추가적인 연구가 필요
- 전기분해를 기반으로 한 고성능 수소 연료전지의 제조에 기여할 것으로 전망
 - 비용 절감 효과가 명확히 입증된다면 향후 차세대 기술로 각광받게 될 것

⁹ Yuehe Lin & Scott Beckman et al(2016), "Bimetallic Cobalt-Based Phosphide Zeolitic Imidazolate Framework: CoPx Phase-Dependent Electrical Conductivity and Hydrogen Atom Adsorption Energy for Efficient Overall Water Splitting", *Advanced Energy Materials*.



수처리 및 해수담수화

1. 국내외 정책동향

가. 국내동향

- 환경부, 이란 에너지부와 상하수도 협력 양해각서 체결 (환경부 보도자료, 2016.08.05)
 - 우리나라 환경 기업의 이란 환경시장 진출을 지원하기 위한 환경협력 대표단 파견
 - 2016년 5월 한-이란 정상회담에 따른 후속조치로 환경분야에서의 양국간 협력확대를 위해 상하수도 협력 양해각서 체결과 국내기업의 이란 하수처리장, 매립가스 발전사업 진출 지원 논의
 - 상하수도 협력 양해각서는 공동 세미나 개최, 정보교환, 전문가 교류와 같은 상하수도 분야 전반을 포괄하는 다양한 협력과 이를 이행하기 위한 상하수도 협력위원회 조직 및 운영을 주요내용으로 포함
 - 정부간 협력각서 체결을 시작으로 한국환경산업기술원-이란 상하수도공사, 대림산업-이란 상하수도공사 간의 협력 양해각서도 체결
 - 한국환경산업기술원과 이란 상하수도공사간 협력각서 내용에는 상하수도 연구개발, 협력 프로젝트 실행, 기술 공유, 양국 기업간 전시회 및 세미나 개최 등이 포함
 - 대림산업과 이란 상하수도공사 간 협력 양해각서에는 공동으로 이란 상하수도 프로젝트를 개발하고, 대림산업이 추후 최대 10억 달러 규모의 하수처리장 사업을 추진한다는 내용이 포함
- 환경부, 녹조 취약 지역의 폐·하수시설 방류수질 관리 강화 (환경부 보도자료, 2016.08.12)
 - 장마 이후 주요 강과 호수에 남조류의 다량 번식으로 녹조현상이 심화될 것으로 보여 정수장에 대한 수질관리 대응을 강화
 - 식수원인 금강 대청호, 낙동강 강정고령보, 창년 함안보에 조류경보제 초기 단계인 관심단

V. 국내외 정책 · 기술 동향

계 발령

- 후속조치로 취수구 주변에 조류차단막을 설치하고 활성탄, 염소처리 등의 과정을 거쳐 99% 이상 조류독소 처리
- 녹조가 자주 발생하는 취약 지역 중심으로 오염원에 대한 관리를 대폭 강화
 - 환경부는 남조류의 먹이가 되는 인(Phosphorus)을 줄이기 위해 44개 폐·하수처리시설에 대해 오염물질 처리기준을 강화
 - 2016년 5월부터 9월까지 한강 수계 17개소, 낙동강 수계 27개소에 대한 오염물질 처리기준 강화가 이뤄졌고, 그 결과 전년 동기간 대비 총인(Total Phosphorus: TP) 부하량의 40% 이상 저감
- 이 외에도 중앙-지방정부 간의 협업과 환경부·국토교통부·농림축산식품부 등 관계부처 간 녹조대응 TF 운영으로 녹조 발생을 억제시키는 비상체제 상시 가동

■ 정화조의 악취저감시설 설치대상 확대를 골자로 하는 「하수도법 시행령」이 국무회의에서 의결 (환경부 보도자료, 2016.09.06)

- 200인용 이상의 정화조(통상 3~5층 건물 규모)를 설치한 시설에도 악취저감시설을 설치하도록 함
 - 기존 1일 처리대상인원 1,000명 이상인 정화조에 대해서만 공기공급장치 등의 악취물질 제거·저감시설이 의무화되었던 반면, 이번 개정령에 따라 200인 이상 정화조로 시설 설치 의무가 강화
 - 이미 설치되어 있는 200인용 이상의 정화조에도 2년 내로 악취저감시설을 설치하도록 규정
- 이번 개정안으로 개인하수처리시설의 뚜껑에 대한 도색과 뚜껑 상부에 접근주의를 알리는 안내문 기입이 의무화
 - 개인하수처리시설의 뚜껑이 보행자 또는 차량 통행이 가능한 곳에 노출된 경우, 추락사고 등의 위험이 있어 주변과 구별하기 위한 조치
 - 이러한 조치는 신규 및 변경신고 시설부터 적용되는데 맨홀의 경우 주철, 철근 콘크리트 등의 재질로 된 뚜껑을 설치하도록 현행 규정에서 정하고 있어 개정 불필요

■ 환경부, 정수처리시설 설치 지원과 상하수도 현대화 사업에 대한 2017년도 예산안 및 기금안 편성 (환경부 보도자료, 2016.09.07)

- 환경부가 국회에 제출한 2017년 예산안은 2015년도 5조 6,976억 원 대비 150억 원(0.3%) 감액된 5조 6,896억 원이고, 기금안은 2015년도 대비 90억 원 증액된 9,332억 원으로 편성
 - 시급한 환경 현안으로 대두된 미세먼지 관리(2015년도 대비 38.4% 증액)와 유해화학물질 관리 분야(2015년도 대비 32.3% 증액)에 집중 투자

- 상대적으로 상하수도 및 수질 부문에 대한 예산 비중이 감소(전년도 대비 6.2% 감액)되었지만 근본적인 환경난제 해결 차원에서 노후상수도, 녹조, 지반침하(함몰)에 대한 예산안이 편성
 - 노후상수도 정비사업에 512억 원, 녹조 대응사업에 297억 원(녹조발생 대응 211억 원, 정수장의 고도정수처리시설 설치 86억 원)을 편성하였고, 노후 하수관 정비사업에 2015년도 대비 4% 증가된 예산 편성
 - 그 밖에 하수처리장 확충 등과 같은 수질기초시설 설치비의 경우 보급률을 감안하여 1,828억 원 감액(2015년 대비 9.0% 감액)으로 예산 재조정이 이뤄짐
 - 환경예산 내실화를 위해 하수처리장, 하수관거 등 기존 중점투자 분야를 구조 조정하여 낙후지역의 환경개선, 미세먼지 대책 등 신규 정책에 대한 재원 마련
 - 특히 낙후지역의 환경개선에 있어 정수장 정비, 하수관거 개·보수 투자율 확대, 농어촌지역 하수도 시설 투자로 수질 개선 지원
- 국가정책조정회의에서 “스마트 물산업 육성전략” 논의·확정 (환경부·국토교통부 보도자료, 2016. 11.14)
- 물산업의 글로벌 경쟁력 확보를 위한 종합대책 마련
 - 국가 물산업 클러스터를 2018년 대구 산업단지 내에 조성(2016년 11월 착공)하고, 해외진출을 위한 윈스톱 지원 체계를 구축하며, 물산업 육성 법률 제정과 전문인력 양성 및 창업 지원을 확대할 예정
 - 2030년까지 약 8.7조 원 규모의 정보통신기술(Information and Communications Technologies: ICT)을 융합한 스마트 상하수도 관리 시스템을 구축하여 수도관 누수를 최소화하는 등 물 재이용에 대한 효율성을 높일 예정
 - 연안지역 용수 부족 문제를 해결하기 위해 해수담수화 사업을 단계적으로 확대하고, 물-에너지 순환 연계 모델 개발을 추진
 - 그 밖에 “동절기 서민생활 안정대책” 추진 차원에서 상하수도 시설에 대한 긴급안전점검 실시도 논의
 - 단전·단수정보에 취약한 가구 빅데이터 23종을 활용하여 읍·면·동 주민센터를 중심으로 지원대상자를 발굴하여 맞춤형 지원
 - 폭설·혹한에 대비하여 상수도를 포함한 전기·가스시설 등에 대한 안전 점검을 실시하고, SNS 및 안전디딤돌 앱 등을 활용하여 국민행동요령 안내
- 충청남도 서산 대산석유화학단지 해수담수화 시설 설치 사업, 예비타당성조사 대상 사업에 선정 (충청남도 보도자료, 2016.12.07)

V. 국내외 정책 · 기술 동향

- 현재 공업용수 공급 시스템을 유지할 경우 입주한 기업 수의 증가로 2017년부터 하루 5,200m³의 물 부족 문제가 발생될 것으로 예상되는데 해수담수화 시설 설치가 가장 현실적 대안으로 여겨지고 있음
 - 대산단지에 위치한 5개 기업은 현재 아산공업용수도를 통해 하루 11만 9,000m³의 물을 공급 받고, 다른 5개 기업은 자체 정수시설을 갖추고 인근 대호지에서 하루 16만 9,500m³를 취수해 사용 중
 - 아산공업용수도는 추가 공급 여력이 없고, 대호지는 지난 2012년 가뭄 때 용수 공급 중단 사태가 발생하는 등 공급 능력이 불안정하며 최근 염도가 높아져 사용이 어려움
 - 해당 사업은 2017년부터 3년 동안 2,200억 원(국가 자금 30%, K-water 70%)을 투입, 대산단지의 8개 기업에 하루 10만 m³의 공업용수를 공급하는 해수담수화 시설을 설치할 계획
 - 해수담수화 시설 설치를 위한 대산단지 내 기업들의 투자 예상 규모는 2020년까지 총 7조 5,800억 원
 - 단지 내 기업들, 충청남도청, 서산시청 그리고 K-water는 ‘안정적용수공급협의회’를 구성하여 대산단지의 미래 물 수요량, 용수 확보 방안 및 해수담수화 시설 설치 등에 대해 중점적으로 논의해왔으며 2016년 11월에는 ‘대산단지 해수담수화 사업 기본 협약’ 체결
 - 예비타당성 조사 결과 비용편익분석(Benefit Cost Ratio: B/C)에서 경제성을 판단하는 기준인 1.0을 초과하거나, 정책적 분석(Analytic Hierarchy Process: AHP) 수치가 0.5를 넘게 되면 타당성을 인정받아 사업 추진이 가능해짐
 - 2017년 1월에서 6월 사이에 타당성조사를 실시하여 2017년 7월에 사업 추진 여부가 판가름날 예정
- 부산광역시 기장 해수담수화 수돗물, 주민 의사에 따라 선택적 공급 결정 (부산광역시 보도자료, 2016.12.19)
- 2014년 12월 해수담수화 수도 시설이 완공된 이래 일부 주민들의 방사성 물질에 대한 우려로 2년간 물 공급이 불가했음
 - 기장군 의회와 지역주민으로 구성된 ‘원전해역 바닷물 수질검증위원회’가 2016년 9월 초부터 10월 말까지 2개월간 원전 주변 바닷물과 완도, 태종대 등 총 26개 지점의 바닷물을 비교 및 분석한 결과 모두 안전한 것으로 판명
 - 서병수 부산시장은 기장 해수담수화 수돗물 공급에 따른 주민 간의 갈등을 해소하고 물 선택권을 보장하기 위해 주민 의사에 따라 해수담수화 수돗물을 공급하기로 결정
 - 선택적 공급을 위해 기장읍, 장안읍, 일광면 일대에 사업비 93억 원을 들여 2017년 말까지 9.7km의 해수담수화 수돗물 전용관로 설치 예정
 - 산업단지로의 용수공급과 급수중단 등을 대비하여 기존에 일광면, 장안읍 산업단지에 이중으로 설치되어 있는 급수관로 중 하나를 해수담수화 전용관로와 연결할 계획

- 기존 화명정수장에서 공급받던 수돗물 공급관로와 별개인 해수담수화 수돗물 전용관로가 이증으로 설치되면 3개 읍·면은 원하는 수돗물을 신청하여 공급받을 수 있음

■ 환경부, 고농도 폐수배출사업장에 대한 특별단속 실시 (환경부 보도자료, 2016.08.04; 2016.12.21)

- 인천광역시 가좌하수처리장, 경상북도 김천하수처리장, 경기도 안산하수처리장 등 주변지역 내 폐수배출사업장을 대상으로 진행
 - 상반기 특별단속에서 99개 사업장 중 37개소(41건, 위반율 37%)가 적발되었고 하반기 특별단속에서는 183개 사업장 중 68개소(74건, 위반율 37.2%)가 적발
 - 그에 따라 상반기에 12건의 고발조치, 29건의 관할 행정기관을 통한 행정처분이 요청되었고, 하반기에는 46건의 고발조치, 28건의 행정조치가 취해짐
- 특별단속 실시 결과, 유입폐수의 화학적 산소요구량(Chemical Oxygen Demand: COD) 농도가 단속 전보다 개선된 것으로 나타남 (표 1)

[표 1] 특별단속 전, 후 주요 폐수관로 COD 농도

(단위: mg/L)

구분	인천 가좌천 하수처리장	김천 공단 하수처리장	안산 공단 하수처리장	평균	비고
설계농도	130	188	150	156	유입수
단속 전(2016.01)	803	260	275	446	폐수관로
성과목표	562.1	182	192.5	312.2	저감율 30%
1차 단속 후(2016.06)	570	123.4	202.1	298.5	저감율 33%
2차 단속 후(2016.10)	601.4	167.2	130.9	299.8	저감율 33%
평균 농도 (저감율 %)	585.7 (27%)	145.3 (44%)	166.5 (39%)	299.2	저감율 33%

출처: 환경부 보도자료(2016.12.21).

- 이번 특별단속은 “비정상의 정상화” 과제인 “환경오염물질 불법 배출행위 등 관행 근절” 차원에서 추진된 것으로 지속적으로 감시·관리하고 불법행위에 대해 강력하게 대처해 나갈 방침

나. 해외동향

■ 수처리 및 해수담수화 처리시설 개설·확장에 중앙정부 지원 확대

- 캐나다 정부, 매니토바(Manitoba) 주(州) 셀커크(Selkirk) 지역과 김리(Gimli) 지역에 폐수처리공장 프로젝트에 자금 지원 (Water World, 2016.08.08)

V. 국내외 정책 · 기술 동향

- 매니토바 주지사 Brian Pallister, 천연자원 장관 Jim Carr, 셸커크 시장 Larry Johannson, 김리 시장 Randy Woroniuk는 신규 폐수처리공장 구축을 위한 자금 지원 추진 의사를 밝힘
- 지역 내 노후 폐수처리공장을 대체하여 위니펙 호(Lake Winnipeg)의 수질을 개선하고 세인트 앤드루스(St. Andrews), 로어 개리 교역시장(Lower Fort Garry)으로 서비스를 제공할 계획
- 5천 320만 달러 규모의 “지역 인프라 프로젝트(Provincial-Territorial Infrastructure Component - National and Regional Projects: PTIC-NRP)”에서 셸커크, 김리 폐수처리공장 프로젝트를 위해 각각 1천 173만 달러, 6백만 달러를 지원
- 캐나다 정부와 온타리오(Ontario) 주(州), 청정수 및 폐수 펀드(Clean Water and Wastewater Fund: CWWF) 조성에 합의 (The Governments of Canada, 2016.09.14)
 - 연방정부에서 570백만 달러(약 50% 이상), 온타리오 주에서 270백만 달러, 기타지역에서 나머지를 출원하는 11억 달러 규모 펀드 조성에 양자협정 서명
 - CWWF는 총 41개 분야의 프로젝트 투자로 구성되어 있으며 주 지역 내 홍수, 폭우, 폭설 시 물 관리 및 폐수 컨트롤 시스템이 포함
- 미국 농무부(U.S. Department of Agriculture: USDA), 지역 내 물 인프라 구축에 3억 3천 100만 달러 투자 (Water World, 2016.11.01)
 - 지역사회 인프라 투자는 USDA의 주요 과제 중 하나로 오바마 정부는 약 5천 825개의 식수 및 폐수 인프라 프로젝트 구축에 약 130억 9천만 달러 투자
 - 39개 주(州) 및 아메리칸 사모아(American Samoa) 지역 내 식수 및 폐수 인프라를 향상시키기 위한 목적으로 총 85개 프로젝트 추진
 - 향후 USDA는 지역사회의 물 · 환경 관련 개발 프로그램에 2억 6천 400만 달러 융자금과 6천 700만 달러 보조금을 제공할 예정으로 1만 명에 달하는 거주민들에게 식수 및 폐수 처리 서비스가 제공될 것
- 오바마 대통령, 「수자원 인프라 재정 및 혁신 법안(the Water Infrastructure Finance and Innovation Act: WIFIA)」으로 진행되는 프로젝트에 1조 달러 규모의 대출 서명 (Water World, 2016.12.13)
 - 미국 수자원 협회(American Water Works Association: AWWA)는 WIFIA 지지를 수년간 표명
 - 이번 대출 승인 법안은 향후 수자원 및 폐수 인프라 수리 및 확장에서 요구되는 2조 달러 이상의 수도시설을 위한 금융 장치로 작용할 예정
- 사우디아라비아의 환경 및 수자원 · 농업부와 해수담수화청(Saline Water Conversion Corporation: SWCC), 민간투자 유도 계획을 포함한 새로운 해수담수화 정책 발표 (Water, Desalination & Reuse, 2016.11.30; 2016.12.14)
 - 환경 및 수자원 · 농업부는 새로운 해수담수화 플랜트 8곳에 50억 달러 규모의 예산을 배정하여 민 · 관 협력을 통한 새로운 플랜트 건설 계획
 - 상위 2개 프로젝트인 Rabigh 3와 Jubail의 경우, 2017년 1분기에 입찰이 이뤄질 예정으로 향후 산업과 농업 분야에서 재활용수로 사용이 확대될 전망
 - SWCC가 소유한 기존의 29개 담수화 시설은 모두 민간 투자자들에게 매각할 예정으로 5년간

약 53억 달러 가량의 민간투자가 이루어질 것으로 기대

- 싱가포르 국립수자원공사, 네 번째 해수담수화플랜트 시공사로 Keppel社 선정 (The Straits Times, 2016.12.23)
 - 싱가포르 국립수자원공사는 2060년까지 물 수요가 두 배 이상 증가할 것으로 예상됨에 따라 자국의 물 자급률을 증가시키고 해수공급률을 약 25%까지 증가시키기 위해 해수담수화플랜트 건설 계획 수립
 - 현재 싱가포르의 하루 물 소비량은 4억 3,000만 갤런으로 앞선 세 플랜트에서는 하루 1억 3,000만 갤런의 물이 생산되고 있으며, 네 번째 플랜트는 하루 3,000만 갤런의 물 공급이 추가로 이루어질 예정
 - 2020년 Marina East 지역에 들어설 네 번째 플랜트의 시공사로 Keppel社가 선정되어 2017년 1월 계약이 체결됐으며, 2020년부터 2045년까지 25년 동안 싱가포르 국립수자원공사에 물을 공급하는 계약도 체결

■ 지방자치단체들의 지역 내 수처리를 위한 프로젝트 추진 활발

- 멕시코 시날로아(Sinaloa) 주(州), 멕시코 최초로 오존 폐수처리 프로젝트 추진 (BNamericas, 2016.09.01)
 - 오존 폐수처리는 경제적 이익은 크지 않지만 큰 비용 없이 폐수를 재사용할 수 있는 친환경 방식으로 미국, 캐나다, 프랑스, 스페인 등에서 사용 중인 기술
 - 멕시코 과학기술위원회에서 자금을 지원하고 시날로아 혁신연구소가 담당하는 이 프로젝트는 폐수를 농업용수로 재사용하여 비용이 절감되고 환경에 주는 영향이 최소화될 것으로 기대
 - 시날로아 주는 멕시코 농작물 생산의 30%를 담당하는 지역으로 지역 용수의 90%가 농업에 사용되어 이 기술이 적용될 경우 유용할 것으로 판단
- 인도 뭄바이 지방자치단체(The Municipal Corporation of Greater Mumbai: MCGM), 콜라바(Colaba) 폐수처리시설 건설 계약 체결 (Water World, 2016.10.10)
 - 1천 500만 이상의 인구가 거주하는 뭄바이는 도시화와 인구 증가로 폐수처리시설 개선 및 인프라 구축이 시급함
 - 이에 2025년까지 뭄바이 하수처리프로젝트 계획(Mumbai Sewage Disposal Project: MSDP)을 발표, 기존 하수시설 향상과 뭄바이 내 7개 지역에 대한 신규 수자원 인프라시설 구축을 계획
 - 콜라바 폐수처리시설(Water Distribution System Improvement Program: WWTP) 설계, 건설, 운영 및 계약 체결은 MSDP 아래 진행된 것으로 하루 3만 7천 톤의 폐수를 정화시키는 것이 주요 골자

V. 국내외 정책 · 기술 동향

2. 국내외 산업동향

가. 국내동향

- NCH 코리아社, NCH 환경관리 모바일 연구소 서비스 발표 (워터저널, 2016.08.04)
 - NCH 환경관리 모바일 연구소는 오폐수 전문 사업부의 환경 전문가가 고객사를 직접 방문하는 대고객 서비스 실시
 - 전문 측정기로 폐수 및 악취를 분석하여 폐수처리장 상태를 현장에서 진단하고 맞춤 솔루션 제공
 - 이를 위해 미생물 상태 분석을 위한 현미경, 악취측정기, 검지관(기체농도분석기), Mixed Liquor Suspended Solids(MLSS) 측정기, 용존산소량(Dissolved Oxygen: DO) 측정기, 산도(pH) 측정기 등 최첨단 장비 구비
 - 잠재 고객들을 대상으로도 현장 진단하여 솔루션을 제공하고, 고객의 필요에 따라 추가 테스트 및 서비스를 제공할 계획
 - 우리나라 전국의 폐수 성상 데이터 수집 및 데이터화를 통해 각 산업별 맞춤 서비스 구축을 추진
 - 오폐수 관리 사례 발표, 교육 세미나 개최 등 잠재고객을 대상으로 고객 맞춤형 환경 친화적 서비스 제공이 목표

- 제1회 국제물주간, 물 산업 협력 및 혁신 논의 (국토교통부 보도자료, 2016.10.18)
 - 2016년 10월 ‘제1회 대한민국 국제물주간’ (Korea International Water Week: KIWW) 행사가 ‘지속가능한 발전을 위한 워터파트너십’이라는 주제로 개최
 - 이번 행사는 2015년 대구와 경주에서 개최된 제7차 세계물포럼의 성과를 이어가기 위한 것으로, 기존에 개최되던 대구 물산업전과 경북의 낙동강 국제물주간 행사를 통합하여 2016년 처음으로 개최
 - 이집트, 세네갈 등 5개국 장관 및 차관을 포함하여 세계 62개국의 물 관련 정부 · 민간 · 학계 관계자 1,900여 명과 베트남 호치민, 필리핀 마닐라 등 10개국 도시 대표 등이 참여
 - 국내에서는 티엔씨코리아, 한국파나메트릭스 등 69개의 기업이 참여
 - 고위급 회담으로 ‘워터 리더스 라운드 테이블’이 개최되었으며 각국의 실행사례 및 의견을 공유하고 공동선언문을 채택
 - 물 관련 정부, 공공기관, 기업, 학계, NGO 관련 인사 등 약 40명이 참여
 - 선언문 이행 및 의제 확산을 위해 대표단을 구성하여 타 국제물주간과의 연계활동 등 후속 조치 추진

- 세미나와 포럼, 전시회 등 다양한 행사를 통해 홍보 기회가 마련되어 향후 우리 기업의 해외 진출에 도움될 것으로 기대
 - 행사 기간 중 우수 물기술 현장 적용 사례 공유 세미나, 2016 국제 물산업 컨퍼런스 등이 개최
 - 특히 워터비즈니스포럼에서는 국내·외 물기업 홍보를 위한 기술 강연 등 홍보기회가 제공되었고, 해외 발주처와 국내기업 간 면담을 주선하여 국내 물산업의 해외 사업 발굴 및 수주를 지원
- 두산중공업, 사우디아라비아와 해수담수설비 공동연구 (연합뉴스, 2016.10.26; 투데이에너지, 2016.10.26)
 - 두산중공업은 사우디아라비아 해수담수화청(Saline Water Conversion Corporation: SWCC) 산하 연구소인 Desalination Technologies Research Institute(DTRI)와 해수담수설비 공동연구를 위한 실증설비 가동 시작
 - 사우디 국영기관인 SWCC는 세계 최대 규모의 해수담수화 물 생산기관으로 현재 사우디 내 28개 해수담수화 플랜트에서 물 생산 중
 - DTRI는 1987년 출범한 SWCC 산하 연구소로 해수담수화 부문에서 다양한 연구 활동을 수행하고 있으며, 중동지역의 설비 검증 분야에서 영향력 있는 기관으로 향후 상용화에 대한 파장효과가 클 것으로 기대
 - 2015년 3월 한-사우디 비즈니스 포럼에서 두산중공업과 SWCC간 해수담수화 공동 기술 연구(Memorandum of Understanding: MOU) 체결이 발판이 되었음
 - 세계에서 해수 수질이 가장 열악한 중동 걸프만에 설치된 역삼투막(Reverse Osmosis: RO) 방식 해수담수화 설비의 효율적 운영을 위한 전처리 기술 최적화가 목적
 - 전처리 기술은 RO 설비 전단계에서 여과막 성능을 장기간 유지하기 위해 역삼투막에 영향을 미치는 미생물, 칼슘, 마그네슘 등을 제거하는 기술
 - 두산중공업과 DTRI는 앞으로 2년 반 동안 걸프만에서 전처리 기술의 최적 운전조건을 확보해 선진화된 해수담수설비 설계안을 도출할 계획
 - 이번에 가동이 시작된 실증설비에 앞서 2016년 초에 Dissolved Air Flotation(DAF)와 Dual Media Filter(DMF) 장치가 설치되어 운전 중
 - 이번 연구를 통해 걸프만 해수에 적합한 RO 기술이 개발될 것으로 기대되며 연구 결과물은 향후 사우디에 건설된 해수담수화 플랜트에 도입될 예정
- K-water, 생활하수를 처리해 반도체 산업용수로 공급 (환경부 보도자료, 2016.11.29)
 - 공공하수처리시설과 재이용시설을 갖춘 아산신도시 물환경센터 개소식 개최

V. 국내외 정책·기술 동향

- 공공하수처리시설은 아산신도시 지역인 배방읍, 당정면 일대의 생활하수를 일일 4만 5천 m³ 처리
- 재이용시설은 공공하수처리시설에서 처리한 물을 RO 공정을 거쳐 인근 아산디스플레이시 티에 산업용수로 공급할 계획
- 2036년 8월까지 20년간 하수처리시설(하루 4만 5천 m³), 재이용시설(하루 2만 7천 m³)의 운영 관리 업무를 민간투자사업 시행자인 아산스마트워터社가 담당
- 국내 최초로 하수처리수를 재이용해 반도체 제조용 산업용수로 공급
 - 하수처리수는 일반적으로 하천으로 방류하지만 아산신도시 물환경센터 재이용시설은 하수 처리를 반도체 제조 공정에서의 산업용수로 공급하는 국내 최초 사례
 - K-water는 하수도 분야 신기술 및 특허 37건을 보유하고 현재 11개 지자체의 하수처리시설을 운영 또는 건설

■ LG-히타치 워터 솔루션社, “파주시 하수처리수 재이용사업” 수주 (워터저널, 2016.12.12)

- 파주시 하수처리수 재이용 민간투자사업(Build-Transfer-Operate: BTO)은 파주시의 하수방류수를 공업용수 수질로 재처리하여 파주 LCD 산업단지에 공급하는 사업
 - BTO는 민간이 건설하고 소유권은 정부나 지자체로 양도한 채 일정기간 동안 민간이 직접 운영하고, 사용자 이용료로 수익을 추구
 - 하수처리수 재이용 시설용량은 하루 4만 1천 200톤 규모로 총 사업비는 605억 원
- 2018년 완공 예정인 이 시설은 공업용수 공급과 환경보호에 기여할 것으로 전망
 - 가뭄 등 급격한 기후변화에도 안정적으로 공업용수를 공급하여 파주 LCD 산업단지 입주기업들의 생산경쟁력을 제고하고 지역경제 활성화에 기여할 것으로 기대
 - 하수방류수를 재이용하는 시스템으로 하천으로 방류되는 하수량을 최소화하여 환경보호에 기여할 것으로 전망
 - 2012년에 LG 전자와 히타치의 수처리 사업 합작법인으로 출범한 LG-히타치 워터 솔루션은 수처리 관련 환경사업업체로 본 사업을 통해 글로벌 수처리 시장 진출을 위한 초석을 다지고자 함

나. 해외동향

■ 수처리 및 해수담수화 시설 구축을 위한 신규 계약 체결 동향

- 멕시코의 Intema S.A de C.V社, 코카콜라의 폐수처리공장에 Moving Bed Biofilm Reactor(MBBR) 공정도입 계약 체결 (Water World, 2016.08.19)
 - 여과조 제조업체인 영국의 Warden Biomedica社는 폐수처리회사 Intema S.A de C.V와 Biopipe

600 MBBR 공정에 대한 기술 제휴

- 코카콜라는 Intema S.A de C.V를 통해 멕시코 톨루카(Toluca) 시(市)에 위치한 자사 폐수처리 공장 정비과정에서 300m³ 수준의 Biopipe 600 MBBR 공정을 사용하기로 결정
- Biopipe 600 MBBR는 정제를 위한 박테리아 배양 최적 조건과 미생물 보호 표면적을 제공하는 공정기술로 바이오매스 농도를 증가시키고 폐수처리에 필요한 용량을 감소시킴
- GE Power, 캐나다 리자이나(Regina) 지역 정제공장단지에서 신규 물재이용 기술 적용 (Desalination & Water Reuse, 2016.08.23)
 - 이 단지는 하루 10만에서 13만 배럴 석유를 생산하게 된 이래로 폐수가 급증하면서 수돗물 확보에 어려움을 겪음
 - GE Power의 물 재이용 솔루션 시스템은 지위드(ZeeWeed) Membrane Bioreactor(MBR) 시스템과 고효율 역삼투 시스템(High Efficiency Reverse Osmosis: HERO)을 결합시킨 시스템으로 하루 약 2백만 갤런에 달하는 폐수를 재이용할 수 있도록 지원
 - 리자이나의 정제공장단지는 동력 공급 장치 및 냉각탑을 활용해 폐수를 100% 재활용하는 북아메리카 최초의 석유 정제공장이 될 것으로 기대
- 중국의 China Everbright Water社, 난징 공업용 폐수 Build-Operate-Transfer(BOT) 프로젝트 확보 (Water World, 2016.08. 25)
 - 수처리 프로젝트 개발사인 China Everbright Water는 Jiangsu Zhongbo社(지분율 40%)와 합작회사를 설립하여 프로젝트를 진행할 예정
 - 930만 달러가 투자된 프로젝트의 1단계는 하루 1만 m³ 처리가능한 처리시설을 설계하여 2017년 6월부터 운영할 예정
 - 프로젝트는 난징 푸커우 폐수처리 프로젝트(1, 2단계), 난징 류허 폐수처리 프로젝트(1, 2단계), 전체 처리능력이 하루 14만 m³에 달하는 난징 푸커우 시설 확장 프로젝트로 이어질 계획
- 멕시코 SUEZ社, 민관협력 계약으로 로사리토 해변에 대규모 해수담수화 공장 신설 (Water, Desalination & Reuse, 2016.8.29; 2016.9.23)
 - 티후아나-로사리토 해변(Tijuana-Rosarito Beach) 지역의 콜로라도 강에 대한 음용수 의존도를 줄이기 위한 목적으로 진행된 프로젝트는 SUEZ社, NSC Water社, NuWater社가 공장 건설 및 사후 관리를 담당할 예정
 - SUEZ社는 공장 건설 중 두 단계에 참여하며 할 예정으로, 2024년에는 해당 해수담수화 공장이 아메리카 대륙에서 가장 규모가 큰 플랜트가 될 것으로 전망
 - 첫 번째 단계는 2017년에 시작하여 2020년까지 하루 19만 톤의 음용수를 생산하고, 두 번째 단계는 2024년까지 음용수 생산 규모를 38만 톤으로 첫 번째 단계보다 두 배로 생산량을 늘리는 것을 목표로 하고 있음
- 자일럼(Xylem)社, 인도에 새로운 폐수처리장 지원 (Water World, 2016.10.24)
 - 자일럼은 인도의 마디아 프라데시(Madhya Pradesh) 하수처리장에 첨단 폐수처리기술을 공급하는 100만 달러 계약을 체결

V. 국내외 정책·기술 동향

- 이 기술은 마디아 프라데시 오염통제위원회가 설정한 폐수배출품질기준을 충족하고 하루 1만 2천 m³의 폐수를 처리할 수 있는 Sanitaire ICEAS Advanced Sequencing Batch Reactor(SBR) 시스템으로 구축될 예정
- Hitachi社, 남아프리카 담수화 및 물 재이용 시스템 통합 시범 (Water, Desalination & Reuse, 2016.11.23)
 - 일본의 신에너지·산업기술종합개발기구(New Energy and Industrial Technology Development Organization: NEDO)에 의해 운영되는 국제 에너지 소비 효율 기술 및 시스템 실증 프로젝트의 일환으로 Hitachi社는 2020년까지 남아프리카의 해수담수화와 물 재이용 통합 시스템인 'RemixWater' 시범 사업 진행
 - 기존 처리시설에 설치될 'RemixWater' 시스템은 물 재이용 과정에서 역삼투막을 통과한 물과 해수를 혼합하여 자연 해수 염도인 3.5퍼밀까지 낮추고, 역삼투막에 가해지는 에너지를 40% 절감시켜 하루 6,250m³의 물을 생산할 예정
 - Durban시는 심각한 물 부족 사태와 전기 가격의 상승으로 위협에 노출되어 있는데 통합 시스템 도입으로 시스템 설계의 적절성이 검증될 것으로 전망
- H2O INNOVATION社, 아칸소(Arkansas) 주(州)에 MBR 시스템 최초 구축 (Water World, 2016.12.01)
- H2O INNOVATION는 MBR 기술 및 식수 등 두 개의 프로젝트와 관련해서 총 5억 5천만 달러 규모의 신규 계약 3개를 체결
- 첫 번째 계약은 MBR 기술을 사용하여 폐수를 처리하는 것에 대한 계약으로 약 1.2MGD(1.2Millions of Gallons Per Day, 하루 4천 542m³) 정도의 폐수를 기존 SBR 공정에 MBR을 추가하여 3.8MGD 수준으로 폐수처리량을 증가시키려는 계획
- 두 번째 계약은 캐나다 퀘벡 주(州)에서 발생한 폐수를 약 0.1MGD(하루 421 m³) 수준으로 처리하고, 세 번째 계약은 역삼투막 공정을 사용하여 미국 텍사스 주(州)에 2MGD(하루 7천 571 m³) 수준으로 식수를 제공하는 내용

■ 수처리 시설 개선을 위해 계약 갱신 및 시스템 추가 도입 추진 동향

- 사우디아라비아 리야드(Riyadh)에 위치한 만푸하(Manfouha) 하수처리 공장 확장으로 폐수 재이용 계획 진행 (Water World, 2016.08.04)
 - 수처리 및 물 재이용을 위한 하수 용량은 하루 20만 m³이 될 것으로 전망되는데 이는 지역 내 관개 농업용수로 활용될 계획
 - 자일럼社는 시설 개선 차원에서 알 무하이딕(Al Muhaidib)과의 1천 300만 달러 규모의 추가 계약을 체결하고 Sanitaire ICEAS advanced SBR 공정기술을 도입할 예정
 - 사우디아라비아는 물 부족 방지를 위해 향후 10년 동안 660억 달러를 투자하여 수처리 관련 프로젝트에 집중할 계획

- 미국 소프트웨어회사인 이노비즈(Innovyze)社, 스마트 폐수 네트워크 모델링으로 플로리다 올랜드 하수 인프라 관리 (Water World, 2016,08,24)
 - 이노비즈의 InfoSWMM(Stormwater Management Model Information) 분석 및 설계 프로그램은 수처리·하수와 관련된 모든 작업을 통합·관리해주는 솔루션 소프트웨어로써 시(市)의 위생하수 시스템인 ArcGIS-centric(Esri-based GIS 플랫폼 기반) 처리를 개선시킬 것으로 전망
 - 수압·수질 계산은 미국 환경보호국의 SWMM V. 5를 활용하는데 생산성, 비용, 정밀도, 디자인이 개선될 것으로 평가
 - SWMM은 도시지역 내 상하수의 수질·수문에 대하여 단일 호우 또는 장기간의 연속 모의시험이 가능한 도시 물 순환 모형
- CH2M社, 미시간 주(州) 트래버스(Traverse) 시(市)와 폐수처리공장에 대한 운영 및 관리 계약 갱신 (Water World, 2016,10,17)
 - CH2M은 MBR 공법을 활용하여 도시 폐수처리시설 운영, 펌프장 및 타운십 오토샘플러(township auto-sampler) 등을 관리 및 운영
 - 트래버스 시 내의 폐수처리공장은 하루 약 850만 갤런의 폐수를 정화해서 약 5만 명의 거주자 및 지역 산업 종사자들에게 물을 공급해옴
 - 이번 재계약으로 CH2M은 트래버스 지역 내 폐수처리공장에 MBR 공법을 추가 도입할 수 있게 되어 에너지 저감, 화학물질 소비 감소, 정화비용 절약 등의 효과를 가져올 것으로 전망

3. 기술동향

가. 폐하수처리 기술 개발 동향

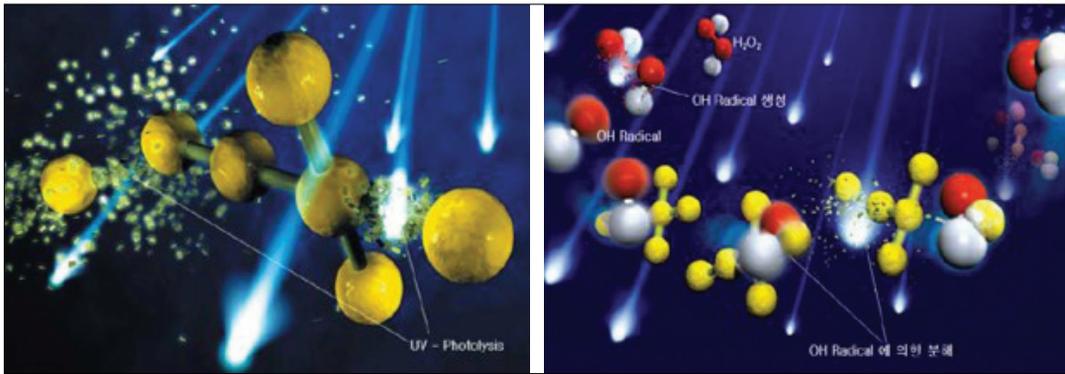
- 자외선을 이용한 조류독소 유해물질 제거 설비 개발 (한국환경산업기술원, 2016.08.23; 워터저널, 2016.10.06)
 - 한국환경산업기술원, 에코셋社, 인천시 수질연구소는 공동으로 기술 개발·설치
 - 2015년 환경부와 한국환경산업기술연구원이 '조류감시 및 제거활용기술개발실증화사업'으로 추진한 기술 개발에 에코셋, 인천시 상수도사업본부 수질연구소가 참여
 - 녹조로 발생하는 맛·냄새 유발물질(Geosmin, 2-MIB)과 독소유해물질(마이크로시스틴)에 대한 자외선 고도산화 정수처리 기술을 검증하여 2016년 8월 23일에 인천 남동정수사업소에 시설 설치 완료
 - 연구과제 종료 후, 정수처리 시설 및 공공사업소에 기술을 기부할 계획
 - 조류로 오염된 물에 과산화수소(H₂O₂), 차아염소산염(HOCl)과 같은 수처리용 산화제를 주입

V. 국내외 정책·기술 동향

하고, 자외선을 쏘아 만들어지는 수산화 라디칼(OH Radical)로 고도산화 정수처리(Ultraviolet-Advanced Oxidation Process: UV-AOP)

- 자외선으로 유기물을 산화시키는 방법은 자외선 광선으로 오염물질을 직접 분해하는 자외선 광분해(UV Photolysis) 방식과 자외선과 산화제가 만나 수산화 라디칼을 생성하는 자외선 산화(UV Oxidation) 방식이 있음 (그림 1)

[그림 1] UV 광선에 의한 광분해 및 산화 과정(좌: 자외선 광분해, 우: 자외선 산화)



출처: 환경산업기술원(2016.08).

- 수산화 라디칼은 오존 또는 과산화수소보다 더 큰 산화력(산화전위 2.8eV)을 지닌 물질로 기타 분해성물질과 유해물질들을 산화·제거
- 고도산화 정수처리는 산화력이 강한 수산화 라디칼의 발생을 극대화시켜 기존 정수장에서 제거하기 어려운 난분해성 물질을 제거하는 정수처리기법
- 이번에 개발된 기술은 기존 설비에 비해 부지면적이 적게 소요되고 설비가 간단하며 설치 및 유지관리도 용이
 - 개발된 기술을 활용한 설비는 기존 오존 고도산화 설비 대비 소요면적이 30~40%에 불과하고, 정수장 내 배관에 간단하게 설치할 수도 있어 중소규모 정수장에 자외선 고도정수처리 시설 도입이 가능해질 전망 (그림 2)
 - 인체에 유해한 화학적 잔류물질을 남기지 않고, 조류가 발생되지 않는 평시에는 소독설비로 운영 가능
 - 기존의 고도정수처리시설은 대부분 외국 기술에 의존해 왔지만, 이번 기술 개발로 자외선 고도산화 정수처리시설의 국산화가 가능
- 컨테이너-일체형 다중 열교환 기술과 전기흡착 탈리액 제어기능이 적용된 기울기 제어형 회분식 교대반응 열가수분해 장치를 이용한 하수 찌꺼기 감량화 기술 개발 (환경부, 2016.12.19; 워터저널, 2017.01.05)

[그림 2] 인천 남동정수장 자외선 정수처리 구축시설(상: 구축 전, 하: 구축 후)



출처: 환경산업기술원(2016.08).

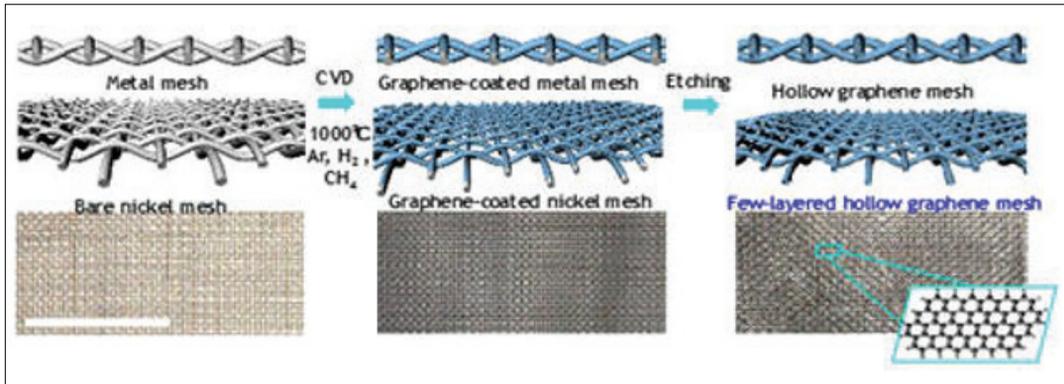
- 환경오염방지시설 및 수처리장치업체 한수테크니칼서비스社는 한국수자원공사, 퓨리켄社와 하수 찌꺼기 감량화 기술 개발
 - ‘컨텐츠-일체형 다중 열교환기술’은 열가수분해 반응으로 발생된 슬러리(Slurry)의 폐열을 재이용하는 기술
 - ‘회분식-전기흡착기술’은 생물학적 공정으로 구성된 후속공정 후 고액분리 과정에서 발생된 탈리액 내 고농도 암모니아 성분을 선별제어·회수하는 기술
 - ‘기울기 제어형 회분식-교대반응 열가수분해 기술’은 열가수분해 반응기에 기울기를 주어 열가수분해 반응을 1시간 이내로 하여 탈수성 향상시키는 기술
- 최종 찌꺼기의 발생량을 1/9로 감량하고 운영비를 절감시키는 효과
 - 컨텐츠-일체형 다중 열교환 기술은 종료된 슬러리의 잠열을 재이용하여 열 가수분해 공급 에너지를 절감시키고, 고압 슬러리의 배출압을 신속히 대기압 수준으로 안정화시킴
 - 경사형 회분식 열가수분해 반응기로 교반 효과를 극대화시켜 난류 형성과 열전달 효율을 높이고 빠른 시간 내 탈수 슬러지 케익의 최적열가수분해를 형성시키는 기능

나. 해수담수화 원천기술 개발

- 한국과학기술원 연구팀, 물의 흐름을 전기로 제어하는 기술 개발 (미래창조과학부 보도자료, 2016.11.16)
 - 오일권·유승화 교수 공동연구팀은 그래핀이 코팅된 미세 금속 그물망을 이용해 물의 움직임과 흐름을 전기로 자유롭게 제어하는 기술을 최초로 개발 (그림 3)
 - 해당 연구는 미래창조과학부 기초연구사업의 지원으로 수행된 연구이며, 네이처커뮤니케

V. 국내외 정책·기술 동향

[그림 3] 그래핀 메쉬(그래핀 그물망)의 제조과정



출처: 미래창조과학부 보도자료(2016.11)를 재구성.

이션(Nature Communication)지에 10월 31일자로 게재

- 그래핀이 코팅된 마이크로미터(100만분의 1미터) 단위 틈의 금속 그물망에 갇힌 물을 전기장을 가해 투과시키거나, 표면에 놓인 물방울의 모양을 바꾸는 등 '전기습윤현상'을 응용한 기술 개발
 - 연구진은 물의 흐름을 막거나 통과시키는 제어장치를 제작
 - 기존 연구에서 나타난 금속의 부식 현상 및 물이 젖는 정도를 조절할 수 없었던 문제를 해결
- 다양한 미세유체 장치, 방습 및 제습 장치, 차세대 수처리 장치 또는 물에 대한 마찰저항 조절이 필요한 선박과 해수담수화 플랜트 등에 사용할 수 있음
 - 액체의 정확한 거동제어, 소형화, 장시간 사용 등의 기능을 갖추어야 하는 소재의 원천 기술로 적용될 것으로 기대

■ 열 해수담수화 비용을 획기적으로 줄일 수 있는 그래핀 태양열 흡수체(Graphene Solar Absorber) 개발 (IEEE Spectrum, 2016.11.21)

- 열 해수담수화 분야는 초기에 해수를 끓여서 담수를 얻을 수 있다는 장점으로 인해 주목을 받았지만 여러 가지 문제에 봉착
 - 걸프만에 인접한 국가가 담수를 얻을 경우 물 1,000톤을 생산할 때 시간당 약 80MW의 에너지가 필요할 것으로 예측되는 등 높은 비용 문제가 발생
 - 또한 이전의 태양열 해수담수화는 효율을 높이기 위해 태양광 흡수체와 물을 직접적으로 접촉시켜야 함에도 불구하고, 온도가 낮은 물이 태양광 흡수체 옆에 위치하면 열 손실이 크기 때문에 많은 양의 단열재를 필요로 함
- 중국의 난징대학교 연구진은 단열재와 태양광 집광장치 역할을 할 수 있는 그래핀 산화물로 만들어진 태양광 흡수체를 개발

GREEN MONITOR

- 개발된 그래핀 산화물 태양광 흡수기는 개발도상국과 외딴 지역에 적합한 이동식 해수담수화 시설을 낮은 비용으로 공급 가능하게 함
- 그래핀 기반으로 제작되어 접을 수 있으며 대량 생산이 가능할 정도의 경제성 보유
- 해당 연구는 Proceeding of the National Academy of Sciences(PNAS)에 게재
- 연구진은 그래핀 산화물 태양광 흡수체를 물과 직접적으로 접촉시키지 않으면서 단열 문제를 해결
 - 폴리스티렌(Polystyrene)으로 만들어진 단열재가 물과 태양열 흡수체의 직접적 접촉을 막음
 - 밑부분은 물과 접촉되고 윗부분은 태양열 흡수체와 접촉하는 셀룰로오스로 만들어진 평면 채널을 통해 물이 순환하며 데워지는 동안에 열 손실은 미미

I. 권막질문

II. 연구성과

III. 연구논단

IV. 특집

V. 국내외 정책·기술 동향

VI. 그린스쿨 주요 활동 및 일정

V. 국내외 정책 · 기술 동향



바이오연료

1. 국내외 정책동향

가. 국내동향

- 광주광역시, 도시첨단산업단지 내 한국에너지기술연구원 바이오에너지 연구개발센터 설립 (광주시 보도자료, 2016.07.13; 국토교통부 보도자료, 2016.12.11)
 - 광주 도시첨단산업단지는 정부출연연구기관 및 에너지전문기업 등이 입주한 에너지신사업 육성을 위한 첨단 클러스터를 조성
 - “제5차 투자활성화대책”에 따라 국가지정 도시첨단산업단지 1차 지구로 선정되어 2016년 9월 실시계획승인을 거쳤고 2019년 완공 계획
 - 총 48만 5,000m² 규모에 1,428억 원이 투자된 단지 내에는 정부출연연구기관인 한국전기연구원 및 한국에너지기술연구원 광주분원과 LS산전이 입주할 예정
 - 산업단지 조성으로 1조 원의 생산유발 및 5천 명의 고용창출 효과 기대
 - 바이오에너지 연구개발센터에서는 바이오에너지와 에너지저장장치 실증사업 진행 및 산업체와의 연계를 통한 산업화를 추진할 계획
 - 바이오에너지 연구개발센터는 바이오에너지(바이오연료, 바이오가스, 고체폐기물 연료)와 에너지 저장(대용량 2차전지) 분야 핵심기술에 대한 실증사업을 진행할 계획
 - 또한 광주지역 대학과 연계하여 관련 분야 전문인력 육성 프로그램 및 산업화 전문인력 교육프로그램을 운영하며, 생산, 유통 및 수출 등에서 발생하는 애로사항 해결을 위한 컨설팅 지원 프로그램을 운영할 계획
 - 바이오에너지 연구개발센터 설립에 따른 고가의 첨단연구장비 · 시설을 공동 활용하고, 기술 개발지원 및 이전 등의 사업을 통해 약 1,635억 원 생산유발과 894명의 신규 일자리 창출을 기대
- 한국가스기술공사는 폐자원에너지화 기술개발사업의 일환으로 충주시에 음식물폐기물 바이오

가스 에너지화 실증시설을 건립 및 운영 (충주시 보도자료, 2016.10.24; 투데이에너지, 2016.12.02)

- ‘충주 음식물 바이오에너지 센터’로 명명된 실증시설은 첨단 방식의 음식물폐기물 처리 시설로 충주시의 하루 평균 음식물폐기물 배출량 50톤 전량을 친환경 방식으로 처리
 - 정부 보조금 244억 원으로 일일 80톤 규모의 악취 물질을 완전히 밀폐·포집·처리하는 시스템을 갖춘 본 시설은 악취가 심하게 발생하던 민간의 음식물 처리장을 폐쇄하여 주민들의 주거환경과 삶의 질 개선에 기여할 것으로 기대
 - 음식물폐기물을 이용한 바이오가스 에너지화 사업은 온실가스 감축 및 생산유발 효과가 높은 에너지분야
 - 바이오에너지 센터에서는 음식물폐기물을 처리하는 과정에서 발생하는 바이오가스를 최대 390Nm³/hr 고순도로 정제해 도시가스 배관망 및 차량용 연료로 공급이 가능한 바이오메탄으로 전환
 - 또한 대기 중으로 배출하던 이산화탄소를 회수해 산업시설에 재활용하여 온실가스 배출을 최소화
 - 한국가스기술공사는 본 실증시설의 경험을 통해 바이오가스 에너지화 시설의 운영 및 유지·관리 기술을 완성하여 바이오에너지 플랜트의 종합 기술을 완성할 예정
- 정부, “제1차 기후변화 계획”을 공표하여 효율적 기후변화대응을 위한 중장기 전략과 정책방향 제시 (국무조정실 보도자료, 2016.12.06; 제1차 기후변화대응 기본계획, 2016.12.06)
- 수송 부문 내 청정에너지 활용 및 에너지효율화를 통한 온실가스 저감 추진
 - “제1차 기후변화 계획”에 따르면 수송 부문에서 2030년까지 25.9백만 톤(총 감축의 24.6%) 감축을 목표로 설정
 - 이를 위해 신재생연료혼합의무 비율을 2015년에서 2017년까지 2.5%, 2018년부터 2020년까지 3.0% 등 점진적으로 확대할 계획
 - 기본적으로 바이오디젤을 대상으로 하고, 향후 국내 원료수급, 기술·인프라 등을 고려하여 바이오에탄올 및 바이오가스 대상 추가 검토
 - 석탄화력 비중 축소 및 청정에너지 발전 비중 확대
 - 정부는 신재생공급의무제도(Renewable Portfolio Standard: RPS)의 공급비율 상향 및 신재생연료혼합의무화제도(Renewable Fuel Standard: RFS) 시행 등으로 2035년까지 신재생에너지 보급률 11%를 목표로 제시
 - 청정 발전비중을 지속적으로 확대하여 신재생 설비용량을 2015년 7.6%에서 2029년 20.1%까지 증가할 계획이며, 노후 석탄발전소는 점차적으로 폐지하고, 영동화력 발전소는 석탄에서 바이오매스로 연료 전환 추진 (표 1)
 - 신규 석탄발전의 전력시장 진입은 원칙적으로 제한하고, 증가하는 전력수요는 저탄소·친

V. 국내외 정책·기술 동향

[표 1] 노후 석탄발전소 처리방안

발전소	시행 연도	방안
영동화력 1·2호기	2017년	석탄을 바이오매스로 연료 전환(2017년~)
서천화력 1·2호기	2018년	수명 완료 시 폐지
삼천포화력 1·2호기	2020년	수명 완료 시 폐지
호남화력 1·2호기	2021년	수명 완료 시 폐지(폐지 시점은 여수지역 전력수급 상황을 감안)
보령화력 1·2호기	2025년	수명 완료 시 폐지(2020년 이후 수급여건을 감안)

출처: 관계부처합동(2016.12.06), "제1차 기후변화대응 기본계획"을 재구성.

환경 발전원으로 최대한 충당

- 산림 바이오매스 보급 확대 및 활용 증대 등을 통한 에너지 공급 확대
 - 우드펠릿¹ 생산량은 2015년 9만 톤에서 2030년 20만 톤으로 확대하고, 우드펠릿 보일러 보급량은 2015년 2만 대에서 2030년 4만 4천 대까지 보급 확대
 - 이를 위해 해외 바이오매스 조림을 유도하며, 영국 및 일본 등에서 지속가능성을 인정받은 산림바이오매스(펠릿, 칩, 등)를 에너지용으로 국내 반입
 - 이에 따라 연간 목재칩 소비량은 2015년 400톤에서 2017년 800톤으로 증가할 전망

나. 해외동향

- 세계적으로 바이오연료 생산 및 소비 증가 추세 (S&P Global, 2016.07.05; Ethanol Producer Magazine, 2016.09.09; Biodiesel Magazine, 2016.12.09; US Environmental Protection Agency, 2016.12.12)
 - 경제협력개발기구(Organization for Economic Cooperation and Development: OECD)와 국제연합 식량농업기구(Food and Agriculture Organization of the United Nations: FAO)에서 발간한 보고서에 따르면 전 세계적 바이오디젤 생산·소비는 2016년에서 2020년까지 14% 증가할 것으로 예상
 - 미국, 아르헨티나, 브라질, 인도네시아, 유럽연합(European Union: EU)의 현 바이오연료 정책에 따라 전 세계적으로 바이오디젤의 생산·소비가 확대될 전망
 - 생산은 2016년 332억 리터에서 2020년 379억 리터로, 소비는 2016년 335억 리터에서 2020년 381억 리터로 증가
 - 바이오디젤 생산의 50%는 식물에서 추출되며 EU와 미국에서 활용되는 폐기물 기반 바이오디젤은 현재보다 53% 증가한 44억 리터가 생산될 전망
 - 필리핀, 바이오에탄올 생산시설 추가 건설로 생산이 증가할 전망
 - 2015년 국가 총 바이오에탄올 생산능력은 22억 리터로 집계

¹ 우드펠릿은 임업 폐기물을 분쇄하여 원기동 형태로 가공한 청정 목질계 바이오연료 (출처: 한국경제, 2017.01.19).

- 2016년에 2개의 생산시설(총 생산능력 6억 리터)을 건설 했으며, 2017년에 1개의 생산시설 (총 생산능력 4억 리터)을 추가로 건설하여 국가 총 바이오에탄올 생산능력이 32억 리터로 증가
- 필리핀 정부는 현 연료혼합의무 정책인 10%의 바이오에탄올 비율을 2020년까지 20%로 높 이고, 2025년에는 85%로 의무화 할 예정
- 미국, 2017년 바이오디젤 생산 및 수입 증가 전망
 - 미국 환경보호청(US Environmental Protection Agency: EPA)은 대기 관리 방지법(Clean Air Act) 에 따라 매년 재생연료 비율 기준을 공표해야 하며, 이에 따라 2017년 신재생연료혼합의무 화 기준을 발표 ([표 2])

[표 2] 미국 재생연료 불륨 요건

	2014	2015	2016	2017	2018
목질계 바이오연료(천 배럴)	785	2928	5476	7404	n/a
바이오 디젤(백만 배럴)	38.8	41.2	4.52	47.6	50
개량 바이오연료(백만 배럴)	63.6	68.6	85.9	102	n/a
재생 연료(백만 배럴)	387	403	431	459	n/a

출처: 미국 · 환경보호청 자료(2016.12.12)를 재구성.

- 미국 에너지 정보국(US Energy Information Administration: EIA)은 RFS 도입에 따른 바이오디젤 소비가 증가할 것으로 전망
 - 바이오디젤 하루 평균 생산은 2016년 9만 9,000배럴에서 2017년 10만 4,000배럴로 증가하고, 수입은 하루 평균 2016년 4만 5,000배럴에서 2017년 5만 1,000배럴로 증가
- 인도, 2022년까지 바이오연료 생산 증가 계획 (Biofuel International, 2016.08.11; The Economic Times, 2016.12.09)
- 급속도로 증가하는 에너지 소비에 대응하여 에너지 안보 차원에서 향후 몇 년간 바이오연료 시장 확대 계획
 - 인도 중앙정부 석유가스자원부(Ministry of Petroleum Natural Gas)는 신재생연료혼합의무화 정책 시범사업으로 2015년 5개의 도시에서 시작하여 현재 6개 주로 확대 실시
 - 현재 바이오연료 시장은 9.53억 달러 규모이며 향후 일반 디젤의 5%는 바이오디젤을, 가솔 린의 10%는 에탄올을 혼합하는 정책 추진으로 바이오연료 시장은 73.3억 달러 규모로 확대 될 전망
 - 시장 확대를 위해서 향후 6년 간 67.5억 리터의 바이오디젤과 45억 리터의 에탄올이 추가로 공급될 전망이며, 이에 따라 원유 수입 의존도가 축소될 전망

I. 권역별

II. 연구성과

III. 연구논단

IV. 특집

V. 국내외 정책 · 기술 동향

VI. 그린스쿨 주요 활동 및 일정

V. 국내외 정책·기술 동향

- 신재생연료혼합의무화 정책으로 연료 수입 비용 절약 및 온실가스 감축 기대
 - 2022년까지 혼합연료 비중을 20%까지 확대 시 61.2억 달러의 연료 수입 비용 절약
 - 인도의 “Fuel Blending in India - Learnings and Way Forward” 보고서에 따르면 2022년까지 1천 41톤의 이산화탄소 감축 효과가 있으며 다른 대기 오염 물질 감소 효과도 있을 것으로 기대
 - 현재 인도 내 바이오연료 생산은 22.4억 리터이며 이는 정부 계획에 따른 2022년 공급 목표에 비해 8.2억 리터 부족하여 정부 계획의 성공적인 시행을 위해서는 바이오연료 분야에 보조금 지원, 세율 조정 및 규제 완화 등 정부 차원의 적극적인 지원 필요

- 핀란드, 중장기 탄소중립계획의 핵심전략으로 바이오연료 생산 및 소비 추진 (YLE, 2016.11.04; Biofuel International, 2016.11.25)
 - 수송 부문은 핀란드의 온실가스 배출 부문에서 5번째로 높은 부문이며, 수송 부문의 바이오연료 사용은 파리협약 목표 달성에 핵심적인 역할을 할 것으로 기대
 - 2015년에 13%의 바이오연료가 사용되었으며, 2030년까지 신재생에너지 비중을 50%까지 높일 계획
 - 신재생연료혼합의무화를 통해 바이오연료의 보급을 확대함으로써 화석 연료의 비중을 줄일 계획
 - 목표 달성을 위해 10억 유로의 바이오 정제소 3개가 추가로 필요하며, 새로 건설된 정제소가 일자리 창출 및 경제 발전에 도움을 줄 것으로 기대
 - 핀란드 정부는 2030년까지 신재생에너지 비율을 50%까지 높이고, 2050년까지 국가 전체의 에너지 공급을 100% 신재생에너지로만 하는 중장기 탄소중립계획 발표
 - 신기술 상용화 및 첨단 바이오연료 생산시설 투자를 중심으로 정부 보조금을 지원할 예정
 - 2030년까지 석유 제품의 수입을 2005년 기준 50% 이하로 축소할 계획
 - 수송 부문에서 바이오연료 사용 촉진으로 석유 사용량을 줄이고, 난방 및 건설에 필요한 석유 제품 사용을 감축할 예정

2. 국내외 산업동향

가. 국내동향

- 수도권매립지관리공사, 바이오가스 신기술 개발 및 폐기물처리 특허기술 무상 공개를 통한 국내 환경산업 기술 경쟁력 제고 (경인일보, 2016.07.28; 중앙일보, 2016.08.24)

- 국내 최초로 LNG-바이오가스 혼합연료 활용기술 개발 성공
 - 하수슬러지 자원화사업은 1단계 시설과 2단계 시설이 있으며, 1단계 시설에서 고화 및 양생 과정을 거친 하수슬러지를 수도권매립지 폐기물 복토재로 활용
 - 2단계 시설에서는 슬러지에 열풍을 가해 건조한 후 고형연료로 만들어 자원화하고 있지만, 건조연료로 LNG를 사용하고 있어 연간 120억 원 이상의 처리비용 필요
 - 건조연료로 사용하는 LNG 연료 중 일부를 음폐수 바이오가스에서 발생되는 연료로 대체 · 혼합하는 기술을 국내 최초로 개발 및 도입하여 연 45억 원 가량을 절감할 수 있고, 바이오 가스를 사용함으로써 온실가스를 연간 1만 6000톤 감축
- 폐기물 처리 및 매립장 운영 관련 연구 성과와 핵심 특허기술을 무상으로 공개
 - ‘생활쓰레기매립지 침출수 정화처리방법’ 과 ‘우수배제장치를 구비한 폐기물매립장 및 폐기물매립장의 형성방법’ 에 관한 특허기술 등 매립장 운영과 관련된 총 10건의 원천 기술 공개 (표 3)
 - 공공기관으로서 경제 활성화와 환경산업 발전에 기여하기 위해 독자개발한 핵심특허를 공개하고, 앞으로 개발되는 특허기술 또한 공개할 계획
 - 국내 · 외 시장에서 검증된 매립장 운영 기술을 공유할 경우 국내 환경산업 전체의 경쟁력 제고에 큰 도움이 될 것으로 예상

[표 3] 수도권매립지관리공사 무상공개 특허권 목록

기술 분야	특허명
매립 기술	쓰레기매립장의 폐기물층 침하 계측기기
	매립장 내부 유수를 이용하는 살수장치를 구비한 폐기물매립장
	중간복토를 재활용하는 폐기물매립장 및 매립 방법
	우수배제장치를 구비한 폐기물매립장 및 폐기물매립장의 형성방법
	차수매트를 활용하여 매립가스 누출을 방지할 수 있는 폐기물매립장
침출수 처리	차수매트를 이용한 우수배제용 토사측구 보강방법
	생활쓰레기매립지 침출수 정화처리방법
환경관리	악취저감시설을 겸비한 침출수 펌프장
	멀티형 세륜기
폐기물 자원화	폐기물 자원화를 위한 순환시스템

출처: 투데이에너지(2016.08.24)를 재구성.

- 한국동서발전, 탈(脫)탄소 경영을 위해 바이오매스 에너지 집중 육성 (전자신문, 2016.09.26; 조선일보, 2016.11.28; 이투데이, 2016.12.13)
- 신기후체제 전환 대비를 위해 바이오매스, 온배수열 재활용, 스마트오피스 구현 등 에너지신

V. 국내외 정책 · 기술 동향

산업을 앞세워 탈탄소 경영을 추진

- 바이오매스 발전소는 한국동서발전이 추진하고 있는 친환경 경영의 핵심이며 30MW급 동해 바이오매스 발전소는 국내 발전 시장에서 바이오매스 발전소 시대를 개막
- 국내 최초로 가축분뇨를 고형연료화하고, 화석연료 혼소 없이 축분만을 10MW급 바이오매스 발전소 연료로 활용하는 사업을 추진
- 축분 바이오매스 발전소는 축산산업과 발전산업이 융합된 사업모델로 가축분뇨 처리문제 해소 등 한우농가의 매출 향상에 기여할 것으로 기대
- 국내 최초로 한국형 바이오발전생태계 구축을 위해 임산업과 에너지산업을 연계하는 첫 융복합 사업 추진
 - 한국임업진흥원이 인도네시아에서 조성한 조림목을 2017년부터 바이오매스 발전 연료로 사용하기 위해 한국동서발전과 한국임업진흥원 간 인니 목재 바이오매스 활용에 관한 협약 체결
 - 한국임업진흥원은 인니 국영영림공사와 협업하여 2013년부터 현지서 1,500ha 규모의 목재 바이오매스 조림사업을 수행하였으며, 2017년까지 2,000ha 규모의 조림지를 조성하고 향후 2만 ha까지 규모를 확대할 계획
 - 현재까지 바이오연료 대부분을 해외서 수입했지만, 향후 조림 · 가공 · 이용에 대한 일관시스템 구축을 통해 비용절감 및 연료자급률을 높일 계획

나. 해외동향

■ 미군에서 바이오연료 도입 추진

- 미 해군, 100% 바이오디젤만 사용하여 해상 시운전 성공 (Biodiesel Magazine, 2016.08.08)
 - Applied Research Associates社와 Chevron Lummus Global社가 공동 개발한 ReadiDiesel은 100% 바이오디젤로써 현재 해군에서 사용하는 석유 기반 디젤을 대체할 용도로 개발 중이며, 기술적 측면에서는 기존 디젤엔진과 전혀 차이를 보이지 않았고 온실가스 배출량은 80% 감축
 - ReadiDiesel의 장점은 현재 사용되는 각종 엔진과의 호환성과 정제소, 저장소 및 운송 시설 등 기존 기반 시설에서의 활용 가능성
 - 미 해군성에서는 바이오디젤의 도입을 추진하고 있으며, 군사 작전 시 공급이 원활하므로 에너지 안보에도 도움이 될 것으로 기대
- 미군, Alliance BioEnergy Plus社의 바이오연료 신기술 도입 계획 (Biofuels International, 2016.08.23)
 - Alliance BioEnergy Plus社에서 새로 개발한 셀룰로오스를 당분으로 전환하는 기술(Cellulose-to-Sugar: CTS)을 미군에서 사용하는 최신 비행 바이오연료 및 바이오디젤에 적용 검토
 - CTS은 바이오디젤, 바이오제트 등 바이오연료에 필요한 당분과 바이오오일을 원료인 바이

오매스에서 추출하는 기술로 99%의 변환율 및 공급 원료의 다양성 등의 장점과 함께 낮은 가격의 연료 공급 가능

- 생산시설이 일반 컨테이너 규모이므로 현장 생산이 수월하며, 바이오연료의 생산량을 늘리는 것은 다른 설비 없이 컨테이너를 추가 적재하여 가능
- 미 공군, 공군연구소(Air Force Research Laboratory: AFRL)에서 바이오 연료 개발에 집중 (Shepard Press, 2016.08.31)
 - AFRL은 바이오연료의 개발과 상용화를 통해 미군의 연료 수입에 대한 의존도는 낮추고, 연료 가격 변동으로 인해 생기는 취약성을 보완
 - 최근에는 군과 산업의 협업으로 대량의 바이오연료 생산을 위한 바이오 합성 파라핀-케로센(Bio-Synthetic Paraffinic Kerosene: BSPK) 프로젝트를 성공
 - BSPK 바이오연료는 석유기반 항공기연료와 1:1의 비율로 섞어 사용하며, 기존 엔진 시스템 개조 없이 바로 사용 가능

■ 세계적으로 바이오매스 시설 확장 추세

- Renewable Energy Group(REG)社, 미국 네브래스카주 Ralston시에 있는 바이오 정제소의 생산능력을 3천만 갤런으로 확장 (Globenewswire, 2016.11.01)
 - REG社는 북미 최대의 바이오디젤 생산 기업이며, 미 전역에 생산, 유통, 물류 시스템과 총 11개의 바이오 정제소를 보유
 - REG社는 약 2,400만 달러를 투자해 회사의 첫 바이오 정제소인 REG Ralston의 생산능력을 3,000만 갤런으로 확장할 계획이며, 인접한 Landus Cooperative社의 대두가공 공장 확장으로 원료 공급이 수월해져 생산 증대 가능
 - REG Ralston 바이오 정제소의 확장으로 인해 REG는 연간 총 생산량이 4억 7,000만 갤런에 이르는 11개 정제소를 보유할 전망
- 일본정책투자은행, 세계 최대 영국 바이오매스 발전소에 용자 결정 (연합뉴스, 2016.11.16)
 - 일본정책투자은행은 유럽 및 일본의 은행들과 함께 영국 중부 미들즈브러 근교에 건설될 바이오매스발전소 사업에 대한 용자에 착수하며, 참여 규모는 수십억 엔으로 예상
 - 이 발전소는 발전용량이 30만kW인 세계 최대의 바이오매스 발전소로서 2020년부터 가동을 시작해 60만 가구에 전력을 공급할 계획이며, 연료는 북미에서 목재를 조달할 예정
 - 일본정부는 재생가능에너지를 2030년까지 22~24%로 확대할 계획이며, 특히 바이오매스는 최대 3배까지 확대할 예정으로 이번 용자를 통해 취득한 바이오매스 발전소 운영 노하우를 일본 내 보급할 계획

V. 국내외 정책·기술 동향

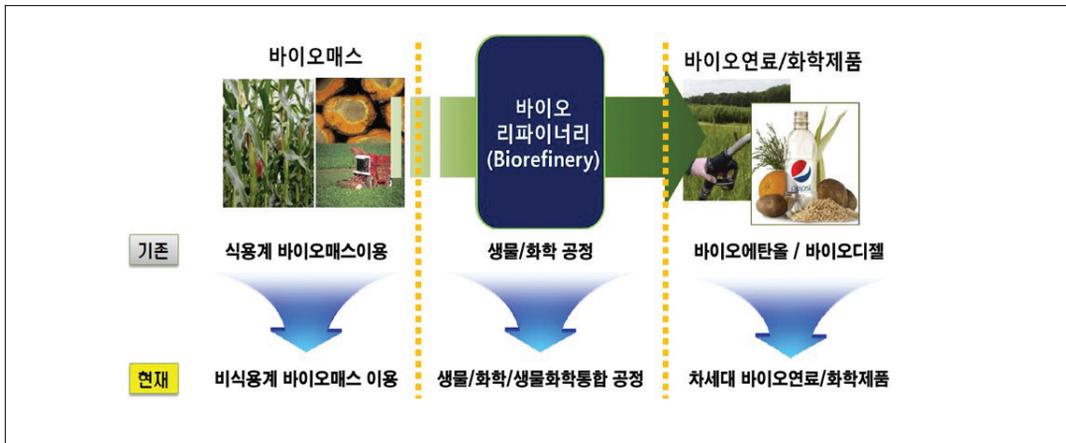
3. 기술동향

가. 바이오연료 기술개발 동향

■ 바이오연료 생산성 향상을 위한 연구 진행

- 목질계 바이오매스 기반 바이오연료 및 고탄소 바이오연료 생산 기술 개발 중 [그림 1]
 - 세계적으로 목질계 바이오매스 개량기술, 목질계 바이오매스의 전처리 기술, 목질계 바이오매스 당화액 내 통합당 이용 바이오연료 생산 균주, 목질계 바이오매스 전처리 산물에 대한 내성이 향상된 균주 개발 등의 연구 진행
 - 기존의 바이오에탄올, 바이오디젤의 물성을 능가하면서도 기존의 가솔린, 디젤의 물성과 유사한 고탄소 바이오연료 생산 기술 개발 중
 - 한편, 바이오연료 생산을 위한 생물·화학 단위공정 개발에서 벗어나 생물공정을 통하여 바이오연료 전구체를 만들고 화학공정을 통하여 고탄소 바이오연료를 생산하는 생물화학 통합공정 개발 시도

[그림 1] 바이오연료 공정의 변화



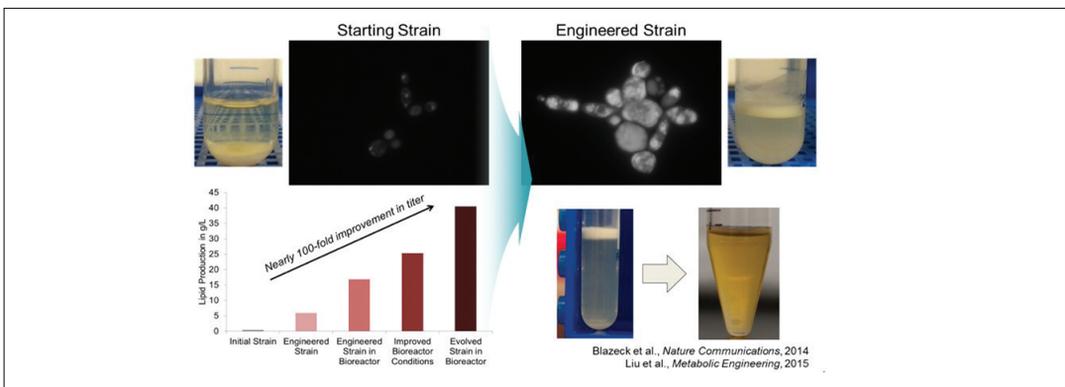
출처: KIST 이선미 선임연구원 작성.

■ 목질계 바이오매스 기반 바이오연료 생산

- 목질계 바이오매스 기반 바이오에탄올 생산을 위한 통합당 대사 균주 개발
 - 목질계 바이오매스 내 25%까지 존재하는 오타당을 바이오에탄올로 효율적으로 전환하기 위하여 대표적인 바이오에탄올 생산균주인 *Saccharomyces cerevisiae*에 진화된 오타당 대사

- 경로를 도입하여 목질계 바이오매스 기반 바이오에탄올의 생산수율 향상 (Biotechnology for biofuels, 2014, 7(1):1)
 - 이러한 재조합균주를 이용하여 실제 목질계 바이오매스 기반 바이오에탄올 수율을 이론수율의 60%대에서 90% 이상까지 향상 (Bioresource Technology, 2016, 209:290)
- 목질계 바이오매스 유래 저해물질에 대한 내성강화 균주 개발
 - 목질계 바이오매스를 전처리하는 과정에서 헤미셀룰로오스 및 리그닌 분해산물인 페놀화합물, 아세트산 등이 발생하여 미생물 발효를 저해
 - 따라서, 진화공법(Biotechnology for biofuels, 2016, 9:173), 내성관련 유전자의 과발현(Applied Environmental Microbiology, 2016, 82:7), 금속이온의 첨가 (Bioresource Technology, 2016, 222:422) 등을 통하여 목질계 바이오매스 유래 발효 저해물질에 대한 균주의 내성을 강화시키기 위한 연구 진행
 - 발효저해물질인 아세트산의 경우, 바이오에탄올 생산균주인 *Saccharomyces cerevisiae*에 아세트산 대사경로를 도입함으로써 목질계 바이오매스 유래 당분만 아니라 발효저해물질까지 바이오연료로 전환 가능 (ACS Synthetic Biology, 2015, 4(6):707)
- 목질계 바이오매스를 이용한 바이오디젤 생산
 - 기존 식물성 유지 및 미세조류기반의 바이오디젤 생산기술의 한계점을 극복하기 위하여 유지생산 효모균주를 이용한 목질계 바이오매스 기반 바이오디젤 생산 연구 진행 (Metabolic Engineering 2015, 31:102)
 - 효모균주가 생산한 지질은 트랜스에스테르화(transesterification) 과정을 거쳐 바이오디젤로 전환 가능
 - 유지생산 효모균주인 *Yarrowia lipolytica* 를 이용하여 세포 중량의 90% 이상까지 지질을 축적한 결과 보고 (Nature Communications, 2014, 5:3131)

[그림 2] *Yarrowia Lipolytica* 효모균주의 적용 결과



출처: Blazecek et al.(2014), "Harnessing *Yarrowia lipolytica* lipogenesis to create a platform for lipid and biofuel production," Nature Communications, 5, 3131; Liu et al.(2015), "An evolutionary metabolic engineering approach for enhancing lipogenesis in *Yarrowia lipolytica*," Metabolic Engineering, 31, 102.

V. 국내외 정책 · 기술 동향

■ 고탄소 바이오연료 생산

- 바이오에탄올 생산균주인 *Saccharomyces cerevisiae*에 장사슬지방산(Long Chain Fatty Acid), 장사슬 알칸(Long Chain Alkane) 생산 대사경로를 구축하여 바이오매스로부터 고탄소 바이오연료를 생산할 수 있는 효모균주 개발연구 진행 (FEMS Yeast Research, 2016; Biotechnology and Bioengineering, 2015, 112(6):1275)
- 한편, 미생물에 독성영향을 줄 수 있는 고탄소 바이오연료 생산농도 향상을 위하여 고탄소 바이오연료의 저항성이 향상된 바이오연료 생산 균주를 개발 중 (Biotechnology for Biofuels, 2015, 8:231)

나. 바이오가스 생산 · 정제 기술 개발동향

■ 바이오가스 정제의 중요성

- 바이오가스를 발전용 또는 수송용 연료로 활용하기 위해서 미량의 불순물 제거가 필요
 - 바이오가스는 메탄과 이산화탄소가 주성분이며 미량 불순물인 황화수소와 실록산, 수분, 먼지 등을 포함(표 4)
 - 바이오가스 중에 포함된 황화수소 및 실록산 등의 불순물은 가스터빈 발전 시 엔진 부식 및 마모 등의 문제를 야기하므로 효과적으로 제거하는 기술 개발 필요
 - 도시가스 또는 차량용 연료로 바이오가스를 공급하기 위해서는 이산화탄소를 제거하여 메탄의 순도를 높이는 고질화공정과 황화수소, 실록산 등의 불순물을 제거하는 전처리 공정 필요

[표 4] 전형적인 바이오 가스 구성 비율

가스/미립자 구성	ADG	LFG	NG
메탄	40-65%	35-60%	87-96%
이산화탄소	30-55%	30-50%	0.1-1%
질소	1-5%	2-10%	1-6%
산소	0.1-1%	0.1-2%	0-0.1%
암모니아	0.1-1%	0.1-1%	n/a
수소	<0.2%	<0.2%	0-0.1%
황화수소	<0.2%	<0.2%	<0.2%
실록산	<0.01%	<0.01%	n/a

출처: Environmental Protection Agency Reports, Montgomery County Landfill Data, Union Gas Natural Gas Data.

- 실록산 제거 기술 개발 및 활용 (표 5)
 - 바이오가스 중 실록산 제거 방법으로 일반적으로 침착 활성탄에 의한 흡착방식의 기술 개발·활용
 - 그러나, 흡착제의 교체 등으로 유지보수비용이 바이오가스의 경제성에 부정적 영향을 미침
 - 탄소계 활성탄 흡착제의 문제를 해결하기 위해 재생가능한 흡착제인 실리카 겔, 활성 알루미늄 나를 이용한 흡탈착기술도 개발되고 있지만 재생이 용이하지 않다는 단점이 존재하여 냉각-심냉법 및 용매흡수법 등의 기술 개발 중
- 바이오가스 정제 기술 선도 기업 및 연구 기관
 - 바이오가스 정제 선도 기업으로 독일의 Donau Carbon社(KI침착 활성탄 등)과 스웨덴 Jacobi社(AddSorb, EcoSorb 등)가 있으며, 국내에는 KIST, 전력연구원, 인천대학교 등에서 관련 기술 개발연구 진행
 - 하수처리장 혐기성소화조에서 발생하는 바이오가스 성분 중 불순물은 황 화합물(20~1,300ppm) 및 실록산(2~50ppm) 등으로 발전용가스엔진(터빈)의 부식 등의 문제를 일으키며, 이는 발전효율 및 경제성 악화 초래
 - 기술개발은 향후 경제성 등에 긍정적 효과를 미칠 것으로 기대

[표 5] 바이오가스 중 실록산 제거기술 비교

공정	장점	단점
활성탄 흡착제	- 상대습도 <80%일 때 최적이며, 가급적 <50%로 조절 - 다른 가스성분도 제거 - 적은 양의 가스처리 용이	- 사용 후 재생 또는 폐기 필요 - 수분에 의해 수명단축 - 다른 성분과 경쟁 - 확실한 제거를 위해 설비 2개로 직렬 처리가 바람직 - 고압에서 최적 사용 - 황화수소로 포화된 후 siloxane, 고분자 성분 제거
재생가능 흡착제	- 대량 처리에서 가장 비용감소	- 재생 필요 - 활성탄에 비해 이용사례가 적음
냉각/ 심냉법	- siloxanes 제거와 동시에 수분 제거 - siloxanes 응축, 활성탄 수명 증대 - 상당량의 수분 제거 가능	- 높은 제거비용 소요, 전기 소비 - 사용된 활성탄의 교체 필요
용매 흡수	- 재생 프로세스 - CO ₂ 및 H ₂ S도 일부 제거 가능 - 다른 가스 성분도 제거	- 높은 초기비용 소요 - 높은 제거율을 위해 고압 필요 - 재생 배출 오염물질 추가 처리 필요

출처: KIST 정중수 책임연구원 작성.

I. 권역별

II. 연구성과

III. 연구논단

IV. 특진

V. 국내외 정책·기술 동향

VI. 그린스쿨 주요 활동 및 일정

V. 국내외 정책·기술 동향

■ 바이오가스 재생흡착 방식 정제기술

- 활성탄흡착 방식 및 재생흡착(Thermal Swing Adsorption: TSA) 방식 비교 (표 6)
 - 바이오가스 재생흡착정제기술은 실리카 겔 등 재생가능한 흡착제를 이용한 흡착-재생방식의 정제기술이 주로 활용되며 재생방법으로는 가열원을 사용하는 TSA 방식을 많이 사용
 - 종래의 활성탄 방식과 비교하면 재생흡착 방식은 흡착제 교환이 매년 필요하지 않으며, 재생히터 전원만으로 충분
 - 이는, 운전비용을 낮추고, 소형 흡착탑에 의한 자기재생방식으로 부지 면적을 1/10 수준으로 줄일 수 있는 등 장점 존재

[표 6] 활성탄흡착 기술과 재생흡착기술의 경제성 비교 예시

(가스처리량 60Nm³/h 기준)

	활성탄흡착 방식	재생흡착(TSA) 방식
흡착용적	4m ³	30ℓ × 2개
흡착제교환빈도	매년 1회	1회/4년 (재생흡착제 수명)
소비전력	-	2,500kWh/년
설비가격	4,000만 원	1억 원
흡착제	3,000kg×1만 원/kg=3,000만 원	30kg×3만 원/kg/4년=23만 원
작업비(흡착제 처분비 포함)	500만 원	300만 원/4년=75만 원
전력비	-	2,500kWh/년×50원/kWh=12.5만 원/년
관리비	250만 원	250만 원
합계	3,750만 원/년	1억 360만 원/년

출처: KIST 정중수 책임연구원 작성.

- KIST에서 재생흡착방식 실록산 제거 장치 연구 중
 - 바이오가스 재생흡착정제를 위한 고분자(polymer) 흡착소재를 적용한 재생흡착방식 실록산 제거장치 기술 개발 중
 - 단위 중량당 실록산 제거성능 21mg/g-adsorbent(실리카 겔의 70% 수준), 그리고 재생온도 60℃에서 2시간 재생 시 재생 후 흡착능력을 99% 이상 회복되는 연구 성과 달성
 - 고분자 소재는 실리카 겔 소재의 약점인 바이오가스 중의 수분 영향을 거의 받지 않는 장점이 있으며, 비교적 저온(100℃)의 열원으로 용이하게 재생되므로 경제성 측면에서도 상용화 가능성이 높음



이산화탄소 포집 및 저장 기술 (Carbon Capture and Storage: CCS)

1. 정책동향

가. 국내동향

- 정부, 기후변화대응 기술혁신 Best of Best 10 발표 (미래창조과학부 보도자료, 2016.10.12)
 - 미래창조과학부는 관계부처 합동으로 정부의 기후변화대응 핵심기술 개발 및 실증 성과 Best 10을 선정
 - 정부는 10대 핵심기술 개발을 위한 715개 과제에 연간 4,833억 원 투자
 - 미래창조과학부는 2016년 4월 “탄소자원화 발전전략”을 수립, 6월에는 “기후변화대응기술 확보 로드맵”을 관계부처 합동으로 마련하여 과학기술기반 온실가스 감축 총괄 지휘
 - 선정된 10대 기술은 이산화탄소를 저장하거나 자원으로 재활용하는 분야(탄소자원화), 온실가스를 직접 감축하는 분야(탄소저감) 그리고 기후변화로 인한 국민 일상생활 및 산업에 적응하는 분야(기후변화적응)로 구분 가능
 - 탄소자원화 분야의 대표 성과는 경제성을 확보하게 된 고성능 CO₂ 포집제 개발과 2020년 100만 톤/년 감축이 가능한 해양저장실증 기술개발
 - 또한 국내 역새를 재료로 바이오에탄올 상용화 공정을 개발 중이며, 친환경 바이오에탄올 제조기술로 이산화탄소를 자원으로 활용할 계획
- 한국-호주 청정에너지 및 에너지효율 협력 강화 (산업통상자원부 보도자료, 2016.10.27)
 - 제28차 한국-호주 에너지자원협력위원회가 개최되어, 2014년 11월에 발효한 ‘한국-호주 자유무역협정(Free Trade Agreement: FTA)’의 에너지·광물분야 협력규정을 이행하는 ‘한-호 FTA 에너지·광물자원협력위원회’ 업무를 동시에 수행
 - 에너지·자원분야 시장전망 및 정책 방향, 청정에너지 기술 개발 및 확산전략, 에너지 자원 수급현황 등 논의

V. 국내외 정책·기술 동향

[표 1] 기술변화대응 기술혁신 Best 10

	대표 성과	연구 책임자
탄소 자원화 분야	1 고성능 고안정성 이산화탄소 포집용 흡착제 개발(미래창조과학부)	KAIST최민기 교수
	2 CO ₂ 해양지중저장기술개발(해양수산부)	선박해양플랜트연구소 강성길 단장
	3 목재로 친환경 바이오에탄올 제조(산림청)	국립산림과학원 이수민 연구사
	4 섬유질계 바이오에탄올 상용화를 위한 파일럿 플랜트 단계의 공정기술 개발(농촌진흥청)	국립식량과학원 차영록 연구사
탄소 저감 분야	5 차세대 대용량 이차전지 활물질 개발(미래창조과학부)	한국에너지기술연구원 신경화 연구원
	6 EV용 저온충전 특성이 우수한 리튬이온전지 기술개발(산업통상자원부)	(주)백셀 황인규 상무
	7 시스템 소형화를 위한 가변압력 PEMFC 핵심부품 개발(산업통상자원부)	현대모비스 이현동 이사
기후 변화 적응 분야	8 첨단 위치기반의 농업기상재해 조기경보 서비스 기술개발(농촌진흥청)	국립농업과학원 심교문 연구사
	9 기후변화에 따른 풍수해 대응 지역별 방재역량 강화연구개발(국민안전처)	부산대학교 정주철 교수
	10 시나리오별 미래 상세기후변화 정보 산출 및 제공(기상청)	공주대학교 서명석 교수

출처: 미래창조과학부 보도자료(2016.10.13)를 재구성.

- 양국 정책에 대한 정보교류, CCS 등의 기술 현황 및 협력방향, 에너지 안보 확보를 위한 협력 방안 교환
- 기후변화 대응이 빠르게 요구되는 상황에서 양국의 CO₂ 감축과 경제성장을 동시에 달성하기 위해 청정에너지, 에너지저장장치(ESS) 등 에너지신산업 분야에서의 협력 확대가 요구
- 1980년부터 ‘한국-호주 에너지자원협력위원회’는 양국 정부간 에너지·광물자원 분야 공식 협력 채널
 - 호주는 우리나라의 광물분야 최대 수입국이자 투자국으로 2015년 호주산 광산물 총수입액은 한국의 해외 광산물 총수입액인 224억 달러의 42.6%인 95.5억 달러
 - 2016년부터는 기술 개발 등 공동협력 활동 증진, 무역 및 투자증진, 정보교류, 수급 위기 등 에너지자원안보 관련 협력 증진을 위한 ‘한-호 FTA 에너지·광물자원협력위원회’ 기능도 수행

■ 정부, 2014년 국가 온실가스 배출량 확정 (국무조정실 보도자료, 2016.11.27)

- 국무조정실 온실가스종합정보센터, 2016년 제2차 ‘국가 온실가스 통계 관리위원회’에서 2014년도 국가 온실가스 통계 확정
 - 2014년 대한민국 온실가스 배출량 6억 9,060만 톤 CO₂ eq로 1998년 외환위기 이후 첫 감소세
 - 2014년 GDP당 배출량은 1990년 이후 가장 낮은 수준으로 484톤 CO₂ eq/10억 원
 - 농업 분야와 폐기물 분야에서 각각 60만 톤 CO₂ eq, 50만 톤 CO₂ eq 감소하였고 산업공정 분야에서는 260만 톤 CO₂ eq 증가
- 원전 발전량 회복에 따른 화력발전 감소로 인한 온실가스 감소

- 2012년 고장 및 설비점검으로 발전량이 감소하였던 원전발전이 원상복구됨에 따라 화력 발전량이 전년대비 6.9% 감소
- 화력 발전량 감소로 2014년 에너지 분야 공공전기·열 생산부문 배출량은 전년대비 5.6% 감소
- 또한, 가축 사육두수 및 폐기물 소각량 감소, 정부의 온실가스 감축 정책 시행에 따른 효과 등이 온실가스 배출량 감소에 복합적 요소로 작용

나. 해외동향

- 미국 에너지부(Department of Energy: DOE), 탄소 저장·활용 연구 및 기술 개발에 1,524만 달러 신규 투자 (Energy.gov, 2016.07.27; 2016.08.25)
 - 미국 에너지부(Department of Energy: DOE)의 지표 기술 및 공학 연구, 개발 및 실증(Subsurface Technology and Engineering Research, Development, and Demonstration) 계획에 따라 5개 신규 지질 탄소 저장(Geologic Carbon Storage) 연구에 854만 달러 투자
 - DOE의 에너지효율 및 신재생에너지 지열 기술 사무실(Geothermal Technology Office: GTO)과 화석에너지실(Fossil Energy: FE)의 탄소저장 프로그램에서 자금 지원
 - 신규 프로젝트는 지질학적 특성을 이용한 탄소 저장 기술 발전을 위해 결정
 - 지구 지표면의 암석층을 이용하여 CO₂ 격리, CO₂ 저장 영구성 및 모니터링 방법 등 CO₂ 저장 방안을 증대 시킬 수 있는 기회
 - DOE 화석에너지실의 탄소저장 프로그램은 석탄화력발전소에서 발생하는 CO₂를 포집하여 제품을 생산하기 위한 기술 개발에 670만 달러 투자
 - 포집된 CO₂는 대부분 지표 아래에 격리되어, 시멘트, 플라스틱, 액체 연료 등을 생산할 때 사용 가능
 - 프로젝트는 현재의 가격보다 저렴하게 생산함과 동시에 추가적인 온실가스 배출을 억제하기 위한 목적으로 추진
 - 프로젝트의 세 가지 주요 관심영역은 생물학기반 CO₂ 전환, 산업폐기물과 CO₂를 이용한 광물화 전환기술 및 물리/화학기반 CO₂ 전환
- 캐나다, 온실가스 저감 기술 상업화의 가속화를 위한 새로운 프로젝트 발굴 및 미국과의 협력 파일럿 플랜트 운영 발표 (JWNenergy, 2016.08.22; Energy.gov, 2016.10.18)
 - 캐나다 정부는 청정 에너지 혁신 프로그램(Clean Energy Innovation Program) 통해 이산화탄소 포집·활용·저장(Carbon Capture, Utilization and Storage: CCUS)을 포함한 다섯개 분야에 2,500만 달러 투자
 - 캐나다 천연자원부(Natural Resources Canada: NRCan)는 CCUS R&D에 투자를 늘림으로써 포집 비용 절감, 효율성 증대, 기술의 효율적 사용을 기대

V. 국내외 정책 · 기술 동향

- CCUS는 특히 캐나다의 석유, 가스, 산업 분야에서 사용되어, 2030년 온실가스 감축 목표에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대
- 미국 DOE-캐나다 NRCan, 석탄화력발전소에서 배출되는 CO₂ 포집용 순산소-연소(Oxy-combustion) 공정 테스트를 위한 1MWh급 플랜트를 캐나다 오타와에 개소
 - 해당 시설에서는 효율적이고 경제적인 CO₂ 포집을 위한 순산소 가압 유동층 연소(oxy-fired Pressurized Fluidized Bed Combustion: oxy-PFBC)를 테스트
 - 프로젝트는 가스기술연구소(Gas Technology Institute: GTI)와 린드(Linde) 그룹, 전력연구소(Electric Power Research Institute), 알스톰 파워(Alstom Power)社, 알버타 이노베이츠(Alberta Innovates) 연구소가 파트너십을 맺고 운영
 - 미국 DOE 화석에너지실의 첨단연소프로그램(Advanced Combustion Program)을 통하여 1,300만 달러의 지원을 받음
- 국제에너지기구(International Energy Agency: IEA) 신규보고서, 기후변화 목표 달성 위해 CCS 지속적 사용과 도입 가속화를 주장 (IEA, 2016.11.15)
 - CCS 기술 도입 후 20년이 지난 현재, 지속적인 발전 이루어지고 있지만 도입 속도가 더딘 상황
 - CCS는 전력생산과 산업 공정에서 발생하는 탄소 배출을 감축 할 수 있고, 파리협약에 따른 섭씨 2도씨 이하 유지 목표를 달성하기 위해 CCS의 필요성이 대두 할 것으로 주장
 - 지난 20년간 대규모 CCS 프로젝트 15건이 진행되었고, 앞으로 2년 내 추가 6건의 프로젝트가 추진될 예정
 - CCS에 대한 공격적 투자 지원 약속 대비 실질적 지원은 미미한 실정을 지적
 - 2009년 코펜하겐 기후 협약 당시 G8 정상들은 20개의 대규모 CCS 실증 프로젝트 진행과 300억 달러 규모의 투자 약속
 - 2007년부터 2014년 사이 대규모 CCS 프로젝트에 실질적으로 28억 달러가 투자됐으나, 지속적으로 변화하는 CCS 정책과 금융 지원 정책이 가장 큰 걸림돌
 - 다행히 지난 20년간 CCS는 사용가능한 기술이며, 지층에 영구적으로 안전하게 격리 할 수 있다는 것이 증명
- 영국, 온실가스 감축 목표 위해 Bioenergy with Carbon Capture and Storage(BECCS) 강조 (Biomass Magazine, 2016.11.25)
 - 영국 에너지기술연구소(Energy Technologies Institute: ETI)는 2050년 온실가스 감축 목표를 효과적으로 달성하기 위하여 바이오에너지와 CCS를 결합한 탈탄소화 전략 발표
 - ETI의 보고서에 따르면, BECCS 사용 시 전기, 열, 가스 및 액체연료의 에너지 생산과 CO₂ 배출감소 가능

- BECCS 시스템의 주요 구성요소들에 대한 실증이 완료됨에 따라 2030년까지는 사용이 가능할 것으로 전망
- 시스템 사용 시 2050년까지 연간 5,500만 톤의 CO₂를 줄일 수 있으며, 이는 영국의 2050년 목표치의 절반에 해당
- ETI는 정부에 영국의 CCS 전략 일환으로 BECCS 기술 포함 요구
 - 영국은 연안에 탄소 저장을 할 수 있는 공간이 많고, 풍부한 바이오에너지 사용 경험, 바이오에너지 및 CCS와 관련된 학업-산업에 강점이 있으므로 BECCS에 적합
 - ETI에 따르면 현재 영국의 바이오매스에서 발생하는 CO₂는 탄소 포집에 충분한 규모의 경제를 보유

2. 산업동향

가. 국내동향

- 남부발전, CO₂ 건식 포집 상용화 기반 마련 (한국남부발전 보도자료, 2016.08.24)
 - 남부발전은 동덕산업가스와 산업체 공급협약을 체결하여 세계 최초로 건식 포집 된 CO₂를 상용화하는 방식 추진
 - 이번 협약은 세계 CCS 시장 선점을 목표로 남부발전 하동발전본부의 10MW급 건식 CCS 설비에 포집된 CO₂를 사용할 예정
 - 협약 체결로 액화 CO₂를 정제하여 2018년 12월까지 동덕산업가스에 한달에 20톤 씩/3회 제공
 - 하동발전본부는 2009년부터 10MW급 건식 CCS 정부과제를 추진 중으로, 세계 최초·최대 규모의 건식 포집 방식을 사용
 - 세계 각국이 이미 시행하고 있는 습식 CCS 포집에 비해 건식 CCS는 미국에서도 뒤늦게 1MW급 건식설비 개발을 착수하는 등 국내 기술이 시장 선점이 가능할 것으로 예상
 - 2016년 6월에는 순도 99.5%의 CO₂를 액화 저장하는 설비 설치 후 160일간 장기연속 운전에 성공
 - 해당 설비에서 포집된 CO₂는 소화기 제조나 용접용 가스 등 산업용으로 판매
- 한국전력, CO₂ 포집 3,000시간 연속운전 성공 (한국전력 보도자료, 2016.11.01)
 - 국내 최대 규모의 10MW급 습식 CCS 실증플랜트가 3,000시간 연속운전에 성공

V. 국내외 정책 · 기술 동향

- 10MW급 CO₂ 포집 실증플랜트는 산업통상자원부의 지원으로 한전과 중부발전, 포스코 등이 공동으로 2013년에 보령화력발전소에 설치
- 2016년 4월부터 연속운전을 개시하여 연간 약 7만 톤(일일 180톤 이상)의 CO₂ 포집 가능성을 확인
- 한전 전력연구원이 독자 개발한 CO₂ 습식흡수제(KoSol)를 적용하여 90% 이상의 포집 효율과 상용흡수제 대비 에너지 소비량 35% 저감
- 정부의 온실가스 감축 목표 달성에 기여
 - 한전은 다양한 기술혁신을 통해 습식 CO₂ 포집 기술 뿐만 아니라 건식 CO₂ 포집 기술, 분리막 이용 포집 기술 등 신기술 연구분야에 지속적 투자 확대
 - 전력연구원에서 개발한 CO₂ 해양저장기술은 하수 1톤당 약 15kg의 CO₂를 처리하여 기존 공정 대비 약 100배 향상된 성능
 - 2016년 초에는 별도의 포집 없이 CO₂를 중탄산나트륨 등 고부가 화합물로 바꿔 생산하는 CO₂ 자원화 원천기술 확보
 - 기술 개발 뿐만 아니라 전력그룹사와 ‘기후변화 대응 협의회’ 개설, 그룹사 탄소경영 체제 확립 및 CCUS 등 온실가스 감축기술 확보

나. 해외동향

- 미국 ION Engineering社, 노르웨이 몬그스타드 기술센터(Technology Center Mongstad: TCM)와 탄소 포집 기술 테스트 협약 발표 (EnergyGlobal, 2016.08.10; Energy.gov, 2016.10.12)
 - ION Engineering의 액체 흡수제 시스템 포집 기술 검증과 상용화 준비를 위한 테스트를 TCM에서 실시할 목적
 - ION Engineering는 DOE의 국립에너지기술연구소(National Energy Technology Laboratory: NETL)와 다년간 협력기금 계약을 맺어 총 1,600만 달러를 지원받을 예정
 - 2015년에는 알라바마 주(州)에 위치한 국립탄소포집센터(National Carbon Capture Center: NCCC)에서 파일럿 규모의 액체 흡수제 시스템 포집 테스트 성공
 - ION Engineering 대표 알프레드 브라운(Alfred Brown)에 따르면 “TCM에서의 테스트 시도는 액체 흡수제 시스템이 상용화 바로 직전까지 와있다”는 것을 의미
 - DOE의 탄소 포집 프로그램(Carbon Capture Program) 지원을 받는 ION Engineering의 2세대 CO₂ 습식 포집 기술 테스트를 TCM에서 실시
 - DOE와 노르웨이 석유에너지부(Royal Norwegian Ministry of Petroleum and Energy: OED)는 화석에너지 관련 연구 및 각국의 CCUS 투자를 이끌어내기 위한 양자간 MOU 체결
 - ION Engineering이 개발한 CO₂ 습식 포집 기술은 기존 기술에 비해 포집 용량이 높고 물은 적게 사용하는 등 에너지 효율적 공정

- ION Engineering은 NCCC에서 소규모 1MWe 파일럿 테스트를 성공적으로 진행한 경험을 바탕으로 TCM에서 12MWe 규모의 테스트를 계획

■ 미국 General Electric(GE)社, CCUS 포함한 글로벌 에너지 시스템 전환을 위한 첨단 기술 솔루션 투자 결정 (MIT News, 2016.08.30)

- GE, MIT 에너지 이니셔티브(MIT Energy Initiative: MITEI) 회원가입 후 저탄소 에너지 센터(Low-Carbon Energy Centers)의 네 연구 분야에 집중 투자
 - GE社는 MITEI의 우선 연구 분야 및 프로젝트에 연간 150만 달러, 5년간 총 750만 달러 투자 예정
 - 특히 저탄소 에너지 센터의 연구 핵심 분야인 태양에너지, 에너지저장, 전력시스템, CCUS의 연구와 핵심기술 개발에 참여할 예정
 - GE Power 사업부 스티브 볼츠(Steve Bolze) 사장은 “전세계는 앞으로 20년간 50% 더 많은 전력이 필요 할 것”이라고 하며 MITEI와의 협력이 미래를 위한 투자임을 강조
- GE, 에너지 관련 사업부 전부를 MITEI의 연구 프로그램에 지원하도록 조치
 - GE는 MITEI를 통해 교수 및 학생들의 연구를 꾸준히 지원할 예정이며 에너지 산업의 혁신, 신규산업 발굴, 에너지 정책 변화를 희망
 - GE Power, GE Renewable Energy, GE Oil & Gas, GE Energy Connections 등의 사업부를 참여시킴으로써 초기 단계 에너지 관련 연구를 적극적으로 지원할 계획

■ 캐나다 CO₂ Solutions社, 미국 특허 신규 취득 및 캐나다 정부 지원금 대상에 선정 (CO₂ Solutions, 2016.09.08; 2016.12.14)

- CO₂ Solutions는 “탄산 탈수 효소(Carbonic Anhydrase) 및 탄산칼륨(Potassium Carbonate)을 활용한 가스 내 CO₂ 포집 과정”에 대한 미국 특허 취득
 - 탄산칼륨은 아민(amine) 기반 CO₂ 포집 시스템과 달리 독성 분해물이나 폐기물에 대한 문제가 없어 매우 안정적인 CO₂ 포집 용액
 - 또한 해당 기술은 아민 기반 시스템보다 용액 재생 시 낮은 열을 사용하므로 비싼 증기를 사용할 때 보다 운영 비용이 절감
 - CO₂ Solutions는 탄산칼륨을 기반으로 하는 포집 공정에서 CO₂ 흡·탈착을 개선하는데 탄산탈수 효소를 사용하는 기술의 가치가 상당할 것으로 평가
- 캐나다 정부의 온실가스 감축을 위한 에너지효율 기술 및 혁신공정개발 Technoclimat 프로그램을 통해 300만 달러 지원금 수령
 - 지원금은 퀘벡 주(州) 내 Fibrek General Partnership社 펄프 공장 CCS 플랜트에 CO₂ Solutions의 CCS 기술 적용을 위해 사용

V. 국내외 정책 · 기술 동향

- 포집된 CO₂는 Serres Toundra 온실에 제공될 예정이며, 온실 내에서 자라는 각종 채소의 수확량 증대에 도움을 줄 것
- 2018년에는 CCS 플랜트에서 자체적으로 포집된 CO₂의 판매와 감축으로 인하여 수익 창출이 가능해질 예정

■ 석유&가스 기후 이니셔티브(Oil and Gas Climate Initiative: OGCI), CCUS를 포함한 저공해 기술에 10억 달러 투자 발표 (OGCI, 2016.11.04)

- OGCI는 저공해 기술 발전과 상용화 가속화를 위해 향후 10년간 총 10억 달러의 투자 계획 발표
 - OGCI를 구성하는 10개 석유 및 가스 회사 CEO는 공동성명을 통해 “OGCI 기후 투자 창설은 기후변화 대응을 위한 공동 결의를 보여주는 것”이라고 발표
 - 이러한 투자는 석유와 가스 산업상 전례 없는 수준의 협동으로, 개별 기업이 보유하고 있는 저공해 기술과 전문지식을 공유함으로써 상호 보완이 가능
- OGCI는 초기집중분야로 ‘CCUS 상용화 가속화’와 ‘석유 및 가스 산업의 메탄 가스 배출 감소’를 선정
 - OGCI는 특히 초기집중분야로 선정된 두 분야에 석유 및 가스 산업이 큰 영향력을 미치며, 협력을 통하여 기후변화에 큰 변화를 가져올 수 있을 것으로 확신
 - 추가적으로 OGCI는 에너지 다소비 산업에서 에너지 효율성 제고를 위한 투자를 계획하고 있으며 여러 교통수단(자동차, 비행기, 기차, 선박 등) 제작사들과 협력하여 에너지 효율성 증대를 위한 기술협력을 구상

3. 기술동향

가. 국내동향

■ 한전, CO₂ 원천분리연소 핵심물질 개발 (에너지경제, 2016.09.07)

- 한전 전력연구원은 케미컬루핑연소(Cheical Looping Combustion: CLC)를 이용한 니켈(Ni)계 산소전달입자 개발 성공
 - CLC 기술은 화석연료가 공기 또는 산소와 직접 접촉하는 기존의 연소방식과 달리 두 개의 반응기 내에서 산소전달입자가 순환, 연소과정 없이 연료를 연소시키는 발전기술
 - 공기반응기(산화반응기)에서 산소전달입자에 포함된 금속성분이 공기 중의 산소와 반응,

- 금속산화물로 변화된 후 연료반응기(환원반응기)로 이송
- 연료반응기(환원반응기)에서는 금속산화물과 연료가 반응하여 CO₂와 H₂O를 생성, 금속산화물은 금속으로 환원되어 다시 공기반응기(산화반응기)로 재순환
 - 별도의 포집 설비 없이 CO₂를 원천적으로 분리하고 질소산화물(NO_x) 발생을 억제하는 등 고효율의 발전기술로 각광
- 전력연구원이 개발한 Ni계 산소전달입자는 산소전달량, 산소 전달속도 및 강도면에서 세계 최고의 성능
 - Ni계 산소전달입자의 산소전달량은 약 12wt%로 유럽연합이 개발한 8wt%에 비해 40% 이상 향상된 성능 보유
 - 마모손실을 또한 기존 20% 정도에서 10% 이하로 개선
- 한국과학기술원(KAIST), 상용화 가능 CO₂ 흡착제 개발 (KAIST 뉴스, 2016.09.08)
- KAIST 생명화학공학과 최민기 교수 연구팀, 고성능 CO₂ 흡착제 개발 및 중규모 합성 성공
 - 기존 연구에서는 CO₂ 제거용 흡착제 개발을 위해 아민(amine)이라는 유기화합물이 담긴 다양한 고체 물질들이 연구
 - 아민 기반 흡착제는 흡착 성능은 뛰어나지만 탈착이 어렵고 반복적 사용시 화학적 변질 발생 등 장기적으로 안정성 문제 존재
 - 연구팀은 기존의 아민 기반 흡착제를 에폭사이드와 간단히 반응시켜 탈착 성능, 반응 속도, 재생 안정성 등을 증진
 - 대량생산에 용이하도록 실리카, 폴리에틸렌이민, 에폭사이드 등을 원재료로 사용했으며 다른 고체 흡착제보다 우수하고 신속한 CO₂ 흡탈착 특성(10wt%), 높은 재생 안정성, 대량 생산성을 확보하여 상용화 초기 단계에 도달
 - 한국 이산화탄소포집 및 처리연구개발센터 연구진과의 협업으로 20kg의 중규모 합성 및 20Nm³/h의 벤치 스케일 유동층 반응기 가동에 성공
 - 이번 연구는 미래창조과학부의 'Korea CCS 2020' 사업의 지원을 받아 수행됐으며, Nature Communications 저널에 게재되었음
- 한국화학연구원, 유기성 폐기물에서 순도 높은 메탄 및 CO₂ 회수 기술 개발 (YTN Science, 2016.10.18)
- 한국화학연구원은 음식물 쓰레기, 하수 슬러지, 축산 분뇨 등에서 발생하는 가스에서 순수 메탄과 CO₂만 분리·정제하는 분리막 기술 개발
 - 연구팀은 2011년부터 2016년까지 환경부 Non-CO₂ 사업단의 지원으로 국내 최초로 바이오가스에서 메탄과 CO₂만을 고순도로 분리·회수하여 도시가스, 자동차 연료, 화학연료 등에

V. 국내외 정책·기술 동향

활용 가능한 4단 분리막 기술 개발

- 바이오가스에는 실록산, 황화수소, 암모니아, 수분 등 불순물이 혼합되어 있어 정제 과정이 필요
- 그동안은 음식물쓰레기와 균주를 혼합해 발효시킨 뒤 여기서 나오는 메탄가스를 발전용으로만 활용해왔고, 이를 고부가화학 원료나 신재생 천연가스로 활용하기 위해서는 유럽의 바이오가스 정제기술에 의존
- 4단 분리막을 이용하면 바이오가스로부터 순도 98%의 메탄을 95~98%까지 생산하여 도시가스로 즉시 활용 가능하고, 순도 높은 CO₂도 95%까지 회수할 수 있어 메탄올, 에탄올 등의 청정 연료로 사용 가능
- 4단 분리막 기술개발로 기존 기술 수입대체 시 약 1조 원의 경제적 효과가 발생 할 것으로 예상
 - 유기성 폐기물에서 바이오가스를 생산·정제하는 세계 기술의 시장 규모는 약 140조 원
 - 해당 기술은 독일, 프랑스, 일본 등의 2단·3단 막분리공정 가격과 비교해 3분의 1 이하이며, 전체 플랜트를 국산화할 경우 설치 비용이 절반 이하로 감소
 - 탄소자원화 확보와 온실가스 저감에 기여할 수 있는 국내의 독자 기술 개발로 해외 정제 플랜트 시장 진출의 교두보 확보

■ 부산대학교, 효율적 CO₂ 포집 유기금속 구조체 발견 (서울경제, 2016.10.18)

- 화학생명공학부 정용철 교수를 주축으로 한 국제공동연구진, 연소 전 공정에서 CO₂를 포집할 수 있는 나노다공성 유기금속 구조체(Metal-Organic Framework: MOF) 발견
 - MOF는 유기 리간드(Organic Ligand)와 메탈 이온(Metal Ion)의 조합으로 만들어지는 삼차원 구조체
 - 연구진은 '대규모 분자전산모사' 라는 컴퓨터 방법론을 통해 MOF 성능을 미리 컴퓨터상에서 예측, 연소 전 CO₂ 포집 기술에 적절한 'NOIT-101/OEt' 라는 이름의 구조체 발견
 - 기존 MOF 중 가장 성능이 좋다고 알려진 Mg-MOF-74보다 60% 이상 높은 CO₂를 흡착
 - 해당 물질을 연소 전 CO₂ 포집 장치에 사용하면 보다 적은 비용으로 많은 양의 CO₂ 포집 가능
- MOF 성능을 예측하는데 걸리는 컴퓨터 자원(CPU시간)을 획기적으로 단축하는 괄목할 만한 성과 도출
 - 기존의 '대규모 분자전산모사' 방법은 수많은 컴퓨터 자원을 할애하여 모든 MOF 물질들의 성능을 계산하는 'brute force' 방법 사용
 - 연구진은 머신러닝기법 중의 하나인 Genetic Algorithm(유전알고리즘)을 이용하여 컴퓨터 자원을 100분의 1로 단축하고, 좀 더 효율적으로 MOF의 물질공간을 탐색할 수 있게 해 새로운 MOF 물질을 발견하는데 쓰이는 컴퓨터 자원을 획기적으로 축소

■ 울산과학기술원(UNIST), CO₂를 활용한 디젤 전환 기술 개발 (UNIST News Center, 2016.11.07)

- 이재성 에너지 및 화학공학부 교수팀, CO₂와 수소를 반응시켜 디젤 자동차연료를 만드는 신 촉매 델라포사이트(delafossite) 개발
 - 델라포사이트는 구리와 철로 이루어져 있으며 CO₂를 수소와 반응시킬 때 사용하면 디젤(액화탄화수소)이 생성
 - 기존에 CO₂와 수소를 반응시키는데 사용한 촉매들은 메탄이나 메탄올 같은 저분자 물질을 만들 수 있었지만 부가가치가 낮고 시장이 크지 않다는게 단점
 - 디젤은 메탄이나 메탄올보다 탄소의 연결고리가 더 길기 때문에, 델라포사이트를 촉매로 사용하면 탄소를 길게 이을 수 있어 디젤 생산이 가능
- 아우디(Audi)사에서 2015년에 개발한 물과 CO₂를 합성하여 디젤을 생산하는 공정보다 간편
 - 아우디에서 개발한 합성 디젤 연료는 CO₂와 물을 고온으로 합성해내는 방식
 - 아우디의 방식에서는 CO₂를 수소와 반응시키기 전, CO로 변환하는 과정이 필요하지만 이재성 교수 연구팀은 CO₂를 바로 수소와 반응시킬 수 있어 공정이 더 간단함
 - 이재성 교수는 “CO₂를 단순히 땅속에 묻는 게 아니라 자원으로 활용할 수 있는 획기적인 방법”이라고 표현

나. 해외동향

■ 미국 코넬대(Cornell University) 연구진, CO₂ 활용하여 전력 생산 기술개발 (Cornell, 2016.08.04)

- 린든 아처(Lynden Archer)교수와 즈디 알 사다트(Wajdi Al Sadat) 박사과정 연구원은 산소를 이용한 알루미늄-CO₂ 전력 셀 기술 개발에 성공
 - 셀은 알루미늄을 양극에, CO₂와 산소를 음극의 유효성분으로 활용하여 전기화학반응을 통해 CO₂를 격리시키면서 전기를 생산하는 방식
 - 이번에 개발된 셀은 현재까지 개발된 에너지 밀도가 가장 높은 배터리가 생산하는 수준과 대등한 수준으로, 다공성 탄소 1g당 13Ah, 약 1.4볼트의 방전 전위를 생산이 가능
 - 아처 교수에 따르면 제약, 섬유, 금속 제련 산업 등에서 기존 사용되는 슈퍼옥사이드(superoxide) 중간체의 생성 또한 괄목할만한 결과
- 알 사다트 연구원에 따르면 해당 기술은 발전소 외 다른 분야에도 적용 가능한 유연한 기술
 - 이 기술을 사용하여 내연기관에서 발생하는 CO₂를 직접적으로 이용, 전력을 필요로 하는 차 내 전장부품에도 사용 가능
 - 알루미늄은 대체가능한 후보 물질(리튬, 나트륨 등)보다 풍부하고 안전하기 때문에 셀 사용에 가장 적합
 - 이 기술의 유일한 문제점은 전해액이 수분에 매우 민감하다는 것으로, 수분에 덜 민감한 전

V. 국내외 정책 · 기술 동향

해액을 사용하는 차기 연구가 진행 중

■ 미국 샌디아 국립 연구소(Sandia National Laboratories)와 뉴멕시코 대학(University of New Mexico), 거품과 흡사한 신규 수성 분리막(Memzyme) 기술 개발 (Sandia.gov, 2016.09.01)

- 샌디아 국립 연구소와 뉴멕시코 대학 연구진은 자연 생태계에서 영감을 받은 거품과 흡사한 Memzyme 개발에 성공
 - 해당 기술은 석탄 화력발전소 뿐만 아니라 가스화력발전소에서도 CO₂ 포집 시 사용 가능
 - Memzyme은 기존 분리막 대비 100배 빠른 속도로 플루가스(flue gas)를 통과하고, 선택도를 10~100배 개선
- 미 DOE는 2025년까지 톤당 40달러에 90%의 CO₂ 포집이 가능한 2세대 CCS 기술 개발을 목표로 하며, Memzyme은 이러한 목표를 실현 가능하게 하는 최초의 기술
 - CO₂ Memzyme을 연구실 규모에서 성공적으로 테스트한 만큼 샌디아-뉴멕시코 대학 연구진은 대규모 발전소 시설에서 테스트를 도와줄 파트너를 찾는 중
 - CO₂ Memzyme은 99% 순수 CO₂를 생성하므로 석유, 화학, 식음료 등의 여러 산업에 사용 가능할 것으로 기대

■ 미국 에너지환경연구센터(Energy & Environmental Research Center: EERC), 지질 내 CO₂ 저장용량 예측 분석기술 개발 (EERC, 2016.09.19)

- EERC는 국립에너지기술연구소(National Energy Technology Laboratory: NETL)와 Hitachi High Technologies社와의 협력을 통하여 타이트 셰일층의 CO₂ 저장 용량 예측을 개선하기 위한 연구 진행
 - EERC 연구자들은 셰일 및 암석 샘플에서 점토 분포, 유기물 및 암석의 다공 구조 등을 정량화하고 이해 제고를 위한 고급 분석기술 개발 예정
 - Hitachi High Technologies는 EERC와 함께 데이터 처리 및 이미지 분석을 공동 진행
- 베타니 커즈(Bethany Kurz) EERC 수석연구자에 따르면 Hitachi High Technologies의 기술력으로 분석 가능
 - 유기물이 다량 포함된 셰일층의 CO₂ 저장용량 예측이 어려운 이유는 기존의 분석 장비와 방법은 셰일층과 같은 소규모 분석에는 부적합
 - 지질 분석을 위하여 주사형 전자 현미경(Field-Emission Scanning Electron Microscope: FESEM)을 사용하고 고해상도 이미지를 추출 및 분석 예정
 - CO₂에 노출된 셰일층 표본 영향 분석은 NETL의 CT Scanning Lab에서 분석하여 CO₂ 저장용량 예측 오차 범위를 ±30%까지 줄일 예정

■ 스페인 바스크 대학(Universidad del Pais Vasco), 효율적 탄소 포집을 위해 이온성 액체 활용 (Carbon Capture Journal, 2016.09.23)

- 바스크 대학의 소니아 줄피콰(Sonia Zulficar) 박사, 아마이드(amid) 이온성 액체 기반 포집 소재 연구
 - 유럽연합의 Novel Amide Based Polymeric Ionic Liquids(NABPIL) 프로젝트 지원을 받아, 포집 잠재력이 큰 아마이드 기반의 이온성 액체의 설계, 생산, 특징화 및 테스트가 연구의 주요 목적
 - 기존의 상용화된 CO₂ 포집 시설은 수용성 알칸올아민(aqueous alkanolamine) 흡수액을 이용한 습식 포집 기술을 사용하여 부식, 아민 성능 악화, 용액 손실 등의 문제가 발생
- ‘친환경 용제(Green Solvents)’ 라고 불리는 이온성 액체가 기존 습식 포집 기술의 문제점을 해결
 - 이온성 액체는 다양한 물리화학적 특징을 갖고 있는 물질로서 특히 CO₂ 포집 및 분리에 탁월한 기능 발휘
 - 신소재를 사용할 경우 저비용으로 많은 양의 CO₂ 포집이 가능하며 기존 공정에 사용되는 실리카, 활성탄, 제올라이트, MOF의 문제점들은 이온성 액체를 통하여 극복 가능

■ 미국 퍼시픽노스웨스트 국립연구소(Pacific Northwest National Laboratory: PNNL), CO₂ 암석 주입 저장 기술 개발 (PNNL, 2016.11.18)

- PNNL 소속 연구진, 액화 CO₂ 현무암 주입 후 단단한 암석으로 바꾸는 실험에 성공
 - 워싱턴 주(州) Wallula Basalt 파일럿 프로젝트의 PNNL 연구진은 액화 CO₂를 현무암에 주입하여 단단한 암석으로 변환
 - 주입 이후 약 2년 동안 CO₂는 앙케르석(ankerite)이라는 광물로 암석화
 - 지구상의 주요 암석 유형 중 하나인 현무암에 CO₂를 영구적이고 안전하게 저장할 수 있다는 근거를 뒷받침
- 현무암 형성 과정에 CO₂를 직접 주입함으로써 액체나 기체 상태 보관 시보다 안정성을 향상
 - 액체나 기체 상태로 CO₂를 지층에 보관하게 되면 균열 또는 자연재해로 인하여 공기 중으로 방출될 가능성이 높는데 이 기술을 통해 부작용을 빠른 시간 안에 CO₂를 안정적인 고체 상태로 변화시킴
 - 연구실 규모에서 실험했을 때에는 액화 CO₂가 고체화되기까지 수천년이 걸릴 것이라고 예상했지만 실제로는 2년만에 고체화에 성공
 - 실험 성공으로 상업적 규모의 탄소를 격리할 수 있는 시발점과 추가적인 탄소 저장책 제시가 가능해짐

V. 국내외 정책 · 기술 동향



전기차

1. 국내외 정책동향

가. 국내동향

- 산업통상자원부, 운행비용 부담 완화를 위한 한시적 특례요금제 도입으로 전기차 보급 확대 지원 (산업통상자원부 보도자료, 2016.12.12)

- 전기차 특례요금제는 2017년 1월부터 3년간 한시적으로 시행되며, 전기차 충전기에 부과되는 전력요금 중 기본요금은 전액 면제하고, 전력량 요금도 50% 할인
 - 연간 15,000km를 운행하는 운전자가 개인용 완속 충전기로 저녁 시간대에 충전을 했을시, 특례요금제 도입으로 인해 전기요금 부담이 기존 40만 원에서 13만 5,000원으로 대폭 감소
 - 급속 충전기의 경우, 전기요금 부담완화로 운영비용이 감소함에 따라 전기차 이용자에게 부과되는 충전요금 인하 기대

[표 1] 특례요금제 적용 전후 비교

구분	이전		이후
	완속 충전기	급속 충전기	
기본요금 (월) (2016년 8월부터 50% 할인 중)	1만 1천 원	7만 5천 원	0원
전력량 요금	kWh당 52.5원 ¹ ~244.1원 ²		50% 할인

출처: 산업통상자원부 보도자료 (2016.12.12).

¹ 최저가격 - 여름철 경부하시간대, 고압전력(표준전압 3,300V 이상) '환경친화적 자동차의 개발 및 보급촉진에 관한 법률 제2조 제3호에 따른 전기 자동차 충전설비' 사용자, 52.5원/kWh (출처: 한국전력, 전기공급약관: 기본공급약관 세칙 (2017.01.01)).

² 최고가격 - 여름철 최대부하시간대, 저압전력(표준전력 110V~380V 이하) '지능형전력망의 구축 및 이용촉진에 관한 법률 제12조 및 동법 시행령 제8조에 따른 전기차충전서비스 제공업자의 충전설비' 중 선택(II)요금 사용자, 244.1원/kWh (출처: 한국전력, 전기공급약관: 기본공급약관 세칙 (2017.01.01)).

- 전기차 보급을 확대하여 내연기관 차량을 뛰어넘는 품목으로 육성하기 위한 정부 지원
 - 산업통상자원부는 전기차 보급을 저해하는 3대 걸림돌(주행거리, 충전 인프라, 미흡한 충전 요금 인센티브)을 제거하기 위해 다양한 정책들을 추진해 왔으며, 전기차를 수출 주력 품목으로 육성시키기 위해 인센티브의 일환으로 특례요금제를 마련
 - 3대 걸림돌 제거를 위해 2016년 7월 전기차 구매보조금을 1,200만 원에서 1,400만 원으로 상향 조정하고 공공기관 전기차 의무 구매 비율을 25%에서 40%로 확대하였으며, 이후 고밀도 배터리 기술개발 및 전기차 전용보험 개발에 착수
- 전기차 보급 정책에 힘입어 국내 전기차 1만 대 달성 (환경부 보도자료, 2016.12.12; 환경부 보도자료, 2016.12.16)
 - 2011년 전기차 보급사업을 시작한 이래 2016년 12월 13일을 기준으로 1만 528대 보급
 - 전기차 보급 확산을 위해 전기차 전용 전시관 설치 및 전용 통합콜센터(1661-0970) 운영
 - 그간 전기차 관련 소비자 문의가 환경부, 지자체, 자동차 제작사 등으로 분산되어 있어 불편을 초래했기 때문에, 전기차 보급정책 안내, 전기차 전문 영업사원 지정 등의 전기차 구매 지원 관련 업무를 콜센터 문의창구로 일원화
 - 2016년에는 약 5,000대의 전기차가 보급되었고, 전기차 보급 예산이 증액됨에 따라 2017년에는 1만 4,000대의 전기차를 지원할 계획
 - 2016년과 동일하게 전기차에 대한 국고 보조금은 대당 1,400만 원 수준이며 지자체별로 평균 500만 원 정도의 추가 보조금을 지원받을 경우 평균 1,900만 원의 구매 보조금을 지원받을 수 있음
 - 구매 보조금과 별도로 개별소비세 최대 200만 원, 교육세 최대 60만 원, 취득세 최대 140만 원 등 최대 400만 원의 세금감경 혜택은 2018년까지 유지될 전망
 - 2017년도의 급속 충전기 설치 물량은 충전 인프라 예산 증액으로 인해 2016년 330기 대비 60% 증가한 530기로 편성
 - 2016년에는 전기차의 전국 운행에 불편함이 없도록 전국적인 충전망 구축에 집중했으나, 2017년에는 수도권, 대도시 등 전기차 보급률이 높은 곳에 급속 충전기 설치를 확충하고 이용률이 높은 충전소는 충전기를 2기 이상 설치할 예정
 - 기존 급속 충전기 대비 최대 2배의 속도로 충전이 가능하고 5대의 전기차가 동시에 충전할 수 있는 집중 충전소 설치를 확대할 계획
 - 집중 충전소는 기기당 최대 100kW 사용이 가능해 질 전망으로, 기존 50kW급 급속 충전기보다 충전 용량이 2배나 늘어나기 때문에 향후 출시되는 주행거리가 긴 전기차량도 30분 내외로 충전이 가능해질 것
 - 2017년의 완속 충전기 설치 보조금은 2016년 대비 100만 원 삭감된 300만 원으로 책정되었으며, 지원물량은 9,515기로 2016년 대비 485기 감소

V. 국내외 정책·기술 동향

- 한국전력 등 민간의 공동주택 충전기 설치 사업으로 856개 아파트 단지에 2,515기의 충전기를 설치할 예정이며, 이는 공동주택에 이미 설치되어있는 220V 콘센트를 활용한 이동형 충전기 등 대체 충전기 설치를 고려한 결과
- 충전기 1대로 전기차 10대 이상이 충전 가능한 다채널충전기 등 최신 정보통신 기술을 활용하여 공동주택, 사업장 등에서 사용이 용이하고, 충전기 설치 시 발생하는 전용 주차공간 문제를 해소할 수 있는 공용 충전기를 중점적으로 지원
- 개인용 완속 충전기 설치가 불가피한 단독주택 거주자 등에게는 계속해서 보조금을 지원할 계획

[표 2] 전기자동차 충전기 보급 실적 및 계획

구분	합계	급속 충전기			완속 충전기		
		계	환경부	민간*	계	환경부**	민간*
2016년까지	10,008	750	491	259	9,258	8,385	873
2017년까지	12,034	1,713	710	1,003	10,321	9,515	806

* 한국전력, 민간충전사업자 등의 설치계획으로서 사정에 따라 변동 가능.

** 2016년까지 주로 개인용으로 지원하였으나 2017년부터는 공용 충전기로 지원 대상을 확대.
출처: 환경부 보도자료 (2016.12.16).

■ 국가기술표준원, 전기차 급속 충전방식 통일을 위한 KS 개정(안) 고시 (산업통상자원부 보도자료, 2016.12.29)

- 전기차의 본격적인 보급에 앞서 급속 충전방식 통일화의 필요성 대두
 - 전기차의 충전방식은 입력전류의 파형에 따라 교류(Alternating Current: AC)와 직류(Direct Current: DC) 방식으로 구분되며 충전시간에 따라 완속(5~6시간 충전)과 급속(15~30분 충전)으로 구분
 - 완속 충전의 경우 한국, 미국, 일본 모두 5핀 방식으로 통일되어 있어 국내에서 사용하는 데 불편함이 없음
 - 급속 충전의 경우는 제조사별로 다른 충전방식을 적용하며, 국제표준에는 5가지 충전방식이 규정되어 있고 한국에서는 이중 3가지(차데모, AC 3상, 콤보 1) 방식을 사용 중 (표 3)
 - 콤보는 DC와 AC를 동시에 사용한다는 의미로써 완속과 급속을 1개의 충전구에서 충전할 수 있는 방식이며, 콤보에 숫자 “1”을 붙인 이유는 미국 방식인 ‘콤보 1’과 유럽 방식인 ‘콤보 2’를 구별하기 위한 것
- 국가기술표준원은 자동차·충전기 제조사, 충전기 운영사업자 등과의 협의를 통해 ‘콤보 1’로 급속 충전방식 통일을 결정, 개정안 고시를 통해 충전 표준 변경을 유도
 - ‘콤보 1’의 완속·급속 충전은 1곳의 자동차 충전구에서 모두 가능하며, 충전시간이 AC 3상보다 빠르고 충전용량도 크며, 차데모 방식에 비해 차량 정보 통신에 유리

[표 3] 제조사별 급속 충전방식 적용 현황

충전방식	특징	충전방식별 국내 보급 전기차
콤보	급속에 직류, 완속에 교류 충전; 충전기 하나로 가능 (미국) GM, 포드 (유럽) BMW, 벤츠, 폭스바겐 등	BMW i3, 스파크EV
차데모	직류 충전; 교류는 별도 연결 장치가 필요 (일본) 토요타, 닛산, 미쓰비시 (한국) 현대·기아차	레이EV, 소울EV, 닛산리프, 아이오닉EV
AC 3상	교류 충전; 충전 시간이 긴 편 (프랑스) 르노	SM3 Z.E
슈퍼차저	직류 방식; 충전 시간이 짧은 편 (미국) 테슬라	국내 진출 모색
9핀	전기차 판매량 세계 1위 BYD가 사용 (중국) BYD	국내 진출 모색

출처: 중앙일보 (2016.12.29); 환경부 전기차 충전소(ev.or.kr/portal)를 바탕으로 재구성.

- ‘콤보 1’은 미국 자동차학회 표준으로 선정되어 세계적인 표준 방식으로 자리할 확률이 높으며, 유럽에서는 2019년부터 콤보 방식을 단일 규격으로 하는 법안이 추진되고 있는 상황
- 현대·기아차도 미국에 수출하는 아이오닉EV를 콤보 방식으로 출시했으며, 르노도 2018년 이후 신차 모델부터 콤보 방식을 채택하는 것을 검토 중
- 60일간의 입안 예고기간(2016.12.29~2017.2.27) 동안 이해관계자의 의견을 충분히 수렴한 후, 산업표준심의회 심의를 거쳐 2017년 4월 중에는 KS 개정(안)을 확정 고시할 계획
 - KS 개정을 통해 전기차의 급속 충전방식이 점진적으로 통일화되면, 자동차 제조사는 충전구가 1개로 된 생산 효율이 높은 전기차를 생산할 수 있게 될 것으로 기대
 - 충전기 제조사는 충전기 커넥터가 3개에서 1개로 줄어들게 되면서 2,000만 원선의 충전기가 1,700만 원대로 낮아져 제조원가를 절감, 충전기 운영사업자 또한 커넥터 케이블이 3개에서 1개로 단순화되어 유지관리 비용 절감 (그림 1)
 - 전기차 사용자는 자기 차량에 맞는 충전방식을 찾는 불편함에서 해소되고, 정부는 같은 예산으로 더 많은 공공용 충전기를 설치할 수 있어 충전 인프라 보급 활성화에 기여

V. 국내외 정책·기술 동향

[그림 1] 전기차 급속 충전방식 통일화 방안



출처: 산업통상자원부 보도자료 (2016.12.29) 재편집.

나. 해외동향

- 중국, 전기차 산업의 질적 성장을 위한 정책으로 우회 (조선비즈, 2016.8.23; 조선비즈, 2016.12.12)
 - 전기차 산업 경쟁력 제고를 위해 일률적으로 제공해 온 보조금 정책 수정
 - 중국은 판매 대수 기준으로 2015년 미국을 제치고 전기차 판매량 1위를 선점, 중국자동차공업협회는 2017년 중국의 신에너지자동차³ 생산량이 세계 생산량의 40%에 달할 것으로 예측

³ 중국의 신에너지자동차는 배터리 전기자동차(BEV), 플러그인 하이브리드 전기자동차(PHEV), (수소)연료전지 전기자동차(FCEV)를 포함.

- 2009년부터 제공된 정부 보조금이 2015년 말까지 누계기준으로 334억 3,500만 위안에 달했으며, 이로 인해 2015년 말까지 생산·판매된 신에너지차량은 (누계) 49만 7,000여 대와 44만 대를 기록
- 중국이 보조금 조정을 통한 전기차 산업 정책의 방향 조정에 나선 이유는 시장의 성장 속도가 이미 일정 수준에 달했다고 파악되는 반면, 생산능력 확대에 비해 기술 진보에는 효율적인 도움을 주지 못했기 때문
- 중국은 새로운 정책 및 개정안으로 질 낮은 전기차 및 배터리 업체를 숙아내기 위해 규제 강화
 - 신에너지자동차 탄소쿼터관리제: 자동차 생산기업에 탄소쿼터를 부여하여 전기차 생산 비중을 강제화하려는 조치로 2017년 시범 시행을 거쳐 2018년에는 정식으로 실시할 예정으로 국가발전개혁위원회가 추진
 - 신에너지자동차 크레디트 제도: 전기차 생산 비중을 일정 수준 이상 의무화하는 것을 목표로 공업정보화부가 추진
 - 신에너지자동차 생산기업 및 제품 진입관리 규칙: 공업정보화부는 2017년부터 전기차 등 신에너지자동차 생산기업의 난립을 막기 위한 조치로 일정 수준 이상의 연구개발 시스템을 갖춘 기업에게만 생산자격을 부여
 - 신에너지자동차 보조금 축소: 중국 정부는 당초 2020년까지 보조금이 지원될 계획을 세웠지만, 보조금 불법 수령문제가 부각되면서 2017년부터 단계적으로 보조금을 축소해 나갈 예정

■ 러시아 정부, 전기차 관련 법안 활성화 (KOTRA 모스크바 무역관 보고서, 2016.10.05)

- 러시아 산업통상부의 '2025년까지의 러시아연방 전기자동차 발전 계획'에 따르면 전기차 소유자에 대한 각종 혜택이 강화될 예정
 - 전기차 생산과 판매 촉진을 위해 전기차 이용자가 버스 전용차선을 자유롭게 이용할 수 있게 하고, 쇼핑센터 주변이나 시내 주차장에 충전소 설치를 의무화하여 전기차 전용 주차 공간을 확대하는 방안 수록
 - 전기차 이용자에 대해 도로 이용료 할인, 시내 무료주차, 자동차세 감면 등의 혜택을 제공할 뿐만 아니라 전기차 충전소 부지 매입 및 건설 과정을 간소화하여 러시아 대도시를 중심으로 전기차 비중을 확대할 계획
 - 특히, 교통난과 주차난이 심각한 모스크바의 경우 위와 같은 혜택 등이 모스크바 시민들에게 강력한 구매 유인책으로 작용할 것으로 예상
- 러시아의 경기 침체로 인한 전기차 산업의 성장은 둔화세를 보이고 있지만 관련 법안 재정 속도는 비교적 빠름
 - 2015년 8월, 러시아 국무총리가 서명한 "Decree No.890" 법안에 의하면 2016년 11월 1일부터

V. 국내외 정책·기술 동향

- 러시아의 모든 주유소는 전기차 충전 시설을 갖추어야 하며, 설치 및 운영 비용은 주유소 소유자가 부담
- 2018년 러시아 월드컵 개최를 앞두고 모스크바와 상트페테르부르크를 연결하는 M-11 고속 도로를 비롯한 각종 도로 휴게소 내에 전기차 충전소 설치 계획
- EU, 2019년부터 신축 건물에 전기차 충전기 의무화 조례 발표 예정 (The Guardian, 2016.10.11)
- 개인 주택, 아파트 등 신축 주거 건물의 주차공간 중 10% 이상의 전기차 충전공간 확보를 의무화
 - 건물 설비와 전기차 충전기 설치 시기를 이원화하는 것의 비경제적 문제가 주요 원인
 - 구체적인 충전기 유형은 정해지지 않았지만, 가정용 완속 충전기보다는 충전용량이 클 것으로 예상
 - EU, 충전소 설치 확대로 전기차의 주행 범위를 넓히고 운전자의 편의를 확대해 전기차 보급에 있어 선도적 역할 자처
 - 프랑스 르노의 전기차 영업 및 마케팅 사업부에 따르면 대규모 전기차 보급을 위해 충전소 확충 설치는 필수적 요소
 - 노르웨이와 네덜란드는 전기차 확산을 위해 2025년부터 내연기관 자동차 판매금지를 입법화하였고, 독일 또한 2030년부터 내연기관 자동차의 등록을 받지 않는 결의안을 통과
- 독일 연방상원, 전기차 보급을 위해 2030년까지 디젤 혹은 가솔린 차량 신규 등록 금지안 의결 (KOTRA 뮌헨무역관보고서, 2016.12.20)
- 독일 정부는 전 세계 전기차 생산 및 부품 공급에서의 경쟁 우위를 확보하기 위해 2020년까지 독일 내 전기차 수 100만 대를 보급하기 위한 계획 실행
 - 연방상원의 의결안은 법률적 효능을 지니지는 못하나 독일 16개 주대표들의 의견을 모았다는 점에서 의미가 있음
 - 2016년 12월 기준, 독일 내 전기차 누적 등록 수는 총 4만 3,024대로 2003년부터 2016년까지 지속적인 증가 추세
 - 독일 자동차 기업 중 일부는 전기차 도입을 위한 본 의결안에 대한 우려를 표명
 - 독일 자동차 기업들은 독일 정부에서 추진하고 있는 전기차 도입 정책을 따르려고 하나 다소 시간이 필요하다는 의견이 지배적
 - 폭스바겐과 다임러사는 향후 10년간 전기차를 전체 매출의 약 25%까지 끌어올리겠다는 계획을 표명하였고, 폭스바겐은 전 세계 폭스바겐 그룹의 일자리 3만 개를 줄이겠다고 발표
 - 내연기관차량의 경우 1,700~2,400개의 부품으로 구성되어 있는 반면 전기차의 리튬이온 배터리는 150~200개의 부품만을 필요로 해 전기차가 기존 내연기관 차량을 대체할 경우 일자

리 감소 문제가 발생

- 미국, 전기차 충전소 보급 및 안전 규제 강화 (U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION 보도자료, 2016.11.16; KOTRA 워싱턴 무역관 보고서, 2016.12.27)

- 2016년 11월에 발표된 오바마 정부의 행정명령은 전국 35개 주, 25,000마일에 달하는 고속도로에 전기차 충전소 48개 구축을 결정
 - 2016년 12월 기준, 미국 내 전기차 충전소는 약 16,000개로 집계되지만 전기차 수요에 비해 고속도로 상의 전기차 충전소가 부족하여 추가 설비의 필요성이 제기
 - 주요 전기공급자(EV Connect 등), 자동차 제조업체(GM, BMW, Nissan)는 주정부 및 연방의 교통부와 상호 협력하여 충전망 인프라 구축에 참여
 - 폭스바겐은 디젤 자동차 배기가스 스캔들에 대한 배상의 일환으로, 미국 내 제로에미션(Zero Emmission) 차량의 연료 인프라 구축에 20억 달러 배상을 합의
 - 미국 내 전기차 충전 인프라망이 가장 잘 구축된 곳은 애리조나, 캘리포니아, 워싱턴 D.C.로 전기차 충전소 구축으로 인한 주정부 및 연방정부의 세금 혜택 등 일정 인센티브를 받고 있음
- 보행자 안전을 위한 전기차 소음 내기 의무화 법안 통과
 - 미국 교통부의 고속도로 안전관리국(National Highway Traffic Safety Administration: NHTSA)은 전기차나 하이브리드차가 보행자들이 인지할 수 있는 크기의 소음을 내야 하는 연방 차원의 안전 규제 발표
 - 2019년 9월 1일 이후에 생산되는 10,000파운드(약 4.5톤) 이하의 모든 전기차나 하이브리드차는 전·후방으로 30km/h 이하의 속도로 주행할 때 가청 소음을 발생하는 장치 설치가 의무화

2. 국내외 산업동향

가. 국내동향

- 직접구매보다 저렴한 전기차 장기렌트 상품 출시 (환경부 보도자료, 2016.11.16)
 - 환경부는 롯데렌탈, 현대캐피탈, AJ렌터카, SK네트웍스 등 자동차 대여업체 4곳과 함께 전기자동차 보급 활성화를 위한 업무협약을 체결
 - 자동차 대여업체는 계열사·협력사 내에 충전기 설치를 위한 부지를 무상으로 제공하고,

V. 국내외 정책 · 기술 동향

- 환경부는 해당 부지에 충전기 우선 설치 및 렌터카 대여자에게도 지방정부 보조금이 지원될 수 있도록 지자체와 협력하기로 함
- 본 협약에 따라 마련된 전기차 장기렌트 상품은 전기차를 직접 구매하는 것보다 최대 약 250만 원 저렴
 - 전기차는 연료비 절감 효과가 높으나 매년 성능이 개선된 차량이 출시되어 신차 구매를 망설이게 되는데 비해 장기렌트 상품은 비용이 상대적으로 저렴해 차량구매 부담이 적다는 것이 본 협약의 배경

[표 4] 렌트 및 직접 구매 가격 비교 (아이오닉EV 기준)

(단위: 원)

구분	렌트 구매	직접 구매	비고
합계	23,685,000	26,190,000	차액: 2,505,000
차량 가격	42,600,000	42,600,000	
보조금	-21,000,000	-21,000,000	제주 기준
대여료(3년 기준)	16,848,000	0	
구매가격(또는 인수비)	6,390,000	21,600,000	대여 기간 이후 구매 가격
취득세 등 등록비	447,000	1,500,000	
보험료(3년 기준)	-	2,700,000	90만 원/년
자동차세(3년 기준)	-	390,000	13만 원/년

출처: 환경부 보도자료 (2016.11.16).

- 전기차를 저렴한 가격으로 이용할 수 있기 때문에, 매년 15만 대 규모인 렌터카 시장의 약 40%인 연간 6,000대 정도가 전기차로 대체될 것으로 예상
 - 전기차를 3년간 장기렌트로 이용할 경우 총 소요비용은 1,800~2,000만 원으로 예상되며, 이는 동급 내연차량을 3년간 장기렌트로 이용할 경우 발생하는 총 소요비용인 2,200~2,300만 원보다 최대 470만 원 저렴
 - 또한, 3년 후 전기차를 인수할 경우 추가비용은 전기차가 640만 원이며, 동급 내연차량 인수비용인 930~1,000만 원보다 최대 370만 원이 저렴
- 한국전력(한전), 충전 인프라 부족 문제를 획기적으로 개선하고, 온실가스 감축과 전기차 보급 활성화를 위한 전기차충전 인프라 구축사업 실시 (한국전력 보도자료, 2016.12.19)
 - 산업통상자원부의 '전기차충전 인프라 구축방안' (2016년 8월)의 후속 조치로 한전은 총 950억 원의 예산을 투자하여 전국 최대 4,000개 공동주택(아파트, 연립주택, 다세대 주택 등) 단지에 전기차 충전시설을 구축할 예정
 - 총 3차례의 공모(2016년 10월부터 2017년 1월까지)가 시행되었고, 1차 공모에서 233단지 714

[표 5] 전기차 및 내연기관차 운영비용 비교

(단위: 원)

구분	아이오닉 EV	아반떼 1.6	아반떼 1.6 (디젤)	차액
총 비용	24,588,000~	32,239,000	32,585,304	6,017,190~
(대여료+연료비+인수비)	26,221,810			7,997,304
운영비	18,198,000~	22,890,000	22,495,304	2,663,494~
(대여료+연료비)	19,831,810			4,692,000
대여료	16,848,000	16,632,000	18,504,000	-
(3년 기준)				
연료비	(완속)1,350,000	6,258,000	3,991,304	-
(3년 기준)	(급속)2,983,000			
차량 인수비	6,390,000	9,349,000	10,090,000	2,959,000~
(3년 후)				3,700,000

* 지방비 700만 원, 보증금 400만 원, 주행거리 20,000km/년 적용.

** 1km 당 연료비: 아이오닉 완속 22.5원, 급속 49.7원, 아반떼 가솔린 104.3원, 아반떼 디젤 66.5원 적용.

출처: 환경부 보도자료 (2016.11.16).

기(급속 237기, 완속 477기), 2차 공모에서 420단지 1,198기(급속 339기, 완속 859기)를 선정하여 전기 구축 협약 체결 후 시공에 착수(3차 공모 결과는 미정)

- 설치를 신청하는 공동주택에서는 입주민 간 충전 인프라 설치 합의, 충전시설 및 그 부속시설물에 대한 설치부지 제공, 전기차 전용 주차구획 배정 등 설치조건을 제시하여야 함
- 한전은 지속적으로 추가 공모를 시행하여 공동주택 세대 수를 반영한 기준 이내에서 희망하는 수량만큼 급속(50kW)⁴ 또는 완속(7.7kW)⁵ 고정형 충전기를 설치 및 운영하고 이동형 충전기 설치에 대한 공모 또한 추후 진행할 예정
 - 충전기 설치가 어려울 정도로 변압기 용량이 부족한 아파트와 재건축 대상 아파트, 기술적으로 설치가 곤란한 아파트는 선정 대상에서 제외
 - 전기차 충전요금은 아파트 공용요금과 분리해 별도의 충전요금이 부과되며, 사용자가 개인 신용카드를 이용해 충전요금을 현장에서 납부하는 방식으로 운영될 계획
- 한전은 또한 한국토지주택공사(LH)와 ‘전기차 충전시설 구축협약’을 체결, 전기차 보급 확산을 위해 협력
 - 두 공기업의 협력 합의는 정부의 전기차 보급확산 정책을 실현하기 위한 노력의 일환으로 LH는 전국 LH 사옥 내 충전시설 부지를 제공하고, 한전은 충전시설을 설치 및 운영하여 일반인들이 이용할 수 있도록 함
 - 협력 기간은 5년이지만 추후 지속적으로 일반인들이 자유롭게 이용할 수 있도록 할 계획

⁴ 급속 고정형 충전기 설치 기준: 300세대 이상 ~ 1,500세대 미만 1기, 1500세대 이상 2기.

⁵ 완속 고정형 충전기 설치 기준: 500세대 미만 2기, 1,000세대 미만 3기, 1,500세대 미만 4기, 2,000세대 미만 5기, 2,000세대 이상 6기.

V. 국내외 정책 · 기술 동향

■ KT, 전기차 보급 확산을 위한 충전소 공유 플랫폼 구축 (동아일보, 2016.12.20; 아시아경제, 2016.12.30)

- 전기차 충전소 위치와 실시간 충전율을 알려주고, 충전 예약 서비스를 제공하는 등의 기능을 넘어 이를 공유할 수 있는 Offline to Online(O2O) 서비스인 ‘차징메이트 (Charing Mate)’ 를 개발 중
 - KT는 주유소보다 많은 충전소 구축이 전기차 보급의 선결 조건이라 보고, 자사가 보급하는 충전소 외에 개발 사업자 및 개인이 자체적으로 보유한 충전소까지 아우르는 종합 플랫폼을 완성해 2017년 1분기 내에 보급할 예정
 - 본 플랫폼은 ‘차징메이트’ 라는 이름의 전기차 충전 전용 애플리케이션(앱)으로 출시되어 이용자들에게 내비게이션으로 충전소 위치를 제공하고, 충전시간 동안 음악, 동영상, 웹툰 등의 KT 서비스를 제공할 예정
- 2015년 8월, KT는 산업통상자원부, 제주특별자치도, 현대 · 기아차, 한국전력, 비긴스, SG협동조합, KDB 자산운용과 합동으로 한국전기차 충전서비스(한국충전)를 설립, 제주도를 중심으로 전국 각지에 전기차 충전소 1만 5,580여 곳을 운영
 - 한국충전은 전력회사, 전기차 제조회사, 통신회사, 그리고 충전기 관련 업체 등이 지방자치단체와 협력하는 비즈니스 모델로 정부 주도의 충전 인프라 보급 한계를 극복하고 전기차 충전서비스 산업 생태계의 조기 생성을 주도
 - KT는 국내 이동통신사 중에서 최초로 전기차 충전서비스 사업자로 등록, 2018년까지 이동식 충전기 10만 개를 구축한다는 목표로 전국 지사에 전기차 충전소를 구축하고, 한국충전을 통해 Information and Communication Technologies (ICT)를 활용한 충전과 융복합 서비스를 제공하고자 함

■ 2015년 세계 친환경차 1, 2위 업체인 BYD와 테슬라, 국내 진출 본격화 (조선비즈, 2016.11.23; 동아일보, 2017.01.04; 조선비즈, 2017.01.17)

- 세계 전기차 1위 업체인 중국 BYD, 제주 첨단과학기술단지에 한국법인 설립
 - BYD는 충전용 배터리 제조업체로 시작하여 이후 자동차와 휴대전화 부품으로 사업을 확장했고, 2016년 전기차 6만 대 이상을 판매하는 세계 1위 업체로 성장
 - 국내 전기차의 40% 이상이 보급되어 있고, 충전시설도 전국 40% 이상이 제주에 몰려있는 배경을 바탕으로 BYD는 제주에 본점을 설립
 - BYD는 전기버스와 전기택시 제조에 경쟁력을 갖고 있는 기업으로, 국내 자동차 기업들과 목표시장이 다르기 때문에 국내 기업 점유율에 미치는 영향은 제한적일 것으로 예상되며 장기적으로는 국내 전기차 산업의 성장에 도움이 될 것
 - 삼성전자는 2016년 7월 BYD의 유상증자에 참여해 약 5,100억 원을 투자하여 BYD의 9대 주

주가 되었음

- 전기차 업체를 이끄는 미국의 테슬라가 경기 하남 지역에 정식매장을 등록할 예정
 - 2015년 한국법인을 등록한 테슬라코리아는 2016년을 시작으로 한글 홈페이지를 통해 차량 사전 예약과 시승 신청을 받고 있으며, 2017년 1월 초 자사의 무료 급속충전소 '슈퍼차저' 5곳의 설치 계획을 밝혀 국내 시장 진출을 예고
 - 테슬라는 이미 중국과 일본에 진출해 괄목할 만한 성과를 내고 있으며, 아시아 3대 전기차 시장의 마지막 공략 지인 한국으로의 진출은 배터리, 타이어, 부품, 이동통신 등 국내 전기차 관련 시장의 확대에 이어질 것

나. 해외동향

- 도요타, 하이브리드차와 수소차에 주력하던 방식에서 전기차로 영역을 확대하여 도쿄올림픽이 열리는 2020년까지 본격적인 전기차 대량 생산체제를 갖추기로 결정 (니혼게이자이, 2016.11.7; 이코노미조선, 2016.12.11)
 - 도요타 아키오(豊田章男) 사장 직속으로 전기차 전담 테스크 포스팀을 출범하여 공격적으로 전기차에 대한 투자를 확대할 예정
 - 도요타 자동차는 그동안 하이브리드차와 수소차를 미래 자동차로 지정하고 전기차가 미래의 주류 자동차가 되기에는 부족하다는 입장을 여러 차례 언급
 - 도요타가 하이브리드차 개발에 있어 절대적 우위를 점하여 독식체제를 형성했기 때문에 경쟁사들이 하이브리드차 대신 전기차에 집중하게 되어 하이브리드차 시장 규모가 축소
 - 고립에서 벗어나기 위해 전기차 양산 체제를 갖추어 친환경차 라인의 다양성을 갖추려고 함
 - 미국·중국 등 거대 자동차 시장에서 순수 전기차의 의무 판매 비율 확대 논의에 따른 움직임
 - 미국 캘리포니아주는 지역 내에서 연간 6만 대 이상의 차량을 판매하는 회사는 전체 판매량의 4.5%를 이산화탄소를 배출하지 않는 차량(Zero Emission Vehicle: ZEV)으로 채우도록 함과 동시에 하이브리드차를 친환경차 범위에서 제외
 - 2018년부터 중국 공업정보화부도 자국에서 연 5만 대 이상 자동차를 판매 혹은 수입하는 회사들이 판매량의 8%를 ZEV 차량으로 채우도록 하는 사실상 전기차 의무 판매제도를 법안화할 예정
 - 1회 충전 시 300km 이상 달릴 수 있는 전기차 개발을 목표
 - 기존의 인기 모델인 하이브리드자동차 '프리우스'의 플랫폼을 이용하여 SUV 형태의 전기차를 상용화시킬 예정
 - 주행시간을 늘리기 위해서 핵심 부품인 배터리 개발에 집중할 예정이지만 양산 초기인 만큼 외부에서 조달하는 방안도 검토

V. 국내외 정책 · 기술 동향

- 전기차 기술뿐만 아니라 2020년까지 도요타 자동차에 사물인터넷 센서와 통신 단말기를 탑재하고 교통 데이터를 수집할 계획

■ 르노 · 닛산 · 미쓰비시, 전기차 플랫폼 공유를 통하여 전기차 가격을 현재 내연기관 차량 가격 수준으로 낮출 예정 (Reuters, 2016.12.17; 니혼게이지신문, 2016.12.18)

- 일본의 닛산 자동차와 자본 제휴 관계인 프랑스의 르노와 미쓰비시는 주도권을 잡기 위해 점점 치열해지는 전기차 업계에서 기술 공유를 통해 시너지 효과 기대
 - 르노가 닛산의 최대 주주이고, 닛산이 2016년 5월 미쓰비시 주식의 34%를 인수함으로써 자본 제휴관계를 형성
 - 닛산은 '리프', 르노는 '조에' 로 각각 전기차 시장에 진입하여 도합 37만대의 글로벌 전기차 판매 실적을 올렸지만 두 회사가 개별적으로 전기를 개발하였기 때문에 시너지 효과 부재
- 전기차 플랫폼을 통합하여 현재 시판 모델인 리프보다 20% 정도 가격이 절하된 대당 200만 엔 (약 2천만 원)의 차량 출고를 목표
 - 르노와 미쓰비시는 전기차용 플랫폼을 독자 개발하려던 계획을 취소하고 2018년까지 닛산의 리프 모델로 플랫폼을 일원화할 계획
 - 모터, 인버터 등의 부품 공동구매뿐만 아니라 배터리 또한 공통화하여 가솔린 자동차 수준으로 가격을 낮춰 시장에 대응
 - 플랫폼은 통합하지만 내 · 외관 디자인 등은 각 회사의 브랜드 개성을 유지하기 위해 개별적으로 설계

■ BMW · 폭스바겐 · 다임러 · 포드 · 아우디 · 포르쉐, 기업 차원의 협력을 통해 유럽 지역 충전소 동맹 사업 추진 (KOTRA 프랑크푸르트 무역관 보고서, 2016.12.19; Reuters, 2017.01.11)

- 2016년 11월, 유럽 내 주요 전기차 생산 기업 6개가 유럽 내 최고 속도의 출력을 가진 충전 네트워크를 구축하기 위한 양해각서에 서명
 - 유럽지역의 약 72,000기의 전기차 충전기 중 5,800기가 급속 충전시설을 갖추고 있지만 출력 속도가 AC 43kW에 불과
 - 2017년도부터 설치될 예정인 초고속 고효율 충전 네트워크는 DC 350kW의 출력으로, 현존하는 충전 시스템 중 가장 빠른 속도를 보유
 - 초기 목표는 유럽 전역에 약 400여 개의 차세대 충전소를 설치하는 것이며, 2020년까지 수천개로 확장하는 것을 목표
- 이번 합작 사업은 테슬라의 독자적인 충전 시스템인 슈퍼차저를 견제하고, 전기차 구매 촉진

- 을 위하여 유럽의 전통적인 자동차 강자들이 손잡은 것
 - 새로운 충전기술은 DC 350kW의 출력으로, 15-20분이면 완전충전이 가능하여 고속도로 휴게소에서 화장실을 다녀오는 시간 정도에 편리하게 이용 가능
 - 30분가량의 충전을 통해 약 270km의 거리를 주행할 수 있는 DC 120kW 출력의 테슬라의 슈퍼차저와 비교했을 때 3배 가까이 빠른 충전 속도
 - 기업들의 적극적인 급속 충전소 설치 참여로 인해 더 많은 소비자가 전기차에 관심을 가지게 될 것으로 예상되어 전기차 시장의 지속적인 성장세가 예상
- 2017년부터 설치될 충전소들은 '통합 충전 시스템(Combined Charging System: CCS)' 표준 기술을 기반으로 설치되기 때문에 다른 규격을 사용하는 전기차 생산 업체들은 충전 방식에 변화를 줄 수밖에 없을 것
 - CCS는 DC콤보를 기반으로 둔 충전 표준으로 유럽과 미국에서 채택되어 쓰이고 있지만 일본 기업인 닛산·도요타·미쯔비시는 차데모 방식을, 프랑스 기업인 르노는 AC3상 충전방식을 사용
 - 이번 충전소들은 CCS 기술을 기반으로 AC 및 DC 전기차 충전에 대한 기존 기술의 표준 용량을 한 단계 더 확대하여 현재 50kW에서 최대 충전 용량 350kW까지 확대
 - BMW와 폭스바겐은 전기차 시장과 충전 규격에서 우위를 점하기 위해 2016년 9월부터 유럽 뿐만 아니라 미국 동부 및 서부 해안을 따라 약 100여 개의 공용 충전기 네트워크를 구축

GREEN MONITOR 기술 · 정책 리뷰 2017 VOL.05 NO.1