


수소경제 시대, 대한민국의 미래는
여시재·미래에너지정책연구원 세미나
2020. 10. 29. (목)



수소경제, 다른 나라는 어떻게 준비하고 있는가



조성경 · 명지대학교 교수

Tokyo Statement

- 2018년 10월 23일 일본 도쿄에서 각국의 수소 에너지 담당 장관과 대표들이 모여 각국의 수소 기술 연구, 개발 및 구축에 관한 협력을 증진하기로 합의했다.
- 참석자들은 수소가 청정 에너지 미래를 향한 에너지 전환에 있어서 중요한 기여를 하고 있으며, 광범위하고, 안전하며, 지속 가능한 효율적인 에너지 포트폴리오의 중요한 구성 요소가 될 수 있다는 데 의견을 같이했다.
 - ✓ 수소는 이산화탄소의 포집, 활용 및 저장을 이용하여 재생에너지, 원자력 및 화석연료를 포함한 다양한 지속가능한 원천으로부터 생산 될 수 있다.
 - ✓ 결과적으로 운송, 산업 제조, 열 및 발전 등을 포함한 다양한 분야에서 수소가 사용될 수 있다.
 - ✓ 연료전지 기술은 수소로부터 전기와 열을 효율적으로 생산한다.
 - ✓ 수소는 범용성과 저장 능력이 뛰어나다.
 - ✓ 수소는 대기 질을 향상시키고 온실가스 배출량을 줄임으로써 환경을 보호하는 동시에 경제 성장과 에너지 안보에 기여할 수 있다.

Tokyo Statement

- 각국 장관과 대표는 수소 기술의 발전을 가속시키기 위한 다음과 같은 의제에 대한 협업의 가치를 확인했다. 이러한 협업은 광범위한 에너지 포트폴리오의 일환으로 에너지, 운송 및 산업 부문에 걸친 수소의 사용으로 지원되는 깨끗하고, 보다 풍요롭고 안전한 에너지의 미래인 “수소 사회”에 기여한다.
 1. 기술 협력과 규정, 규칙 및 표준의 통일화를 위한 조정
 2. 수소 안전과 인프라 공급망에 관한 정보 공유, 국제 공동 연구 및 개발 촉진
 3. CO₂ 배출과 기타 오염물질을 줄일 수 있는 잠재력을 포함, 여러 부문에서의 수소 잠재력 연구 및 평가
 4. 커뮤니케이션, 교육 및 지원 활동
- 일본에서 열린 지속가능한 성장을 위한 에너지전환 및 글로벌 환경에 대한 **G20** 에너지 각료 회의에서 각국 장관은 수소의 중요성을 인정했고, **G20** 의장단의 요청으로 **IEA**는 2019년 6월에 있었던 논의를 지원하기 위한 종합 보고서(**The Future of Hydrogen**)를 발표했다.

수소의 미래 사회에 대한 기여 가능성,

- 청정하고, 안전하며, 저렴한 에너지 미래에 핵심 역할을 수행할 수 있는 수소의 잠재력을 활용할 때가 왔다.
- ✓ 수소는 다양하고 중요한 에너지 문제를 해결하는 데 도움을 줄 수 있다.
- ✓ 수소는 범용적이다.
- ✓ 수소는 재생에너지가 더 큰 기여를 할 수 있게 해준다.
- ✓ 과거에 수소에 대한 잘못된 시작이 있었지만 지금은 다를 수 있다.
- ✓ 수소는 보다 광범위하게 사용될 수 있다.

수소의 미래 사회에 대한 기여 가능성,

- 전 세계적인 에너지전환에서 깨끗하고 광범위하게 수소를 사용하기 위해서는 몇 가지 해결 과제가 있다.
 - ✓ 저탄소 에너지로부터 수소를 생산하는 것은 현재 비용이 많이 든다.
 - ✓ 수소 인프라의 개발은 느리고 널리 채택되지 않고 있다.
 - ✓ 오늘날 수소는 거의 대부분 천연가스와 석탄에서 공급된다.
 - ✓ 현재의 규정 하에서 청정 수소산업의 발전에는 한계가 있다.
- 국제협력은 범용의 청정 수소의 세계적인 성장을 가속화하기 위해 필수적이다.

수소 확산을 위한 IAE의 7가지 권고 사항

1. 장기 에너지 전략에서 수소의 역할을 확립한다.
2. 청정수소에 대한 상업적 수요를 자극한다.
3. 투자 위험을 해결한다.
4. 비용 절감을 위한 R&D를 지원한다.
5. 불필요한 규제 장벽을 제거하고 표준을 통일시킨다.
6. 국제적인 협력을 통해 진행 상황을 추적한다.
7. 향후 10년간 추진력을 더욱 높일 수 있는 4가지 주요 기회에 집중한다.
 - 1) 기존의 산업 항구를 최대한 활용하여 저비용, 저탄소 수소를 위한 허브로 만든다.(유럽, 중국, 일본, 중남미, 미국)
 - 2) 기존의 가스 인프라를 사용하여 새로운 청정수소 공급을 촉진한다.(북미, 유럽)
 - 3) 연료전지 차량의 경쟁력을 높이기 위해 차량 화물 및 운송 경로를 지원한다.(중국, 일본, 한국, 유럽, 남아공, 미국)
 - 4) 국제 수소 거래를 시작하기 위한 첫 운송 경로를 설정한다.(아시아태평양, 중동, 북아프리카, 유럽)

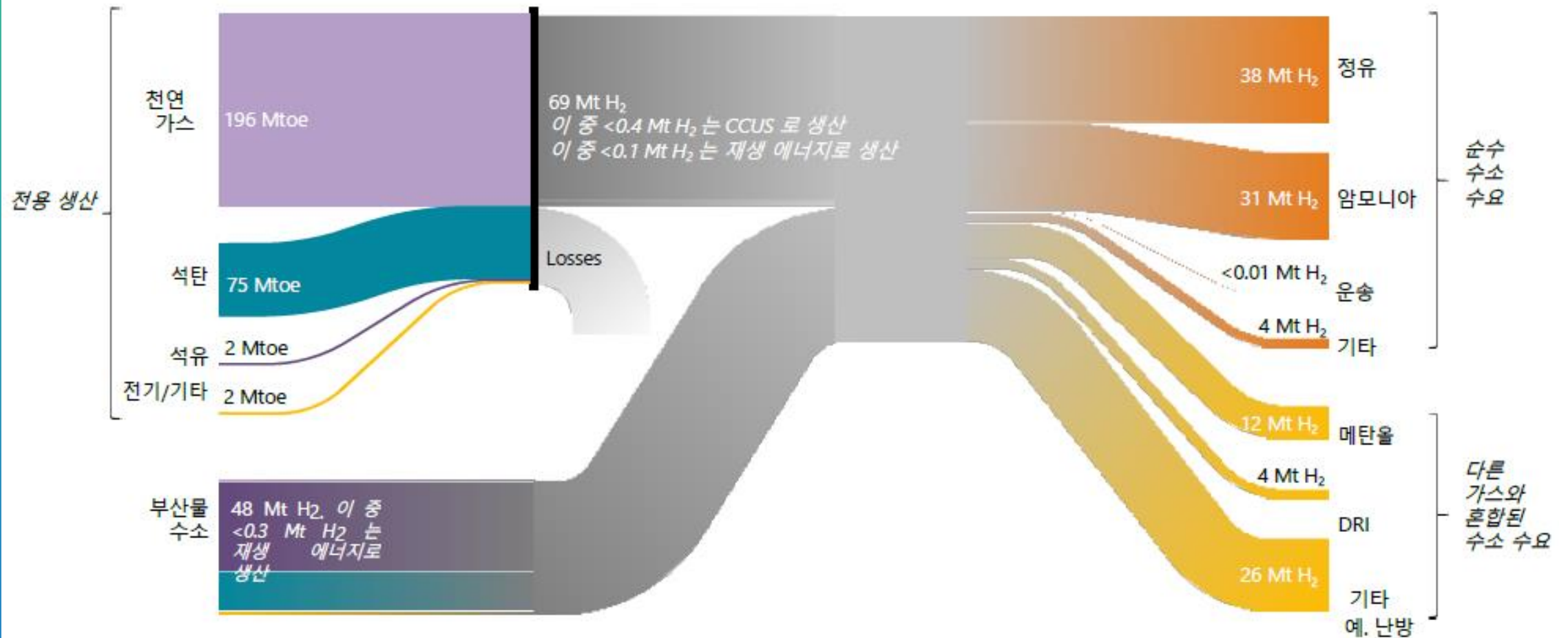
※함께 작동해야 하는 5가지 정책 유형

목표 및 장기 정책 신호 설정/수요 창출 지원/투자 위험 완화/R&D, 전략적 시범 프로젝트 및 지식 공유 추진/표준 통일 및 장벽 제거

모두에게 맞는 수소 정책은 없다

- 각국은 항상 자원 가용성 및 기존 인프라 뿐만 아니라 사회적, 정책적 우선 순위 및 제약을 기반으로 정책을 결정하고 조치를 취한다. 이는 모든 에너지 분야에서 마찬가지이며, 수소의 경우 확실히 그렇다.
- 일부 국가는 화석연료를 기반으로 하는 단기 기회를 활용하여 더 크고 청정한 미래 수소 제품 및 시장의 기반을 마련하고, 저탄소 수소로 전환하는 단계적인 접근 방식을 원할 수 있다.
- 다른 나라들은 재생 전기와 같은 선택된 저탄소 공급원만을 기반으로 수소 제품 및 시장을 구축 할 수 있다.
- 두 경우 모두 단기적으로 비용 및 위험을 관리하는 데 도움이 되는 방식으로 현재 활용률이 낮거나 낮은 가치의 적용 분야에서 사용되는 에너지 자원을 활용할 수 있는 기회가 있을 수 있다.
- 운송 또는 화학과 같은 고부가가치 분야에서 이러한 자원을 사용할 수 있다면 전체 시스템의 효율성을 높일 수 있다.
- 그러나 각기 다른 정부가 어떤 정책 옵션을 선택하든, 열망의 수준과 시기가 국제적으로 광범위하게 조정되면 그들의 동기는 훨씬 강해질 것이다.
- 수소 생산자와 공급망은 국제적인 전망과 가장 확장이 가능한 시장들을 기반으로 금융에 액세스 할 수 있어야 한다.

수소의 가치사슬



출처: IEA(2019), The Future of Hydrogen

수소차와 수소충전소 확산 목표



출처: IEA(2019), The Future of Hydrogen

2030년 국가 로드맵 기반 아·태지역의 수소 수요와 공

국가	2030 까지의 계획				설명
	수소 흐름 (MtH ₂ /년)	운송 (천 대)	전력 발전 (GW)	거주자 (백만 가구)	
호주	0.5				호주의 전략은 수출에 의해 주도될 것으로 보인다.
중국 (차량)	0.2	1 000			중국의 전략은 국내 수요와 공급을 일치시키는데 초점을 맞추고 있다.
일본	0.3	800 (차량) 1.2 (버스)	1	5.3	수요의 대부분은 전력 생산이다. 운송 수요는 약 0.15 MtH ₂ /년이고 국내에서 충족시킬 수 있을 것으로 예상된다.
뉴질랜드 (Taranaki 만 해당)	0.7				Taranaki 는 약 0.3 MtH ₂ (0.5-1 GW), 즉, 생산량의 40% 수출을 제시했다.
한국	0.2	630 (차량) 150 (트럭)	3.5		전력의 목적은 연료 전지를 위한 것이며, 반드시 수소일 필요는 없다.

출처: IEA(2019), The Future of Hydrogen

각국의 수소 관련 정부 발표 내용

국가	2018 년 초 이후 발표 및 개발 사항
호주	수소 연구 및 파일럿 프로젝트에 대한 1 억 AUD 이상의 지원을 발표했다. 호주연방과학원(CSIRO)에서 작성한 호주의 수소 기술 로드맵을 발행했다. 2019 년 말까지 국가 수소 전략을 개발하기 위해 정부 실무 그룹을 구성했다.
오스트리아	2030 오스트리아 기후 및 에너지 전략의 일환으로 재생 전력을 기반으로 한 수소 전략이 2019 년에 개발 될 예정이라고 발표했다.
벨기에	2018 년에 정부가 승인한 수소 로드맵을 발표했다. 2030 년과 2050 년의 구체적인 목표를 가지고 있고, Power-to-gas 에 대해 5 천만 EUR 의 지역 투자 계획을 가지고 있다.
브라질	재생 에너지 및 바이오 연료를 위한 과학, 기술 및 혁신 계획에 수소를 포함시켰다. 2018 년 제 22 차 세계 수소 에너지 컨퍼런스를 개최 및 지원했다.
중국	중국에서 배터리 전기 자동차를 출시한 10 개 도시 프로그램을 베이징, 상하이, 청두 등에서의 수소 운송 부문에 적용할 계획이라고 발표했다. 우한이 2025 년까지 최대 100 개의 연료 전지 자동차 제조업체 및 관련 기업들과 최대 300 개의 충전소를 보유한 최초의 중국 수소 도시가 될 것이라고 발표했다. 2020 년까지 연료 전지 전기 자동차(FCEV) 5 천대 목표를 발표했고 2030 년까지 1 백만대의 FCEV 생산과 1 천개의 충전소 건설이라는 2015 년의 목표를 재확인했다. FCEV(및 배터리 전기차)에 대해 차량 및 선박세를 면제했다.

각국의 수소 관련 정부 발표 내용

유럽연합 유럽연합 집행위원회는 탄소 중립 달성을 위한 수소 경로를 포함하는 장기 탈탄소화 전략을 발표했다. 이 전략에는 재생 에너지원으로부터의 에너지 사용 촉진에 관한 지침을 개정하여 2030 년 재생 에너지 목표에 대해 원산지가 보장된 재생 에너지원에서 생산된 수소가 사용될 수 있게 하고, EU 회원국들 사이에서 수소를 논의하기 위한 플랫폼으로서 "수소 에너지 네트워크"를 설립하는 계획을 수립했다. 28 개 유럽 국가들이 약 100 개의 기업, 조직 및 기관과 함께 지속 가능한 수소 기술에 대한 협력을 증진하는 Linz 선언“수소 이니셔티브”에 서명했다.

프랑스 도서 지역을 포함하여 산업, 운송 및 재생 에너지 저장 분야에서 저탄소 수소에 대한 수소 구축 계획과 1 억 EUR 의 자금 지원 계획, 그리고 2023 및 2028 목표를 발표했다.

독일 일반의 접근이 가능한 수소 충전소, 연료 전지 자동차 및 소형 열병합발전 구입에 대한 보조금을 포함, 향후 10 년 간 14 억 유로의 자금이 투입되고 20 억 유로의 민간 투자를 통해 보완되는 수소 및 연료 전지 기술에 대한 국가 혁신 프로그램을 승인했다. H2mobility 프로그램을 통해 수소 동력 열차의 첫 번째 상용 운영과 전국 충전소의 연간 최대 증가를 지원했다.

인도 대법원은 델리에 대기 오염에 대응하기 위해 도시에서 연료 전지 버스의 사용에 대해 조사할 것을 요청했으며, 정부는 6,000 만 INR 의 수소 및 연료 전지에 대한 연구 제안 요청을 발표했다.

각국의 수소 관련 정부 발표 내용

국가	2018 년 초 이후 발표 및 개발 사항
일본	<p>21 개국의 대표들과 회사들이 모인 제 1 차 수소 에너지 각료를 주최하여 국제 협력에 관한 도쿄 선언을 발표했다.</p> <p>수소 및 연료전지 비용과 구축에 대한 새로운 목표, 발전소에서 수소 운반체 사용 등 기본 수소 전략을 구현하기 위한 전략 로드맵을 업데이트했다. 일본 개발 은행은 일본 중앙 정부의 재생 에너지, 수소 및 관련 문제에 관한 정부 각료 위원회의 지도 하에 2021 년까지 80 개의 수소 충전소 건설을 목표로 하는 Japan H2 Mobility 를 위한 기업 컨소시엄에 합류했다. 부처간 전략 혁신 촉진 프로그램(SIP)의 에너지 운반체 이니셔티브는 2014-18 년 작업 프로그램을 마무리하고 다음 단계를 지원하기 위해 친환경 암모니아 컨소시엄을 개시했다.</p>
한국	<p>버스, FCEV 및 충전소를 대상으로 2022 및 2040 수소 경제 로드맵을 발행하고 2025 년까지 모든 상용차를 수소로 전환하는 비전을 발표했다. 충전소에 대한 재정적 지원을 제공하고 허가 요건을 완화했다. 수소 경제를 위한 기술 로드맵을 발표했다.</p>
네덜란드	<p>수소 로드맵을 발표하고 네덜란드 기후 협약에 수소에 관한 장을 포함시켰다. 북서 유럽의 수소에 관한 협력을 지원하기 위해 벨기에, 네덜란드, 룩셈부르크, 프랑스, 독일, 오스트리아가 참여하는 첫 번째 Pentilateral Energy Forum 회의를 이끌었다.</p>

각국의 수소 관련 정부 발표 내용

뉴질랜드	공동 수소 프로젝트를 위해 일본과의 협력 각서에 서명했다. 뉴질랜드 친환경 수소 계획 및 수소 전략 수립을 시작했다. 수소 상용화를 포함한 사업에 투자하는 친환경 투자 기금을 설립했다.
노르웨이	수소 동력 페리 및 해안 노선 선박 개발을 위한 자금을 지원했다.
사우디 아라비아	Saudi Aramco 와 Air Products 는 사우디 아라비아 최초의 수소 충전소 건설을 발표했다.
남아공	수도권 및 도시 주변 지역에서 연료 전지 공공 버스 사용을 촉진하기 위해 친환경 운송 전략의 일환으로 연료 전지 차량을 포함시켰다.
영국	저탄소 수소 공급의 혁신과 Power-to-X 를 포함하는 규모의 저장소 혁신을 위해 2 천만 파운드의 기금을 설립했다. 빌딩용 수소를 포함하여 장기 열 탈탄소화를 달성하기 위한 옵션들에 대한 입증 자료 검토 결과를 간행했다. 영국 천연 가스 네트워크의 일부에서 최대 20 % 수소의 혼합 테스트를 수행하고 있다. 산업 전략 챌린지 기금에서 1 억 7 천만 파운드의 공공 투자로 지원되는 탈탄소화 산업 클러스터 미션을 발표했다.
미국	지질학적 저장 장소에서의 CO ₂ 저장을 보상하는 45Q 세금 공제를 확대, 개선했고, 수소와의 결합을 포함하여 다른 제품으로의 CO ₂ 전환을 보상하는 조항을 추가했다. 캘리포니아는 저탄소 연료 표준을 개정하여 2030 년까지 탄소 강도를 더욱 엄격하게 감소시키고, 충전소 개발을 장려하며, CCUS 운영자가 저탄소 수소로부터의 수익 창출에 참여할 수 있도록 했다. California Fuel Cell Partnership 은 중국의 목표와 동일하게 2030 년까지 1,000 개의 수소 충전소와 1 백만 대의 FCEV 에 대한 목표를 수립했다.

수소 경쟁력 확보를 위한 각국의 전략



A Hydrogen Strategy for a Climate-Neutral Europe(2020)

- 2024년 6GW, 2030년 40GW 수전해 설치 후 그린수소 활용을 전 산업 분야 확대
- 2030년 수전해 설비 투자 420억 EUR, 수소의 운송 · 저장 · 충전에 650억 EUR 투자



National Hydrogen Strategy(2020)

- 2030년, 2040년 각각 5GW 수전해 설치 / 기존 R&D 예산에 수소시장 70억 EUR, 수소 수입 20억 EUR 추가

투자



National Hydrogen Strategy(2020)

- 2030년 6.5GW 수전해 설치 / 70억 EUR 투자(R&D 부분 6,500백만 EUR)



Hydrogen Economy Roadmap(2020)

- 수소경제 실현을 위한 수소 생산 · 운송 · 저장 전주기 산업화 투자 계획(최종 목표: \$2/kg)
- 2030년 수소차 530만 대, 수소충전소 5,600개, 일자리 50만 개 창출 / 2025년 \$13억, 2030년 \$80 투자



National Hydrogen Strategy(2019)

- 한국, 일본, 중국 수출을 목표로 수소산업 집중 육성
- 2025년 수소 대량생산 기반 확립 및 실증 / 수소재생에너지기구(ARENA), 수소 R&D AUD30억 투자(2021



수소 기본전략(2017), 수소·연료전지 전략 로드맵(2019)

- 저비용 수소 공급체계 구축, 2030년 수소 ¥220/kg 목표
- 해외 수소 생산 · 공급 네트워크 개발(호부, 브루나이 등)

그들이 우리에게 던지는 고민

- 수소를 어디에, 어떻게 사용할 것인가, 그리고 왜 그렇게 하려고 하는가
- 수소를 생산할 수단을 갖고 있는가 혹은 생산하지 않더라도 수소를 공급할 방법은 무엇인가
- 수소를 저장하고 운송할 수 있는 현실적인 방안을 찾을 수 있는가
- 장벽 해결을 위한 R&D에 집중해 성과를 만들어낼 전문인력이 있는가 혹은 국제 네트워크가 있는가
- 투자 여건을 조성하고 산업 생태계가 형성되어 진화할 수 있도록 고민하고 있는가
- Input과 Output, Outcome을 구분하여 평가하고 있는가
- 국가 간 수소 거래에 대한 가능성과 파트너십에 대해 진단하고 있는가
- 수소와 관련한 공공안전 문제에 대해 분석하고 해결 방안을 모색하고 있는가
- 수소 연료전지, 수소충전소 건설에 대한 사회문화적 수용성을 확보할 수 있는가
- 수소경제에 대해 사회적으로 공감대를 형성하고자 어떠한 노력을 하고 있는가
- 수소와 수소경제가 다른 정책과 유기적으로 연계되어 시너지 효과를 낼 수 있는가
- 바람직한 미래사회로 나아가기 위한 수소경제 실현을 장기 프로젝트로 선정하고 준비하고 있는가
- 전 세계 수소 경제에 경쟁력을 발휘하기 위한 대한민국만의 수소경제 실험은 무엇인가

수소경제 준비를 위해 생각해야 할 것들

- 수소경제는 현재가 아니라 미래사회를 준비하는 것이다.
- 그렇기 때문에 장기적인 계획이 필요하며, 단계적인 실행이 중요하다.
- 그렇기 때문에 흔들림없이 그러면서도 탄력적으로 장기 프로젝트를 끌고 갈 주체가 있어야 한다.
- 현재의 기술을 전제로 할 때 수소를 에너지로 사용하려면 다른 에너지가 필요하다는 사실을 기억해야 한다.
- 보조금만으로는 오래 갈 수 없으며, 민간 투자가 활발하게 일어날 수 있는 여건을 만들어야 한다.
- 수소경제를 실현하기 위한 과정에서 얻을 수 있는 것과 감내해야 할 것을 분명히 하고 이에 대한 사회적 공감을 확산해 나가야 한다.
- 수소는 에너지가 아니라 경제 정책 차원으로 접근해 나가야 한다.
- 그리고 수소경제는 실현해 나가는 과정으로 끝날 수 있다는 것을 염두에 두어야 한다.
- 가장 중요한 한 가지, 이러한 논의를 지속적으로 함으로써 버리고, 채우고, 진화해 가야 한다.



이제 본격적으로 이야기를 시작해 볼까요?

