

# 수소경제 성공을 위한 제언: 에너지 정책목표와 조화를 기해야



2020.12.10.(木)



정환삼, 김승수, 윤성원  
한국원자력연구원



## ❖ 수소경제의 정의 ?

- (우리나라) 수소경제는 수소를 주요 에너지원으로 사용하는 경제산업 구조를 의미. 즉 화석연료 중심의 현재 에너지 시스템에서 벗어나 수소를 에너지원으로 활용하는 자동차, 선박, 열차, 기계 혹은 전기발전 열 생산 등을 늘리고, 이를 위해 수소를 안정적으로 생산-저장-운송하는데 필요한 모든 분야의 산업과 시장을 새롭게 만들어내는 경제시스템. '대한민국 정책브리핑' 발췌
- (글로벌 사회) The term "hydrogen economy" refers to the vision of using hydrogen as a low-carbon energy source - replacing, for example, gasoline as a transport fuel or natural gas as a heating fuel. Hydrogen is attractive because whether it is burned to produce heat or reacted with air in a fuel cell to produce electricity, the only byproduct is water. from 'Grantham Institute, Imperial College London and Duncan Clark'

## ❖ 수소경제 준비 필요성

- 에너지 패러다임의 변화: 화석에너지 고갈에 따른 고유가(2005) → 기후변화와 대기오염과 같은 글로벌 환경영향 심각
- 최종에너지 사용환경의 변화: 건물, 수송, 산업에서 electrification의 급속 전환 (전력사용 기반기술의 발달 ⇔ 사용자 욕구)

# 주요국 수소경제 정책 동향

3

## ❖ 한국

- 2022년, 2040년 목표 수소경제 로드맵 발표 : 수소버스/FCEV/수소충전소
- 수소충전소 재정 지원, 수소경제를 위한 기술적 로드맵 작업계획 발표

## ❖ 일본

- 최초의 수소 에너지 장관 회의 개최(21개국+관련 기업 참여)
- 수소 기본 전략 이행을 위한 전략 로드맵 목표 수정
- 일본개발은행, 기업연합 컨소시엄 구성해 일본 H<sub>2</sub> Mobility를 발족 : 2021년까지 수소충전소 80개소 건설계획

## ❖ 사우디 아라비아

- 사우디 아람코와 에어 프로덕트 : 사우디아라비아 내 첫 번째 수소 충전소 설치 발표

## ❖ 미국

- 캘리포니아주, California Fuel Cell Partnership을 통해 2030년까지 수소충전소 1,000개소, 수소연료전지차 100만대 보급 목표(바이든, 4년간 2조 달러 clean energy에 투자 공약)

## ❖ EU

- EU위원회에서는 탄소중립 달성을 위한 수소 활용을 포함한 장기 탈탄소 전략을 발간 : 재생에너지 사용촉진을 위한 지침 개정. 2030년 재생에너지 사용목표에 부합되는 재생에너지 기반 수소 생산을 가능하게 함
- EU 회원국들 사이에서 수소 검토를 위한 'Hydrogen Energy Network' 구축
- 28개 EU 회원국이 Linz 선언에 서명함 : 'Hydrogen Initiative'를 통해 지속가능한 수소 기술에 공동 협력. 100여개 비즈니스, 기관, 단체가 참여함

# 우리나라 수소경제 달성 목표

4

## ❖ 세계 수소에너지 전망 (2018 국제 수소에너지산업 포럼, 2018.2)

- 수소에너지는 신재생에너지 확대와 맞물려 다양한 연료로 활용되면서 에너지전환에서 가장 중요한 역할과 투자기회를 제공할 것
- 특히 현재 1차 에너지수요의 1%에 불과한 수소 비중이 오는 2050년까지는 18%에 달하고 연간 비즈니스 2조 5000달러, 수소분야 일자리 3000만개에 이를 것으로 전망

## ❖ 우리나라 수소 공급 (수소경제 로드맵, 2019.1)

- 수전해 및 해외생산·수입 등 CO<sub>2</sub> Free 수소비중을 점진적으로 확대하여 2018년 13만톤 수준에서 2040년 526만톤으로 확대하는 것을 목표
- 경제적인 수소 유통체계 구축으로 수소 공급가격을 2040년까지 3,000원/kg 이하 달성

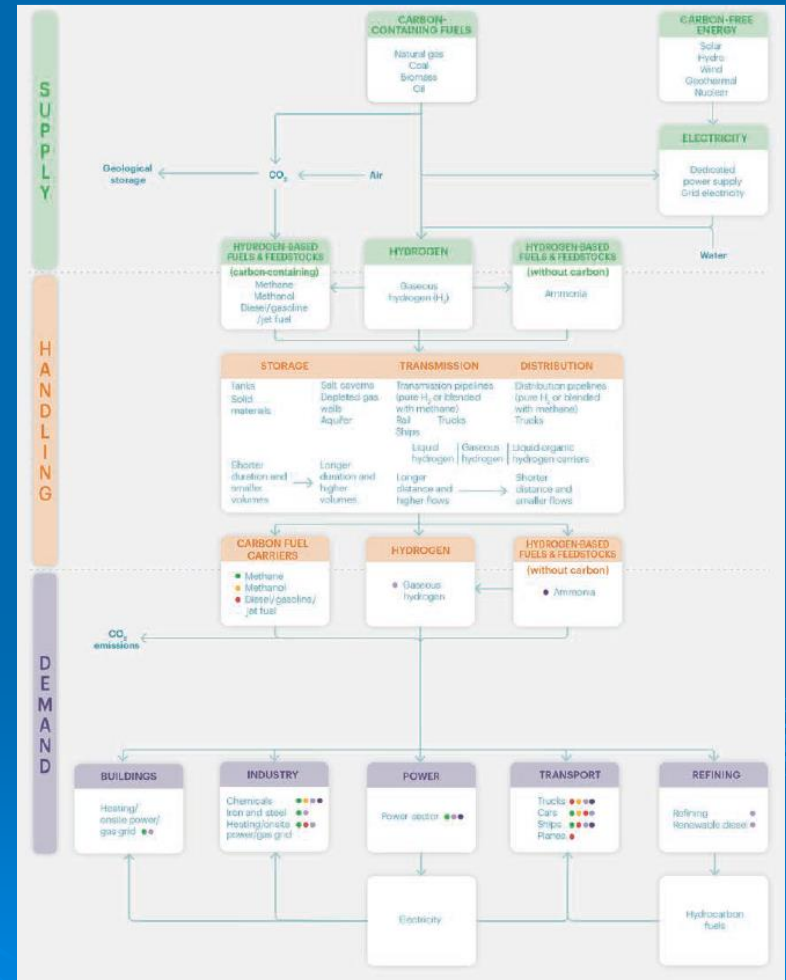


# 수소경제의 Value chain

5

## ❖ 수소경제를 위한 Value chain은

- 수소의 공급, 취급, 소비로 대별되나 보다 상세하게 나누면 생산, 저장, 운송, 충전 그리고 이용 단계로 구분
- 각 단계에 활용되는 기술은 매우 다양하고 경제성과 지속가능성 특징에 큰 차이
- 특히 공급 단계에 사용되는 에너지원은 carbon free 신·재생에너지원에서 부터 carbon economy의 중심인 화석에너지원까지 다양하게 활용 가능
- 2000년대 초 시도되었던 수소경제가 2019년 수소사회 구현으로 다시 추진되는 정책 성공을 위해서는 취급(handling)과 소비(demand) 단계의 인프라 구축과 경제성 확보도 중요하지만
- Low carbon 에너지 중심의 Clean H<sub>2</sub>의 기술역량 실현과 공급증대가 관건



Source: IEA 2019.

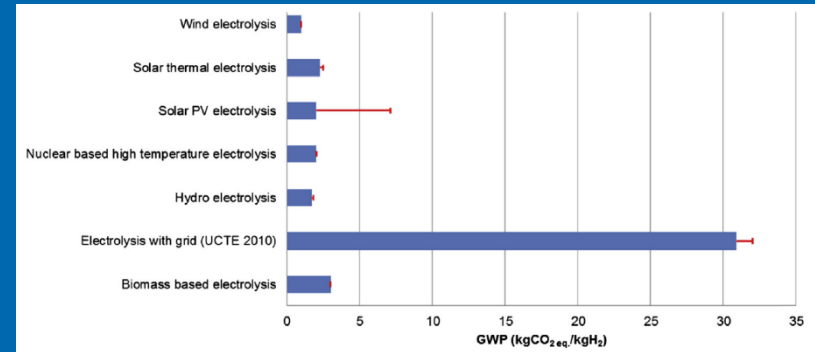
# 수소경제 성공을 위한 제언(1/3)

6

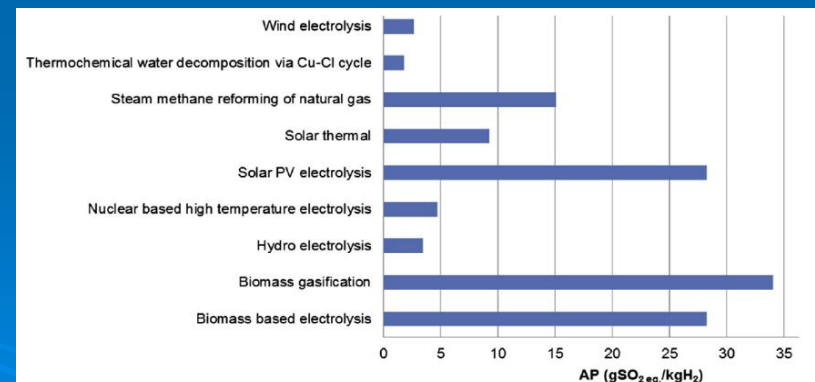
## ❖ Environmental Stewardship

- 수소 로드맵의 ‘추출수소’는 천연가스 처리한 생산 방식 (10배의 CO<sub>2</sub> 배출),
- 우리나라 수소경제 정착과 기후변화 약정 달성을 동시에 이루기 위해서는 수소생산 기술별 전과정 평가 필요
- 조사평균 온실가스 배출의 경우, nuclear 활용 수소생산이 그린수소의 핵심인 PV와 wind와 대등
- 조사평균 대기오염원 배출의 경우, nuclear 이용 수소생산이 wind 보다는 높으나 PV보다는 현저히 낮음
- 국내 에너지-기후변화 정책의 성공을 위해서는 Carbon free 에너지원에 대한 이해를 넓혀 green H<sub>2</sub>의 범주에 nuclear 포함을 제언

수소생산 방식별 온실가스 배출 전과정평가



수소생산 방식별 대기오염원 배출 전과정평가



Source: Bhandari (2014), Life cycle assessment of hydrogen production via electrolysis – a review

# 수소경제 성공을 위한 제언(2/3)

7

## ❖ Energy Security

- 우리나라 수소 수급(국외 수입 포함) 전망은
  - 수요증가에 비해 신재생에너지 중심의 그린수소 국내 공급역량은 제한적일 것.
  - 그린수소의 생산에 전용할 국내 신재생에너지 공급잠재력은 한계가 있음
  - 결국, 공급부족 수소는 해외수입에 의존 불가피
  - ※ 정부는 저렴한 해외수소 도입을 위한 ‘청정수소 해외사업단’ 발족 (2020.6)
- 해외의 청정수소 생산은 기술의존형 자원으로,
  - 천연자원 의존형인 화석에너지원에 비해 에너지 공급 신뢰도 높다는 장점 예측 가능
  - 이에 비해, 원유 등 원료를 수입해 석유화학 산업 등 국내 가공하는 화석에너지원에 비해 국내 부가가치 창출 기회는 줄어들
- 즉, 우리나라 수소경제의 안착과 국가 에너지 안보(수입의존도) 측면에서
  - 신재생에너지만을 고려한 수소경제 구현 보다는
  - 원자력과 같은 대규모 공급역량을 가진 에너지원을 활용해
  - 과도한 국가 에너지 수입의존도 낮추려는 ‘포용적 수소경제 계획’으로 전환 필요

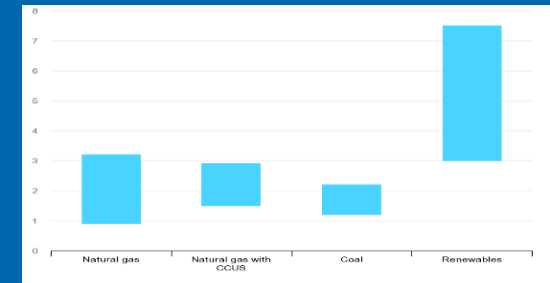
# 수소경제 성공을 위한 제언(3/3)

8

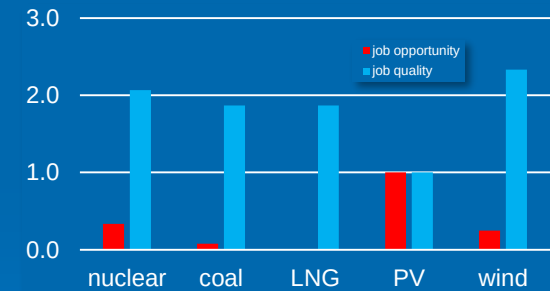
## ❖ Socio-economic Viability

- IEA(2020) 자료에 따르면 신재생을 이용한 수소생산은 아직 경제성이 없음. (2018 USD/Kg-H<sub>2</sub>)
  - LNG(0.9-3.2), NG+CCUS(1.5-2.9), Coal(1.2-2.2), REs(3.0-7.5) 수준
- 고용 창출 효과는
  - 고용 규모를 명/MWe로 보면, 원자력(0.32), 석탄(0.07), LNG(0.01), 태양광(0.94), 풍력(0.23) 수준
  - 고용의 질을 임금(\$)/시간으로 보면, 원자력(31), 석탄(28), LNG(28), 태양광(15), 풍력(35) 수준
- 에너지 사용 전과정에서 발생한 사망자 수는
  - 사망자 수/TWe로 보면, 원자력(90), 석탄(100,000), LNG(4,000), 석유(36,000), 태양광(440), 풍력(150) 수준
- 수소생산에 사용할 에너지원은 사회적 지속가능성(고용창출과 사고사망자 측면)을 고려해도, 원자력의 배제는 쉽지 않음.

H<sub>2</sub> production costs by energy source, IEA(2020)



Job creations by energy source, NEI 외



Death rate by energy source, Forbes

