

국내 수소기술 현황 및 전망

-저탄소 미래기술 발전방안 토론회-

2020. 7. 9.

한국과학기술연구원

청정신기술연구소

한 종 희

차례

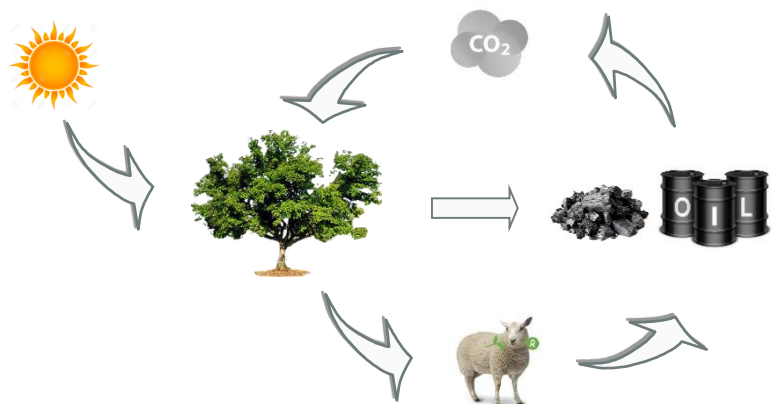
- 수소에너지 사회
- 국내 수소에너지 현황 및 전략
- 결론

수소에너지 사회

수소에너지 사회

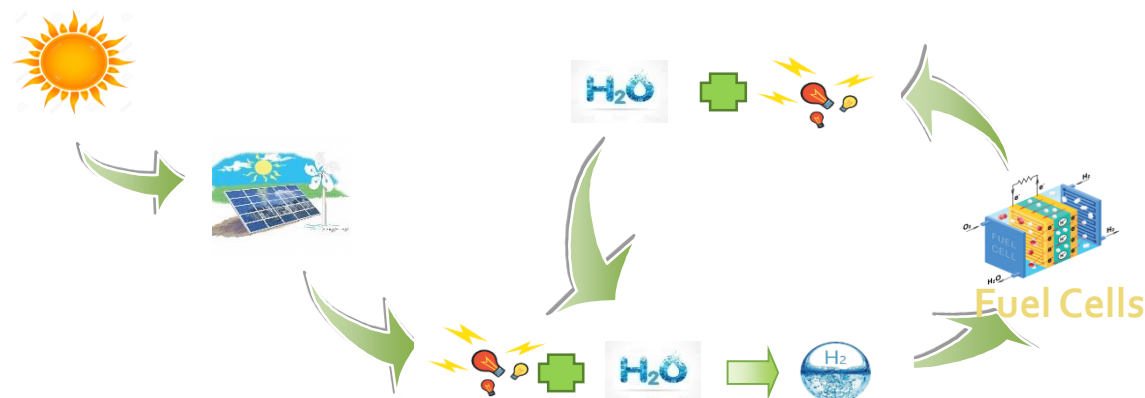
에너지 패러다임 변화

탄소 에너지 (현재)



- 화석연료 중심
- 중앙집중식
- 자원 확보
- 온실가스 배출 : CO₂, NO_x, SO_x 등

수소 에너지 (미래)



- 수소 중심
- 분산/독립식
- 기술 및 경제 개발로 확보
- 친환경적 : 부산물 H₂O

수소에너지 사회

<자료 출처 : <https://tech.hyundaimotorgroup.com>>

해외 동향

미국



Four Steps for Successful Hydrogen Economy

Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4
Technology Development	Deploy of FCEV into the Early Market	Market Expansion/ Infrastructure development	Hydrogen Economy
2000~2015	2010~2025	2015~2035	2025~

- H2USA : 민관 파트너십
- California Roadmap : FCV 상용화
- California FC 파트너십 : FCV 도입 활성화

독일



No. of FCEVs and charging stations

	2025	2030
FCEVs	650,000 units	1.8 million units
Charging stations	400	1,000

- H2 Mobility Initiatives : 민관 파트너십
- 정부 : 재생에너지의 잉여 전력을 수소로 저장하는 계획을 수립

일본



Basic Road Map

Stage 1	Stage 2	Stage 3
Increase of hydrogen usage	Increase of mass hydrogen supply	Establishment of CO ₂ -free hydrogen supply
2020~	2030~	2040~

- H2 Basic Strategy
- Strategic Roadmap for HFC
- H2 and FC Technology Development Strategy

중국



No. of FCEVs and charging stations

	2025	2030
FCEVs	50,000 units	1 million units
Charging stations	300	1,000

- FCV 개발 및 보급에 각종 정부 보조
- '19년 수소에너지를 에너지 계획에 포함

국내 수소에너지 현황 및 전략

국내 수소에너지 현황 및 전략

수소경제활성화로드맵('19.01)

세계 최고수준의 수소경제 선도국가로 도약

- 수소차·연료전지 세계시장 점유율 1위 달성
- 화석연료 자원 빈국에서 그린 수소 산유국으로 진입

		2018	2022*	2030	2040
목표	수소차	1.8천대 (내수 0.9천대)	8.1만대 (내수 6.7만대)		620만대 (내수 290만대)
	수소충전소	14개소	310개소		1,200개소 이상
	연료 (발전) 전지 (건물)	307MW (내수 307MW) 7MW	1.5GW (내수 1.0GW) 50MW		15.0GW (내수 8.0 GW) 2.1GW
	수소공급 (가격)	13만톤/年 (정책가격)	47만톤/年 (6,000원/kg)	194만톤/年 (4,000원/kg)	526만톤 이상/年 (3,000원/kg)
추진전략	기본방향	수소 생산, 저장·운송, 활용 : 전주기 안전성 확보 및 중소·중견 산업생태계 조성			
	추진전략		준비기 - 수소산업생태계 조성 - 제반 인프라 구축 및 법·제도적 기반완비	확산기 - 수소이용 비약적 확대 - 대규모 수요·공급 시스템 구축	선도기 - 해외 수소 생산 및 수전해 본격화 - 탄소프리 수요·공급 시스템
	민관협력방안	정부	- 지원 및 규제완화 - 대규모 인프라 투자	- 산업생태계 보완 - 국제표준 선점	- 수소사회 이행 - 국제 리더십 확보
		민간	- 핵심기술 내재화 - 투자확대	- 상업적 생산 체계구축 - 수소 Biz 플랫폼 구축	- 민간 주도 시장 확대 - 글로벌 시장 선도



달성 현황 ('19)



- 현대차 FCV 생산량 : 4,803대 (세계 최대)
- 충전소 : 14기 ('18) → 34기 ('19)
- 연료전지 발전 : 408MW (세계 최대)

* 승용차 및 발전
국산화 완료 (~'22)

국내 수소에너지 현황 및 전략

수소경제활성화로드맵('19.01)

		2018년	2022년	2040년
모 빌 리 티	수소차	1.8천대 (0.9천대)	8.1만대 (6.7만대)	620만대 이상 (290만대)
	승용차	1.8천대 (0.9천대)	7.9만대 (6.5만대)	590만대 (275만대)
	택시	-	-	12만대 (8만대)
	버스	2대 (전체)	2,000대 (전체)	6만대 (4만대)
	트럭	-	-	12만대 (3만대)
수소충전소		14개소	310개소	1,200개소 이상
열차·선박·드론		R&D 및 실증을 통해 '30년 이전 상용화 및 수출프로젝트 추진		

			2018년	2022년	2040년
에 너 지	연료전지	발전용	307.6MW	1.5GW (1GW)	15GW 이상 (8GW)
		가정·건물용	7MW	50MW	2.1GW 이상
	수소가스터빈		'30년까지 기술개발 완료 → '35년경 상용 발전		

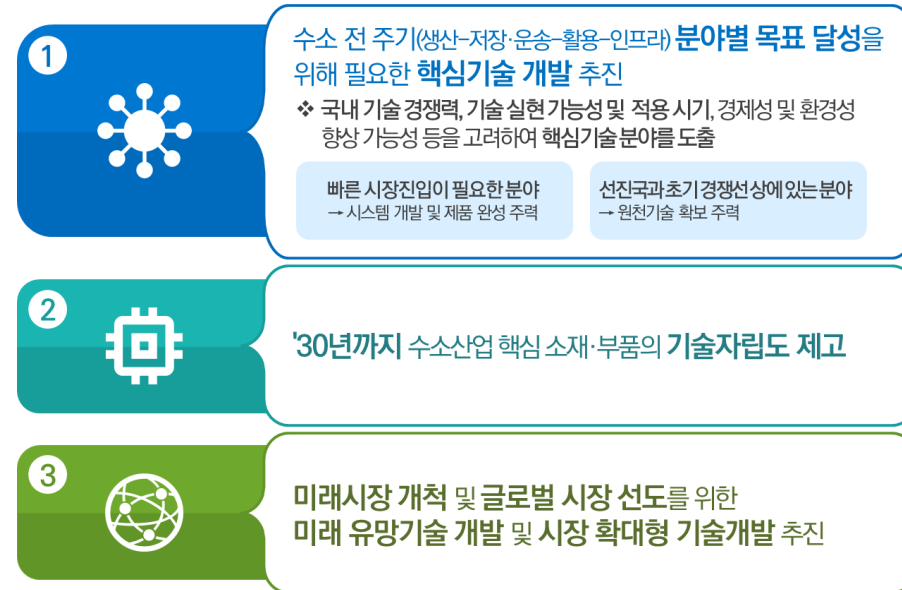
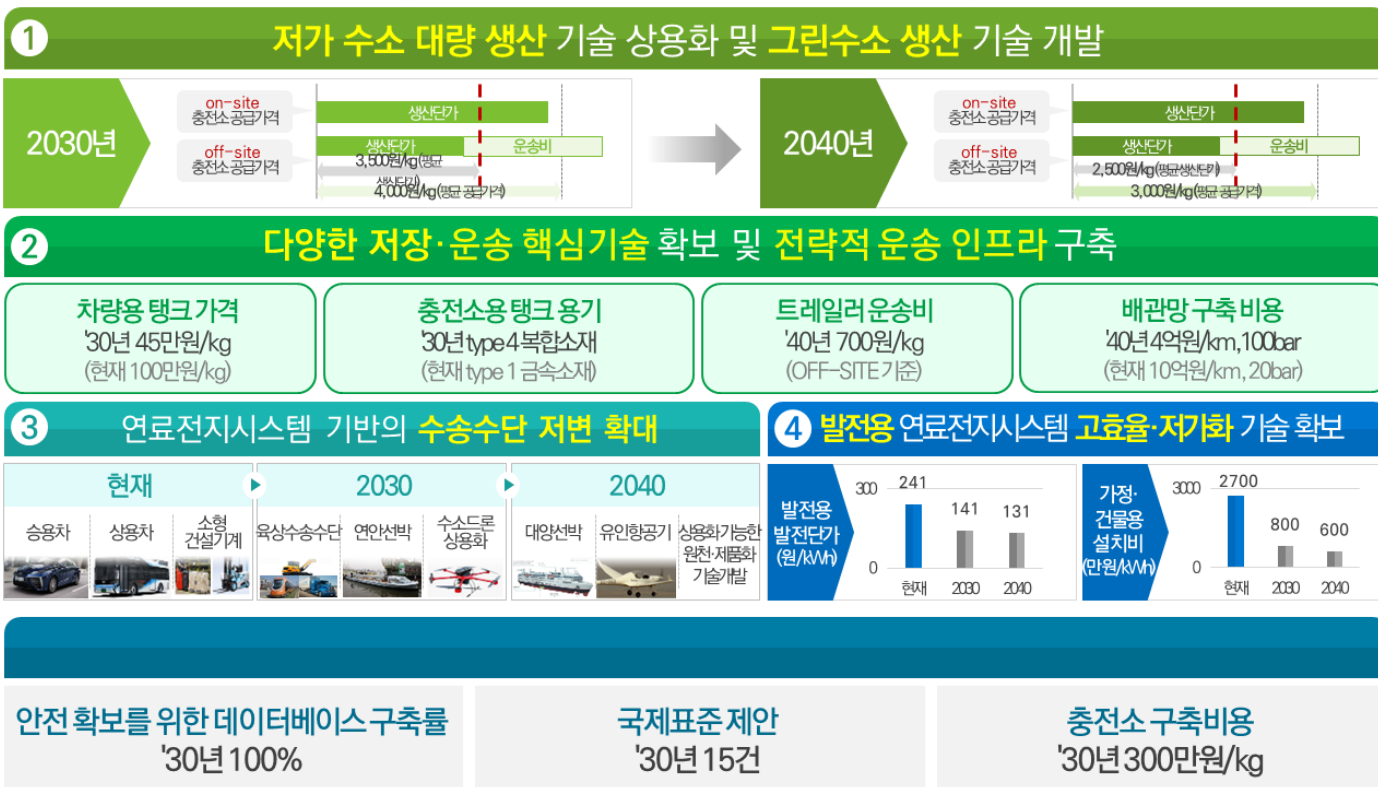
		2018년	2022년	2030년	2040년
전 망 · 가 격	공급량 (=수요량)	13만톤/年	47만톤/年	194만톤/年	526만톤/年 이상
	공급방식	①부생수소(1%) ②추출수소(99%)	①부생수소 ②추출수소 ③수전해	①부생수소 ②추출수소 ③수전해 ④해외생산 ※ ①+③+④ : 50% ② : 50%	①부생수소 ②추출수소 ③수전해 ④해외생산 ※ ①+③+④ : 70% ② : 30%
	수소가격	- (정책가격)	6,000원/kg (시장화 초기가격)	4,000원/kg	3,000원/kg

- 2040년 목표 :**
- 수소 공급량 : 526만톤/년
 - 그린수소 : 369만톤/년 (해외 수소 포함)
 - 온실가스 감축량 : 2,728여만톤

국내 수소에너지 현황 및 전략

수소기술개발로드맵('19.10)

세계 최고수준 기술력 확보로 수소경제 선도국으로 도약



대분류	중분류	현 수준	단 기					중 기		장 기		목 표
			~'20	'21	'22	'23	'24	'25	~'28	~'30	~'35	
 Hydrogen (H₂) 수 소 생 산	연료 이용	시스템 설계, 소규모 실증	소형(300~1,000Nm ³ /h) 개질 수소 생산 시스템 개발									시스템 효율 78%(H+H ₂ O)(30)
			중형(1,000Nm ³ /h~) 개질 수소 생산 시스템 개발									
	물분해	1MW급 원천기술 및 스택기술 개발	알칼라인 수전해 시스템 개발									30년 100MW급 시스템 개발 * 시스템 효율 50kWh/kg-H ₂ (30)
			(수MW급)		(수십MW급)							
			고분자 전해질 수전해 시스템 개발									
			(수MW급)		(수십MW급)							
		실증 설계	재생에너지 연계 P2H 기술 개발									재생에너지 연계 수십MW급 실증(30)

국내 수소에너지 현황 및 전략

수소저장·운송 기술개발 전략

현황



- ▶ 미국 : 우주개발로 수소 액화 및 저장 기술
- ▶ 일본 : '30년까지 해외 대국과 협력
공급시스템 구축 계획
- ▶ 국내 : 수소 운송 및 대용량 저장 관련 기술은

기체저장·운송 기술을 고도화하여 수소 운송량을 증대하고, 수소를 대량으로 안정성 있게 저장·운송할 수 있는 액체수소·액상수소화물 저장·운송 기술 개발 추진

※ 기술 실증 전 경제성·환경성 분석(25년 프로그램 개발 예정) 등 추진 → 이를 기반으로 국가 수소공급 전략 수립 후 중점기술 재정비 필요

차량용 저장용기가격저감등
기체저장·운송 기술 고도화(고압·대용량)

독일·미국·일본에서도 활발한 연구가 진행 중인
액상유기수소화물 분야는 원천기술 확보,
상용화된 액체수소 분야는 제품화 추진

핵심기술 개발 전략

* 정부의 집중지원이 필요한 기간을 표시

대분류	중분류	현 수준	단 기						중 기		장 기		목 표
			~'20	'21	'22	'23	'24	'25	~'28	~'30	~'35	~'40	
 저장 운송	물리적 수소저장	100만원/kg											45만원/kg
		0.1톤/일 3m³/탱크1기											50톤/일 80,000m³/탱크1기
	화학적 수소저장	원천기술 확보											1,000Nm³-H₂/일급 수소추출시스템
	수소운송	200bar 튜브트레일러 단거리배관망											1,500 · 450bar 튜브트레일러, 35톤급 탱크로리 등 160,000m³급 액체수소운송선
		원천기술 개발, 기본설계											

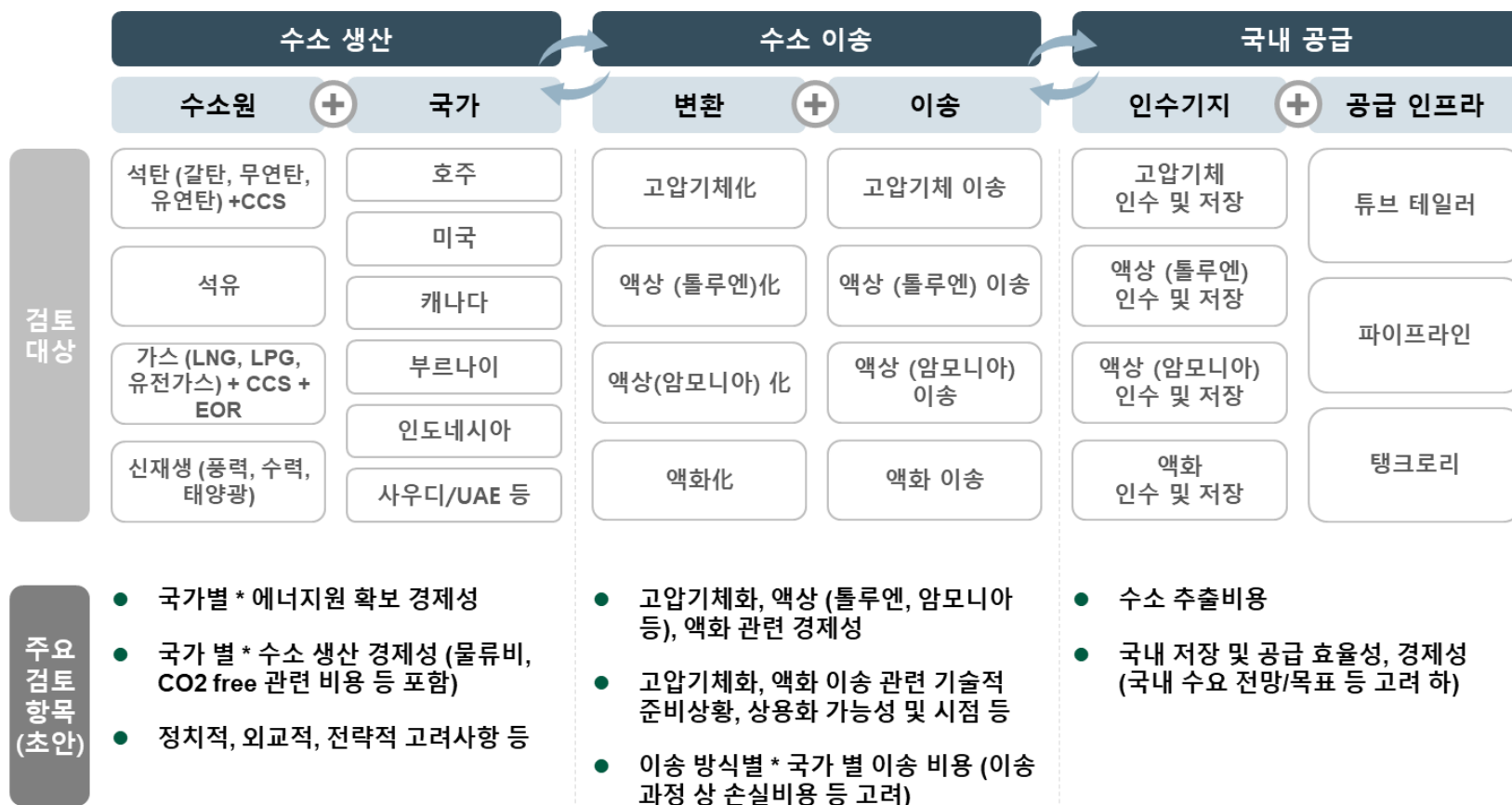
기술개발 현황/보급실적/경제성·환경성분석 이후 ▲ 국가수소공급전략 수립 및 기술개발 재정비

국내 수소에너지 현황 및 전략

수소저장·운송 기술개발 전략

해외수소 공급망 구축 현황

- ▶ 해외수소공급망 구축을 위한 MOU 체결 : 30여 개 기관 ('20.06)
- ▶ 그린수소 해외사업단 준비 (산업부)
- ▶ 수소 운송선 구축 R&D 준비 (법부처)
- ▶ 수소 저장·운송 R&D 수행 (과기부, 산업부)



국내 수소에너지 현황 및 전략

수송수단 활용 기술개발 전략

현황

- FCV는 세계 최고 기술력 보유
- 철도, 해상용, 항공 등의 응용분야 확대는 독일 등 유럽을 중심으로 기술 개발에 박차
- 대형 트럭 등 연료전지 우위분야에 관심 급증

■ 타 수송수단 분야로의 확장성이 큰 연료전지시스템을 전략적으로 활용하여 중복투자 방지 및 가격 저감 유도

승용차/상용차용 연료전지시스템을 기반으로 플랫폼 기술을 개발·응용하여 다양한 수송수단에 적용하고, 각 제품의 상이한 운영 환경에 따른 성능 구현 기술 개발 추진

핵심기술 개발 전략

* 정부의 집중지원이 필요한 기간을 표시

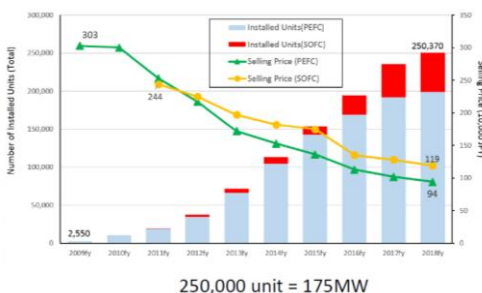
대분류	중분류	현 수준	단 기					중 기		장 기		목 표
			~'20	'21	'22	'23	'24	'25	~'28	~'30	~'35	
 활 용 (수송수단)	육상용	국내 개발 및 실증 단계	연료전지시스템 모듈화 및 전장장치 개발 (수소열차 / 중대형 건설기계)									(철도) 내구 25년 (건설기계) 내구 2만시간
	해상용	R&D (대양선박은 기초연구)	수소선박 연료전지시스템 개발 (소형선박용) (대양선박용)									시스템 가격 50만원/kW, 내구 20년
	항공용	핵심 부품기술 해외 의존	수소드론 시스템 개발 (일반 및 특수목적용) (대형물류 운송용)									시스템 출력밀도 0.6kW/kg('30)

국내 수소에너지 현황 및 전략

발전용 활용 기술개발 전략

현황

- ▶ 분산발전용은 세계 최고
기술력 및 시장 보유
- ▶ 경제성 확보가 시급 →
시장 확대 필요



발전용 연료전지시스템(가정·건물용, 분산 발전용, 대규모 발전용)의 **경제성 확보**를 통해
설치비와 발전단가 절감

연료전지시스템 핵심부품 모듈화, 양산화, 시스템 효율 향상 및 내구성 향상을 위한 기술 개발

핵심기술 개발 전략

* 정부의 집중지원이 필요한기간을 표시

대분류	중분류	현 수준	단 기						중 기		장 기		목 표
			~'20	'21	'22	'23	'24	'25	~'28	~'30	~'35	~'40	
 활 용 (발전·산업)	고정형 연료전지	시스템가격 2,700만원/kW (PEMFC기준)		(마이크로열병합) 제품 경량화, 고부가가치화									시스템 가격 800만원/kW('30) 효율 90%('30) 발전단가141원/ kWh('30)
		효율 약 75%		(분산발전용) 고효율·고신뢰성 시스템 개발									
		발전단가 241원/kWh							(대규모발전용) 대용량 스택 시스템 개발				

국내 수소에너지 현황 및 전략

안전·표준·인프라기술개발 전략

현황

- 안전·표준화 기술 미국, 일본, 독일에 비해 미흡
- 인프라 기술은 HRS 국산화 추진 중
- 대형 실증 사업 미흡

수소 전 주기 기술개발을 위한 기반이므로 '30년까지 완비 추진

안전성 확보를 위한
실증 데이터베이스 구축 및 평가시스템 도입,
국내 기술의 국제표준 전략적 선점과
국내 인증품목 확대

해외 의존도가 높은
수소충전소 기자재 국산화 및
수소추진선박 운항에 필요한
빙커링(선박·항만설비에 수소 공급) 기술 개발

수소 생산, 저장·운송, 활용 각 분야에서
개발된 제품을 실증지에 적용

핵심기술 개발 전략

* 정부의 집중지원이 필요한 기간을 표시

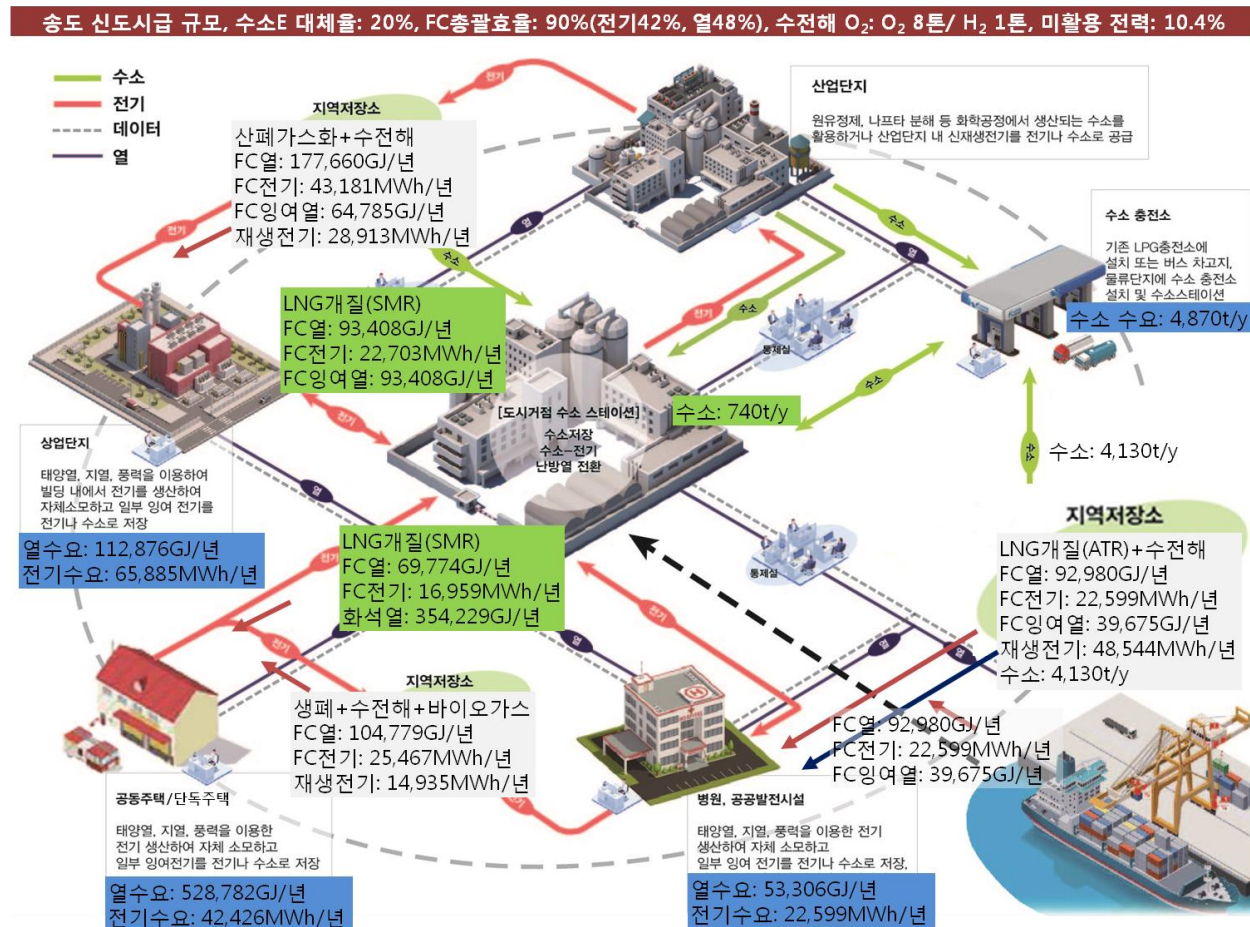
대분류	중분류	현 수준	단 기					중 기		장 기		목 표		
			~'20	'21	'22	'23	'24	'25	~'28	~'30	~'35		~'40	
 안전 · 환경 · 인프라	안전기술	선진국의존											DB구축 100%	
		안전성평가 기술수준 78%			소재, 부품, 시스템 안전평가 기술 개발				DB구축				안전성평가 기술수준 98%	
		품질표준/ 장비개발 2건			전주기 설치, 안전 및 사고예방 기술 개발								품질표준/장비 개발누적 10건	
	표준화 및 인증기술	국제표준 미흡											국제표준 15건	
		시험인증 기준/장비 3건			품질 및 측정기술(시험법/장비) 개발								시험인증 기준/장비 10건	
	환경 및 경제성평가	인벤토리· 환경성 평가 기준 없음												수소 전주기 통합 환경성·경제성 평가 프로그램 구축
		수소분야 적용 경제성 평가 프로그램 없음			전주기 환경성 분석 프로그램 개발				검증 및 보완					
		국산화율 40%			전주기 경제성 분석 프로그램·비즈모델 개발				환경·경제성 통합 분석 프로그램 개발					
	수소 공급 인프라	유사연료 빙커링 터미널 기초설계							검증 및 보완					국산화율 100% 63,000m³/주 빙커링 터미널 설계
		사례없음			수소 충전 기술 개발				평가 및 실증					
수소사회 기반 구축	소규모 실증 진행 중							평가 및 실증					밸류체인별 구축 도시 단위 건물/교통/기반 실증	
				수소 전 주기 분야별 집적 클러스터 실증										
												</		

국내 수소에너지 현황 및 전략

안전·표준·인프라기술개발 전략

현황

- 수소도시 (범부처), 수소심범도시(국토부), 수소클러스터(산업부) 등 대 규모 실증 준비 중



결언

수소에너지 사회



감사합니다.