

# 플라스틱과 탈탄소에너지

2023. 09. 08(금)

---

한국표준과학연구원 남승훈

# 목 차

Net Zero 정책

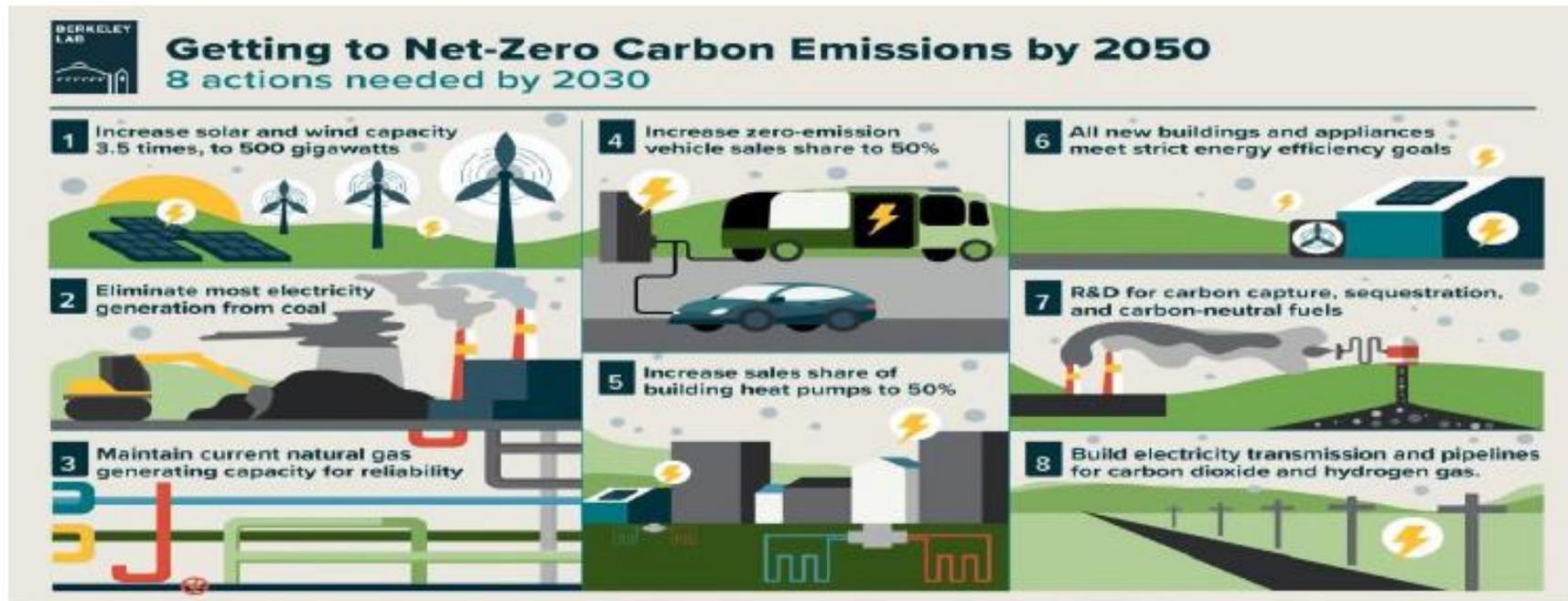
에너지 정책 수립

신재생에너지와 수소

미래 유망 연료

# Net Zero & ESG

□ 탄소중립 부상 : 2050 (USA/EU/Korea/Japan), 2060 (China), 2070 (India)

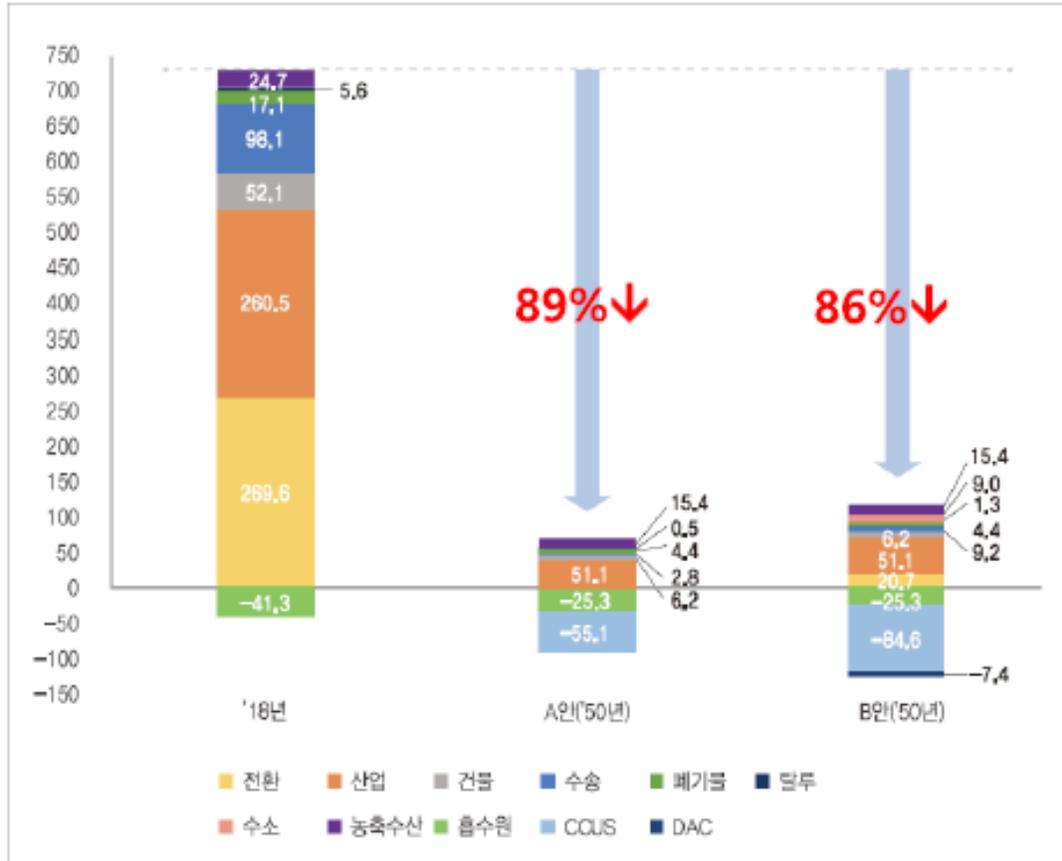


(Source : Carbon Neutral Pathways for the United States - SDSN, Berkeley Lab)

- ⇒ 환경/무역규제 대응 : ESG 경영, 산업 재편/저탄소화
- ⇒ 비즈니스 모델 혁신 : Digital Transformation 중요

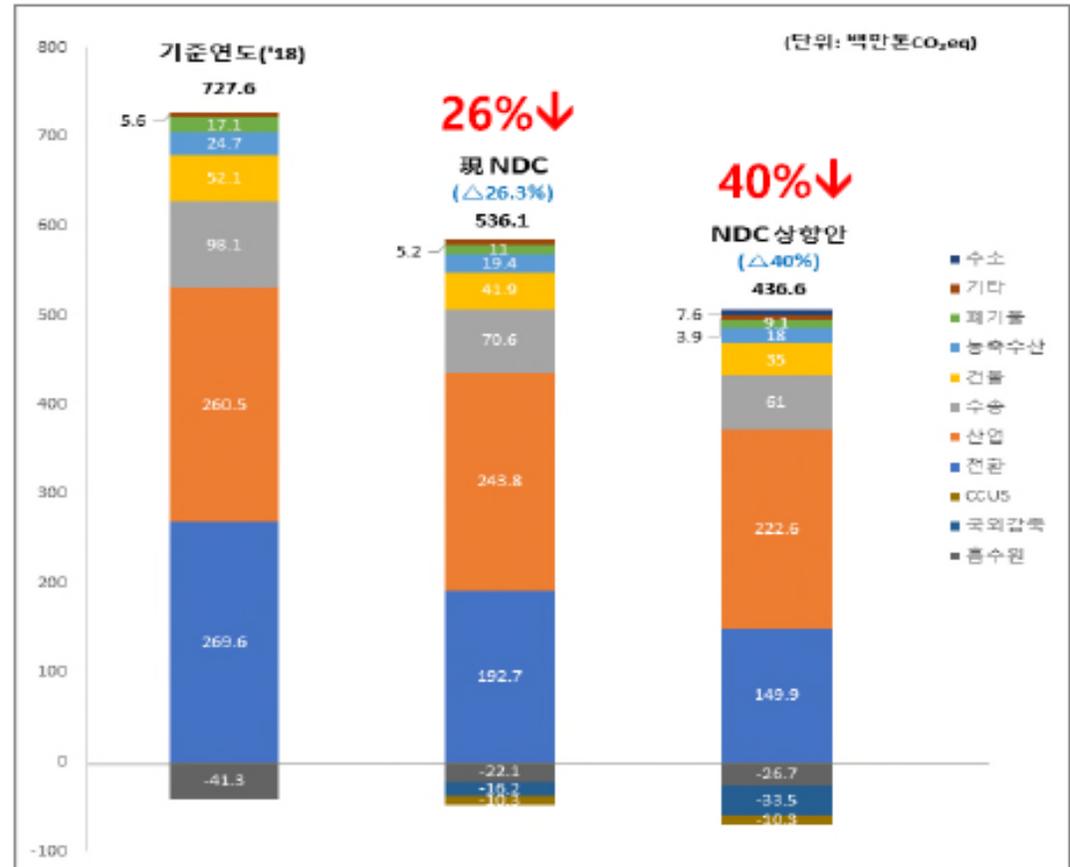
# 2050 탄소중립 시나리오

## 2050 탄소중립 시나리오 (LEDS)



A안 : 화력발전 전면 중단, 무공해차, 그린 수소 생산  
 B안 : LNG 발전 일부 유지, 그레이-블루 수소 일부 생산, e-Fuel 사용

## 2030 국가 온실가스 감축목표 (NDC)



자료 : 탄소중립위원회 (2021.10)

# 부문별 온실가스 배출량

## 한국 및 세계 부문별 온실가스 배출량

(단위 : 백만톤 CO2eq, %)

부문	한 국 (직접+공정배출)		세 계	
	배출량	비중 (%)	배출량	비중 (%)
전환 (발전)	269.6	37.0	13,700	27
산업 (제조)	260.5	35.8	15,810	31
건물 (냉난방)	52.1	7.2	3,570	7
교통·운송	98.1	13.5	8,160	16
농축수산 (사육·재배)	24.7	3.4	9,690	19
폐기물	17.1	2.3		
기타 (탈루,산림)	5.6	0.8		
총배출량	727.6	100.0	51,000	100.0

\* 자료 : GRI· 한국에너지공단 종합 (2018년 기준), How to Avoid a Climate Disaster (Bill Gates, 2021)

\* 한국과 세계 자료 간 단순 비교는 기준 차이 가능성으로 추천하지 않음

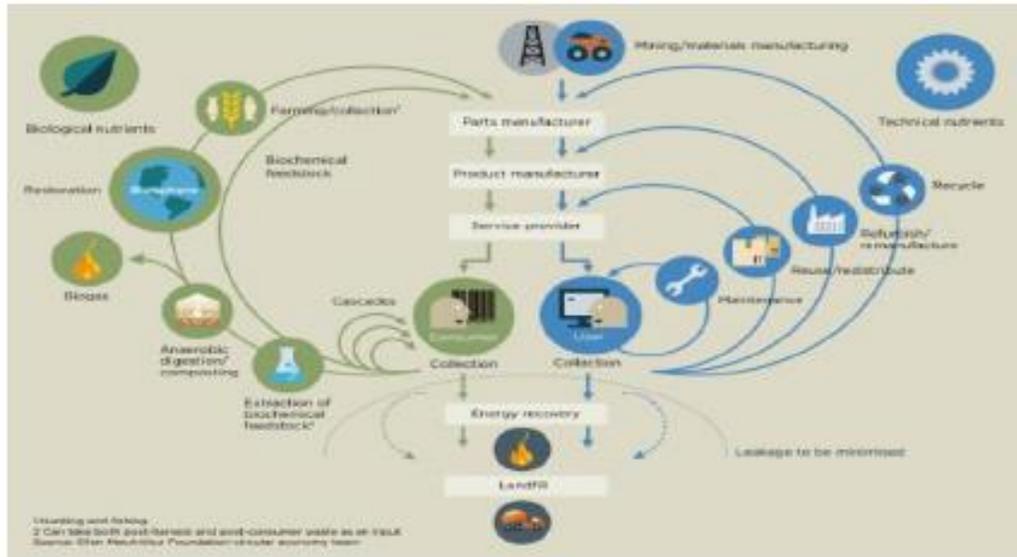
# 탄소중립(Net Zero) 정책

**RE 100**



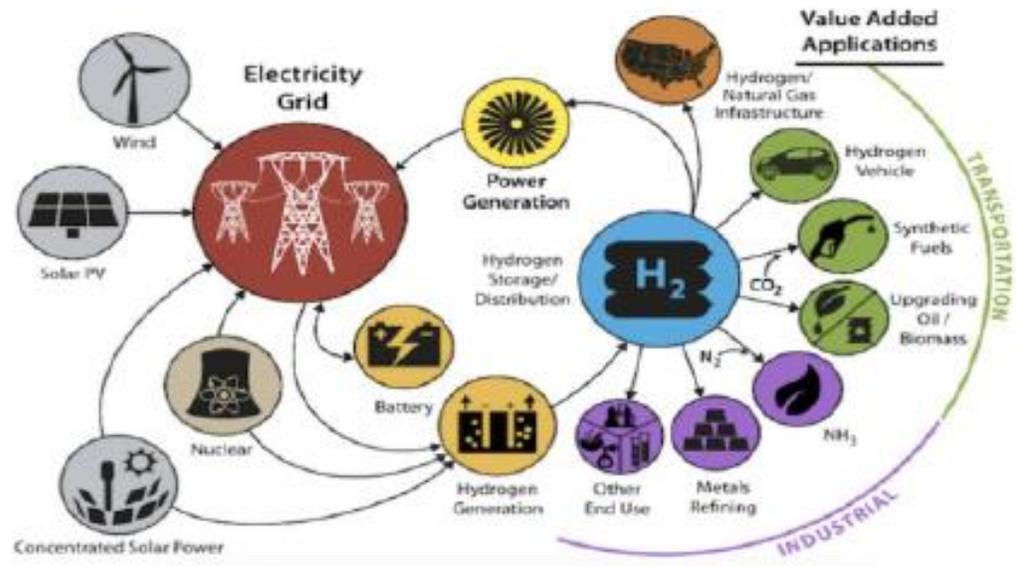
**CF 100**

(Source : Ellen MacArthur Foundation)



순환 경제

(Source : US DOE)



수소 경제

# 폐플라스틱 감소를 위한 세계 정책



Reduce



Recycle



Replace

## Reduce

- Korea : 플라스틱 폐기물 20% 감축(~'25)
- EU : 플라스틱세 도입, 1회용품 단계적 감축(' 21~)
- USA : 주별 일회용품 금지('15~)
- China : 1회용품 단계적 감축('21~)

## Recycle

- Korea : 재활용률 70%까지 확대 (~'25)
- EU : 재활용률 100% 달성 (~'40)
- Japan : 재활용률 100% 달성 (~'35)

## Replace

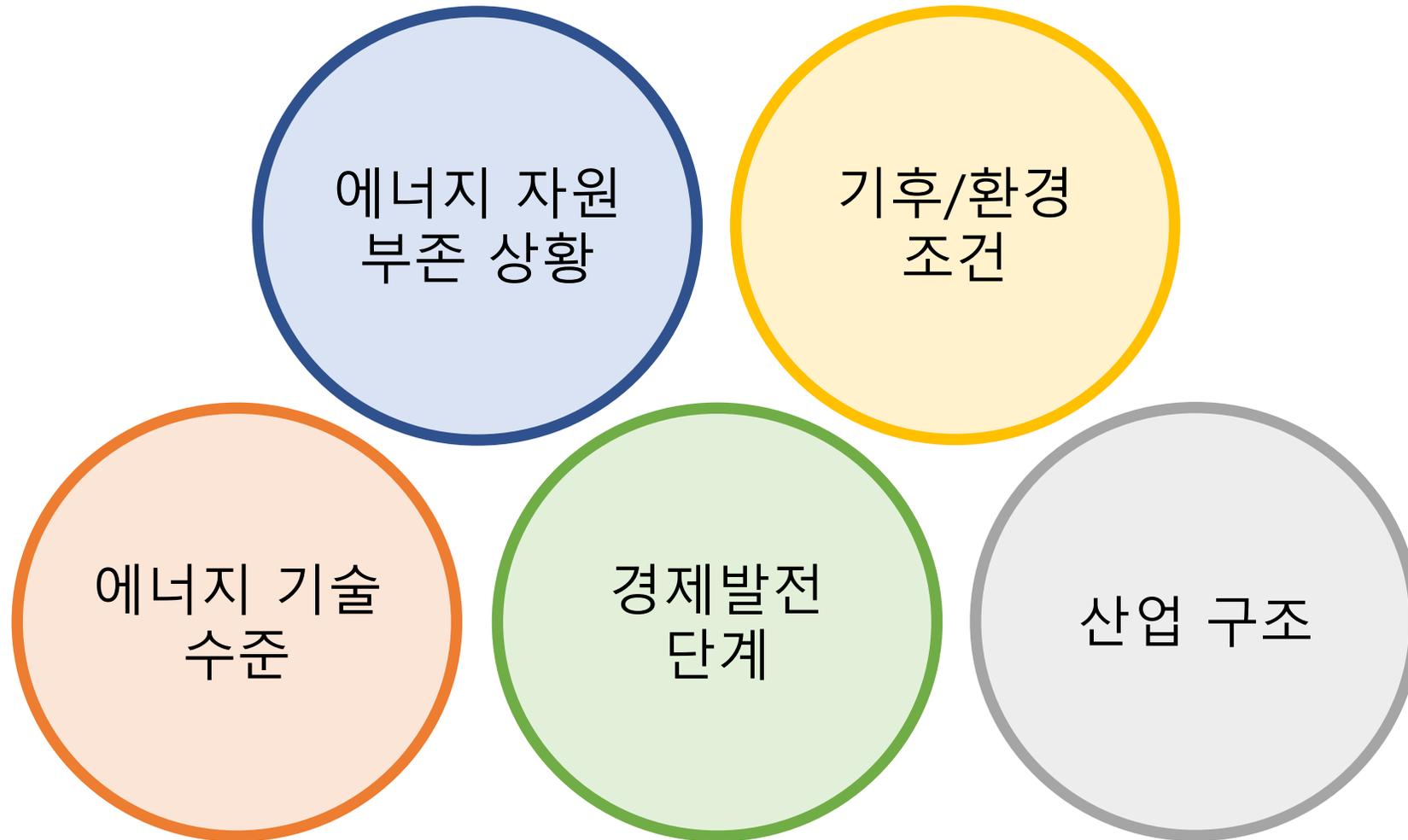
- Korea : 바이오플라스틱으로 단계적 감축 (~'50)
  - 혼합바이오플라스틱 제한 사용 (~'30)
  - 100% 바이오플라스틱 대체 (~'50)

# 순환경제에서의 폐플라스틱



(Source : BASF)

# 에너지 정책 수립



## I 탄소발전 대체 과학기술 혁신

- 에너지 믹스(에너지 하모니): 재생에너지 + 원자력 주축
- 에너지 계획 재정립: 에너지 믹스 최적화
  - 재생에너지 기술 자립 & 혁신
  - K-원전: SMR & 원전폐기물 처리
  - ESS(에너지 전환에 따른 부족에너지)
  - 전력망 지능화(전력원 분산화에 따른)
- 수소에너지 & 수전해기술: 공정개선기술
- 폐기물 활용 에너지 발전
- 탄소 포집/저장/매립 기술
- 저탄소에너지 산업 전환
  - 산업구조 개편: 에너지 고소비 산업 → 고효율 산업

# 해외 수소 도입 경제성 분석

## ■ 그린수소 생산 경제성 분석 핵심 요인: 수전해 설비단가 & 재생에너지 발전단가

- 호주 Port Headland 사례: 태양광 \$30/MWh, 풍력 \$40/MWh
- 사우디아라비아 Aqaba 사례: 태양광 \$23/MWh, 풍력 \$36/MWh
- 수전해 이용률: 사우디아라비아 59.6 % (풍력 36.1 %+ 태양광 23.5 %), 호주 60.7 % (풍력 38.9 %+ 태양광 21.8 %)

## 액화 수소 (운송체 합성)

- 1차 냉각: 13→30 bar까지 압축, 액체질소 냉매제 활용
- 2차 냉각: -253 °C까지 냉각, 헬륨 냉매제 활용
- 2차 냉각에 큰 에너지 투입, 수소에너지 1/3 전기 투입
  - 전력투입: 현재 10-12 kWh/kgH<sub>2</sub>, 2050 6 kWh/kgH<sub>2</sub>

## 액화 수소

- 2030 액화수소 도입가
  - (Scenario 1) 액화투입전력 8 kWh/kgH<sub>2</sub>, 신재생
    - \* 사우디: \$5.8/kgH<sub>2</sub> & 호주: \$5.5/kgH<sub>2</sub>

# 암모니아 연료 활용

## 암모니아 CI 엔진

- Compression Ignition Engine(압축점화엔진)
  - 암모니아의 낮은 에너지 밀도
  - 화석연료에 비해 공연비가 낮아 많은 암모니아 필요
  - 암모니아 연소특성: 낮은 세탄가
  - 암모니아 가연성: 연소 촉진제 사용하여 개선
    - \* 연소촉진제: 디젤, 가솔린, 수소, 에탄올 ...
- # 암모니아의 느린 화염속도 및 점화 요구사항 보완
  - 암모니아 + 수소 혼합비율: 수소 10 % 최적

## 암모니아 연료전지

- 직접 암모니아 SOFC(고체산화물연료전지) 시스템
  - 암모니아 화학에너지를 전기화학반응 이용하여 직접 전기에너지로 변환
  - 높은 발전 효율(60 % 이상) + CO<sub>2</sub> free 전력 생산
- # 암모니아를 연료로 직접 사용
  - 크래킹하여 생성된 수소를 연료로 이용하는 것보다 경제적

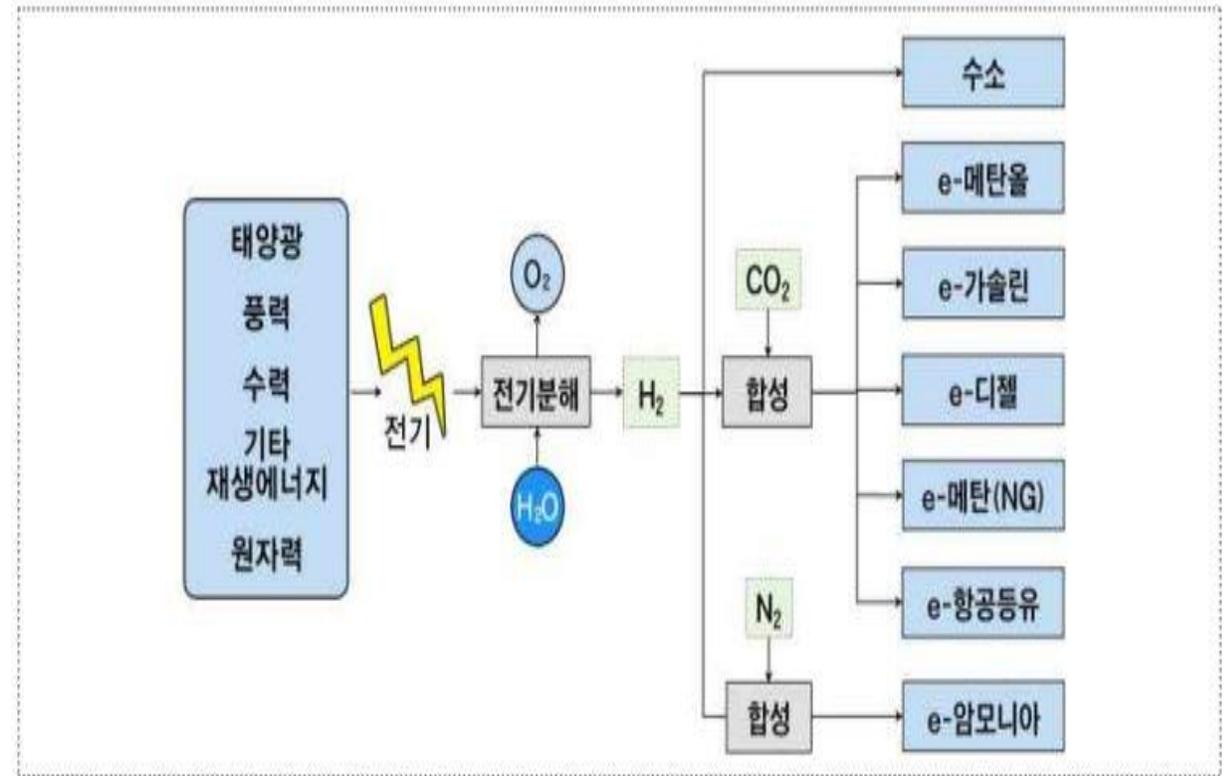
## 암모니아-수소-LPG 연료 물리적 특성 비교

특성	암모니아	수소	천연가스	프로판
인화점	-	-150	-188	-105
자연발화	651	535	595	459
점화에너지	1,910,767	2,627	66,877	59,711

특성	암모니아	수소	천연가스	프로판
연소범위	15~28	4~75	5~15	2.2~9.5
연소속도	12	312	40	46
임계온도	132.4	-239.9	-82.95	96
비등점	-33.5	-253	-82.95	-42

# e-fuel 개념도

- 유럽연합은 2035년까지 휘발유차 경유차를 포함한 내연기관 자동차 퇴출 결정
  - 석유 대신 인공 합성연료, 이른바 'e퓨얼'을 쓰는 내연 차량은 허용
- ◆ 이퓨얼은 Electricity-based fuel의 약자로 직역하면 '전기기반으로 생산한 연료'라는 뜻
  - 태양광 또는 풍력 등의 신재생에너지를 통해 물을 전기분해하는 수전해 방식으로 생산한 수소(H<sub>2</sub>)와
  - 화학, 정유회사에서 배출되는 이산화탄소 또는 DAC(Direct Air Capture)처럼 대기 중에서 직접 포집한 이산화탄소를
  - 고온, 고압의 플랜트에서 가스화 반응(축매 반응)을 통해 합성시켜 만든 액체 탄화 수소를 의미
- 이퓨얼(e-fuel)은 물을 전기분해한 수소와 자연계로부터 포집된 이산화탄소를 이용하여 에너지화
  - 결론적으로 이산화탄소 배출과 흡수가 같게 되는 탄소 중립 에너지
  - 현재 이퓨얼 개발 기술은 Fischer-Tropsch 공정을 통한 초기 개발단계
  - 현재 생산비용: 약 5,000원/L 정도



# THANK YOU



NO PAIN NO GAIN!