

T · R · A · D · E F · O · C · U · S



2023년 14호

수소산업 경쟁력 강화를 위한 정책 연구:

② 수소 저장·운송 산업 육성 현황과 정책과제

그린전환팀 임지훈 수석연구원

장현숙 수석연구위원

Trade Focus 2023년 14호

수소산업 경쟁력 강화를 위한 정책 연구:

② 수소 저장·운송 산업 육성 현황과 정책과제

발행인 구자열

편집인 조상현

발행처 한국무역협회 국제무역통상연구원

발행일 2023년 8월 15일

디자인·인쇄 (주)보성인쇄기획

등록일자 1960년 5월 26일

등록번호 2-97호

CONTENTS

● 요약 01

● I. 현황 04

- 1. 수소 저장/운송 개요 04
 - 2. 시장 현황 및 전망 07
 - 3. 국내 정책추진 동향 09
-

● II. 주요국 정책비교 14

- 1. 독일 15
 - 2. 미국 17
 - 3. 일본 19
 - 4. 호주 21
 - 5. 중국 23
-

● III. 정책제언 26

- 1. 수소 저장/운송 분야 R&D 지원예산 확대 26
 - 2. 수소 R&D 특례기준을 제정해 연구개발비용에 대한 정부 지원비중 확대 28
 - 3. 해외 수소 공급망 지원 체계 고도화 30
 - 4. 국제기준 수준으로 튜브트레일러 용적 및 압력 기준 완화 32
 - 5. 연구개발시설에 대한 수소법상 각종 허가 및 검사 관련 규제 면제 33
-

본 자료는 협회 공식 의견과 다를 수 있습니다. (무단 전재 및 재배포 금지).

정책연구실 그린전환팀 임지훈 수석연구원
☎ 02-6000-5177 ✉ tradewing@kita.net

정책연구실 그린전환팀 장현숙 수석연구위원
☎ 02-6000-5463 ✉ hs.jang@kita.or.kr



국제무역통상연구원

수소는 단위 부피당 에너지 밀도가 낮아 저장/운송 과정에서 압축(물리적) 혹은 변환(화학적) 과정이 필요하다. 현재 기술적 한계로 기체 저장/운송방식(파이프라인, 고압 기체 튜브 트레일러)이 주가 되고 있으나, 주요국들은 장거리 수소 운송체제 구축을 위해 수소를 액체, 액상으로 변환하는 기술 개발에 매진하고 있다. 향후 기술 발전 시 경제성이 높은 액체 및 액상 방식으로 수소를 저장하고, 파이프라인, 탱크로리 및 선박을 통해 대량 운송하는 방식이 확대될 전망이다.

세계 수소 저장시장 규모는 2021년 147억 달러에서 연평균 4.4% 성장해 2030년에는 약 217억 달러에 이르고 저장시장의 성장이 운송시장의 성장을 견인할 것으로 전망된다. 액체 수소 저장 기술 등이 상용화될 시 저장 기술을 연계한 인프라 투자(액화수소 수출입 터미널, 운송 선박, 파이프라인, 튜브 트레일러 등)가 활성화돼 수소 운송시장은 2050년 5,660억 달러까지 성장할 것으로 예상된다.

독일은 예견되는 폭발적인 수소 수요를 대비하기 위해 국내외 수소 유통 인프라를 적극적으로 확대 중이다. 인접국과의 수소 유통 프로젝트를 통해 EU 역내 수소 파이프라인을 1,800km까지 확충할 계획이며, 역외로는 자국 기업의 우수한 수소 기술력을 바탕으로 사우디, 호주 등 수소 수출국과의 R&D 협력을 통한 공급망 네트워크를 구축 중이다. 미국은 우수한 수소 저장 기초 연구를 바탕으로 액체 수소 저장 기술개발에 주력하고 있으며, 세계 최대 길이의 파이프라인(2,600km)을 통해 국내 유통에 주력할 계획이다. 일본은 2030년까지 글로벌 수소 공급망 구축을 목표로 장거리 수소 저장 및 운송 기술 고도화 전략을 추진 중이다. 해외 수소 수입을 목적으로 한 수소 저장 기술과 운송기술 개발 및 실증사업이 민관 합동으로 추진 중이며 호주와 긴밀한 협력관계를 맺고 있다. 호주는 수소 기술개발 및 운송 국제협력에 가장 적극적인 국가로, 수소 수출국으로 발돋움하기 위한 협력 체계를 구축 중이다. 중국은 수소 저장, 운송 기술개발 맹아기로서, 지역 차원에서의 정책적 노력이 산업 성장을 견인 중이다. 국내 수소 정책은 ▲ 저장/운송에 필요한 핵심기술 개발 ▲ 기술개발 기반 국내 수소 유통 및 해외 수소 수입 인프라 확대로 크게 분류돼 추진 중이다.

현재 국내 수소 저장 및 운송 기술은 해외에 비해 기술력이 부족하고 상용화 수준이 낮은 실정이다. 관련 특허출원 점유율과 RTA(현시기술우위지수)로 주요국의 수소 저장/운송산업 경쟁력을 살펴보면, EU가 33%의 특허점유율과 RTA 1.3을 기록하며 가장 경쟁력이 높았고, 미국과 일본도 각각 23%(0.8)와 22%(1.2)를 기록하고 있으나, 우리나라는 5% 점유율과 RTA 0.6에 그쳤다.

I 수소 저장/운송을 위한 주요국 정책 비교

전략 키워드		전략	기술경쟁력	저장/운송 특허점유율/RTA
독일	국제협력을 통한 수소 저장/운송 체계 확장	역 내외 인프라를 활용한 수소 저장/운송산업 확장	· 고압 기체 운송 기술 상용화 도달 · 자체 액화 상용화 기술 보유	14%/1.3 *EU: 33%/1.3
미국	원활한 자국 수소 저장/운송 시스템 구축	생산한 수소를 자국 내 소비를 목적으로 하는 기술개발 및 인프라 투자에 집중	· 배관망/액화수소 운송(육상) 기술 상용화 도달 · 액상 저장 기술 보유	23%/0.8
일본	글로벌 수소공급망 선제 구축	민관합동으로 국내외 수소 수입 실증사업 및 기술개발에 투자	· 고압 기체 저장 운송 상용화 도달 · 액화, 액상 해상운송 기술 개발 선두 중	22%/1.2
호주	대외개방을 통한 수소 수출국가 발돋움	해외 기술도입 및 습득을 위해 정부 차원에서 투자 유치가 적극 추진	· 해외국과 협력을 통한 기술 개발 중	-
한국	핵심기술 개발을 통한 경쟁력 확보	기술 개발 및 국제협력을 통한 수 소 사회 대비	· 고압 기체 저장 운송 기술 상용화 도달 · 액화, 액상기술은 초기 단계	5%/0.6

이는 그간 활용 분야에 중점적으로 정부투자가 진행되어왔고, 수소 R&D 관련 지원 체계가 부족한 것에 기인한다. 즉, 활용과 생산 분야 대비 부족한 저장/운송 분야 예산, 구체적인 해외 수소운송 전략의 부재, 관련 기술에 대한 규제, 제도 미비 등이 주요 문제점으로 분석되었다. 따라서 저장/운송 관련 예산 확대, R&D 지원사업 및 연구개발 시설에 대한 특례기준 마련, 해외 수소 공급망 지원 체계 고도화, 튜브트레일러 용적 및 압력 기준 완화 등의 제도 개선이 필요한 것으로 사료된다.

수소경제 초기 단계 특성상, 사업 성과를 즉각적으로 내기 어렵고 R&D 투자가 이윤 회수로 직결되지 않기 때문에, 적극적인 지원책이 요구된다. 특히 수소경제 성공의 게임체인저는 저장/운송 분야이기 때문에 보다 적극적인 육성정책을 마련할 필요가 있다.

I 정책제언

구분	현황 및 문제점	개선방안
1	선진국 대비 저장/운송 기술력 부족과 전체 수소 예산 중 미미한 비중	수소 저장/운송 기술개발 예산을 확대해 선진국과의 간극을 좁힐 필요
2	연구개발비에 대한 차등 지원기준	수소 R&D 사업에 대한 특례기준을 제정해 연구개발 비용에 대한 정부지원 비중 확대
3	전략적 해외수소 공급망 확보 방안 구체화 부족	해외 수소 공급망 지원 체계 고도화 (정책금융기관 참여 보장)
4	복합재료 용기의 내용적 및 사용압력을 450L, 450bar로 제한	국제기준 수준으로 튜브트레일러 용적 및 압력 기준 완화
5	높은 허가 및 검사 기준으로 인한 수소기술개발 연구 진행 난항	연구개발시설에 대한 수소법상 각종 허가 및 검사 관련 규제 면제



I.

현황

I. 현황

1 수소 저장/운송 개요

» 수소는 단위 부피당 에너지 밀도가 낮아 압축(물리적) 혹은 변환(화학적)을 통해 저장, 유통하고 있음

* 수소 에너지 밀도: 천연가스의 3배, 휘발유의 4배

- (액화수소) 수소가 극저온(영하 253도 이하)에서 액화될 시 부피가 기체 수소 대비 약 1/800 수준으로 감소
- (LOHC¹, 암모니아) 기체 수소를 액상 수소운반체(톨루엔 등)와 결합하거나 암모니아(NH₃)로 합성하여 높은 밀도의 수소 에너지를 운송하는 기술개발이 진행 중

I 수소 저장/운송방식별 비교

구분	물리적 방식		화학적방식	
	고압축 수소	액체수소	LOHC	암모니아
부피 에너지 밀도	· 일반 수소의 463배	· 일반 수소의 865배	· 일반 수소의 574배	· 일반 수소의 1467배
장점	· 저렴한 구축비용 · 가장 보편화된 기술 · 소형 모빌리티 적용 가능	· 상압 저장 가능 · 에너지 저장밀도 높음 · 저장용기 안정성	· 기 인프라 사용 가능 · 장기관 보관 가능	· 기 인프라(프로판) 사용 가능 · 높은 에너지 밀도 · 폭발 위험성 낮음
단점	· 일정량 이상 저장 불가 · 낮은 에너지 저장밀도 · 비싼 저장용기	· 액화시 많은 에너지 소모 · 대규모 시설비용 필요 · 기화 손실로 장기간 보관 불가	· 유기화합물 회수/재생 공정 필요 · 상업화 연구 필요	· 냄새, 독성으로 인한 취급주의

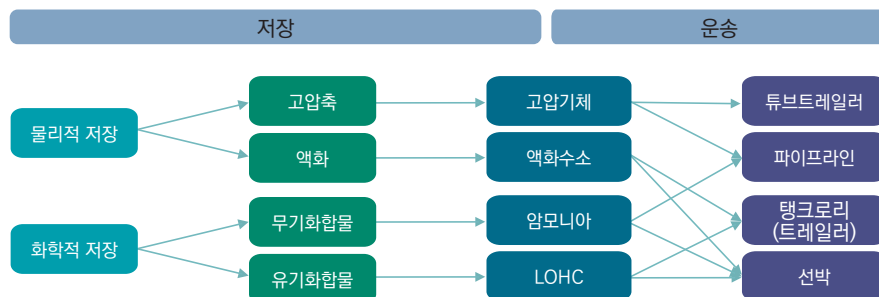
자료원 : 롯데정밀화학(2023) 및 기타 자료 종합

» 현재 기체 저장/운송방식이 주가 되고 있으나, 장거리 수소 유통체제 구축을 위해 수소를 액체, 액상으로 변환해 저장/운송하는 기술개발이 진행 중

- 석유화학단지를 중심으로 파이프라인을 통해 인근 지역에 수소를 공급하거나, 중장거리의 경우 고압의 기체를 튜브 트레일러에 압축하여 운송하는 기체 상태의 저장 및 운송방식이 주로 활용
- 향후에는 경제성이 높은 액체 및 액상 방식으로 수소를 저장하고, 파이프라인, 탱크로리 및 선박을 통해 대량 운송하는 방식이 확대될 전망

1 액상유기화합물(Liquid Organic Hydrogen Carrier)

I 수소 저장방식별 운송 수단



자료원 : 저자정리

- 맥킨지, IEA 등 주요 기관²들은 장거리 수소운송 방법으로 액체수소, 암모니아, LOHC가 유망하다고 전망하고 있으나, 최종 수소 활용 형태에 따라 최적 운송 수단은 상이할 것으로 보임

- 7,000km 이상 해상운송은 암모니아와 LOHC가 효율성 측면에서 다소 우위에 있으며, 1,500km 이하 내륙 운송은 파이프라인이 적절한 것으로 분석

I 수소 운송수단별 비용 분석

분석기관	연도	단위(H ₂)	높음 ◀ 밸류체인 성숙도 ▶ 낮음			사례
			암모니아	액체수소	LOHC	
Roland Berger(독)	2022	EUR/Kg	4.3	4.8	4.2	UAE-로테르담 (12,000Km)
수소위원회/맥킨지(미)	2021	USD/Kg	3.7~4.8	3.2~3.8	3.1~4.2	사우디-로테르담 (8,000Km)
HySTOC(유럽)	2020	EUR/Kg	-	5.88	4.63	유럽 내륙운송 (300Km)
국제에너지기구, IEA	2019	USD/Kg	5.4	7.2	5.9	호주-일본 (7,000km 이상)
에너지종합연구소(일)	2018	JPY/Kg	408.9	418.9	395.6	해상운송 (10,000km)

자료원 : 한국과학기술연구원(2023)

» 수소 밸류체인 별(생산, 저장/운송, 활용) 각국의 기술력은 보유한 특허 수로 추정이 가능하며, 일본, 미국, 독일, 한국 순으로 수소 기술력을 보유

- 유럽 특허청(EPO)는 지난 10년간(2011~2020)의 국가별 수소 특허 현황을 분석한 보고서를 올해 발간해 국가별 수소 기술력을 측정
- 현재 단일 국가로는 수소 특허와 기술력 분야에서 선두는 일본으로, 일본은 전 세계 특허의 24%를 차지하고 RTA 지수³ 또한 모든 분야에서 높아, 향후 기술적 우위가 담보됨
 - 한국은 7% 특허 점유율을 보이며, 미국(20%)과 독일(11%)에 이어 4위 수준의 특허경쟁력을 보유

2 McKinsey&Company(2021), Roland Berger(2022), EC(2020), IEA(2019), The Institute of Applied Energy(2018)

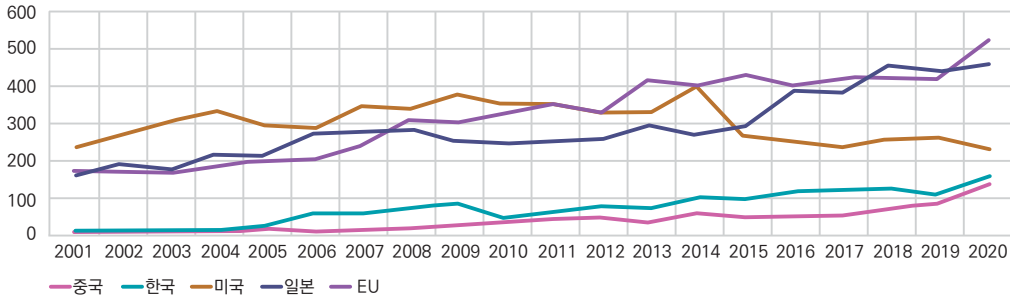
3 RTA(현시기술우위지수, Revealed Technological Advantage): RTA 지수가 1보다 높을 시 대상 국가가 해당 기술 분야에 평균 수준 이상으로 집중하는 것을 의미하며, 그 값이 클수록 특정 기술 분야에 특화된 정도가 높다는 의미

» 한국의 특허출원 비중을 밸류체인 별 분석 시, 수소생산은 6%, 활용은 9%, 수소 저장(전환)·운송 기술은 5%를 차지

- 한국은 활용 분야 특허를 중심으로 성장해 전체 수소 특허출원 건수는 지속적으로 증가 중(CAGR 12.2%)⁴

수소 국제 특허출원 건수 추이

(단위: 개)



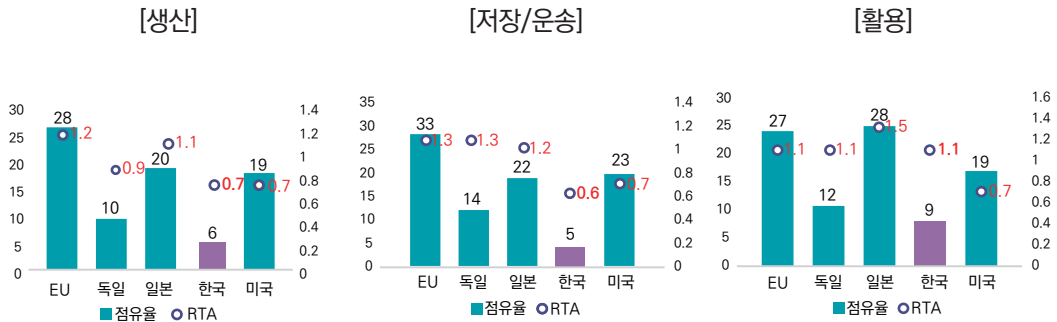
자료원 : IEA, EPO(2023)

- 그러나 저장/운송 분야의 특허는 5% 점유율과 0.6의 집중도(RTA)로 분석돼 생산과 활용 분야보다 낮은 수치를 기록

* 현재 국내 연구 및 특허는 활용과 생산 분야에 중점적으로 투자이며, 동 분야들이 전체 점유율 상승을 견인 중

수소 밸류체인별 한국 점유율 및 RTA 지수 현황

(단위: %(좌), 점(우))



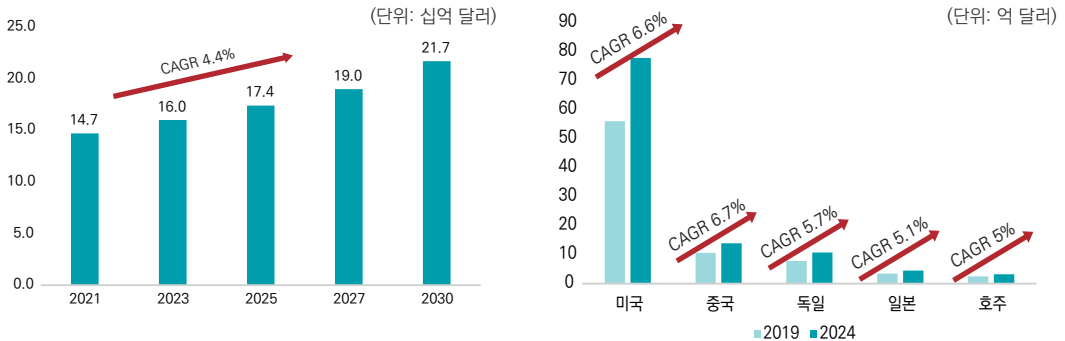
자료원 : IEA, EPO(2023) 자료 기반 저자 정리

» 세계 수소 저장시장 규모는 2021년 147억 달러에서 연평균 4.4% 성장해 2030년에는 약 217억 달러에 이르고, 저장시장의 성장이 운송시장의 성장을 견인할 것으로 예상

- 현재 운송시장의 경우 기체 저장체 기반이기 때문에 유통범위가 국내로 한정되어 있음
- 향후 저장 기술의 발전으로 해외 운송이 포함돼 전체 시장 규모가 성장할 것으로 예상
 - 액체수소 저장 기술 등이 상용화될 시 저장 기술을 연계한 인프라 투자*가 활성화돼 수소 운송 시장은 2050년 5,660억 달러 규모로 비약적으로 성장할 전망⁵

* 액화수소 수출입 터미널, 운송 선박, 파이프라인, 튜브 트레일러 등

수소 저장시장 추이



자료원 : STATISTA(2022), Markets and Markets(2022)

① 독일

- (저장) 2019년 기준 약 7.8억 달러의 저장시장 규모는(세계시장 점유율 5.7%) 2024년 약 10.7억 달러에 달할 전망
 - 당분간 기체 저장방식이 주가 될 예정으로, 해당 방식이 가장 큰 비중을 차지
 - * 저장방식별 비중(%,'19 → '24년): 기체(67.5 → 68.1), 액체(29.5 → 29.4), 고체(3.0 → 2.5)
 - 단 독일은 액체수소 저장 개발을 선도 중으로 기체 방식 외의 시장도 성장할 것으로 예상
 - * Hydrogenious LOHC Technologies社は 대용량의 수소를 현장에서 저장, 촉매반응을 통해 방출하는 시스템을 개발하여 상용화 중⁶
- (운송) 기존의 천연가스 파이프라인을 활용한 기체 수소 운송방식이 도입되고 있음

5 딜로이트 인사이트, 기후 기술과 수소경제의 부상(2022)

6 코트라, 주요국 수소경제 동향 및 우리 기업 진출전략(2022)

② 미국

- (저장) 글로벌 1위 수소 저장 시장(56억 달러, 41.4%)은 2024년까지 약 77.8억 달러 규모로 성장할 것으로 예상
* 저장방식별 비중(% , '19년 → '24년) : 기체 (57.9 → 62.5), 액체 (38.1 → 34.2), 고체 (4.0 → 3.3)
- (운송) 세계에서 가장 고도화된 수소 파이프라인 인프라를 기반해 자국 내 수소를 유통할 계획
* 국가별 수소 파이프라인 길이(km): 미국(2,608), 벨기에(613), 중국(400), 독일 (390), 프랑스(303), 네덜란드(237) 등

③ 중국

- (저장) 약 10.6억 달러 규모의 저장시장(점유율 5.7%)을 보유하고 있으며, 2024년 약 13.9억 달러의 시장 규모로 성장할 예정
- 중국은 전체 수소의 80% 이상을 기체 형태로 저장하고 있으며 2024년까지 그 비중은 소폭 확대될 전망
* 저장방식별 비중(% , '19→ '24년): 기체(82.2→ 83.1), 액체(16.3 → 15.6), 고체(1.5 → 1.3)
- 액체수소 저장 기술은 소규모 실증단계 수준이며, 항공 부문에서만 소량 사용 중
- (운송) 튜브 트레일러를 통한 기체 운송방식을 가장 많이 활용

④ 일본

- (저장) 약 3.5억 달러 규모의 저장시장(점유율 2.6%)은 2024년 약 4.5억 달러로 성장할 전망
- 기체 저장방식의 비중이 압도적이나, 독일과 함께 액상 수소 기술력을 선도 중
* 저장방식별 비중(% , '19→ '24년): 기체(79→ 79.9), 액체(17.5 → 17.1), 고체(3.5 → 3.0)
- (운송) 액체수소 실용화에 성공과 함께 활성화된 민관 협력 해외 수소 운송프로젝트로 시장이 발전할 것으로 예상

⑤ 호주

- (저장) 2.5억 달러의 시장 규모(점유율 1.8%)는 2024년 약 3.2억 달러로 성장할 전망
* 저장방식별 비중(% , '19→ '24년): 기체(79.4→ 80.9), 액체(16.5 → 15.6), 고체(4.1 → 3.5)
- (운송) 既 구축한 가스 파이프라인을 활용해 기체 수소운송을 시도 중이며, 해외 수소 수출용 인프라가 구축 중

3 국내 정책추진 동향

» 국내 수소 저장 및 운송 기술은 해외에 비해 상용화 수준이 낮아 핵심기술 확보 및 부품 국산화를 위한 연구개발이 지속 추진 중⁷

- 우리나라의 경우 고압가스의 저장, 운송 기술은 확보했으나 수소의 해외 생산, 수입에 필수적인 액화 및 액상 기술은 미흡한 것으로 분석⁸

I 국내 저장·운송 산업 생태계 경쟁력 진단

제품/방식	부품소재	국내성과	경쟁력수준
· 파이프라인 · 튜브트레일러 · 액화탱크로리	· 수소저장용기 · 트레일러 · 수소공급배관 · 유량계, 촉매, 센서, 고압개관 밸브 등	· 고압기체 상용화 (액화·액상기술은 개발단계)	· 핵심기술 미흡 · LNG, 부생수소 파이프라인 구축 경험

자료원 : 산업연구원(2019), 한국 수소산업 생태계 분석과 발전과제 및 보도자료, 언론보도 종합

- 초기에는 기체 수소 운송방식을 활용한 후, 2030년부터는 액체 및 고체 수소 저장으로 다양화하는 방식으로 인프라를 구축할 계획⁹

- 2021년 기준 국내 수소운송은 전량 기체 수송으로 이루어지고 있음

* 배관으로 운송되는 양이 93%, 튜브 트레일러로 운송되는 양은 7% 수준¹⁰

» 그간 활용 분야에 중점적으로 기술 투자가 진행(52%)되어 온 것과 달리, 저장/운송 분야는 전체 투자금액의 12%만을 차지해 낮은 비중을 차지

I 부처/분야별 R&D 투자규모(2016~2020 누적)

(단위: 억 원, %)

부처별			분야별				2016~2020년 누적 투자
과기정통부	산업부	국토·해수·환경부	활용 (수송·발전)	저장·운송	생산	기타 (안전, 환경, 인프라)	
999.7 (24.1)	2511.8 (60.5)	638 (15.4)	2,158.5 (52.0)	507.9 (12.2)	949.4 (22.8)	533.7 (12.9)	4,149.5 (100.0)

자료원 : '수소 기술개발 로드맵 이행현황 및 향후 계획' (2020) 및 정부 보도자료 종합

7 고등기술연구원(2019)

8 과학기술기획평가원(2020)

9 수소경제 로드맵('19.1)

10 에너지경제연구원(2021)

- 저장/운송에 대한 R&D 투자를 세부적으로 조명 시 물리적 저장에 대한 투자가 가장 높았던 가운데 (51%), 해외 수소운송을 위한 화학적 저장과 운송방식 기술 투자도 일부 추진

I 부처/분야별 수소 저장·운송 R&D 투자 규모(2016~2020 누적)

(단위: 억 원, %)

구분	물리적 저장	화학적 저장	수소운송	소계
과기정통부	17.8	68.6	-	86.4
산업부	126	58.5	122.2	306.7
국토부	97	-	-	97
해수부	17.7	-	-	17.7
합계	258.5	127.1	122.2	507.9
(비율)	(51)	(25)	(24)	(100)

자료원 : '수소 기술개발 로드맵 이행현황 및 향후 계획'(2020) 및 정부 보도자료 종합

» 현재 국내 수소 저장·수송 정책은 ▲ 저장/운송에 필요한 핵심기술을 개발 ▲ 기술개발 기반 국내 수소 유통 및 해외 수소 수입 인프라 확대로 분류됨

① 수소 저장/운송 핵심기술 개발

- 기체 저장·운송 방식을 고도화하여 생태계 기반을 구축하고, 수소를 대량 저장·운송할 수 있는 기반 기술인 액체·액상 수소 저장 기술 및 관련 운송 선박 개발을 위해 노력 중

- **(기체 저장/운송 기술)** 상용화 단계에 이른 기체 저장/운송 기술을 보편화하고 저장압력을 높여 경제성을 추가로 확보할 계획

- **(액화, 액상 저장/운송 기술)** 실증단계인 액화, 액상 수소 기술을 상용화 단계까지 계속 투자해, 해외 대량 수입을 통한 국내 수소 공급 목표치 달성 예정

* 특히 정부는 액화수소를 미래 수소경제의 게임 체인저로 주목해 액체수소 저장탱크, 밸브, 압축기에 대한 625억 원 R&D 지원 계획을 발표('23.3)

** 청정수소 해외수입 계획(수입량, 전체 공급량 中 해외 수입비중): 2022년(0톤, 0%)/ 2030년(196톤, 50%)/ 2050년(22,900톤, 82%)

- **(운송 선박 기술)** 액화수소 운송선, 트레일러 개발을 수소 산업 7대 전략 분야 중 두 개로 선정했으며, 유망한 분야인 해상 운반선, 추진선, 플랜트 등을 중점적으로 수출산업화* 할 계획¹¹

* 우수한 국내 조선산업 경쟁력을 바탕으로 연간 10만 톤 규모 해외도입 목표

I 수소 저장/운송 핵심기술 개발 전략

구분	현 수준	단기					장기		목표
		'20	'21	'22	'23	'24	'25	'28	'30
물리적 수소저장	100만원/kg		고압수소 저장시스템 가격 절감 기술 개발						45만원/kg
	0.1톤/일 3m³/탱크1기¹		수소액화플랜트 및 저장 기술 개발						50톤/일 80,000m³/탱크1기
화학적 수소저장	유기수소화물 신소재 개발		액상 수소화물 저장 및 추출기술 개발 (유기수소화물/ 암모니아(추출))						‘30년 100MW급 시스템 재생전원 연계 수송 MW급 실증
수소운송	200bar 튜브트레일러 단거리 배관망		육상 운송비용 저감 기술 개발 (대용량 기체/ 대용량 액체/ 수소배관망)						1500L/400bar 튜브트레일러, 3.5톤급 탱크로리 등
	원천기술개발, 기본설계		해외생산 수소 이송용 선박 기술개발						160,000m³급 액화수소운송선

자료원 : 수소기술개발로드맵(2019)

② 국내 수소 유통 및 해외 수소 수입 인프라 구축

● **(국내 유통)** 육상 운반차에 탑재할 수 있는 저장탱크를 고도화하고, 수소 유통이 가능한 파이프라인 개발을 목표로 관련 정책이 추진 중

- **(육상 수송)** 육상 운반차 탑재용 기체수소 튜브트레일러 용기를 개발하고, 액화수소 탱크로리를 상용화해 既 활용 중인 기체 수소 운반차의 한계를 극복할 계획

- **(파이프라인)** 현지 수소생산기지의 특성을 고려한 파이프라인을 구축할 계획이며, 수소 혼입 가스 배관망(LNG)을 활용하거나, 수소 전용 배관망을 추가로 구축할 방침

* 기지구축 지역: 창원, 평택, 인천, 부산 등

** 발전용/산업용 배관은 30~100km 이내, 수송용 배관은 10km 이내에서 경제성 확보 추정

● **(해외 수입)** 활용 부문과 연계한 고밀도 수소 저장 운반체를 개발하고 운송 인프라를 구축해 수소 수입 경제성을 확보할 계획¹²

- **(암모니아)** 발전소 밀집 지역(서해, 동해, 남해)에 인수기지를 구축하고, 암모니아를 수소로 전환하는 설비(크래킹) 도입해 사용처를 확대

· 액화수소 상용화가 되지 않은 시점에서 해외 수소를 수입하기 위한 방식으로 주요 운반체로 암모니아를 채택¹³했으며 2030년까지 도입 규모를 확대할 계획

· 민관 주도의 ‘H2 STAR 프로젝트’를 통해 암모니아를 해외로부터 수입해 거점지역에서 인수 예정

12 청정수소생태계 조성방안(‘22.11)

13 암모니아 산업은 타 수소 에너지원(액화 수소 등) 대비 높은 밸류체인 성숙도를 가지며 한국은 세계 4위 암모니아 수입국으로, 기존 저장/운송 노하우와 인프라 활용이 용이하다는 점이 채택 배경으로 작용

I H2 STAR 프로젝트(안)

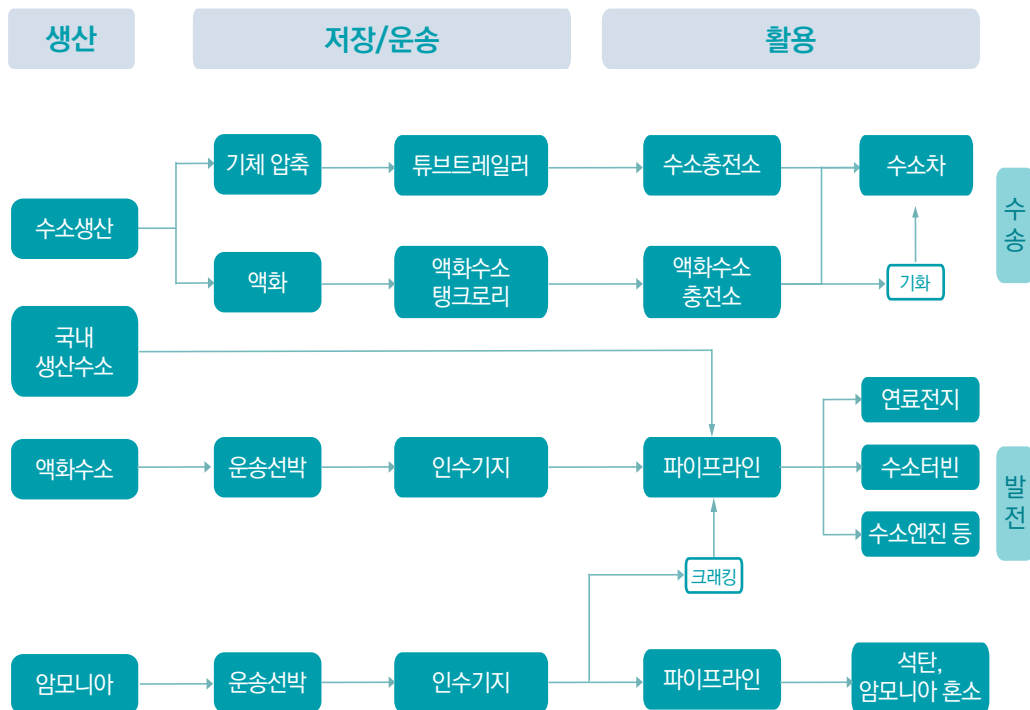
국내거점	후보국가	도입대상	암모니아 도입규모('30)
당진/태안	호주	그린·블루 암모니아	300만 톤
영흥/인천	칠레, 사우디, 호주 등	그린 암모니아, 그린·블루수소	87만 톤
삼척	호주, 러시아, 사우디, 오만 등	그린·블루 암모니아	440만 톤
동해	UAE	블루 암모니아	100만 톤

주 : STAR(Supply Transportation Application Relationship, (수소 전주기 구축 프로젝트)

자료원 : 제1차 수소경제 이행 기본계획

- **(액화수소)** 2029년까지 약 10만 톤 규모의 인수·저장 설비를 구축해 수도권에 수소 공급 목표
- **(수소 항만)** 수소 항만에 필요한 화물창, 저장탱크 기술 등을 확보하고 및 인센티브(항만사용료 감면, 관련 입주기업 지원) 제도를 구축할 계획
- **(운반선)** 既 LPG 및 암모니아 운반선을 활용해 수소운반체를 수입함과 동시에 암모니아, 액화 수소를 대량 운송할 수 있는 전용 선박을 추가로 도입할 계획

I 수소 전주기 연계 저장, 운송 인프라 구축 계획



자료원 : 청정수소 생태계 조성 방안('22.11) 연구자 편집

II.

주요국 정책비교

II. 주요국 정책비교

I 수소 저장/운송 주요국 정책 비교·분석

구분		독일	미국	일본	호주	중국	한국
수소 저장방식		• 기체, 액화, 액상 수소 병행 추진	• 기체, 액화 수소 개발 주력 • 저비용, 고밀도 액체 수소 저장 시스템 실증	• 수입용 액화, 액상 수소 개발 주력 • 수소 저장 시스템의 대형화, 고효율	• 수출용 액화, 액상 수소 개발 주력	• 고압 기체 수소 저장 기술 보편화	• 기체, 액화, 액상 수소 개발을 병행 추진 ('~30) • 액화수소 저장 기술 개발에 주력할 계획임을 발표 ('23)
국내 수소 운송 (주력 수단)		• 파이프라인 • 튜브 트레일러	• 파이프라인	• 지상용 액화 탱크	• 파이프라인	• 육상용 튜브트레일러, 파이프라인	• 파이프라인/ • 육상용 튜브트레일러 • 액화탱크 트레일러 용기 개발 병행
국외 수소 운송	운송 방식	• 인접국 수소 파이프라인 배관망 구축 • 자국내 수입 터미널	• 자국 내 수출 터미널을 구축 계획	• 자국 내 수입 터미널을 구축 계획	• 자국 내 수출 터미널을 구축 계획	• 자국내 수입 터미널 구축 계획	• 조선산업과 연계한 수소 전용 운반선 구축
	주력 운반체	• 암모니아, 액화수소 형태 수입 실증 중	• 암모니아, 액화 수소 기술 실증	• 암모니아, 액화, 액상 수소 기술 실증	• 암모니아, 액화, 액상 수소 기술 실증	• 암모니아, 액화, 액상 수소 기술 실증	• 액화수소 상용화 전까지는 암모니아 형태로 주로 수입할 계획('~30) • 수소 항만 인프라 구축
수소 수입 주요 협력국		• 호주, 사우디	• 자국 내 소비 위주	• 호주, 브루나이, 사우디	• 수소 순수출 국가 목표	• 자국 내 소비 위주	• UAE, 말련, 사우디
국제협력 프로젝트명		• H2GLOBAL('21) • HyGATE('20) • HySUPPLY('20)	-	• SPERA('15) • HySTRA('17) • C02 Zero('20)	• HESC('21)	• 자국 내 소비 위주	• H2 STAR
저장, 운송기술 특허점유율 (2011~2020) / RTA 지수 ¹⁴		• 14%/1.3	• 23%/0.8	• 22%/1.2	-	• 3%/0.4	• 5%/0.6
저장/운송 기술 수준		• 고압기체 운송 기술 상용화 도달 • 자체 액화 상용화 기술 보유	• 배관망/ 액화 수소 운송(육상) 기술 상용화 도달	• 고압 기체 저장 운송 상용화 도달 • 액화, 액상 해상 운송 기술 개발 선두 중	• 해외국과 협력을 통한 기술 개발 중	• 경쟁국 대비 낮은 기술력	• 고압 기체 저장 운송 기술 상용화 도달 • 액화, 액상기술은 초기 단계
저장 운송 대표 지원사업 및 지원규모 ¹⁵		• TransHyDE flagship project(8280 만 달러) • Hygate(470만 유로) • HySupply(170만 유로)	• H2@Scale (1,300만 달러) • HyBlend (1,500만 달러)	• 대규모 수소 공급망 구축 프로젝트 (200억 엔)	• ARENA R&D 연구 프로젝트 지원(950만 달러) • Hygate(80만 호주 달러)	• 구체적인 지원금 명시되지 않음	• H2 STAR 프로젝트 • 저장/운송 지원 예산 ('22년 535억 원)
기타 저장소		• 대규모 소금동굴 조성 ¹⁶	• 대규모 소금동굴 조성 ¹⁷	-	• 검토 중	-	• 시도된 바 있으나, 추가 연구 필요

자료원 : 연구자 정리

14 RTA(Revealed Technological Advantage): RTA 지수가 1보다 높을 시 대상 국가가 해당 기술 분야에 평균 수준 이상으로 집중하는 것을 의미하며, 그 값이 클수록 특정 기술 분야에 특화된 정도가 높다는 의미

15 추정치

16 Rüdersdorf(건설중), Energiepark Bad Lauchstädt Storage(타당성 조사 진행 중)

17 Advanced Clean Energy(검토 중)/ Storage, Moss Bluff, Spindletop(가동 중)

1

독일

» 다년간 저장 기술개발에 주력하고 있으며 인접국과 운송 협력 프로젝트를 추진

- 2007년부터 시행된 ‘수소 및 연료전지 기술 국가 혁신 프로그램(NIP)’은 2026년까지 20년간 수소 기술 연구에 약 20억 유로(추정)를 투자할 계획
 - 액화, 액상 기반의 수소 저장 기술개발을 통한 수소 경제성 확보도 핵심 목표 중 하나로 지정
- 기존 천연가스 파이프라인 시설 및 저장 설비를 활용해 수소를 저장/유통할 계획이며, EU 역내 국가 간 수소 파이프라인을 구축하기 위해 노력 중
 - 포르투갈, 스페인, 프랑스 등 인접 국가와 수소 배관망을 구축하는 프로젝트¹⁸에 참여(‘22.10) 했으며, 벨기에 및 노르웨이와 파이프라인을 구축하는 것을 올해 추가로 검토 중(‘23.1)
 - 2027년까지 총 1,800km 길이의 수소운송 파이프라인 네트워크를 완성하는 것이 최종 목표로, 관련 세부 내용은 올해 내 확정 예정
- 또한 500Bar, 530L급 육상용 튜브 트레일러가 상용화될 수 있도록 관련 규제를 완화 중이며, 700Bar 튜브 트레일러 기술개발을 위한 정책적 지원이 병행 중

» 연간 수억 톤이 예상되는 미래 수소 수요를 대비하기 위해 수입 인프라 확충 중

- 인접국을 넘어 해외 중장거리 수소 수입을 활성화하는 ‘TransHyDE flagship project’를 추진 중

» TransHyDE flagship project (2021~)

- 연방 교육 연구부(BMBF)¹⁹의 수소 플래그십 프로젝트 중 하나로, 독일 수소 저장/운송 분야에서 최대규모(8,280만 달러)의 투자를 진행 중
 - 4개의 실증 프로젝트*로 세분화해 수소 수송 기술개발, 평가 및 실증, 연구 네트워크를 형성
 - * 1) 고압 용기 내 수소 운반, 2) 암모니아에 결합된 수소의 수송, 3) LOHC를 통한 수소 수송, 4) 기존 및 신규 가스관에서의 수소 수송

18 Mediterranean hydrogen pipeline project

19 Bundesministerium Bildung und Forschung, BMBF

» 향후 국내 수소 수요를 수입(운송)으로 충당하기 위해 수소 자원이 풍부한 해외 국가와 국제 협력을 강화 중

- 독일 경제부 및 연방교육연구부는 ‘H2Global’ 프로그램을 추진해 수소경제 전주기에 포진한 자국의 우수한 수소 기업 및 기술력을 강점으로 주요국과의 협력을 모색
 - 2021년 연방교육연구부는 해외국과의 그린 수소 파트너십 강화하기 위해 ‘지속가능성을 위한 연구 전략(Forschung fur Nachhaltigkeit, FONA)’을 발표했으며, 대표적인 협력 국가로 사우디와 호주를 지목
 - (사우디) 양국 간 수소경제 교류 활성화와 기술개발을 위해 1) 비즈니스, 2) R&D 및 규제 분과로 나눠 협력을 진행 중으로, 저장/운송 분야도 주요 연구 협력 분야에 포함됨
 - 2022년 독일 연방경제부 및 기후행동(BMWK)과 사우디 에너지부는 ▲ 액상 수소운반체(암모니아, LOHC), ▲ 수소변환 및 저장²⁰ 기술을 주요 협력 분야로 검토하는 보고서를 공동 발간
 - (호주) 수소 산업 가치사슬 전주기 혁신 기술 개발 및 타당성 조사 프로젝트를 공동으로 추진 중
 - (HySupply) 수소 조달 공급망 마련을 위한 타당성 조사 프로젝트로, 연방교육연구부는 동 사업에 참여한 독일 기업에 170만 유로를 지원(‘20)
 - (HyGate) 5,000만 유로 지원을 통해 독일-호주와의 수소 공급망을 구축 중으로, 수소 저장/운송 분야도 핵심 협력 목표 중 하나로 지정(‘21)
- * 현재까지 4개의 공동 프로젝트가 진행되었으며, 4,020만 유로 집행 확정

» 우수한 기술력과 EU 역내의 인프라를 활용해 수소 유통 효율성 증대

- 예견되는 폭발적인 수소 수요를 대비하기 위해 국내외 수소 유통 인프라를 적극적으로 확대 중
 - (역내) 인접국과의 수소 유통 프로젝트를 추진해 EU 역내 수소 파이프라인 1800km를 확충 목표
 - 광범위한 천연가스 네트워크, 저장 설비 등 기존 인프라를 활용하며 효율적 에너지전환을 위해 국내기업(RWE, Nowega GmbH 등)을 적극적으로 지원
 - (역외) 국내 수입 터미널을 구축하고, 자국 기업의 우수한 수소 기술력*을 바탕으로 국외 수소 수출국과의 R&D 협력을 통한 공급망 네트워크를 구축 중

* 독일은 미국과 일본과 더불어 높은 수소 저장/운송 기술력을 보유하고 있으며²¹, 특히 점유율 및 경쟁력도 EU에서 가장 높음

20 가스분리 및 정제, 액화 및 기화손실 감소 기술 등

21 딜로이트(2022)

» 우수한 수소 저장 기초 연구²²를 바탕으로 액체 수소 저장 기술개발에 치중하고 있으며, 파이프라인을 통한 국내 유통을 계획 중

- 미국은 1950년대부터 우주개발 프로그램을 시작으로 액체수소 연구를 꾸준히 진행. 현재 저비용, 고밀도 저장시스템 개발을 통한 수소 저장 및 운송 효율성 제고에 주력 중²³

- 특히 美 에너지부(이하, DOE)가 운영하는 'H2@Scale'은 BIL법²⁴에 따라 수소 관련 기술개발 프로젝트에 상당한 자금을 동원해 적극 지원 중

» H2@Scale (2016~)

- 대규모(75만~500만 달러 규모)는 수소 기술개발 프로젝트를 매년 선정하고 있으며, 프로젝트 당 최대 80%를 지원
- 2020~2021년간 27개의 추진 프로젝트에 총 7,200만 달러가 투자되었으며, 저장 관련 기술개발 분야는 7개로 분석(총 1,342만 달러 지원)

| H2@Scale 저장/운송 주요 프로젝트

연도	프로젝트 내용	참여주체	지원규모
2021	수소 금속 수소 저장 서브시스템의 동적 작동을 실증	NREL, GKN	172만 달러
2021	선내 저장, 수송차간 수소운송 기술 개발	SNL, Wabtec	53만 달러
2021	수소 터미널 대규모 수소 저장 기술 및 안정성 평가	PNL, PNLL	77만 달러
2020	고압 압축가스 탱크 내 탄소점유용 용융 방사 PAN 전구체 기술 연구	CCC	270만 달러
2020	탄소복합 최적화 탱크 비용 절감 기술 연구	Hexagon R&D	259만 달러
2020	저비용, 고강도 중공 탄소 섬유 압축 가스 저장 탱크	University of Kentucky	241만 달러
2020	저비용, 고성능 압축 탄소 섬유 천연 가스 저장 탱크	University of Virginia	270만 달러

자료원: DOE(2022)

- 2021년 'HyBlend' 계획을 발표하며 既 구축된 광범위한 천연가스 파이프라인을 활용해 대규모 수소 운반을 계획

- 주요 석유화학단지가 위치한 걸프만, 캘리포니아, 미시간호를 거점으로 천연가스 배관망을 이용한 수소운송을 계획 중

* 미국은 전 세계 수소 파이프라인 절반 이상 보유(총 2,600km)

22 수소 특허 점유율 23%

23 딜로이트(2022)

24 미국은 Bipartisan Infrastructure Law(초당적 인프라법, 2021)을 통과시켜 수소 허브 구축 프로그램에 80억 달러 규모를 할당

» HyBlend (2021~2023)

- 기존 천연가스 배관의 수소 호환성, 수명 분석 등을 평가하고 관련 R&D 기술 개발을 추진하는 프로젝트
 - R&D 프로젝트는 주로 국립 연구소, 업계, 비영리 단체 및 학계 등 20개 이상의 조직이 민-관 합동으로 수행
 - 총 1,500만 달러의 지원자금 중 1,100만 달러가 연방 자금으로부터 투입됨
- 2022년 5억 440만 달러 자금을 조달해 세계 최대 수소 장기 저장시설인 'ACES(Advanced Clean Energy Storage)' 허브를 조성하기로 결정
 - 유타주 델타에 위치한 450만 배럴의 거대 소금 동굴 두 개를 결합해 완성할 계획으로, 2045년에 이르면 100%의 그린수소를 소금 동굴에 저장* 목표
 - * 연간 12만 톤 상당의 이산화탄소를 감축하는 효과를 보일 것으로 기대
 - ** 현재 미국은 'Clemens Dome, Moss Bluff, Spindletop' 소금 동굴이 수소 저장시설로 既 가동 중
 - 2025년부터 30%의 그린 수소와 70%의 천연가스를 혼합한 방식으로 허브를 가동할 예정

» 수소기술력 우위를 바탕으로 자국 내 생산되는 수소 저장 및 유통에 주력

- 생산한 수소를 자국 내 소비를 목적으로 하는 기술개발 및 투자에 집중하는 경향
 - 미국의 탄소중립 시나리오(APS²⁵)에 따르면, 2030년까지 자국 내 수소 수요의 100%를 자국산 수소로 충당할 계획이며, 생산된 전체 수소의 소량만을 수출할 예정
 - 국내 유통, 저장 정책 대비 실질적인 대외 수소 교역 및 운송 관련 국제협력 사항은 다소 미흡

3

일본

» 2030년까지 글로벌 수소 공급망 구축하기 위해 장거리 수소 저장 및 운송 기술 고도화 전략을 추진

- 2017년 국가수소전략을 발표하며, 국제 수소 공급망 개발을 핵심 전략으로 지정
 - 해외 미사용 에너지에서 수소를 생산, 저장·운송하는 공급 시스템을 2030년까지 구축해 저비용 수소 조달 실현을 목표(경제산업성, 2021)
- 2020년 발족한 그린이노베이션(총 2조엔)기금 중 3,700억 엔을 수소 프로젝트에 투입
 - 수소프로젝트 11개* 중 하나인 '대규모 수소 공급망 구축 프로젝트'는 저장, 운송 기술개발에 주력하는 핵심 사업
 - * 11개의 프로젝트는 생산, 저장, 운송, 활용 전 분야에 대한 기술 개발을 포괄하며 프로젝트 당 약 200억 엔이 지원됨

» 대규모 수소 공급망 구축 프로젝트(Large-scale Hydrogen Supply Chain Establishment, 2021~)

- 대규모 수소 공급망 실증 및 혁신적인 수소 수송 기술개발을 목표로 하는 프로젝트로, 국제 수소 공급망 기술 확립, 액체수소 기술 평가 기반 정비, 수소발전 기술 확립 등을 수행
 - 경제산업성이 프로젝트를 총괄하며, 에너지산업 종합개발기구(NEDO)가 담당하여 제반 프로젝트를 운영

자료원 : 경제산업성(2021)

- 액화, 액상 수소 기술개발(관련 설비의 대형화, 고효율화 등)을 통해 수소 운송 단가절감에 주력 중
 - 해당 기술들의 상용화 가능성이 높을 것으로 전망되고 있으며²⁶, 액체수소 단가는 현재 수준 대비 2030년 약 82%, 2050년 88%를 절감시킬 계획
 - * 상용화 시기: 액화 2030년, 액상 2025년(혁신적인 액화 기술 및 MCH 합성 기술개발)
 - 또한 수소를 대량 수입할 수 있도록 2023년까지 액화 탱크 용량 확장 및 액상화 효율성 향상에 주력 중
 - * 액화수소 탱크 규모 확대(수천m³→50,000m³), 액상화 기술 효율성 향상(13.6kWh/kg→6kWh/kg)

» 국제 수소 공급망 구축을 위한 민관 합동 R&D 및 파일럿 프로젝트에 지속 투자 중

- 2020년 중반 이후 가동을 목표로 국내 인프라(터미널, 대형 탱크 등)를 설치하고, 액화·액상수소 대형 운송선을 개발해 원활한 수소 수입 공급망을 구축하고자 함

I 일본 수소공급망 구축 프로젝트

시작연도	국가	프로젝트명	프로젝트 내용	참여기업	지원기관	단계
2015	브루나이	SPERA	브루나이 LNG 플랜트에서 발생하는 가스에서 추출한 수소를 톨루엔과 화학반응 시켜 액상 형태(MCH) 형태로 일본 가와사키시로 운송	치요다, 미쓰비시 등	NEDO	실증단계
2017	호주	HySTRA (HESC)	호주 빅토리아의 미이용 갈탄에서 수소를 추출·액화시켜 전용 선박을 이용하여, 고베시로 운송·저장·이용까지 가능한 액화 수소 공급망을 구축	가와사키 중공업, 쉘 재팬, J 파워 등	NEDO	실증단계 ('22, 1차 성공)
2020	사우디아라비아	Zero CO2 사우디 수소 프로젝트	사우디에서 생산된 수소를 액상 형태(암모니아)로 변환/저장해 국내 운송	미쓰비시, JGC 홀딩스 등	경제산업성, JOGMEC	실증단계

자료원 : IEA(2021), 경제산업성(2020), CHIYODA CORPORATION(2020), 언론기사 종합 및 재가공

» 글로벌 수소 공급망 조기 구축을 위해 민관합동으로 수소 수입 실증사업에 선제적 투자

- 해외 수소 수입을 목적으로 한 수소 저장 기술과 운송 기술개발이 진행 중으로 관련 분야에 민관이 집중적으로 투자하고 있음
 - 해외수입을 위해 액화, 액상 수소 저장방식에 중점 투자해 향후 기체 저장/운송방식 비중이 축소될 전망
- 향후 국내 수요를 충당을 위한 해외수입은 필수불가결한 사항으로 인식해 수출국과 협력한 운송비용 절감 실증사업들을 선제적으로 추진하고 있음

4

호주

» 수출 연계 저장, 운송 기술개발 및 인프라 확충에 주력 중

- 자체 전망²⁷한 수소 수출 가능 시점인 2025년에 맞춰 수소 장거리 저장/운송 기술개발 및 인프라 구축이 연방정부와 개별 주 차원에서 적극적으로 추진 중
 - 국내 유통은 기존 천연가스 파이프라인 인프라를 활용해 수소를 운송할 계획이며²⁸, 수출에 초점을 맞춘 액화, 액상(암모니아, LOHC) 수소 운반체와 액화수소 선박이 핵심 개발 분야²⁹
- 2020년 수소 산업 육성 기금(Advancing Hydrogen Fund)을 조성해 3억 호주 달러를 수소 산업에 집중 투자하고 있으며, 수소 저장/운송 인프라 확충도 주요 개발 영역
 - 주(지역)별 특성에 맞춰 해외 기업 참여형 프로젝트들이 발족했으며, 호주 정부는 국내외 우수 기술력을 보유한 기업의 유입을 독려 중
- 호주 재생 에너지청(ARENA)은 연구 지원 프로젝트 16개를 확정해 총 2,210만 호주 달러를 투자했으며, 저장/운송 프로젝트는 7개가 선정됨(950만 달러 지원 완)

I ARENA 수소 저장/운송 R&D 연구프로젝트

저장/운송 프로젝트 집중 분야(7)	프로젝트 주관	정부 지원금(호주 달러)	완료 예정연도
재생에너지를 이용한 암모니아 생산	Monash University	90만 달러	2022
수소 에너지 저장	Queensland University of Technology	340만 달러	2021
메탄 수소 운반체(LOHC) 기술 상용화	CSIRO	110만 달러	2021
수소/암모니아 변환	CSIRO	120만 달러	2021
수소 저장 및 운송	RMIT, University of Melbourne	80만 달러	2021
메탄올 수소운반체(LOHC) 기술	University of Western Australia	110만 달러	2022
액화 운반체 기술	CSIRO	100만 달러	2021

자료원 : ARENA-Funded Hydrogen R&D Projects(2021)

27 호주 연방과학산업연구기구(CSIRO)

28 부피당 10% 미만의 수소 혼용

29 CSIRO

» 독일, 일본과 공동 R&D 투자 프로젝트를 진행하며 자국 내 유통 및 수출 인프라를 마련 중

- (독일) 'HyGATE 프로젝트' 독일과 추진해 수소 공급망 파일럿 프로그램, 실증 및 연구 지원
 - 양국은 각 5,000만 호주 달러, 5,000만 유로를 투자해 총 4개의 프로젝트를 지원 중
 - * 독일 向 해상운송 단가절감 저장·운송 프로젝트(호주: 80만 호주 달러, 독일: 470만 유로 지원)도 프로젝트 중 하나로 포함
- (일본) 아시아를 주요 수소 수출국으로 지정한 국가 수소 전략('19)에 따라, 현재 일본과의 수소 수출입 협력이 활발히 진행 중

Ⅰ 호주-일본 수소 공급망 구축 주요 프로젝트

프로젝트명	운송방식	연간 수출물량	참여기업	지원기관	단계	예상 첫 선적연도
HESC*	액화수소	22만 톤	스탠웰, 이와타니, 가와사키중공업 등	빅토리아 주 정부	실증단계 ('22 시범 수출 완료)	2030
중앙 퀸즐랜드 수소 프로젝트	액화수소	28만 톤	스탠웰, 이와타니, 가와사키중공업 등	퀸즐랜드 주 정부	실증단계 ('22 타당성 조사 완료)	2026
그린 액화수소 수출 프로젝트	액화수소	3.6만 톤	Origin Energy, 가와사키중공업	퀸즐랜드 주 정부	실증단계 ('20 타당성 조사 완료)	2025

주 : 일본 정부는 올해 수소 시범 수출에 성공한 HESC 프로젝트에 약 23.5억 호주 달러를 추가로 투자하기로 결정 (호주 정부는 1억 호주달러 투자)

자료원 : IEA(2021)

» 수소 기술 개발 및 운송 국제협력에 가장 적극적인 국가로, 수소 수출국으로 발돋움하기 위한 해외 투자 해외투자 유치협력 지향

- 수출 연계 저장/운송 기술개발을 중점적으로 추진하고 있으며, 연방정부의 재정적 지원 및 감독 아래, 개별 주 정부들은 지역적 특성을 고려한 개별 프로젝트들을 추진
- 해외 기술도입 및 습득을 위해 정부 차원에서 투자 유치가 적극 진행 중으로 수소 기술력이 풍부한 독일과 일본이 호응 중

» **보유한 파이프라인을 중심으로 인프라가 구축되고 있으나 수소 저장 및 운송 촉진 정책은 아직 초기 단계라는 평가가 지배적**

- 2022년 중앙정부는 수소 에너지 산업의 발전을 위한 장기 계획(2021-2035)과 14차 5개년 에너지 과학 기술 혁신 계획을 발표하며 수소 산업 육성에 관심을 표명 중
 - 파이프라인 및 튜브 트레일러 고압 기체 저장 효율성(고밀도, 저비용)을 향상하고 액화·액상 저장 및 운송 시스템을 안정적으로 구축하는 내용이 수록
 - 단, 중앙정부의 수소 개발 계획은 수소 관련 기술 역량을 구축하고 개선한다는 지향점을 밝히고 있으나 포괄적인 R&D 정책자금을 통해 지원 중일 뿐, 수소 R&D에 대한 세부 지원 체계는 미비³⁰
- 현재 중국의 수소 저장/ 운송산업은 지역 단위에서 추진되고 있으나, 정책 지원 체계가 부족하고, 기술력 대부분을 해외에 의존 중
 - 수소 전용 파이프라인을 국영기업 차원에서 구축 중³¹이나, 100km에 불과하며 액화 및 액상 수소 저장/생산 능력 또한 매우 낮은 편*
 - * 미국(2,600 km)과 유럽(2,000 km)에 비해 부족하며, 핵심 부품 수입 비중이 높고, 수소 저장밀도도 해외 대비 낮은 것으로 평가
 - ** 액화: 특정 산업(항공, 군수) 분야에서만 활용³²/ 액상: 일부 기업³³에서만 투자하고 있으며 선진국과의 격차가 큼
 - 이는 장거리·대량 수소 저장·수송 비용은 단기간 내 감소하기 어려워 지역 간 이동이 용이하지 않고, 수소생산자원 분포 및 수소 사용처·기술·경제성 등 부문에서 지역별 차이가 큰 것에 기인³⁴
- 2030년 이전까지는 지역 중심의 중장기 수소 육성 정책들이 저장/운송 산업을 성장시킬 전망³⁵
 - 저장/운송 기술에 대한 지원정책을 각 성(省), 시(市)에서 지역 특성에 맞게 개별적으로 수행

30 RIFS Study(2023)

31 CNPC, Pipe China, SPIC 등

32 전세계 생산량의 1.45%에 불과(2010년대 후반 기준)

33 Hynertech, Wuhuan 엔지니어링

34 경제/인문 사회 연구회(2022)

35 경제/인문 사회 연구회(2022)

I 중국 성(省), 시(市)별 저장/운송 지원정책

지역	대표 지원 저장/운송 정책	기한(연도)
베이징시	암모니아, 액체수소, 고체 수소 저장 및 공급 시범사업 추진	2025
허베이성	고효율 저비용 수소 생산·저장·운송, 충전, 연료전지 등 핵심기술을 확보 지원	2025
상하이시	해외 수소에너지 수입 및 운송 터미널, 동아시아 수소 에너지 무역 및 무역센터 배치 지원 고압기체수소 저장 및 튜브 트레일러 수소 운송기술 개발 지원	2035
포산시	극저온·고압 저장탱크 연구개발 검토 및 액화수소 충전소 개발 지원	-
광둥성	액화수소 저장 장비 및 기술 지원	-
자싱시	3개의 액화수소 프로젝트 추진	-
내몽골	2023년까지 일 30t, 2025년까지 일 50t 액화수소 생산목표로 지원 정책 추진	2025
우한시	고압 액화 저장 기술의 개발 및 실증	-
쓰촨 성	수소 저장 기술 개발을 핵심 개발 목표 중 하나로 설정	-

자료원 : Energy IceBerg(2021), CSIRO(2022), 경제인문사회연구회(2023) 자료 종합

» 아직 중국의 수소 R&D 국제협력 방향은 명문화되지 않아 대부분의 공동협력은 기업 차원에서 추진되고 있으며, 일부 분야에 편중되어있는 경향

- 현재 중국기업과 다국적 기업*의 수소 기술 개발 협력이 진행 중이며, 저장/운송 분야에서도 중국 형루이 유한회사(HRC)와 독일 보이트 복합소재 회사와 수소연료 고압 탱크 공동개발이 추진된 바 있음

* Linde(독일), Siemens(독일), MCE Ventures(말레이시아), Air Liquide(프랑스)

- 일본 및 독일과 진행하는 국가 차원의 R&D 협력이 일부 존재하나 이 역시 생산과 활용(모빌리티) 부문에 초점이 맞춰져 있음

* (일본: 생산, 모빌리티) 베이징시, 상하이시 정부와 협력해 수소 연료전지 개발 및 수소생산에 대한 공동연구 진행

** (독일: 모빌리티) 독일 BMDV와 중화인민공화국 과학기술부(MOST)은 CHIG 프로젝트 발족해 수소 연료전지를 개발에 공동연구를 수행

» 수소 저장, 운송 기술 개발 맹아기로서, 지역 차원에서의 정책적 노력이 산업을 견인 중

- 최근 중앙정부 차원의 수소경제 육성 정책이 잇달아 발표되고 있으나, 기술력과 인프라 부족으로 저장, 운송산업이 크게 발전되지 못하고 있는 상황
- 개별 지역 및 기업 차원에서 저장 운송산업 육성 정책이 추진 중이나, 국외 협력은 생산과 활용에 치중 중

III.

정책제언

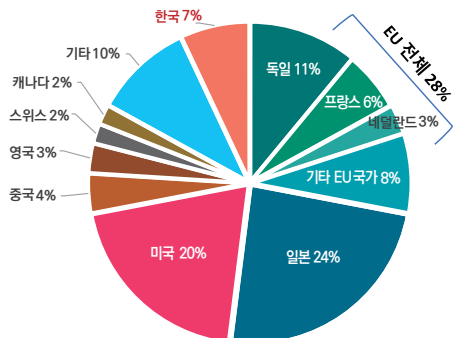
III. 정책제언

1 수소 저장/운송 분야 R&D 지원예산 확대

» 수소경제에서 한국의 저장/운송 기술력은 경쟁국 대비 미흡하다는 평가가 지배적

- 한국의 수소 특허출원 건수는 10년간 연평균 증가율은 12.2%로 지속적으로 증가 중이나 수전해, 수소 연료전지 등 생산과 활용 분야에 특허출원이 집중되고 있음
 - 또한 한국의 수소 특허 점유율은 7%로 세계 4위를 기록해 아직까지 후발주자에 위치 중(EU 28%, 일본 24%, 미국 20%)
- 특히 한국의 저장/운송 분야 특허출원 비중은 5%로, 분야 중 가장 낮아(생산 6%, 활용 9%) 경쟁국인 일본, 미국 등과 격차가 가장 큰 분야³⁶
 - RTA 지수 분석시에도 한국의 저장/운송 분야 RTA는 0.6을 기록해 타 분야 대비 투자 집중도가 낮은 것으로 분석
 - * 동 분야에 집중적으로 투자하는 일본(1.2), 독일(1.3) 및 높은 특허 점유율을 보유하는 미국(23%)과 대비해 한국은 낮은 수치의 특허 점유율과 RTA 보이고 있음

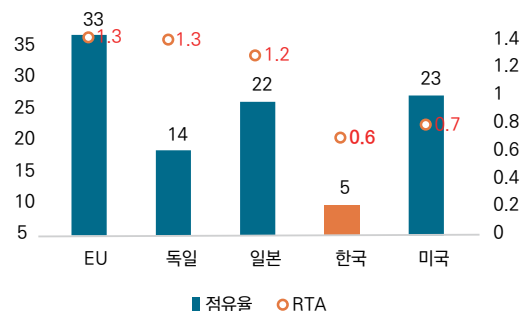
I 수소 특허출원 국가별 비중



주 : 2011~2020년도 기준
자료원 : IEA, EPO(2023)

I 수소 저장/운송 분야 특허출원 점유율 및 RTA 비교

(단위: %(좌), 점(우))



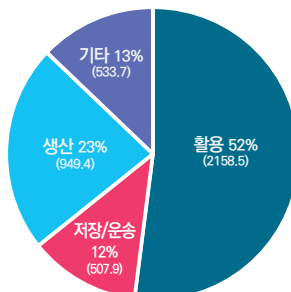
자료원: IEA(2023)

» 그동안 활용 분야에 중점적으로 기술 투자가 진행해 상대적으로 저장/운송 분야 기술 강점이 부족한 상황

- 2016~2020년까지 5년간 저장/운송 분야는 전체 지원금액 4,149억 원 중 12%(507억 원)만이 투자돼 수소 전 분야 중 가장 낮은 비중을 차지

| 수소경제 누적 투자금액(2016~2020)

(단위: 억 원)



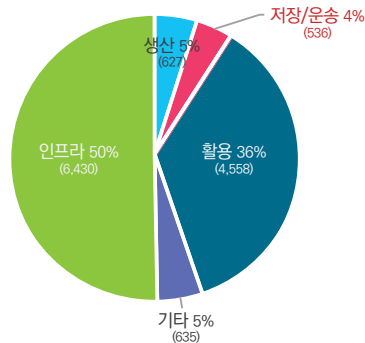
주: 안전, 환경, 인프라 등

자료원: 수소 기술개발 로드맵 이행현황 및 향후 계획(2020) 및 정부 보도자료 종합

- 「수소경제 활성화 로드맵」 발표('19) 이후 정부 예산 비중을 확대하는 등, 수소경제로 전환을 위해 노력 중이나, 여전히 전체 예산 대비 저장/운송 분야의 비중은 미미
 - 국회예산정책처에서 발표한 2022년 당해 수소 예산 지출 분야를 분석한 결과, 저장/운송 분야는 전체 예산에서 4%만을 차지

| 2022년 수소경제 전환 관련 예산

(단위: 억 원)



주: 인프라(충전소 등), 기타(안전분야 등)

자료원: 국회예산정책처(2022) 참고해 연구자 재구성

개선방안

» 수소 저장/운송 기술 개발 예산을 확대해 선진국과의 간극을 좁힐 필요

- 저장, 운송 분야의 국내 경쟁력은 일본, 미국 등 주요국과 비교하여 미흡하므로 적극적인 예산 확대 및 R&D 투자를 통해 기술자립도 향상이 요구됨

2

수소 R&D 특례기준을 제정해 연구개발비용에 대한 정부 지원비중 확대

» 정부는 「산업 기술혁신사업 공통 운영요령」에 따라 산업기술 혁신사업에 정부지원연구개발비를 지원 중

- 동 요령은 「산업기술혁신촉진법」 및 「국가연구개발혁신법」에 근거하며 및 관련 법령에 근거한 산업기술 혁신사업을 효율적으로 운영하기 위해 추진
- 현재 정부지원연구개발비는 산업 기술혁신사업 공통 운영요령 제24조에 따라 연구개발기관 유형 및 연구개발과제 유형에 따라 정부지원연구개발비를 차등 지원 중
 - 기업·비기업, 기업 규모별(대, 중, 소) 및 과제 유형별(원천기술형, 혁신제품형)로 연구개발비 지원 비중을 차등적용 중

I 산업기술혁신사업 정부지원연구개발비의 지원기준

수행기관 유형	과제유형 ³⁷	
	원천기술형	혁신제품형
대기업	해당 연구개발기관 연구개발비의 50% 이하	해당 연구개발기관 연구개발비의 33% 이하
중견기업	70% 이하	50% 이하
중소기업	75% 이하	67% 이하
그 외	100% 이하	100% 이하

자료원: 국가법령정보센터(2023)

- 현재 수소 사업 또한 동 법령에 근거해 지원사업들이 추진*되고 있으며, 기업, 대학, 연구소 등이 수혜 중

* 액화수소 충전 핵심부품 및 시설 안전 기술개발, 수소버스용충전소실증사업, 액체수소 충전소용 저장용기 및 수소공급시스템 기술개발 및 운영실증 사업 등

» 수소경제 초기 단계 특성상, 사업 성과를 즉각적으로 내기 어렵고 R&D 투자가 이윤 회수로 직결되지 않기 때문에, 기업 규모를 막론하고 연구개발비 부담이 따름

- 현재 산업기술혁신사업 공통운영요령은 예외 요건을 명시해 연구과제에 대한 기업부담을 완화하고 있음

37 원천기술형: 대학 또는 연구기관 등이 주관연구개발기관으로 참여하여 제품에 적용 가능한 독창적, 창의적인 원천기술을 개발하는 연구개발과제의 유형/ 혁신제품형: 기업 등이 주관연구개발기관으로 참여하여 산업원천기술을 접목한 제품을 개발하는 연구개발과제의 유형

- ▲ 소부장 핵심전략 기술, ▲ 산업위기지역에 소재하는 기업, ▲ 도전성이 큰 과제 등에 해당 될 경우, 정부지원연구개발비 비중을 확대 적용하거나 중소기업 수준으로 지원 중

I 산업기술혁신사업 정부지원연구개발비의 지원기준

예외요건	기준	변경사항
산업위기지역 소재 기업 중 중소기업이 수행하는 연구개발과제 (제24조 제3항 제5호)	67~75% 이하	80% 이하
산업위기지역 소재 기업 중 중견기업이 수행하는 혁신제품형 연구개발과제 (제24조 제3항 제6호)	50~70% 이하	65% 이하
정부지원의 필요성이 크고, 산업연관효과 또는 도전성이 큰 연구개발과제 (초고난도 과제와 챌린지 트랙)(제24조 제3항 제7호)	33~67% 이하	원천기술형 기준으로 지원
소재·부품·장비산업 경쟁력강화를 위한 특별조치법 제12조에 의한 핵심전략기술 관련 기술개발에 참여하는 기업(제24조 2항)	33~70% 이하	67~75% 이하

자료원 : 국가법령정보센터(2023)

개선방안

» 수소 R&D 사업에 대한 특례기준을 마련해 연구개발 비용에 대한 정부지원 비중 확대

- 現 산업기술혁신사업 공동운영요령을 개정해 ‘수소 기술개발 과제’에 참여하는 기업일 경우 기업 유형에 관계없이 중소기업 수준으로 연구개발비를 지원

I 산업기술혁신사업 공동 운영요령 제24조 일부개정 및 신설안

현행	개정(신설)안
24조 ①~② (생략) ③ 제2항에도 불구하고 다음 각 호의 경우에는 제5조에 의한 심의위원회 심의 또는 제19조의 사업별 시행 계획을 공고할 때 지원기준을 달리 정할 수 있다. 단, 제5호의 경우에는 제2항의 정부지원연구개발비 지원 비율을 80% 이하로 할 수 있으며, 제6호의 경우에는 65% 이하로 할 수 있고, 제7호에서 제11호까지의 경우에는 연구개발과제의 유형에 상관없이 원천기술형 기준으로 지원할 수 있다.	24조 ①~② (현행과 같음) ③ 제2항에도 불구하고 다음 각 호의 경우에는 제5조에 의한 심의위원회 심의 또는 제19조의 사업별 시행 계획을 공고할 때 지원기준을 달리 정할 수 있다. (…생략…) 12호의 경우에는 기업유형에 관계없이 중소기업 수준으로 정부지원연구개발비를 지원 1~11. (현행과 같음) 12. 수소 기술개발에 참여하는 연구개발과제(신설)

3

해외 수소 공급망 지원 체계 고도화 및 정책금융기관 참여 보장

» 전략적 해외 수소 공급망 확보 방안 구체화 필요

- 정부는 2050년 청정수소 생산 계획량 중 82%*를 해외에서 생산된 수소(암모니아)로 공급할 계획³⁸

* 국내 생산(그린, 블루) 500만 톤, 해외수입 2,790만 톤

- 그러나 2050년까지 40개 공급망을 확보한다는 목표*만 제시하고 있을 뿐, 해외 수소 확보를 위한 글로벌 공급망(H2 supply chain) 구축에 대한 구체적인 추진전략이나 방안이 다소 부족

* 해외 수소 공급망 구축계획: '30년(1개 공급망) → '40년(15개 공급망) → '50년(40개 공급망)³⁹

- 독일과 일본은 담당기관을 지정해 수소 국제협력 및 관련 사업을 전담하며 대규모 지원을 받고 있음

- (독일) GIZ(국제협력공사)는 수소 기술 선진국 외에도 생산 잠재성이 높아 자국의 수소 기술 잠정 수요처가 될 수 있는 국가 등, 총 33개국과의 협력을 추진

- (일본) 수소 지원 전담 기구인 NEDO(신에너지산업종합개발기구)가 해외 생산 협력 프로젝트를 추진 중

I 日·獨 수소 주요 해외생산 프로젝트

협력 프로젝트	참여기업	대표 지원기관		주요 내용
독일-호주 수소공급망 협력 프로젝트(HySupply)	BASF, Siemens Energy 등	독일	GIZ, 연방교육연구부 등	호주에서 생산된 그린수소를 선박을 통해 독일로 운반, 생산비용 1.5유로/kg 목표
		호주	산업과학에너지 지원부 및 외교통상부 등	
HESC 협력사업 (Hydrogen Energy Supply Chain)	가와사키 중공업, 쓰미토모 등	일본	NEDO, JOGMEC 등	호주산 갈탄을 기화하고 탄소 포집저장기술로 생산한 수소를 초극저온 상태로 변환하고 해상 운송 통해 일본(고베지역)으로 도입
		호주	연방정부, 빅토리아 주 정부 등	
SPERA Hydrogen 프로젝트	미쓰비시 그룹, 미쓰이 그룹 등	일본	NEDO 등	브루나이에서 수소 생산후 MCH 형태로 변환하여 일본(가와사키市)로 운송
		브루나이	에너지부 등	

자료원 : 주요국 수소경제 동향 및 우리 기업 진출전략(KOTRA, 2022) 및 국내외 언론기사 종합

38 수소경제 이행 기본계획('21.11)

39 수소 산업 생태계 경쟁력 강화방안('20.7)

- 반면 우리나라는 선진국 중심의 12개국과 R&D 기술협력이 이루어지고 있으나, 생산으로 이어지는 협력과 공급처 다변화를 위한 노력은 다소 미진한 상황⁴⁰

Ⅰ 韓·獨 수소 주요 해외 수소공급망 구축 프로젝트

구분	유럽	북미	남미	중동	오세아니아	아시아	아프리카	총계
한국	4	2	2	2	1	1	-	12개
독일	3	2	4	7	2	7	8	33개

자료원 : 녹색기술센터(2022)

- 해외 수소 개발 사업 추진 시 금융기관과의 연계를 강화해 프로젝트 파이낸싱 체계를 구축하고 사업의 재원 및 지속성 확보가 요구됨

* 유럽투자은행은 EU혁신기금에서 추진되는 프로젝트들에 관여하며, 매년 100억 유로(약 13조5,800억 원)의 금융지원(대출 등)을 추진⁴¹

개선방안

» 전담기구에 대한 지원 확대와 정책금융기관의 참여 보장을 통한 해외 수소 공급망 구축 사업 고도화

- 전담 기구에 대한 전폭적인 지원 및 구체적인 전략 수립을 통한 해외 국가와 R&D-개발(생산) 연계성 협력체계 강화
 - 단순 실증협력을 넘어 안정적인 수소 공급처이자 국내 수소기술 잠재 수요처가 될 수 있도록 경주하고 수소 공급처 다변화 전략을 추진할 필요*
 - * 개도국(아시아 등)과 에너지 유망국(남미, 아프리카 등)도 협력 대상에 포함
- 사업 자금 규모가 크고 위험성이 높은 자원개발 사업 특성상 기업 리스크를 분담할 수 있도록 정책금융기관을 필수적으로 참여시킬 필요
 - 정책금융기관(수출입은행, 산업은행, 무역보험공사 등)이 프로젝트 파이낸싱에 적극적으로 개입해 민간 참여자의 사업 안전성을 담보

40 녹색기술센터, 독일과 한국의 해외 청정수소 확보를 위한 양자협력 전략 비교 분석: 지정학적 관점을 중심으로(2022)

41 월간수소경제(2020)

4

국제기준 수준으로 튜브트레일러 용적 및 압력 기준 완화

» 고압가스안전관리법에 근거한 압축수소 운송용 복합재료용기 제조의 시설·기술·검사 기준⁴²은 복합재료 용기의 내용적 및 사용압력을 450L, 450bar로 제한 중⁴³

- 수소는 반응성이 매우 큰 기체로 고압가스 안전관리법에서 정하는 관리 운영에 부합하고 안전성을 고려한 기술기준을 준수해야 하나, 높은 국내 기준으로 인해 경제성 확보가 곤란
- 복합재 튜브트레일러 용기의 충전압력(450bar), 내부용적 기준(450L)이 낮아 우리나라 수소 운송 능력은 선진국(미국, 유럽 등)의 절반 수준

- 국제기준(EN, ISO)은 복합재료용기(Type 4) 용적을 3,000L 이상으로 규정하고 있어 국내의 450L 기준으로는 타국 대비 수소 저장/운송 경쟁력이 약화 될 우려

- 2020년 정부는 해당 기준 완화 정책*을 발표했으나 일정대로 실행되지 않아, 높은 용적과 압력의 용기를 개발한 업체들이 제품 출시를 하지 못하는 상황

* 2022년까지 복합재 튜브트레일러 용적 기준을 550L 이상으로 상향하고, 2023년까지 충전압력(700bar) 및 내부용적(1,400L) 허용기로 발표(친환경차(수소·전기차) 분야 선제적 규제혁파 로드맵, '20.4.30)

** (업체 사례) 동서DNC는 중량과 크기의 제한을 받지 않는 대형 수소용기(type4)의 설계 및 생산기술을 보유하고 있음에도, 현재 국내의 운송용 트레일러의 KGS 규격인 내용적 450l 규모에 450bar의 고압 기준에 따라 설계, 개발하고 있는 상황('22.05)

개선방안

» 기술기준(KGS AC419)의 용기 충전압력과 내부용적 기준을 완화해 정책 일정에 맞추어 제품 개발을 준비해온 업체들이 제품 출시가 원활할 수 있도록 지원

- 동시에 대형 수소용기 인증을 위한 시험기관의 시험설비 구축도 병행하여 관련 제품들이 인증을 획득하도록 차질없이 지원

42 KGS AC419, '19, 산업통상자원부 공고 제2019-153호, 압축수소 운송용 비금속라이너 복합재료 용기 제조의 시설·기술·검사 기준

43 고압가스안전관리법 제22조의2 복합재료용기에 대한 상세기준

5

연구개발시설에 대한 수소법상 각종 허가 및 검사 관련 규제 면제

» **현행 수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률(이하 수소법)에서 수소안전관리를 위해 제조 사용에 따른 허가 및 시설기준과 검사기준 등을 규정**

- 연구소, 학교 등 기술개발을 위한 연구에도 수소 제조 및 사용 시 수소법에서 정한 각종 기준과 행정 절차를 준수해야 함

- 모든 연구소는 ‘연구실 안전환경 조성에 관한 법률’에 근거해 안전관리 의무를 수행하고 있으나,
- 수소기술개발을 위한 연구일 경우, 수소법상의 허가 및 검사기준 등을 추가로 준수해야 해 연구자들이 관련 연구를 포기하는 사례 발생

* (사례) C연구원은 수소차 관련 기술개발을 위해 연구실험시설을 구비하려 했으나 시설기준, 기술기준 허가, 검사 등 각종 규제에 의해 포기

» **고압가스안전관리법, 자동차관리법 등 안전 규정이 포함되어 있는 다른 법에서는 시험용과 연구개발용은 각종 검사와 인증에 대해 예외로 규정하고 있음**

- 고압가스안전관리법 시행령 제15조(용기등의 검사 생략), 제15조의5(안전설비 인증 면제), 자동차관리법 제30조의4(자동차자기인증의 면제) 등

개선방안

» **시험용 또는 연구개발용 수소사용 시설에 대해서는 수소법상 예외규정을 두어 연구 활성화 도모**

- 시험, 연구목적용으로 수소사용 시설을 제작하는 경우, 검사를 면제하는 조항을 포함해 연구 추진력 확보 필요
- 연구실험실의 안전관리는 ‘연구실 안전환경 조성에 관한 법률’을 근거해 수행

수소법 47조 개정(신설)안

현행	개정(신설)안
제47조(수소연료사용시설의 검사) ① 수소연료사용시설을 설치하여 사용하려는 자(이하 “시설사용자”라 한다)는 산업통상자원부령으로 정하는 시설기준과 기술기준에 맞도록 수소연료사용 시설을 갖추어야 한다. ② 시설사용자는 수소연료사용시설의 설치공사나 산업통상자원부령으로 정하는 변경공사를 완공하면 그 시설의 사용 전에 시장·군수·구청장의 완성 검사를 받아야 하며, 완성검사에 합격한 후에만 그 시설을 사용할 수 있다. ③ 시설사용자는 수소연료사용시설에 대하여 대통령령으로 정하는 일정 기간마다 정기검사를 받아야 한다. ④ 제2항 및 제3항에 따른 완성검사 및 정기검사의 기준, 대상, 절차 및 방법에 관하여 필요한 사항은 산업통상자원부령으로 정한다.	47조 ①~④ (현행과 같음) ⑤ 단, 정부, 지방자치단체, 시험연구기관이 시험·연구의 목적으로 제작 등을 하거나 그 밖에 산업통상자원부령으로 정하는 사유에 해당하는 경우 시설 검사를 면제할 수 있다.

데이터베이스 및 웹사이트

International Trade Centre(<https://www.trademap.org/>)

Statista(<https://www.statista.com/>)

BMBF(<https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/>)

경제정책 시계열 서비스(<https://epts.kdi.re.kr/>)

국가법령정보센터(www.law.go.kr)

과학기술정보통신부 홈페이지(www.msit.go.kr)

독일 연방경제협력개발부(<https://www.bmz.de/en/issues/green-hydrogen>)

독일 연방경제기술부(<https://www.bmwk.de/Navigation/EN/Home/home.html>)

대한민국 정책브리핑(<https://www.korea.kr/>)

보고서

딜로이트(2022) 기후기술과 수소경제의 미래

한국과학기술평가원(2020) 한국형 수소경제의 지속가능한 실현을 위한 정부 연구개발 역할

국회예산정책처(2022) 수소경제 관련 주요국 추진현황 및 정책 비교연구

호주 수소경제 동향 및 우리 기업 협력방향(KOTRA)

DOE(2021), HyBlend: Opportunities for Hydrogen Blending in Natural Gas Pipelines

코트라(2021) 일본 수소산업 인프라 및 서플라이체인 구축 전략

대외경제정책연구원(2022) 한-호주 공급망 협력 방향: 핵심광물과 수소를 중심으로

경제 · 인문사회연구회(2022) 중국의 수소에너지 산업 지원 정책과 한 · 중 협력 방안

전은진 외(2022) 독일과 한국의 해외 청정수소 확보를 위한 양자협력 전략 비교 분석: 지정학적 관점을 중심으로

한국에너지기술연구원(2021) 탄소중립 연료: 암모니아 정책 및 산업동향

POSRI(2021) 수소 제조부터 수송, 현재판매까지... 한눈에 보는 일본 종합상사의 수소사업

가스안전공사(2022) 수소 저장/운송 기술 동향

세계 에너지시장 인사이트 제22-25호(2022)

롯데정밀화학(2023) 암모니아의 운송, 저장 및 수소 추출 기술

한국과학기술연구원(2023) 암모니아 vs LOHC 기술 비교

IEA, EPA(2023) Hydrogen patents for a clean energy future

GTI Energy(2021) Assessing Hydrogen Compatibility with Pipeline Materials and Operations in the HyBlend Project

Taishi SUGIYAMA(2021) Japanese Perspective on the Hydrogen Economy

IEA(2023) Hydrogen patents for a clean energy future A global trend analysis of innovation along hydrogen value chains

Max Watson A(2022) Developing Australia's underground hydrogen storage through demonstration

Energy Iceberg(2021) Transporting Hydrogen and Liquid Hydrogen in China

DOE(2022) National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap

RIFS Study(2023) China's Hydrogen Strategy: Sustainable Generation Not A Priority

CSIRO(2022): Hydrogen RD&D Collaboration Opportunities: China

RIFS STUDY(2023) China's Emerging Hydrogen Economy: Policies, Institutions, Actors

The European Clean Hydrogen Alliance(2021) Reports of the alliance roundtables on barriers and mitigation measures

Federal Ministry For Economic Affairs and Energy(2020) The National Hydrogen Strategy

- BMWK(2022) Hydrogen cooperation potential between Saudi Arabia and Germany
- Roland Berger(2022) Hydrogen transportation the key to unlocking the clean hydrogen economy
- Clifford Chance(2022) Focus on Hydrogen: Japan's energy strategy for hydrogen and ammonia
- Taishi Sugiyama(2021) Japanese perspective on the hydrogen economy
- McKinsey&Company(2021) Hydrogen insight report
- IEA(2019) The Future of Hydrogen
- IEA(2021, 2022) Global Hydrogen Review
- The Institute of Applied Energy(2018), Value chain analysis of hydrogen carrier

언론기사

- 글로벌 이코노믹(2021.4.21.) CJ제일제당 인도네시아 법인, 미국에 '시스템인' 8만 달러 수출
- 녹색 경제신문(2021.3.25.) 비건 식품에도 肉향 난다"...대체육 시장 성장에 CJ,롯데 등 사업 강화 나서
- 월산수소경제(2020.07.09.) EU 수소전략 발표, 청정수소 시대 연다
- 가스신문(2022.05.06.) 진화하는 수소운송·저장용 고압용기 타입 I 용기는 '안전성', 타입Ⅳ 용기는 '경량성' 부각
- REUTERS(2023), Germany plans 1,800 km hydrogen pipeline network: draft government paper
- Argonne(2022.8.19.) Argonne plays key role in advancing H2@Scale

정부 정책 발표

- 수소경제 활성화 로드맵(2019)
- 수소경제 표준화 로드맵(2019)
- 수소 시범도시 추진전략(2019)
- 수소 인프라 및 충전소 구축방안(2019)
- 수소기술개발 로드맵(2019)
- 수소 안전관리 종합대책(2019)
- 수소산업 생태계 경쟁력 강화방안(2020)
- 제1차 수소경제 이행 기본계획(2021)
- 세계 1등 수소산업 육성 전략(2022)
- 수소기술 미래전략(2022)
- 청정수소 생태계 조성방안(2022)

2023년도 국제무역통상연구원 Trade Focus 발간 현황

IIT

iit No.	Trade Focus 보고서 명	작성자
No.1	미국의 공급망 핵심품목 리스트 현황 및 시사점	김나을, 공급망분석팀
No.2	중국의 리오프닝에 따른 우리 경제 영향 분석	강내영
No.3	2023년 2/4분기 수출산업경기전망조사(EBSI)	김꽃별, 김나을
No.4	최근 對중국 및 넥스트차이나 수출부진 요인과 시사점	강내영
No.5	5대 신성장 산업의 수출경쟁력 및 경제 기여 진단	홍지상, 강내영
No.6	글로벌 배터리의 최대 격전지, EU 배터리 시장 동향과 시사점	김희영, 김경훈, 한국무역협회 브뤼셀, 베이징 지부
No.7	대중국 수출부진과 수출시장 다변화 추이 분석	조의윤
No.8	스케일업을 위한 스타트업 생태계 국제비교 및 진단	김꽃별, 박지환
No.9	2023년 3/4분기 수출산업경기전망조사(EBSI)	김나을
No.10	2023년 상반기 수출입 평가 및 하반기 전망	홍지상, 김꽃별, 정혜선, 조의윤, 김나을, 이유진, 김경훈, 박가현, 도원빈
No.11	국제사회 제재에 대한 러시아 대응 시나리오별 한국 경제에 대한 영향	도원빈, 허슬비
No.12	수소산업 경쟁력 강화를 위한 정책 연구: ① 친환경 수소생산을 위한 주요국 정책 비교	장현숙, 임지훈, 황준석
No.13	희토류 영구자석의 공급망 현황과 시사점 - 네오디뮴 영구자석(NdFeB)을 중심으로	박가현, 김경훈
No.14	수소산업 경쟁력 강화를 위한 정책 연구: ② 수소 저장·운송 산업 육성 현황과 정책과제	임지훈, 장현숙