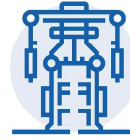
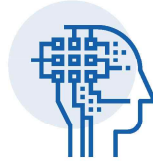


2024.1 vol.1

ISSUE REPORT



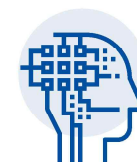
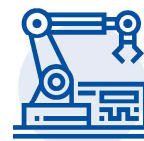
중국 수소산업 현황 분석: 글로벌 중심

CONTENTS

1. 글로벌 트렌드 및 수소산업 동향
2. 중국 수소 산업 동향
3. 한국 수소 산업 동향
4. 미국, 일본 수소 산업 동향
5. 글로벌 수소 산업 비교 분석
6. 시사점







한중과학기술협력센터

ISSUE REPORT

KOREA-CHINA
SCIENCE & TECHNOLOGY
COOPERATION CENTER

2024.1 vol.1

중국 수소산업 현황 분석: 글로벌 중심

CONTENTES

1. 글로벌 트렌드 및 수소산업 동향	2
2. 중국 수소 산업 동향	9
3. 한국 수소 산업 동향	17
4. 미국, 일본 수소 산업 동향	22
5. 글로벌 수소 산업 비교 분석	26
6. 시사점	28

1

글로벌 트렌드 및 수소산업 동향

▶ 2050년 탄소중립을 달성하기 위한 에너지 대전환 시대 도래. 즉 화석 연료 사회에서 재생에너지 사회로 전환되고 있으며, 재생에너지 캐리어로 수소에너지 시대 전개¹⁾

- 2050년 지구 평균 기온 상승 1.5°C 이내로 달성하기 위해 이 시기까지 온실가스 순배출량 제로 달성. IEA는 넷제로 2050 발표 및 각 분야 별 온실가스 저감 목표 제시
 - 화석 연료 중심 사회에서 재생에너지 등 청정 에너지 중심 사회로 전환 시작
 - 2040년 이후 태양광, 풍력 등 재생에너지가 주력에너지원으로 대두
 - 재생에너지의 에너지 캐리어로 수소 시대 도래

[그림 1] 세계 에너지 패러다임 변화. 화석연료로부터 청정 재생에너지 시대로 전환



* 이미지 출처: AA Energy (좌, 2024), ScinecNewsExplorer (우, 2024)

- 수소산업은 수소생산, 저장 및 수송, 활용 분야로 나누어 산업이 전개되고 있음
 - 수소 생산은 재생에너지로부터 수전해에 의한 그린 수소생산, 화석연료의 개질 반응에 의한 그레이 수소가 CCUS와 결합하여 이산화탄소 격리 저장함으로써 파랑 수소 생산으로 전개. 그린 수소 및 파랑 수소는 모두 청정 수소로 인증
 - 수소 저장 및 수송은 액화 수소, 암모니아 형태로 전환하여 저장 및 수송, 고압가스 수소 등이 단거리 수송에 활용, 장거리 수송은 암모니아 및 액화 수소가 유리
 - 수소 활용은 산업 전 분야로 차량(특히 중대형, 기차 등), 선박, 항공, 화학산업, 제철 산업, 가정용 열원 등 다양하게 전개

▶ 2050년 넷제로 달성을 위해 IEA는 2021년에 재생에너지, 전력, 수소 등 각 분야별 주요 액션 플랜을 제시하였으며, 2023년 현재까지 이러한 목표는 거의 변동이 없이 유지함²⁾

1) Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector, IEA

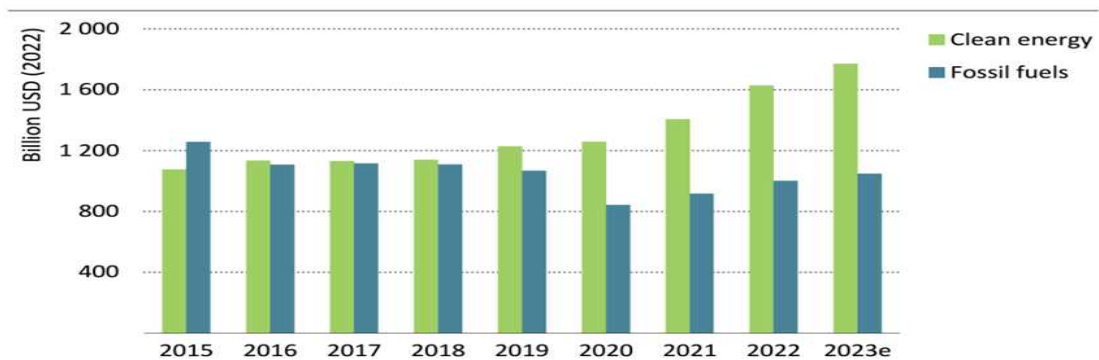
2) World Energy Outlook 2023, IEA



- 재생에너지 보급량을 살펴보면, 2023년 현재 연간 약 300GW 보급량을 2030년에는 연간 1000 GW 이상 보급하도록 목표를 제시하고 있으며, 현재의 재생에너지 성장 속도로 보아 2040년에는 재생에너지가 전력 부문의 주력 에너지가 될 것이 확실하며, 특히 태양광 발전이 가장 많은 전력을 생산할 것으로 예측됨
- 넷제로 달성을 위해 건물 분야, 수송 분야, 산업 분야, 전력과 열 분야, 기타로 분류하여 이산화탄소 저감 목표를 제시하였으며, 전기와 열 분야, 기타 부분은 2040년 이내에 달성을 예측하며, 그 외 분야도 2040년 이후에는 급속한 이산화탄소 감축이 일어날 것으로 분석됨
- 넷제로 달성을 위해 수소산업이 급속 팽창할 것으로 예상되며, 2030년경에는 저탄소 수소가 1억 5천만 톤, 2050년경에는 4억3천5백만 톤이 공급될 것으로 기대됨. 또한 수전해 설비도 2030년경에 850GW가 필요하며, 2050년경에는 3000GW가 필요할 것으로 예상
 - 저탄소 수소는 재생에너지, 원자력 등으로부터 생산된 그린 수소와 CCUS와 결합하여 화석연료로부터 생산된 블루 수소를 포함하고 있음
 - 여기서 저탄소 수소는 기존의 그레이 수소는 포함하지 않고 있으며, 수소의 신규 시장만 반영하고 있음
- 2050년 태양광, 풍력 등 재생에너지 부분이 전력의 70% 차지할 것으로 예측하고 있고, 항공유 부분 2040년 50% 이상 저탄소 달성 및 이를 위한 수소활용 e-fuel 생산을 촉진하고, 2050년까지 중공업의 90% 이상을 저탄소화 하도록 제시

▶ 2023년 글로벌 청정에너지 투자 현황을 보면, 2017년 청정에너지 대비 화석연료 투자비가 대략 1:1이던 것이 2023년에는 화석연료 투자비 1이며, 청정에너지 투자비는 1.8 비율로 청정 에너지 투자비가 대폭 증가³⁾

[그림 2] 세계 청정에너지와 화석연료 투자 비교



IEA. CC BY 4.0.

For every USD 1 spent on fossil fuels, USD 1.8 is now being spent on clean energy; five years ago this ratio was 1:1

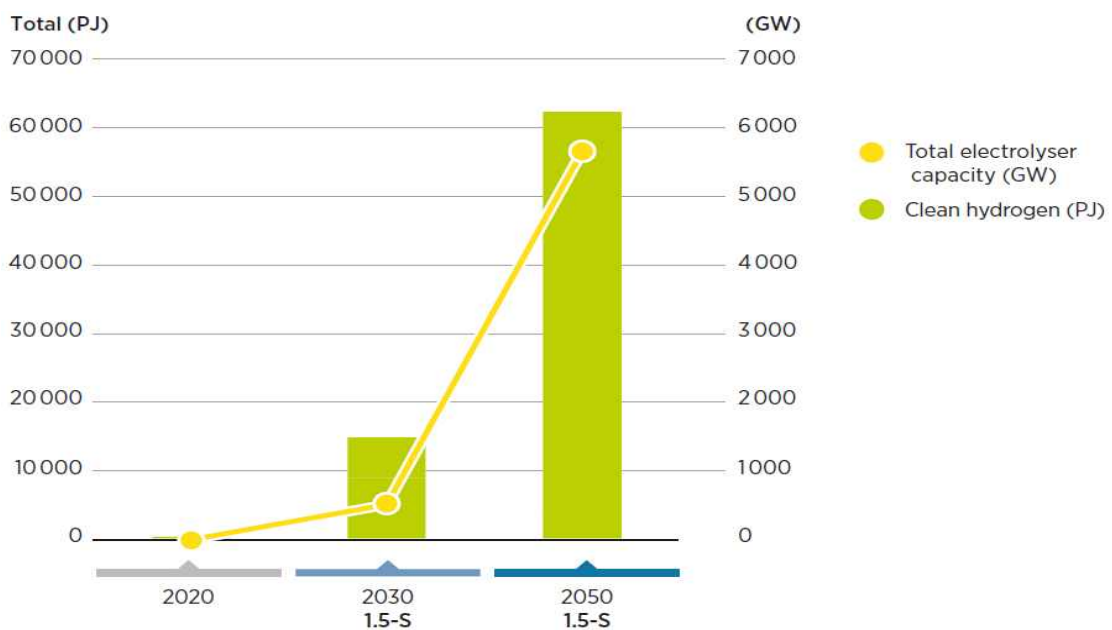
Notes: 2023e = estimated values for 2023. Numbers are in real 2022 US dollars.

* 이미지 출처: World Energy Outlook 2023, International Energy Agency (IEA)

3) World Energy Outlook 2023, 페이지 88, IEA

- 청정에너지 투자의 증가는 태양광 발전(PV) 증가에 기인하는 것으로 나타났으며, 팬데믹 이전에는 전체 에너지 시스템에 대한 연간 투자가 미화 2조 달러를 약간 넘었음. 화석 연료와 청정 에너지(재생 에너지, 기타 저탄소 에너지원, 효율개선 포함) 비율이 비슷하였으나, 2018년 이후 청정에너지 투자 비율이 급속히 늘어남
- 2023년에 에너지 부문에 투자되는 약 2조 8천억 달러 가운데, 화석연료 투자는 급격히 감소하고 청정에너지 투자가 지배. 2020년 이후 화석에너지 투자도 약간씩 늘어나고 있으나, 큰 증가 없이 그 수준을 유지할 것으로 예상
- 2023년에는 태양광 발전이 444GW 보급되었으며, 2022년 대비 76% 증대되었으며, 이러한 증가는 역대 최고임⁴⁾. 이러한 태양광 발전 시장 성장의 급속한 증가는 에너지 부문의 청정 전기화(clean electrification)과 밀접한 관계가 있으며, 재생에너지 보급 증가는 냉난방 등 에너지 부문의 전기화가 빠른 속도로 진행됨을 의미

[그림 3] 온도 상승속도 1.5 °C 이내 달성하기 위한 연도별 세계 청정 수소 보급량



Notes: 1.5-S = 1.5°C Scenario; GW = gigawatt; PJ = petajoule.

* 이미지 출처: WORLD ENERGY TRANSITIONS OUTLOOK 2023, 페이지 89, IRENA

▶ **재생에너지보급이 급속히 이루어짐에 따라 화석연료를 대체할 새로운 연료인 청정 수소 도입 속도도 빨라질 것으로 예상⁵⁾**

- 산업공정, 수송, 열 부문 등에 청정 연료로 그린 수소로부터 생산된 청정 암모니아, 청정 메탄올, 청정 합성유 등의 중요성이 급속히 부상되고 있으며, 청정연료 수요 증대와 함께 이러한 그린 수소생산을 위한 전해조 시장도 팽창할 것으로 예상

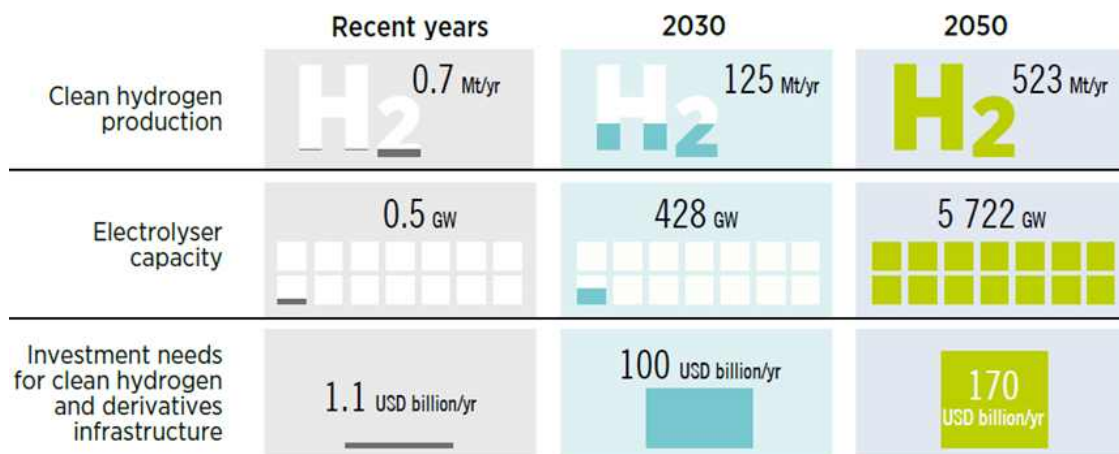
4) <https://about.bnef.com/blog/1q-2024-global-pv-market-outlook/>

5) WORLD ENERGY TRANSITIONS OUTLOOK 2023, IRENA



- IRENA 분석에 따르면 지구 온난화로 인해 온도 상승 목표인 1.5 °C 이내를 달성하기 위해 2030년, 2050년 각각 청정 수소는 15억사줄(EJ)과 63EJ을 공급하여야함
 - 현재 보급되고 있는 약 1억톤 규모의 수소는 대부분 화석연료에서 생산된 그레이 수소이며, 청정 수소의 공급 목표를 달성하기 위해서는 청정 수소 생산 단가를 대폭 감소시키는 노력이 필요함. 아울러 청정 수소의 보급을 촉진하기 위해서는 각국의 청정 수소 보조금, 세제 혜택 등 각국의 정책적 지원 노력이 추진 중임
- IRENA는 연도별 구체적인 청정 수소 생산량, 수전해조 보급량, 청정 수소 및 수소 연료 인프라 투자비를 분석하여 제시하였으며, 2020년 청정 수소 관련 투자액이 약 10억불 정도 이었으나, 2023년에는 100억 불 규모로 대폭 증대하였으며, 2030년에는 1천억불로 증대할 것으로 예측함⁶⁾

[그림 4] 연도별 청정수소 투자액, 전해조 보급량, 청정수소 생산량



Recent year= 2020, more than 10 billion USD in 2023

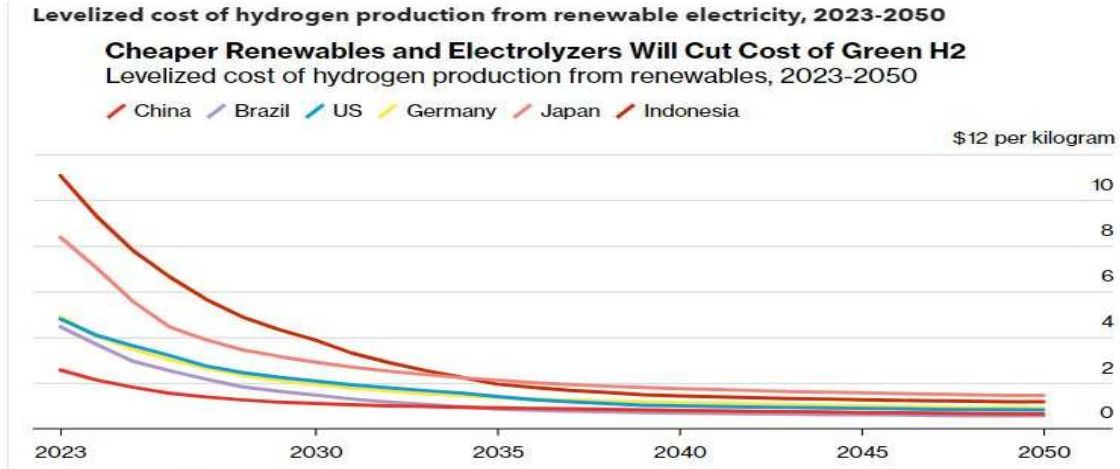
* 이미지 출처: WORLD ENERGY TRANSITIONS OUTLOOK 2023, 페이지 23, IRENA

- 청정 수소 생산을 위한 수전해조 보급량도 2030년 428 GW, 2050년에는 5,722 GW가 필요할 것으로 예측하였으며, 이러한 목표는 규모면에서 IEA 보급량 목표와 유사한 것으로 판단됨
- 청정 수소 생산량은 2020년 0.7백만톤이던 것이 2030년에는 1억2천5백톤으로 늘어날 것으로 보이며, 2050년에는 5억2천3백톤이생산될 것으로 예상
- 2030년까지 청정 수소인 그린 수소는 가격면에서 대부분 시장에서 기존 그레이 수소 대비 경쟁력을 갖출 것으로 예측⁷⁾
 - 수소 가격인 수소의 균등화 비용(LCOH₂)은 높은 인플레이션과 금융 비용, 긴 건설 기간으로 인해 2023년에 소폭 상승했음. 그러나 천연가스 가격의 하락으로 현재는 블루수소의 가격이 가장 경쟁력 있는 청정 수소로 나타나고 있으나, 알칼리 전해조 등 전해조 가격의 하락과 재생에너지 가격의 하락으로 2035년이내에는 수소시장의 90%이상에서 그린수소가 기존의 그레이 수소보다 경쟁력을 갖출 것으로 분석됨⁸⁾

6) WORLD ENERGY TRANSITIONS OUTLOOK 2023, 페이지 23, IRENA

7) <https://about.bnef.com/blog/2023-hydrogen-levelized-cost-update-green-beats-gray/>

[그림 5] 연도별 청정수소 투자액, 전해조 보급량, 청정수소 생산량

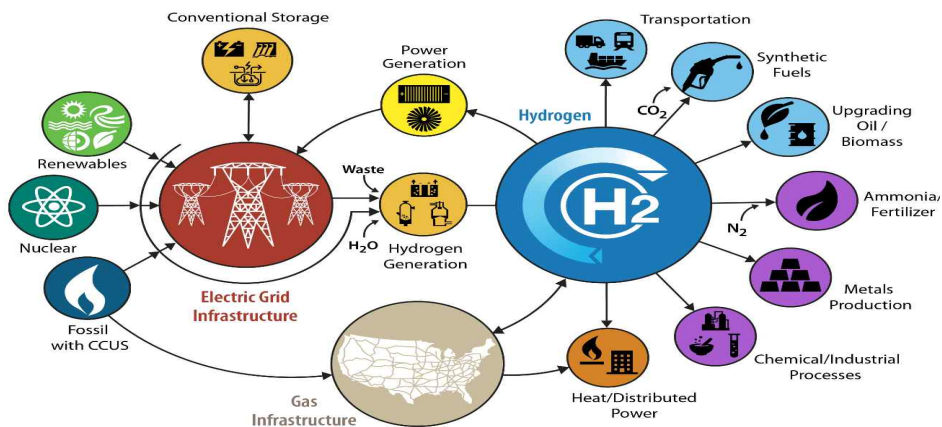


* 이미지 출처: <https://about.bnef.com/blog/2023-hydrogen-levelized-cost-update-green-beats-gray/>, Bloomberg NEF

▶ 수소 산업의 밸류체인을 살펴 보면, 수소생산, 수소 저장 및 수송, 수소활용 분야로 크게 나누어 기술개발 추진⁹⁾

- 수소 생산은 태양광 발전, 풍력 발전 등 재생에너지, 원자력 등으로부터 생산된 전기를 이용하여 수전해에 의한 청정 수소를 생산
 - 수전해 기술은 알카리 수전해, 고분자막 수전해, 고체산화물 수전해 기술이 개발되어져 왔으며, 알카리 수전해 기술은 이미 상용판매중이며 가장 저렴하게 보급되고 있음
 - 고분자막 수전해도 수~수십 MW급 규모로 실증 중에 있으며, 상용화 진입 단계에 있음. 고체산화물 수전해 기술은 수백kW~수MW 급 규모의 제품이 개발되어 미국, 독일을 중심으로 실증 중
 - 음이온 교환막 수전해 기술이 기존 알카리 수전해 대비 높은 효율, 기존 고분자막 수전해 대비 저가 촉매 사용 등의 장점으로 차세대 기술로 개발진행. kW급 규모 제품 개발

[그림 6] 청정 수소 산업의 가치사슬



* 이미지 출처: U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap, 2023

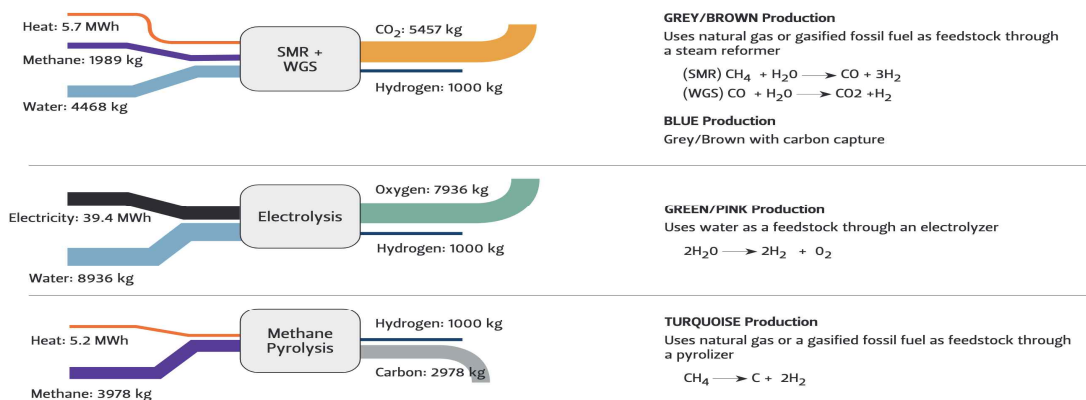
8) <https://about.bnef.com/blog/2023-hydrogen-levelized-cost-update-green-beats-gray/>
 9) U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap, 2023



- 화석연료로부터 생산된 수소는 반드시 CCUS에 의해 수소 생산시 발생한 이산화탄소를 포집 격리, 저장 또는 재활용 연료로 고정하는 기술을 개발해야 하며, 경제성 확보가 가장 걸림돌임
 - 화석연료로부터 수소 생산 비용은 저렴하나, 이산화탄소 톤당 약 100 불정도로 CCUS가격이 높아 경제성 확보에 어려움 있음. CCUS의 경제성 확보 여부에 따라 화석연료 기반 수소 생산 보급이 활성화 될 것으로 예상
 - 천연가스 직접 열분해에 의한 청록수소(turquoise hydrogen) 생산시에는 천연가스에 포함된 탄소는 열분해 반응에 의해 고체 탄소로 분리되기 때문에 이산화탄소 발생량은 없으나, 현재 대량 연속 생산 공정 기술이 없기 때문에 기술 확보가 먼저 이루어져야함
- 수소는 장기적인 에너지 저장 능력과 단위 무게당 에너지 저장 밀도가 매우 높으나, 단위부피당 에너지 밀도가 매우 낮아 개선이 필요
 - 레독스 플로우 배터리로, 리튬 배터리 등 대부분 배터리의 경우 MWh 규모로 수시간~수일 이내의 단기적인 에너지 저장 능력을 보여주고 있음
 - 수소의 경우 GWh~TWh 대규모의 에너지 저장능력을 갖고 있으며, 수일~1년 이내의 우수한 장기 저장 능력을 보유

▶ 수소 생산 방식별 이산화탄소 발생량과 비용을 살펴보면, 이산화탄소 발생량은 화석연료로부터 생산된 그레이 수소가 가장 높고, 그린 수소 및 청록 수소는 이산화탄소가 발생하지 않음. 반면에 수소 생산시 에너지 소모량은 그린 수소 생산시가 가장 높고 그레이수소 및 청록 수소 생산은 비슷함¹⁰⁾

[그림 7] 수소생산공정별 이산화탄소 발생량 및 에너지소모량



- * 이미지 출처: <https://www.bakerinstitute.org/research/advanced-carbon-economy-sustainable-hydrogen-pathway>
- 천연가스, 석탄 등 화석연료로부터 스팀 메탄 리포밍(SMR: Steam Methane Reforming)과 수성가스 전이반응(WGS: Water Gas Shift)으로 그레이 또는 갈색 수소 생산시 1톤 수소 생산시 에너지 소모량은 5.7MWh이고, 그린 수소 생산시에는 39.4 MWh, 청록 수소 생산시에는 5.2MWh의 에너지가 필요함. 에너지 소모량면에서 그린 수소가 불리하나, 그레이 수소의 경우 발생된 이산화탄소 격리를 위한 CCUS 추가 공정 소요로 경제성면에서 경쟁적임

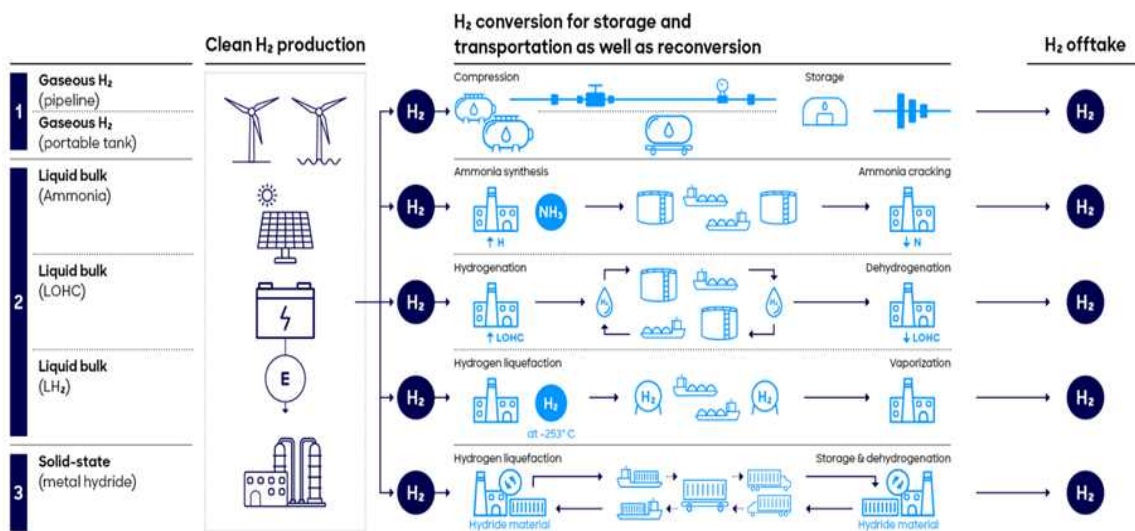
10) <https://www.bakerinstitute.org/research/advanced-carbon-economy-sustainable-hydrogen-pathway>

- 청록 수소의 경우 기술개발이 성공적으로 이루어질 경우, 천연가스 활용이 대폭 늘어날 것으로 보이며, 생산공정에서 발생된 고체 탄소는 타산업의 원료로 활용 가능하기 때문에 파급효과 있을 것으로 판단됨

▶ **대량의 수소 저장 및 수송은 트럭을 통한 수송, 배관 수송, 선박 등의 경로를 통해 이루어질 것으로 보이며, 여러 국가에서 대량 수송에 대한 기술이 실증되고 있음¹¹⁾**

- 트럭과 배관을 통한 수송은 1천km 이내의 비교적 단거리 수송 방법으로 배관을 통한 수송은 압축 가스 형태로, 트럭을 통한 수송은 압축가스, 액화수소, 암모니아 등 여러 형태로 수송 가능함. 현재 중국, 한국, 일본, 유럽 등 많은 국가에서 시범사업이 전개되고 있음
 - 배관을 통한 수송은 저렴하고, 내구성이 우수하며, 대량 수송이 가능하나, 투자비가 많이 들고 설치 기간이 길다는 단점이 있음
 - 트럭을 통한 수송은 장소에 상관없이 빠른 수송이 가능하고 압축가스, 액화가스, 암모니아 등 다양한 형태의 수소로 변환하여 수송이 가능하나, 대량 수송이 불가능함
- 선박을 통한 수송은 대량 수송이 가능하고 액화 수소를 제외하고 암모니아, 메탄올, LOHC 형태의 수소 수송은 이미 상용화되어 있는 기술로 바로 수소 수송에 활용이 가능함
 - 선박 제작에 투자비가 많이 소요되나 암모니아, 메탄올 등의 선박은 이미 상용 보급 중
 - 액화 수소 선박선 개발이 필요하며, 현재 BOG가 대량 발생하여 연료 손실이 매우 크며, 초저온 액화 기술 요구됨
 - 선박 수송은 1천 km 이상의 장거리 수송에 적합

[그림 8] 대량 수소 수송 및 저장 경로



* 0페이지 출처 <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/ls-solid-state-storage-the-missing-ingredient-in-hydrogen-transport.html>

11) <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/ls-solid-state-storage-the-missing-ingredient-in-hydrogen-transport.html>



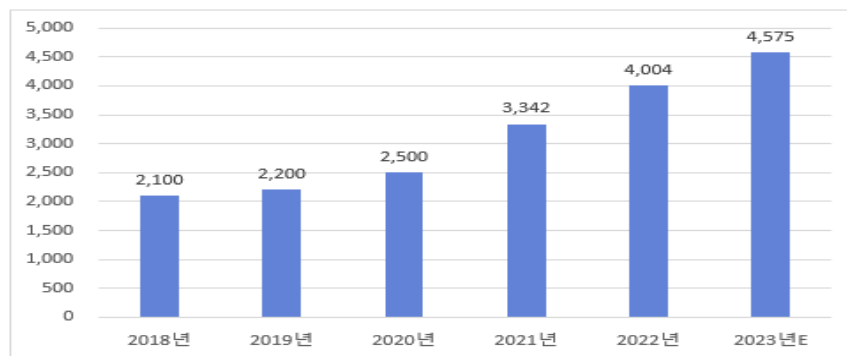
- 수소의 형태별 수송 및 저장 특성을 살펴 보면, 압축 가스대비 액화 수소, 암모니아 및 메탄올 등 액체 형태의 수송이 비용과 측면에서 우수함. 단위 부피당 수소 수송능력은 암모니아가 가장 우수
 - 수소 저장 밀도는 암모니아가 121 kgH₂/m³, 액화 수소 71 kgH₂/m³, LOHC benzyltoluene) 55 kgH₂/m³ 순으로 암모니아가 가장 우수
 - 액체 형태 수소 수송의 경우, 에너지 소비량이 다소 큼. 암모니아의 경우 수소로부터 암모니아 합성에 5.75 MWh/tH₂가 필요하고, 암모니아에서 수소로 전환시에도 11.2 MWh/tH₂의 에너지 필요하기 때문에 암모니아-수소 전환에 소요되는 에너지 비용 저감 촉매 기술이 개발 중임
 - 액화 수소의 경우 12 MWh/tH₂의 에너지가 소요됨으로 BOG 방지 기술 및 효율적인 액화 공정 개발 중. 액화 수소 공정은 하루 30톤 액화 공정 설비 개발을 완료하고 하루 100톤 이상의 공정 기술 개발 중

2 중국 수소 산업 동향

▶ 중앙정부 차원의 탄소중립 정책을 구심점으로 수소에너지 산업을 집중적으로 육성

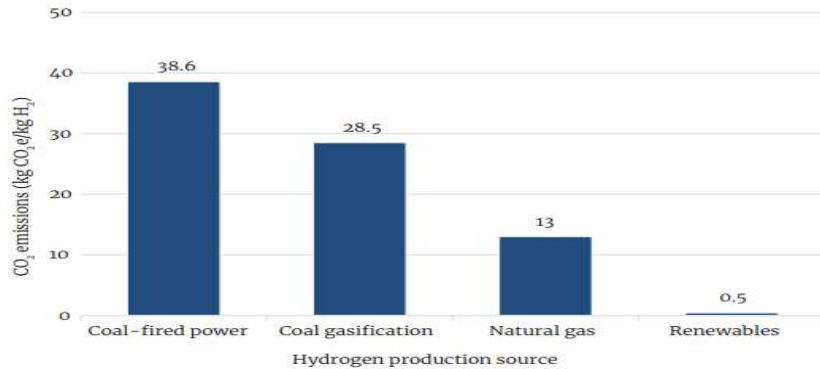
- 중국은 22년 기준 세계 최대 수소 생산국임과 동시에 22년 중국의 수소 생산량은 4004만 톤으로 전년대비 32% 증가
 - 중국의 경우 수소 1 kg 생산 시 화석 연료의 경우 38.6 kg, 석탄 가스화 28.5 kg, 천연가스 13 kg의 CO₂가 발생하는데 비해 재생에너지로 생산 시 0.5 kg의 CO₂만 발생하기 때문에 중국은 재생에너지 기반 청정수소 생산을 적극 장려함
 - 현재 중국의 수소 생산 62%는 석탄, 19%는 천연가스, 18% 산업 부산물로부터 생산되었으며, 재생에너지를 활용하여 수전해를 통해 생산된 수소는 전체에 1%에 불과함

[그림 9] 2018~2023년 중국 수소 에너지 생산량 추이



* 이미지 출처: 중국석탄공업협회¹²⁾, 국토교통부¹³⁾

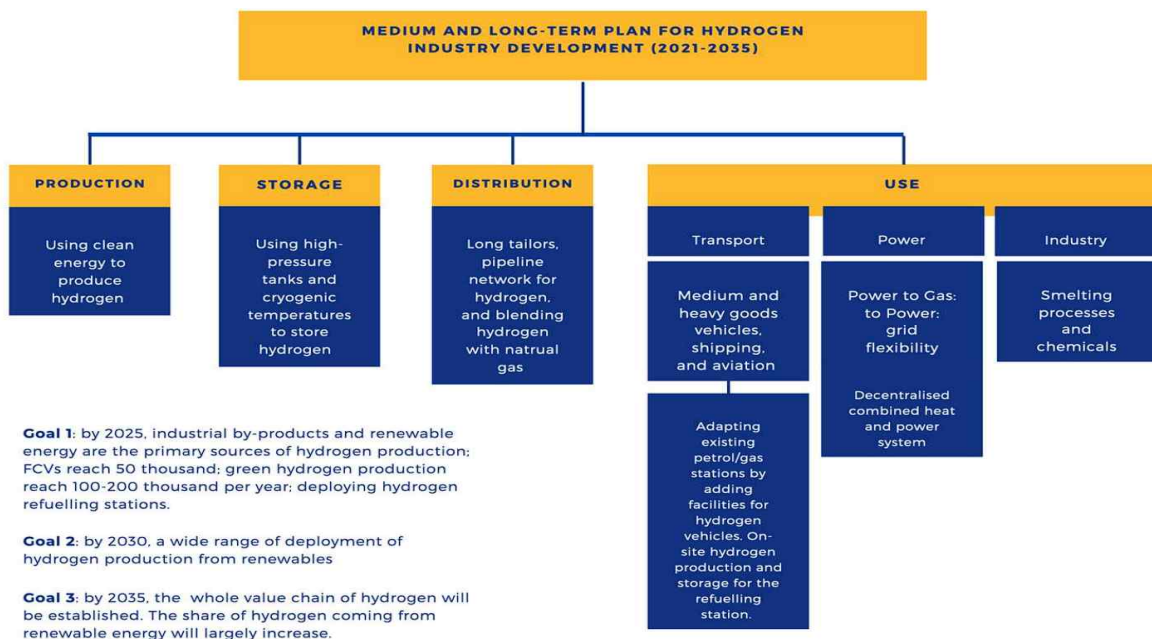
[그림 10] 중국 수소 생산의 CO2 집약도



* 이미지 출처: Prospects of Renewable Hydrogen in China and Its Role in Industrial Decarbonization¹⁴⁾

- 녹색 수소 에너지 계획은 2025년까지 연간 생산 목표를 200,000톤으로 설정
 - 국가 지원 싱크 탱크인 중국 수소 연합(China Hydrogen Alliance)에 따르면 전해조 용량 목표는 2030년까지 80GW. 또한 중국 정부는 2025년까지 kg당 4달러, 2030년까지 kg당 2.4달러라는 두 개의 생산 가격 목표를 설정
 - 2030년까지 전국에 인프라를 구성하여 재생에너지를 이용한 수소 생산 비중이 전체 수소생산량의 15%까지 증가할 것으로 예측함

[그림 11] 중국 중장기 수소 에너지 산업 발전 계획



* 이미지 출처: China's hydrogen development: A tale of three cities(2023)¹⁵⁾

12) 중국석탄공업협회, <https://www.coalchina.org.cn/>

13) 국토교통부, <https://smartcity.go.kr/>

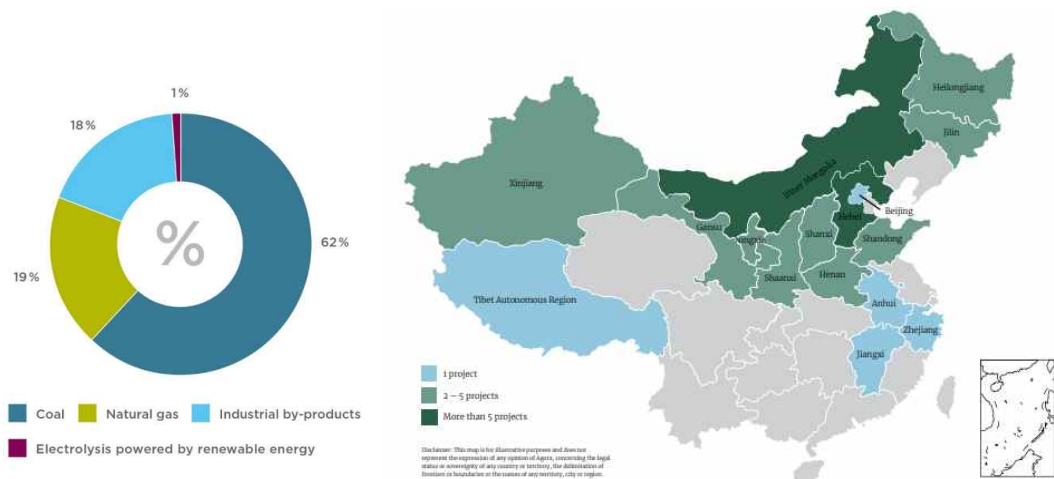
14) GIZ, Prospects of Renewable Hydrogen in China and Its Role in Industrial Decarbonization

15) The Oxford Institute for Energy Studies, OIES PAPER: CE5, Dr. Arabella Miller-Wang, OIES-Aramco Fellow



- 최초의 중장기 수소 산업 발전 계획(14번째 5년 계획) 수립
 - 22년 3월 발전개혁위원회, 국가에너지국의 '수소에너지 발전 중장기 계획(2021~2035년)'은 수소 산업 전반에 적용되는 최초의 중장기 계획으로 2025, 2030, 2035년까지 수소 산업 단계별 발전 목표를 제시하였으며, 수소가 국가 전략적 에너지로 부상함
 - 25년까지 수소연료전지차 보유량 5만 대, 수소충전소 건설 및 재생에너지를 활용한 수소 생산량 10~20만 톤을 목표로 세웠으며, 이를 통해 CO2 배출량이 연간 100~200만 톤 감소할 것으로 예측함
 - 30년까지 재생 에너지를 통해 청정 수소 생산 대량 보급을 목표로 총 수소 생산량의 15%를 재생 수소로 보급하고자 하며, 2035년까지 청정 수소 밸류체인 전체를 확립하고자 함. 2050년까지 수소 소비량 8천만톤 예상(국내 7천만톤 생산, 수입 1천만톤)하고, 총 수소 생산량의 70%를 재생 수소로 보급
- 국가발전개혁위원회, 국가에너지국 등은 수소에너지 산업 관련 정책을 추진 관리하고 있음
 - 23년 1월 국가에너지국은 '신형 전력 시스템 발전 청서'를 통해 신형 전력 시스템에 상응하는 전력 시장 시스템을 구축. 이를 위한 투자, 용자 및 세계 정책 체계를 보완하였으며, 독자적인 혁신 기술 및 연구, 개발 시스템을 구축하여 친환경 저탄소 전력 산업 시스템을 마련함
 - 23년 8월 중국 국가표준위원회, 국가발전개혁위원회 등 6개 부처가 공동으로 '수소에너지 산업 표준 시스템 건설 지침'을 통해 수소에너지 제조, 저장, 운송, 응용 등 산업 사슬 표준화 체계를 구축함

[그림 12] 재생에너지를 통한 수소 생산 프로젝트 분포도



* 이미지 출처: 중상산업연구원¹⁶⁾, RIFS STUDY¹⁷⁾, Prospects of Renewable Hydrogen in China and Its Role in Industrial Decarbonization¹⁸⁾

16) 중상산업연구원, <https://m.chnci.com/>
 17) RIFS STUDY, China's Emerging Hydrogen Economy(2023)
 18) GIZ, Prospects of Renewable Hydrogen in China and Its Role in Industrial Decarbonization

[그림 13] 중국내 주요 수소 파이프라인, 수소 클러스터



* 이미지 출처: 중상산업연구원¹⁹⁾, RIFS STUDY²⁰⁾, Prospects of Renewable Hydrogen in China and Its Role in Industrial Decarbonization²¹⁾

- 현재 중국 전역에서 50개 이상의 재생 수소 생산 프로젝트가 진행 중이며, 주로 중국 북부 지역의 내몽고와 허베이 지역에 집중되어 있음. 내몽고는 오랫동안 재생 가능한 수소 공급망 육성을 진행해 오고 있으며, 중국에서 가장 큰 풍력 발전 용량(39.9 GW)과 가장 높은 태양 에너지 잠재력을 보유하고 있어 재생 수소 프로젝트 수행에 유리
- 내몽고 오르도스시는 총 용량이 연간 4만2천톤인 7개의 재생 가능한 수소 생산 프로젝트 추진

[그림 14] 중국 수소 클러스터



* 이미지 출처: RIFS STUDY²²⁾

19) 중상산업연구원, <https://m.chnci.com/>

20) RIFS STUDY, China's Emerging Hydrogen Economy(2023)

21) GIZ, Prospects of Renewable Hydrogen in China and Its Role in Industrial Decarbonization



- 중국에서 가장 흔히 사용되는 수소 운송 방법은 튜브 트레일러와 파이프라인이며, 최근 파이프 라인 인프라를 중심으로 투자가 진행 중²³⁾
 - 액체 수소의 경우, 운송 시 장기적으로 비용 측면에서 절감할 수 있을 것으로 판단되며, 기존의 군사, 항공 및 우주 산업에 사용. 향후 산업 생산, 대중교통, 전기 공급 및 기타 에너지 관련 용도에서 보다 널리 사용될 것으로 예측
 - 중국은 수소 클러스터를 조성하여 수소 생산, 수송, 활용을 촉진하고 있음. 베이징-톈진-허베이성 클러스터, 허난성 클러스터, 양쯔강 델타 클러스터 등 5개 지역을 중심으로 수소 밸류체인을 형성하여 수소 산업 활성화를 추진해오고 있으며, 재생에너지, 부생 수소, 수소 파이프라인, 수소 스테이션, 수소연료전지차, 중화학공업 활용 등을 통해 수소 실증 프로젝트 추진 등 청정 수소 산업 발전에 기여해 오고 있음
 - 수소 충전소 설치를 적극 추진 중이며, 24년 현재 약 400개의 수소충전소를 건설하였고, 280개가 운영 중에 있음. 2025까지 약 1200 개의 수소 충전소 건설을 추진함

[표 1] 중국의 재생에너지로부터 연간 1만톤 이상 청정 수소 생산 주요 프로젝트

No.	프로젝트 명	주관 기관	설치 장소	수소생산량 (tons/year)	재생에너지	운전시기
1	Yumen Oilfield 160 MW Renewables Hydrogen Production Demonstration Project	China National Petroleum Corporation (CNPC) Yumen Oil Province	Jiuquan, Gansu	7000	Solar	2023
2	Zhongzhi Tiangong Wind and Solar Power Generation and Utilization (Hydrogen Production) Demonstration Project	Zhongzhi Tiangong	Zhangjiakuo, Hebei	8000	Both Wind and Solar	Dec-2022
3	Sinopec Ordos Green Power Hydrogen Production Project	Sinopec	Ordos, Inner Mongolia	10000	Wind and Solar	Jun-2023
4	Narisong Solar to Hydrogen Industrial Demonstration Project	Hanxia New Energy	Ordos, Inner Mongolia	10000	Solar	Jun-2023
5	Solar-Storage-Hydrogen-Vehicles Zero-Carbon Ecological Chain Demonstration Project	China Hydrogen	Ordos, Inner Mongolia	9300	Solar	Jun-2023
6	Sungrow 1GW Wind and Solar Hydrogen Production and Storage Project	Sungrow Power Supply, Baicheng Government	Baicheng, Jilin	133340	Wind and Solar	N/A
7	National Comprehensive Demonstration Project for Hydrogen Production by Solar Water Electrolysis by Baofeng Energy	Baofeng Energy	Yinchuan, Ningxia	21571	Solar	Apr-2021

22) RIFS STUDY, China's Emerging Hydrogen Economy(2023)

23) 가장 긴 허베이성 파이프라인의 경우 145 km이며, 그 외 Jinling-Yangzi(약 32km) 및 Jiyuan-Luoyang 파이프라인(약 25km), Baling-Changling 파이프라인(약 42km), Tongliao 파이프라인(약 7.8km)이 있음. Ningxia Energy and Chemical Base의 수소 파이프라인(약 1.2km) 및 Yumen Oilfield의 수소 파이프라인(5.77km)도 운영 중

No.	프로젝트 명	주관 기관	설치 장소	수소생산량 (tons/year)	재생에너지	운전시기
8	Sinopec Xinjiang Kuche Green Hydrogen Demonstration Project	Sinopec	Kuche, Xinjiang	20000	Solar	Jun-2023

* Prospects of Renewable Hydrogen in China and Its Role in Industrial Decarbonization에서 저자가 요약하여 작성

▶ 중국은 재생에너지로부터 수소를 생산하는 프로젝트를 50개 이상 진행

- 이 가운데 연간 1만톤 이상 프로젝트는 10여개 이상인 것으로 파악²⁴⁾ 25)
 - 연간 1만톤 이상의 대형 프로젝트는 해가 갈수록 늘어나고 있음. 따라서 재생에너지로부터 생산되는 청정 수소량도 대폭 증가할 것으로 예상됨
 - 청정 수소 생산을 위한 프로젝트에 활용되는 재생에너지원은 주로 태양광발전과 풍력 발전이며, 태양광 발전이 더 많은 것으로 나타남
- 중국내 청정 수소 생산 프로젝트는 내몽고 지역에서 많이 이루어지고 있으며, 이 지역이 재생에너지원이 풍부하기 때문임²⁶⁾
 - 내몽고 지역에 건설중인 사업은 늦어도 2024년까지 완료 예상
 - 운영중인 프로젝트와 건설 중인 프로젝트만을 기준으로 볼 때 내몽고의 연간 예상 수소 생산량은 2025년 국가 목표인 100,000~200,000톤/년을 초과. 계획된 프로젝트를 포함하면 내몽골의 잠재적인 연간 재생 수소 생산 능력은 140만 톤 규모

【표 2】 중국의 내몽고 지역의 재생에너지로부터 청정 수소 생산 프로젝트 현황

Project status	2023 (tons)	2024 (tons)	2025 (tons)	After 2025 (tons)
Operational	10,884			
Under construction	68,871	222,782		25,600
Aggregated w.o. planned	79,755	302,537	302,537	328,137
Planned	60,450	323,225	81,000	643,300
Aggregated w. planned	140,205	686,212	767,212	1,436,112

* 이미지 출처: China's Hydrogen Strategy: National vs. Regional Plans, 2023

- 대부분의 프로젝트는 회색수소를 대체할 석유화학 공장에 인접한 산업 지역 내에 위치하고 있으며, 국유기업이 재생 가능한 수소 프로젝트 개발에 깊이 관여하고 있으며, 내몽골내 기존 프로젝트 50개 중 32개는 국유기업이 주도. 추가 6개는 국유기업과 민간 기업이 협력하고 있고, 민간 기업은 12개 프로젝트 담당
- 청정 수소 프로젝트를 국유기업이 추진하고 있는 것은 재생 가능 수소 발전에 대한 중국의 접근 방식이 국가 주도의 시장 창출을 촉진하고 있음을 의미

24)Prospects of Renewable Hydrogen in China and Its Role in Industrial Decarbonization, 2022, www.energypartnership.cn

25) China's Hydrogen Strategy: National vs. Regional Plans, 2023, www.energypolicy.columbia.edu/about/partners.

26) China's Hydrogen Strategy: National vs. Regional Plans, 2023, www.energypolicy.columbia.edu/about/partners.



▶ 중국에는 수많은 수전해조 제조회사가 있으며, John Cockerill처럼 본사가 외국에 있어도 생산 공장이 중국에 있어 수전해조를 중국에서 생산하는 업체도 다수 있음

: 여기에서는 중국의 수많은 업체 가운데 수소 생산 용량 1000 Nm³/h 이상의 제품을 생산하는 기업인 LONGi, SUNGROW, PERIC 등을 소개하고자함

* 중국 전해조 제조기업은 해마다 빠른 성장하고 있으며, 수전해조 제품 용량도 대폭 증가하고 있어 소개되지 않은 기업도 있음

○ LONGi²⁷⁾

- 2000년에 설립된 LONGi Green Energy Technology Co., Ltd.(LONGi)는 세계에서 가장 큰 규모의 태양광 기업 가운데 하나이며, 이러한 태양광 발전과 결합된 그린 수소 생산을 위해 전해조 사업을 시작하였으며, 이 사업을 전담할 자회사로 LONGi Hydrogen Energy Technology Ltd.를 2021년 설립하여 알카리 수전해조를 생산 보급
- 보급중인 알칼리 수전해조는 1200~3000 Nm³/h 용량의 제품이며, 전기소모전력량으로 5MW~15MW급이며, 현재 다수가 설치 운영중임. 이 제품은 부하 DC 전력 소모량은 4.1~4.3kWh/Nm³ 로 낮아, 수소 생산 효율이 매우 높음. 2500A/m² 전력 밀도에서는 더욱 낮은 4.0kWh/Nm³ 의 최고 효율을 나타냄

[그림 15] LONGi사의 1200 Nm³/h급 알카라인 수전해조



* 이미지 출처: <https://www.longi.com/en/products/hydrogen/>

[그림 16] Sungrow 사의 알칼라인 수전해조(좌), 고분자막 수전해조(우)



* 이미지 출처: Sungrow

27) <https://www.longi.com/en/products/hydrogen/>, LONGi 홈페이지

● SUNGROW²⁸⁾

- SUNGROW는 세계 1위 태양광 인버터 기업으로 "전기-수소 전환의 효율성 향상"이라는 가치에 따라 그린 수소 생산 및 전기-수소 결합 기술을 선도하기 위해 수소 생산용 전해조, 수소 생산용 전원 공급 장치 AC/DC Rectifier 및 DC/DC Converter, 지능형 수소 관련 시스템 사업을 추진하고 있음
- 전해조는 알카라인 전해조(ALKEC)와 고분자막 전해조(PEMEC)를 생산하고 있음. 알카라인 전해조는 500 Nm³/h, 1000 Nm³/h 제품을 보급하고 있으며, 부하 변동 대응은 25%-110% 범위에서 재생에너지의 간헐성에 대응하고 있음
- 고분자막 전해조 용량은 200 Nm³/h, 500Nm³/h 의 2개 대형 제품을 보급하고 있으며, 5%-110% 부하 변동에 대응이 가능하기 때문에 재생 에너지의 간헐성 특성에 적합하여 에너지 활용도 높음

● PERIC Hydrogen Technologies²⁹⁾

- 연간 알칼라인 수전해조 20-2000 Nm³/h 급 350세트와 PEM 수전해조 0.01-300Nm³/h 120세트를 생산할 수 있으며, 지금까지 PERIC은 1000세트 이상의 전해조 수소 생산 시스템, 400세트 이상의 수소 정제 시스템, PSA 수소 농축 가스 정화 시스템, 메탄올 분해에 의한 수소 생성 시스템을 생산 및 판매했으며 누적 생산액은 30억 위안 이상. PERIC은 유럽, 북미, 중동, 동아시아, 남아시아, 동남아시아 및 아프리카 등 30개 이상의 국가 및 지역에 수출함

● CIMC GH2 Technology³⁰⁾

- CIMC Raffles Group의 완전 자회사로서 첨단 녹색 수소 생산 장비 및 시스템의 연구 및 제조에 중점을 둠. CIMC 해양 부문의 산업 기반을 바탕으로 육상 및 해양 조건을 포함한 녹색 수소 생산 플랜트를 위한 통합 솔루션 제공
- CIMC GH2의 본사는 심천에 설립되었으며 심천 첨단 녹색 수소 R&D 연구소, 양저우 생산 공장 및 엔타이 해양 기술 팀을 갖추고 있고 양저우 공장은 이미 1GW의 알칼리 전해조 생산 능력을 구축했으며 향후 2.5GW까지 확장 계획 중
- 단일 세트로 최대 수소 생산 용량인 1500Nm³/h 제품 생산. 동시에 병렬 연결 운전을 통해 수소 생산 용량 증대 가능
- 전해조는 전류 밀도 4000A/m², 셀 수 약 230 개. 전해조 전체 시스템은 약 40톤이며, 전해조 자체는 30톤 이하임

28) <https://en.sungrowpower.com/#>, SUNGROW 홈페이지

29) <https://english.peric718.com/>, PERIC 홈페이지

30) <http://cimc.cncdh2.com/en/>, CIMC GH2 Technology 홈페이지



- AUAN³¹⁾
 - 1000 Nm³/h 알카리 수전해조를 생산하고 있으며, 3.9-4.4 kWh/Nm³의 전기효율을 나타냄. 장비 수명은 30년을 보장
 - 이 회사의 알카리 수전해조는 전해조의 주요 문제점으로 대두되고 있는 음극 촉매 이탈을 방지하기 위해 특허화 된 '사전 분사 기술'인 니켈 메쉬 표면에 Raney 니켈의 기계적 접촉의 안정성을 고도화하여 수명 개선함
 - 다이어프램의 친수 및 발수 성능 개선을 통한 Anode(음극) 성능 저하 방지를 통해 수명 개선이 이루어짐
- SOLLANT³²⁾
 - SOLLANT사는 알카리 전해조와 고분자막 전해조를 생산하고 있음
 - 알카리 전해조는 1000~50 Nm³/h 용량 범위의 제품을 생산하고 수소 생산시 전기소모량은 4.5~4.6 kWh/Nm³ 임, 고분자막 전해조는 최대 500 Nm³/h 용량까지 생산되고 있으며, 최대 용량의 경우 수소 생산시 전기소모량은 5.0 kWh/Nm³ 이하로 나타남

3 한국 수소 산업 동향

▶ 한국의 수소 산업 정책은 2020년 발효되고 2022년 개정된 수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률 (일명 수소법)에 의해 이루어지고 있음

[표 3] 수소법 주요 내용

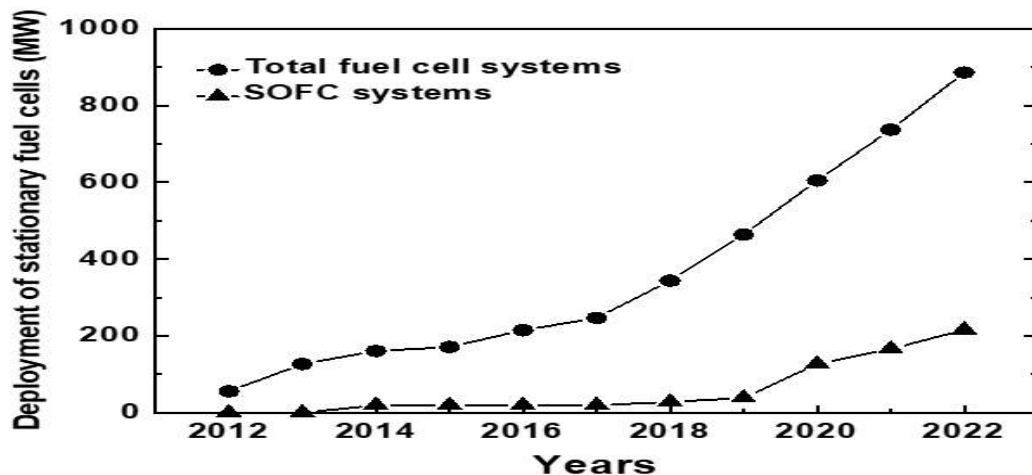
구분	주요내용
정부의 수소 경제 이행 추진체계	국무총리를 위원장으로 하는 수소 경제 위원회 구성
청중 수소 정의 및 인증	무탄소 수소, 저탄소 수소, 저탄소 수소 연료
수소 발전량 구매 및 공급 의무	연료전지, 수소 또는 암모니아 가스 터빈 및 엔진, 수소 및 암모니아 혼소 발전
수소 발전 거래제 도입	수소 발전 거래시장 및 수소 발전 전력 가격 안정
수소 보급 촉진	CHPS (수소발전 의무 보급제) 등 수소 경제 활성화 정책 및 전략 수립
수소 시험도시, 수소 클러스터	수소 생산, 저장, 수송, 활용 실증 추진tion, fuel cell, electrolysis, etc.
수소 보조금	청정 수소 보조금 재원 확보 등
수소 전담기관	종합 관리, 유통, 안전, 진흥, 표준, 인력양성 등 전담기관 지정 등

- 수소경제 활성화를 위한 정부 조직 구성으로 이 법률에 따라 국무총리를 위원장으로 하는 수소경제위원회가 구성되어 매년 개최되고 있으며, 2023년에 6차 위원회 개최

31) <https://www.auyanglobe.com/products>, AUAN 홈페이지
 32) <https://www.sollant.com/electroyzer/>, SOLLANT 홈페이지

- 수소경제 위원회는 수소관련 범부처가 참여하고 있으며, 청정 수소를 정의하고 수소 산업 발전을 촉진하기 위한 정부 정책을 수립하고 집행하도록 함
- 수소 발전 거래 시장을 수립하여 수소를 연료로 하는 연료전지 등의 발전 전력을 수소 거래시장을 통해 거래하도록 함. 수소 발전 전력량, 전력가 시장 형성 유도 등
- 수소 경제 활성화를 위해 청정수소발전의무화 제도인 CHPS (clean hydrogen portfolio standard)를 도입하여 운영하고, 수소 산업 전반의 밸류체인을 실증할 수 있도록 수소시범 도시 구축 및 수소 산업 생태계 구축을 위한 수소 클러스터 지정 운영
- 청정 수소 인증제 도입을 통한 보조금 지급 등 청정 수소 보급 촉진
- 수소 관련 국제 표준 수립, 수소 안전 제도 마련, 인력 양성 및 교육 등 정책을 수립 및 집행
- 정부는 수소 산업 활성화를 위해 수소 보급 목표, 수소 발전 시장, 연료전지 차량 공급 목표, 수소 스테이션 구축 등을 포함한 수소 경제 로드맵을 수립하여 집행
- 수소연료전지 차량을 2040년에 약 6백만대 보급 추진(국내 290만대, 수출 330만대). 2023년 현재 약 3.4만대 수소전기차 판매로 세계 1위. 수소 스테이션은 310기 설치
- 한국내 수소연료전지 발전은 2023년 약 1GW 설치하여 운전 중이며 지속적으로 시장이 성장하고 있음. 수소 연료전지 발전은 두산퓨얼셀이 인산형 연료전지 (PAFC)를 보급하고 있고, SK 에코플랜트가 고체 산화물 연료전지 (SOFC)를 보급하고 있음

[그림 17] 수소연료전지 발전 보급량



* 이미지 출처: 저자가 한국전력거래소 자료를 근거로 직접 작성함13)

- 정부는 수소 발전 보급 목표를 정하여 수소경제 활성화를 촉진하고 있음. 현재 연료전지는 대부분 천연가스를 사용하기 때문에 청정 수소 도입시까지는 기존의 일반 수소 시장을 개설해 놓고 있으며, 향후 청정 수소 시장으로 확대해 나갈 예정임
- 2023년 천연가스 기반 일반 수소 사용 연료전지 발전 물량은 1,300GWh이었으며, 이때 낙찰 받은 발전사는 2025년까지 운전을 개시하여야함



[표 4] 수소 발전 시장 물량

입찰시장 개설연도	2023		2024		2025	
	상업운전 개시연도	개설물량 (GWh)	상업운전 개시연도	개설물량 (GWh)	상업운전 개시연도	개설물량 (GWh)
일반수소 발전시장	2025	1,300	2026	1,300	2027	1,300
청정수소 발전시장	-	-	2027	3,500	2028	3,000

* 이미지 출처: 저자가 산업통상자원부 자료를 바탕으로 근거로 직접 작성함³³⁾

- 2024년 수소 발전 물량은 일반 수소 발전 물량 1,300GWh, 청정 수소 발전 물량 3,500 GWh이며, 이때 청정 수소로 낙찰받은 발전사는 2027년까지 수소 발전 운전을 개시하여야 하며, 일반 수소 낙찰자는 2026년까지 상업운전을 개시
- 정부는 수소생태계 조성을 위한 수소클러스터 지정, 수소시범도시 지정 운영, 수전해 실증 추진 등 수소 산업 활성화를 위해 적극 노력
 - 인천, 강원, 울산, 경북, 전북 등 5개 도시지역을 수소 클러스터로 지정하여 수소산업생태계 조성을 적극 추진
 - 수소시범도시로는 2019년 울산, 안산, 전주 완주지역을 지정하여 수소 배관, 수소생산 및 활용 등 수소 인프라 구축을 통한 수소 도시 확산을 추진. 2023년에는 추가로 평택, 남양주, 당진, 보령, 광양, 포항 등 6개 도시를 수소도시로 지정하여 수소 인프라를 구축 중
 - 제주 지역에 12.5 MW 재생에너지연계 수전해 실증 추진. 알칼라인 수전해 2 MW, 고분자막 수전해 7 MW, 고체 산화물 수전해 1.5 MW, 음이온 교환막 수전해 2 MW를 설치, 수소생산, 저장, 수송 및 활용 분야 실증을 진행
- ▶ **현대자동차/현대제철, SK에코플랜트/SK E&S, 두산에너지빌리티(두산중공업) 등 한국 기업들이 수소 연구개발을 활발하게 진행 중**
 - 현대모비스는 세계 최대 규모의 수소전기차 핵심부품 및 수소연료전지 모듈 생산 해왔으나 24년 2월부터 현대차그룹이 수소 사업을 집중하기 위해 인수하였음
 - 현대자동차는 넥쏘 등 수소 전기차 판매 세계1위 기업으로 부상
 - 현대제철은 부생가스를 활용한 수소 생산, 수소전기차용 금속분리판 공장을 가동 중임
 - 23년 12월 SK에코플랜트는 미국 연료전지 선도기업 블룸에너지와 아모센스, 티앤이코리아와 수소 연료전지 부품 국산화 및 글로벌 진출을 위한 업무협약(MOU)를 체결함³⁴⁾
 - SK E&S는 인천석유화학 부지에 세계 최대규모의 수소 액화플랜트 건설 및 연간 최대 3만 톤 규모의 액화수소를 생산할 계획

33) 한국통상산업자원부(<https://www.motie.go.kr/>), 전력거래소(<https://www.kpx.or.kr/>)

34) 블룸에너지코리아, <https://bloomenergykorea.com/>

- 현재 경북 구미에 SOFC 국내 생산을 시작하였으며, 22년 말 기준 약 380MW 규모의 SOFC 수주실적을 확보하였음³⁵⁾

[그림 18] 2024 넥쏘



[그림 19] 블룸SK퓨얼셀 130kW급 SOEC 설비



- 두산에너지빌리티(두산중공업)는 20년부터 고효율 H급 수소터빈의 수소혼소 50% 기술을 개발 중이며, 27년 400MW 급 초대형 수소전소 터빈 개발 추진 중임

 - 두산퓨얼셀은 주력으로 발전용 인산형연료전지(PAFC)를 비롯해, 현재 영국 CERES Power와 협력하여 고체산화물연료전지(SOFC) 사업화를 진행 중임
 - 트라이젠(Tri-gen)을 통해 부족한 수소 충전 인프라 확대 및 수소, 전기, 열 3가지 에너지를 생산할 수 있어, 향후 복합 충전소 형태로 운영이 가능하며, 사업화를 진행 중임³⁶⁾
- 한화솔루션은 SK디앤디와 업무협약(MOU)를 체결하여 LNG에서 수소를 추출하여 이산화탄소를 매년 약 11만 톤 저감할 예정

 - 수도권 산업단지에 20MW 급 수소연료전지 발전소를 건설할 계획이며, 25년 1분기에 착공에 들어가 완공 시 4만7000여 가구가 사용
 - 수소를 안정적으로 저장, 운송하기 위한 트레일러 운송용 수소차, 드론, 항공우주용 등 복합재 고압탱크를 개발 중임. 37피트 급 고압탱크는 세계 최고 수준의 저장용량(4080 L)과 517 bar에 달하는 내압성능을 나타냄

[그림 20] 두산 에너지빌리티 수소터빈 모형



[그림 21] 한화 음이온 교환막 수전해 스택설비



35) SK 에코플랜트, <https://news.skecoplant.com/sk-ecoplant/12545/>

36) <https://www.hellot.net/mobile/article.html?no=78901>



- 삼성중공업은 액화수소와 고분자 전해질 연료전지(PEMFC)를 통해 만들어진 전력을 선박의 추진 에너지원으로 활용하는 시스템 개발에 성공
 - 삼성엔지니어링, 포스코홀딩스 등은 23년 1월 오만 그린수소 독점 개발 사업권 확보, 5 GW급 재생에너지 단지를 조성, 연간 22만 톤의 그린 수소를 생산할 계획
 - 삼성엔지니어링은 태양광 발전시스템 2GW급 규모를 갖추고 그린수소 89 kt, 그린암모니아 459 kt을 생산하는 시설을 조성하는 사업임
- 포스코는 고분자 연료전지 금속 분리판 소재를 국산화하여 상용화하고 있음
 - 포스코 홀딩스는 호주 필라바 지역 산업단지에 친환경 저탄소 철강원료 HBI존(Hot Briquetted Iron)을 신설해 그린스틸과 연계한 호주 그린 수소 사업 프로젝트를 계획 중임, 27년 시운전을 시작으로 1200만 톤까지 HBI 생산을 확대할 계획임
 - 같은 기간 동안 그린 수소 생산 프로젝트인 P-AGH PJT(POSCO Australia Green Hydrogen Project)를 통해 HBI 생산을 위한 그린 수소를 공급함. 27년 첫 수소 생산을 시작으로 40년까지 100만 톤의 그린 수소를 생산할 계획임³⁷⁾
- 롯데케미칼은 그레이 수소, 블루 수소, 그린 수소를 바탕으로 30년까지 수소 60만 톤, 매출 3조 원, 35년까지 수소 180만 톤, 매출 9조 원을 목표를 설정함
 - 롯데정밀화학는 동북아시아 1위 암모니아 유통기업으로 부상
 - 연간 90만 톤이며, 동북아시아에서 29%, 국내에서 66%의 점유율을 보유 중임
- 효성중공업은 08년부터 수소충전소 사업을 해왔으며, 37개 충전소를 건설한 국내 1위 기업.
 - 19년 국회에 위치한 서울시 첫 상업용 충전소를 만들었으며, 충전기, 냉각시스템, 압축패키지 등을 자체 개발해 국산화하였음
 - 효성첨단소재는 탄소섬유를 독자적으로 개발하여 수소 저장 탱크 개발 완료

37) e4ds, https://www.e4ds.com/sub_view.asp?ch=6&t=0&idx=17567

[그림 22] 국내 대기업 수소 사업 계획(2022.6.1)

그룹	기업명	사업 내용
HYUNDAI	현대자동차	수소전기차 생산 판매(승용차, 버스, 트럭)
	HD 한국해양조선	수소 선박(수송, 추진선), 수소 생산(해상풍력 연계) 등, Elcogen사 SOFC 6백억투자
	현대건설	수소 생산 플랜트 등
SK	SK에코플랜트	수소연료전지(SOFC) 생산 보급, SOEC그린수소생산 등
	SK E&S	청정수소(블루수소 및 그린 수소) 생산, 수소충전소 보급, 암모니아 등
	블룸SK퓨얼셀	SOFC (발전용 연료전지), SOEC (그린수소 생산) 생산 판매
DOOSAN	두산중공업	수소 터빈, 액체수소저장, 원자력 수소 등
	두산퓨얼셀	PAFC(발전용 연료전지) 생산 보급, 그린 수소 생산
HYOSUNG	효성 중공업	수소충전소, 액화수소저장, 그린수소생산(풍력) 등, 수소저장용기
SAMSUNG	삼성중공업 삼성엔지니어링	수소 선박(추진선), 블룸에너지와 SOFC 협력 말레이시아 사라왁 청정수소프로젝트 (연간 15만톤, 암모니아전환 수송)
Hanwha	한화솔루션, 건설	그린 수전해(AEM) 수소 생산, 수소혼소발전, 및 보급
LOTTE	롯데	2030까지 120만톤 청정수소 생산 6조 투자, 충전소 및 발전사업
POSCO	포스코	2050년 700만톤 수소생산, 수소환원철, 암모니아 수송, 수소 발전
발전사	동서발전, 한수원등	그린 수소 생산 및 보급, 연료전지 발전, 원자력 수소 생산

4 미국, 일본 수소 산업 동향

▶ 미국은 2023년 미국 국가 청정수소 전략 및 로드맵(U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap)을 발표하고 청정수소 정책을 강화하고 있음³⁸⁾

- 미국 국가 청정 수소 전략 및 로드맵은 청정 수소의 대규모 생산, 처리, 수송, 저장 및 활용을 촉진하여 사실상 경제의 거의 모든 분야에서 과감한 탈탄소화 목표를 달성하는 데 도움이 되는 포괄적인 미국의 정책 기준임
 - 2021년 발효된 초당적 인프라법에 따라 청정 수소 95억달러 예산을 지원하고 있으며, IRA법에 따라 청정 수소 세제 지원(생산세 공제 등), 청정 수소 인센티브 등 추가 지원이 이루어지고 있음
 - 전략 및 로드맵의 개발은 광범위한 이해관계자 피드백을 바탕으로 이루어졌으며 법률에 따라 최소 3년마다 업데이트됨
 - 전략 및 로드맵의 핵심 목표는 2050년까지 청정 수소로 이산화탄소 감축 10% 달성, 2030년까지 양질의 일자리 10만개 창출 및 누적 450,000 명 고용을 목표로 함

38) U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap, 2023



- 청정수소 보급 목표는 2030년 연간 1천만톤, 2040년 연간 2천만톤, 2050년 연간 5천만톤이며, 이를 통해 미국 경제의 탈탄소화 촉진, 미국이 청정 수소 시장의 경쟁력 확보를 달성

- 청정수소 전략 및 로드맵의 탈탄소화 효과를 극대화하기 위해 3가지 핵심전략을 제시하여 정책을 수행
 - (1) 청정 수소 타겟산업에 집중적 활용을 통해 효과 극대화
 - (2) 청정 수소 비용 절감 전략 수립을 통해 생산 및 수송 비용 감소
 - (3) 청정 수소산업 및 활용의 지역적인 네트워크 구축을 통해 청정 수소 투자, 생산, 유통, 시장 및 일자리 창출을 통해 수소산업 기반 확충

▶ 미국은 청정 수소 정책 로드맵에 따라 지역별로 7개의 수소 허브를 선정하여 청정 수소산업 및 일자리 창출 지원³⁹⁾

[표 5] 미국의 7대 수소 허브⁴⁰⁾

	참여주	DOE 지원금	수소생산 방법	수송 및 일자리
애팔래치아 수소 허브	웨스트버지니아, 오하이오, 펜실베이니아	최대 9.26억불	저비용 천연가스 및 CO2 저장	수소배관, 수소충전, 2만1천개 일자리
캘리포니아 수소 허브	캘리포니아	최대 12억불	재생에너지와 바이오매스	대중 교통, 대형 트럭 운송 및 항만 운영. 22만개 일자리
걸프만 수소 허브	텍사스	최대 12억불	탄소 포집이 가능한 천연 가스와 재생 에너지 기반 전기 분해	청정수소 생산기지 4만5천개일자리
하트랜드 수소 허브	미네소타, 노스다코타, 사우스다코타	최대 9.25억불	에너지원 지정없음	비료생산, 전력생산 3880개 일자리
대서양 중부 수소 허브	펜실베이니아, 델라웨어, 뉴저지	최대 7.5억불	혁신적인 전해조에서 재생 수소와 원자력 수소	수소비용저감 2만800개 일자리
중서부 수소 허브	일리노이, 인디애나, 미시간	최대 10억불	재생에너지, 천연가스, 저비용 원자력	제철 및 유리제조, 전력, 트럭, 항공유 제조 등. 1만3천6백개일자리
태평양 북서부 수소 허브	워싱턴, 오리건, 몬테나	최대 10억불	재생에너지 기반 전기분해	수소가격 저감 1만개 일자리

*<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/10/13/biden-harris-administration-announces-regional-clean-hydrogen-hubs-to-drive-clean-manufacturing-and-jobs/> 기술된 자료를 근거로 저자가 표로 작성

39) <https://www.energy.gov/oced/regional-clean-hydrogen-hubs-selections-award-negotiations>

40) <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/10/13/biden-harris-administration-announces-regional-clean-hydrogen-hubs-to-drive-clean-manufacturing-and-jobs/>에 기술된 자료를 근거로 저자가 표로 작성

- DOE에서는 수소 허브(H2Hubs)에 70억불을 지원하고 민간 투자는 400억불 이상으로 총 470억불을 수소 허브에 투자를 진행하고 있음. 수소허브의 핵심전략은 미국 수소 허브를 통해 모두 수소 장치의 실증을 통해 사업 방향을 수립하고 세계청정수소 시장 주도하고자 함

 - 수소허브의 핵심 내용은 청정수소 생산, 청정 수소 처리공정, 청정 수소 수송, 청정 수소 저장, 청정 수소 활용 등 수소산업의 전분야를 망라하고 있음
 - 각 지역의 수소 허브는 DOE 지원금 약 10억불 내외를 지원 받으며, 재생에너지로부터 청정 수소 생산이 6개 지역으로 가장 많으며, 천연가스로부터 청정 수소 생산 3군데, 원자력에서 청정 수소 생산은 2군데가 선정되었음
 - 모든 수소허브는 청정수소 관련 일자리 창출 목표를 갖고 있으며, 이를 달성하기 위한 방안이 수립되어야함
- 수소 허브(H2Hubs)는 청정 수소 생산자, 소비자 및 연결 인프라로 구성된 전국 네트워크를 구축 및 청정 수소의 생산, 저장, 수송 및 활용을 지원

 - 수소 허브는 초당적인프라법(BIL) 자금이 지원되며, 청정 전력을 생산, 수소 저장 장치를 보급, 중공업 및 운송의 탈탄소화를 촉진하는 청정 수소의 상용화를 가속
 - 연간 이산화탄소 배출량을 2,500만 미터톤을 감축하고, 미국 전역에 수만 개의 고임금 일자리를 창출
- 수소 허브(H2Hubs)는 청정 수소 생산자, 소비자 및 연결 인프라로 구성된 전국 네트워크를 구축 및 수소 허브를 통해 연간 300만 톤의 청정 수소를 생산하여 2030년 미국 생산 목표의 3분의 1에 달성하고 미국 전체 탄소 배출량의 30%를 차지하는 탈탄소화가 어려운 산업 부문의 배출량을 줄일 것으로 예상

▶ **일본은 탄소중립 달성을 위한 GX 촉진법 수립 및 GX 촉진법 기반 청정 수소 지원정책 확립⁴¹⁾**

- 2050년 탄소중립 목표를 달성하기 위해 세계 각국의 정책을 비교 분석하여 2023년 5월 12일에 GX 촉진법 성립(GX: Green transformation). GX촉진법의 주요내용은 다음과 같음

 - GX 추진 전략의 책정·실행
 - GX 경제 이행채 발행: GX 실현을 위한 선행 투자 지원용 GX 경제 이행채 발행
 - 성장 지향형 탄소세 도입: 화석 연료의 수입 사업자 등에 화석 연료 유래의 이산화탄소 배출량에 따른 화석 연료 부과금의 징수나 발전 사업자를 대상으로 한 이산화탄소 배출량의 거래 제도 도입
 - GX 추진 기구의 설립: 민간 기업의 GX 투자의 지원이나 화석 연료 부과금 등의 징수·배출량 거래 제도 등을 운용하는 GX 추진 기구 설립
 - GX 진척 평가와 필요한 재검토: GX 실현을 향한 구체적인 대처를 가속

41)グリーン・トランスフォーメーション (GX) 政策について～水…素、再生可能エネルギー、省エネルギーの視点から。2023 H2FC EXPO Technical conference



- 일본 GX정책의 가장 중요한 내용은 GX 촉진법 발효로부터 10년간 150조엔 이상의 정부 및 민간 투자 실행으로 일본 경제의 성장 동력을 마련. 이 가운데 정부 투자분은 약 20조엔, 정부와 민간 전체 150조엔 이상 투자를 진행. 민간 투자 유도를 위한 강력한 정책(규제, 지원정책) 추진
- 청정 수소 등 각 분야별 각의 지원금 분담내용 가운데 정부 20조엔은 다음 부문에 투자
 - 비화석에너지 추진(약6~8조엔): 수소, 암모니아 확대지원. 재생에너지 등 신기술개발
 - 수급 일체로 산업 구조 전환 및 근본적인 에너지 절약 추진(약8~12조엔): 제조업의 구조 개혁·수익성 향상을 실현하는 에너지 절약·원/연료 전환, 근본적인 에너지 절약을 실현하는 전국 규모의 국내 수요 대책 신기술의 연구 개발 등
 - 자원 순환, 탄소 고정기술 등(약2~4조엔): 신기술개발과 상용화 등
- GX촉진법 재정 총액인 관민 전체 150 조엔 이상은 다음 분야에 투자
 - 약 60조엔: 재생가능에너지의 대량 보급, 수소 및 암모니아, 원자력(혁신로등의 연구개발)
 - 약 80조엔: 제조업의 에너지 절약·연료 전환(예. 철강·화학·시멘트·종이·자동차), 탈탄소 목적 디지털 투자, 축전지 산업 확립, 선박·항공기 산업의 구조 전환, 차세대 자동차, 주택·건축물 등
 - 약 10조엔: 자원 순환 산업, 바이오 제조, CCS
- 일본 청정 수소 산업 정책 목표 및 내용
 - 2030년 청정 수소(청정 암모니아 등도 포함) 도입 목표는 300만 톤, 2040년 목표를 1200만 톤, 2050년 목표는 2000만 톤으로 설정
 - 청정 수소가격 목표는 현재의 100엔/Nm³를 2030년 30엔/Nm³ 달성
 - 2030년까지 세계 시장에 일본 관련 기업의 수전해 장치의 도입 목표를 15GW로 설정
 - 서플라이 체인 구축·공급 인프라 정비를 향한 지원 제도를 정비
 - G7로 탄소 집약도(탄소배출량표시)합의, 저탄소 수소 등으로의 전환
- 일본 청정 수소 산업 전략. '일본 수소 코어 기술이 국내외 수소 비즈니스에서 활용되는 사회' 실현을 기치로 청정 수소 사회 구현
 - 「기술로 이기고 비즈니스에서도 이긴다」가 되도록 조기의 양산화·산업화를 도모
 - 국내시장에 한정하지 않고 국내외의 모든 수소비즈니스에서 일본의 수소코어 기술(연료전지·수전해·발전·수송·부품소재 등)이 활용되는 세계를 목표
 - 탈탄소, 에너지 안정공급, 경제성장의 '일석삼조'를 노리고 대규모 투자를 지원. (관민 합쳐 15년간에 15조엔의 공급 체인 투자 계획을 검토중)
 - 예를 들면, 토요다 등 PEMEC 수전해 조기 실용화 추진. 연료전지 자동차 기술 활용 현재 400 kW PEMEC 개발완료하고 이를 바탕으로 조기 5MW, 10MW급 실증 및 상용화 추진

5

글로벌 수소 산업 비교 분석

▶ 중국, 한국 등 각국의 청정 수소 공급량 목표가 제시되었으며, 발표한 목표치를 보면 2030년에 약 4천만톤 이상의 청정 수소 시장이 형성 될 것으로 예측

- 2030년에 중국은 국내 수소 생산량의 10%인 430만톤을 청정 수소로 공급. 일본은 연간 3백만톤. 미국은 연간 1천만톤, 유럽은 2천만톤을 보급하기로 결정
 - 유럽의 경우 역내에서 1천만톤을 공급하고 역외에서 1천만톤을 공급하기로 함
 - 현재까지 청정 수소 보급 목표는 유럽이 가장 많고, 미국, 중국, 일본, 한국 순임
 - 2030년 청정 수소 시장을 예측해보면, 청정 수소 가격을 kg당 2불, 즉 1톤당 2000불로 가정하면 세계 수소시장은 800억불 이상의 청정 수소 시장이 2030년에 형성될 것으로 기대됨

[표 6] 중국, 미국 등 각국의 청정 수소 보급 목표 비교

국가	2030	2040	2050
미국	1천만톤/년 수소단가: 1불/kg	2천만톤/년	5천만톤/년
유럽	2천만톤/년(역내 1만톤, 역외 1천만톤), , 수전해 80 GW (역내외 각각 40GW) 1.5유로/kg		
일본	3백만톤/년 수소단가: 334엔/kg, 수전해 국내외 시장 15GW달성	1천2백만톤/년	2천만톤/년 수소단가: 222 엔/kg
한국	80만톤 (발전), 40만톤(차량: 부생수소 등) 수소단가: 4000원/kg	수소단가: 3000 원/kg	-
중국	*430만톤/년(중국수소생산량의 10%) **수소단가: 2.4불/kg (2025, 4불/kg), 수전해 80GW달성	-	-

* 이미지 출처: 저자가 공표된 자료를 취합하여 작성. 중국 자료는 *China Hydrogen Alliance, ** <https://gh2.org/countries/china42> 참조

▶ 중국, 한국 등 청정 수소 가격, 수전해 설비 등 비교 분석

- 중국 등 세계 각국은 청정 수소 가격 목표를 제시하고 있으며, 현재 kg당 5불 이상의 청정 수소가격을 2030년까지 대략 1~3불 이하를 달성하는 전략을 제시
 - 수소 가격 목표면에서 미국이 가장 공격적이며, 한국과 일본은 비슷한 가격이며, 중국은 평균값을 목표로 제시하고 있음
 - 2030년 수전해조 설비 보급 목표로는 중국이 단일 국가로는 가장 많은 규모인 80 GW를 제시하고 있고, 유럽은 역 40 GW, 역외 40GW 보급을 기대하고 있음. 일본은 세계시장의 10% 인 약 15 GW 를 자체 설비로 세계시장을 점유하는 것을 목표로 제시

42) China Hydrogen Alliance, <https://gh2.org/countries/china>



[표 7] 중국, 미국 등 각국의 청정 수소 인증제 비교

국가	내용
미국	수소 kg당 이산화탄소 배출량 4kg 이하에서 4등급으로 최대 3분의 보조금 지급
유럽	수소 kg당 이산화탄소 배출량 3.38kg 이하에서 보조금 지급
일본	수소 kg당(well to gate) 이산화탄소 배출량 3.4 kg 이하에서 보조금 지급, 청정 암모니아 kg당(gate to gate) 이산화탄소 배출량 0.84kg-CO ₂ e/이하에서 보조금 지급
중국	수소 kg당 이산화탄소 배출량 4.9kg 이하에서 보조금 지급
한국	수소 kg당 이산화탄소 배출량 4kg 이하에서 4등급으로 보조금 지급

* 이미지 출처: 저자가 공표된 자료를 취합하여 표로 작성

▶ 중국, 한국 등 청정 수소 인증제 비교 분석

- 청정 수소 인증제는 청정 수소 보급 활성화를 위해 매우 중요한 수단으로 작용하고 있음
 - 각국이 청정 수소 인증제 도입을 하는 이유는 현재 청정 수소 생산가격이 매우 높아 보조금 없이 시장진입이 어렵기 때문임. 각국은 이러한 보조금 제원 마련에 상당한 노력을 집중
 - 미국의 경우 130억불의 재원을 마련하였고, EU는 8억유로, 독일은 45억유로, 일본은 6~8조엔 지원 예산을 투입 예정⁴³⁾. 중국과 한국도 곧 인증제 도입 예정

[표 8] 중국 등 각국의 전해조 생산 능력 비교

2023	제조회사	연간 생산 능력	국가	전해조 형태
1	Plug Power	3GW	US	PEM
2=	Longi	2.5GW	China	ALK
2=	John Cockerill	2.5GW	Belgium	ALK
2=	ITM Power	2.5GW	UK	PEM
5=	Ohmium	2.0GW	US	PEM
5=	Bloom Energy	2.0GW	US	SOE
6	Cummins	1.6GW	US	PEM
7=	Peric	1.5GW	China	ALK/PEM
7=	Thyssenkrupp	1.5GW	Germany	ALK
9=	HydrogenPro	1.3GW	Norway	ALK
9=	Siemens	1.3GW	Germany	PEM
11	Sungrow	1.1GW	China	ALK/PEM
12=	Auyan	1.0GW	China	ALK
12=	Guofu	1.0GW	China	ALK
14	Nel	0.6GW	Norway	ALK/PEM
15=	SinoHy	0.5GW	China	ALK
15=	Sunfire	0.5GW	Germany	ALK
15=	Kohodo	0.5GW	China	ALK
15=	CPU	0.5GW	China	ALK
15=	Sunfly	0.5GW	China	ALK
15=	Topsoe	0.5GW	Denmark	SOE
15=	Reliance Industries	0.5GW	India	ALK

* 출처: <https://www.hydrogeninsight.com/electrolysers/chinese-companies-take-top-three-slots-in-bneps-list-of-worlds-20-largest-hydrogen-electrolyser-makers/2-1-1355610> 에 나타난 데이터에 SOE (고체 산화물 전해조를 생산하는 Bloom Energy, Topsoe 사의 데이터를 추가함, ALK: 알칼리 전해조, PEM: 고분자막 전해조, SOE: 고체 산화물 전해조)

43) 한국 산업통상자원부, 6차 수소경제위원회 개최 보도자료, 2023. 12.18

▶ 중국 등 각국의 청정 수소 생산용 전해조 생산능력 비교 분석

- 세계 각국은 2030년 수백 GW이상 예상되는 전해조 시장을 선점하기 위해 각축을 벌이고 있으며, 현재 중국 기업이 세계 시장을 선도⁴⁴⁾
 - 세계 15위 이내 전해조 제조업체 목록을 보면 중국의 전해조 업체가 9개가 포함되어 있어 전해조 시장을 중국 기업이 선점하고 있음을 알 수 있고, 중국 전해조 제조업체 3곳(Longi, Peric, Sungrow)은 이미 연간 제조 능력 측면에서 세계 시장을 선도하고 있고, 공동 4위를 차지한 벨기에의 John Cockerill은 대부분의 전해조를 중국에서 생산함
 - 또한 중국 업체의 전해조 가격이 타 기업에 비해 75% 낮은 가격에 판매되고 있어, 중국 제품이 세계 전해조 시장을 선도하고 있어 차세대 전해조 기술 개발 등 대응 전략 마련이 필요함

6

시사점

▶ 중국, 한국 등 세계는 기후변화대응을 위해 에너지캐리어로서 시장대응형 수소 산업 생태계 구축을 시급히 확대 추진해야 함

- 재생에너지 보급이 증가함에 따라 재생에너지의 간헐성에 대응하기 위해 에너지 캐리어로서 수소에너지가 필수적임
 - 수소는 에너지 수송 체계를 완전히 변화시키고, 화학, 철강, 운송, 발전 등 산업의 전반에 걸쳐 화석연료를 대체하는 혁신이 이루어질 것으로 예상됨
 - 세계 수전해 시장은 2030년에 수백 GW 형성될 것으로 예측되며, 청정 수소도 1억 톤 이상 필요할 것으로 예상됨
- 대규모 수소 산업 시장 조기 창출을 위해 중국 등 전 세계적으로 진행되고 있는 수소 프로젝트 확대 및 국가 간 협력 추진이 필요함
 - 중국은 중앙 정부와 각 성의 지방 정부를 중심으로 수소 정책을 수립하여 재생에너지로부터 수소생산 생태계 구축을 위한 대규모 프로젝트가 50여 개 이상 진행
 - 한국은 수소법 발효로 수소발전 거래제, 수소 전기차 보급 확대, 수소 발전 보조금 지원 제도를 마련. 대기업을 중심으로 다수의 대규모 재생에너지 연계 수소생산 프로젝트 추진
 - 미국은 2023년 7개 지역 수소허브를 선정하여 재생에너지, 천연가스, 원자력 연계 청정 수소 산업 생태계 구축 프로젝트 추진. 유럽은 전역에 수소 벨리 구축사업 진행
 - 일본은 2023년 발효된 GX 촉진법에 의해 10년간 청정 수소 생태계 사업 구축 추진

44) <https://www.hydrogeninsight.com/electrolysers/chinese-companies-take-top-three-slots-in-bneps-list-of-worlds-20-largest-hydrogen-electrolyser-makers/2-1-1355610>, 2023, Hydrogeninsight



▶ 수소 생산을 위한 수전해 기술 개발 및 가격 경쟁력 확보가 반드시 필요

- 알칼라인 수전해 등 기존 기술의 재생에너지 연계 대규모 실증 확대 및 차세대 전해조 밸류체인 구축 필요
 - 수소 산업의 가장 큰 이슈는 기존 알칼라인 수전해의 수소 생산 단가 및 수전해조 가격 감소 전략 수립 필요
 - 실증 보급 단계인 고분자막 수전해, 차세대 기술인 고온 산화물 수전해 기술들은 에너지 효율이 높기 때문에 각 기술의 성숙도에 따라 수전해조 시장의 판도는 바뀔 것으로 예상되기 때문에 집중 육성 필요
- 세계에서 규모가 큰 수전해조 생산 업체 50%이상이 중국에 있으며, 가격이 저렴하기 때문에 세계 수전해조 시장을 잠식할 우려가 있음
 - 중국은 알칼라인 수전해조 세계1위, 고분자막 전해조도 중국 기업이 많은 제품들을 실증하고 있음. 다만 고체산화물 전해조 부분만 서방세계가 확실히 앞서 있는 것으로 판단

▶ 중국, 한국 등 각국은 2030년 청정 수소 보급 목표 달성을 위해 국가간 협력 필요

- 2030년에 각국의 연간 청정 수소 달성 목표는 중국은 4백만톤, 미국 1천만톤, 유럽 2천만톤, 일본 3백만톤, 한국은 80 만톤으로 설정. 목표달성을 위한 탄소세 연계 등 더 구체적인 전략 마련 필요
 - 청정 수소 가격 목표는 각국마다 조금씩 차이가 있으나, 2030년까지 중국은 kg당 2.4불, 미국은 1불, 유럽은 1.5유로, 일본은 334엔, 한국은 4000원 정도 목표를 제시
- 중국, 한국 등 각국은 청정수소 보급을 촉진하기 위해 청정 수소 인증제를 도입중이며, 대략 수소 1kg 생산시 이산화탄소 발생량이 4kg이하일 경우부터 보조금을 지급. 이를 위한 각국의 자원 마련 전략 수립 필요

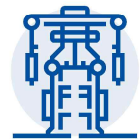
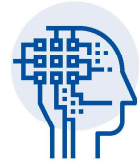
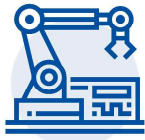
7

참고문헌

1. Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector, IEA
2. World Energy Outlook 2023, IEA
3. <https://about.bnef.com/blog/1q-2024-global-pv-market-outlook/>
4. WORLD ENERGY TRANSITIONS OUTLOOK 2023, IRENA
5. <https://about.bnef.com/blog/2023-hydrogen-levelized-cost-update-green-beats-gray/>
6. U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap, 2023
7. <https://www.bakerinstitute.org/research/advanced-carbon-economy-sustainable-hydrogen-pathway>
8. <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/Is-solid-state-storage-the-missing-ingredient-in-hydrogen-transport.html>
9. 통상산업자원부(<https://www.motie.go.kr/>), 전력거래소(<https://www.kpx.or.kr/>) 한국
10. 환경신문, <https://www.hankyung.com/article/2024021696061>
11. 현대자동차,
<https://www.hyundai.com/worldwide/ko/brand-journal/mobility-solution/ces-2024>
12. 블룸에너지코리아 <https://bloomenergykorea.com/>
13. 월간수소경제, <https://www.h2news.kr/news/articleView.html?idxno=12127>
14. SK에코플랜트, <https://news.skecoplant.com/sk-ecoplant/12545/>
15. 헬로T, <https://www.hellot.net/mobile/article.html?no=78901>
16. 두산에너지비러티, <https://www.doosanenergy.com/>
17. 데일리한국, <https://www.hankooki.com/news/articleView.html?idxno=104981>
18. e4ds, https://www.e4ds.com/sub_view.asp?ch=6&t=0&idx=17567
19. 중국석탄공업협회, <https://www.coalchina.org.cn/>
20. 국토교통부, <https://smartcity.go.kr/>
21. GIZ, Prospects of Renewable Hydrogen in China and Its Role in Industrial Decarbonization



22. The Oxford Institute for Energy Studies, OIES PAPER: CE5, Dr. Arabella Miller-Wang, OIES-Aramco Fellow
23. 중상산업연구원, <https://m.chnci.com/>
24. RIFS STUDY, China's Emerging Hydrogen Economy(2023)
25. Prospects of Renewable Hydrogen in China and Its Role in Industrial Decarbonization, 2022, www.energypartnership.cn
26. China's Hydrogen Strategy: National vs. Regional Plans, 2023, www.energypolicy.columbia.edu/about/partners.
27. <https://www.longi.com/en/products/hydrogen/>, LONGi 홈페이지
28. <https://en.sungrowpower.com/#>, SUNGROW 홈페이지
29. <https://english.peric718.com/>, PERIC 홈페이지
30. <http://cimc.cncdh2.com/en/>, CIMC GH2 Technology 홈페이지
31. <https://www.auyanglobe.com/products>, AUAN 홈페이지
32. <https://www.sollant.com/electroyzer/>, SOLLANT 홈페이지
33. U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap, 2023
34. <https://www.energy.gov/oced/regional-clean-hydrogen-hubs-selections-award-negotiations>
35. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/10/13/biden-harris-administration-announces-regional-clean-hydrogen-hubs-to-drive-clean-manufacturing-and-jobs/>
36. グリーン・トランスフォーメーション (GX) 政策について ~ 水素、再生可能エネルギー、省エネルギーの視点から. 2023 H2FC EXPO Technical conference
37. China Hydrogen Alliance, <https://gh2.org/countries/china>
38. 한국 산업통상자원부, 6차 수소경제위원회 개최 보도자료, 2023. 12.18
39. <https://www.hydrogeninsight.com/electrolysers/chinese-companies-take-top-three-slots-in-bnefs-list-of-worlds-20-largest-hydrogen-electrolyser-makers/2-1-1355610>, 2023, Hydrogeninsight



필자 소개

▶ 송 락 현

- (현)한국에너지기술연구원 책임연구원
 - (현) 과학기술연합대학원대학교(UST) 교수
 - (전) KIER-UST 대표교수
 - (전) KIER 신재생에너지연구본부장
 - (전) 한국수소 및 신에너지학회 회장
- rhsong@kier.re.kr

2024.1 vol.1

한중과학기술협력센터

ISSUE REPORT

중국 등 글로벌 수소산업 현황 분석

| 발행일 | 2024. 4.

| 발행인 | 서행아

| 발행처 | 한중과학기술협력센터

주소 : 北京市朝阳区酒仙桥路甲12号电子城科技大厦1308

TEL : 86)10-6410-7876 / 6410-7886

WEB : <http://www.kostec.re.kr>