

KB 지식 비타민

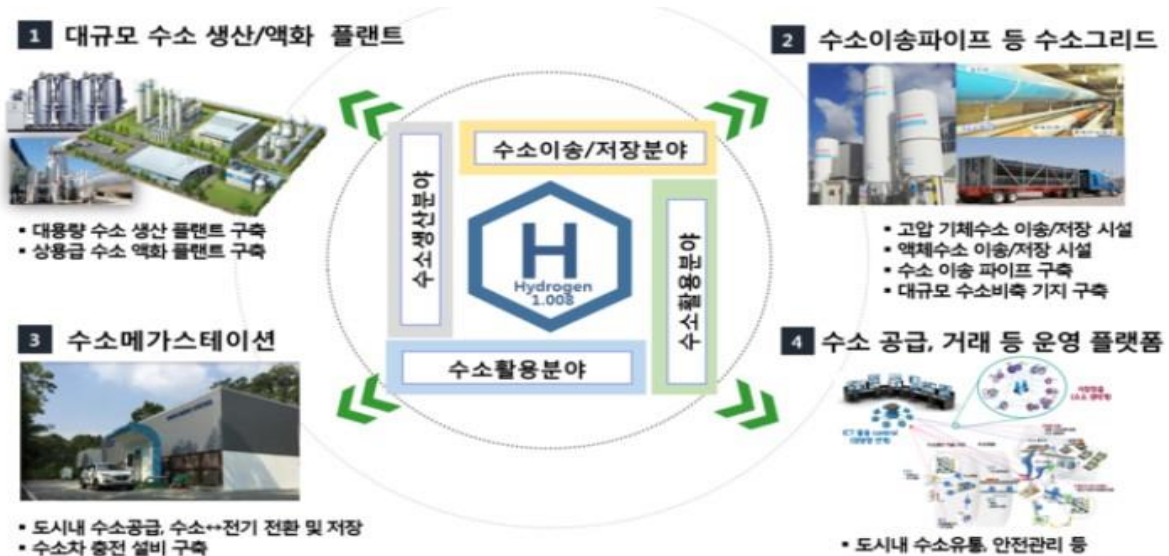
: 미세먼지로부터 자유로운 도시, 수소도시의 미래

- 친환경 수소경제에 대한 정부의 관심 증가
- 수소도시의 개념
- 국내외 추진 현황
- 수소도시의 미래와 향후 전망

< 요약 >

- 정부는 미세먼지 등 환경문제 해결의 대안 중 하나로 주요 정책분야에서 친환경 수소경제를 핵심과제 선정하고 세부적인 계획을 제시
 - 기획재정부의 「3대 전략투자 분야」, 산업통상자원부의 「수소경제 활성화 로드맵」, 국토교통부의 「7대 혁신기술」에서 수소경제를 포함하며, 수소경제 활성화를 위한 정부의 관심 증가
- 수소도시란 수소를 에너지 공급원으로 사람들의 생활에 직접 연결하여 친환경적인 수소생태계를 구축한 도시
 - 지속가능한 친환경 수소도시의 확산을 위해 수소의 생산부터 이송/저장을 거쳐 활용까지 전 주기에 걸쳐 수소의 이용이 가능한 수소생태계 구축이 목적
 - 주요 구성으로는 수소모빌리티, 수소에너지, 수소생산, 수소유통체계가 존재

[수소도시 구현을 위한 인프라 시설]



자료: 월간수소경제

- 국내외 정부 및 국제단체는 친환경 수소에너지를 이용한 수소경제 활성화 추진
 - 국내 정부에서는 「수소경제 활성화 로드맵」을 통해 2040년까지 단계적으로 수소경제를 단계적으로 확대하는 방안을 발표
 - 일본을 포함한 유럽 등 국가에서도 정부 차원의 수소경제 활성화를 위한 노력을 지속하고 있으며, ‘수소위원회’라는 국제 단체를 구성하여 수소연료 상용화를 주도
- 환경문제와 자원고갈 문제로 친환경 에너지인 수소에너지의 수요와 관심은 증가하고 있으며, 이에 따라 정부 차원의 지속적인 수소에너지 접근이 필요
 - 수소에너지는 국제적으로 아직 성장초기 단계로 초기 인프라 구축 및 기술개발 비용이 많이 요구되기 때문에 국제적인 경쟁력 확보를 위한 장기적이고 지속적인 정부의 관심 필요
 - 다만, 수소의 안전성, 추진 방향성 등의 점검이 요구됨

■ 친환경 수소경제에 대한 정부의 관심 증가

○ 미세먼지는 각종 질병을 야기하는 대기오염물질로 최근 가장 높은 수치 기록

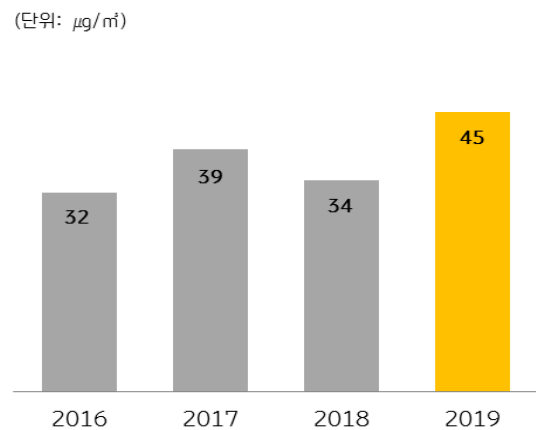
- 미세먼지란 우리 눈에 보이지 않을 정도로 아주 가늘고 작은 먼지 입자를 의미하며 각종 폐 질환 등을 유발할 수 있음. 또한 이 중에 총 지름이 $2.5\mu\text{m}$ 이하(미세먼지의 1/4)를 초미세 먼지로 구분하고 이러한 초미세먼지는 미세먼지보다 훨씬 심각한 질병을 야기함
- 대부분의 사람이 기상예보 및 어플리케이션을 통해 미세먼지, 초미세먼지의 농도 확인하는 등 미세먼지 농도는 생활과 매우 밀접한 관계를 유지
- 최근 3월 서울의 초미세먼지 농도는 m^3 당 $45\mu\text{g}$ 으로 측정 이래 가장 높은 수준을 기록하며 심각성이 지속됨
- 이에 따라 정부는 미세먼지 등의 환경문제 해결 대안 중 하나로 수소경제에 대해 관심 증가

[그림 1] 미세먼지 예보 어플



자료: 미세먼지

[그림 2] 3월 평균 초미세먼지 농도



자료: 환경부 국립환경과학원

○ 기획재정부는 2018년 8월 13일 혁신성장 전략투자 방향을 발표하며 데이터(블록체인·공유경제), AI와 함께 수소경제를 플랫폼 경제 구현을 위한 3대 전략투자 분야로 선정

- 에너지 패러다임 전환, 에너지 안보, 미래산업 육성을 위한 핵심 플랫폼으로 수소경제의 중요성을 인지하고 수소차·연료전지 등 세계적 기술을 보유한 이점을 바탕으로 장기적인 수소경제의 로드맵을 수립 후 수소경제 선도국 위치 선점이 목표
- 수소를 미래 친환경 에너지로서의 「생산·저장/운송·활용」 단계별 수소 밸류체인 구축을 통한 수소 생태계 조성 및 생산거점 구축으로 수요기반 확충을 주요 추진과제로 제시

○ 산업통상자원부는 「수소경제 활성화 로드맵」을 발표하며, 본격적인 수소경제 활성화 추진

- '18년 9월 관계부처 및 민간전문가가 참여한 수소경제 추진위원회는 약 3개월의 의견수렴과 연구·분석 등을 통해 로드맵 준비하였으며, '19년초부터 관계부처 협의를 거쳐 논의
- 수소차와 충전소 구축, 수소에너지의 전환 확대, 수소공급 증가, 수소유통체계를 확립하고 전주기 안전관리 체계 확립 및 수소산업 생태계를 조성하는 것이 주요 내용
- 아직 명확한 선두가 없는 수소경제분야에서 일본, EU 등 해외의 수소경제 추진 현황을 참조하고 우수한 한국의 기술력을 바탕으로 수소경제 선도국가로 도약하는 것을 비전으로 제시

[그림 3] 정부 3대 전략투자분야



자료: 기획재정부

[그림 4] 수소경제 활성화 로드맵

세계 최고수준의 수소경제 선도국가로 도약				
수소차·연료전지 세계시장 점유율 1위 달성				
화학연료 자립 반국에서 그린 수소 선유국으로 진입				
	2018년	2022년	2040년	
목표	수소차 (수용)	1.8만대 (0.9만대)	8.1만대 (0.7만대)	620만대 (200만대)
	연료전지	307MW (1만대)	1.5GW (1000대)	15GW (8000대)
	가정·건물용 연료전지	7MW	50MW	2.1GW
	수소 공급	13만톤/년	47만톤/년	526만톤/년 이상
수소 가격	-	6,000원/kg	3,000원/kg	
기본 방향	전주기 안전성 확보		활성	홍수·홍건 산업생태계 조성
추진 전략	수소경제 준비기 (18~22)		수소경제 확산기 (22~30)	
	수소경제 선도기 (30~40)			
	수소경제 준비기		수소경제 확산기	
인프라 투자	<ul style="list-style-type: none"> 수소산업생태계 조성 저장 인프라 구축 및 보급 확대 수소안전관리 체계 강화 		<ul style="list-style-type: none"> 수소이용 기반 확대 대규모 수소 공급 시스템 구축 수소안전관리 체계 강화 	
	<ul style="list-style-type: none"> 저장 및 유통망 확충 대규모 인프라 투자 혁신기술 내재화 투자확대 		<ul style="list-style-type: none"> 산업생태계 보완 국제표준 선형 상업적 생산 체계구축 수소·바이오·수소연료구축 	
인력 확보	<ul style="list-style-type: none"> 수소·수소·수소 수소·수소·수소 수소·수소·수소 		<ul style="list-style-type: none"> 수소·수소·수소 수소·수소·수소 수소·수소·수소 	
	<ul style="list-style-type: none"> 수소·수소·수소 수소·수소·수소 수소·수소·수소 		<ul style="list-style-type: none"> 수소·수소·수소 수소·수소·수소 수소·수소·수소 	

자료: 산업통상자원부

○ 국토교통부는 업무계획의 7대 혁신기술로 수소경제를 포함

- '19년 3월 8일 국토교통부에서 전방위적인 혁신과 지역투자 확대를 통해 혁신성장과 국민 삶의 질 개선을 위한 혁신 성장 5개 중점 추진과제를 발표하며, 그 중 첫번째를 7대 혁신기술 확산과 건설·운수 주력 산업의 체질 개선으로 추진
- 7대 혁신기술 확산의 첫번째로 수소경제를 꼽았으며, 수소 대중교통과 수소 도시를 양대 플랫폼으로 수소 경제 생태계를 통한 친환경적인 자생적 성장을 목표로 설정
 - 수소버스 충전/정비 기반시설을 갖춘 복합환승센터를 구축하고 주요 거점에 수소충전소 등의 인프라를 확충
 - 「수소 에너지 기반 시범도시」를 선정하여 도시 단위로 생산부터 관리, 활용으로 자체적인 수소 에너지 체계 구축

¹ 산업통상자원부에서 2018년 9월 ①생산 ②저장·운송 ③활용(수송) ④활용(발전) 4개 분야의 전문가 100여명으로 구성하였으며, 산업부 차관이 위원장을 맡음

[그림 5] 2019년 국토교통부 업무계획의 7대 혁신 기술



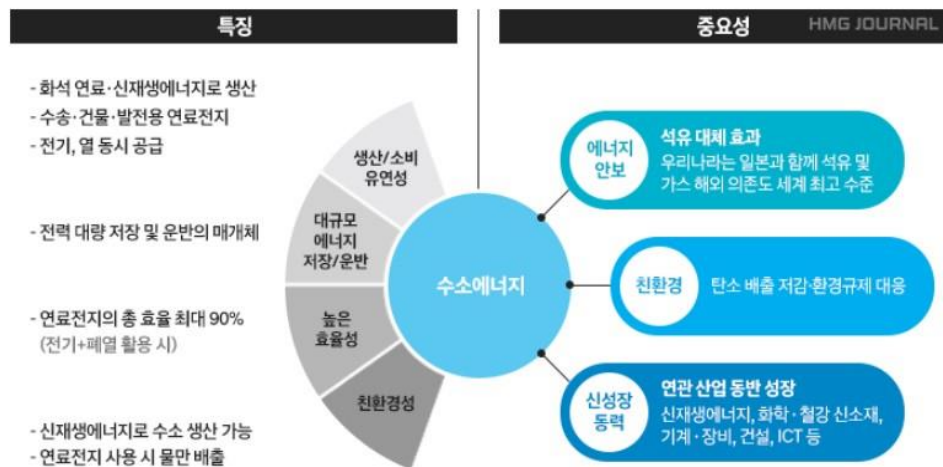
자료: 국토교통부

■ 수소도시의 개념

○ 수소는 미래 친환경 에너지원으로서 다양한 특징과 중요성을 갖고 있는 에너지

- 연소시 극소량의 질소와 물만 생성되고, 화석연료와 달리 CO₂ 등 오염물질 배출이 없음
- 물이나 유기물로부터 다양한 에너지원 방식으로 생산 가능하며, 사용 후 다시 물로 바뀌어 재순환이 가능한 선순환 구조의 무제한 활용 가능
- 일반연료, 수소자동차/비행기, 연료전지 등 현재의 에너지 시스템에서 사용되는 대부분의 소비 분야에 이용이 가능

[그림 6] 수소에너지의 주요 특징과 중요성



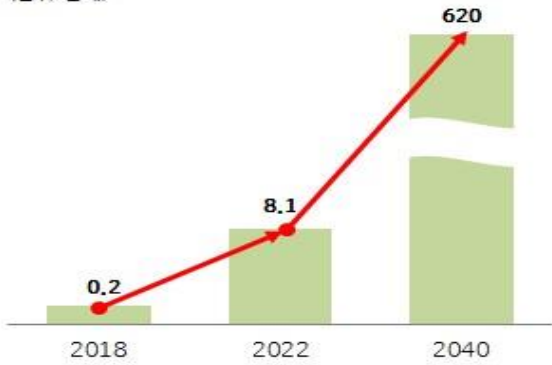
자료: HMG JOURNAL(맥킨지 Hydrogen Meets Digital 자료 인용)



프로젝트 추진

[그림 9] 수소차 확대 계획

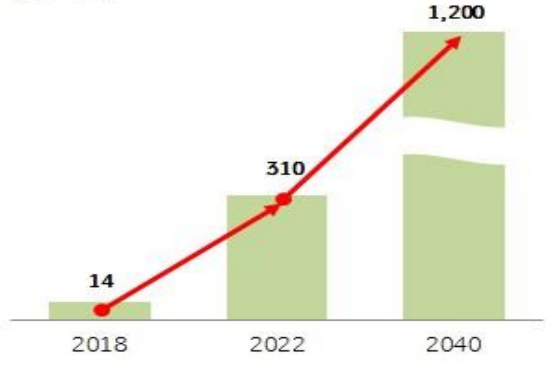
(단위: 만대)



자료: 산업통상자원부

[그림 10] 수소충전소 확대 계획

(단위: 개소)

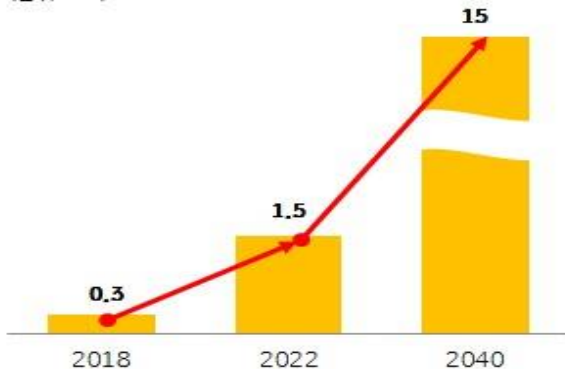


자료: 산업통상자원부

- 발전용 연료전지와 가정·건물용 연료전지를 단계적으로 크게 확대
 - '18년 발전용 연료전지 307.6MW, 가정·건물용 연료전지 5MW를 '40년까지 발전용 연료전지 15GW, 가정·건물용 연료전지 2.1GW로 확대
 - 대규모 발전이 용이한 수소가스터빈 기술개발 및 실증을 통해 '35년경 상용화 추진

[그림 11] 발전용 연료전지 보급 계획

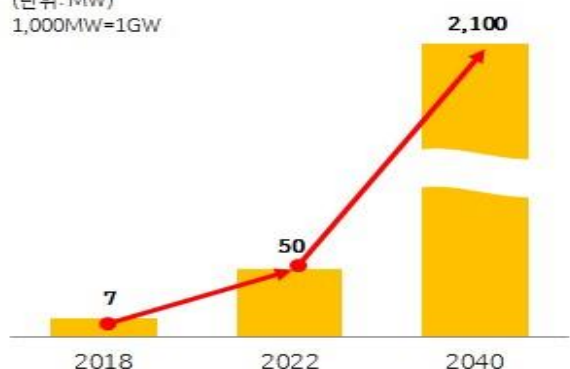
(단위: GW)



자료: 산업통상자원부

[그림 12] 가정·건물용 연료전지 보급 계획

(단위: MW)
1,000MW=1GW



자료: 산업통상자원부

- 수소에너지의 공급량 증가 및 가격 인하 유도
 - 석유화학 공정에서 나오는 부생수소와 천연가스 등을 변환하여 얻은 추출수소 공급방식에서 물을 전기분해하여 수소를 추출하는 수전해 방식으로 전환을 위한 기술력 확보
 - 한편 해외수소생산 거점 구축 등을 통한 공급방식으로 패러다임을 전환하면서, '18년 수



소 공급량 13만톤에서 '22년 47만톤, '40년 526만톤까지 확대 추진

- 대량 안정적 공급으로 현재는 정책가격인 8,000원/kg의 수소가격을 '22년에 시장화 초기가격으로 6,000원/kg, '30년 4,000원/kg, '40년 3,000원/kg 이하로 하락을 유도하여 수소에너지 활성화에 기여

• 안정적이고 경제성 있는 수소유통체계 확립

- 고압기체 외에 액체, 액상, 고체 등 저장방식 다양화를 통한 효율화 추진
- 고압기체수소 튜브트레일러 경량화를 통해 수소의 운송비를 절약하며, 시범도시의 파이프라인 건설을 시작으로 장기적으로 파이프라인 전국망 구축을 통한 대규모 유통망 확립
- 대량수소의 생산/공급을 위한 '거점형·분산형 수소생산기지' 30여개 구축 계획

• 「수소 에너지 기반 실증형 시범도시」 지정

- '19년 내에 수소 수급 여건, 도시규모 등을 고려하여 시범도시 모델을 구현하기에 적합한 지자체를 공모방식으로 3곳 내외를 선정
- 마을·도시 단위로 주거·교통·산업에서 수소에너지의 생산-관리-이용체계 구축 실증
- 수소도시의 효율적 조성과 운영을 위하여 기존의 규제를 완화하는 내용과 함께 신규법안(가칭)「수소도시법」 제정 검토

○ 수소경제 활성화를 위한 국제적인 관심은 지속 증가

• 수소위원회(Hydrogen Council)²의 출범 후 2년만에 회원사 급속도로 증가

'17년 6개국 13개사로 시작하여 '19년 현재 11개국 54개사로 회원사는 4배 이상 증가하였으며, '19년 1월 국내 현대자동차그룹 수석부회장이 수소위원회 공동회장으로 취임

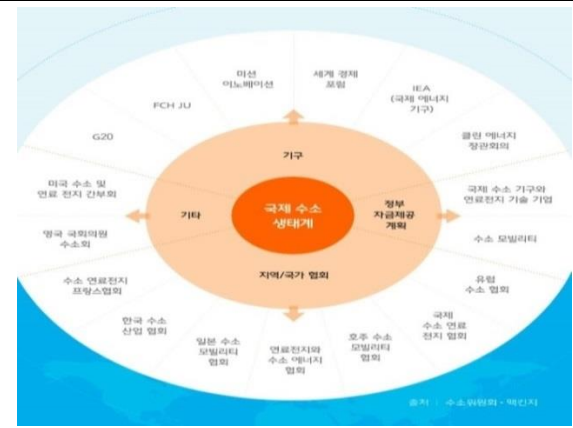
[그림 13] 수소위원회 회원사 증가 현황

[그림 14] 국제 수소 기구 및 협회 구성 현황

² 수소위원회란 2017년 1월 다보스포럼 기간 중 출범하였으며, 전세계적인 차원의 에너지 전환에 있어 수소 기술의 역할을 강조하기 위해 구성된 최초의 글로벌 CEO 협의체



자료: 월간수소경제



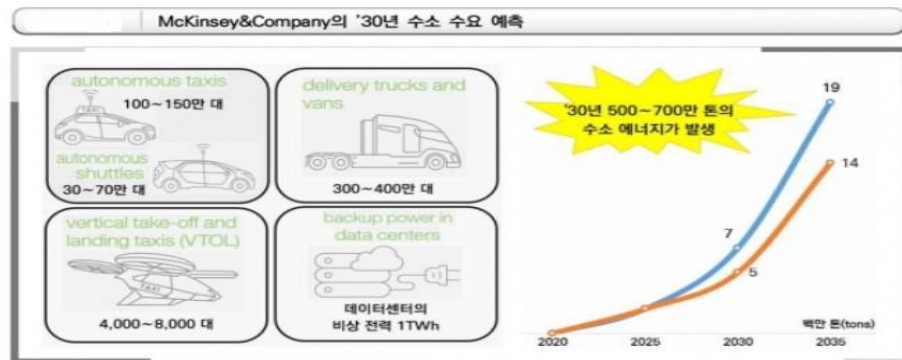
자료: 수소위원회 • 맥킨지

- 일본은 2011년 대지진 이후 가장 먼저 적극적으로 수소에너지에 관심을 보임
 - '14년 '수소사회로의 전환'을 선언 후 '17년 최초로 국가 차원의 '수소기본전략'을 수립
 - 수소전기차 이외에도 발전소, 연료전지 등 다방면에서 수소에너지를 사용하고 있으며, 2020년 도쿄올림픽을 통해 향상된 수소에너지 기술을 선보일 예정
- 독일은 수소관련기술 경쟁에서 우위를 차지하기 위한 정부 차원 강력한 지원
 - '08년 환경부 • 교통부 등의 정부기관과 산업체 등이 포함된 수소에너지 컨트롤타워인 국립수소연료전지(NOW)를 설립 후 지속적으로 수소 국가 인프라를 구축
 - 「H2 모빌리티 프로젝트」를 통해 '23년까지 대도시에 수백개의 수소충전소 구축이 목표
- 영국은 「H21 Leeds City Gate」 시범사업을 통해 도시 전체에서 화석 연료나 전기 에너지를 사용하지 않고 전체 난방량을 100% 수소 에너지로 전환해 사용하는 실험을 단행

■ 수소도시의 미래와 향후 전망

- 미래 친환경 에너지의 사용은 더 이상 선택이 아닌 필수이며, 다양한 미래에너지 중 수소에너지의 수요와 관심 또한 증가할 것으로 보임
 - 급격한 산업화와 함께 화석연료 사용의 증가로 인한 환경문제 및 자원고갈을 해결하기 위해 범국가적 차원의 친환경 에너지의 수요와 관심은 증가하고 있으며, 친환경 기반의 사회 구현을 위한 에너지 패러다임 전환
 - 맥킨지&컴퍼니는 「Hydrogen meets digital」 보고서를 통해 배터리 산업과 함께 이를 연계한 운송 분야가 수소 수요를 촉진할 것으로 전망하였으며, 2050년 수소에너지가 전체 에너지 수요량의 약 18%를 담당할 것으로 예상

[그림 15] 맥킨지&컴퍼니가 예측한 향후 수소 수요 증가량



자료: 맥킨지&컴퍼니

- 미래의 친환경 에너지로서 수소에너지가 가장 중요하다고 단정할 수는 없지만, 최근 국내외 수소경제 활성화 움직임을 보면 수소에너지가 미래의 친환경 에너지로서 중요한 부분을 차지할 것으로 예상됨
- 다만, 수소에너지는 다른 친환경 에너지 산업에 비해 아직 성장단계로 수소경제를 통해 국제적인 경쟁력을 확보하기 위해서는 정부의 지속적인 관심과 연구가 필요
 - 현재 수소경제 추진은 관련 인프라와 연료전지 기술 부족, 경제성·안정성 문제로 인해 단기간에 완성하기는 쉽지 않음
 - 또한, 수소경제의 핵심은 수소인프라 구축과 수소공급인데 이를 안정적으로 공급하기 위해서는 초기비용이 많이 들기 때문에 정부 차원의 장기적인 접근 필요
 - 단기적으로는 수소연료전지를 기반으로 한 수소에너지 교통이 중심이 되고 있지만, 장기적인 관점에서는 수소도시를 기반으로한 지속가능한 수소생태계를 구축이 필요
- 아울러 수소경제에 대한 안정성과 추진 방향성에 대한 지속적인 점검이 필요
 - 수소의 폭발 위험에 대한 불안이 해소되지 않은 시점에서 수소의 안전성 점검은 선결과제
 - 수소경제 정책의 추진 방향 점검
 - 수소경제정책의 달성을 위한 일방적인 숫자 증가가 아닌 국내 현실을 반영한 현실적인 수소경제 활성화 추진이 요구됨
 - 또한 친환경 에너지로서 수소에너지가 다른 친환경에너지의 대안이 아닌 상호 보완적인 미래에너지로서의 인식 필요



<연구원 정종훈(narahuny@kbfk.com) ☎02)2073-5789>