

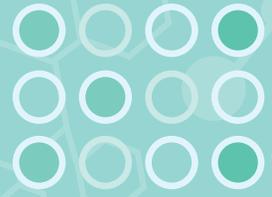
융합

# Weekly TIP

Technology · Industry · Policy

수소경제사회 준비를 위한 국내외 정책 동향

김희철 | 융합연구정책센터



Technology

Policy

Industry

## 수소경제사회 준비를 위한 국내외 정책 동향

김희철 | 융합연구정책센터

# 01

## 선정배경

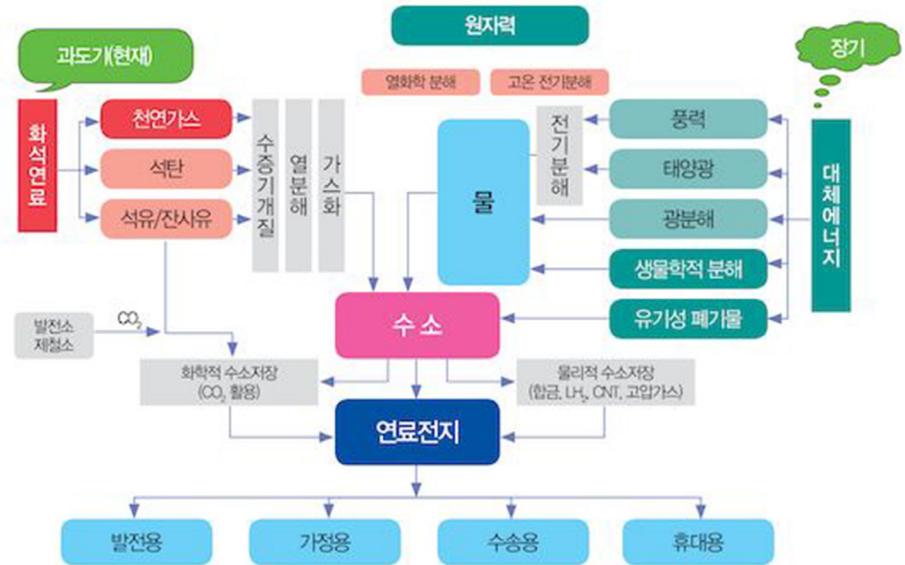
- 2015년 12월, 2020년 만료될 예정인 교토의정서를 대체하는 파리협정(Paris Agreement)이 채택되면서 수소 경제사회에 대한 필요성 증대

  - 파리협정은 온실가스 특히 이산화탄소 감축 목표 달성과 관련하여 세계의 에너지정책과 산업에 장기적으로 큰 영향을 줄 수 있다는 점에서 의미가 있음

※ 2017년 11월 13일(현지시간) 독일 본에서 열린 '제2차 수소위원회 총회'에서 맥킨지가 연구 분석한 '수소경제사회 구현을 위한 로드맵' 발표, 2050년 수소와 관련된 산업 분야에서 연간 2조5,000억 달러의 시장 가치가 창출되고 3,000만개 이상의 일자리 생성을 보고
- 수소에너지는 에너지 수급, 경제적 효과, 환경 등의 측면에서 많은 장점을 지니고 있으며, 국가적인 차원에서 수소경제 도래를 예측하고 본격적인 준비과정을 거치고 있음

  - 높은 에너지 밀도와 낮은 에너지 손실률을 갖는 수소는 신 기후체제에 가장 적합한 차세대 에너지 저장원으로 기대
  - 장기적인 전략을 통해 수소에너지 관련 기술개발과 실질적인 보급을 준비하는 것이 국가 경쟁력 강화에 필수적인 상황임
- 제2차 에너지 기본계획에서 분산형 발전시스템과 신재생에너지 보급에 대해 명시하고 있으며, 4차 신재생 에너지 기술개발 및 이용보급 기본계획, 제2차 녹색성장 5개년 계획 등에서 친환경 저탄소 경제 사회구조 달성을 계획하고 있음

▶ 그림1. 수소에너지로의 전환



▶▶ 수소 제조 및 저장, 이용 체계도

※ 출처 과학과 기술 2012년 4월호

# 02

## 개요

- **(정의)** '수소경제사회'란, 에너지 자산 및 신재생에너지를 사용하여 수소를 생산하고, 에너지 수요와 공급 사슬 (Supply chain) 전체 영역에서 수소와 전기를 주요한 에너지 유통 수단(Energy carrier)으로 사용하는 사회 경제체제를 의미함

  - 수소경제는 사회의 기초를 이루는 에너지 시스템의 변환이 필요하므로 이를 구현하기 위해서는 사회 전반에 걸친 산업 구조의 개편이 동반됨
- **(특징)** 수소는 직접 연소하거나 연료전지의 연료로 활용하여 전기에너지로 쉽게 전환이 가능하며, 가스나 액체로 만들어 쉽게 수송할 수 있고 다양한 형태로 저장 할 수 있는 장점이 있음

  - 또한, 기존 에너지원 및 신재생에너지와의 융합을 통해 산업 확산 기여 잠재력이 높은 에너지원

▶ 표1. 수소에너지의 이용 분야

구분	내용	비고
에너지 저장- P2G(Powre to gas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>수소는 연료전지를 통해 전력과 열 모두 이용가능</li> <li>P2G는 에너지 저장 및 사용 시스템</li> <li>신재생에너지와 기존 전력 시스템 간의 조화로운 통합을 위한 수단으로 적용</li> </ul>	
에너지 생산- V2G(Vehicle to grid)	<ul style="list-style-type: none"> <li>수소전기차를 전력분야에 적용</li> <li>V2G는 수소전기차의 전기에너지를 전원으로 활용</li> <li>전력수급 불안정에 대응 가능</li> </ul>	
난방용	<ul style="list-style-type: none"> <li>건물용 연료전지 시스템</li> <li>연료전지를 차세대 주택용 동력원으로 개발</li> <li>도시가스 등의 연료에서 추출한 수소와 공기 중의 산소 간 화학반응을 일으켜 전기와 열에너지를 생산하는 열병합 발전 장치</li> </ul>	
수송용	<ul style="list-style-type: none"> <li>수송용 수소연료전지</li> <li>36%의 고효율(천연가스 차량 16%)</li> <li>유해물질 배출이 거의 없으며 소음도 적음</li> </ul>	

# 03

## 해외동향

- 수소에너지 관련 활발한 움직임을 보이는 선도국은 일본, 미국, 유럽 등이 있으며 각국은 수소의 생산, 저장/유통, 이용과 관련하여 정책적인 우선순위에서 차이점을 보이고 있음
  - **(일본)** 2014년 6월 수소 사회의 실현으로써 '수소 연료전지 전략 로드맵'을 발표하였고 2014년 4차 국가 '에너지 기본 계획'을 통해 수소사회 추진을 명문화 하고 있음
    - ※ '수소 연료전지 전략 로드맵'에서는 수소연료전지 자동차, 가정용 연료전지, 수소 발전 등의 도입과 함께 수소 수요의 확대와 필요에 대응하고자 수소 공급망 구축을 추진
  - **(미국)** DOE(Department of Energy)와 캘리포니아주 정부의 주도로 수소 경제 사회 구현을 위한 정책들을 진행
    - ※ DOE는 Hydrogen Posture Plan을 기초로 자국 내 수소생산, 운반, 저장 등 수소 인프라에 대한 구체적인 계획을 수립 및 수행함
  - **(유럽)** 2015년 초에 SET-Plan(The European Strategic Energy Technology Plan)을 발표하였으며, 미래의 지속가능한 에너지 시스템을 위한 8가지 기술 중 연료 전지 및 수소 기술을 포함
    - ※ 유럽에서는 2050년까지 1990년 탄소배출량 대비 80% 감축 목표를 설정하였고, 이에 따라 유럽 각국은 온실가스를 감축할 수 있는 친환경 자동차를 도입하고자 각국에서 다양한 프로그램이 시행됨

▼ 표2. 주요국의 수소 관련 정책 개요

구분	일본	미국	유럽
대표 정책	<ul style="list-style-type: none"> <li>4차 에너지 기본 계획</li> <li>2040년 수소·연료전지 전략로드맵</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hydrogen Posture Plan Department of Energy</li> <li>CaFCP (California Fuel Cell Partnership)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>유럽: FCH JU</li> <li>독일: NIP</li> <li>영국: UK H2 Mobility</li> <li>프랑스: H2 Mobility France</li> </ul>
배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>연료전지 기술 선도</li> <li>수소전기차 상용화 임박 → 수소 수요 확대에 대응</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>세일 혁명에 의한 천연 가스 가격 하락</li> <li>천연가스 활용방안 모색</li> <li>석유화학 산업 부활</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>신재생에너지 산업이 성숙 단계에 진입</li> <li>신재생에너지의 잉여 전력 활용방안 모색</li> </ul>
생산	<ul style="list-style-type: none"> <li>부생수소 활용</li> <li>해외의 수소 대량 수입</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>천연가스 개질 방식 확산</li> <li>대규모 풍력단지 중심 생산</li> <li>부생 수소 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>신재생에너지의 잉여전력을 활용한 수소 집중형 대량 생산</li> </ul>
운송	<ul style="list-style-type: none"> <li>튜브 트레일러 활용</li> <li>수소 파이프라인 활용 (석유화학 단지 중심)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>천연가스 활용</li> <li>튜브 트레일러 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>천연가스 그리드 활용</li> <li>수소 파이프라인 활용(북유럽 일부지역)</li> </ul>
저장	<ul style="list-style-type: none"> <li>대용량 저장소 구축</li> <li>수소 탱크 활용(고압방식, MCH 방식)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CNG충전소 활용(HCNG)</li> <li>주유소 연계방식(수소 탱크활용)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대용량 지하저장소 구축</li> <li>열병합 발전소와 연계</li> <li>복합형 클러스터 구축(수소/CNG/전기/열)</li> </ul>
정책 특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>수소전기차용 수소 충전소 확충</li> <li>가정용/발전용 등 수소 어플리케이션 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>캘리포니아 주에서 미국전역으로 확산</li> <li>수소전기차용 수소 충전소 확충</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>신재생에너지 활용</li> <li>가스그리드 활용</li> <li>대용량 수소 저장소 구축</li> <li>수소전기차용 수소 충전소 확충</li> </ul>

※ 자료: 호서대학교, 충남 신재생에너지 산업화 발전계획과 수소경제사회 구현 전략 수립 연구용역 최종보고서, 2016. 12.

▼ 표3. 유럽 국가별 수소 정책 개요

구분	내용
영국	<ul style="list-style-type: none"> <li>배출가스 무배출 차량 이외의 모든 차량에 보유세를 부과(2017. 04.)</li> <li>'UK H2 Mobility'(2012)의 Phase 2 진행</li> <li>2020년 수소충전소 65개소 보급 예정</li> </ul>
독일	<ul style="list-style-type: none"> <li>2002년 CEP(Clean energy partnership) 결성</li> <li>2016년까지 수소전기차 기술개발과 실증 사업화에 14억 유로를 투자</li> <li>2020년까지 총 400개소의 수소충전소 설치 예정</li> </ul>
프랑스	<ul style="list-style-type: none"> <li>재산업화 계획 중의 한 파트로 수소연료전지 선정</li> <li>Maxity Fuel Cell Plan을 통해 연료전지 트럭 실증사업 진행</li> <li>2030년 수소충전소 600개소, 수소전기차 80만대 보급 예정</li> </ul>

- 미국, 일본 유럽 등 주요선진국들을 중심으로 기술표준 및 규정을 국제 규격화하기 위한 국제기구 활동이 진행 중임

  - (UN) global technical regulation No.13을 통해 수소 및 수소전기차량에 대한 종합적인 규정을 제시
  - (ISO) 국제표준화 기구인 ISO(International Organization for Standardization)는 ISO/DTR 19880-1을 통해 수소 충전소의 일반 요구사항과 관련된 표준으로 지정
  - (IPHE) 국제 수소·연료전지 경제 파트너십인 IPHE(International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy)는 수소·연료전지 분야의 연구개발 및 실증·이용 추진을 위한 국제협력을 목표로 2003년에 설립
  - (SAE) 미국 자동차 제조사들의 주도로 1900년대 초에 조직된 SAE(Society of automotive Enginner)는 J2601 세부규정을 제정하여 수소충전소에 대한 국제 표준으로 인정받음
    - ※ J2601은 35/70MPa 수소 충전소용 표준으로 수소시스템 저장한계와 관련하여 다양한 사용 환경에 대한 세부 규정을 명시
  
- '17년 1월 17일에 Davos 포럼에서 최초의 수소 관련 국제 협회인 'Hydrogen Council'이 출범하였으며, 참여 기업들은 수소와 연료전지 부문의 개발과 상업화를 위해 연간 약 14억 유로를 투자할 계획을 발표

▼ 그림2. Hydrogen Council 회원사



※ 출처 Hydrogen Council(<http://hydrogencouncil.com/our-members/>)

- 최근에는 글로벌 기업인 일본의 Panasonic, Kyocera, Mitsubishi Hitachi Power Systems, Toyota, Honda와 미국의 FuelCell Energy, Bloom Energy 등이 상업화로 두각을 드러냄

▼ 표4. 글로벌 주요 기업 및 제품

기업명	내용
Panasonic	<ul style="list-style-type: none"> <li>가정용 연료전지 생산</li> <li>고체고분자형 연료전지 채택, 발전효율 : 39%, 열회수율 : 56%</li> <li>주력제품 : 에너지팜</li> </ul>
Kyocera	<ul style="list-style-type: none"> <li>가정/업무용 연료전지 생산</li> <li>업무용 3kW 급 연료전지는 발전효율 : 52%, 열회수율 : 90%</li> <li>주력제품 : 에네팜 type S</li> </ul>
Mitsubishi Hitachi Power Systems	<ul style="list-style-type: none"> <li>연료전지 복합발전 시스템 생산</li> <li>250kW급 SOFC-MGT 가압형 복합발전시스템은 총전밀도의 향상으로 설치면적이 40% 감소</li> <li>주력제품 : HYBRID-FC 250kW</li> </ul>
FuelCell Energy	<ul style="list-style-type: none"> <li>연료전지 전문기업으로 국내 포스코에너지와 전략적 제휴 관계</li> <li>MFCF 타입으로 천연가스 도는 재생 바이오가스 등 사용 가능 연료가 다양</li> <li>주력제품 : SureSorce 1500, 3000, 4000</li> </ul>
Bloom Energy	<ul style="list-style-type: none"> <li>업무용 연료전지 생산, IKEA 매장에 시스템 다수 설치</li> <li>ES-5 모델은 250kW 급으로 발전효율 : 53~65%</li> <li>주력제품 : ES-5, 5710, 5700</li> </ul>
Toyota	<ul style="list-style-type: none"> <li>1996년부터 수소차 시험 모델 제작 개시</li> <li>최고속력 178km/h, 주행거리 501km</li> <li>주력제품 : Mirai</li> </ul>
Honda	<ul style="list-style-type: none"> <li>수소차 기술과 동시에 수소스테이션 기술 보유</li> <li>최고속력 170km/h, 주행거리 750km</li> <li>주력제품 : Clarity</li> </ul>

※ 자료 SK 증권

▼ 그림3. Honda Clarity 내부구조도



※ 출처 Honda, SK 증권

# 04

## 국내동향

- 국내의 경우 현대차가 2013년 세계 최초로 수소차 양산에 성공하면서 시장 선점에 대한 기대가 높아졌으며, 전체 수소산업 가치사슬 내에서는 단기적 수익성이 기대되는 분야에서 부분적으로 글로벌 경쟁력을 구축함
  - 연료전지 분야에서는 두산, 포스코에너지, 에스퓨어셀 등이 가정용과 건물용 연료전지를 생산 설치하며, 엘티씨, 시노펙스, 미코 등은 연료전지 부품기술에 있어서 기술력을 보유
  - 수소차에서는 현재 시판 중인 현대차의 Tucson ix Fe 와 더불어 기아차도 2008년부터 스포티지와 모하비 기반의 수소차 테스트를 진행 중

▶ 표5. 국내 주요 기업 및 제품

기업명	내용
현대자동차	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2018년 양산 이후 실 구매가 3,000만원대 예상</li> <li>• 최고속력 160km/h, 주행거리 594km</li> <li>• 주력제품 : Tucson ix Fe</li> </ul>
기아자동차	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2008년 수소차 테스트를 진행</li> <li>• 2020년 수소차 모델 1종 양산 목표</li> </ul>
두산	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 연료전지 시장을 선두하기 시작</li> <li>• 2017년 신규수주는 1조원을 상회할 것으로 전망</li> <li>• 주력제품 : 연료전지 발전소</li> </ul>
포스코에너지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현재까지 국내 설치된 연료전지발전소의 80% 시공</li> <li>• 미국 Fuelcellenergy와의 제휴를 통해 기술을 이전 받음</li> <li>• 주력제품 : 2.5MW급 연료전지 발전소, 300kW급 가정용 연료전지</li> </ul>
에스퓨어셀	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GS퓨어셀과 에스에너지가 설립한 연료전지 전문회사</li> <li>• 연료전지와 태양광 발전을 조합한 하이브리드 제품 보유</li> <li>• 주력제품: 300kW급 가정용 연료전지, 850kW급 건물용 연료전지</li> </ul>

※ 자료 SK 증권

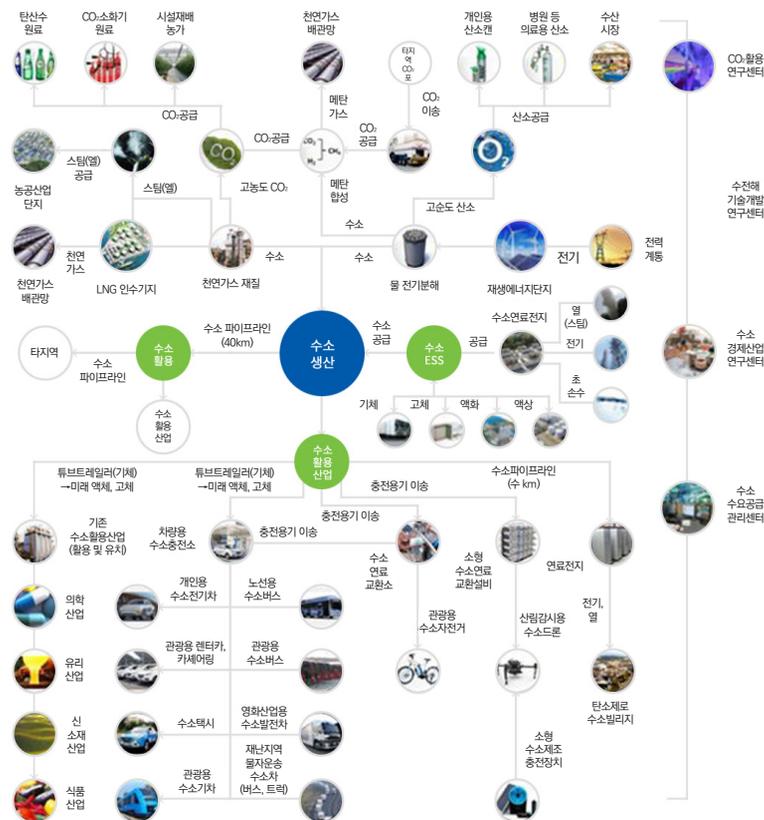
- 정부에서는 2016년 정부와 지자체, 수소차 부품업체, 수소제조유통업체, 수소충전소설치 업체 등 42개의 회원사가 참여하는 민관협의체인 '수소융합얼라이언스'를 발족
  - **(인프라 확대)** FCEV와 충전인프라의 보급 확산을 위해 특수목적법인(SPC)의 설립 등을 추진
  - **(에너지 관련 국가계획)** 제2차 에너지 기본계획에서는 2035년까지 집단에너지, 신·재생, 자가용 발전기 등 분산형 전원 발전 비중을 15%까지 확대를 목표로 함(산자부, 2014년)
    - ※ 4차 신재생에너지 기본계획에서는 2035년까지 1차 에너지의 11%를 신재생에너지로 공급 계획(산자부, 2014년)

# 05

## 시사점

- 수소는 다양한 에너지원으로부터 생산되며 저장 및 운송이 가능한 복잡성을 가진 새로운 형태의 에너지로서, 현재 에너지시스템 내에서 효율적 사용이 가능한 방안 마련이 필요
- 일본, 미국, 유럽과 같이 수소경제 활성화를 위한 일관적 정책 및 제도 선진화 필요
- 수소산업 인프라 확대를 위해서는 민간의 투자가 필수적이므로 민간 참여의 확대를 통해 이해관계자들에게 투자비용 및 위험을 분담시키는 산업육성 시스템이 필요

▶ 그림4. 수소산업의 가치사슬



※ 출처 수소융합얼라이언스 추진단

## 참고자료

1. 산업통상자원부(2014), 제2차 에너지기본계획
2. 서동혁 & 최동원(2016) 신에너지 시대를 여는 수소산업의 성장가능성과 발전과제, 산업연구원
3. 월간수소경제, '2050년 수소사회, 일자리 3,000만개 창출', 2017.11.14.
4. 이지훈 & 나승두(2017), 수소경제 먼 미래가 아니다, SK증권 스몰캡, 2017.10.
5. 이투뉴스, '석탄 합성가스를 고순도 연료전지용 수소로 전환', 2017.11.16
6. 중앙일보, '수소경제 사회, 먼 미래 아니다', 2017.11.16.
7. 최동원(2017), 주요국과의 비교를 통한 국내 수소산업의 발전 방안 도출, 에너지포커스 2017 봄호
8. 호서대학교(2016), 충남 수소경제사회 구현 전략 수립, 충청남도청
9. 홍성안(2012), 수소경제시대가 온다-저탄소 녹색성장의 핵심 : 수소경제, 과학과 기술 2012년 04월호 vol.515
10. Hydrogen Council(2017), Hydrogen scaling up
11. hydrogencouncil.com
12. h2korea.or.kr (수소융합얼라이언스추진단)
13. www.h2.or.kr (한국수소산업협회)

