

2023

네트워킹

충남과학기술혁신협의회 운영



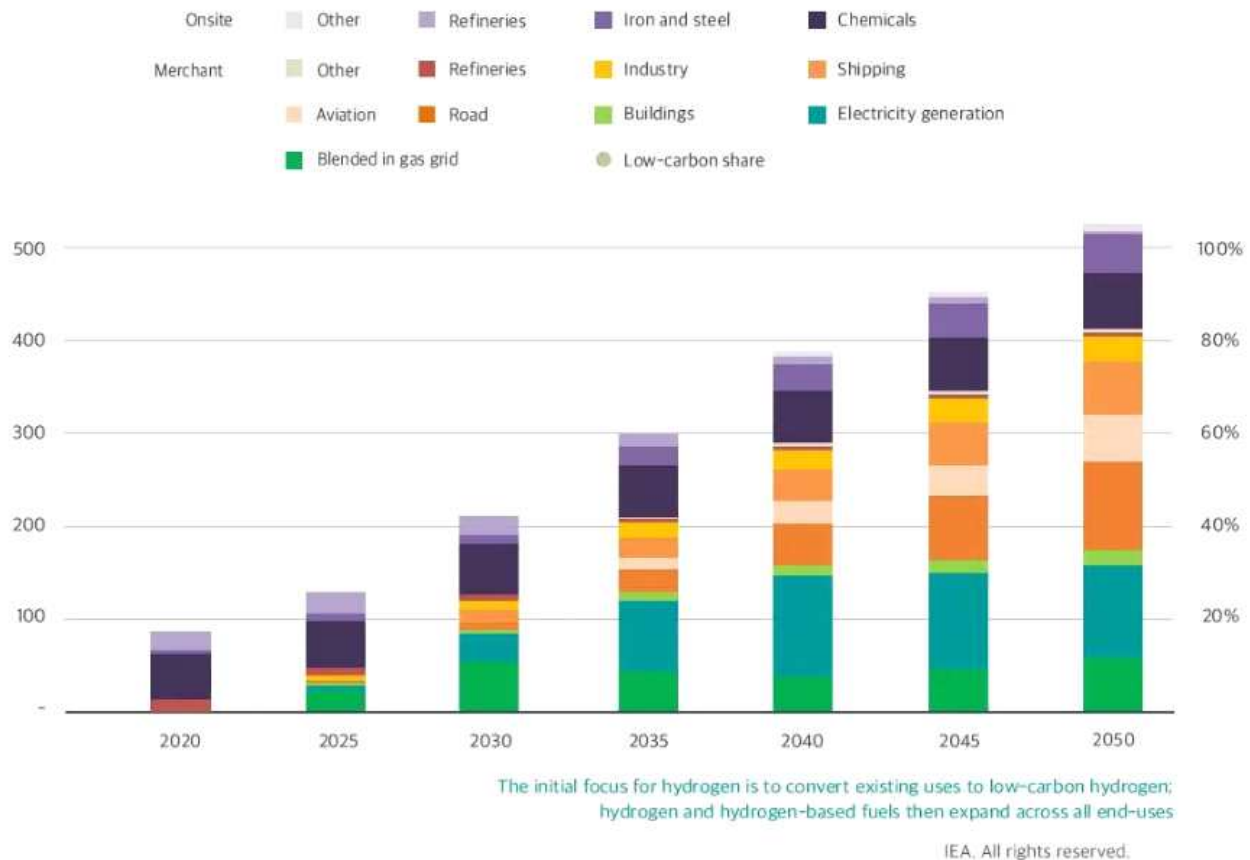
목 차

[요 약]	i
Ⅰ. 연구의 개요 및 목적	1
Ⅱ. 국내·외 수소산업 정책 및 기술 동향 조사·분석	7
Ⅲ. 충청남도 수소산업 추진동향	22
Ⅳ. 충청남도 수소산업 육성 전략	33
Ⅴ. 결론	42
[참고문헌]	43

| 연구의 개요 및 목적

1. 연구 배경

- 세계 온실가스 배출량의 지속적 증가와 지구온난화에 따른 이상기후 피해확산 등 기후변화 위기의 심화로, 국제사회의 관심과 노력이 증대
 - 미국과 EU를 주도로 탄소 1톤당 75불의 탄소국경세를 부과할 계획을 발표하고, 애플, 구글 등의 글로벌 기업이 탄소배출 기업의 퇴출 계획을 발표하는 등 세계적으로 탄소 중립을 위한 경제적·사회적 정책이 강화되고 있음
- 전지구적인 기후변화 대응 방안으로 수소는 탄소중립 실현을 위한 핵심 수단으로 인식되고 그 중요성이 점차 커지고 있음
 - 특히, 청정수소(청색, 청록, 녹색수소 등)는 풍부한 공급 잠재력을 가지며, 발전, 건물, 수송 등 다양한 분야에서 활용이 가능하며, 그 역할이 점차 확대되는 추세임
- 수소에너지는 태양광, 풍력에너지 등이 가지는 간헐적 문제점을 보완할 수 있는 수단이 될 수 있는 것과 동시에 고열량 에너지 운반체로, 탄소 감축이 어려운 산업에서 화석연료를 대체할 수 있는 점을 비롯하여 수송부분에서의 연료로서도 이용이 가능하여 효과적인 탄소 감축 수단이 될 수 있음(이정훈, 2022)
- 수소에너지 수요는 2030년에 약 1억 4,000톤, 2050년에 약 6억 6,000톤으로 최종 에너지 수요의 약 22%를 차지할 전망이며, 이 같은 수요에 발맞춰 국내 수소 시장과 기술 확대가 기대됨(McKinsey, 김채현 외, 2023)
 - 그러나 현재 우리나라는 재생에너지로의 전환이 필수적이나 생산 여력이 부족해 해외 재생 에너지 수입이 절실함
- 우리나라는 수소전기차, 수소충전소, 발전용 연료전지 분야에서의 보급 실적은 세계 1위이나, 수소생산·저장·운송 등 타 분야에서는 선진국과의 기술 격차가 3년에서 7년까지 벌어져 있음(김채현 외, 2023)
 - 이를 극복하기 위해 수소 전주기에서의 핵심 기반 기술을 확보할 필요가 있으며, 전세계 열위 분야에서의 틈새시장 공략을 추진할 필요가 있음



※ 출처 : IEA, Net Zero by 2050

〈그림 1〉 세계 수소와 수소 기반 연료의 수요량(암모니아와 합성연료 포함)

- 충남은 '19년 기준 1억 5,500만톤의 온실가스 배출량을 보여, 전국(7억 100만톤) 대비 가장 많은 비중을 차지함
 - 전국 선탄화력발전소 57기 중 29기가 밀집해 있는 등 대표적인 탄소 다배출 지역으로, 2025년까지 도내 총 12기의 화력발전을 점진적으로 폐쇄할 예정
- 이에 충남도는 민선 8기, 힘센 충남의 새로운 도약을 위해 '탄소중립 경제 특별도'를 선포('22.10.)해, 도내 화력 발전소 폐지에 따른 피해를 최소화하기 위한 방안을 제시하였음
 - 정의롭고 합리적인 산업구조 전환(공정), 자발적 참여와 실천을 통한 라이프스타일 혁신(창의), 청정에너지·친환경 모빌리티 클러스터 조성(혁신) 등 발표
 - 특히 탄소저감 규제자유특구 지정을 통해 관련 신산업 발굴·육성, 수소 혼소·전소 터빈 등 신기술 개발 등을 통한 탄소중립 방안 마련

2. 연구의 필요성 및 목적

- 수소산업을 주도하는 주요 국가 및 국내 지자체들의 산업동향을 살피어 충청도에서 수소산업을 발전시킬 수 있는 방안을 마련하고자 함을 목적으로 함
- 새로운 산업을 발전시키기보다 기존의 주력산업이 마련된 지역을 중심으로 주변 생태계를 발전시켜나갈 수 있는 방안을 모색함

3. 연구의 범위 및 방법

○ 연구의 범위

- 수소산업 분야 선진국 정책 및 생태계 현황
- 국가별 수소산업 기술현황
- 우리나라 수소산업 정책 및 기술 동향
- 충청남도 수소산업 정책 및 기술 동향
- 충청남도 수소산업 인프라 현황

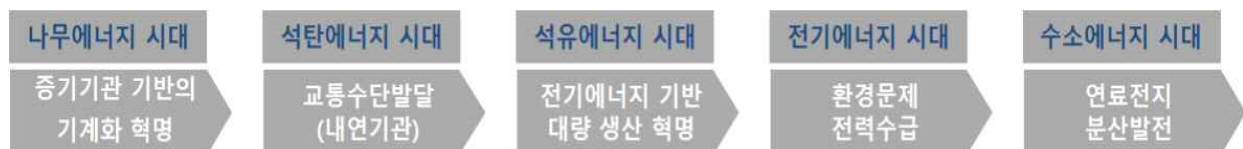
○ 연구의 방법

- 문헌 연구 고찰
 - 정책 및 기술 동향 파악 : 선진국 중심의 수소산업 정책 및 기술 파악
 - 선행연구 고찰 : 수소산업 정책과 기술 및 관련 기술별 적용 법·제도적 한계 고찰
- 각종 자료수집
 - 수소산업 관련 충청남도 최신 정책 현안 등
 - 시·군별 수소산업 인프라 및 제품·서비스 산업 구축 현황

1. 국외 수소산업 정책 및 기술현황

1) 국외 수소산업 정책 추진 현황

- 글로벌 에너지믹스의 변화 및 기술혁신으로 인한 수소에너지에 대한 관심이 크게 증가
 - 탄소중립 실현을 목표로 미래 수소시장 선점을 위해 국가별 강점에 기반한 수소경제 전환 로드맵 수립·발표 중
 - ※ (미국) 수소생산·발전분야, (중국) 수소모빌리티·연료전지 등 활용분야, (유럽) 청정수소 생산 및 수소 공급망 확보 분야
 - 또한, 전 세계적으로 생산되는 9,000만 톤의 수소를 활용한 해외 각국의 수소 관련 R&D 및 사업화 추진 중
 - ※ (영국) 기존 LNG 배관에 수소를 공급해 건물 및 산업 에너지로 실증 추진
(네덜란드) 유럽 내 2위 수소에너지 생산국으로, 연 27만톤 수소 생산



<그림 2> 에너지 패러다임 변화

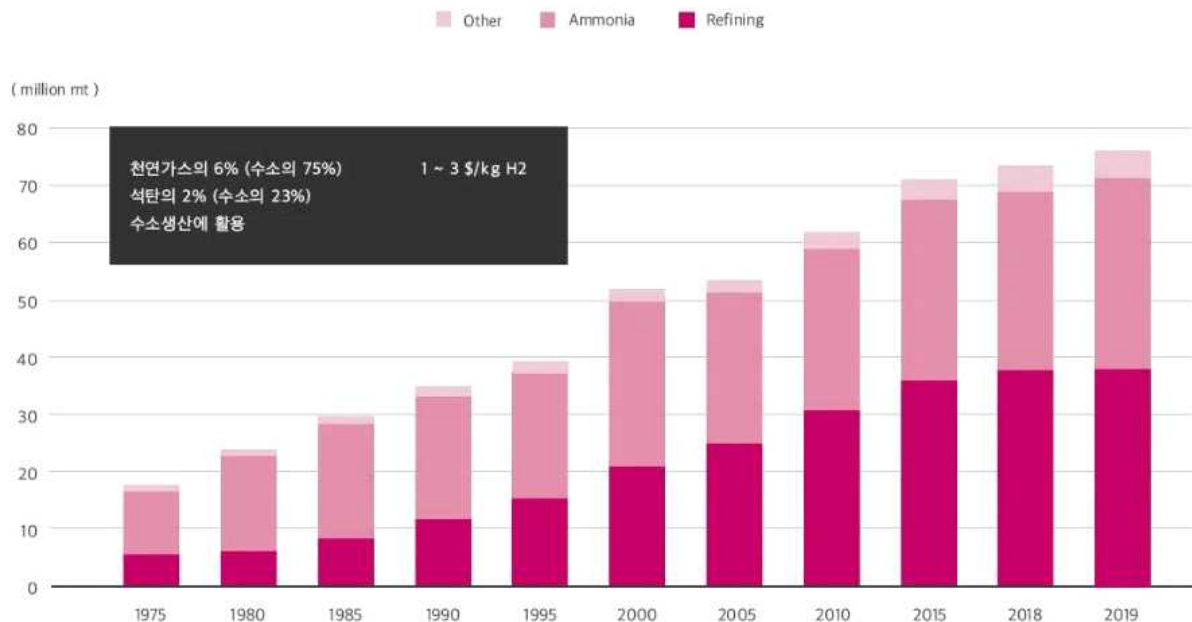
- 해외 선진국들은 이미 스마트팜의 중요성을 깨닫고 지속가능한 스마트팜을 향하여 관련 정책을 적극적으로 펼치고 있음
 - (미국) 캘리포니아 주의 대표적인 연료전지 협력사업인 California Fuel Cell Partnership (CaFCP)과 DOE와 기업이 협력하여 만들어진 민간 협의체 H2USA를 중심으로 청정 수소 에너지 기술의 광범위한 실용화 목표를 삼고 있음
 - (유럽연합) EU집행위원회는 유럽 수소 전략 3단계를 발표함으로써, 그린수소 생산을 위한 대규모 풍력 및 태양광 발전소 설립, 수소 밸리 개발을 통한 산업, 교통, 가정용 건물의 수소 활용, 범유럽 수소그리드 계획 등을 수립함
 - (독일) 탈탄소화 전략을 수립함으로써 수소산업 육성을 선택해 총 38가지 적용 분야를 선정하여 분야별로 조치를 제시하는 등 다양한 계획을 수립함

- (중국) 2020년부터 본격적으로 수소 관련 산업 정책을 개발하고 투자를 추진하며 2030년까지 상용화 목표를 수립함
- (일본) 수소 기본 전략을 토대로 이용(수송, 발전, 연료전지)과 공급(화석연료, 그린수소 등) 분야에서의 전략 로드맵 목표를 수립해 각 분야별 규제개혁과 기술개발 중

2) 국외 수소산업 기술동향

(1) 수소생산

- 전 세계의 연간 수소 생산량은 약 6,500만 톤이며 수소 생산 시장의 성장률은 연평균 5.2%를 지속할 것으로 예측됨(김채현 외, 2023)
 - 수소에너지, 암모니아 및 메탄올 공정, 오일샌드인 정유 및 석탄 가스화 공정의 수요 증가에 의한 것으로 판단됨(H.B.Lee, 2021)
- 각국은 이러한 수요에 발맞춰 부생수소, 개질수소, 수전해수소 방식을 채택하여 수소를 생산하고 있음



※ 출처 : S&P Global Platts Analytics, World Energy Demand Model, International Energy Agency
〈그림 3〉 현재 세계 수소의 생산 및 활용(1975~2019년)

(2) 수소저장 및 운송

- 수소 저장 및 이송방식은 고압 기체, 액화, 고체로 크게 3가지로 나뉨
 - (고압기체 방식) 가장 상용화된 방식
 - (액화 저장 및 이송방식) 수소 대량 저장 및 공급에 필요한 핵심기술로, 미국과 유럽이 선도
 - (고체 저장 및 이송방식) 세계적으로 연구개발 단계에 머물러 있으나 활발한 연구개발이 이루어지고 있음

(3) 수소활용

- 모빌리티(수소전기차 및 수소충전소)와 연료전지로 구분됨
 - (수소전기차) 1990년대 초 기술 개발이 시작되었고, 주요국 중심으로 수소전기차 시장에 대한 계획을 수립하고 있음. 미국은 2030년까지 100만대 이상을 보급할 계획이며, 독일과 영국의 경우, 각각 2030년까지 180만대, 160만대를 보급할 계획임
 - (수소충전소) 2030년까지 미국, 독일 1,000대, 중국 900대를 보급할 계획임. 중국의 경우, 수소충전소의 설치비 60%까지 지원하고 있으며, 일본의 경우, 설치비와 운영비를 50%까지 지원하고 있음

표1. 수소에너지 생산방식 분류

구분		주요내용	지역별 추진현황
생 산	① 부생수소 에너지생산 기술	화학공장이나 제철소의 원자재 생산 과정에서 발생하는 혼합가스 중 수소를 포집 정제를 통해 순도 높은 수소를 생산	- 제조원가는 약 2,600원/kg 정도로 가장 경제적 - 국내 대부분의 수소충전소의 수소 공급 방식 - 주요 부생수소 지역으로는 울산, 여수, 당진, 대산 포항 등이 있음
	② 개질방식 수소 생산 기술 (SMR방식)	수소경제 구현을 위해 초기 단가와 수요를 충족하기 위해 도시가스나 물을 사용하여 수소 생산	- 제조원가는 약 4,000원/kg으로 부생수소 대비 거의 2배로 비용 상승이 우려되나 개질방식 수소시스템은 도시가스 배관망이 구축된 지역에서 수소 및 연료전지 활용 가능
	③ 재생 에너지활용 수소생산 기술	재생에너지 수전해 수소생산은 다른 방식과 비교하였을 때, 탄소배출이 없는 자연 순환 수소에너지 생산 방식	- 전력을 사용 수소생산으로 생산 단가는 약 8,600원/kg 정도로 다른 방식에 비해 고가 - 대규모 풍력이나 태양광발전소의 잉여전력을 활용 수소생산을 통해 경제적 생산 단가를 확보하는 기술개발 필요(향후 수소도시 구현에 활용 가능)

저장	① 압축 저장방식	이용이 편리하고 부피가 작아 소량이용에 적합하지만 압축 과정의 에너지 소모가 크고 감압 시 위험하기 때문에 저 장용기의 엄격한 특성이 요구	- 현재 500bar 이상의 고압저장용기(튜브트 레일러) 기술 확보
	② 액화 저장방식	대량저장이 가능하고 압축방식 대비 12배의 효율	- 안정성, 경제성 측면에서 기체수소보다 유리 (기체 대비 부피 1/800, 운송비용 1/10) - 국내 수소액화 플랜트가 없어 핵심 기술 국산화 추진
	③ 고체 저장방식	수소 저장방식중 가장 안전하 지만 세계적으로 아직 초기단계, 장기적 기술 확보 지원 확대	- 수소저장합금 등 고체물질의 내부 또는 표면에 수소를 고체형태로 안전하고 효율적으로 저장 운송

2. 국내 수소산업 정책 및 기술현황

1) 국내 수소산업 정책 추진 현황

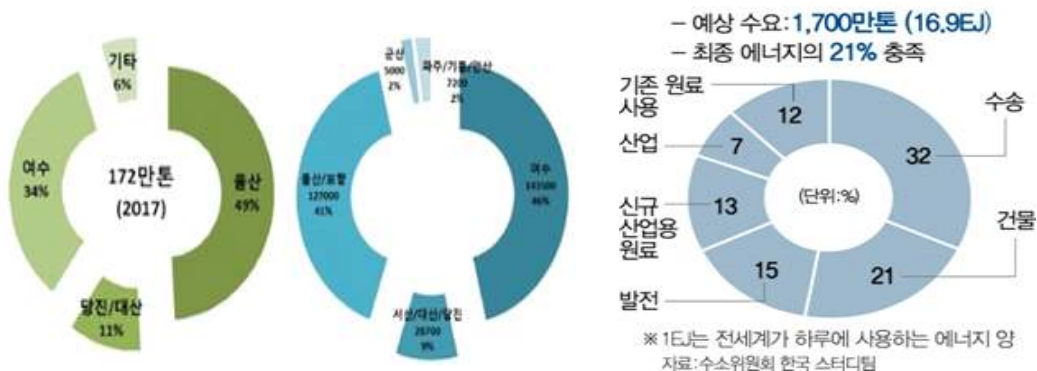
- 수소경제* 활성화 로드맵 발표('19.1.)를 통해 제도적, 법적 기반 마련 중

* 수소를 중요한 에너지원으로 사용하고, 수소가 국가경제, 사회전반, 국민생활 등에 근본적 변화를 초래하여, 경제성장과 친환경 에너지의 원천이 되는 경제

- 국내 주요 지자체에서는 수소에너지와 연료전지를 활용한 산업 육성 및 정부 실증사업 추진이 크게 증가

- 현재 수소생산은 울산, 여수, 대산을 중심으로 생산되어 반도체 철강, 화학단지 위주로 대부분이 소비되고 있음

- 2050년 이후 건물, 수소, 발전 등 연료로 사용되어 수소 수요량은 크게 증가할 것으로 판단됨



〈그림 4〉 지역별 수소생산 및 소비량분석

〈그림 5〉 2050년 국내 수소수요 전망

- 우리나라는 수소전기차, 수소충전소, 발전용 연료전지 분야에서의 보급 실적은 세계 1위이나, 수소생산·저장·운송 등 타 분야에서는 선진국과의 기술 격차가 3년에서 7년까지 벌어져 있음 (김채현 외, 2023)

- (수소 모빌리티) 상용차 모델 생산 확대 및 지자체 보급 사업을 통한 가격 경쟁력 확보 등 목표 수립

- (발전용 연료전지) 고효율 및 발전, 난방이 가능한 제품 위주로 시장 확대, 국산 자재와 부품의 해외 진출 계획 수립

- (액화수소 운송선) '29년까지 수소 3천 톤 급 액화수소 운송선을 시범건조 및 운용함으로써 수출을 추진하며 핵심 기자재를 국산화하여 안정적인 공급기반 마련 계획

- (수전해) 그린수소 실증 등을 통해 국내 생산·운영 기술을 확보하고 국내 소부장 기업을 발굴, 연계해 공급망을 내재화함으로써 국내 생산 역량 확충 계획과 해외 틈새시장 공략 목표를 수립함
- (수소충전소) 한국형 수소충전소 표준 모델 개발을 위해 수소자동차 수출과 연계하여 주요국 시장에 진출할 계획 수립

표 2. 수소시범도시·클러스터·규제자유특구 조성 현황

도시	주요내용	비고
강원	클러스터 구축	유통(저장·운송)
	규제자유특구	액화수소산업 규제자유특구('20.7.)
부산	규제자유특구	암모니아 친환경에너지 특구('21.11.)
안산	수소시범도시	수소생산-조력발전 접목 친환경 도시
완주	수소시범도시	수소생산 CO ₂ 활용 및 수소 홍보관 조성
울산	수소시범도시	부생수소를 도심 내 건물 충전소로 활용
	클러스터 구축	활용(연료전지/모빌리티)
	규제자유특구	수소 그린모빌리티 규제자유특구('19.11)
인천	클러스터 구축	생산분야
전북	클러스터 구축	생산분야
전주	수소시범도시	수소생산 CO ₂ 활용 및 수소 홍보관 조성
충남	규제자유특구	수소에너지 전환 규제자유특구('20.7.)
충북	규제자유특구	그린수소산업 규제자유특구('21.73)

2) 국내 수소산업 기술동향

(1) 수소생산

- 국내 수소는 2015년을 기점으로 다양한 방법으로 190만 톤이 생산되어 이 중 75%는 정유공장에 사용되고, 납사분해와 천연가스 개질로 생산된 수소 26만톤이 판매됨)
- 알칼라인 수전해 및 proton exchange membrane electrolysis(PEM) 수전해를 민관 협업 R&E로 대용량화 하여 소부장 국산화 및 고효율화 목표를 수립함

(2) 수소저장 및 운송

- 국내의 경우, 수소 저장, 이송, 차세대 해외 수소 저장 기술, 수소 보급 기술 부문으로, 크게 4가지로 나누어 부문별로 고도화할 계획을 수립하고 지속적으로 추진 중임

(3) 수소활용

- 수소 모빌리티 부문에서 수소전기차(수소승용차, 수소상용차)와 차세대 모빌리티(수소 철도, 수소 선박 등)를 분야별로 분류하여 목표를 수립함
- 수소충전소 부문의 경우, 글로벌 경쟁력을 갖춘 한국형 수소충전소 표준 모델을 개발할 목표를 수립함

표3. 우리나라 수소 생산 및 판매(2015년 기준)

생산방식	생산비율(%)	판매비율(%)
정유공장	74.9	-
납사분해	12.9	47.4
천연가스 개질	6.4	33.4
CA공정	2.8	12.0
기타유화	2.6	6.0
제철	0.4	1.3
생산 및 판매량(만톤)	190	26

※ 출처 : 수소융합얼리아언스 수송용 수소연료가격 설정 및 수급관리방안 보고서(2017)

3) 국내 수소산업의 기술수준 대비 문제점 분석

(1) 공급

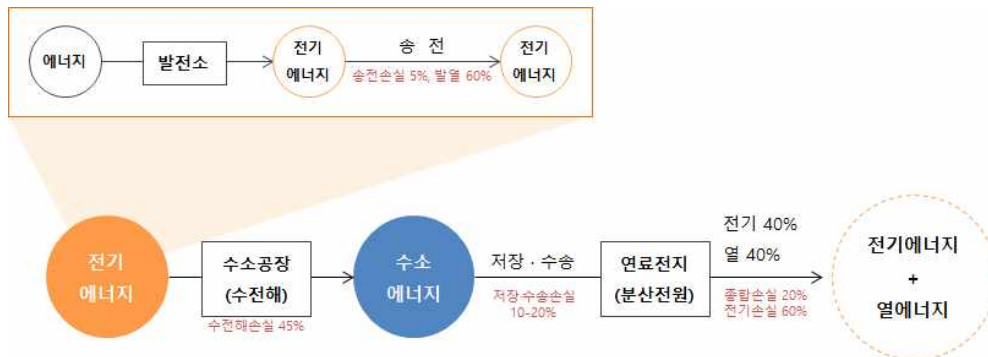
- 재생에너지를 활용한 수소생산은 매우 낮은 수준
 - 현재 국내 수소 생산은 90% 이상이 석탄의 가스화(gasification), 천연가스의 수증기 개질(vapor reforming)등을 통해 생산. 이 과정에서 화석연료는 이산화탄소, 수소로 분리
 - 청정수소는 생산비용이 높으며, 청정수소 공급을 위한 재생에너지도 부족
- 700-800bar에서 기체압축기술 한계 직면
 - 압력탱크에 기체수소를 넣을 수 있는 압축기술의 한계치에 도달(700-800bar)
- 파이프운송 중 수소 소성 및 취성 발생
 - 수소 운송 중 수소가 파이프라인에 침투, 강재의 물성이 변화되고 파이프라인 내구성에 문제 발생, 따라서 수소 공급을 위해 기존 천연가스(LNG) 탄소강 파이프라인을 그대로 사용하는 경우 수소 소성 및 취성 문제 발생

○ 저장 운송 및 충전소 고비용

- 수소연료가격(시판가격7,200~8,000원/kg)으로 환산한 전기차용 전기가격은 1,350원/kg, 디젤 가격 8,000원/kg
- 수소원가구조(수소1kg)는 제조 3,000원, 저장운송 7,000원, 충전 44,000원 등 5만원 이상 (수소 인프라 확충과 수요 증대 시 8,000원대까지 하락)

○ 전기→수소 및 수소→전기 에너지전환 과정에서 에너지 효율 하락

- 에너지 형태가 전환되는 발전소(다양한 에너지원→전기), 수전해 수소공장(전기→수소), 연료전지 (수소→전기)에서 에너지 손실 발생



<그림 6> 에너지 전환 효율

(2) 수요

○ 경쟁 에너지원 대비 가격경쟁력 열세로 보조금 없이는 수요 확보는 곤란

- 경쟁력 있는 수소 가격 유지, 수소차와 관련 인프라 확산을 위해 보조금 지급
- 향후 보조금 지원 없이 운영되는 수소경제의 빠른 실현이 중요

○ 소비자가 직면하는 인프라 부족

- 소비자가 인식하는 인프라는 수소전기차 관련 충전소
- 수소 파이프라인도 울산지역 외에는 거의 부재
- 가정용 연료전지는 거의 보급되어 있지 않은 상황이며 신재생에너지 공급의무화제도 도입으로 연료전지발전 시장 확대 예상

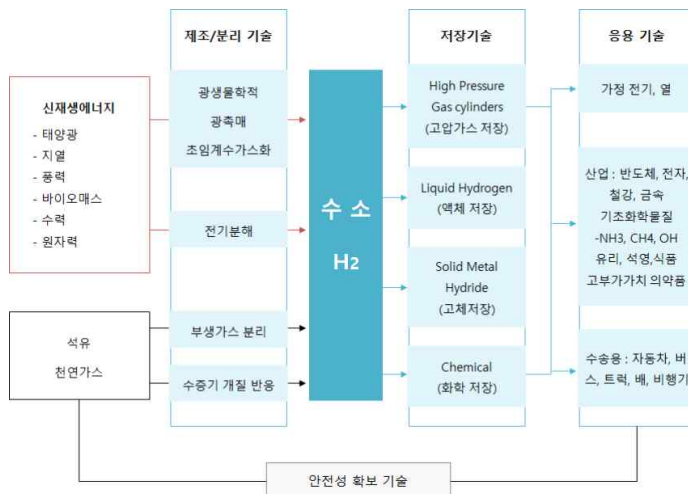
○ 연료전지 성능(효율성, 내구성, 경제성) 미흡

- 촉매 백금 가격이 1kg당 1억원 이상이며 연료전지는 사용할수록 성능이 급격히 저하되어 연료 전지 내구성 장수명화 기술 개발 필요

- 연료전지와 수소자동차의 상용화를 위해 가격과 성능 문제를 모두 해결할 수 있는 비귀금속 촉매 개발 중

○ 연료전지 발전소는 분산전원으로 좁은 부지에 설치가 가능하지만 경제성이 낮음

- 높은 발전단가(1kWh) 연료전지 250원, 태양광 120원, 풍력 90원('18년)
- 높은 발전소건설비용 30MW 연료전지발전소 건설에 5,520억 원 투자가 필요한데 이 투자액으로 약 450MW 규모의 복합 화력 발전소 건설 가능
- 높은 유지관리비, 짧은 스택 수명



<그림 7> 국내 수소에너지 생태계

구 분		국 내	일 본	미 국	유 럽
활 용	수소차	●	●	●	●
	기타 모빌리티	○	●	●	●
	연료	●	●	●	●
	전지 발전	●	●	●	-
생 산	부 생	●	●	●	●
	추 출	●	●	●	●
	수 전해	●	●	●	●
저 장	기 체	●	●	●	●
	액 화	●	●	●	●
	액 상	○	●	●	●

<그림 8> 수소기술 현황 비교

표4. 신정부 국정과제 및 국정과제별 충남도 연계 사항

국정과제	주요내용
21. 에너지안보 확립과 에너지 신산업신시장 창출	○ (에너지 신산업) 태양광, 풍력산업을 고도화하고 고효율·저소비형 에너지 수요관리 혁신, 4차산업 기술과 연계한 신산업 육성 추진 - 안정적 청정수소 생산공급기반을 마련하여 세계 1등 수소산업 육성 ▶ (충남도정 방향) 블루수소 클러스터 구축, 수소산업 전문기관 신설 및 해양수소드론 허브구축과 이와 연계한 CCUS(탄소 포집·저장·활용) 실증단지 조성 등 연계 추진 ▶ (충남도정 인수위) 베이밸리 메가시티(기회발전 특구(ODZ)) 건설 * 수소에너지 융복합산업벨트 조성, 아산만 씨클형(평택-아산-천안) 순환철도 신설 등
24. 반도체·AI배터리 등 미래전략산업 초격차 확보	○ (사회문제 해결) 팬데믹인구구조기후위기 등 문제해결형 신산업 육성 - 수소, CCUS 등 탄소중립·미세먼지 대응 에너지 신산업 조기 상용화
88. 미세먼지 걱정없는 푸른 하늘	○ (초미세먼지 국내 감축) 초미세먼지 30% 감축 로드맵 마련을 위해 「대기환경개선 종합계획」 재수립('22년) - 전기차·수소차 등 무공해차 보급 확대 등 ▶ (충남도정 방향) 새정부의 화석연료 발전비중 축소 기조에 따른 충남 석탄화력발전소 조기 폐쇄 적극 노력, 미세먼지 다량 배출 사업장 관리 강화

※ 출처 : 윤석열정부 110대 국정과제(인수위최종), 국정과제별 충남도 주요 연계사항

2. 충청남도 수소산업 기술동향

(1) 수소생산

- 부생수소 중심 공급 인프라, 블루수소 생산플랜트 구축을 추진 중이며, 그린수소 생산을 위한 수전해 연구기반 구축이 추진 중임
 - (대산) 대산석유화학단지 중심으로 수소 파이프라인, 고순도 수소생산 기술을 보유하고, 연간 약 21만톤의 수소를 활용하고 있음
 - (보령·당진) 부생수소 출하센터 구축을 지속·확대하고, 공급망 구축을 위해 블루수소 생산플랜트 등 추출수소 생산기지를 건설 중임
 - * (부생수소 출하센터) 현대제철 2천톤/년 완료('21.4)
 - (당진) 수전해 설비 연구기반 구축 및 플라스틱 활용 수소생산 추진 중

표5. 충청남도 내 수소 생산 기업 리스트 및 생산 능력

업체명	지역	제조방식	생산능력 (ton/year)	비고
계	6개 업체		212,000	
현대오일뱅크	대산	메탄개질	156,000	자체공정활용
한화토탈	대산	메탄개질	39,000	자체공정활용
LG화학	대산	NCC+메탄개질	6,700	자체공정활용
롯데케미칼	대산	NCC+메탄개질	6,700	자체공정활용
현대제철	대산	COG	3,400	자체공정활용
한국서부발전	태안	해양바이오	300	수요활용처 발굴 중

※ 출처 : 충청남도 수소산업 육성 T/F 구성·운영 계획(안)(2022.7.)

- 현대 부생·추출수소 중심으로 수소 공급은 확대되고 있으나, 그린·블루수소 생산·도입을 위한 인프라는 부족함
 - 그린·블루수소 기술은 선도국 대비 4~7년 기술격차가 존재하여 친환경적인 생산으로 전환하기 위한 기술적 난제 및 재생에너지 부족문제 해결이 요구됨
 - 수소 가격 안정화, 그린수소 확대를 위한 해외도입 필요성에도 해외 프로젝트 참여와 도입 인프라 구축은 미흡하 상황임

(2) 수소 저장·운송

- 최근 3년간('18~'20) 수소 모빌리티의 핵심 인프라인 수소충전소 보급을 확대하고, 수소 충전소 부품 국산화율 개선을 위해 노력함
 - ※ 충전소 보급 추세(누적) : ('18) 1기 → ('19) 2기 → ('20) 8기 → ('21) 16기
 - ※ 충전소 부품 국산화율(당진) : 40% → 60%

- 수소에너지 전환 규제자유특구를 활용한 이동식 수소충전, 드론용 액화수소탱크 등 저장·운송 기술 국산화를 위한 실증 추진
- 연료비 보조('21.4.), 수소 공동구매('21.12.) 수송용 튜브트레일러 지원('21.12., 50% 국고보조) 등 수소충전사업자 지원

(3) 수소활용

- 수소경제 활성화 로드맵 발표('19.1.) 이후 현재까지 수소차, 연료전지 보급 활성화
- 국가혁신클러스터 사업, 수소연료전지차 부품실용화 및 산업기반 육성 사업 등으로 수소 활용 분야 연구개발 기반조성 및 기업지원사업 추진

(4) 기반조성

- 석유화학단지 및 제철단지, LNG터미널 입지 및 수도권 인접지역으로 지리적인 강점을 보유하여 수소 산업으로의 민간투자 대폭 확대

표6. 수소 세부 분야별 수소산업 실행방안(안)

구분		주요내용	지역별 추진현황
생 산	① 부생수소 공급	수소 모빌리티 활성화를 위한 충전소에 필요한 수소 공급 시설 구축	- (당진) 송산 현대제철 내 부생수소 출하센터 구축 완료(21.3., 1,700톤/년) - (서산) 대산 현대오일뱅크 내 부생수소 출하센터 구축 완료(21.7., 1,120톤/년) 및 롯데케미칼 대산공장 내 부생수소 출하시설 구축 예정('24년말, 7,200톤/년)
	② 블루수소 플랜트 구축	세계 최대 규모 블루수소 생산기지 및 액화수소 핵심 인프라 구축	- (보령) 보령시-SK E&S, 한국 중부발전 연계, 보령 발전보수 유희부지 내 연간 청정수소 25만톤 생산(26년 말)
	③ 재활용 및 바이오 이용	수소생산방식의 다양성 확보를 위해 축산분뇨 및 재활용 자원 활용 수소 생산	- (당진) 송산 2산단 내 재활용 플라스틱 활용 수소생산 방식 도입(18,500톤/년) - (보령) 지역 내 발생한 축산분뇨를 활용하여 수소 생산 기반 구축(220톤/년 생산)
기반구축		친환경 수소생산 목표 달성을 위한 그린수소 생산 기반 구축	- (당진) 그린수소 생산 수전해 부품 개발지원 플랫폼 구축('24) - (홍성) 청정수소 시험평가센터 구축
활 용	① 수소도시 조성	도시의 주된 에너지원으로 수소가 사용되어 공동주택, 건축물, 교통 시설 등에 활용될 수 있도록 수소생산시설, 이송시설(파이프라인, 튜브 트레일러 등), 발전 시설(연료전지) 등의 도시 기반 시설 구축 사업	- (보령) 보령 수소도시 조성사업(연료전지발전 550MW, 수소배관 1km 구축) - (당진) 당진 수소도시 조성사업(연료전지발전 1.8MW, 수소배관 7.5km 수소생산, 23,000톤/년)
	② 발전용 수소 연료 이용	화력발전의 미세먼지 저감 및 이산화탄소 배출 저감을 위해, 발전원료로의 수소 활용 방안 강구	- (보령) 신보령 1호기 대상, usc급 미분탄 보일러 암모니아 20% 혼소 실증 ※ 이산화탄소 연간 91만톤 저감 예상 - (보령) 보령5호기 전환 대체, 수소혼소 50% 발전 가스터빈 국산화 실증 - (서산) 한화임팩트 대산공장 내, 기존 운용 설비 활용 수소혼소 실증 및 폐지된 평택1호 가스터빈 활용 혼소 실증
기업지원		수소특화단지 지정 및 기업지원으로 수소산업 R&D기술사업화 판로개척 등 지원체계 마련	- (수소특화단지 지정) - (수소기업 지원) 수소전문기업 및 예비수소 전문기업 지원
인력양성		지역 대학을 활용하여 도내 수소 전문인력 양성, 수소융합대학원 유치	- (수소융합대학원 유치) 단국대학교('24.2)
홍보		국내·외 수소에너지 산업정보 공유 및 업계 협력을 위한 수소포럼 개최	

1. 발전분야

(1) 국내동향

- 제 10차 전력수급계획의 수소/암모니아 전원 목표치 달성을 위해서는, 다음 그림에 나타난 바와 같이 2030년에 운영되고 있을 43기의 화력발전소 중 절반에 해당되는 21기에 대하여 암모니아-석탄 혼소가 수행되어야 함
- 연회색으로 표시된 발전소는 2030년 이전 폐지 예정인 석탄화력발전소이고, 진회색은 2030년 기준 운영되고 있을 발전소들이며, 초록색은 암모니아 혼소가 필요한 대용량 고효율의 USC 급 발전소들임(그림 1)



Source: "Development and demonstration of commercialization technology for USC coal/ammonia co-fired power plants"
[Ministry of Trade in Korea] (2022.01)

출처: USC 석탄-암모니아 혼소 발전기술 개발 및 실증(산업통상자원부, 2022)에서 수정

<그림 10> 국내 석탄화력발전 현황 및 암모니아 혼소 예정 발전소

- 그림 2 에는 한전·발전 5사 공동으로 발표한 암모니아 혼소/전소 석탄화력, 수소 혼소/전소 가스터빈 복합화력 적용 계획을 정리하였으며, 2050년 기준 암모니아 수요량은 1,300만톤, 수소는 약 300만톤으로 발표됨



출처: 머니투데이, 2021, 10. 7

<그림 11> 한전·발전 5사 공동 무탄소 연료 전원 적용 계획

(2) 충남도 동향

- 전국의 석탄화력발전소 중 약 50%가 충남에 집중되어 있으며, 폐지 후 연료 전환을 수행하는 경우 가스복합 화력으로 전환, 잔존 수명이 많이 남은 고효율 석탄화력에 대해서는 암모니아 혼소 추진 예정
- 아래 표 1 에 충남 지역 석탄화력 현황 및 20% 및 50% 암모니아 혼소시 필요한 암모니아 양을 나타내었음
- 석탄화력에 암모니아 20% 혼소를 위한 실증 연구과제가 진행 중이며 (산업통상자원부/발전사 공동 funding, 2023~2027), 충남 지역의 실증 대상으로는 신보령(중부) 및 당진(동서)이 예정되어 있음
- 20% 혼소 실증 후에는 이를 50% 까지 확대하면서 탄소배출을 더욱 저감할 예정이나, 어느 발전소에 어떠한 방식으로 적용할지에 대해서는 전략적인 접근이 필요함
- 20% 혼소율까지는 보일러 내 연소 시스템의 개조 및 일부 교체만으로도 달성이 가능하지만, 그 이상의 혼소율을 달성하기 위해서는 환경설비 및 보일러 주변설비에 대해서도 상당한 수준의 개조 및 교체 필요
- * 암모니아는 질소를 함유하고 있는 연료로서, 혼소율이 증가하는 경우 질소 산화물(NOx) 및 미연 암모니아 발생 우려가 있어 환경 설비의 보완이 필요함

표 7. 충남 석탄화력 현황 및 잔존 수명

지역	발전사	호기	설비용량 (MW)	준공연도	폐지·전환 연도*	특이사항
당진시	동서발전	당진#1	500	1999	2029	2030년 이전 폐지
		당진#2	500	1999	2029	
		당진#3	500	2000	2030	
		당진#4	500	2001	2030	
		당진#5	500	2005	2035*	—
		당진#6	500	2006	2036*	
		당진#7	500	2007	2037*	
		당진#8	500	2007	2037*	
		당진#9	1,020	2016	2046*	암모니아 혼소 적용 대상
		당진#10	1,020	2016	2046*	
	계		6,040			
태안군	서부발전	태안#1	500	1995	2025	2030년 이전 폐지
		태안#2	500	1995	2025	
		태안#3	500	1997	2028	
		태안#4	500	1997	2029	
		태안#5	500	2001	2031*	—
		태안#6	500	2002	2032*	
		태안#7	500	2007	2037*	
		태안#8	500	2007	2037*	
		태안#9	1,050	2016	2046*	암모니아 혼소 적용 대상
		태안#10	1,050	2017	2047*	
	계		6,100			
보령시	중부발전	신보령#1	1,019	2017	2047*	암모니아 혼소 적용 대상
		신보령#2	1,019	2017	2047*	
		보령#3	550	1993	—	성능개선 진행
		보령#4	500	1993	—	
		보령#5	500	1993	2026	2030년 이전 폐지
		보령#6	500	1994	2026	
		보령#7	500	2008	2038*	—
		보령#8	500	2008	2038*	
	계		5,088			
서천군	중부발전	신서천#1	1,018	2021		

*폐지연도가 확정되지 않은 발전소에 대해서는 30년 수명 기준으로 폐지연도 작성

- 또한 국가적으로 복합화력용 가스터빈 복합 발전기에 기존의 천연가스(LNG) 대신 암모니아 또는 수소를 혼소할 예정이며, 향후에는 수소 전소 가스터빈 개발을 통해 탄소배출 zero 를 달성할 예정임
- 위 그림에 나타난 것처럼, 현재는 가스터빈에 기존의 천연가스를 기반으로 수소를 혼소하는 것을 기본 계획으로 삼고 있으나, 암모니아를 그대로 혼소하는 것도 기술개발 진행 중

- * 가스터빈에 암모니아를 혼소하는 경우 석탄에서와 마찬가지로 질소 산화물 및 미연 암모니아 증가 우려가 있고, 수소를 혼소하는 경우에도 고온 영역 형성으로 인한 질소 산화물 증가 우려가 있음
- 충남은 당진 및 보령에 가스터빈 복합 발전 총 7호기가 가동되고 있으며, 향후 석탄화력이 폐지되면서 연료 전환에 의해 점점 늘어날 것으로 예상됨

표 8. 충남 가스터빈 복합화력 현황 및 잔존 수명

지역	발전사	호기	설비용량 (MW)	준공연도	폐지연도*	특이사항
당진시	GS EPS	GS당진복합 #1	500.75	2001	2031	—
		GS당진복합 #2	533	2008	2038	
		GS당진복합 #3	632	2013	2043	
		GS당진복합 #4	846	2017	2047	
	계		2,511.75			
보령시	중부발전	보령복합#1	450	2002	2032	—
		보령복합#2	450	2002	2032	
		보령복합#3	450	2002	2032	
	계		1,350			
*폐지연도가 확정되지 않아 30년 수명 기준으로 폐지연도 작성						

출처: 전력통계정보시스템, 2023

(3) 권역 세분화 전략(안)

- 발전 분야에서는 대용량 석탄화력발전소가 존재하는 (1) 당진(동서발전), (2) 태안(서부발전), (3) 보령(중부발전)권 및 (4) 내륙권 으로 세분화할 수 있으며, 보령의 경우에는 서천(중부발전)과 함께 권역으로 묶는 것도 가능할 것으로 보임
- 당진권의 경우, 석유화학단지와 제철소가 함께 있어 수소 및 암모니아 확보 및 활용에 있어 공동의 대응이 필요하며, 다른 권역에 비해 훨씬 많은 수요량을 가지고 있음
- 태안권 및 보령-서천권의 경우 대용량의 수소 및 암모니아 수요가 발전소에 대부분 몰려있을 것으로 예상되며, 이를 고려할 때 초기에는 암모니아 쪽 인프라에 집중하고 이후 이들이 가스 복합화력으로 전환될 때를 대비하여 수소 쪽 인프라를 점차적으로 확장하는 전략 필요
- 내륙권의 경우, 열병합 발전(아산배방, 내포) 설비가 가스복합 화력으로서 집단에너지를 공급하고 있는 정도로서, 위 3개 권역에 비해 발전량이 적음 (아래 표 참조) 수소/암모니아 발전은 해당 열병합 발전에 적용하거나, 연료전지 등의 적용을 타진할 수 있음



※ 출처 : 충남연구원, 2023

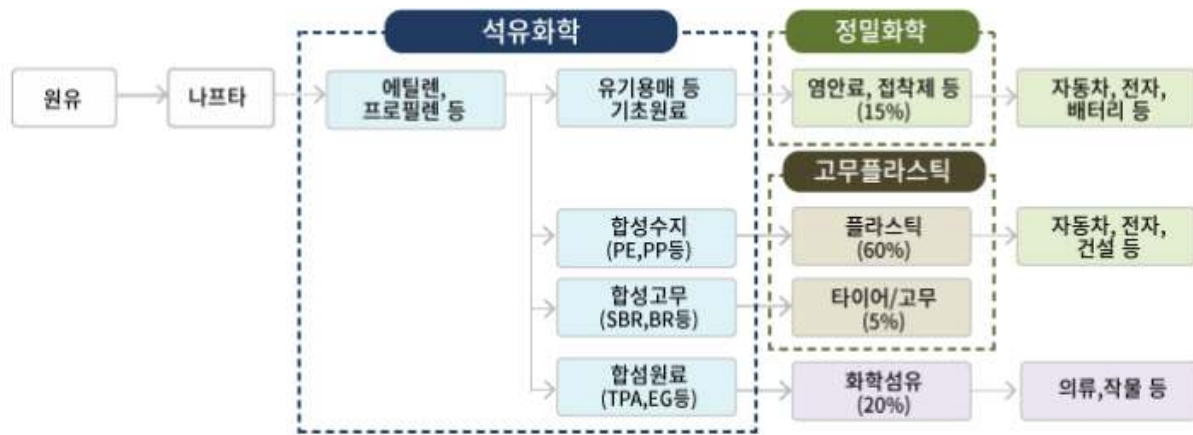
〈그림 12〉 발전분야 충청도 내 권역 분류

- 수소/암모니아 생산-저장-이송-활용 전반에 대해 권역별로 밸류체인을 분석한 결과는 아래와 같음
 - (당진권) 암모니아 터미널과 발전소가 근접하여 있으며 동일 권역에 대용량 수소/암모니아 사용처가 존재하고 있어 암모니아 수급이 더욱 원활할 수 있다는 장점이 있음. 동서발전, 현대제철, 대산석유화학 단지를 연결할 수 있는 공통적인 수급 및 활용 체계 구축 필요
 - (태안권) 암모니아/LNG 터미널이 근접해있지 않아 연료 수급에 있어서 타 권역과 비교할 때 어려움이 예상되며, 좀 더 장기적인 관점에서의 접근이 필요함.
 - (보령-서천권) 암모니아/LNG 터미널이 근접해 있어 무탄소 연료 수급이 용이하다는 장점을 가지고 있으나, 주변에 대용량 수요처가 발전소에만 집중되어 있어 중부발전 주도의 발전분야 탈탄소화를 지자체가 지원해주는 형태로 진행 필요
 - (내륙권) 내륙권의 경우 대용량 발전소가 부재하여 수요처 확보가 어렵지만, 다양한 형태의 무탄소 전원 발전 기술의 실증과 함께 지리적 잇점을 활용한 충청도 내 3대 주요 권역에 전문 인력 공급 역할 수행이 가능함

2. 석유·화학산업 분야

(1) 국내동향

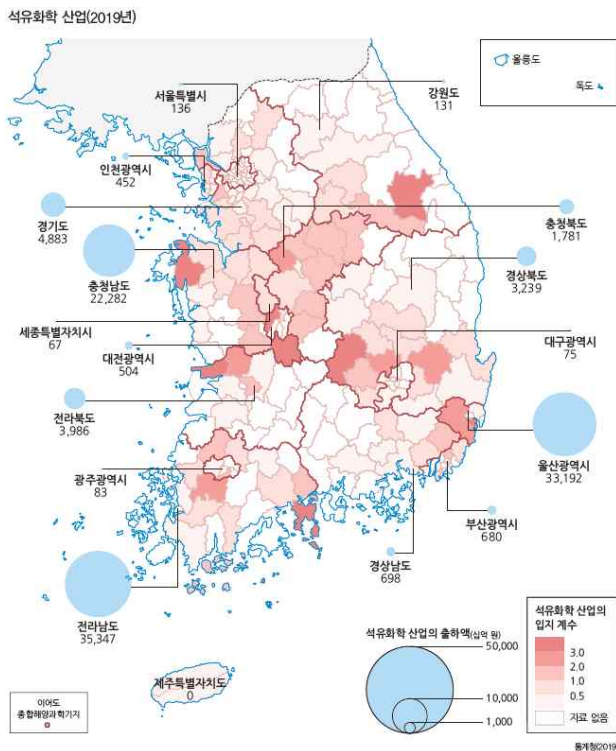
- 석유화학산업은 나프타와 같은 석유제품이나 천연가스를 원료로 에틸렌, 프로필렌, 벤젠, 톨루엔 등 기초유분을 생산하고, 기초유분을 원료로 합성수지(플라스틱), 합성섬유(폴리에스터, 나일론 등), 합성고무 그리고 정밀화학 중간재와 화성품을 제조하는 산업임
- 또한 의류, 휴대폰, 가방 등 소비품의 70%는 석유화학제품으로 구성되어 있을 만큼 실생활에 없어서는 안될 생활밀착형 산업이며, 최근 목재나 천연섬유 등 천연소재를 저렴한 비용으로 대체하여 친환경 생산 공정에 대한 도입이 진행되고 있는 산업임



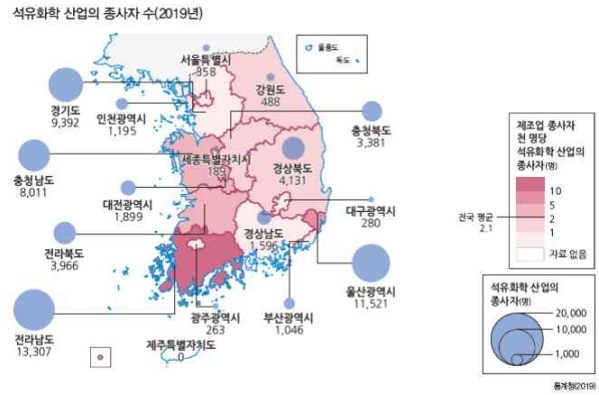
※ 출처: Invest KOREA, www.investkorea.org]]

〈그림 13〉 석유화학산업의 가치사슬 현황

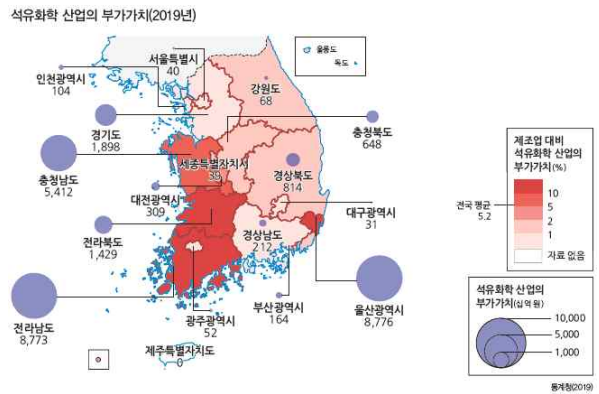
- 제10차 한국표준산업분류에 따르면 석유화학 산업은 기초 화학물질 제조업과 합성고무 및 플라스틱 물질 제조업에 해당함. 석유화학 산업의 입지 계수는 여수, 울산 남구, 서산, 정선, 군산, 금산, 대전 유성구, 김천 순으로 높게 나타나며, 전남, 울산, 충남, 경기, 전북 순으로 집중도가 뚜렷하다. 석유화학 산업의 종사자 수는 전남, 울산, 경기, 충남, 경북 순으로 많으며, 부가가치는 울산, 전남, 충남, 경기, 전북 순으로 많음. (출처: 국토교통부 국토지리정보원)



〈그림 14〉 지역별 석유화학산업 분포



[지역별 석유화학산업 종사자 수 분포]

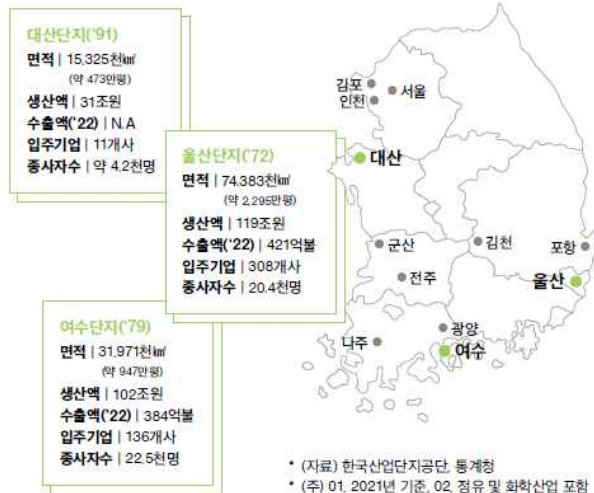


〈그림 15〉 지역별 석유화학산업 부가가치 분포

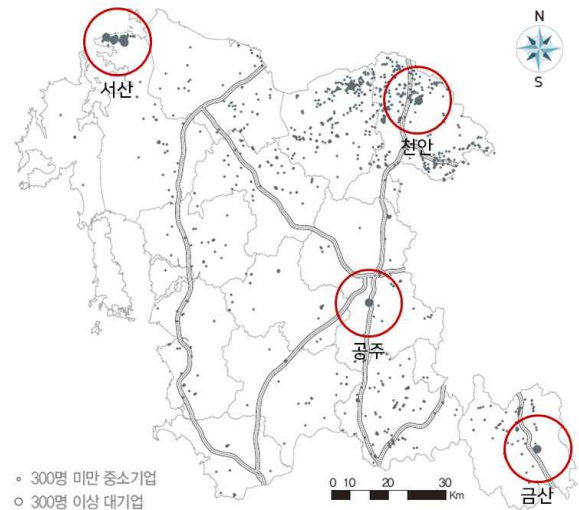
(출처: 국토교통부 국토지리정보원, <http://nationalatlas.ngii.go.kr/>)

(2) 충청남도 동향

- 충청남도의 대표적인 석유화학단지는 서산 대산 산업단지로 전국 석유화학단지 중 면적과 규모에서 울산과 여수 다음으로 큰 규모임
 - 서산 대산산업단지에 위치한 주요 기업으로는 롯데엠시시, 롯데케미칼, HD현대 OCI, HD현대오일뱅크, HD현대케미칼, HD현대코스모, LG화학, 코오롱인더스트리, 한화임팩트, 한화토탈에너지스가 있음
 - 서산 대산산업단지 외 300명 이상의 대기업을 기준으로 천안, 공주, 그리고 금산에 석유화학기업이 위치하고 있으며, 300명 미만은 중소기업의 경우 주로 천안, 아산 등 충남의 대도시를 기점으로 입주되어 있는 분포를 보임



〈그림 17〉 2021년 기준 전국 석유화학단지 현황
(출처: 한국석유화학협회)]

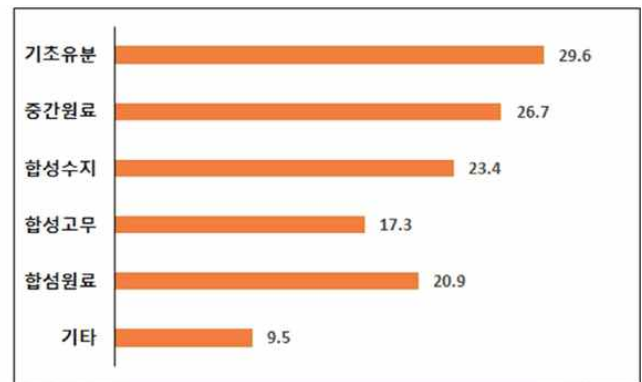
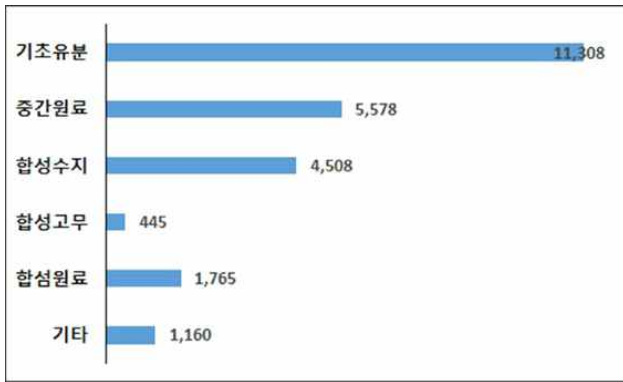


〈그림 18〉 2016년 기준 충남지역
석유화학기업 분포 현황
(출처: 충남연구원)]

- 충남 석유화학산업은 NCC 설비¹⁾의 기초유분·중간원료·합성수지 등을 생산하고 있으며, 일부 합성원료, 합성고무, 기타 화성품을 생산하고 있음
 - LG화학의 경우 주요 석유화학제품 모두를 생산하고, 한화토탈에너지스는 에틸렌과 벤젠 계열의 기초유분과 SM, PX 방향족, PP 중심의 합성수지를 주로 생산 중임
 - SM(스타이렌모노머), LDPE(저밀도폴리에틸렌), EG(에틸렌글리콜)²⁾로 21년 6월 기준 전국 생산량 중 50% 이상 비중을 차지하고 있음
- 충남의 석유화학제품 생산량은 기초유분의 경우 우리나라 총 생산량의 약 1/3 수준이며, 중간원료와 합성수지는 기초유분 대비 조금 낮은 수준임
 - 주요 석유화학 제품의 전국 대비 충남 생산 비중 : 기초유분 전체 29.6%(에틸렌 33.3%, 프로필렌 25.2%, 벤젠 33.5%), 중간원료 26.7%(SM 54.1%, PX 32.1%), 합성수지 23.4%(PP 34.2%, LDPE 56.4%), 합성원료 20.9%(EG 64.0%) (출처: 충남연구원)

1) NCC란, Naphtha Cracking Center의 약자로 상압증류할 때 200~370°C의 비점 범위 30°C~170°C 정도의 온도범위에서 얻어지는 경질유분을 Naphtha라 하는데, NCC는 나프타를 분해하여 석유화학의 기초원료인 에틸렌, 프로필렌 등 기초유분을 생산하는 설비를 말함.

2) SM은 페인트/접착제/세제, 화장품/식품/의약품, 비료/농약/기타 특수소재로 다양한 곳에 사용되며 LDPE는 플라스틱 가공산업, EG는 TPA와 함께 섬유원료 또는 자동차부동액 등의 원료로 사용



(출처: 충남연구원)

〈그림 19〉 충남의 주요 석유화학산업 생산량 및 전국 비중((1000MTA, %))

- 충남도는 2023년 ‘대산 그린컴플렉스 일반산업단지’ 조성 계획을 최종 승인, 이에 따라 충남도의 석유화학산업의 확장 및 발전이 예상됨
 - 2027년까지 7,120억 원을 투입해 총 226만 m²(약 68만평) 부지에 산업시설용지만 142만 m²(43만평)에 달하는 대규모 산업단지로 조성될 예정임.
 - 산업단지 조성을 통해 1만여 명의 계획인구 유입 효과와 생산 유발 4조 8000억원, 부가가치 유발 1조 4000억원의 경제적 파급효과가 있을 것으로 전망함

(3) 권역 세분화 전략(안)

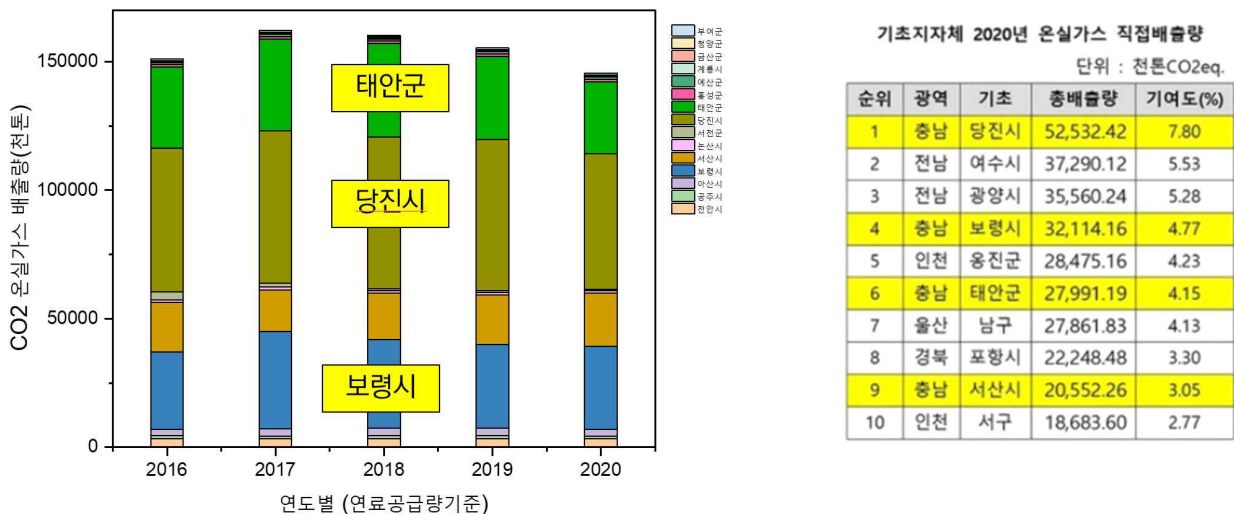
- 충남의 석유화학산업에서의 수소에너지그리드 밸류체인 전략을 수립하기 위해서는 충남에 위치한 주요 석유화학 기업의 탄소중립 전략 혹은 온실가스 배출 저감 전략과의 매칭이 중요함
- 중장기적인 관점에서 석유화학산업에서의 수소에너지그리드 밸류체인은 충남 지역 전역을 대상으로 석유화학기업의 규모, 생산 공정, 그리고 생산 제품 등을 고려해야 하는 것이 합당하나, 실효성있는 수소에너지그리드 밸류체인 조성 및 이에 따른 온실가스 배출량 저감 효과를 기대하기 위해서는 서산 대산석유화학단지를 중심으로한 수소에너지그리드 밸류체인의 스타트업이 필요함
- 충남의 석유화학산업 현황, 주요 석유화학기업의 탄소중립 로드맵 및 전략, 그리고 충남 내 수소산업 확산 현황 등을 고려하여, 원료 공급 및 저장, 수소 생산, 수소 저장 및 이송, 수소 활용, 그리고 친환경 전력생산 및 공급을 포함하여 석유화학산업에서의 전주기적 수소 에너지그리드 밸류체인을 제안

- 원료공급 및 저장(보령시, 당진시) : 충남 보령시는 현재 LNG 터미널을 보유하고 있으며, 석탄 화력발전 암모니아 혼소 과제 실증 과제 진행에 따라 보령시와 당진시 내 추가적인 암모니아 공급 기지가 구축될 것으로 예상되어, 보령시와 당진시는 천연가스와 암모니아를 활용하여 수소 생산을 위한 원료 공급 및 저장이 용이할 것으로 보임
- 수소생산(보령시, 당진시) : 충남도 내 현존 혹은 계획 중인 인프라를 기반으로 온실가스 배출을 최소화할 수 있는 수소 생산 기술로는 블루수소, 청록수소, 암모니아 분해, 그리고 수전해 기술이 있음
- 수소저장 및 이송(서산시) : 서산 대산석유화학단지 내 수소 공급을 위해서는 주요 수소 생산 거점인 보령시와 당진시 내 대용량 수소 저장이 가능한 저장 기지를 구축할 필요가 있으며, 산단 내 수소 공급의 연속성과 안정성을 위해 대용량 수소 이송이 가능한 파이프 이송이 필요
- 수소활용 : 수소에너지그리드 밸류체인의 최종 활용처인 석유화학산업에서는 공급된 수소를 바탕으로 직접 연소를 통한 열공급, 연료전지 기반의 친환경 전기화를 통해 석유화학산업에서의 탄소 저감이 가능할 것으로 예상
- 친환경 전력생산 및 공급 : 보령화력과 당진화력에서는 2027년 석탄화력 암모니아 혼소 20% 실증 계획을 가지고 있음에 따라 전력생산 과정에서 기존 석탄화력 대비 온실가스 배출 저감이 기대됨

3. 제철공정 분야

(1) 국내동향

- 충청남도는 광역지자체별 온실가스 총 배출량 5년 연속 1위를 차지함. 2020년 기준 전국배출량에 약 21.53%을 차지함. 특히, 직접 배출량 전국 순위에서 당진시 1위, 보령시 4위, 태안군 6위, 서산시 9위로, 충남의 4개 시·군이 전국 상위 10안에 포함됨
 - 이는 충남에 에너지 다소비형 산업인 석탄화력, 철강, 석유화학등의 업체가 밀집되어 다량의 온실가스가 배출됨. 특히, 당진시는 현대제철과같은 철강산업과 석탄화력발전소 가동으로 인한 전국 1위에 배출량을 차지함.

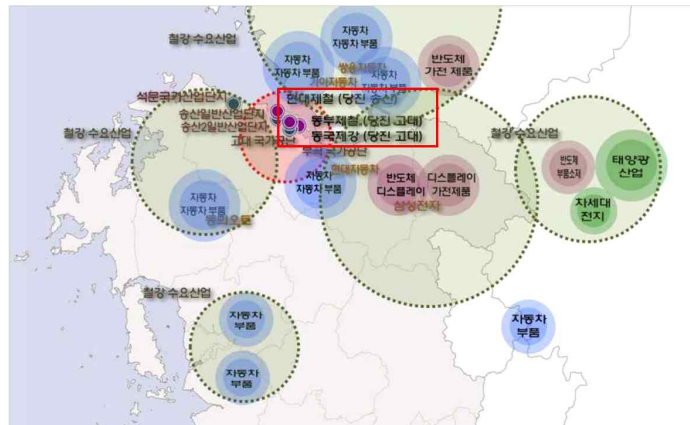


〈그림 20〉 충청남도 지역별 온실가스 배출량 및 기초지자체 202년 온실가스 직접 배출량 순위

(2) 충청남도 동향

- 충남의 대표적인 철강기업들은 당진 철강산업단지를 중심으로 북부권에 집적되어 있음. 충남의 철강산업은 1997년 한보철강 부도 이후 급속한 침체를 겪다가 현대제철의 한보철강 인수(2004년)와 일관제철소의 가동(2010년)을 거치면서, 당진지역을 중심으로 집적화되면서 급속히 성장해 현재는 포항, 광양과 함께 국내 3대 철강생산지로 발전해왔음
 - * 제철은 원래 제선 단계, 제강 단계, 압연 단계 이렇게 크게 3단계를 걸쳐서 생산 되는데, 모든 과정이 한번에 이루어지는 것을 일관제철소라고 함.
 - 충남 지역내 생산되는 철강의 대표적인 수요산업으로는 자동차 산업과 건설산업을 들 수 있다. 자동차 산업은 충남북부와 경기도를 중심으로 하는 아산만 인근의 현대·기아차 생산공장

을 포함해 연 200만대 이상의 생산을 하고 있어 조선산업과 해양플랜트 산업이 없는 충남의 철강산업에 있어서는 가장 큰 수요산업으로 나타나고 있다. 따라서, 충남의 철강산업은 지역 내 수요처와 밀접하게 연결되어 있어 핵심적인 산업군으로 발전 되어왔음.



〈그림 21〉 충남의 주요 철강집적지 및 수요산업 집적지

- 아래 표와 같이, 2010년에 고로 건설로 일관제철소가 된 현대제철 중심으로, 충남 철강 업체는 현대제철, 동부제철, 현대하이스코, 동국제강, 휴스틸, 환영철강이 있음

표 9. 충남지역 철강업체 (연간 50만톤 이상) 현황, 2011 기준, 출처; 한국은행]

업 체 명	충남소재 공장	준공년도	주요생산품 및 생산능력 (10 ⁴ ton)
현대제철	전기로공장	2004 ¹⁾	열연강판 218, 봉형강 125
	고로공장	2010	열연강판 800, 후판 150
동부제철	전기로공장	2009	열연강판 300
	냉연공장	1999	냉연강판 170, 아연도금강판 87
현대하이스코	냉연공장	2006	냉연강판 223
동국제강	후판공장	2010	후판 150
휴스틸	강관공장	2005	강관 50
환영철강	전기로공장	1993	철근 77

- 위 표와 같이, 충남의 철강업체들의 조강능력*은 2010년도 기준 1,545만톤이며 이는 전국 조강생산량의 약 20.2%를 차지하고 있음.

* 선철(銑鐵)에서 불순물을 제거하여 철강제품의 원료가 되는 강(鋼, crude steel)을 생산하는 공정으로 철강산업의 양적 규모를 나타내는 대표적 지표.

지역별 조강능력 비중

(만톤,%)

지 역	2005년	2010년	비중 ¹⁾
포 항	1,857	2,135	27.9
광 양	1,772	2,350	30.7
당 진	405	1,545	20.2
인 천	680	678	8.9
기 타 ²⁾	669	943	12.3
합계(전국)	5,383	7,652	100.0

주 : 1) 전국대비 비중(2010년)

2) 창원 288만톤, 부산 252만톤,
군산 231만톤 등(2010년)

자료 : 한국철강협회 '철강생산능력' 및
각 업체 사업보고서

(출처: 충남지역철강산업의 현황과 과제, 한국은행)

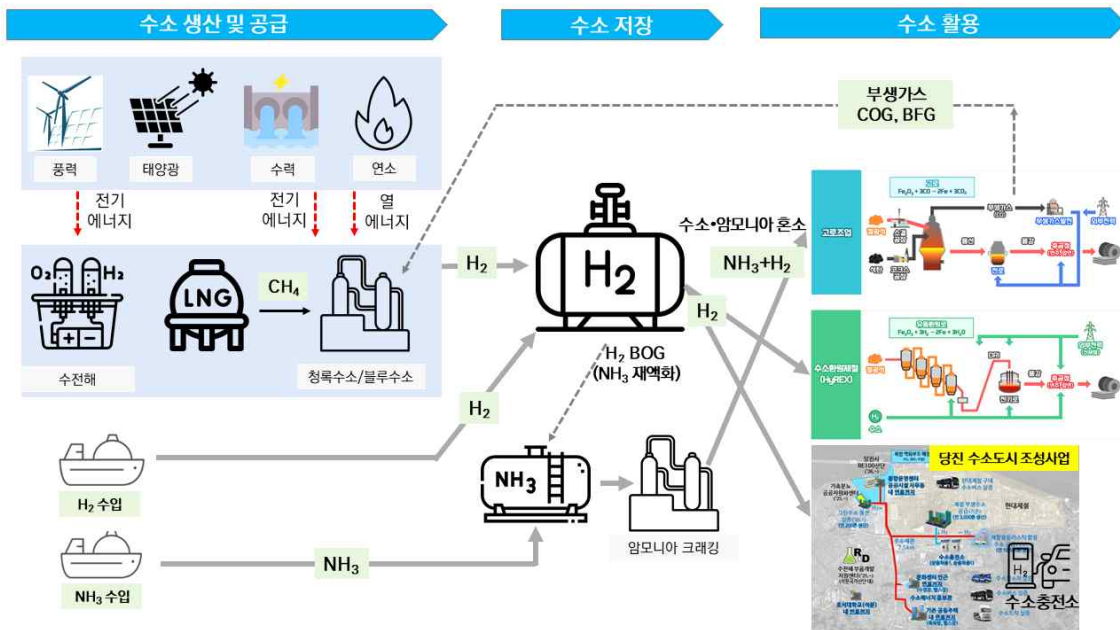
〈그림22〉 지역별 조강능력 비중

표10. 2019년 온실가스 배출량 (출처: 환경부 온실가스종합정보센터, www.gir.go.kr)

	전국 [천톤]	충청남도 [천톤]	충청남도 배출 비율[%]
총 온실가스 배출량	701,370	154,755	22.06
철강산업 온실가스 배출량	96,436	24,205	25.10

(3) 전략

- 충남도에서 온실가스 배출량이 많은 현대제철의 탄소중립을 위해서는 수소를 활용한 수소환원 제철 기술이 필요함. 수소환원제철은 기존 수소충전소에 공급하는 수소에 비해 현저히 많은 수소양이 필요하기 때문에 수소생산/공급/저장과 활용에 대한 새로운 수소의 밸류체인 전략이 필요함
- 철강산업의 수소 에너지그리드 밸류체인 전략을 아래 그림과 같이 제시함. 아래 그림처럼 수소를 활용하기 위한 밸류체인은 수소생산 및 공급, 수소 저장, 수소 활용까지의 전주기적 전략을 수립함.



〈그림23〉 철강산업의 수소에너지 그리드 밸류체인 전략(안)

- 수소생산 : 현재까지의 수소 생산은 천연가스와 석유 기반의 그레이 수소생산 방식이 대부분임. 그레이 수소는 화석연료기반의 수소생산 방식으로써 이산화탄소가 배출됨. 따라서, 온실가스 저감을 위해서는 이산화탄소가 배출되지 않는 수소생산 방식을 채택 필요
- 수소저장 : 공급의 관점에서 LNG 인수기지와 같은 대용량 액체 저장 방식이 수소 인프라에도 필수적임
- 수소활용 : 당진 수소도시조정사업과 연계하여 수소를 공급

| 결론

□ 충청남도의 기존 산업 중심의 산업 연계를 통해 지역 산업 발전 도모

□ 분야별 과제 발굴(안)

(1) 발전분야 과제 발굴(안)

- 발전 분야의 경우, 대용량의 암모니아 공급 인프라가 확충되는 상황을 활용, 규제샌드박스 제도를 활용하여 종합적인 수소/암모니아 중소형 발전 관련 밸류체인별 기업군 육성을 지향하는 형태의 과제를 발굴할 필요
- (제안 과제명) 중소 규모 발전/열병합 설비의 무탄소 연료 생산 - 활용 기술 실증 Test-bed 구축 사업
- (주요추진 내용) 수소/암모니아 생산 - 저장 - 이송 - 발전 활용 의 전과정에 대한 실증 및 관련 기술 인증 기능 부여
 - 수소생산 기술: 그린 수소 생산 기술(수전해 등), 청록 수소 생산 기술(메탄 열분해), 암모니아 분해를 통한 수소 생산 기술, 그린 수소/청록 수소 평가 및 인증 기능 확보(타 사업과 연계 추진 가능)
 - 수소/암모니아 저장 및 안전 기술
 - 수소/암모니아 연소 기술 실증: 수소/암모니아-천연가스 혼소 기술, 암모니아-석탄 혼소 기술 (버너, 연소 시스템, 보일러)
 - 수소/암모니아 발전 환경 기술 개발: NO_x 저감 기술, 미연 암모니아 저감 기술
 - 전과정 평가를 포함한 탄소 중립 대응형 수소/암모니아 발전 엔지니어링 기술 등

(2) 석유화학분야 과제 발굴(안)

- 석유화학 공정에서 발생하는 온실가스 배출 저감을 위한 친환경·저탄소 연료 전환, 폐플라스틱 기반 원료 대체, 전주기 탄소발생량 모니터링 기술 개발 및 보급 확산
- (제안 과제명) 석유화학 공정에서의 전주기 저탄소화를 통한 온실가스 배출 저감 기술 개발
- (주요추진 내용) 석유화학산업 분야 친환경·저탄소 연료 전환, 폐플라스틱 기반 원료 대체 및 공정 전주기 분석을 통한 탄소발생량 모니터링 기술 개발
 - 수소 및 바이오 합성가스 기반 열분해 공정에서의 연료 전환을 통한 저탄소 열공급 기술 개발
 - 재활용 폐플라스틱 기반 열분해를 통한 대체 원료 생산 및 재자원화 기술 개발
 - 석유화학 공정 내 환경 진단 및 탄소 발생량 전주기 모니터링 플랫폼 기술 개발

(3) 제철산업

- (제안 과제명 1) 부생가스를 이용한 청록수소 및 블루수소 생산 과제
- (제안 과제명 2) 대용량 수소공급을 위한 암모니아 저장기술과 연계된 수소액화저장기술 과제

□ 충남형 스마트팜 특화단지 조성 및 산업 육성을 통한 기대효과

- 수소·에너지 분야 지역혁신을 위한 정책 논의의 장으로 활용하여 공동의 정책 현안 대응 및 산·학·연 간 신규사업 발굴·협력 제안의 기회로 활용
- 지속적인 지역혁신을 위한 정책 방향설정의 기본 자료로 활용하여 지자체의 투자우선순위 결정에 도움을 주고, 연계 및 신규사업 기획 시 활용가능

참 고 문 헌

- 수소 산업 발전을 위한 국내외 정책 및 기술 동향 분석, 김채현, 김건우, 김한상, 2023, Journal of Hydrogen and New Energy, Vol 34, No. 2, pp. 122-131
- 주요국 수소 기술 혁신 및 개발현황, 이정훈, 2022, Deloitte-Insights, no.24, part2
- 주요국 수소경제 동향 및 우리기업 진출전략, Global Market Report 22-003, KOTRA
- H. B. Lee, "The role of overseas resource development for the promotion of the hydrogen economy", Foundation for Overseas Resources Development, 2021. Retrieved from <https://www.fored.or.kr/home/sub04.php?mid=12&r=view&p=1&uid=397>
- 머니투데이, "한전, 2050년 암모니아-수소 100%로 발전...무탄소 전원 확보" 2021.10. 7.
- 정훈, 안영환, 여영준 (2022. 12), 「발전부문 탄소중립 이행 경로와 사회적 비용편익 연구」, 국회미래연구원 연구보고서 22-08호
- 전력통계정보시스템(2023. 12. 14 기준), <https://epsis.kpx.or.kr/epsisnew/selectEkpoBcrGrid.do?menuId=020400>
- 충남 연구원 (2023), 「2045 충남 탄소중립경제 지도. '탄소중립경제 특별도 추진전략 수립계획」
- 산업통상자원부 보도자료, "산업부, 수소-암모니아 발전 본격 추진", 2021. 11. 15.
- 관계부처 합동, 「제1차 수소경제 이행 기본계획」, 2021. 11. 26
- Accinona 홈페이지, https://www.acciona.com.au/updates/stories/what-are-the-colours-of-hydrogen-and-what-do-they-mean/?_adin=02021864894
- Energyt Industry Review 홈페이지, <https://energyindustryreview.com/opinion/underpinning-the-transition-ec-prefers-green-h2/>
- 관계부처 합동, 「수소기술 미래전략」, 2022. 11. 9
- 전기신문 기사, "해외 청정수소 생산, 탄소중립 바람 타고 '활활'", 2022. 1. 1
- 한국에너지기술연구원 신재생 에너지 자원 지도, https://kier-solar.org/user/map/map_potential.do
- 한국남부발전 보도자료, 2022. 4. 20
- JERA 홈페이지, https://www.jera.co.jp/en/news/information/20220531_917
- 가스신문, "수소혼입 실증 위한 안전성 검증-안전기준 제도화 서둘러야", 2023.05.09

|| 연구진 ||

충남연구원 과학기술진흥본부 | 최창규 정책기획부장
충남연구원 과학기술진흥본부 | 오정민 전문연구원
충남연구원 과학기술진흥본부 | 서교리 전문연구원
충남연구원 과학기술진흥본부 | 윤도윤 전문연구원
충남연구원 과학기술진흥본부 | 윤성준 전문연구원
충남연구원 과학기술진흥본부 | 김정도 연구원

|| 기획위원 ||

공주대학교 스마트팜공학과 | 김락우 교수
공주대학교 스마트팜공학과 | 한재웅 교수
공주대학교 부동산학과 | 김성록 교수

|| 발행일 || 2023년 12월

|| 발행처 || 충남연구원 과학기술진흥본부

(32416) 충청남도 예산군 삽교읍 예학로 10-22 충남전문건설회관 7층 충
남연구원

Tel) 041-840-1774 / <https://cni.re.kr>

< 주 의 >

1. 이 보고서는 과학기술정보통신부에서 시행한 충남연구개발지원단 육성지원사업 연구개발과제 최종보고서입니다.
 2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 과학기술정보통신부(연구개발특구진흥재단)에서 시행한 충남연구개발지원단 육성지원사업의 결과임을 밝혀야 합니다.
 3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.
 4. 수록된 자료에 대하여 문의사항이 있을 시, 충남연구원 과학기술진흥본부로 연락하시기 바랍니다.
-

