

미국 수소경제 및 한국의 진출 방안



Global Market Report

CONTENTS

목 차

요 약 / 1

Ⅰ. 수소 에너지 개요

- | | |
|---|----------|
| 4 | 1. 수소 정의 |
| 8 | 2. 수소 공급 |

Ⅱ. 미국 수소산업 현황

- | | |
|----|-------------------|
| 14 | 1. 미국 수소 경제 도입 배경 |
| 24 | 2. 미국 수소 R&D 현황 |

Ⅲ. 우리기업 진출 및 협력 방안

요 약

- 미국 연간 총 1,000만 톤의 수소를 생산하고 있으며 2022년에 1,200만 톤, 2030년 1,700만 톤까지 증가할 것으로 전망
- 지금까지 수소 연료는 화석 연료보다 생산 및 취급 비용이 많이 들어 공급원료로서 개발이 다소 늦었음. 하지만 수소는 연소 시 탄소를 생성하지 않는다는 특이성으로 친환경 연료로써 상당한 잠재력을 가지고 있음.
- 저탄소 경제 도입으로 수소 사용은 더욱 각광받고 있음. 수소는 공급원료 및 연료로 사용됨. 방대한 양의 수소가 암모니아 제조와 석유 정제를 위한 공급원료로 사용됨.
- 현재 수소 생산은 상당한 양의 이산화탄소(CO₂) 배출을 초래함. 저탄소 또는 제로 탄소 수소 생산공정은 탈탄소화에 중요
- 수소 원료는 고온이 필요한 산업이나 긴 시간의 에너지 저장이 필요한 산업의 탄소 감축에 필요한 유망한 대안으로 떠오르고 있음. 다만, 연료 생산 및 기반 시설을 설치하기 위한 비용 증가와 향후 수소를 연료로 하는 각종 산업의 장비 교체 비용이 산업 내 문제로 떠오름.

1. 수소 정의

가. 수소 특징

- 수소는 공기보다 약 14배 가벼우며 우주에서 가장 풍부한 원소
- 수소는 기체 상태에서 무취, 무미, 무독성, 무색이라 감지 어려움. 지구상의 자연 그대로 상태에서는 거의 발견되지 않으며 물, 메탄 등과 같은 다른 물질에서 발견되며 전기 분해나 증기 메탄 개질 등으로 추출하는 것이 일반적임.
- 화석 연료, 원자력 에너지, 재생에너지(풍력, 태양열, 지열, 바이오매스, 플라스틱을 포함한 폐기물) 등 다양한 자원에서 생산할 수 있음.
- 수소는 파이프라인으로 운송되거나 액체화하여 탱크로리(Tanker Truck) 운송함. 많은 양의 수소는 철도나 선박으로도 운송함.
- 수소는 질량 대비 휘발유 약 3배의 에너지 효과를 냄. 수소 1kg의 에너지는 휘발유 약 2.8kg의 에너지와 같은 수준

수소 주요 특징

낮은 밀도로 고도화된 저장 방법 필요	공기보다 14배 가벼움	무취, 무미, 무색
질량 대비 최대 에너지 효율성	지구에서 가장 단순한 물질	지구의 질량 75% 차지

나. 수소 에너지 소비산업

- 수소는 크게 수송용, 산업용, 건물용, 발전용으로 쓰임.
- 수소는 대규모 집중생산 및 소규모 분산생산이 가능해 다양한 산업에서 에너지원으로 활용
- (수송용 수소) 수소차, 버스, 상용차, 기차, 선박, 비행기, 드론 등에 활용
- (산업용 수소) 탄소 절감을 위해 철강 제련 과정에서 석탄을 대신하여 수소 사용 가능. 석유화학 산업에서는 원유 정제 시 나오는 부생 수소를 에너지원으로 사용하거나 직접 유통 및 판매하기도 함. 정유 산업에서는 수소를 첨가하여 고효율 석유 제품을 생산함.
- (건물용 수소) 공공기관이나 상업용 건물 연료전지로 사용. 수소는 태양광, 지열, 풍력 등을 대체할 에너지 공급원으로 떠오르고 있음.
- (발전용 수소) 발전소 열 및 전기 생산용 연료로 이용

수소 에너지 주요 사용처

수송용	전기 동력원 이동 수단에 사용
산업용	산업용(철강/화학/정유) 원료나 연료로 사용
건물용	건물 내 연료전지에 사용
발전용	발전소 열과 전기 생산 연료

□ 수소 활용방법

탄소 사용의 주요 장점

다재다능한 에너지 운반체	탈탄소	다양한 연료로 생산 가능	장거리 운송 가능	높은 에너지 효율성
---------------------	-----	---------------------	--------------	---------------

- 최종 사용자 및 에너지 시스템 통합
 - 수소는 중·대형차, 철도, 해상, 비행, 건설장비 등의 다양한 분야에서 활용할 수 있으며 에너지 시스템 통합을 가능하게 하여 전력 발전기의 경제성과 성능을 향상함.
- 탈탄소화의 중요한 역할을 할 에너지 운반체
 - 수소는 원자력, 재생에너지, 화석 연료보다 에너지 집약적인 원소로 탈탄소화에 이점이 있음. 수소 연료전지와 수소를 이용한 기술의 탄소 배출량은 0에 가까운 친환경임.
- 에너지 저장이 가능하여 발전용 연료로 사용 가능
 - 수소는 시간당 기가와트시급의 에너지를 저장할 수 있음.
 - 전력망의 안정성 및 원자력, 석탄, 천연가스, 재생에너지 발전기의 활용도를 높일 수 있음.
- 석유 정제, 암모니아/메탄올/철강 생산과 같은 산업 공정 공급원료로 사용할 수 있음. 전 세계적으로 산업용 공급원료에 대한 광범위한 수요로 수소 생산의 대규모 사업 확장을 이끔.
 - 철강 생산에서 배출되는 탄소를 줄일 수 있음.
 - 수소 연료는 전기화가 까다로운 에너지 집약 응용 분야나 저비용 천연가스에 의존하고 있는 산업의 연료로 적합
- 차량 연료로 사용 가능
 - 수소는 에너지 밀도가 높은 연료가 필요한 대형차, 대중교통(버스) 등의 탄소 배출 저감 대안
 - 미국의 운송 부문 에너지 수요는 전체 에너지 수요의 약

30%를 차지함. 석유가 운송 부문 연료의 70%를 차지함.
향후 고효율 수소차 전력 공급에 사용될 수소는 국가
에너지 안보 강화 및 연료 절약에 필수 에너지원

- 수소-천연가스 혼합하여 건물 난방 시, 탄소 배출 저감 효과

주요 수소 수요 산업

차량	자재 핸들링 장비 (Material-Handling Equipment) 버스 소형승용차(Light-Duty Vehicles)
화학/산업	석유 정제, 암모니아, 메탄올
발전기	분산형 발전(Distributed Generation)
통합 에너지 시스템	재생에너지 전력망(Renewable Grid Integration)

잠재 수소 수요 산업

차량	중·대형차/철도/해상/비행/건설장비
화학/산업	석유 정제, 철강 및 시멘트 제조 산업 열(Industrial Heat) 바이오 연료/ 합성 생물학제, 암모니아, 메탄올
발전기	가역 연료전지(Reversible fuel cell) 수소연소(Hydrogen Combustion) 장기 에너지 저장장치(Long-Duration Energy Storage)
통합 에너지 시스템	원자력/수소 하이브리드 가스/석탄/수소 하이브리드 수소 혼합(Hydrogen blending)

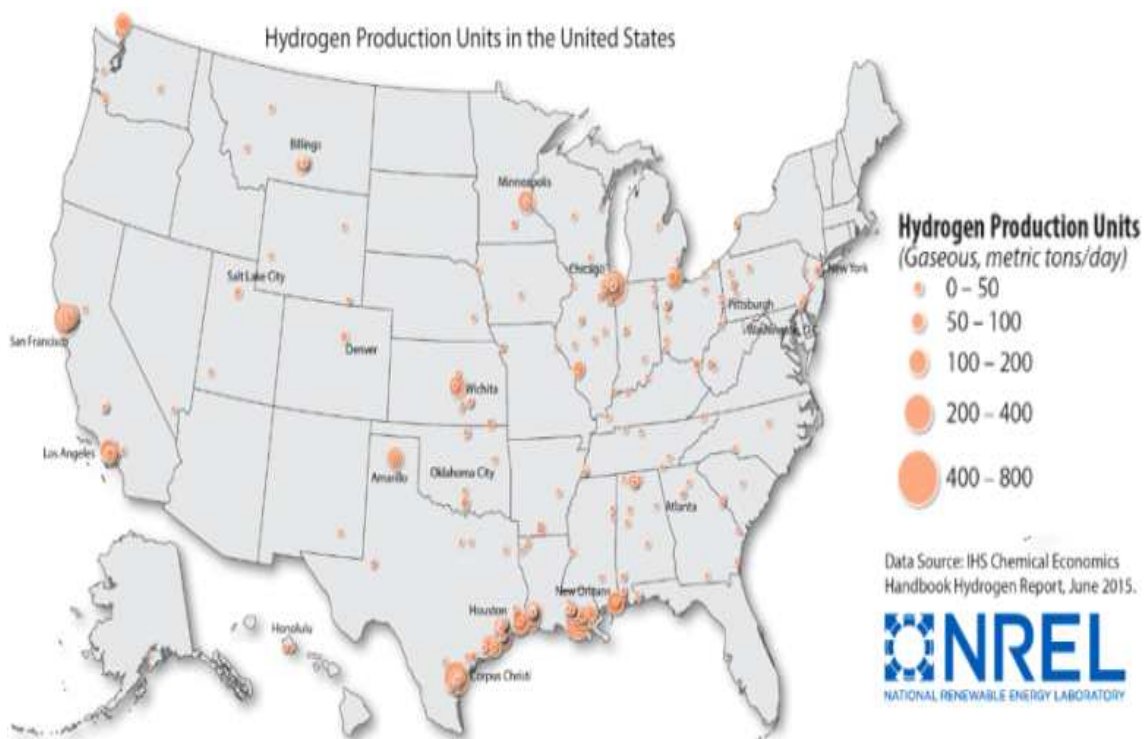
2. 수소 공급

□ 수소 생산

현재 수소 생산은 메탄 증기 개질과 석탄 가스화 두 가지 방법이 지배적임. 두 생산 공정 모두 상당한 양의 탄소를 방출하며, 저탄소 생산 방법으로 원자력, 신재생에너지 등을 활용한 전기분해 방법 등이 있음.

- 미국은 연간 10MMT(메트릭톤)의 수소를 소비함. 이는 미국 전체 에너지 소비의 1%에 해당. 전 세계 소비량은 7천만 MMT 수준이며 수요가 꾸준히 증가하고 있음.
- 미국 수소 생산의 60%가 전용 수소 생산시설에서 생산
- 증가하는 수소 수요 충족을 위해 미국 내 광범위하게 수소 생산 관련 기술 연구 및 개발 진행 중

미국 지역별 수소 생산규모 현황



○ 화석연료 증기 메탄 개질 기술

- 천연가스 또는 석탄 등의 화석 연료는 현재 미국을 포함한 세계 수소 생산의 주요 원천으로 이용됨.
- 미국 수소의 약 95%가 기존 천연가스 기반 시설에서 생산되고 있으며 대규모 공장에서 천연가스 증기 메탄 개질(Steam Methane Reforming, SMR)을 활용하여 생산

○ 자열 개질(Autothermal Reforming, ATR) 기술

- 자열 개질 기술로는 천연가스 산화/자열 개질(천연가스, 증기, 산소를 합성 가스로 전환)/석탄, 바이오매스, 폐플라스틱 등의 혼합물 가스화 방법이 있음.

○ CCUS(탄소포집 활용 저장기술) 기술

- CCUS는 탄소 포집(Capture), 활용(Utilization), 저장(Storage), 격리(Sequestration)하여 포집한 이산화탄소를 ‘자원화’하는 것을 말함. CCUS는 1972년에 미국의 발베르데 천연가스 발전소(Val Verde Natural Gas Power Plant)에서 시작된 이후 약 50년 동안 꾸준한 기술 발전을 이룸. 최근 테슬라(Tesla)의 최고경영자 일론 머스크는 4년간 탄소 포집 기술 경연대회에서 1기가 톤 탄소 포집 기술을 개발한 팀에게 1억 달러 상금을 내걸기도 함.
- (포집 단계) 석탄, 천연가스 화력발전소, 제철소, 시멘트, 정유 등의 대규모 산업 공정 시설에서 생성된 불순물 중 이산화탄소만을 분리하는 단계. 이산화탄소는 대기 중 분산되는 성질이 있어 산업 공정 시설에 흡수제나 흡착제를 설치하여 이산화탄소만을 걸러내는 작업을 진행함. 포집 기술에는 연소 후 포집/연소 전 포집/순산소 연소

포집 기술 등 이 있음.

- (압축 및 수송 단계) 포집 단계에서 분리된 이산화탄소를 고온의 스팀기로 압력을 가해 액화함. 이를 트럭, 철도, 선박, 파이프라인 등을 통해 수송함.
- (저장 단계) 수송된 이산화탄소는 온실가스 감축 목적으로 지하에 매립하면 탄소포집저장(CCS)으로 불림.
- (사용/판매 단계) 수소를 저장 외 다른 목적으로 활용 시, 탄소포집 활용 및 판매(CCU)로 불림. CCU는 이산화탄소를 전환하는 방법과 단어 그대로 수소를 사용하는 방법 두 가지가 있음. 이산화탄소 전환은 촉매 반응을 일으켜 메탄올, 요소, 우레탄 등의 화학제품의 원료로 전환하는 방법, 미세조류를 이용해 화학물질로 전환하여 바이오 자원화하는 방법, 광물질과 반응시켜 건축자재 등으로 생산하는 방식 등이 있음. 전환하지 않고 그대로 사용하는 방법으로는 이산화탄소를 지하 퇴적층에 매립하여 압력을 높임으로써 원유 채굴에 이용하는 방법이 있음.

주요 CCU 기업

Carbon America, CO2 Concrete, Global Thermostat, Gravitas Infinitum , HDS International, Innovator Energy, Kilimanjaro Energy, LanzaTech, Newlight Technologies, Oakbio, OPUS12, Skyonic, Summit Power Group, Thermo Energy, Wildcat Discovery Technologies
--

○ 수전해 기술 및 공정

- 물(H₂O) 전기분해 과정을 거쳐 수소를 생산해내는 방법. 전력으로 물을 전기 분해하여 수소를 생산. 생산 과정에서 재생에너지를 이용할 수 있어 친환경적

□ 수소 저장

- 수소 저장 방식은 수소의 기체, 액체, 고체 상태 및 화학적 변환 방식에 따라 달라짐.
- (기체) 기체 상태 수소를 저장 용기에 담기 위해서는 압력을 가해 부피를 줄일 고압 용기 필요
- (액체) 기체 상태 수소를 영하 253℃에서 액체화하여 저장. 극저온 단열 용기가 필요
- (고체) 수소를 고체로 저장하기 위해서는 수소 저장 합금, 금속 수소 화물, 다공체 흡착 물질 등 이용해야 함. 고체 형태로 수소를 저장하는 것은 기체 및 액체 형태의 수소 저장 기술 보다 개발이 더 필요한 영역
- (화학적 방식) 수소에 톨루엔, 질소 등을 첨가하여 액상 유기 화합물 및 암모니아로 변환·저장하는 방식. 전환된 수소 화합물은 수소 추출을 위하여 재변환 과정이 필요

□ 수소 운송

수소의 운송은 크게 기체 운송과 액체 운송으로 나눌 수 있음. 파이프라인 및 고압 튜브 트레일러를 이용한 가스 운송, 탱크로리 등을 이용한 액체 운송 등이 있음. 현재 미국은 다양한 운송 기술이 개발 단계에 있음. 궁극적으로 안전, 편의성, 신뢰성 및 에너지 효율성을 충족하고자 함.

- 미국은 다양한 운송 기술이 개발 단계에 있음. 궁극적으로 안전, 편의성, 신뢰성 및 에너지 효율성을 충족하고자 함.
- 수소 운송은 기체 운송과 액체 운송으로 나눌 수 있음.

- 파이프라인 및 고압 튜브 트레일러를 이용한 가스 운송, 탱크로리 등을 이용한 액체 운송 등이 있음.

수소 저장 방식에 따른 운송 방법

수소 저장 방식	운송 방법
기체	튜브 트레일러, 파이프라인
액체	탱크로리, 선박
액상 유기 화합물	
암모니아	

○ 튜브 트레일러

- 수소 운송량이 하루 평균 1톤 이하일 경우 사용하는 방법으로 중·소규모, 중·장거리에 간헐적 공급을 위해 사용
- 일반적으로 기체 상태의 수소로 운송함.

○ 파이프라인(배관)

- 수소 파이프라인은 상당한 수요(일일 수천 톤)가 있고 그 수요가 장기간(15년~30년) 안정적으로 수요가 유지될 것으로 예상되는 지역에서 주로 사용
- 현재 미국에는 1,600마일(2,575km) 이상의 전용 수소 파이프라인이 설치되어 있으며, 석유 정제소 내 많은 수소 수요로 파이프라인은 걸프 연안에 집중적으로 설치되어 있음.
- 수소 파이프라인은 수소 수송에 가장 에너지 효율적이나 설치비용이 비쌈. 미국에서는 저비용 파이프라인 구현 노력하기 위해 노력 중

- 파이프라인을 건설하려면 마일당 100만 달러를 초과하는 민간 자본 투자가 필요

○ 액화 수소 운송

- 지역 내 안정적인 수소 수요가 있으나 자본·노동 집약적 파이프라인 인프라를 설치해야 할 만큼 충분히 크지 않을 시 액화 수소 운송방법을 주로 사용
- 현재 수소 액화 공정은 다른 공정에 비해 비교적 성숙단계에 있음. 액체 질소를 사용하여 기체 수소를 냉각한 다음 -253°C에서 수소가 액체로 응축될 때까지 기체를 압축 및 팽창시키는 과정을 통해 액체화함.
- 북미 수소 액화 공장은 하루 생산량 6톤에서 30톤까지 생산 규모가 다양함.
- 액화 수소 장거리 운송은 초절연·극저온 탱크로리로 운송
- 저탄소 수소 수출용으로 액화 수소 운송 방식이 활용되기도 함. 액체 탱크는 기체 튜브 트레일러보다 5배 이상 많은 수소를 저장할 수 있음.
- 기체 상태로 공급되는 수소와 비교하여 액체 수소는 오염 위험도가 낮다는 장점이 있음.

○ 수소종류

- 수소의 종류는 수소 생산 방식에 따라 크게 세 가지~네 가지 색깔로 구분하나 현재까지 구분 방식의 국제 표준은 없음. 보편적으로 그레이(Grey) 수소, 블루(Blue) 수소, 그린(Green) 수소 등으로 구분할 수 있음.
- (그레이수소) 그레이 수소는 기존의 화력발전소 또는

석유화학 공정이나 철강 등을 생산할 때 발생하는 부산물로 나오는 수소를 일컬음. 수소 생산과정에서 탄소 배출함.

- (블루수소) 그레이 수소를 만드는 과정에서 CCU 기술을 활용하여 수소만 걸러낸 것을 블루수소로 일컬음. 생산과정에서 탄소가 배출되지만 포집, 활용하여 결과적으로는 탄소가 배출되지 않는 것과 동일한 결과
- (그린수소) 그린 수소는 재생에너지 전력으로 수전해를 통해 생산된 수소로 온실가스 배출이 전혀 없는 공정을 일컬음.

II 미국 수소산업 현황

1. 미국 수소 활용 배경 및 현황

가. 미국 수소 경제 도입 배경

- 미국은 1970년대 오일파동을 겪으며 에너지가 국가안보와 직결되었음을 인지함.
 - * 원유 가격이 급등하여 세계적으로 경제적 타격을 준 경제 위기
- 미 정부는 국가적 에너지 안보를 위하여 수소 산업 개발에 착수함. 시간의 지남에 따라 점진적으로 화석 연료 고갈에 대한 우려와 이산화탄소 배출에 의한 지구온난화 문제로 청정에너지 연구가 가속화됨.
- 특히 수송 분야의 원유 소비가 많아 석탄 및 셰일오일을 이용한 합성연료, 메탄올, 전기, 에탄올/바이오디젤 등 다

양한 연료가 대체 연료로 관심 대상으로 부상함.

- 그중 수소는 재생에너지 저장 및 활용도 확대 관점에서 장점이 부각 됨. 미국 에너지부를 주무부처로 정부 주도 연구개발에 돌입

○ 1977년 미국 에너지부 신설

- 미 에너지부가 신설되기 전에는 에너지 자원에 대한 규제가 거의 모든 미국 행정부처에 걸쳐 분산되어 있었음.

미국 에너지부 역현

연도	기관명	주요 내용
1970	AAPSP	내연기관 대체할 기술 연구
1976	National Science Foundation	수소 프로그램(Hydrogen Program) 시작
1977	Department of Energy	1977년 AAPSP 이관 및 1990년 수소 프로그램 이관

- 1992년 Energy Policy Act에 따라 미 에너지부는 수소 및 연료전지 관련 연구 및 개발 권한을 위임받음.
- 2001년 National Energy Policy에 따라 에너지부가 수소 에너지를 포함하는 차세대 기술 개발 권한 위임받음.
- 2005년 Energy Policy Act에 따라 에너지부는 타 부처와 협력하여 수소 및 연료전지 연구 및 개발 프로그램을 진행할 수 있는 권한을 위임받음.
- 미 에너지부 산하 부서 에너지효율 신재생에너지부(Efficiency and Renewable Energy, EERE)는 2011년부터 시행된 수소 및 연료전지 프로그램에 따라 연방정부 부

처/주 정부/민간과의 협력의 중심으로서 역할을 함.

- 2020년 미 에너지부는 수소 및 연료전지 개발 및 연구를 위해 에너지 산하 각 부서에 약 27억 달러를 지원함.

미국 에너지부의 수소 및 연료전지 개발 및 연구 예산액
(단위: 천 US 달러)

연도	EERE	Fossil Energy	Nuclear Energy	Science	ARPA-E	합계
2015	94,830	30,000	0	18,499		143,329
2016	98,479	30,000	0	25,749	39,300	193,528
2017	98,115	30,000	1,255	25,699	47,000	202,069
2018	110,804	30,000	4,000	20,552	19,700	185,056
2019	115,870	30,000	11,200	20,900	24,200	202,170
2020	160,880	53,000	11,000	15,485	36,400	276,765

미국의 주요 수소 관련 법안

연도	법안명	법안 내용
1976	Electric and Hybrid Vehicle Research, Development, and Demonstration Act of 1976	전기차 및 하이브리드차량 연구·개발·시연법
1990	Spark M. Matsunaga Hydrogen Research, Development and Demonstration Act of 1990	5개년 수소 R&D 프로그램 및 관련 자문위 HTAP (Hydrogen Technical Advisory Panel)의 설립 및 운영에 관한 법
1992	Energy Policy Act (EPAct) of 1992	1992 에너지정책법
1996	Hydrogen Future Act of 1996	수소미래법안, 1996년부터 2001년까지 16억 달러를 수소의 생산, 저장, 이용 등에 관한 연구와 실증사업에 투자
2001	National Energy Policy	신재생 에너지 관련법제, 국가 에너지법
2005	Energy Policy Act of 2005	1992 에너지 정책법
2007	Energy Independence and Security Act of 2007	2007년 에너지 독립과 안보 법

나. 미국 수소 현황

- 미국은 수소 생산의 약 95%를 천연가스 개질을 통해 생산하고 있음. 수전해 개질 수소 생산은 전체의 약 1%
- 미국은 화석 연료 자원이 풍부해 이를 이용한 수소 생산과 CCUS 기술 결합이 수소 산업의 주를 이룸.
- 수전해 방식은 탄소 배출이 없는 친환경적인 방식이지만, 생산비용이 상대적으로 높아 현재는 천연가스 개질 생산 방식 대비 가격 경쟁력 부족

미국 수소 생산방식별 규모

생산방식	생산 규모(만 톤)
천연가스 개질	950
석탄 가스화	40
수전해	10

- 미국은 미 에너지부의 주도로 수소 경제로의 전환 프로젝트를 추진하고 있음.
- 미국은 연간 총 1,000만 톤의 수소를 생산하고 있으며 2022년 1,200만 톤, 2030년 1,700만 톤에 이르는 수소를 생산할 것으로 전망
- 참고로 2050년까지 수소 기술에 대한 잠재적인 세계 시장 규모가 2조 5천억 달러에 이를 것으로 예상
- 1,600마일 이상의 수소 파이프라인 구축한 상태
- 현재 미국 내 수소차는 2,500대 수준이나 2030년에는 120만 대까지 증가할 것으로 전망. 충전소는 4,300기 정도 필요할 것으로 예상

- 미국에서 수소는 여러 응용 분야에 걸쳐 미래 수요가 많은 잠재력 높은 연료로 평가되고 있음.
- 수소는 석유 정제 및 암모니아 제품 생산의 주요 원료로 활용되며 메탄올 생산 등에도 소량 사용됨. 미국에서는 이러한 용도를 위해 약 10MMT(메트릭톤)의 수소가 생산되고 있으며 대부분이 천연가스에서 생산에 쓰임.
- 미 에너지부는 연료전지차, 철강 및 시멘트 제조용 공급 원료, 산업 시스템 및 건물 난방용, 에너지 저장 장치 등으로 수소의 활용도를 확장하고자 함.
- 현재 약 2만 6천 대의 연료전지 지게차가 미국 유통기업 월마트(Walmart)에 보급되었으며 이동통신 타워 등에 고정형 연료전지 형태로 보급되어 있음.

미국 주요 수소 관련 기업

응용분야	관련 기업
블루수소 공급	BP, Chevron, Eni, Shell, Total, Air Products & Chemicals Inc, Cummins, Linde PLC, TechnipFMC
그린수소 공급	BP, Eni, Equinor, Shell, Total
수소 인프라	National Grid
수소 모빌리티	CNH Industrial, Cummins, Nikola, GM
연료전지	Plug Power, Ballard Power Systems, FuelCell Energy, Bloom Energy, Cummins
수전해설비	Cummins, Teledyne Technologies

다. 수소 모빌리티

- 수소전기차(Fuel Cell Electric Vehicle)는 수소를 연료로 사용하는 자동차
- 미국의 자동차 배출가스 규제는 지속 강화되고 있음. 2017년 40mpg(miles per gallon)에서 2025년 56mpg로 40% 연비 강화 계획. 규제 위반 시, 1마일당 140달러 벌금 부과

미국 출시 수소차

(현대) Nexo, Nexo Blue, (혼다) Clarity, (토요타) Mirai XLE

- 수소 충전소
- 현재 미국 전역에 걸쳐 총 67곳에 수소 충전소가 설치됨.
- 수소 충전소 인프라 개발은 수소연료 전기차(FCEV) 산업 성장에 매우 중요. 캘리포니아주는 2030년까지 수소차 100만 대 보급 계획에 있으며 이에 따른 충전소 인프라 확대할 계획
- 미국 수소 충전소는 경량급 차량(Light Duty Vehicle)용 수소 충전 표준인 J2601에 따라 안전하게 설치됨. 일부는 대형 차량에도 안전하게 연료 공급 가능
 - * 미국 SAE(Society of Automotive Engineers)는 세계 최초로 수소 충전 표준 J2601 발표. 수소전기차는 70MPa이라는 초고압 충전이 필요함.
- 수소 충전소에 공급되는 수소는 일반적으로 튜브 트레이일러, 액체 수소 탱크로리 등을 통해 공급됨.
- 일일 연료 공급 용량 및 수소 공급 방법에 따라 1kg 당

필요한 장비 비용 추정치는 1,200달러에서 3,000달러 수준

충전소 설치 지역(개수)

애리조나(1), 캘리포니아(52), 콜로라도(1), 코네티컷(1), 덴버(1),
하와이(2), 매사추세츠(2), 미시간(2), 뉴욕(1), 오하이오(2), 버지니아(1),
워싱턴(1)

설치 계획 지역(개수)

캘리포니아(55), 코네티컷(1), 하와이(2), 매사추세츠(2), 뉴욕(3),
오하이오(1), 로드아일랜드(1)

주요 수소 충전소 기업

AC Transit, Air Liquide, Air Products and Chemicals, Clean Energy,
Ford, Honda, Ramos Oil, Nel Hydrogen. Shell, Servco, True Zero,
Iwatani

라. 미국 수소경제 중장기 목표

- 미국 2030년까지 수소 자급률 100% 달성 목표
 - 2020년 미국은 ‘수소경제로의 로드맵’ 공개함. 연간 7,500억 달러 수익 및 340만 개 일자리 창출을 목표함.
 - 미국은 수소 생산 규모 확대 및 수전해 방식을 통한 수소 생산비용을 절감하고자 함.
 - 2050년까지 연간 수소생산량 4,100만톤 달성 목표. 현재 연간 수소 생산량은 1,000만 톤 규모
- 수소 생산비용을 활용 방법에 따라 다른 목표 적용함.
 - (수송부문) 2050년까지 수전해 방식의 수소생산 및 액화

비용을 kg당 2달러 이내로 절감

- (산업·발전부문) 2050년까지 수전해 방식의 대용량 수소 생산 비용 kg당 1달러 이내로 절감
- 미국은 주마다 수소 정책이 상이하며 캘리포니아가 가장 적극적
- 캘리포니아 에너지위원회(California Energy Commission)은 2025년까지 충전소 200개 확보를 목표로함. 2024년까지 충전소 100개를 배포한다는 초기 목표 달성 위해 향후 10년간 경량 FCEV용 연료 충전소 배포에 자금 지원 계획
- 2004년부터 수소 고속도로(Hydrogen Highway) 사업을 통해 충전소 보급을 확산. 2019년 기준 북미 지역 수소 충전소의 65%가 캘리포니아에 소재
- 현재까지는 캘리포니아에 설치된 대부분의 충전소가 주유소에 설치되어 있음.
- 캘리포니아 포함 미국 13개 주에서는 환경오염, 배출량, 주행거리 등을 고려하여 자동차 제조사에 벌금을 부과하는 ZEV(Zero Emission Vehicle) 크레딧 제도를 도입하며 수소차 확산을 촉진하기 위해 노력 중.

ZEV 참여 13개 주

캘리포니아, 콜로라도, 코네티컷, 메인, 메릴랜드, 매사추세츠, 뉴저지, 뉴욕, 오레곤, 로드 아일랜드, 버몬트, 워싱턴

- 일부 주에서도 기업을 중심으로 수소 프로젝트 진행 활발
- 미국의 유틸리티 기업들은 풍력 및 태양 에너지로 만든 그린수소를 사용하여 발전소 및 파이프라인에서 배출되는 탄소 배출량을 줄이는 방법 모색하고 있음.

주별 주요기업 수소 기술 도입 동향

주	현황
플로리다	(Florida Power&Light) 2023년까지 20MW 그린 수소 공장 완공 예정
뉴저지	(JERA) JERA Americas는 CO2 배출량 감소를 목표로 자사 두 공장(Linden Cogeneration, Cricket Valley Energy Center)에서 수소 혼합 연료 생산 계획 (New Jersey Resources) 뉴저지주 Howell 지역에 그린 수소 프로젝트 시작. 인근 태양광 발전소의 전기를 활용하여 그린수소를 생산한 후 자사 가스 배출 시스템에 주입할 예정
뉴욕	(Danskammer Energy Center) 2030년까지 최소 30%, 2040년까지 100% 수소 가동 공장으로 전환 계획
노스 캐롤라이나	(Dominion Energy North Carolina) 수소와 천연가스 혼합하는 프로젝트 계획
오하이오	(New Fortress Energy) 485MW 규모 가스터빈 건설 중. 발전소는 발전용 수소 혼합 천연가스 사용 계획
사우스 캐롤라이나	(Duke Energy, Siemens Energy, Clemson University) 대학 캠퍼스에 전력 공급 및 난방용 수소 및 열병합 발전 프로젝트를 위해 협력 관계 맺음.
델라웨어	(Southern Company) 미 에너지부 보조금 지원을 통해 가스 인프라에서 천연/수소 혼합물 실험 계획
텍사스	(Entergy) 기존 석유 산업 수소 파이프라인 네트워크와 지하 소금동굴을 통해 수소를 운송 및 저장하고 천연가스 화력을 대체할 계획을 발표
유타	(Intermountain Power Project) Mitsubishi Power와 협력. 2025년까지 발전소의 30%를 천연 가스/수소 혼합 연료로 가동할 수 있도록 시설 개선에 20억 달러 투입
버지니아	(Balico) 1.65GW 천연 가스 화력 발전소에 대해 Mitsubishi Power와 수소 통합 계약

마. 미국 수소 기술 도전 과제

- 미국 에너지부는 지난 20년 동안 수소 생산/운송/저장, 연료전지/터빈 등의 기술 개발에 40억 달러 이상을 투자
- 연구 노력 끝에 현재 탄소 포집 및 저장 기술은 1kg당 2달러 미만으로 수소를 생산할 수 있는 단계에 이름.
- 차량용 연료전지의 생산 비용을 60% 절감하였으며 내구성을 4배 향상함. 또한, 1,100개 이상의 특허와 30개 이상의 상용 기술을 시장에 선보였음.

생산부문 도전과제

- 저비용, 고효율, 내구성이 강한 전해조 기술 개발
- 가스화 수소, 수소 열분해, 수소연료 개질 발전
- 재생에너지, 화석, 원자력 에너지 자원 혁신적인 수소 생산 기술
- 물, 화석 연료, 바이오매스, 폐기물 수소 생산 가격 절감
- 친환경 탄소 포집 및 저장 기술과 가격 절감

운송부문 도전과제

- 수소 운송을 위한 보다 저렴하고 안정적인 시스템 구축
- 액화 기반 수소 운반체 운송용 첨단 기술
- 수소 운반 인프라 구축을 위한 인센티브 확보

전환부문 도전과제

- 수소 대량 생산을 위해 연료전지 가격 절감 및 내구성 향상
- 고농도 수소 또는 순수 수소를 이용하는 터빈 활용
- 대규모 하이브리드 시스템 개발 및 상용화

최종 사용자 및 에너지 시스템 통합부문 도전과제

- 사용 용도별 고유의 문제 식별 및 문제 해결
- 수소 에너지 저장장치와 전력망 서비스 활성화를 위한 전력망 통합

2. 미국 수소 R&D 현황

가. 정부 주도 R&D

- 미 에너지부는 수소·연료전지 프로그램 (Hydrogen and Fuel Cells Program)을 통해 공급사슬 단계별 R&D 영역을 구성하고 세부 분야에 대한 R&D 프로그램을 제시
 - 최근 청정에너지 기술 배포와 관련된 기술과 비용 장벽을 해결하기 위한 수소 이니셔티브 Energy Earthshot을 발표
 - 2030년까지 재생에너지로부터 얻는 수소 가격을 1kg당 1달러, 즉 지금의 약 80% 낮추겠다고 공표
- 에너지부는 초기 단계 R&D를 중점적으로 진행하며 후기 단계 연구 및 개발 또는 수소의 상업화 관련 분야는 민간의 역할로 규정
 - 미국은 수소관련 연구개발 및 실증 단계에 필요한 법령을 먼저 제정하여 정책 지원 환경을 조성하고 법령을 바탕으로 수소 R&D 육성 및 보급을 위한 정책을 순차적으로 실시
 - (EERE) 청정수소 생산 및 운반·저장 관련 지원. 2021년 19개 지원 프로그램 발표. 수전해 제조 개선 및 조립 간소화를 통한 수소 생산비용 절감과 생물학적 및 전기화학적 접근 방식의 수소 생산 연구에 집중함

EERE 수소 연구 주제 및 투자액

기업 및 기관명	소재지	투자금 (USD)
주제 1: FUEL CELL R&D FOR HEAVY-DUTY APPLICATIONS		
소주제 1A - LOW-COST, DURABLE BIPOLAR PLATES AND		

INNOVATIVE, LOW-COST AIR MANAGEMENT COMPONENTS		
General Motors	Pontiac, MI	1,998,642
NeoGraf Solutions	Lakewood, OH	1,643,157
Plus Power	Latham, NY	1,838,486
Raytheon Technologies Research Center	East Hartford, CT	1,252,404
Treadstone Technologies	Princeton, NJ	1,415,162
주제 1: FUEL CELL R&D FOR HEAVY-DUTY APPLICATIONS		
소주제 1B - INNOVATIVE, LOW-COST AIR MANAGEMENT COMPONENTS		
Caterpillar	Mossville, IL	2,000,000
Eaton Corporation	Southfield, MI	2,000,000
Mahle Powertrain	Plymouth, MI	1,600,000
R&D Dynamics Corporation	Bloomfield, CT	1,600,000
주제 2: EFFICIENT AND INNOVATIVE HYDROGEN PRODUCTION		
소주제 2A - HIGH TEMPERATURE ELECTROLYZER MANUFACTURING R&D		
Cummins	Milpitas, CA	5,000,000
Nextech Materials	Lewis Center, OH	3,333,257
주제 2: EFFICIENT AND INNOVATIVE HYDROGEN PRODUCTION		
Pennsylvania State University	University Park, PA	1,000,000
Southern Company Services	Birmingham, AL	997,897
주제 3: HIGH-FLOW FUELING APPLICATIONS		
소주제 3A - DOMESTIC SUPPLY CHAIN FOR HIGH-FLOW HYDROGEN FUELING STATIONS		
Czero	Fort Collins, CO	2,729,167
Gas Technology Institute	Des Plaines, IL	1,998,186
Nikola Corporation	Phoenix, AZ	2,010,214
Strategic Analysis	Arlington, VA	3,499,956

- (주 정부와의 협력) 에너지부는 주 정부 및 지방정부와 비공식모임을 통해 수소 정보를 교환하고 다양한 사안에 대해 논의 진행함.
- (Office of Nuclear Energy, 원자력 에너지국) 에너지부 (DOE)는 2021년 10월 원자력에서 청정 수소 에너지를 생산할 기술 개발을 위해 원자력 에너지국에 2천만 달러의 자금을 지원한다고 발표. 애리조나 지역에 기반을 둔 이

프로젝트는 여러 부문에 걸쳐 청정수소에 대한 미 에너지부의 비전을 발전시키고 10년 안에 1kg당 1달러라는 미국의 수소로드 목표 달성에 기여할 것으로 기대

- (Office of Science's Basic Energy Sciences) 생물학적 및 생체모방형 수소 생산, 광전기화학 물 분해, 촉매작용 및 기체분리 이해 증진을 위한 기초연구를 수행
- (Office of Fossil Energy and Carbon Management) 화석 에너지국은 화석연료에서 수소를 추출하여 에너지로 전환하기 위한 보다 효율적인 방법 개발에 주력함. 2021년 Office of Fossil Energy에서 명칭 변경 후 약 750명의 직원이 추가되었으며 10억 달러에 달하는 예산을 정부로부터 지원 받음. 공장 및 발전소의 이산화탄소 배출을 방지/대기 중 이산화탄소를 제거/포집한 이산화탄소를 다른 물질로 변환/저장할 수 있는 기술개발 등에 R&D 집중. 수소의 생산 비용/성능/내구성 등을 평가하는 데 도움이 되는 고온용 가역성 연료전지(RSOC, Reversible solid oxide cell)의 열화 메커니즘 및 경로 등과 같은 보다 기술적인 영역에 초점을 둔 프로젝트 12개를 지원함. 가역성 연료전지 시스템을 활용한 수소 생산의 효율성, 신뢰성, 내구성 평가와 수소 생산 비용 절감을 위한 가역성 연료전지 기술의 미세구조 개선 및 소재 개선 등의 연구/수소와 천연가스 혼합연소를 위한 가스터빈 연소 시스템 개발에 대한 연구 등을 지원

Office of Fossil Energy and Carbon Management 연구 기관 및 투자액

기업 및 기관명	소재지	투자금
Georgia Institute of Technology	Atlanta, GA	1,000,000
Massachusetts Institute of Technology	Cambridge, MA	1,000,000

기업 및 기관명	소재지	투자금
OxEon Energy	North Salt Lake, UT	999,526
The Regents of the University of California, San Diego	La Jolla, CA	999,913
University of Louisiana at Lafayette	Lafayette, LA	1,000,000
University of South Carolina	Columbia, SC	1,000,000
West Virginia University Research Corporation	Morgantown, WV	1,000,000
Worcester Polytechnic Institute	Worcester, MA	999, 973
Linde	Danbury, CT	1,498,778
Phillips 66	Houston, TX	959,089
Tallgrass MLP Operations	Johnson, KS	1,499,374
Solar Turbines Incorporated	San Diego, CA	4,500,000

나. 미국 주요 기업 및 기관 동향

- (민관 협력) 수소 및 연료전지 연구개발의 궁극적인 목표는 수소 관련 시장의 형성임. 미 에너지부는 이를 위해서는 민간의 역할이 필수적임을 알림.
- 셰브론(Chevron)
 - 2021년 4월 미국 정유회사 셰브론(Chevron U.S.A.)은 일본 자동차 기업인 토요타와 수소 사업 개발을 위한 전략적 제휴 관계를 맺는 양해각서(MOU)를 체결함. 수소 인프라 개발 지원을 위한 수소 관련 공공정책 방안 협력, 수소전기차의 현재 및 미래 시장 수요 이해와 수요에 따른 공급 기회 모색, 수소 동력 수송 및 저장 분야에서 공동 연구 개발 추진 기회 발굴 등의 세 가지를 주요 최순위로 추진 중
 - 2021년 7월 수소 인프라와 연료전지 차량 개발을 위해

커민스(Cummins)와 MOU를 체결함. 운송 및 산업용 탈탄산 솔루션으로서의 수소를 시장에 알리는 공공정책 추진, 수소로 구동되는 상업용 차량 및 산업용 응용에 대한 시장 수요 구축, 산업 및 연료전지 차량용 수소 사용을 위한 인프라 개발, 커민스의 전해질 및 연료전지 기술을 셰브론의 정유 시설에서 활용하는 기회 모색

- 2021년 9월, 셰브론은 미국 서부의 발전, 운송 및 산업용 그린수소를 유틸리티 규모로 생산, 저장, 수송하는 프로젝트를 보유하고 있는 ACES Delta의 지분을 인수함.

○ 넥스트에라 에너지(NextEra Energy)

- 넥스트에라 에너지는 풍력, 태양열 등의 신재생 에너지를 생산하는 에너지 기업임. 현재 넥스트에라는 6천 500만 달러 규모의 그린수소 생산 시범사업 추진하고 있음. 또한, 태양광 단지과 연계한 20MW 규모의 그린수소 생산 설비를 구축하여 플로리다에 이치한 1.75GW급 가스터빈 발전소의 혼합연료로 활용할 계획

○ 블룸에너지(Bloom Energy)

- 미국 캘리포니아에 소재한 수소 연료전지 발전기업. 연료전지 기술로 전기 생산 후 분산 발전 시스템을 제공. Google, Fedex, AT&T 등 금융, 통신, 헬스케어, 데이터센터, 물류 분야 등 다방면에 걸쳐 서비스 제공함.

○ 플러그파워(Plug Power)

- 수소 지게차 및 산업용 장비에 필요한 수소와 수소 연료전지를 생산함. 전기분해를 통한 수소 생산, 액화 수소, 연료전지 이용한 전기에너지로의 전환 등 전반적인 수소

경제 일체를 다룸. BMW, Amazon, AT&T 등을 주 고객으로 두고 있음. SK E&S는 2020년 10월 플러그파워와 아시아 수소사업 공동 추진을 목적으로 하는 합작법인 설립 주주간 계약을 체결하기도 함.

- 2010년 FCHEA(Fuel Cell and Hydrogen Energy Association) 연료전지 및 수소에너지협회) 발족
- 수소 에너지 기술 발전을 목표로 미국 정부의 연료전지 및 수소 기술 R&D 지원. 연료전지 및 기타 수소 인프라 관련 기업 및 기관 70개 이상 참여 중

FCHEA 참여기업

Air Liquide, Amlam, AngloAmerica, BMW, Bloomenergy, BOSCH, Cummins, Faurecia, Fuelcell Energy, FuelCell, GM, Honda, Hypoint, Hy Stor Energy, Hyundai, Nacero, Nikola, PDC Machines, Plug Power, Renewable Innovations, Southern Company, Toyota, FirstElement Fuel, ZeroAvia, Air Products, Chart Industries, Garrett, Gore Fuel Cell Technologies, Howden, Nissan, Advent, Altergy, Aris Energy Solutions, Arkema, Baker Botts, Baker Hughes, Ballard Power Systems, Banpu Public Company, BayoTech, Black & Veatch, California Fuel Cell Partnership, Compressed Gas Association, Clean Energy, ClearPath, ConocoPhillips, Crowley, Doosan Fuel Cell America, Fairfield Capital, FRIEM, Fuji Electric, GenCell, Hexagon Lincoln, HORIBA Automotive, Hyzon Motors, Ionomr, Intelligent Energy, Johnson Matthey Fuel Cells, Luxfer Gas Cylinders, Michelin, Monolith, Nel Hydrogen, Nebraska, Next Hydrogen, Nuvera, Ohio Fuel Cell Coalition, Parker Hannifin, Phillips66, PowerCell Sweden, Proteum Energy, RONN Motor Group, Taylor-Wharton, Technip Energies

Ⅲ

우리기업 진출 및 협력 방안

□ 한-미 수소차산업 관련 협력 방안 마련

○ 미국 수소차를 활용한 미국 시장 진출

- 한국은 수소자동차, 연료전지 등 수소 활용 분야에서 전략적 협력이 가능한 높은 수준의 기술력을 보유하고 있음. 다운스트림(모빌리티, 연료전지)에 강점을 지닌 우리나라와 업스트림(생산, 저장, 운송, 충전)에 강점을 가진 미국 기업과의 상호 협력 기대
- 한국의 수소차 및 발전용 수소 연료전지 보급률은 세계 1 위임. 2013년 1월 세계 최초로 수소차(현대 투싼 ix35) 양산에 성공함. 당시 1회 충전 시 415km 주행 가능했음. 최근 출시된 현대의 넥쏘는 1회 충전 시 887.5km 주행이 가능
- 미국 시장 진출 및 수소 활용도를 높이기 위해 미국 관련 기업과의 같은 협력을 통해 사업을 더욱 다각화 필요함. 예) 현대자동차의 연료전지 시스템과 커민스의 전기 동력 전달장치(파워 트레인), 배터리 및 제어 기술을 결합한 전기 및 연료전지 동력전달장치의 공동 개발 및 상용화를 위한 MOU 체결
- - 미국 내 완성차 생산공장을 보유중인 우리기업의 수소 기술력을 국가간 협의의 접점으로 활용. 미국의 수소차 활성화 계획에 대한 협업 및 미국을 포함한 북미 수소차 시

장 교두보 역할 할 수 있을 것으로 기대

- 반면, 우리나라의 대미 수소 공급(수출)은 제한적일 것. 한국은 2040년 526만 톤의 수소 공급이 필요하며 약 10~15% 정도가 초과수요 발생할 것으로 예상. 수소 수입 대상국으로 미국과의 협력 고려해볼 필요 있음.

□ 바이든 행정부 핵심 정책에 대해 선제적 대응 필요

- 한-미 정부 간 수소산업 육성 전략 공유를 통해 경제협력 확대해야 함.
- 미국의 수소경제는 대규모 R&D 투자에 따른 기술력 선도 국가로 발전할 것으로 전망되어 향후 파트너로서 미국과의 관계 선점 중요
- 수소경제 전환은 개별 국가의 노력만으로는 실현하기 어려움. 신속한 수소경제 전환을 위해서는 국내에서는 정부·대기업·중견기업·중소기업, 해외에서는 해외 정부 및 해외기업과의 적극적인 협업이 필요
- 이를 위해서는 한-미 상호 간 수소산업 전략을 비교 분석하고 기술제휴 및 기업 M&A 등을 유도해 기술력 공동 발전 추구할 필요성이 있음.
- 다만, 수소 관련 인프라 프로젝트가 증가하더라도 원자재 조달은 미국 기업 중심으로 이뤄질 것으로 예상. 국내기업이 안정적인 조달 파트너가 될 수 있도록 정부 차원의 노력이 필요함.
- 또한, 국가 또는 기업 프로젝트는 우리나라 중소기업들의

직접적인 접촉이 현실적으로 어려운 바, 정부차원에서의 국제협력을 통해 국내기업에게 프로젝트 참가 기회를 열어 줄 필요성이 있음.

- 미국 정부의 수소 정책 수립 및 R&D 부문 과감한 투자 등의 행보에 대한 국내실정에 맞는 벤치마킹 필요
 - 국내 수소 경제 및 인프라 활성화, 수소차 보급 확대를 위한 제도적 정비 필요
 - 우리나라의 경우 관련 법령 부재 및 규제로 인하여 연구 개발 및 실증 단계에서의 검증 및 인증의 어려움 발생. 이는 기술의 신뢰성 확보 측면에서 큰 결점이며, 수소경제 활성화에 커다란 장애요인으로 작용함. 따라서 국내 수소 경제사회 실현을 위해 수소 및 수소차 보급 활성화 측면에서 발생하는 법적 장애요인들을 분석하고 이를 선제적으로 완화할 수 있는 법령 정비가 필요
 - 수소 액화플랜트, 액화·액상기술 개발 등 국내 인프라·기술 향상을 통해 미국의 수소 생산기지 구축을 위한 전략적 파트너로 협력기회 창출 모색해야 함.
- 수소경제 관련 주요 전시회 및 포럼 등 참가
 - 주요 기업들이 참가해 수소 산업의 미래와 현재를 동시에 보여주는 관련 전시회, 포럼 등에 참석하여 수출 또는 협력 기회를 모색하는 것도 하나의 방안

□ 2022년 미국 에너지 전시회 정보

행사명	개최 일자	개요
2022 POWERGEN	2022.01.26 - 2022.01.28	세계 최대 규모의 전력산업 전시회
2022 Distributech	2022.01.26 - 2022.01.28	전기 송배전 및 에너지 저장 장치 분야의 북미 최대 전시회
2022 APEC	2022.03.20 - 2022.03.24	전력전자 전문가들을 위해 실용적 ·응용적 측면에 초점을 맞춘 컨퍼런스 및 전시회
Cleanpower 2022	2022.05.16 - 2022.05.19	풍력 발전 전시회 중 하나로, 관련 산업 최고의 개발자들과 전문가들이 모여 최신 기술을 공유하고 제품을 소개
North America Smart Energy Week	2022.09.19 - 2022.09.22	북미 최대규모 스마트에너지 전시회
2022 Clean Gulf	2022.11(일정미정)	석유 및 유해물질 유출에 대한 대응 문제를 논의하는 연례 전시회

2021년 KOTRA 발간자료 목록

□ GMR (Global Market Report)

번 호	제 목	번호부여일
21-001	주요국 그린뉴딜 정책의 주요내용과 시사점	2021.1
21-002	2020년 하반기 대한수입규제 동향과 2021년 상반기 전망	2021.1
21-003	일본기업의 오픈 이노베이션 활용 전략과 성공사례 분석	2021.2
21-004	러시아의 팬데믹 방역 · 보건 산업 : 코로나19 방역	2021.2
21-005	한-중미 FTA 전체발효에 따른 수출 유망품목	2021.2
21-006	美 바이든 정부 바이 아메리칸 정책 주요 내용 및 향후 전망	2021.2
21-007	미국·EU 정부의 미래산업 공급망 구축동향 및 전망	2021.3
21-008	코로나19 이후 신북방지역 소비시장 변화	2021.3
21-009	美 바이든 정부 기후변화 대응정책 동향 및 전망	2021.3
21-010	EU 탄소국경조정제 논의 동향과 추진 전망	2021.3
21-011	러시아 수소경제 동향 및 한국과의 협력 방안	2021.3
21-012	미 신정부 출범 이후 100일 공약 이행 현황과 주요국 동향	2021.4
21-013	2021 유럽 전기차 배터리 시장 진출전략 가이드	2021.5
21-014	코로나19 일본의 소비트렌드 변화와 우리기업의 진출전략	2021.5
21-015	코로나19 백신 특허권 유예 논의 배경 및 주요 쟁점	2021.6
21-016	러시아의 그린에너지 전환과 한러 협력방안	2021.6
21-017	코로나19 이후 중남미 소비 트렌드 변화 및 우리기업 진출전략	2021.6
21-018	아프리카자유무역협정(AfCFTA) 공식 시행으로 기대되는 아프리카 시장 변화	2021.6
21-019	캐나다 스마트팜 시장 동향	2021.6
21-021	한-콜롬비아 FTA 발효 5주년 성과분석 및 수출 유망품목	2021.7
21-022	2021년 상반기 對韓 수입규제 동향	2021.7
21-023	아프리카 그린뉴딜 정책동향 및 시사점	2021.7
21-024	중남미 제약산업 및 우리기업 진출전략	2021.8
21-025	미국 재생에너지 시장 및 에너지 전환 동향	2021.8
21-026	해외 기업 ESG 대응 성공사례	2021.8
21-027	EU 탄소국경조정제도(CBAM) 주요내용 및 영향	2021.8
21-028	일본의 ESG 대응 전략 분석과 시사점	2021.8
21-029	중국-유럽 화물열차 동향 및 시사점	2021.9
21-030	호주 수소경제 동향 및 우리기업 협력 방향	2021.9
21-031	GCC 주요국 신재생에너지 정책 동향 및 진출방안	2021.9
21-032	유럽 주요국의 탈플라스틱 정책 및 시사점	2021.10
21-033	러시아 팬데믹 백신 · 치료제 제약산업 및 진출방안	2021.10

21-034	독일 총선 이후 시장 전망과 우리 기업 기회요인	2021.10
21-035	'21년 대미 · 대중 소비재 수출 성과와 시사점	2021.10
21-036	중국 탄소배출권 거래제도 추진현황 및 시사점	2021.11
21-037	유라시아경제연합(EAEU) 주요 이슈 및 통합과정 점검	2021.11
21-038	인도네시아 신재생에너지 전력 발전 시장 동향	2021.12
21-039	한-인도 디지털 · 그린 통상·산업 협력 방안	2021.12
21-040	중국 VR/AR 산업 현황 및 진출전략	2021.12
21-041	호주 스마트팜 시장동향 및 진출전략	2021.12
21-042	포스트 코로나 캄보디아 가공식품 트렌드	2021.12
21-043	미국 오픈랜(Open RAN) 도입 계획 및 한국의 진출 전략	2021.12
21-044	미국 수소경제 및 한국의 진출 방안	2021.12
21-045	리튬이차전지 시장현황과 활용방안 진출 전략	2021.12
21-046	유럽 해상풍력발전산업 현황 및 주요 전망	2021.12
21-047	미국 인프라 투자법 세부 분석에 따른 기회·위기 요인 점검	2021.12
21-048	2020/21 무역사기 발생현황 및 대응방안	2021.12
21-049	EU 모빌리티 탈탄소화 추진현황 및 시사점	2021.12
21-050	2021 동남아대양주 인기상품	2021.12
21-051	인도 경제 전망과 통상 규제환경의 변화	2021.12
21-052	중국 신에너지자동차 발전 동향	2021.12

□ KOTRA자료

번 호	제 목	번호부여일
21-001	2021 권역별 진출전략 : 중국	2021.1
21-002	2021 권역별 진출전략 : 일본	2021.1
21-003	2021 권역별 진출전략 : 동남아	2021.1
21-004	2021 권역별 진출전략 : 서남아	2021.1
21-005	2021 권역별 진출전략 : 중동	2021.1
21-006	2021 권역별 진출전략 : 유럽	2021.1
21-007	2021 권역별 진출전략 : CIS	2021.1
21-008	2021 권역별 진출전략 : 북미	2021.1
21-009	2021 권역별 진출전략 : 중남미	2021.1
21-010	2021 권역별 진출전략 : 아프리카	2021.1
21-011 ~ 21-090	2021 국별 진출전략 (80개국)	2021.1
21-091	한-영국 FTA 실무활용 가이드	2021.1
21-092	2020년 외국인투자주간(IKW 2020) 결과보고서	2021.1

21-093	수출, 더이상 어렵지 않아요: 온오프라인 가이드북	2021.1
21-094	외국인투자가이드 2021	2021.1
21-095	外國人投資ガイド 2021	2021.1
21-096	外商投資指南 2021	2021.1
21-097	KOTRA와 함께하는 수출기업화 성공스토리 2020	2021.1
21-098	제15회 외국인투자기업 온라인 채용박람회 결과보고서	2021.1
21-099	Business in Korea 2021	2021.1
21-100	외국투자가를 위한 조세가이드	2021.1
21-101	외국투자가를 위한 통관가이드	2021.1
21-102	한국생활가이드 2021	2021.1
21-103	2019/20년 KSP 정책자문보고서 모잠비크 : 모잠비크 운전면허교육 시스템 현대화를 위한 정책연구 및 컨설팅	2021.2
21-104	2019/20 KSP Policy Consultation Report Mozambique : Modernization to Improve the Driving License and Driving Practice System in Mozambique	2021.2
21-105	Pesquisa de Política e Consultoria para a Modernização do Sistema de Treinamento para Carta de Condução em Moçambique	2021.2
21-106	2019/20 KSP Policy Consultation Final Report Brazil : Policy Consultation for Industrial Property Automation System Improvement in Brazil	2021.2
21-107	2019/20 Relatório Final da Consulta da Política de KSP : Consulta de Política para Otimização do Sistema de Automação da Propriedade Industrial no Brasil	2021.2
21-108	2019/20 Ecuador KSP Final Report : Policy Consultation for Strengthening Export Capability and Promoting Exports to Asia, Ecuador	2021.2
21-109	Programa de Transferencia de Conocimientos (KSP) Ecuador 2019/20 Informe Final : Recomendación de Política para Fortalecer la Capacidad de Exportación y Promover la Exportación a Asia, Ecuador	2021.2
21-110	2019/20년 KSP-ADB 공동컨설팅 인도 : 인도 항만 운영 개선을 위한 인력기술 강화 방안 컨설팅	2021.2
21-111	2019/20 KSP-ADB Joint Consultation Report India : Skill Enhancement to Improve Port Operations in India	2021.2
21-112	페루 파나맥스 및 포스트 파나맥스급 선박 제조 관련시설 구축 및 현대화를 위한 분석 및 전략수립	2021.2
21-113	Modernización y Expansión de las Capacidades de Construcción y Reparación Naval de Buques Panamax y Post-Panamax en Peru	2021.2
21-114	Modernization and Expansion of the Shipbuilding and Repair Capacity of Panamax and Post-Panamax Vessels in Peru	2021.2
21-115	2020년 KOTRA 코로나19 비상대책반 일일동향보고	2021.2
21-116	KOTRA 도쿄 IP-DESK 2020년 정보레터 모음집	2021.2

21-117	포커스 on 코리아	2021.2
21-118	2021 KOTRA 서비스 가이드북	2021.2
21-119	미국 공공조달시장 진출 전략 보고서	2021.2
21-120	외국투자가를 위한 입지가이드	2021.2
21-121	외국투자가를 위한 노사가이드	2021.2
21-122	외국투자가를 위한 환경정책가이드	2021.2
21-123	2020년 KOTRA 코로나19 비상대책반 이슈리포트	2021.2
21-124	K-방역, 위기를 뚫고 희망을 열다	2021.3
21-125	싱가포르 진출 기업들을 위한 싱가포르 노무 가이드	2021.3
21-126	KOTRA, 해외 진출의 희망이 되다	2021.3
21-127	해외 프로젝트 시장 전망 및 수주 활성화 전략 보고서	2021.3
21-128	Taxation in Korea 2021	2021.3
21-129	Customs Clearance in Korea 2021	2021.3
21-130	Industrial Sites in Korea 2021	2021.3
21-131	Labor Laws in Korea 2021	2021.3
21-132	Environmental Policies in Korea 2021	2021.3
21-133	한국 스마트팜 디렉토리북 2021 = Directory of Korean Smart-Farm Solutions	2021.3
21-134	2020 스마트시티 해외 진출전략 보고서	2021.4
21-135	Living in Korea 2021	2021.3
21-136	韓國生活ガイド 2021	2021.3
21-137	韓國生活指南 2021	2021.3
21-138	FTA해외활용지원센터 우수사례집 2021	2021.3
21-139	2020년 취업연계형 FTA 실무인력 양성사업 추진성과 및 우수사례	2021.4
21-140	2020 수출애로 우수상담 사례집	2021.4
21-141	2020 해외 전문인력 정보조사 보고서	2021.4
21-142	2020 IP-DESK 백서	2021.4
21-143	2020년 한-베 통상연계형 경협사업 : 베트남 에너지 안전관리 시스템 개선 사업	2021.4
21-144	2020 K-V Economic Cooperation Project : Advancing Energy Safety Management	2021.4
21-145	2020년 한-베 통상연계형 경협사업 : 베트남 농산물 국내시장 진출 활성화 전략 수립 사업	2021.4
21-146	2020 K-V Economic Cooperation Project : Promoting Viet Nam's exports of key agro products to Korea	2021.4
21-147	2021년 외국인투자유치 종합계획	2021.5
21-148	전기전자산업 해외 시장동향 및 시사점 : 반도체 장비, 모바일 디스플레이, 3D 프린팅, IoT 센서 산업 중심	2021.5

21-149	FTA 초보지만 괜찮아!	2021.6
21-150	2020 한-베 통상연계형 경제협력사업 : 베트남 중고기계설비 수입규정에 관한 정보확산 사업	2021.6
21-151	2020 K-V Economic Cooperation Work Program : Disseminating Information on Used Machinery and Equipment Import Regulations of Viet Nam for K-V Investment Promotion	2021.6
21-152	CHƯƠNG TRÌNH HỢP TÁC KINH TẾ FTA Hàn Quốc-Việt Nam năm 2020 : Phổ biến các quy định của Việt Nam về nhập khẩu máy móc, thiết bị, dây chuyền công nghệ đã qua sử dụng nhằm thúc đẩy hoạt động xúc tiến đầu tư Hàn Quốc-Việt Nam	2021.6
21-153	IP-DESK 주요 상담사례 (FAQ)	2021.6
21-154	2021 미국 투자실무가이드	2021.6
21-155	2021 취업연계형 FTA 실무과정 참고교재	2021.6
21-156	한 권에 담아낸 글로벌 디지털 마케팅: KOTRA가 전하는 디지털 마케팅 전략과 글로벌 트렌드	2021.6
21-157	한-중 FTA 실무활용 가이드	2021.6
21-158	한-베 FTA 실무활용 가이드	2021.6
21-159	필리핀 상표 가이드북	2021.7
21-160	해외진출기업의 국내복귀지원에 관한 법률	2021.7
21-161	2020 외국인투자옴부즈만 연차보고서	2021.7
21-162	Foreign Investment Ombudsman Annual Report 2020	2021.7
21-163	2020 북한 대외무역 동향	2021.7
21-164	2021 베트남 비즈니스 팁	2021.7
21-165	나는 외투 기업에서 일한다: Q&A로 살펴본 외투기업의 A to Z	2021.7
21-166	미중 무역분쟁 이후의 중국 지식재산 환경 변화	2021.8
21-167	미국 지식재산권 관리 알짜팁 가이드	2021.8
21-168	2021 베트남 파워엘리트	2021.8
21-169	유럽 소비재 유통시장 진출 가이드	2021.8
21-170	해외진출 종합 핸드북 : 한손에 쏙! 한눈에 쏙!	2021.8
21-171	해외 탄소시장 진출 가이드	2021.8
21-172	한-캄보디아 FTA 실무활용가이드	2021.8
21-173	베트남 내 CSR활동 동향 및 시사점	2021.8
21-174	최근 베트남 진출 섬유 의류기업 현황과 대응	2021.9
21-175	Focus on Korea	2021.9
21-176	KOTRA 2020 글로벌 CSR 성과보고서	2021.9
21-177	2021 글로벌 IP 이슈페이퍼	2021.10
21-178	SEOUL FOOD 2021 서울국제식품산업대전 결과보고서	2021.10

21-179	제16회 외국인투자기업 채용박람회 Official Directory	2021.10
21-180	사례로 보는 지재권 침해에 적용시킬 수 있는 징벌적 배상책임	2021.10
21-181	중국 디자인 특허의 출원 및 보호	2021.10
21-182	코로나19로 인한 일본 지재권 환경 및 동향 변화	2021.10
21-183	대학 FTA 강좌 참고교재	2021.10
21-184	2022 한국이 열광할 세계 트렌드	2021.10
21-185	신남방 신북방 비즈니스 상담사례집	2021.11
21-186	World-class Product 2021	2021.11
21-187	방산수출 종합 가이드북	2021.11
21-188	해외로 나간 청년들, 세계를 JOB다: 2021 해외 취업 성공 수기집	2021.11
21-189	2021 EU 의료기기 시장 진출전략 가이드	2021.11
21-190	Natural Gas Business Guide in Mozambique	2021.11
21-191	나만 알고 싶은 글로벌 기업의 채용 비밀	2021.11
21-192	한국에 투자하세요 IKP가 함께 합니다 : Invest KOREA with IKP	2021.12
21-193	미국 지식재산법과 정책 최신 동향 2021	2021.12
21-194	한-호주 FTA 실무활용가이드	2021.12
21-195	도전! 해외 스타트업 경진대회	2021.12
21-196	해외투자진출, KOTRA와 함께 합시다!	2021.12
21-197	미국 지식재산권 이슈 및 사례 : 2021 뉴욕 IP-DESK 발간 뉴스레터 모음	2021.12
21-198	디지털 뉴딜, 세계로 간다	2021.12
21-199	글로벌 프랜차이즈 해외진출 전략보고서 : 인도	2021.12
21-200	RCEP 실무활용가이드	2021.12
21-201	해외시장 유망 그린 잡	2021.12
21-202	한·호 수교 60년, 호주 수출 가이드	2021.12
21-203	고객의소리(VOC)를 기반으로 작성한 실전 브라질 진출 가이드북	2021.12
21-204	인도 인증가이드북	2021.12
21-205	KOTRA 신남방 지식재산권 뉴스레터 모음집	2021.12
21-206	2022 CIS 진출전략	2021.12
21-207	2022 중남미 진출전략	2021.12
21-208	2022 아프리카 진출전략	2021.12
21-209	2022 중국 진출전략	2021.12
21-210	2022 중동 진출전략	2021.12
21-211	2022 서남아 진출전략	2021.12

21-212	2022 일본 진출전략	2021.12
21-213	2022 유럽 진출전략	2021.12
21-214	2022 동남아대양주 진출전략	2021.12
21-215	2022 북미 진출전략	2021.12
21-216 ~ 21-295	2022 국별 진출전략 (80개국)	2021.12
21-296	K-뷰티 지식재산침해현황 및 대응 연구: 중국을 중심으로	2021.12
21-297	글로벌 모빌리티 시장동향	2021.12

□ 설명회자료

번 호	제 목	번호부여일
21-001	2021 글로벌 신통상포럼 자료집	2021.5
21-002	Global Project Plaza 2021 : 글로벌 프로젝트 포럼 / 중동 PPP 프로젝트 포럼	2021.6
21-003	KOTRA 해외수주협의회 제39차 수요포럼: 변화하는 해외건설의 새로운 노멀	2021.6
21-004	한-인도네시아 CEPA 활용 인니 진출전략 웨비나	2021.6
21-005	해외 탄소시장 동향 및 우리기업 진출 방안 온라인 설명회 발표자료집	2021.8
21-006	美 바이 아메리칸 행정명령 주요 내용과 대응 방안 웨비나	2021.9
21-007	USMCA 1주년 동향 분석 웨비나	2021.10
21-008	2021 해외 수입규제 및 비관세장벽 대응전략 웨비나	2021.10
21-009	EU 탄소국경조정제도 대응 세미나	2021.12
21-010	KOTRA 해외수주협의회 제40차 수요포럼: COVID-19 시대 해외 프로젝트 수주 전략	2021.12
21-011	2022 세계시장 진출전략 설명회	2021.12



작성자

◆ 시카고무역관 배성봉



Global Market Report 21-044

미국 수소경제 및 한국의 진출 방안

발 행 인 | 유 정 열
발 행 처 | KOTRA
발 행 일 | 2021년 12월
주 소 | 서울시 서초구 헌릉로 13
(06792)
전 화 | 02) 1600-7119(대표)
홈페이지 | www.kotra.or.kr
문 의 처 | 시카고무역관
(1-312-644-4323)

ISBN : 979-11-402-0051-1 (95320)



Global Market Report
