
「수소기술 미래전략」

2022. 11. 9.



관계부처 합동

목 차

I . 수립 배경	1
II . 수소기술 개념 및 현황	2
III . 추진방향 및 목표	5
IV . 분야별 중점 추진과제	8
전략1. 청정수소 생산기술 국산화	8
전략2. 수소 공급을 위한 저장·운송 기술 고도화 ·	12
전략3. 수소 활용(수송·발전) 기술 확보	17
V . 추진 체계	22

- 세계적으로 탄소중립을 위한 경제적·사회적 정책*이 강화되면서, 국내에서도 무탄소 재생에너지로의 전환을 위한 노력이 확대되는 중

* EU('26)와 미국('27) 주도로 탄소 1톤당 75불 규모로 탄소국경세를 부과할 예정이며, 이에 따라 글로벌 기업(애플, 구글 등)은 공급체인 내 탄소배출기업 퇴출계획 발표

- 탄소중립 달성을 위해서는 무탄소 재생에너지로의 전환이 필요하나, 국내 생산여력이 부족하므로 해외 재생에너지 수입 필요

* 국내 수소 사용은 '50년 2,790만톤으로 증가, 이 중 2,290만톤은 해외 도입 예정

- 해외 재생에너지를 국내에 수입할 때 전력망, 배터리의 한계를 보완하는 수소운송 형태로 수입하기 위해 선제적 수소기술개발 필요

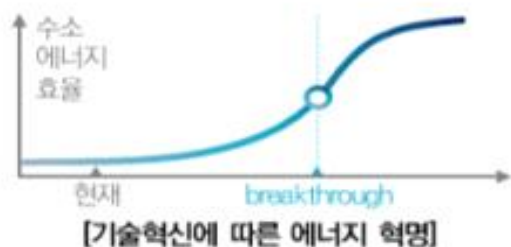
에너지 활용방식	한계	수소의 장점
즉시 이용 (전력망 송전)	▶ 국가 내 근거리 이송에 적합 (2GW급 460km 구축에 3.3조원 소요)	▶ 국가 간 장거리 이송에 적합
저장 후 이용 (배터리에 저장)	▶ 소용량 저장에 적합 (최대 10MWh) ▶ 단시간 저장에 적합 (최대 10시간)	▶ 대용량 저장 (최대 1TWh, 10만배) ▶ 장시간 저장 (최대 1,000시간)

- 수소시장은 '50년까지 연간 약 2.7천조원 규모로 성장이 예측되며, 전·후방산업에 걸쳐 우리의 미래 투자기회로서 작용할 전망

* '50년 수소 사용량이 2.5억톤일 때 유관 시장을 연 2조 610억 달러로 전망(딜로이트)

- (전방산업) 수소는 재생에너지의 변동성을 보완하여 발전(연료전지·터빈), 수송(수소차·열차·선박), 산업공정(연료·원료) 등 활용처가 다양
- (후방산업) 수소 모빌리티 충전 인프라 구축, 상품 다변화 시 관련 산업 및 협력부품업체*의 동반 성장 및 고용창출 연계 가능

* 수소차 2.4만개, 발전용 연료전지 1만개, 건물용 연료전지 4천개 등 다부품 산업



- ☞ 수소 분야에서 우리나라의 기술수준은 선도국 대비 75% 수준이므로 글로벌 수소 시장을 선도하기 위해서는 혁신적 기술개발이 필요

II

수소 기술(생산, 저장·운송, 활용) 개념 및 현황

1 수소 생산기술

참고 수소의 정의 및 특징

1
H
수소

- ▶ 우주의 75%를 차지하며 크기가 작고 가벼운 것이 특징
- ▶ 1839년 수소와 산소를 반응시켜 전류를 생산한 것이 시초
- ▶ 에너지 생산 후 물만 배출하므로 환경 친화적
- ▶ 다만, 화합물 형태로 존재하므로 가공 필요

- (수소 생산) 화석연료, 폐자원·바이오매스, 물 등의 원료로부터 열화학반응, 전기분해 등의 방법을 통해 수소를 생산하는 기술





- (수전해) 전기를 이용해 물로 수소를 생산하는 기술이며, 현재 선도국 중심으로 알칼라인, PEM 수전해 기술 위주 상용화 완료

구분	알칼라인 수전해	PEM(고분자전해질) 수전해
원리	전기분해 후 수산화 이온(OH ⁻)이 분리막을 통과하여 수소극에서 수소(H ₂) 포집	전기분해 후 수소 이온(H ⁺)이 고분자 전해질막을 통과하여 수소극에서 포집
장점	<ul style="list-style-type: none"> · 낮은 온도(100°C 이하)에서 수소 생산 · 시스템 가격이 저렴 · 시스템 대용량화가 용이 	<ul style="list-style-type: none"> · 낮은 온도(100°C 이하)에서 수소 생산 · 재생에너지 변동성 신속 대응 가능 · 수소차단성이 우수하여 안전성 유리
구조		

② 수소 저장·운송기술

- (수소 저장) 수소를 물리·화학적 방법으로 단위 무게 및 체적 당 높은 밀도를 유지하면서 안전하게 저장하는 기술
 - (액체수소) 기체 상태의 수소를 극저온(-253°C)에서 액화하여 저장하면, 대기압에서도 기체수소 대비 부피가 1/800로 감소하며 기화 즉시 수소를 이용할 수 있으나, 단열기술·증발 방지 등이 기술개발과제로 존재
 - (암모니아) 수소와 질소(N₂)가 결합하여 암모니아(NH₃)로 변환하면, 기체수소 대비 부피가 1/1,348로 감소하나 이후 분해하여 고순도의 수소를 얻는 크래킹 과정이 기술개발과제로 존재
 - (액상수소 저장) 기체상태의 수소를 상온·상압과 유사한 온도 및 압력에서 유기화합물 형태로 변환하여 저장하는 차세대 기술

고압기체 저장기술	액화 저장기술	화학적 저장기술
고압(-900Bar) 기체상태로 저장 (상용화기술) 	-253°C 극저온에서 액화 상태로 저장 (소규모 실증) 	유기화합물 수소저장기술 (연구개발) 
장점 <ul style="list-style-type: none"> · 현재 가장 보편화 기술 · 수소차 및 버스에 적용 가능 	장점 <ul style="list-style-type: none"> · 상압(3bar)에서 저장 가능 · 체적당 에너지저장 밀도 높음 	장점 <ul style="list-style-type: none"> · 상온, 고압에서 취급 · 대용량 수소저장 가능
단점 <ul style="list-style-type: none"> · 고압저장시 대량에너지 필요 · 체적당 에너지저장 밀도 낮음 	단점 <ul style="list-style-type: none"> · 수소기화 손실 발생 · 액화시 대량에너지 필요 	단점 <ul style="list-style-type: none"> · 유기화합물 재생공정 필요 · 수소화, 탈수소화 설비 필요

- (수소 운송) 물리·화학적 방법으로 저장된 수소를 수요처까지 해상, 육상, 또는 배관망을 통해 안전하게 운송하는 기술
 - (해상운송) 해외에서 생산된 액체수소의 대량 운송에 필요한 화물창 극저온 소재, 구조 및 단열 기술, 핵심기자재 개발 중
 - (육상운송) 고압 기체 상태의 수소를 수소충전소, 산업용 수요처 등에 운송하기 위해 기체수소 튜브트레일러 복합재 용기 개발
 - (배관망 이송) 수소 수요량이 많고 수요지와 생산시설이 인접한 곳에 수소를 운송, 현재 석유화학단지(울산, 여수, 대산)을 중심으로 구축

3 수소 활용(수송·발전) 기술



- (수소 모빌리티) 수소 또는 수소 전달체의 화학에너지를 통해 추진력을 얻는 친환경 주행 가능한 교통수단
 - (모빌리티 기술) 대형 수소 모빌리티(트럭, 선박, 철도) 연료전지 시스템 개발 및 비행체용(드론 등) 연료전지 시스템 경량화 기술개발 필요
- (수소 발전) 수소를 연료전지 또는 기존 발전기술에 활용하여 전기 및 열을 생산하는 기술로 온실가스를 배출하지 않는 청정 발전
 - (연료전지) 수소 기반 연료와 산소의 전기화학반응을 이용해 전기 및 열로 직접 전환하는 고효율 친환경 수소 연료 발전 기술
 - * 연료전지 스택 원가에서 가장 큰 비중(약 50% 이상)을 차지하는 막전극접합체(MEA)의 국산화 및 생산기술 확보를 통한 저가화 실현 필요
 - (수소터빈) 가스터빈을 사용해 수소를 연소하는 과정에서 생성되는 고온·고압의 가스를 팽창시켜 발전기를 구동해 전기를 생산하는 장치



III

추진방향 및 목표

◆ 수소기술 미래전략 추진 방향

- 탄소중립 실현 목표와 이행계획을 고려하여 수소 생산, 저장·운송, 활용(수송, 발전) 분야의 중점기술 선정

* 기존 「수소 기술개발 로드맵」 수립('19) 이후 2050 탄소중립 선언('20), 2030 NDC 상향('21), 2050 탄소중립 이행 로드맵('22) 등의 외부 환경적·정책적 변화 반영

[수소분야 주요 기술 분류]			
① 생산	② 저장·운송	③ 활용	
		수송	발전
수전해 생산	물리적·화학적 수소 저장	육상용	연료전지 발전
차세대 생산 (광분해, 열분해, 바이오, 폐자원 가스화 등)	수소 운송	해상용	무탄소 연료발전
	수소 충전	항공용	

- 수소 공급·활용 분야에서 국산화가 시급한 기술을 개발하고, 민·관이 협력하여 지속적으로 시너지를 낼 수 있는 기술전략 마련에 초점

현 황	추진방향
① 여전히 탄소배출 중인 국내 수소생산 * 국내 수소 생산 대부분은 부생수소와 개질수소 (95%)이므로 그린수소 본격생산 필요	청정수소 대량생산 국산화 기술개발
② 해외 수소 도입을 위한 인프라 부재 * 수소운반선 기자재 개발부터 실증까지 3천억원 소요가 예상되나, 관련연구 누적 지원규모 380억원에 불과	해외 수소 공급 기술 확보를 위한 R&D 본격 추진
③ 수소 모빌리티 다양화를 위한 R&D 부족 * 국내 수소승용차는 넥쏘 1종류뿐이며, 연료전지 리패키징 기술 한계로 수소열차·선박 등 종류 다양화 시도 부족	수소 모빌리티 초격차 기술 확보
④ 국제 수소표준·인증 선점 노력 부족 * 일본은 UN 국제기술표준 개정 과정에서 자국의 수소·연료전지 기술표준을 내세우며 국제표준을 주도할 전망	과학적 근거 기반 수소 기술 국제표준 선점

◆ 수소 기술 국산화 및 확보를 위한 목표

□ 수소 생산, 저장·운송, 활용(수송, 발전) 분야에서 우리나라가 확보해야 할 단·중·장기의 기술개발 목표 및 민·관의 역할분담 제시

* 관계부처, 민간 공동으로 동 전략 수립 총괄위원회 구성 및 운영('22.1~10월)

추진 전략	소분류	현재 국내 기술 수준	단기					중기	장기		목표	
			'21	'22	'23	'24	'25	~'30	~'40	~'50		
① 수소 생산	수전해	· 시스템 효율 57kWh/kgH ₂	●+ MW급 시스템 개발		● 10MW급 시스템 개발 및 성능-내구 고도화				●▲ 수십MW급 시스템 실증		· ('30) 시스템 효율 52kWh/kgH ₂	
	차세대 수전해	· 200kW급 시스템 개발 중	●+ 200kW급 수전해 시스템 개발				● 수MW급 시스템 개발	●▲+ 수십MW급 시스템 실증			· ('30) 시스템 효율 - 저온수전해 52kWh/kgH ₂ - 고온수전해 40kWh/kgH ₂ (스택공급조건)	
② 수소 저장·운송	액체 수소 저장	· 0.5톤/일 수소액화플랜트 실증 중	● 0.5톤/일 수소액화플랜트 및 핵심기자재 국산화	● 5톤/일 수소액화공정, 기자재 국산화				● 실증	▲ 대용량(30톤/일 이상) 수소액화플랜트, 저장탱크 상용화			· ('30) 수소액화-저장효율 11.4kWh/kgH ₂ , BOR 0.3%
	해상 수소 운송	· 화물창 설계 기술 확보	▲ 액체수소 화물창 개발		●+ 실증				●+ 상용화		· ('30) 40,000m ³ 급 액체수소화물창 개발	
			● BOG 재역화 시스템 설계 기술 개발		▲ 선상 BOG 재역화 시스템 개발 및 실증				▲ 상용화			
	해외 수소 수입 인프라	· 적하역 안전기준 개발 중	● 적하역 설계 기술 개발	● 수입기지 저장·적하역 펌프, 로딩암 개발				●+ 실증	▲ 상용화			· ('30) 40,000m ³ 저장탱크, 2,900톤/일 적하역 시스템
③ 수소 활용	수소 전차	· 수소승용차 내구성 16만km	● 수소전기차 연료전지 시스템 핵심 부품 개발	● 연료전지시스템 및 전장부품 내구성 향상				● 실증	▲ 상용화			· ('30) 상용차 내구 80만km, 연비 17km/kg 이상
	대형 선박	· 선박용 연료전지 시스템 설계 중	● 대형선박용 연료전지 설계				● MW급 시스템 인테그레이션 기술 확보		▲ 상용화		· ('40) 10MW급 선박용 연료전지 시스템 개발	
		· 암모니아 연료공급 시스템 개발 중	● 선박용 암모니아 혼소연전(중형) 개발		● 실증		▲ 선박용 수소 엔진 개발		▲ 실증		· ('40) 선박용 엔진기술 확보	
	발전용 연료전지	· 도시가스 연료 시스템 실증 (발전효율 48% 이상)	●+ 소재·부품 및 BOP 개발		●▲ 고효율 수소 발전 시스템 개발				▲ 상용화			· ('30) 종합발전효율 86% 이상
	수소터빈	· 270MW급 대형 가스터빈 개발 완료	●▲+ 수소 50% 혼소용 연소기 개발		●▲ 수소 50% 혼소 가스터빈 실증 및 수소전소가스터빈 개발				●▲ 대형 수소수소터빈 상용화			· ('27) 270MW급 수소 50% 혼소 기술개발 및 실증
범례	정부주도	민간주도	국제공동연구		진행 중 기술					개발 할 기술		
	●	▲	+		기초/원천					기초/원천		
					응용/개발					응용/개발		
					실증/상용화					실증/상용화		

◆ 비전 및 추진전략



비전 및
목표

초격차 기술 확보로 2050 글로벌 수소시장 선도

수소 전주기 기술 혁신으로 글로벌 경쟁력 확보



추진
전략

1. 청정수소 생산기술 국산화

- ① 주요 수전해 생산기술 국산화
- ② 차세대 수전해 생산기술 확보
- ③ 미래 수소생산기술 원천연구 지원



2. 수소 공급을 위한 저장·운송 기술 고도화

- ① 해외수소 도입을 위한 해상 운송·저장 기술 고도화
- ② 전국 수요처 내 수소 보급기술 국산화
- ③ 저장·운송 기술 국제 표준 및 인증체계 확보



3. 수소 활용(수송·발전) 기술 1위 공고화

- ① 수소전기차 기술 초격차 확보
- ② 차세대 모빌리티 기술 선점
- ③ 청정수소 발전 확대를 위한 핵심 기술개발



IV

분야별 중점 추진과제

1 청정수소 생산기술 국산화

1-1 주요 수전해 생산기술 국산화

◇ (필요성) 수소 선도국은 이미 수전해 생산기술을 상용화했으나, 국내 기술은 이의 **60% 수준**에 그쳐 '30년 본격 수소 생산을 위해서는 기술 국산화 필요

▶ (추진방향) 세계적으로 상용화 수준인 **알칼라인 수전해, PEM 수전해**를 민관협업 R&D로 대용량화하고, 단계적으로 **소부장 국산화 및 고효율화**

□ (수전해 기술혁신) 수소 공급가 인하에 기여하기 위해 전체 시스템을 우선 구현하고 시스템 국산화 및 성능 향상 기술 확보

○ (시스템 확보) 민간 중심으로 단기에 MW급 스택, 10MW급 모듈 시스템을 구현하고, 중장기에 수십MW급 시스템으로 대용량화

* (목표) '50년까지 민간 주도로 선도국 수준의 수전해 스택 효율인 45kWh/kg 달성

○ (수전해 단가절감) 수전해 소·부·장 기술을 국산화하고 성능을 선도국 수준까지 향상하여 수전해 생산비용 절감에 기여

- (알칼라인) 재생에너지 부하변동에 대응 가능한 고효율·고내구 핵심 소재(전극, 분리막 등)의 저비용화, 대용량·대면적 제조 기술개발

* (목표) 알칼라인 수전해 고효율화 : 1.8V에서 0.4A/cm² → '30년 0.8A/cm²

- (PEM) 핵심 소재(촉매, 전해질 등) 및 부품(분리판, 가스켓 등)의 저가화·국산화와 고효율·고내구성 구현을 위한 MEA 구조 최적화 기술 확보

* (목표) PEM 수전해 성능 : 투입 PGM 촉매량 1.5~3mg/cm² → '30년 0.8mg/cm²



참고 수전해 시스템



- (개념) 물을 전기분해하여 수소를 생산하는 단일 장치
- (구성) 셀 → 스택 → 시스템
- (현황) 수입산 소재·부품을 이용하여 시스템 구성 중
- (국산화 수준) PEM 기준 現 60% → '30년 100%

- (시스템 신뢰성 확보) 수전해 스택·시스템 설계 및 운전기술을 개발하고, 신뢰성과 안전성 검증을 통해 시스템 내구·효율 향상 추진

* (목표) '30년 기준 수전해 시스템 내구성 8만 시간

- (알칼라인) 수소생산 밀도 향상을 위한 고성능 스택 설계 및 양산 기술을 개발하고, 수전해 운전기술을 확보하여 수소 생산 신뢰도 향상

* (현황) 알칼라인 수전해 핵심원천개발 연구('19~'22년)

- (PEM) 운전 특성 및 열화 분석, 가속열화 및 수명예측 기술과 실증 데이터 기반 고도화 추진으로 안정적 수전해 시스템 구동능력 확보

* (현황) 고분자전해질(PEM) 수전해 핵심원천기술개발('19~'22년)

- (수전해 시스템 평가·실증) 국산 시스템의 성능검증, 그린수소 대량 생산 실증 등을 통해 수소 대량생산 국산화의 기반을 마련

* (목표) 제주, 전남 등 재생에너지단지에서 출력제한 전력을 활용하여 초기 수소시장 창출

- **학연** (국산 시스템 검증) 수전해 시스템 내 핵심 소재인 촉매, 전극, 분리막 국산화 이후 수십MW급 시스템에 적용하여 트랙레코드 확보

* (목표) 고효율·고내구성 구현을 위한 MEA 구조 최적화, 차세대 소재·부품 기술개발

- **산** (그린수소 본격 생산) 시스템을 수십MW급으로 대용량화하고 대규모 전력생산지를 중심으로 그린수소 대량생산체계 구축

* (목표) '50년까지 민간 주도로 선도국 수준의 수전해 시스템 효율인 45kWh/kg 달성

* (현황) 12.5MW급 재생에너지 연계 대규모 그린수소 실증 기술개발('22~'26년)
해양재생에너지(파력·풍력 등) 연계 그린수소 생산기술개발('22~'25년)

- **관** (민·관 합동 R&D) 시스템 확보 및 고도화, 수전해 소·부·장 국산화, 민관협동 실증·상용화를 위한 대형 R&D 예타 추진

* (목표) (가칭)청정수소 대량생산 기반조성 예타 사업 추진('25~'32년)

1-2 차세대 수전해 생산기술 확보

◇ (필요성) '30년경 본격 상용화가 예상되는 차세대 수소 수전해 원천기술 확보 및 시장선점을 위해 민·관이 협력하여 시너지 창출할 필요

▶ (추진방향) 우수한 효율과 내구성을 보이며, 수소 생산 경제성을 확보가 가능한 음이온교환막수전해(AEM), 고체산화물수전해(SOEC) 등의 기술개발

□ (AEM) 핵심 소재·부품의 국산기술을 확보하여 재생에너지 출력 특성에 빠르게 응답 가능한 AEM 수전해 기술 확보

* AEM(Anion exchange membrane) 음이온 교환막 수전해

○ 수전해 핵심 소재(촉매, 음이온교환막 등)의 내구성 강화연구 및 단위 부품(기체확산층, 분리판 등)의 생산단가 절감연구 추진

○ MEA, 분리판 및 스택 설계의 제조공정 기술을 개발하고, BOP를 이용한 운전 평가 등을 통해 수전해 시스템 운용기술 확보 지원

* (목표) '26년 200kW급 MEA 설계 및 제조 기술개발, 시스템 적정전류밀도 1.5A/cm²

* (현황) 200kW급 음이온교환막 수전해 시스템 국산화 기술개발('21~'26년)

□ (SOEC) 고온(700~1,000℃) 수전해 시스템을 구성하는 핵심 소재·부품 국산화를 추진하고 셀·스택 양산기술 및 대용량화 기술 확보

* SOEC(Solid Oxide Electrolyzer Cell) 고체 산화물 수전해

○ MW급 고효율 시스템 제작 및 성능·내구성 실증운전 평가 수행, 시스템 모듈 연계를 통한 대용량 시스템 확보 추진

* (목표) SOEC용 대면적(산소전극 100cm² 이상) 제조 공정기술개발, 스택 성능 고도화 등

* (현황) 고체산화물 수전해 평판형 셀 20kW급 스택모듈 및 시스템 개발('21~'25년)

□ (PCEC) 중온(500℃)에서 고효율 그린수소 생산을 위한 원천기술 확보

* PCEC(Protonic Ceramic Electrolysis Cell) 프로톤 전도성 세라믹 수전해

○ 고성능·고안정성 프로톤 전도성 세라믹 소재(전해질·전극) 개발과 대면적 단위셀 및 스택 원천기술을 확보하고 성능·내구성·효율 검증 추진

* (목표) '26년 PCEC 안정적 전해질 소재 개발, '30년 PCEC 장기운전 열화 억제 기술개발

* (현황) 신개념의 PCEC 단전지 제조공정 및 3단 스택 원천기술개발('21~'26년)

1-3 미래형 수소생산기술 원천연구 지원

◇ (필요성) 도전적이고 실패 위험이 높은 기술이지만 성공 시 혁신적이고 파괴적인 효과를 기대할 수 있는 미래형 기술의 선제적 개발 및 시장 선점 필요

▶ (추진방향) 아직 실험실 수준에 그쳐 경제성 평가가 어려운 미래형 수소생산 기술 지원에 경쟁형 R&D를 도입하여 기술 성공여부의 불확실성 분담

□ (광분해) 태양에너지의 수소전환 효율(STH) 25% 이상을 달성하기 위한 광전기화학·광화학·광생물학 반응 기반 대면적 시스템 기술개발

○ (광전기화학) 핵심소재(광전극, 조촉매, 분리막)의 고효율·고내구화 제조 공정과 대면적 셀 제조기술 확보로 고안정성 광전기화학 시스템 개발

* (목표) 저비용·고효율·고안전성 전극 소재 및 촉매 개발, 시스템 최적화·대면적화

* (현황) 고효율 100cm² 광전기화학 셀 기반 물분해 핵심요소기술개발('21~'26년)

○ (광화학) 효율성과 내구성이 높으면서 저렴한 광촉매 소재를 발굴하고, 광전극 안정화 기술을 개발하여 대면적 광전극 시스템 구현

○ (광생물학) 수소생산성 증진을 위한 미생물 개량 및 광생물반응기 공정을 개선하고, 경제성 향상을 위한 산소 저해 극복 기술 확보

□ (열분해) 천연가스(메탄) 직접 열분해반응을 활용하여 고순도의 청록수소를 생산하는 무탄소 수소생산 원천기술 확보

* (현황) 탄화수소에서 수소를 생산하기 위한 CO₂-free 플라즈마 열화학 공정 개발('21~'26년)

□ (바이오 수소) 고효율 생물발효 바이오수소 및 화석연료·바이오매스 기반 생물학적 수성가스전환반응 바이오수소 생산 원천기술개발

* (현황) 생물학적 발효 기반 고효율 고순도 바이오수소 생산 기술개발('20~'27년)

해양바이오수소 생산 상용화 기술개발('21~'25년)

□ (폐자원 가스화) 폐플라스틱 등 가연성폐자원을 원료로 한 가스화 반응을 통해 폐자원 기반 수소 생산 기술개발 추진

* (현황) 혼합 폐플라스틱 가스화 기반 고순도 수소 생산 기술개발('22~'25년)

2 수소 공급을 위한 저장·운송 기술 고도화

2-1 (국외→국내) 해외수소 도입을 위한 해상운송·저장기술 고도화

◇ (필요성) 대륙 간 수소 교역은 '28년경 본격화될 것이므로, 이에 대비하여 과거 LNG 운반선을 조기 구축하여 세계 시장 선점한 경험을 되살릴 필요

▶ (추진방향) 대기 중의 기체수소 대비 최대 1,340배 고밀도로 운반할 수 있는 수소 저장·운송기술을 개발하여 해외수소 도입 시 경제성 확보



□ (해외수소 저장) '30년경 대규모 해외 수소 수입을 위해 효율적으로 수소 운송 가능한 기술과 차세대 저장 기술개발

○ (암모니아 도입) 중·단기 해외수소 수입 및 활용 기반 기술개발

- (기존 기술 활용) '30년 해외수소 본격 수입을 위한 암모니아 저장·운송은 기존 인프라를 활용하되 기술 효율화 병행 추진

* (목표) 저압 촉매화학 및 전기화학적 암모니아 합성을 위한 원천기술 확보

- (암모니아 수소추출 고도화) 인수기지에 도착한 암모니아를 크래킹 할 때 필요한 핵심소재(촉매, 흡착제 등) 개발 및 분해 플랜트 기술 확보

* (목표) '25년 2톤/일급 파일럿 실증 후, '27년 40톤/일급 암모니아 분해 플랜트 상용화

* (현황) 암모니아 기반 청정수소 생산 1,000Nm³/hr 규모 파일럿 실증('21~'25년)

○ (수소 액화) 효율적인 대륙 간 수소 운송을 위해 극저온(-253°C) 기반 수소 액화기술 및 관련 소재·부품·장비 개발

- (액화공정) 현재는 해외기술을 도입한 액화플랜트를 건설 중이나, '30년까지 국산 액화플랜트 규모를 10배로 늘려 해외진출 시도

* (목표) 현재 0.5톤/일급 플랜트 개발 중 → '30년 5톤/일급 플랜트 개발

* (현황) 해외 3개사(Linde, Air Liquide, Air Products)만이 상용화 수준 기술 보유 중

- (액화 기자재) 액체수소 생산-저장-공급에 필요한 핵심기자재를 조기에 확보하여 액체수소 생산부터 적하역 시스템 전반에 활용

* 핵심기자재란 액체수소 저장탱크, 압축기, 열교환기, 팽창기, 펌프, 기화기, 밸브 등을 의미

* (현황) 상용급 액체수소 플랜트 핵심기술개발('19~'23년)

○ (저장 혁신기술) 대량의 수소를 고효율로 안전하게 저장하여 장거리 운송할 수 있도록 수소저장 혁신기술 조기 확보

- (LOHC) 신규 LOHC 소재 발굴 및 저가화·국산화를 위한 공정, 수소 저장 및 추출이 가능한 고성능·장수명 촉매 개발

* (현황) 액상유기수소운반체(LOHC) 핵심원천기술개발('19~'22년)

- (고체 저장) 금속(고체)에 고밀도로 수소를 저장할 수 있는 차세대 수소저장합금 저가 소재 개발

* (목표) 고안전·고효율 금속고체수소 저장 시스템을 위한 저비용 소재·공정·용기 개발

* (현황) Mg계 수소저장합금 저비용 제조 및 저장시스템 개발('22~'24년)

□ (해외수소 운송) 해외 수소 운송과정에서의 장거리 운송의 단점을 최소화하고, 인수지 인프라 확보를 위한 기술개발

○ (장거리 운송기술) 운송 시 손실을 줄이고 효율을 높이는 기술개발

- (단열기술) 극저온(-253°C)을 유지하여 액체수소 기화율을 최대한 줄이기 위해 외부 열을 차단하는 소재, 패키징 기술, 기자재 개발

- (액체수소 화물창) 액체수소를 장거리 운송 시 증발율을 줄이는 화물창 구조 설계·제작 기술 및 증발가스(BOG) 처리 시스템 기술 확보

* (목표) '30년까지 40,000m³급 화물창 개발 및 실증 (현 선도국 日 1,250m³급 수준)

* (현황) 액체수소 운송선박 핵심시스템(화물창, BOG 및 CHS 시스템) 설계기술 개발('21~'24)

- (수소운반선 상용화) 국내 조선소를 중심으로 화물창을 적용한 액체수소 운반선 실증 및 단계적 상용화 기술 확보

* (목표) 한국형 액체수소 바지선 설계('24) → 건조('25) → 해상 실증('27) → 실선 적용('30)

○ (인수기지 수소 적하역) 수입 수소 인수지 하역 및 보관기술개발

- (적하역 인프라 기술) 수소운반선에 액체수소를 선적·하역하기 위한 카고 펌프, 로딩암 등 설계 및 상용화 기술개발

* (목표) '30년 4만m³(2,800톤) 규모 인수기지 및 2,800톤/일급 적하역 시스템 개발

- (인수기지용 저장기술) 육상에서 액체수소를 안정적으로 저장 및 공급하기 위한 대용량 저장탱크 설계, 제작 및 운영 기술 확보

2-2 (국내) 전국 수요처 내 수소 보급기술 국산화

◇ (필요성) 국내에서 활용중인 기체수소 운반차는 운송량 제한, 이동시간 소요의 한계가 있어 **대용량, 신속 보급 운송·이송 기술개발과 사용자 편의성 확대**를 위한 **충전 기술 확보** 필요

▶ (추진방향) 계절별, 시간별로 발생하는 **에너지 수급차이에 대응**하기 위해
①거점 간(육상 운송), ②지역 간(배관망 이송), ③충전 등 수소 공급망 구축

□ (육상 수소 운송) 인수기지 ↔ 수소거점 간 운송 효율성 증진

○ (기체수소 운반차) 현재보다 37% 이상 더 많은 수소를 운송하기 위해 육상 운반차 탑재용 기체수소 튜브트레일러 용기 개발

* (목표) 튜브트레일러 압력 現 20MPa → '30년 70MPa, 1회 내용적 現 300kg → '30년 1,100kg

* (현황) 토우프레그 적용 압력용기를 활용한 1ton/회 이상 튜브스키드 개발('19~'22년)

○ (액체수소 운반차) 극저온(-253°C)의 액체수소 탱크트레일러 상용화 및 안전밸브, 차단밸브, 배관 등 관련 부품의 국산화 추진

* (목표) 現 3톤급 탱크트레일러 개발 중 → '26년경 액화플랜트 활성화되면 상용화 추진

* (현황) 액체수소 운송을 위한 3,000kg 용량 탱크 트레일러 개발 및 실증('22~'24년)

□ (배관망 수소 이송) 지역 간 직접 수소를 이송하여 적시에 공급

○ (기존 천연가스 배관망 활용) 수소 취성 평가, 용도 변경비율 평가, 수명 예측 등 안전성 검증, 수소혼입 실증·운영기술개발

◆ 가스배관망 수소혼입(20%)의 안전성 검증방안(안)

- ▶ 수소 혼입비율에 따른 압력, 취성 등 배관품질 변화, 안전기기(밸브류 등) 안전성, 연소기기 호환성 분석을 통해 안전성 확보 실증기준 마련(~'24)
- ▶ 규제샌드박스를 통한 실증으로 수소혼입시설 안전기준, 혼입가스 품질기준 등 마련(~'26)

○ (수소전용 배관망 구축) 고강도·내수소 취성 소재연구 및 비귀금속 플라스틱 등 배관망 신소재 개발, 안전성 검증 후 도시 내 실증 추진

* (목표) '30년 배관망 두께 20% 절감소재 개발 및 시·도 단위 배관망(이송압력 5MPa) 구축, '40년 배관 설치비용 4억원/km까지 절감 및 전국 단위 배관망(이송압력 10MPa) 구축

* (현황) 고압수소이송을 위한 100기압급 배관용 소재/강관 제조기술개발('22~'25년)

□ **(수소 충전)** 향후 육상·해상·항공 모빌리티 확대에 대비하여 효율적인 수소충전 인프라 기술 선제적 확보

- **(육상용 기체수소 충전)** 수소전기차 충전대기 시간을 획기적으로 단축하기 위해 압력강하를 방지하는 신규 기술 발굴 및 개발

* **(목표)** '30년 저온·고속·직접방식 수소충전 기술 확보(10.8kg/분)

* **(현황)** 수소충전소용 100MPa급 밸브, 피팅튜브, 저장용기 등 기술개발('21~'23년)

- **(육상용 액체수소 충전)** 대용량 차량에 수소를 고속 충전하기 위한 탱크, 고압펌프, 고압 기화기 등 핵심 기자재 개발

* **(목표)** '30년 200kg/hr 액체수소 고압펌프 기반 수소 충전소 구축 및 상용화

* **(현황)** 액화수소 충전소용 100kg/h, 90MPa급 극저온 왕복동 펌프 개발('20~'24년)

기체수소 vs 액체수소 생태계 비교



- **(해상용)** 수소추진선박에 액체수소를 충전하는 해상 충전소를 '40년 3만m³급으로 상용화하고, 선박 규모별* 병커링 설계 및 상용화

* 연안선박을 위한 소형 병커링(트럭→선박), 대양선박을 위한 중형 병커링(선박↔선박)

- **(항공용)** 항공기 개발 계획 및 일일 통행량 등을 고려한 기체·액체 수소 충전시스템* 및 시험평가 체계 개발

* 드론용 이동형 수소용기 개발, 버티포트용 충전 및 운송시스템 구축 기술개발 등

2-3 저장·운송기술 국제표준 및 인증체계 확보

◇ (현황) 독일·일본 등 선도국이 주도하여 수소기술 국제표준(ISO/TC 197)과 수송용, 전력플랜트 중심의 연료전지 국제표준(IEC/TC105) 제정 중

▶ (추진방향) 미국의 FDA 국제 표준화에 따른 바이오 시장 선도 사례와 같이, 수소분야 국제 기술표준 선점에 따른 국내 산업 보호 및 세계시장 진출

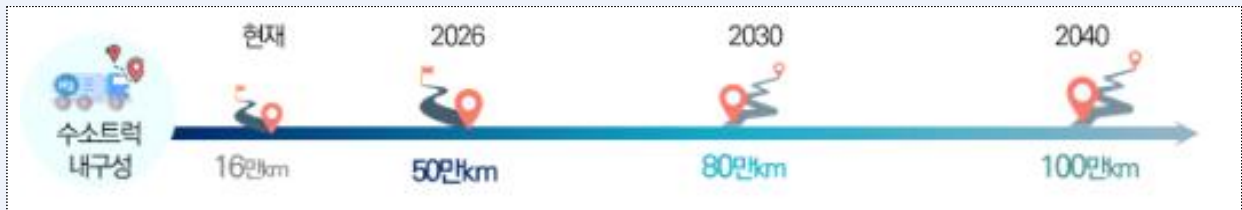
- (저장·운송 기술 표준화) 대용량 수소 공급 시장 확대에 대응하여 수소 저장(기체, 액체, 화학적 저장 등), 운송 기술별 표준 확보
 - (저장기술) 기체, 액체, 화학적 저장 등 다양한 수소 저장 방식별 특성에 적합한 표준 확보
 - * (현황) 수소 상용차용 액체수소 저장시스템 표준화 기반 조성('22~'25년)
 - * (목표) '30년까지 드론용 기체·액체수소 저장용기 성능·안전 표준 1건 이상 제안
 - (운송기술) 초고압(700bar) 기체수소 튜브트레일러, 액체 수소 설비 기준 등 운송기술 분야의 안전 표준 개발 추진
- (안전 실증 및 검증) 소재·부품부터 시공·운영 단계까지 수소 저장·운송 단계의 안전성을 확보하기 위한 기준 마련
 - (안전성 실증) 수소도시, 항만기지 등 대용량 수소 저장설비, 수소 배관망 등 안전성 강화 실증연구 결과로 제도화 지원
 - * (목표) '24년 액체수소 탱크트레일러 안전성 실증, '26년 10MPa급 수소배관망 안전성 실증
 - * (현황) 수소연료 병커링 및 수소 적하역 안전기술개발('20~'24년)
 - (소·부·장 안전 검증) 액체수소 초저온 용기, 핵심 부품(펌프, 터보 팽창기 등), 취성평가용 금속재료 안전성 검증 기준 개발
 - * (목표) '23년 액체수소 시설(17종)·제품(10종)의 기준에 대한 규제 샌드박스 실증 후 제도화
 - * (현황) 선박용 수소 저장용기 및 연료공급 시스템 안전기준 개발('20~'24년)
수소 저장탱크/압력용기 수소취성 안전성 검사기술 및 안전기준 개발('21~'25년)
 - (국제공동 안전기술연구) 수소분야 신기술·제품 출현에 신속하게 대응하여 네트워크 구축 및 공동 안전기술 연구과제 발굴
 - * 수소안전센터(CHS)(미), 독일연방물질시험연구소(BAM)(독), DNV(노), Socal Gas(미) 등

3 수소 활용(수송 · 발전) 기술 1위 공고화

3-1 수소전기차 기술 초격차 확보

◇ (필요성) 세계 최고수준 국내 수소전기차 기술을 민관합동으로 고도화하여 해외 수소전기차 추격기업 확실한 경쟁우위 확보

▶ (추진방향) 수소전기차가 내연기관차 수준의 수명과 전기차 수준의 연비를 확보하고 나아가 모빌리티 대형화를 미리 대비하는 기술개발 추진



□ (수소승용차) 수소전기차를 저렴하고 오래 탈 수 있는 차로 개선하여 세계 기술 트렌드 주도

○ (연비개선) 연료전지 스택효율 개선, 공기공급장치 소비전력 감축 기술개발을 통해 '30년 승용차 운영 효율 70%, 상용차 65%까지 향상

* (현황) 수소전기차용 차세대 연료전지시스템 기술개발('20~'24년)

○ (내구연한 향상) 연료전지 내구성 향상 기술개발로 '30년에 승용차 30만km, 상용차 80만km으로 내연기관차 수준의 수명 확보

* (현황) 수소상용차용 연료전지 내구성 향상('20~'25년)

○ (주행거리 연장) 현재의 고압기체수소 대비 3배 이상 저장할 수 있는 차량용 액체수소 저장기술개발

* (현황) 수소상용차용 대용량 극저온 수소저장시스템 개발('22~'25년)

□ (수소상용차) 향후 수소 트럭, 버스 등 대형 모빌리티에 활용할 수 있도록 연료전지 대용량화, 리패키징 기술개발

○ (상용차 전용 플랫폼) 내연차와 동일한 현행 수소상용차 플랫폼 대비 수소저장용기 탑재용량을 늘린 전용 플랫폼 개발 지원

* (현황) 수소트럭 전기동력부품 국산화 기술개발('20~'23년)

○ (상용차 전용 연료전지) 수소승용차 연료전지(95kW급 병렬연결) 대신 수소상용차를 위한 200kW급 전용 연료전지시스템 개발 추진

* (목표) 200kW급 1모듈 연료전지시스템을 적용한 수소버스 실증('23년 추진개시)

3-2 차세대 모빌리티 기술 선점

◇ (필요성) 탄소배출 규제에 대응하여 선박, 철도의 탈탄소 전환이 필요한 시점에서, 세계 각국은 무탄소 연료인 수소를 활용하는 기술개발 본격 추진 중

▶ (추진방향) 수소 모빌리티 대형화에 대비한 수소철도, 선박 등 생산기술 확보 및 수소 항공 모빌리티 다양화에 대비한 경량형 연료전지 개발



□ (수소철도) 철도 운행환경 및 주행 특성에 적합한 수소연료전지 시스템, 연료전지 기반 통합 제어시스템, 전기추진시스템 개발

○ (수소트램) 노면전차 특성을 고려한 하이브리드 동력시스템을 설계하고, 시범도시부터 단계적 수소트램 사업화 추진

- (연료전지 시스템 구현) 수소트램용 연료전지 스택 개발과 병행하여 안전운행을 위한 철도차량 성능검증 기술개발 추진

* (현황) '22.10월 차량 제작에 착수하여 '23.9월부터 울산 내 4.6km 구간 시범 운행

○ (수소기관차) 탄소를 다량 배출하는 디젤철도를 수소철도로 대체하려는 세계 탈탄소 수요를 포착하기 위한 기술개발

- (고출력 전력 구현) 모듈화 기반 연료전지 파워팩 직병렬 제어기술을 개발하고, 수소 저장·공급 제어 및 밸브·배관시스템 기술 확보

* (현황) 수소연료전지 하이브리드 동력시스템(1.2MW) 적용 철도추진기술개발('18~'22년)

* (목표) 기체·액체 수소 저장용기 및 다중 용기 제어기, 모니터링 센서 등 기술개발

□ (수소선박) IMO(국제해사기구)의 고강도 탄소규제('30년 40%, '50년 70%↓)에 따라 무탄소 수소선박 위주 선박시장 전환에 대비하여 기술개발

규모	추진방식	기술개발 방법
연안선박	연료전지	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 기존 연료전지 스택의 대용량화 ▶ 스택 수직개를 연결하는 모듈화
대양선박	엔진발전	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 단기에 수소·암모니아 혼소발전 ▶ 중·장기에 수소 전소발전 기술개발

○ (연안선박) 소규모 선박에 탑재하기 위해 연료전지 시스템 고효율 모듈화 및 수명연장을 위한 기술개발 추진

- (선박용 연료전지 개발) 선박용 수백kW급 연료전지 시스템을 개발하여 공공 수송용 소형 선박부터 탑재하여 트랙레코드 확보

* (목표) '25년 연료전지 목표출력 200kW 달성

* (현황) 선박용 고체산화물연료전지 하이브리드 발전시스템 개발('20~'22년)

- (내구성 강화) 염분, 슬러싱 변화 등 해양환경에 대응할 수 있도록 연료전지 스택의 내구연한을 연장하여 시스템 수명 20년 달성

* (목표) '40년 스택 내구연한 3만 시간, 시스템 수명 20년 달성

○ (대양선박) 연안선박 운행 트랙레코드를 기반으로 규모를 키우고 (Scale-up), 연료전지 및 엔진시스템으로 이원화 개발

- (연료전지 대용량화) 단위모듈 인테그레이션 설계·통합제어 시스템을 개발하여 '30년 3MW, '40년 10MW급까지 대용량화

* (목표) 「선박안전법」상 '선박에 연료전지 탑재 규정'을 신설하여 실증 추진에 대비

- (암모니아 혼소엔진 개발) '25년 10MW급 이상 엔진용 대용량 암모니아 공급시스템 및 대형 선박용 암모니아 혼소 엔진 기술개발

□ (드론·AAM) 드론 보급, 항공 모빌리티 대형화를 대비하여 드론, AAM 등 추진시스템 핵심 기술개발 추진

○ (드론) 드론용 연료전지 시스템 고성능화 및 경량화 기술개발과 비행실증 검증을 통한 연료전지 시스템의 신뢰성 확보

○ (AAM) 미래형 무인이동체 동력원 요구사항과 운영 특성을 반영한 고출력·고에너지밀도 수소 기반 추진시스템 핵심기술개발

	드론	AAM(Advanced Air Mobility)	
		UAM(Urban Air Mobility)	RAM(Regional Air Mobility)
특성	소형, 근거리	중형, 도심 내 이동	대형, 도시 간 이동
동력원	이차전지, 수소연료전지	이차전지, 하이브리드(이차+수소연료)	하이브리드(이차+수소연료), 수소연료전지

3-3 청정 수소 발전 확대를 위한 핵심 기술개발

◇ (필요성) 2050 탄소중립 달성을 위해 무탄소 연료를 활용하며, 화석연료 기반 발전보다 효율이 높은 발전기술개발 필요

▶ (추진방향) 수소 전소기술을 개발하여 수소 전소 터빈을 상용화하고, 시스템 내구성을 높여 '50년 세계 최고수준 연료전지 발전 열·전기 생산 효율 달성



□ (연료전지 발전) 국산 기술로 연료전지 발전시스템을 대량양산하고, 나아가 차세대 지능형 연료전지 발전체계를 구축하여 효율성 증대

○ (국산 시스템 양산) 기술 선도국으로 도약을 위한 핵심 소재(전극, 전해질, 분리판 등)·부품(셀, 스택 등)·시스템 국산화 및 공정기술 확보

* (현황) 25kW급 건물용 연료전지 시스템 개발('20~'24), 주택용 연료전지 시스템 고도화('20~'23)

		특징	장점	단점
저온형	PEMFC	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 100°C 이하 ▶ 건물·발전용(10kW~250kW), 수송용(200kW) * 수소승용차(넥쏘)에 활용 중 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 수소활용에 최적 ▶ 고출력, 시동·정지 용이 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 고순도(99.99%) 수소 필요 ▶ 구성 소재가 고가
	PAFC	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 200°C 이하 ▶ 상업·발전용(200kW) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 불순물 저항력 높음 ▶ 기술성숙도 최고수준 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 출력밀도·발전효율 낮음 ▶ 부식성 전해질 사용
고온형	SOFC	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 800°C 이하 ▶ 건물·상업·발전용(~250kW) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 연료사용 자유도 높음 ▶ 전해질 손실, 부식 없음 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 내구성 낮음 ▶ 대량양산 어려움
	MCFC	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 650°C ▶ 발전용(100kW~2.5MW) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 대용량화 가능 ▶ 부품 구성 단순 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 출력밀도 낮음 ▶ 가압운전 어려움

○ (지능형 연료전지 발전체계) 전력변동 상황에 대응 가능한 연료전지 시스템과 분산발전을 위한 연료전지 기반 열병합 시스템 개발

- (저온형) 재생에너지의 전력 변동에 능동적으로 대응할 수 있는 고응답성 PEMFC, PAFC 시스템 최적화 기술개발

* (목표) '30년 발전효율 60%, 시스템 응답부하용량비 30%, 수명 5만시간

* (현황) 단주기 전력 변동성 대응 수소연료전지 원천기술개발('20~'25년)

- (고온형) 분산발전을 위한 SOFC 기반의 고효율 열병합 시스템 제반기술인 스택, BOP, 고품질 스팀 생산기술개발

* (목표) '30년 종합효율 86%, 발전효율 60%, 수명 5만시간

* (현황) 200kW 이상급 발전용 중저온형 고체산화물 연료전지 시스템 개발('20~'24년)

- (연료전지 소재) 기존 수소전기차·연료전지 패러다임을 변화시킬 수 있는 차세대 연료전지용 전해질막 및 MEA 개발

* (목표) 고온 무가습 MEA의 내구성 향상, 낮은 백금 담지량에서 고출력 촉매 개발

- (연료전지 표준화) 국내 수소·연료전지 분야의 경쟁력을 강화할 수 있도록 과학적 근거를 갖춘 표준 개발

* (현황) 연료전지 삼중열병합 복합 발전 시스템 성능평가 국제표준 개발('22~'25년)

* (목표) '30년 국제표준 9건, KS인증 19건 이상 개발

- (수소·암모니아 발전) 발전사의 축적된 발전기술 노하우를 활용하여 질소산화물(NO_x) 배출저감 수소·암모니아 활용 발전 시스템 구축

- (수소 가스터빈) 기존 천연가스 가스터빈 발전시스템을 활용할 수 있도록 수소 혼소·전소용 연소기 개발 및 실증

- (혼소) 단기적으로 수소 혼소 발전을 추진하기 위해 기존 LNG 터빈을 개조한 리트로핏 연소기 및 단계적 대형 가스터빈 개발

* (목표) '27년 150MW급 리트로핏, 270MW급 가스터빈 개발

* (현황) 300MWe급 고효율 가스터빈용 50% 수소혼소 친환경 연소기 개발('20~'24년)

- (전소) 수소 전소 가스터빈에 적용하는 연소기 개발 및 실증 추진

* (목표) '27년 270MW급 수소전소터빈 개발, '30년 380MW급 개발 및 실증 완료

* (현황) 분산발전 가스터빈용 수소전소 저 NO_x 연소기 개발('20~'24년)

- (암모니아 혼소발전) 석탄화력에서 발생하는 온실가스 배출 저감을 위해 암모니아 20% 이상 혼소 기술개발 및 상용화

- 전 세계적으로 상용화 이전 단계인 암모니아 혼소를 위한 버너, 보일러를 개발하고, 이후 전소에 적용할 수 있는 연소기술개발

* (목표) '30년 암모니아 20% 혼소용 버너, 보일러 개발 및 실증 완료

주요 과제		주관부처	협조부처	일정(안)
1. 청정수소 생산기술 국산화				
❶ 알칼라인·고분자전해질 수전해 핵심기술 국산화	수전해 기술 혁신	과기부·산업부		계속
	수전해 시스템 평가·실증	산업부	과기부·해수부	'22하
❷ 차세대 수전해 기술 확보	SOEC 기술개발	과기부	산업부	계속
	AEM 기술개발	과기부	산업부	계속
	PCEC 기술개발	과기부		계속
❸ 수소 생산 미래 기술 발굴	광분해 기술 개발	과기부		계속
	청록수소 생산 기술개발	과기부	산업부·국토부	계속
	바이오수소 기술개발	환경부·해수부	과기부·산업부	계속
	폐자원 가스화 기술개발	환경부·과기부		'22하
2. 수소 공급을 위한 저장·운송 기술 고도화				
❶ 해외수소 도입을 위한 해상운송·저장기술 고도화	해외수소 저장 기술개발	산업부	과기부·국토부	계속
	해외수소 운송 기술개발	산업부	해수부·국토부	'24년
❷ 전국 수요처 내 수소 보급기술 국산화	육상 수소 운송 기술개발	산업부	국토부	계속
	배관망 수소 이송 기술개발	산업부	국토부	'22하
	수소 충전 기술개발	산업부	해수부·국토부	계속
❸ 저장·운송기술 국제표준 및 인증체계 확보	저장·운송 기술 표준화	산업부	과기부·국토부 ·해수부	계속
	안전 실증 및 검증			계속
3. 수소 활용(수송·발전·산업) 기술 확보				
❶ 수소전기차 초격차 기술 확보	수소전기차, 버스·트럭 기술개발	산업부	국토부	계속
❷ 차세대 모빌리티 기술 확보	수소트램 기술개발	산업부	국토부	'23년
	수소기관차 기술개발	국토부	산업부	계속
	수소선박 기술개발	산업부	해수부	'24년
	수소드론·AAM 기술개발	산업부	과기부·국토부	'24년
❸ 청정수소 발전 확대를 위한 핵심 기술 개발	연료전지 발전 기술개발	산업부	과기부·환경부	계속
	수소·암모니아 발전 기술개발	산업부	과기부·해수부	'24년

<p>과학기술정보통신부 기초원천연구정책관 기후환경대응팀</p>	
<p>담당자 (총괄)</p>	<p>이인영 사무관</p>
<p>연락처</p>	<p>전 화 : 044-202-4543 E-mail : young220@korea.kr</p>