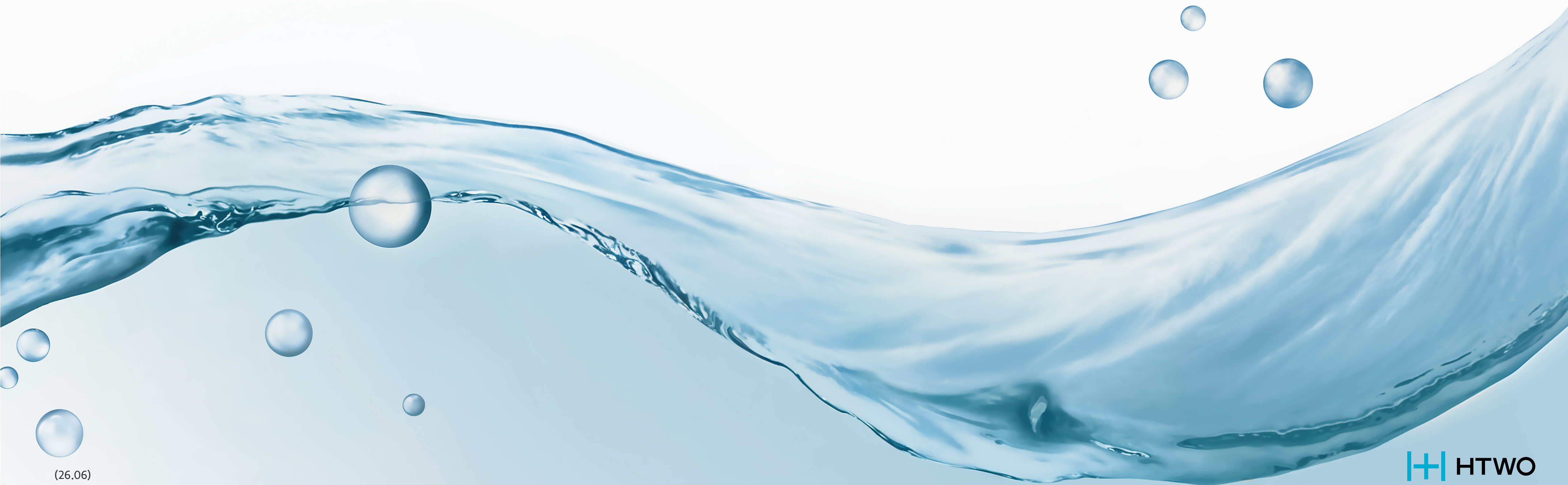


Hydrogen. Born of Everyday, Powering Everyday

# Hydrogen Essentials

## Why hydrogen



(26.06)

Copyright © 2026 Hyundai Motor Company. All Rights Reserved.

# 일상에서 태어나 다시 일상을 움직이는, 지속 가능한 미래를 위한 에너지 캐리어 - 수소

산업혁명 이후 200년 간 인류 문명을 지탱해 온 화석연료는 기후위기와 자원 불평등이라는 한계에 직면해 있습니다. 지속 가능한 미래를 위한 탄소중립 달성이라는 시대적 과제도 우리 앞에 놓여있죠.

이제 질문은 “변화할 것인가”가 아니라 “어떻게 전환할 것인가”이며, 우리는 그 해답을 바로 ‘수소’에서 찾을 수 있습니다.

수소는 단순한 대안이 아닙니다. 우리 인류의 지속가능성을 담보하는 핵심 열쇠입니다.

## 1. 지구를 위한 에너지 캐리어

기술만 있다면 일상의 자원을 활용해 어디에서나 생산할 수 있는 수소는 높은 에너지 밀도와 다양한 저장 방법, 부산물로 물만 배출하는 청정성 등을 장점으로 하는 지속 가능한 미래를 위한 에너지 캐리어입니다.

## 2. 에너지 전환을 앞당기는 힘

수소는 대규모 저장과 장거리 운송이 가능한 에너지 캐리어로 변동성이 큰 재생에너지를 보완하고, 그 활용도를 높여줍니다. 또한 전기 에너지로 대체하기 어려운 철강, 항만, 항공 등 산업 분야에서는 탄소 배출을 저감하는 데 핵심적인 역할을 할 수 있습니다. 이와 함께 친환경 모빌리티의 선택지를 확대하고, 물류 산업의 저탄소 전환을 가능하게 하며, 전력·산업·모빌리티를 유기적으로 연결함으로써 친환경 에너지 시스템으로의 전환을 가속화합니다.

## 3. 에너지 안보를 위한 솔루션

다양한 방식으로 생산할 수 있는 수소는 에너지 수입 의존도가 높은 국가에서도, 에너지원 다변화를 통해 자립성을 높이고, 저장 방식 또한 다양해 전력계통의 유연성을 확보함으로써 안정적인 에너지 공급을 가능하게 하는 핵심 솔루션입니다. 특히 국제 정세 변화로 글로벌 공급망 불확실성이 커지는 가운데, 수소는 에너지 안보와 산업 경쟁력을 동시에 강화할 수 있는 전략적 자원으로 그 중요성이 더욱 커지고 있습니다.

## 4. 수소 사회를 향한 발걸음

에너지 패러다임의 대 전환기에 서 있는 인류. 더 깨끗하고 지속 가능한 미래를 만들어가는 길에 수소는 중요한 역할을 할 수 있습니다. 수소 사회를 향한 발걸음은 이미 시작되었으며, 현대자동차그룹은 그 최전선에서 수소 산업을 이끌고 있습니다. 수소에 대한 우리의 관심과 투자는 더 깨끗한 내일을 맞이하기 위한 초석이 될 것입니다.

# Contents

## 제1장 | About 수소 PG 04 우리가 몰랐던 수소 이야기

- 01. 우주에서 가장 단순하고 풍부한 원소 05
- 02. 가볍지만 강한 에너지 캐리어
- 03. 일상 자원으로부터 생산 가능한 수소 06
- 04. 다양한 방법으로 저장 가능한 수소 07
- 05. 지속 가능한 미래를 만드는 수소 08
- 요약 09

## 제2장 | Why 수소 PG 10 왜 지금 수소인가?

- 01. 더 공정하게 - 에너지 자립과 안보의 초석 11
  - ① 에너지의 지정학적 격차를 줄이는 열쇠
  - ② 탄소중립으로 가는 지름길, 수전해 기반 청정수소
  - ③ 수소로 확장되는 산업 생태계
 부록. 글로벌 수소 시장 전망
- 02. 더 깨끗하게 - 지속 가능한 미래를 위한 선택 16
  - ① 재생에너지가 수소를 만나면
  - ② 친환경 모빌리티 전환도 수소와 함께
  - ③ 수소로만 할 수 있는 일
- 03. 더 빨리, 더 멀리 - 미래 모빌리티 시대의 동반자 20
  - ① 수소연료전지차 - 승용차 부문
  - ② 수소연료전지차 - 상용차 부문
- 요약 24

## 제3장 | 글로벌 에너지 전환 리더, 현대자동차그룹 PG 25

- 01. 현대자동차그룹이 만드는 지속 가능한 수소 생태계 26
- 02. 수소 산업을 이끌어 온 30여 년의 발자취 27
- 03. HTWO - 현대자동차그룹의 수소 사업 브랜드 28
- 04. 생산부터 활용까지. HTWO의 수소밸류체인 29
- 05. HTWO 비즈니스 플랫폼 30
- 06. 주요 비즈니스 솔루션 31
  - ① 수소 생산
  - ② 친환경 물류 사업
  - ③ 항만/공항 탈탄소화
  - ④ 수소 모빌리티
  - ⑤ 수소연료전지시스템 라인업 확장
  - ⑥ 수소 산업 현장 활용-수소버너
  - ⑦ 수소 충전 솔루션
- 요약 40

## 부록 | Q&A PG 41 수소에 대한 궁금증



## 제 1장

# About 수소: 우리가 몰랐던 수소 이야기

- 01 | 우주에서 가장 단순하고 풍부한 원소
- 02 | 가볍지만 강한 에너지 캐리어
- 03 | 일상 자원으로부터 생산 가능한 수소
- 04 | 다양한 방법으로 저장 가능한 수소
- 05 | 지속 가능한 미래를 만드는 수소

# 01 우주에서 가장 단순하고 풍부한 원소

우주 질량의 75%를 차지하는 수소.

수소는 우주에서 가장 풍부하며 동시에 가장 가벼운 원소입니다.

단 하나의 양성자와 전자로 이루어진 수소는

이 단순한 구조 덕분에 주기율표의 첫 번째 자리를 차지하고 있죠.

또한 가벼운 특성 덕분에 공기 중으로 빠르게 확산되어 폭발 위험이 매우 낮은 것도 특징입니다.

수소는 반응성이 높아 자연 상태에서 단독으로 존재하기 보다,

물(H<sub>2</sub>O), 암모니아(NH<sub>3</sub>), 메테인(CH<sub>4</sub>)과 같이 다른 원자와 결합된 형태로 존재하기 때문에

우리는 이들로부터 수소를 추출하여 활용해야 합니다.

## 주기율표\*의 첫 번째 원소, 수소

1 Hydrogen 1.008g/mol  
Atomic Mass

**H**

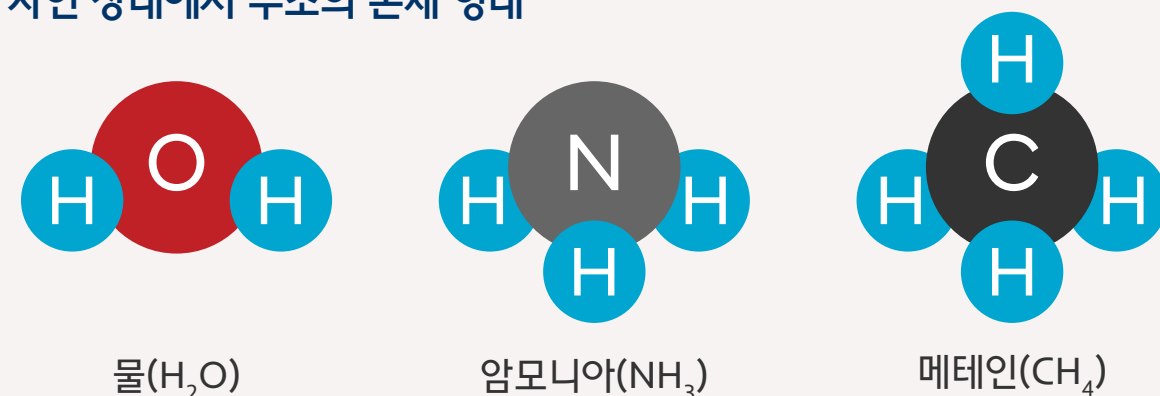
1

\*주기율표 : 원소를 성질에 따라 구분하기 쉽게 배열한 표. 일반적으로 왼쪽에 위치한 원소일수록 원자가 작고 간단하다.

## 수소 구조의 단순함

원소	수소H	산소O	네온Ne	마그네슘Mg
원자 모형				
양성자수	1	8	10	12
전자수	1	8	10	12

## 자연 상태에서 수소의 존재 형태



# 02 가볍지만 강한 에너지 캐리어

수소 1kg에는 약 33.3kWh의 에너지를 담을 수 있습니다.

동일한 에너지를 배터리(0.25kWh/kg)에 담기 위해서는, 무려 130kg에 달하는 무거운 배터리가 필요하죠.

이처럼 수소는 가벼운 무게 안에 많은 에너지를 담을 수 있기 때문에

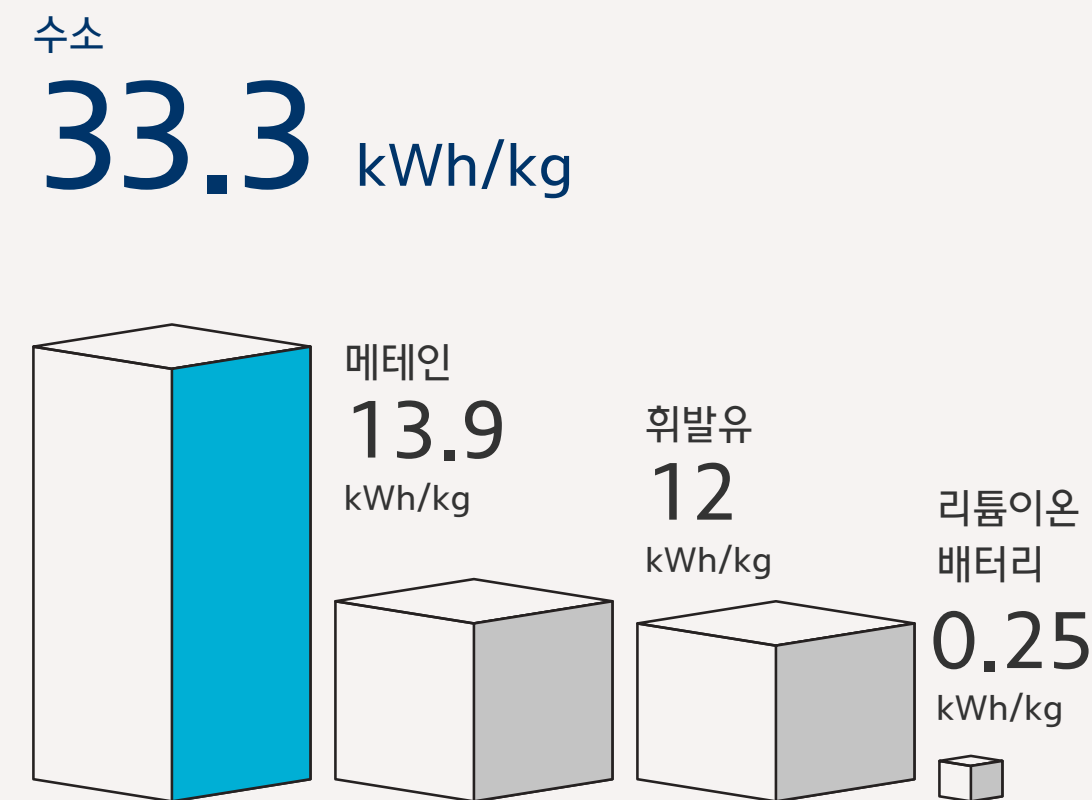
항공기, 우주선 등 무게에 민감한 산업 분야에서 활용하기에 유리합니다.

하지만 상온, 상압 상태에서 기체 수소는 밀도가 낮아(0.0899kg/m<sup>3</sup>) 큰 부피의 저장 공간을 필요로 하죠.

그렇기 때문에 수소를 효율적으로 저장하기 위해서는 고압(700bar 이상)으로 압축하거나,

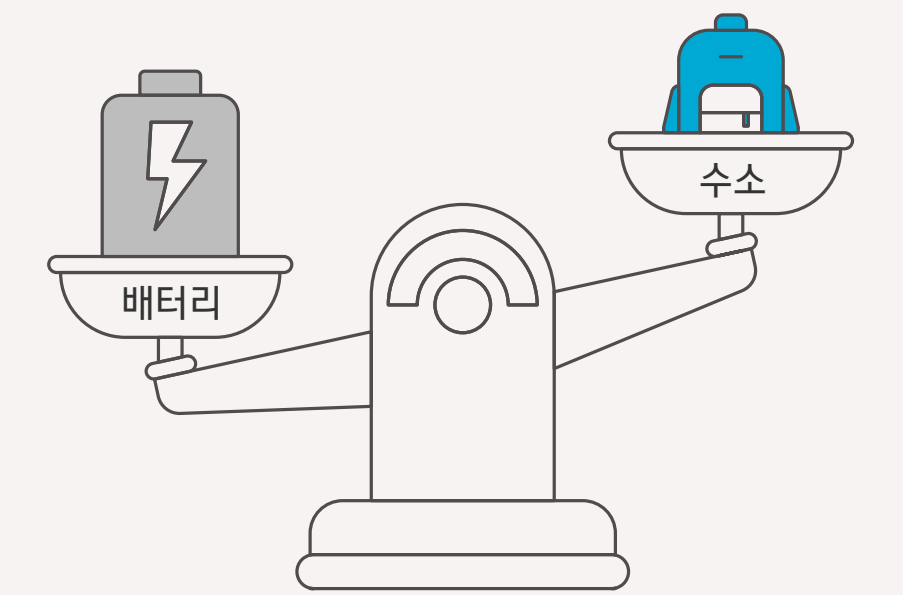
매우 낮은 온도(-253℃)까지 냉각하여 액화시켜야 합니다.

## 단위 무게당 에너지량 비교



## 동일 에너지량을 담기 위한

수소 & 배터리의 무게/부피 비교 (33.3kWh 기준)



\*1kg H<sub>2</sub> in 700 bar

	수소	배터리
무게	1kg	130kg
부피	24L	56L

# 03

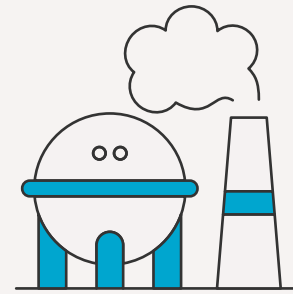
## 일상 자원으로부터 생산 가능한 수소

수소는 우리의 생각보다 훨씬 다양한 방법으로 생산할 수 있습니다. 석탄, 석유, 천연가스와 같은 화석연료로부터 추출하거나, 물을 전기분해하는 수전해 방식은 물론 음식물 쓰레기, 하수 슬러지, 가축 분뇨 등 다양한 유기성 폐기물에서도 수소를 얻을 수 있죠.

이처럼 수소는 우리 생활 속의 다양한 것들로부터 얻을 수 있어 기술만 있다면 어디서나 생산이 가능합니다. 우리가 수소를 생산할 수 있는 다양한 방식들은 다음과 같습니다.

### 수소를 생산하는 다양한 방식

#### 화석 연료 기반



##### 천연가스 개질

천연가스의 주성분인 메테인을 고온, 고압의 수증기와 반응시켜 수소를 추출하는 방식으로 현재 가장 널리 사용되는 수소 생산 기술

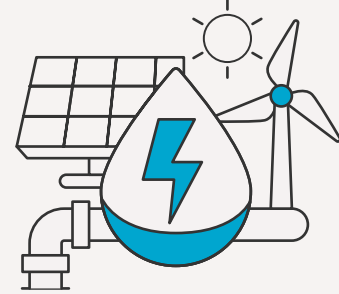
##### 부생 수소

원유 정제, 석유 화학, 제철 공정에서 부산물로 자연스럽게 생성되는 수소를 포집하여 활용

##### 석탄 가스화

석탄을 고온·고압에서 가스화 했을 때 만들어지는 수소를 정제하여 생산하는 방식

#### 전기 기반(수전해)



##### PEM\* 수전해

고분자 전해질막을 이용, 물을 전기 분해하여 수소와 산소를 생산하는 방식. 알칼라인 수전해 대비 높은 전류밀도, 작은 설치 공간, 빠른 응답성이 장점

##### 알칼라인 수전해

알칼라인 전해액\*\*을 이용해 물을 전기분해하는 방식으로, PEM 대비 효율이 낮음

##### 고체산화물 수전해

고체산화물 전해질을 이용해 800℃ 이상의 고온 수증기를 전기분해하는 방식

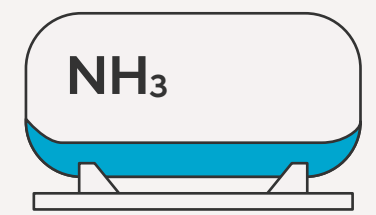
#### 바이오 매스 기반



##### 유기성 폐기물 활용

음식물 쓰레기, 가축 분뇨, 하수 슬러지 등 유기성 폐기물을 통해 얻은 바이오가스를 정제하여 수소를 추출. 폐기물 처리와 수소 생산이 동시에 가능

#### 화학적 운반체 기반



##### 암모니아 크래킹

수소를 분자로 가지고 있는 암모니아를 고온의 환경에서 촉매를 이용해 분해하여 수소를 추출하는 방법

##### 메탄올 개질

메탄올과 수증기를 반응시켜 수소가 풍부한 가스를 얻는 방법

##### 액상 유기 수소운반체(LOHC\*\*\*)에서 추출

수소를 특정 유기 화합물에 화학적으로 결합시켜 액체 상태로 저장 및 운송한 후, 필요시 다시 수소를 추출하는 기술

\*PEM : Polymer Electrolyte Membrane(고분자 전해질막)

\*\*전해액 : 전기화학 반응이 일어날 때 이온이 이동할 수 있도록 도와주는 액체

\*\*\*LOHC : Liquid Organic Hydrogen Carrier, 톨루엔 등의 액체 유기 화합물

#### 차세대 기술

##### 광촉매 수소 생산

빛을 받은 촉매가 물을 화학적으로 분해해 수소와 산소를 만드는 기술로 인공 광합성 원리와 유사

##### 물 열분해

물을 매우 높은 온도에서 분해해 수소와 산소를 얻는 열화학적 기술로, 주로 태양열 집열기나 원자로 열을 활용

##### 플라즈마 기반 메테인 열분해

메테인 가스를 플라즈마 에너지를 이용해 수소와 고체 탄소로 분해하는 기술로, 탄소 배출을 최소화 할 수 있으며 고체 탄소는 산업 소재로 재활용 가능함

##### 광생물학적 수소 생산

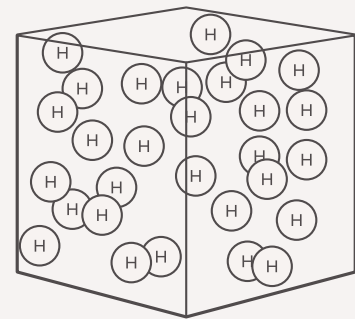
특정 미생물의 광합성 과정에서 수소를 생산하도록 유도하는 기술로, 낮은 온도에서 친환경적으로 수소 생산 가능

# 04 다양한 방법으로 저장 가능한 수소

수소는 가볍고 강력하지만, 기체 상태에서 부피가 크다는 특징이 있습니다. 이에 전 세계의 기술 강국들은 수소의 낮은 밀도 문제를 극복하고 더 효율적으로 저장하기 위한 다양한 방법과 기술을 개발하고 있습니다.

다양한 저장 방식을 통해 장기간, 장거리, 대용량 운송이 가능한 수소는 에너지 독립과 에너지 안보 측면에서 오늘날 많은 국가들로부터 주목받고 있습니다.

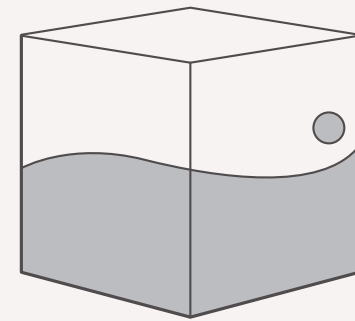
## 수소의 부피당 밀도를 높이는 다양한 저장 기술



### 기체 상태로 압축

대기압의 700배 압력으로 압축. 넥쏘 등 수소전기차에 활용 중

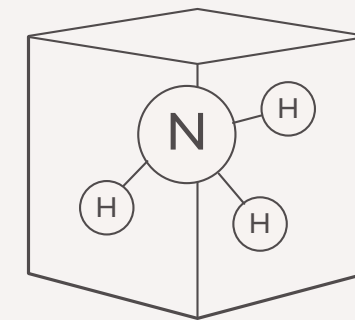
42kg/m<sup>3</sup>



### 액화

-253℃로 냉각하여 액체로 변환. 액화 시 에너지 소모 높으나 장거리/대용량 운송에 용이

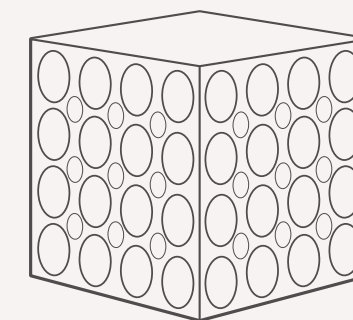
71kg/m<sup>3</sup>



### 변환

암모니아, LOHC 등 액상 화합물로 합성. 기존 운송 인프라를 활용할 수 있으며 장거리/대용량 운송에 유리

121kg/m<sup>3</sup>



### 고체

고체 상태의 물질에 수소를 흡착하거나 화학적으로 결합시켜 저장하는 방식. 부피당 에너지 밀도가 가장 높은 편이며, 저장 안정성이 뛰어나 건설기계 및 잠수함 등에 사용

최대 150kg/m<sup>3</sup>

## 자연 지형을 활용한 수소 저장 기술

### ① 소금 동굴

지하 암염층의 빈 공간에 수소 저장

### ③ 대수층

물이 포함된 다공성 지층에 수소 저장

### ② 고갈 가스/유전

고갈 가스 또는 유전의 빈 공간에 수소 저장

### ④ 암반공동

견고한 암반층을 인공적으로 굴착하여 만든 동굴에 저장

# 05

## 지속 가능한 미래를 만드는 수소

지속 가능한 미래를 만들기 위한 에너지 캐리어로서 수소의 특징은 다음과 같이 요약할 수 있습니다.



# 요약

## · 수소란?

① 주기율표\*의 첫 번째 원소

Hydrogen 1.008g/mol Atomic Mass

② 우주에서 가장 단순한 원소

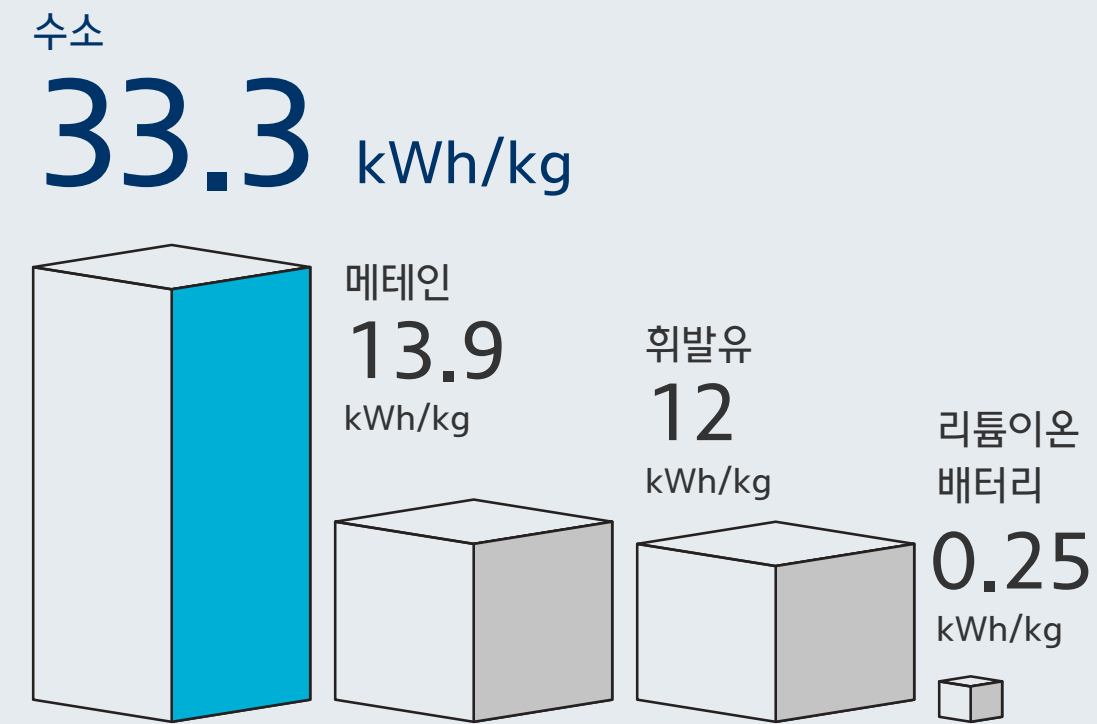
원자 모형

③ 대체로 다른 원자와 결합 상태로 존재

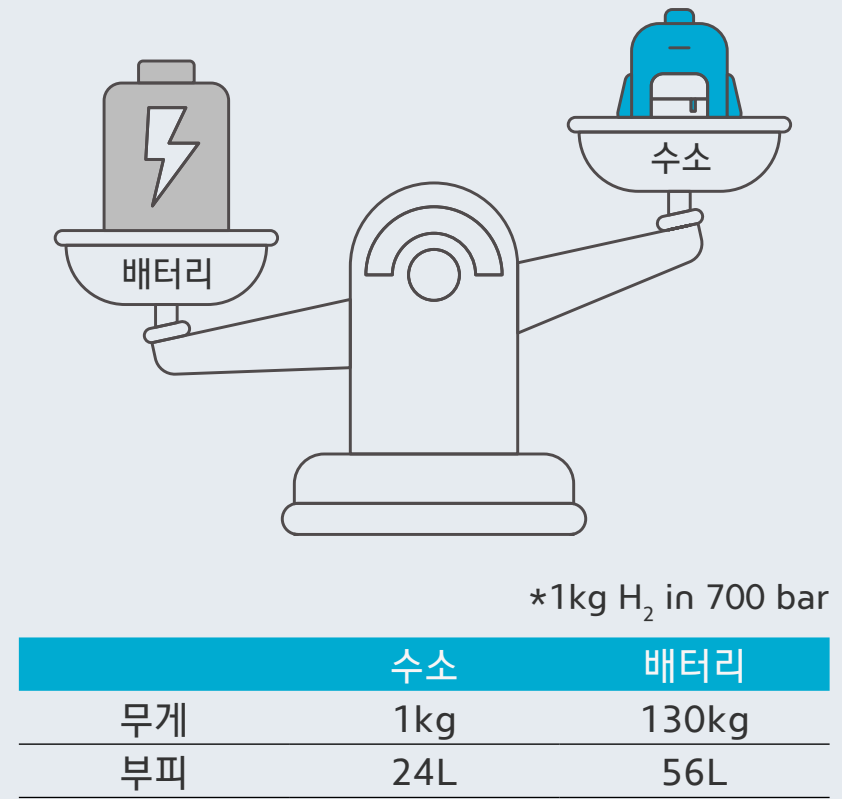


④ 높은 에너지 밀도

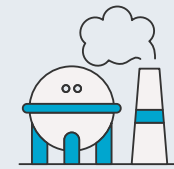
수소 1kg에 담기는 에너지양 = 배터리 130kg에 담기는 에너지양



⑤ 낮은 부피 밀도



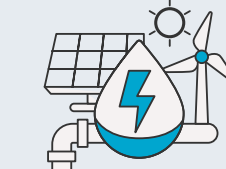
## · 수소의 생산 - 일상 속 다양한 자원을 활용해 생산 가능



① 화석연료 기반 : 천연가스 개질, 부생 수소, 석탄 가스화 등



③ 바이오 매스 기반 : 유기성 폐기물 활용



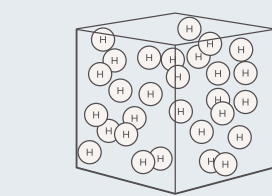
② 전기 기반(수전해) : PEM 수전해, 알칼라인 수전해, 고체산화물 수전해 등



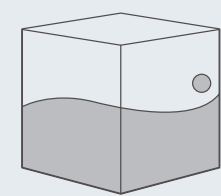
④ 화학적 운반체 기반 : 암모니아 크래킹, 메탄올 개질, 액상 유기 수소운반체(LOHC)에서 추출 등

\* 차세대 기술 : 광촉매 수소 생산, 물 열분해, 플라즈마 기반 메테인 열분해, 광생물학적 수소 생산 등

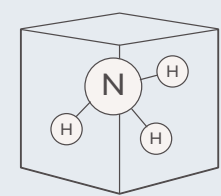
## · 수소의 저장 - 다양한 저장 방법이 존재하며 장기간, 장거리, 대용량 운송에 용이



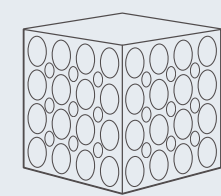
① 기체 상태로 압축



② 액화



③ 변환



④ 고체

\*자연 지형을 활용하는 방식도 존재

## · 수소의 특징 - 지속 가능한 미래를 위한 만능 에너지 캐리어

① 청정성



② 안전성



③ 다재다능함



④ 접근성



⑤ 공정성





## 제 2장

# Why 수소: 왜 지금 수소인가?

- 01 | 더 공정하게 - 에너지 자립과 안보의 초석
- 02 | 더 깨끗하게 - 지속 가능한 미래를 위한 선택
- 03 | 더 빨리 더 멀리 - 미래 모빌리티 시대의 동반자

# 01 더 공정하게 - 에너지 자립과 안보의 초석

오늘날 사회는 에너지를 중심으로 움직입니다. 전력, 산업, 교통, 국방, 통신 등 거의 모든 시스템이 에너지를 기반으로 작동되죠. 사회가 고도화될수록 에너지의 역할과 중요성이 커지지만, 그동안의 에너지는 모두에게 공정하지 못한 경우가 더 많았습니다. 대부분의 에너지가 화석연료에 의존해 왔기 때문에 자원의 매장 분포에 따라 에너지의 지정학적 격차가 발생했고, 더 나아가 국제 정세와 환율, 정치적 갈등 등으로 인해 때로는 안보를 위협하기도 했죠. 탄소배출과 이로 인한 기후변화 등도 에너지 안보를 위협하는 새로운 문제로 등장했습니다.

바로 이러한 시대에, 수소는 에너지 자립과 안보를 위한 새로운 대안으로 주목받고 있습니다. 어디서나 생산할 수 있고, 저장 및 운송이 용이한 수소는 공정한 에너지 시대를 여는 초석이 될 수 있으며, 이를 통해 지정학적 한계를 극복하고, 지속 가능한 미래를 위한 새로운 에너지를 생산할 수 있습니다.

그 과정에서 일어나는 수소 산업과 신기술 개발은 국가의 새로운 성장 기회로 작용하며, 국가 산업의 확장과 발전에 이바지 할 것입니다.

# 01

## ① 에너지의 지정학적 격차를 줄이는 열쇠

화석연료 시대의 세계 에너지 패권은 지정학적 위치에 따라 결정되었습니다. 석유나 천연가스의 매장량이 많은 중동, 북미, 러시아 등과 달리, 에너지 수입 의존도가 93.7%(에너지경제연구원, 2024년 기준)에 달하는 우리나라는 글로벌 원유 가격이나 환율에 쉽게 영향을 받았고 안정적인 공급망을 확보하기 위해 부단히 노력해야 했죠.

그러나 수소는 다릅니다. 기술만 갖추고 있다면 다양한 자원을 활용해 어디서나 생산할 수 있어 에너지 공급원의 다변화를 가져올 수 있으며, 여러 형태로 저장 및 운송이 가능해 안정적인 공급이 가능합니다. 수소가 국가의 에너지 자립과 안보 강화에 있어서 전략적 자원이 될 수 있는 이유입니다.

### 1. 다양한 생산 방식

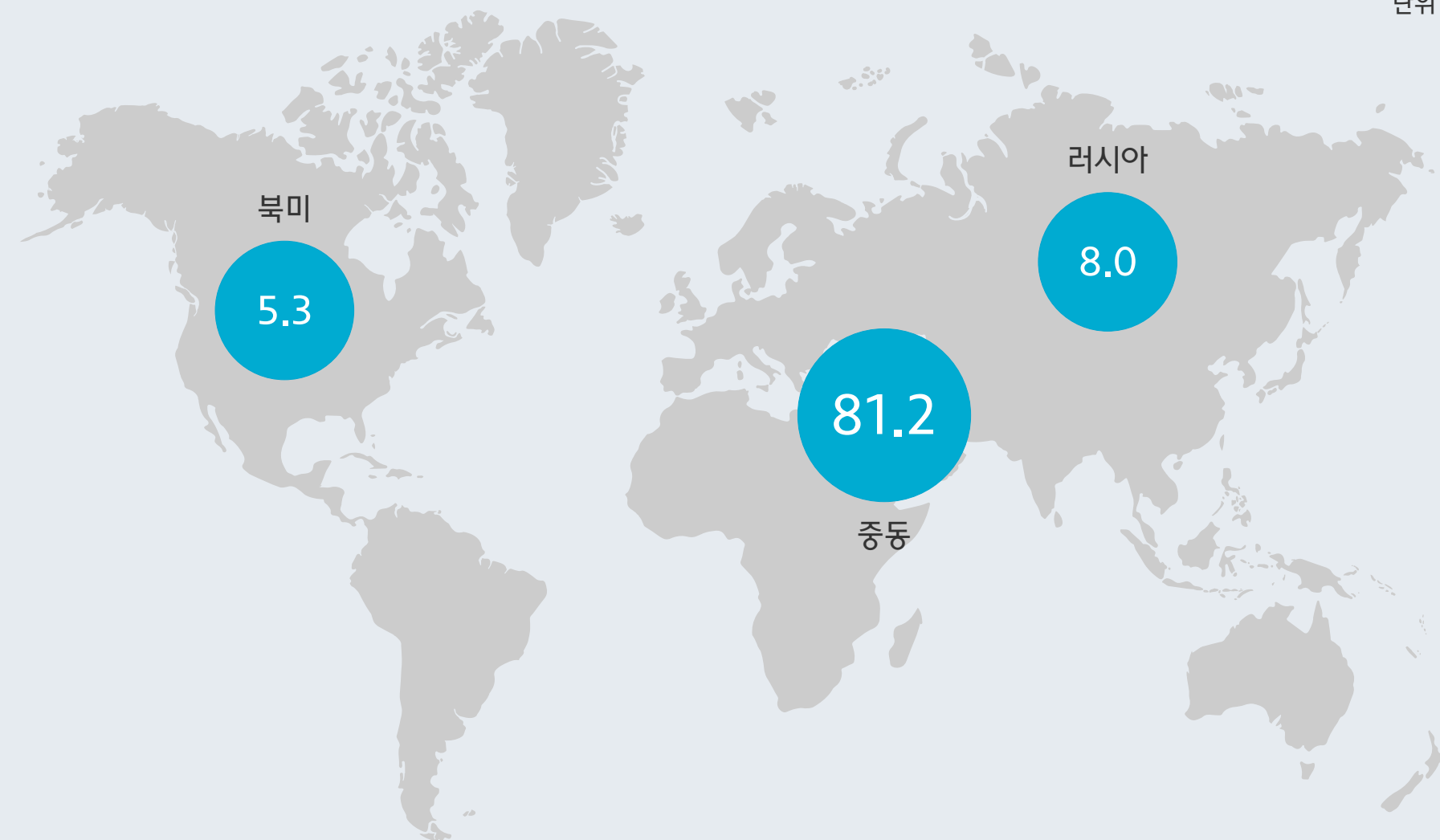
수소는 다양한 자원을 통해 다양한 방법으로 생산할 수 있습니다. 일조량이 풍부한 지역에서는 태양광 에너지로 물을 전기분해하여 수소를 생산할 수 있고, 광량이 부족한 지역에서는 음식물 쓰레기나 하수 슬러지 등 기존에 폐기물로 여겨지던 자원을 활용한 수소 생산이 가능합니다. 이처럼 각 지역에 최적화된 다양한 방법으로 수소를 생산할 수 있기 때문에, 에너지를 자체 생산하는 경우 뿐 아니라 에너지를 수입할 때도 특정 국가에 대한 의존도를 낮출 수 있으므로 안정적인 공급망 확보가 가능해집니다.

### 2. 다양한 운송 및 저장 방법

수소는 기체, 액체, 고체 등 다양한 물성으로 저장할 수 있습니다. 그 저장 형태에 따라서 파이프라인이나 선박, 트럭 등 다양한 수단으로 운송할 수 있기에 글로벌 에너지 물류망의 잠재적 리스크 측면에서도 비교적 자유로울 수 있습니다.

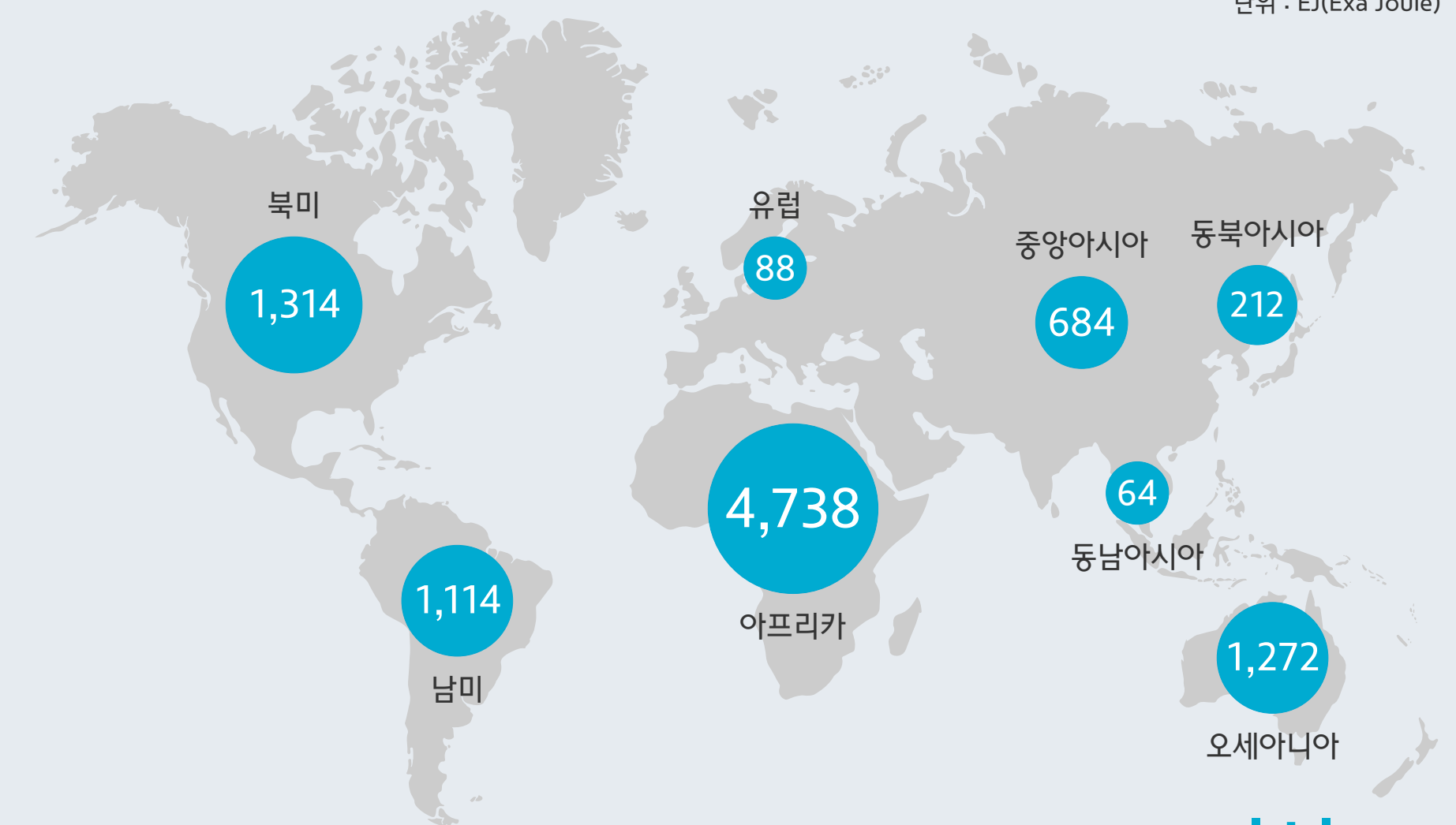
글로벌 석유 매장량 분포

출처 : OPEC Annual Statistical Bulletin 2020  
단위 : 만 배럴



2050 대륙별 그린 수소 생산 잠재력

출처 : IRENA(국제신재생에너지기구)  
단위 : EJ(Exa Joule)



# 01

## ② 탄소중립으로 가는 지름길, 수전해 기반 청정수소

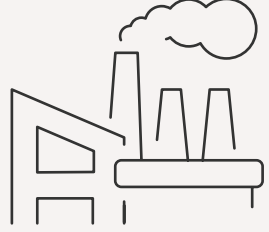
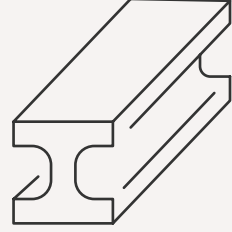
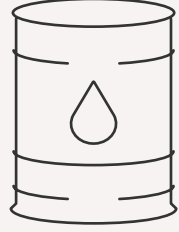
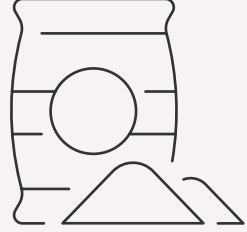
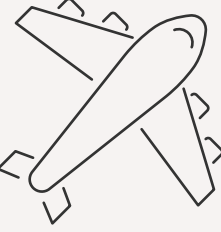
에너지 안보란 국가나 지역에서 필요한 에너지를 안정적이고 지속적으로 확보할 수 있는 능력을 의미합니다. 이 개념은 단순히 공급의 안정성에 그치지 않고 가격 안정성, 공급원의 다양성, 그리고 환경·사회적 지속가능성까지 포괄하죠. 오늘날 탄소중립과 기후위기 대응은 환경 보호를 넘어 국가 산업 경쟁력과 에너지 안보의 핵심 과제로 자리 잡았습니다. 특히 수전해를 통한 청정수소 생산은 한국의 탄소중립 목표 달성을 위한 핵심 수단으로 주목받고 있습니다.

### 1. 2050 탄소중립 시나리오

정부는 2050년까지 탄소배출 '0'(Zero)을 달성하기 위해 '2050 탄소중립 시나리오'를 발표했습니다. 이 계획에서 수소는 발전, 철강, 석유화학, 시멘트, 수송 등 모든 산업 분야에서 탄소중립을 실현하기 위한 핵심 요소로 소개되었으며, 이를 위해 필요한 수소는 연간 약 2,740만~2,790만 톤에 이를 것으로 전망됩니다.

#### 분야별 수소 전환 계획

출처 : 탄소중립녹색성장위원회, 2050 탄소중립 시나리오(2021)

				
발전	철강	석유화학	시멘트	수송
22~23%	100%	52%	40%	17% 이상
연료전지, 무탄소가스터빈	수소환원제철	바이오, 수소 원료 활용	수소열원 바이오메스 연동	

### 2. 수전해 기반 청정수소

탄소중립을 위한 수소 공급 전략에서 가장 중요한 기술은 수전해입니다. 수전해는 물을 전기분해하여 수소를 생산하는 방식으로, 특히 재생에너지를 활용하면 생산 과정에서 오염물질을 전혀 배출하지 않는 청정수소를 만들 수 있죠. 정부의 '2050 탄소 중립 시나리오'는 필요한 수소의 최소 93%에서 최대 100%를 수전해 기반 청정수소로 공급한다는 계획이 담겨 있습니다. 즉, 수전해 기술은 한국의 탄소중립 달성을 위한 핵심 기술인 것입니다.

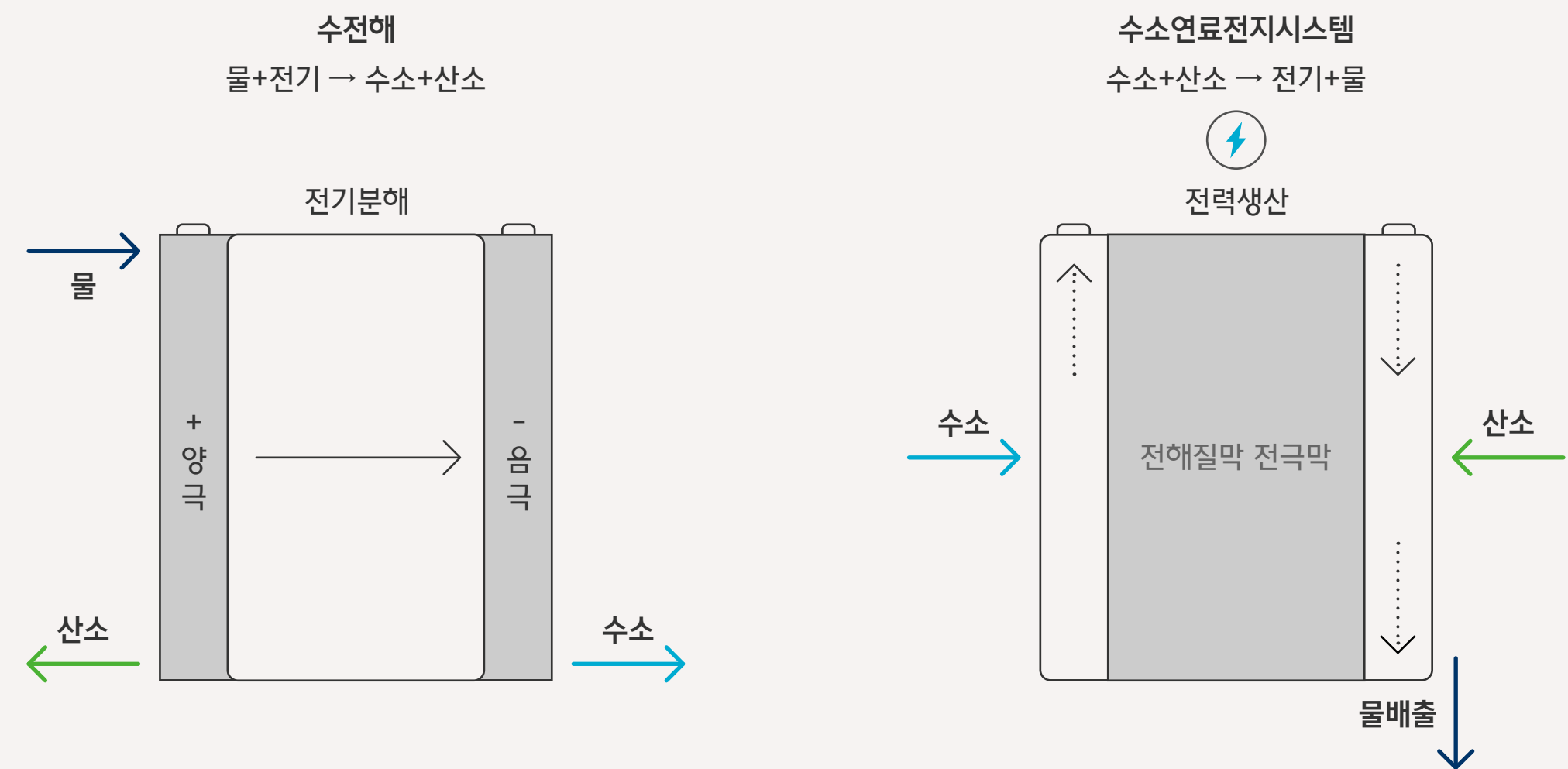
#### 2050 수소 공급 시나리오



### 3. 수전해와 수소연료전지시스템

수전해는 물을 전기분해해 수소와 산소를 생산하는 기술로, 이는 수소연료전지시스템이 수소와 산소를 전기와 물로 변환하는 과정과 역반응 관계를 가집니다. 즉, 수전해는 수소의 생산을, 연료전지는 수소의 활용을 담당하며, 이 두 기술은 수소 생태계의 양 끝에서 선순환 구조를 형성하는 것이죠. 특히 현대자동차의 PEM 수전해기는 넥쏘, 엑시언트 수소전기트럭 등에 탑재된 수소연료전지시스템과 핵심 부품을 약 85%나 공유하고 있습니다. 따라서 수소차 보급 확대는 곧 국내 수전해 산업의 원가 경쟁력 강화로 이어질 수 있으며, 이렇게 형성된 선순환 구조는 국내 수소 밸류체인 전반의 산업 경쟁력을 높이고 지속가능성을 확보하는 핵심 기반이 될 것입니다.

#### 역반응 관계를 가지는 수전해와 수소연료전지시스템의 구조



# 01

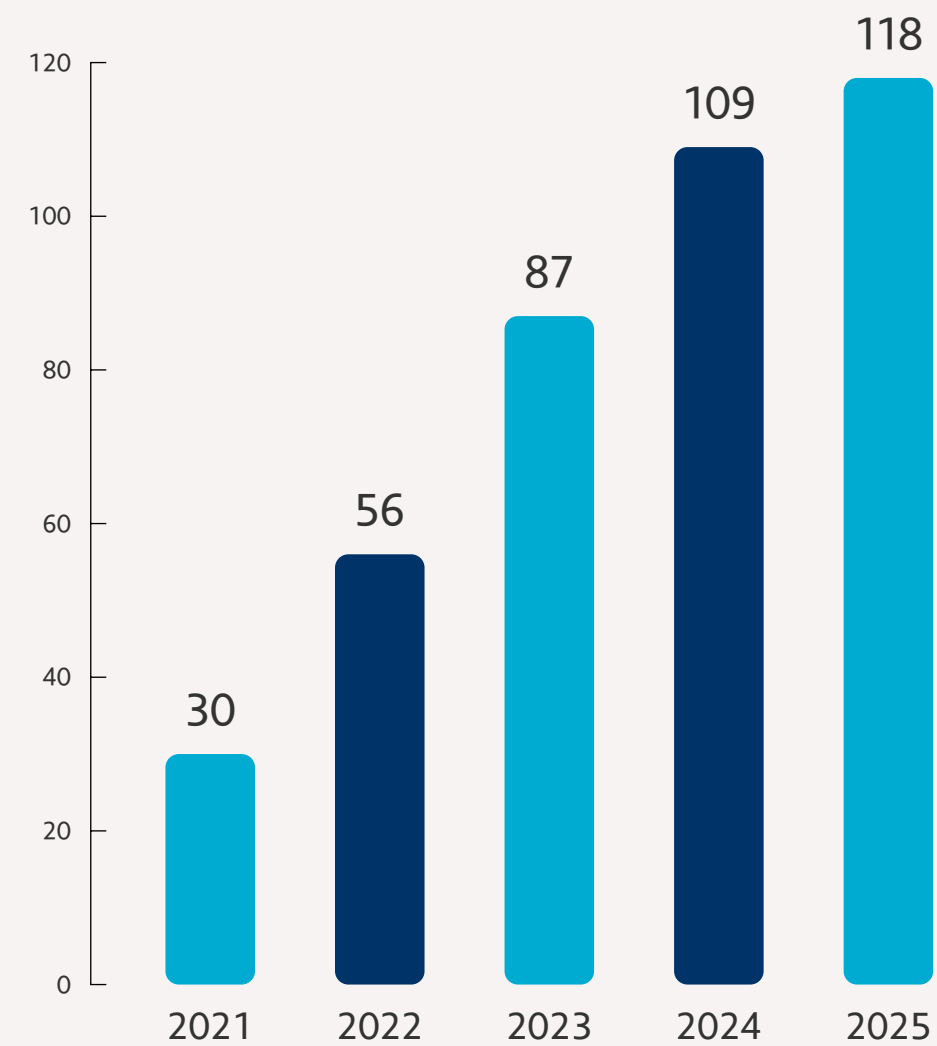
## ③ 수소로 확장되는 산업 생태계

새로운 산업의 발전과 산업 생태계 구축은 국가 경쟁력 강화와 에너지 안보 측면에서 핵심 역할을 합니다. 현대자동차그룹의 수소연료전지시스템은 90% 이상의 부품을 국산화하였으며, 전국 수십여 개의 협력사, 백여 개의 수소 관련 기업들과 함께 국가 산업 경쟁력을 높이고 있습니다. 이렇듯 수소 산업의 성장은 협력사들과의 동반 성장과 고용 창출로 이어지며, 국내 경제 전반에 긍정적인 영향을 줄 수 있습니다.

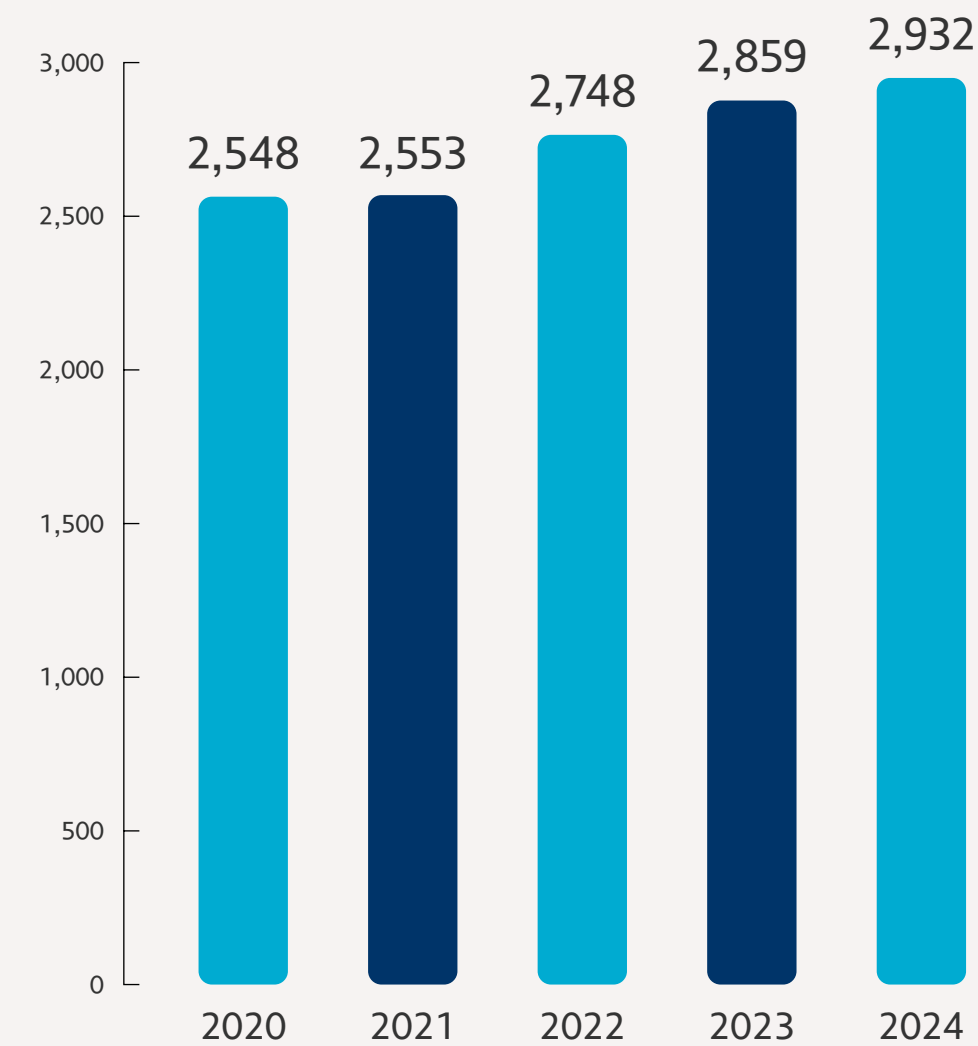
현대자동차그룹과 국내 수소 관련 부품사들은 이미 세계 최고 수준의 기술 경쟁력을 확보하고 있습니다. 이 기술력을 자동차, 조선, 석유화학 등 국내 주력 산업과 연계한다면, 산업 내 시너지는 물론 글로벌 수소 시장을 선도할 수 있을 것입니다. 더욱이 현대자동차그룹의 수전해기는 유럽과 미국 등에서 선호하는 PEM 방식으로, 수출 산업화 측면에서도 유리한 조건을 갖추고 있습니다.

### 국내 수소 산업 성장 추이

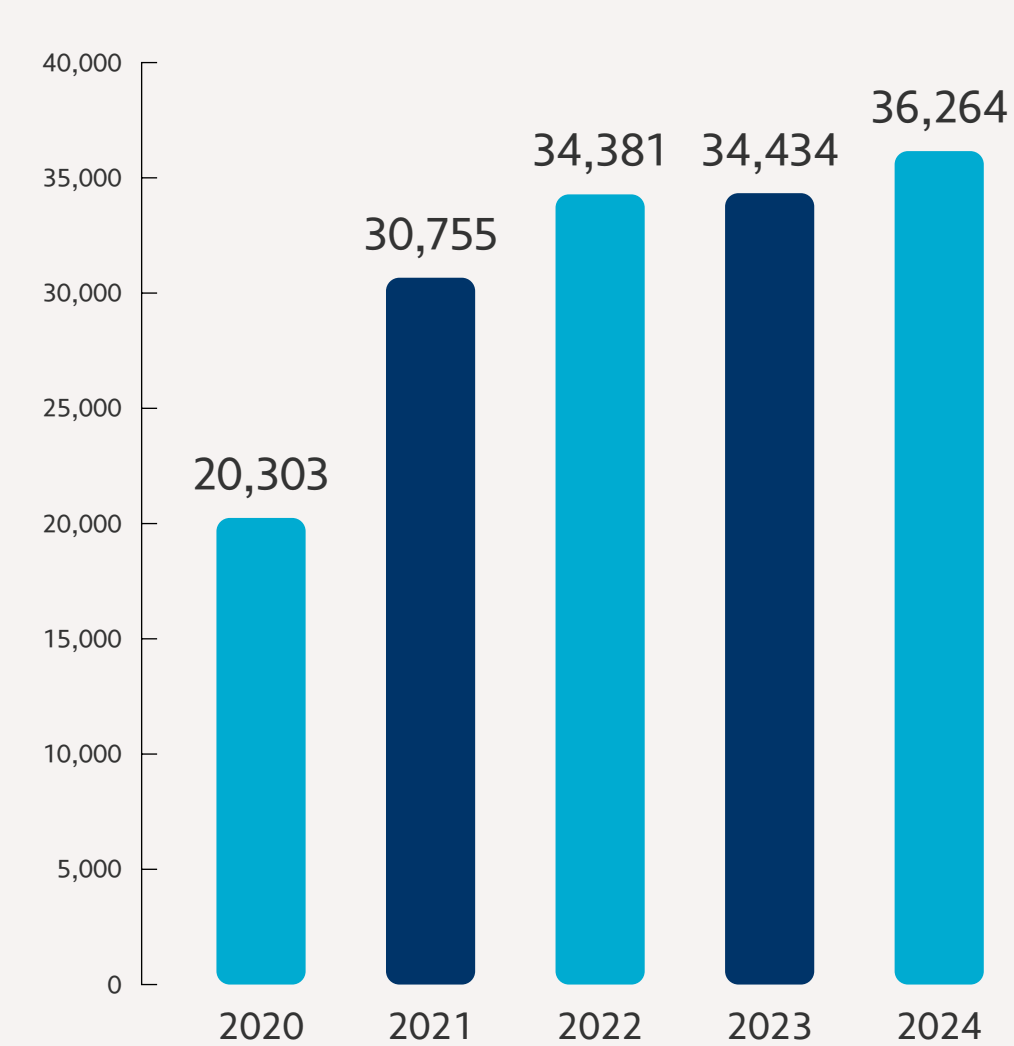
국내 수소 전문 기업 수(누적)  
(단위 : 개)



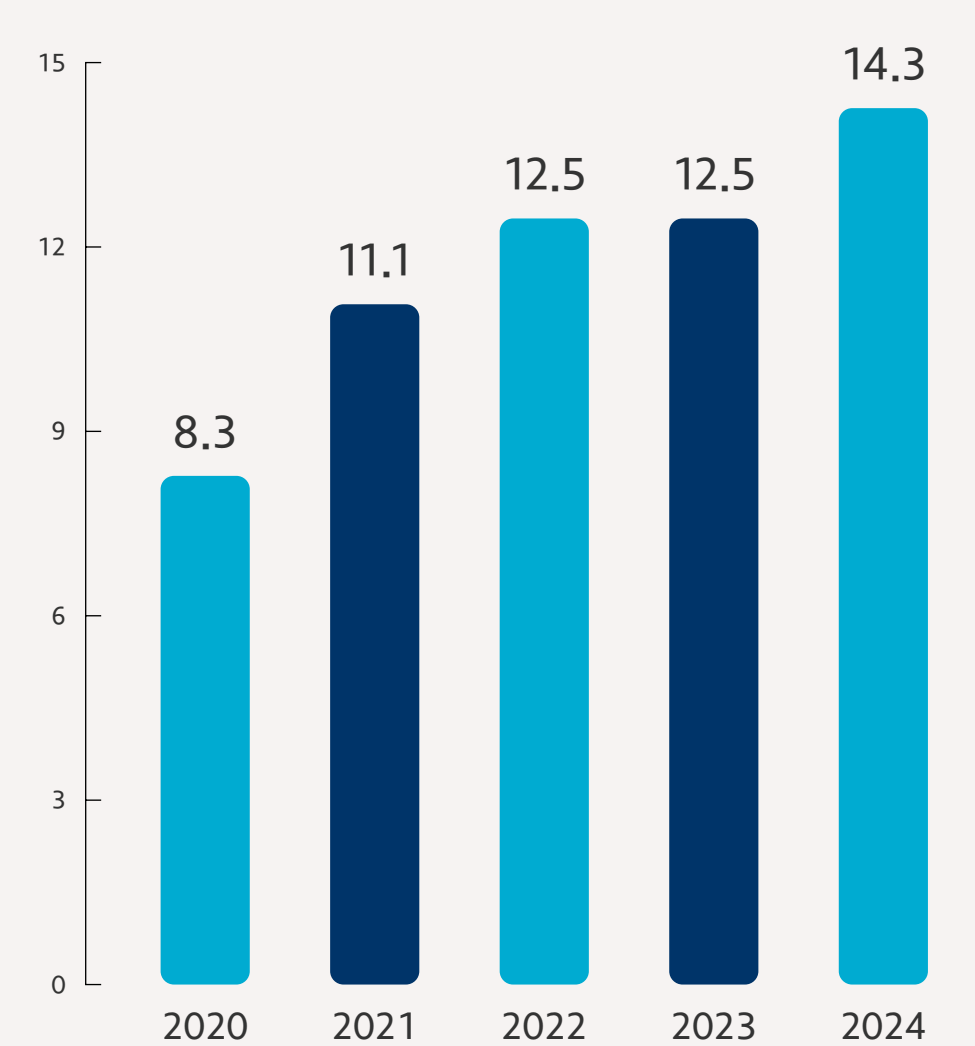
국내 수소 사업체 수  
(단위 : 개)



국내 수소 사업체 종사자 수  
(단위 : 명)



국내 수소 산업 매출액  
(단위 : 조 원)



<출처 : 한국수소연합, 수소 산업 실태조사>

## 부록. 글로벌 수소 시장 전망

수소 시장은 많은 국가들의 관심 속에서 꾸준히 성장하고 있습니다. 글로벌 컨설팅 기업 PwC에 따르면, 글로벌 수소 시장은 2030년 약 2,500억 달러를 거쳐, 2050년에는 약 4,200억 달러 규모로 확대될 전망입니다.

EU와 중국은 수소를 미래 에너지의 핵심 자원으로 보고, 대규모 투자와 정책 지원을 아끼지 않고 있죠.

EU는 2030년까지 1,000만 톤 재생수소 생산과 400억 유로 이상의 투자를 계획하고 있으며, 유럽 전역을 연결하는 수소 파이프라인을 구축하는 중입니다.

중국 역시 수소를 차세대 성장동력으로 선정하고, (2025년 기준)약 572개의 수소 충전소를 구축하여 운영하고 있습니다.

이러한 글로벌 흐름에 발맞춰, 우리나라도 정책적 지원과 전략적 투자를 통해 수소 산업의 성장을 가속화해야 할 시점입니다.

글로벌 수소 시장 전망을 기반으로 지금의 기회를 활용하는 것이 미래 에너지 시장에서 지속 가능한 성장을 이끄는 열쇠가 될 것입니다.

### 주요국의 수소 사업 현황

- EU
- 2030년까지 1,000만 톤 재생수소 생산과 400억 유로 이상 투자 계획 중
  - 2030년 수송 부문 1%, 산업 부문 42%을 RFNBO\* 의무 사용 목표

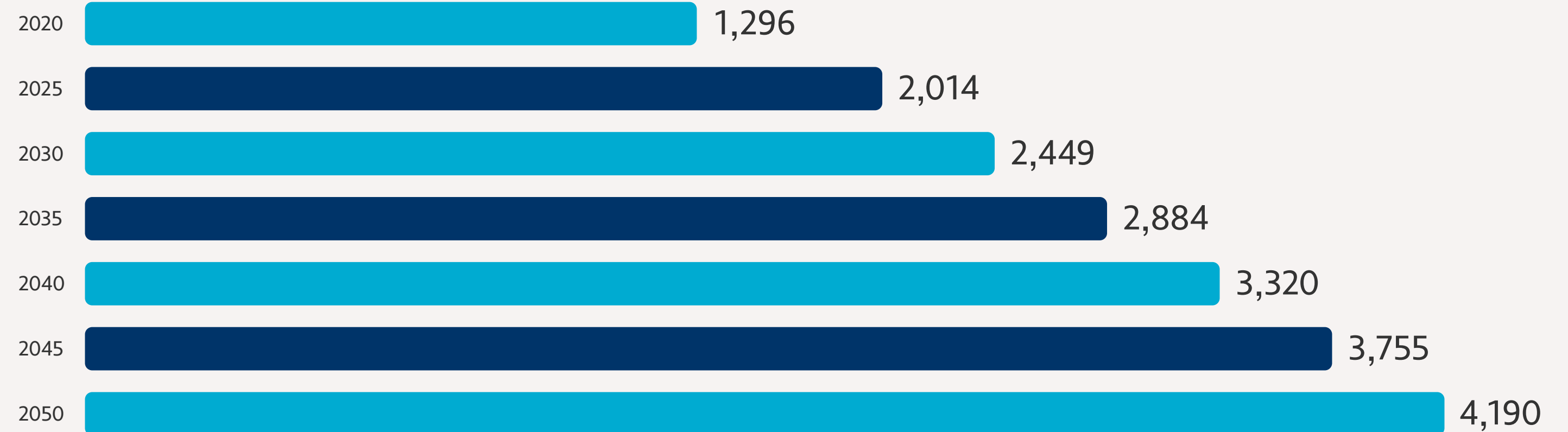
- 중국
- 2025년 기준 약 572개의 수소 충전소 구축, 운영 중
  - 약 4,345억 원에 달하는 3차 보조금을 10개 지역에 성과 기반 차등 지급(2025)

- 인도
- 그린수소(최대 \$0.6/kg), 그린암모니아(최대 \$0.11/kg) 생산 인센티브 제도 운영

\*RFNBO : Renewable Fuels of Non-Biological Origin, 비생물계 재생에너지 연료. 바이오매스 외의 원료에서 생산되는 수소, 암모니아 등의 연료

### 글로벌 수소 시장 전망

(단위 : 억 달러)



<출처 : PwC(2023)>

# 02

## 더 깨끗하게 - 지속 가능한 미래를 위한 선택

에너지 전환은 더 이상 선택이 아닌 필수입니다. 지속 가능한 미래를 위해 태양광과 풍력 등 재생에너지가 주목받고 있지만, 날씨와 시간에 따른 발전량의 변동성, 잉여 전력 저장 문제 등은 여전히 보완이 필요한 숙제입니다. 전기차가 널리 보급되고 있는 지금, 이를 뒷받침할 전력 인프라 부족 역시 우리가 마주할 현실적인 제약으로 다가오고 있습니다.

이러한 상황에서 지속 가능한 미래를 만들기 위한 해법은 수소에 있습니다.

수소는 재생에너지의 시간·계절별 변동성을 보완해 활용성을 높이고, 전기차와 함께 친환경차 시대를 이끌며 지속 가능한 미래로의 전환을 앞당길 것입니다.

더 깨끗하게, 우리의 미래를 열어갈 수소에 대해 자세히 알아보겠습니다.

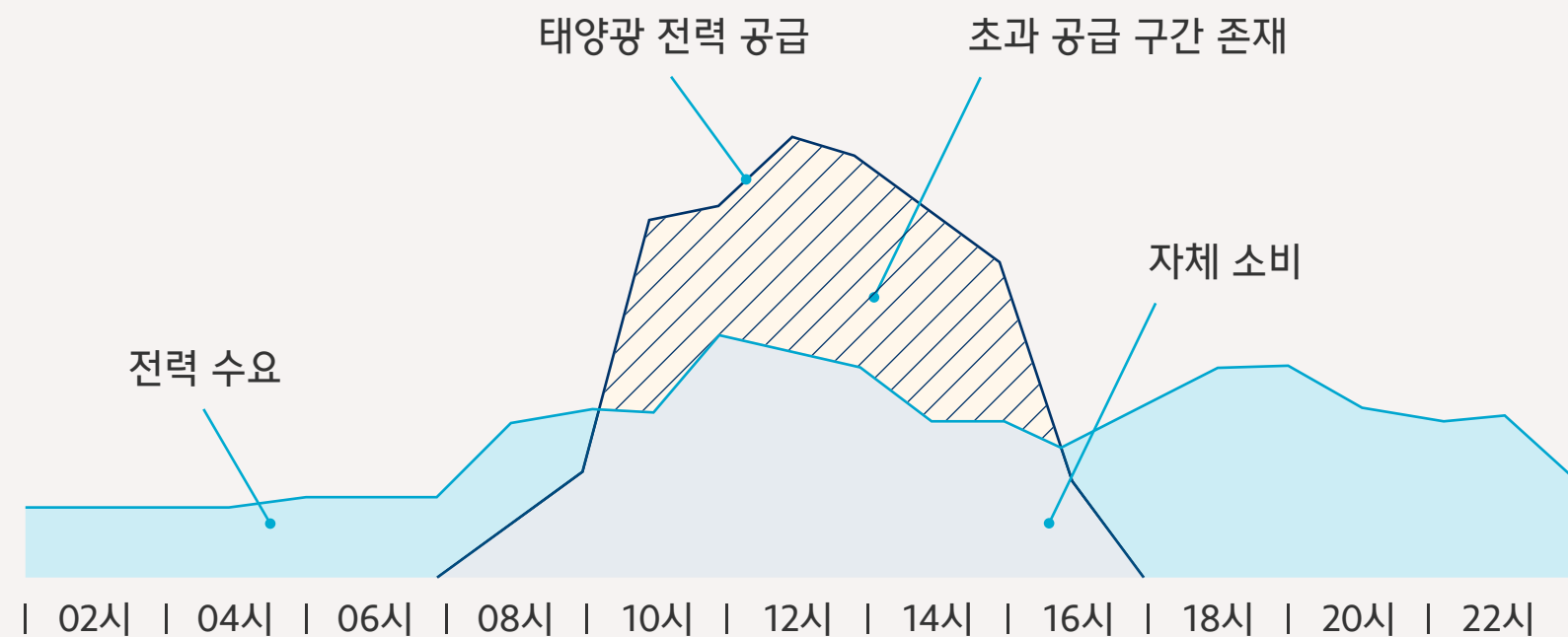
# 02

## ① 재생에너지가 수소를 만나면

대표적인 재생에너지인 태양광 발전은 일조량이 많은 낮 시간대, 특히 정오 무렵 전력 생산량이 급증하지만 송전망 부족과 전기 에너지 저장 기술의 한계로 상당량이 활용되지 못하고 있습니다. **활용되지 못하는 재생에너지 전력은 약 3GW로 추정되며, 이는 원자력발전소 3기의 발전용량에 해당하는 규모이자 약 115만 가구가 한 달 동안 사용할 수 있는 전력량입니다.** 만약 이 전력을 수소의 생산에 활용한다면 어떨까요?  
3GW의 전력은 수전해를 통해 연간 약 6.5만 톤의 수소를 생산할 수 있는 전력량으로, 이는 넥쏘 약 54만 대를 1년 간 운행할 수 있는 양이기도 하죠.

재생에너지를 저장과 운송이 가능한 수소로 전환한다면, 국내 재생에너지의 활용도는 획기적으로 높아질 수 있습니다. 실제로 독일은 2030년까지 10GW 규모의 Power-to-Hydrogen 설비를 구축해 재생에너지를 효율적으로 활용하기 위한 계획을 추진 중이기도 하죠. 이뿐만 아니라 재생에너지를 배터리가 아닌 수소로 저장한다면, 배터리보다 훨씬 많은 에너지를 훨씬 작은 공간에 수 주에서 수 개월 간 안정적으로 보관할 수 있습니다. 이처럼 수소는 재생에너지를 더 많이, 더 오래 사용할 수 있게 도움으로써 탄소중립 달성에 있어서 중요한 에너지 캐리어의 역할을 할 수 있습니다.

태양광 에너지의 수급 불균형



<출처 : IRENA, 신한금융투자>

재생에너지 수소 전환 예시

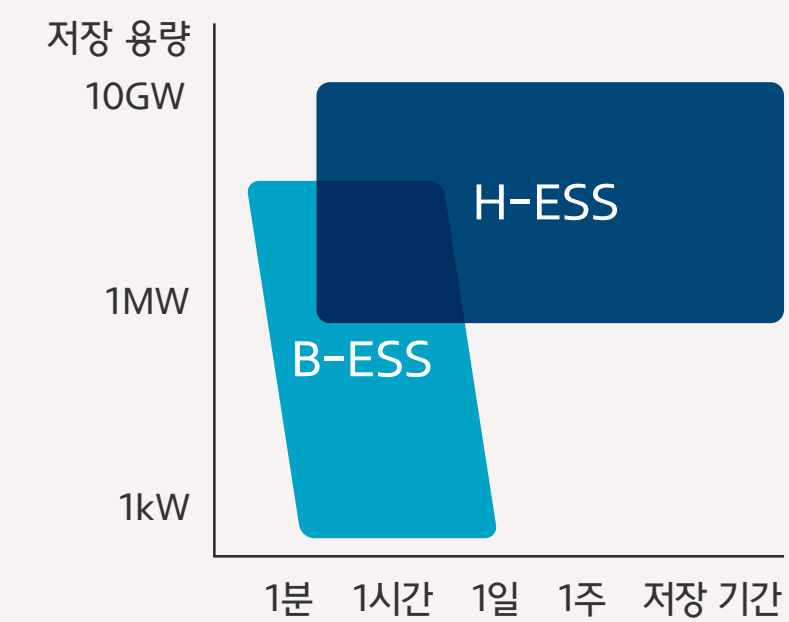


\*(기준) 연간 평균 주행거리 약 13,000km

\*(기준) 연간 평균 주행거리 약 100,000km

B-ESS\*와 H-ESS\*\*의 비교

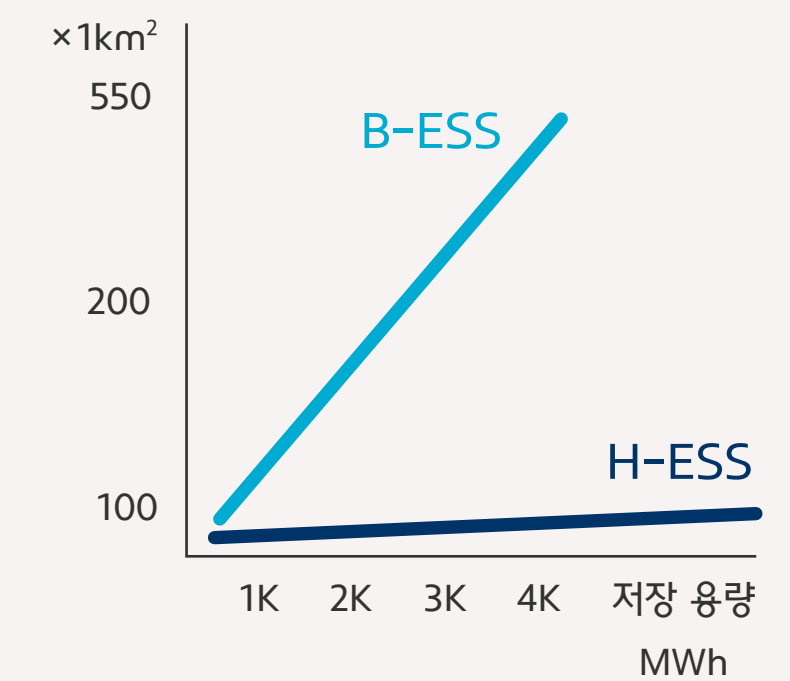
저장 기간 & 용량 비교



\*B-ESS : Battery Energy Storage System(배터리 에너지 저장장치)  
\*\*H-ESS : Hydrogen Energy Storage System(수소 에너지 저장장치)

<출처 : M.F.Ruth et. Al., NREL(2020)>

저장 용량 대비 면적 비교



<출처 : M. McKellar et. Al., U.S. DoE(2023.9)>

# 02

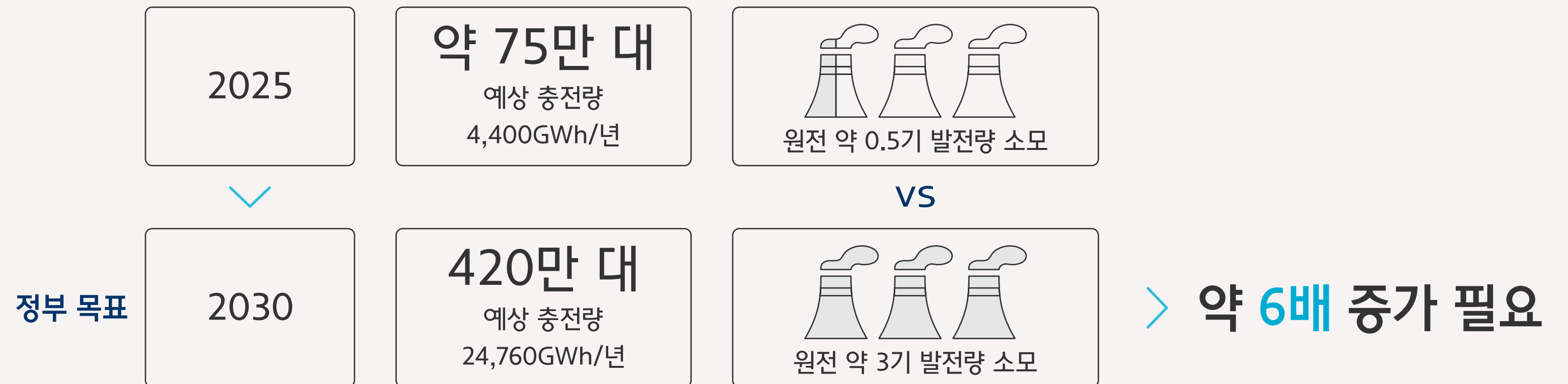
## ② 친환경 모빌리티 전환도 수소와 함께

탄소중립 실현을 위해 세계 각국에서 친환경 모빌리티 보급 목표를 세우고 있는 가운데, 우리나라 역시 2030년까지 전기차를 420만 대 보급하겠다는 계획을 발표했습니다. 하지만 계획처럼 전기차 420만 대가 운행되기 위해서는 약 24,760GWh의 전력이 필요하며, 이는 현재 운행 중인 전기차 약 75만 대(2025년 상반기 기준)가 사용하는 전력의 6배에 달하는 수준이죠. 이처럼 많은 전력과 이를 뒷받침할 수 있는 인프라는 현실적으로 단기간 안에 확충하기 어렵습니다.\*

우리는 정부의 친환경차 보급 계획과 상충되는 전력 인프라 부족 문제를 수소차로 해결할 수 있습니다. 수소차는 전기 충전이 필요하지 않기 때문에, 갑작스러운 전력 수요 폭증을 막고 에너지 부담을 완화할 수 있죠. 즉, 전기차와 수소차의 균형 있는 보급은 소비자에게는 더 넓은 선택권을, 국가에는 안정적인 친환경 모빌리티 시대를, 그리고 우리 모두에게는 더 깨끗한 미래를 선사할 것입니다.

\*원전 2기 구축 시 7조 원의 예산, 5년 이상의 공기 소요

### 국내 전기차 보급 전망 및 필요 전력 현황



<출처 : 무공해차 통합 누리집 통계>  
 전기차 1대 당 1년 충전량 3,000kWh(승용), 122,755kWh(버스) 산정

# 02

## ③ 수소로만 할 수 있는 일

탄소중립 사회로 가는 길, 전기만으로 대체되기 어려운 영역들이 있습니다.  
 수소가 원료로 활용되는 제철, 화학, 시멘트 산업과, 무거운 배터리가 적용되기 어려운 항공, 해운 분야가 대표적인 예시죠.  
 하지만 이로부터 발생하는 온실가스는 글로벌 탄소 배출량의 무려 28%(104억 톤/년, 2023년 기준)를 차지합니다.  
 수소를 통해서 해결할 수 있는 탈탄소 영역들에 대해 알아보시다.

### 1. 수소를 원료로 하는 산업

전통적인 제철 공정에서는 석탄을 태워 철광석에서 산소를 분리하는 과정에서 막대한 양의 이산화탄소가 배출됩니다. 하지만 수소를 이용해 철광석 속 산소를 없애고 철을 생산하는 수소환원 방식이 적용된다면, 우리나라 제철 부문에서만 약 1억 톤의 탄소 감축이 가능해 국가 탄소 배출량의 약 17%를 줄일 수 있습니다.

### 2. 수소를 연료로 쓰는 산업

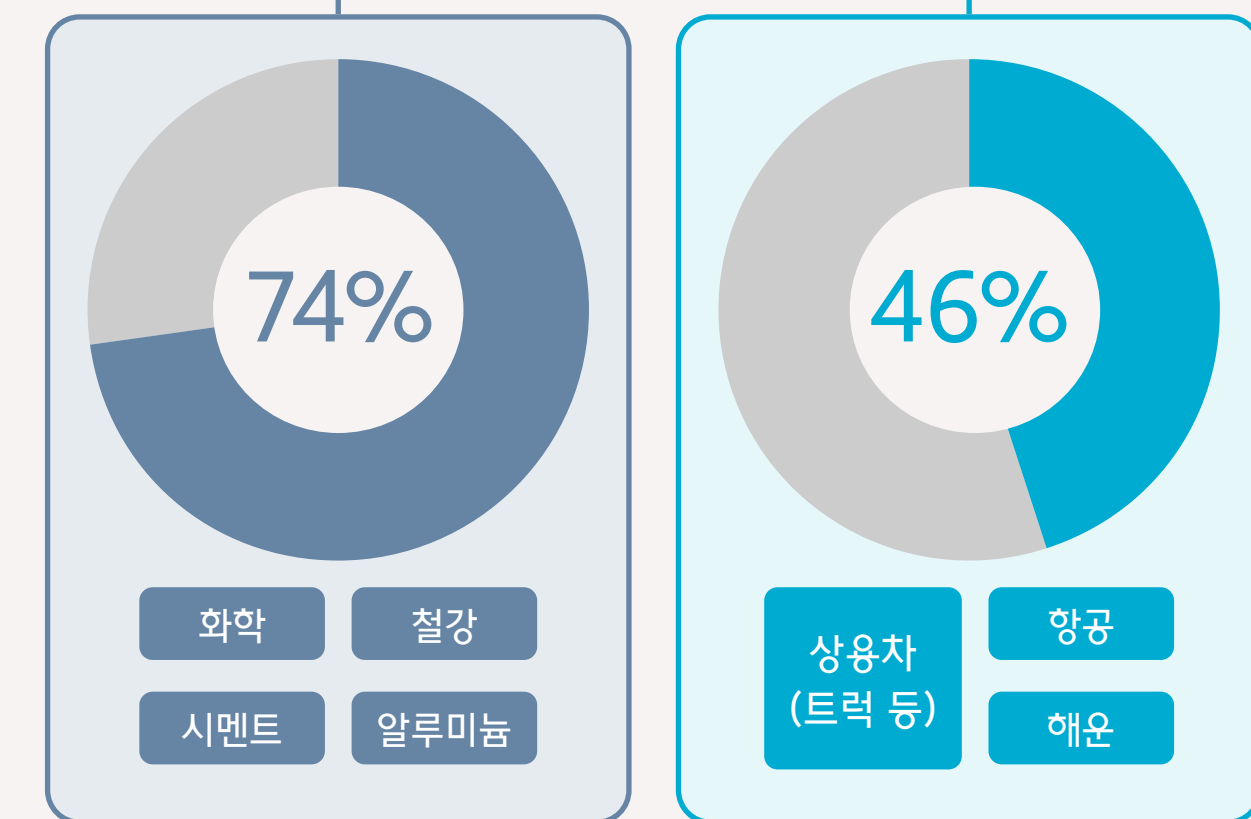
항공과 선박은 장거리 운항이 필수지만, 배터리는 그 무게 대비 에너지 저장량이 적어 장거리 운항에 필요한 충분한 배터리를 싣기 어렵습니다. 설령 싣는다 해도 운항 가능 거리와 효율이 크게 떨어지기 때문에 에너지 밀도가 높고 빠른 충전이 가능한 수소가 항공과 해운 분야에서 차세대 친환경 연료로 주목받고 있습니다.

### 분야별 탄소배출 비중

총 배출량 381.5억 tCO<sub>2</sub>(2024년 기준)



<출처 : IEA (World Energy Outlook 2025)>



# 03

## 더 빨리, 더 멀리 - 미래 모빌리티 시대의 동반자

우리 일상 속, 가장 가까이에서 수소를 체감할 수 있는 분야는 아마 모빌리티 산업일 것입니다.

오늘날 모빌리티 산업은 그 어느 때보다도 빠르게 진화하고 있으며 소비자의 차량 선택 기준 또한 점점 까다롭고 복합적으로 변화하고 있죠.

이러한 변화의 중심에는 에너지 전환이 있습니다. 환경에 대한 관심이 높아지며 기존 내연기관차의 한계를 극복하기 위해 전기를 동력으로 활용하는 하이브리드(HEV)와 전기차(BEV)가 등장했고

수소를 연료로 사용하는 수소연료전지차(FCEV, 이하 수소차) 또한 하나의 옵션으로 주목받고 있죠.

수소차는 짧은 충전 시간과 긴 주행거리 등으로 하이브리드나 전기차의 제약을 보완하며, 운전자들에게 보다 다양한 친환경차 옵션과 함께 새로운 가능성을 제시하고 있습니다.

미래 모빌리티 시대에 수소차가 필요한 이유는 무엇이며, 수소차만이 가지는 강점은 무엇일까요?

나아가 수소차는 우리의 일상을 어떻게 변화시킬까요?

미래 모빌리티 시대를 함께 열어갈 수소차의 특징을 알아봅시다.

# 03

## ① 수소연료전지차 - 승용차 부문

수소차는 하이브리드, 전기차와 함께 대표적인 친환경 차량 중 하나로 손꼽힙니다.

수소차는 **짧은 충전이 번거롭거나, 충전에 소비되는 시간이 아까운** 분들에게 특히 적합한 옵션이죠.

대표적인 수소차 넥쏘의 충전 소요 시간은 **고작 5분**.

일반 내연기관차와 유사한 짧은 충전 시간으로 최대 720km까지 주행 가능합니다. 이는 서울-목포(편도 344km)를 왕복하고도 남은 만큼 긴 거리죠.

단위 거리(km)당 연료비를 기준으로 보았을 때 수소차보다 전기차가 경제적일 수 있지만, 전기차는 수소차 대비 최소 10배에서 최대 수십 배에 달하는

긴 충전 시간을 필요로 합니다. 충전시간까지 고려했을 때 수소차는 경제적으로 장거리 운행이 가능한 매력적인 친환경차 옵션으로 우리를 더 빨리, 더 먼 곳으로 데려가 줍니다.

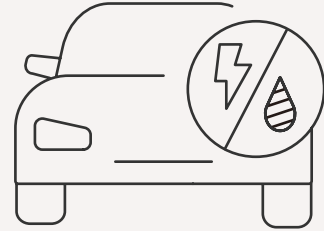
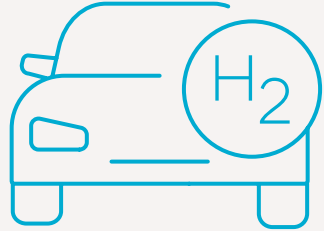
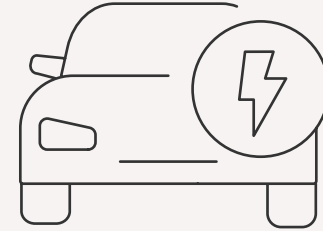
최고의 친환경성과 빠른 충전 경험을 동시에 제공하는 수소차,

충전 인프라에서 경쟁력을 가진 전기차,

현재 익숙한 주유 방식을 유지하면서 경제성을 보완할 수 있는 하이브리드까지.

다양한 친환경차 옵션 안에서 개인의 차량 사용 패턴과 선호에 따라 선택하실 수 있습니다.

### 연료 타입에 따른 특성 비교

	 하이브리드	 수소차	 전기차
충전시간	약 5분	약 5분	약 50분~10시간
주행거리(완충 시)	약 1,039km	약 720km	약 485km
km당 연료비	107.0원	92.9원	완속49원 / 고속74원

\*연료/충전비 가정 : 수소 10,000원/kg, 완속(7kW) 255원/kWh, 고속(100kW) 385원/kWh, 휘발유 1,660원/L

# 03

## ② 수소연료전지차 - 상용차 부문

수소차의 강점은 상용차 부문에서 더욱 두드러집니다.  
수소차가 보유한 '짧은 충전 시간 + 긴 주행 거리'라는 장점은 가동률과 경제성이 핵심인 상용차 부문에서 빛을 발하죠.

### 1. 짧은 충전 시간 & 긴 주행거리

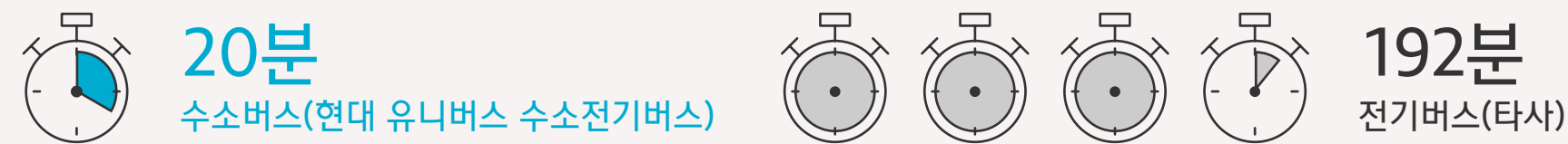
수소연료전지트럭(이하 수소트럭)의 수소 탱크는 동급 전기트럭의 배터리 대비 두 배 넘는 에너지를 저장할 수 있습니다.\*

이러한 에너지 탑재량을 바탕으로 수소트럭은 한 번 충전으로 최대 720km까지 주행이 가능한데, 이는 동급의 전기트럭이 442km까지 주행 가능한 것에 비하면 훨씬 긴 거리죠. (현대 엑시언트 수소전기트럭 - 동급 전기트럭 비교 기준)

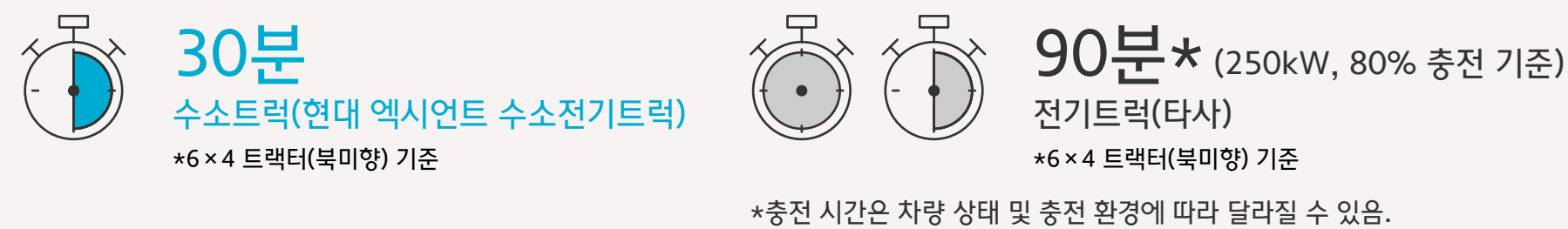
마찬가지로 192분이나 소요되는 전기버스의 완충 시간 대비, 수소버스는 고작 20분이면 충전이 가능하며, 전기버스가 약 502km밖에 주행하지 못할 때, 수소버스는 그 2배에 가까운 960km까지 주행할 수 있죠. (현대 유니버스 수소전기버스 - 동급 전기버스 비교 기준)  
즉, 수소버스는 전기버스 대비 충전시간은 약 9배 넘게 아낄 수 있고, 주행거리는 약 2배 가까이 더 확보할 수 있어 버스 가동률을 획기적으로 향상시킬 수 있습니다.

\*1kg H<sub>2</sub> = 7.6kWh 기준. 실제 1kg H<sub>2</sub> = 33.3kWh이나, 연료 전지의 전기 변환 과정에서 발생할 수 있는 열에너지 손실까지 고려한 보수적인 수치임.

#### 수소버스와 전기버스의 충전시간 비교



#### 수소트럭과 전기트럭의 충전시간 비교

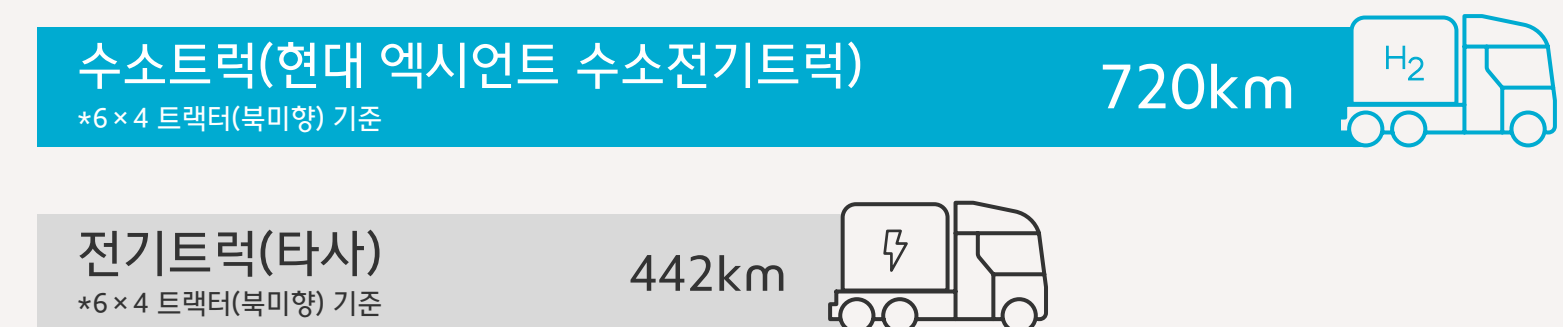


#### 수소버스와 전기버스의 1회 완충시 주행 가능 거리 비교

\*국내 인증(공차+정속 주행) 기준



#### 수소트럭과 전기트럭의 1회 완충시 주행 가능 거리 비교



# 03

## ② 수소연료전지차 - 상용차 부문

### 2. 높은 적재 효율

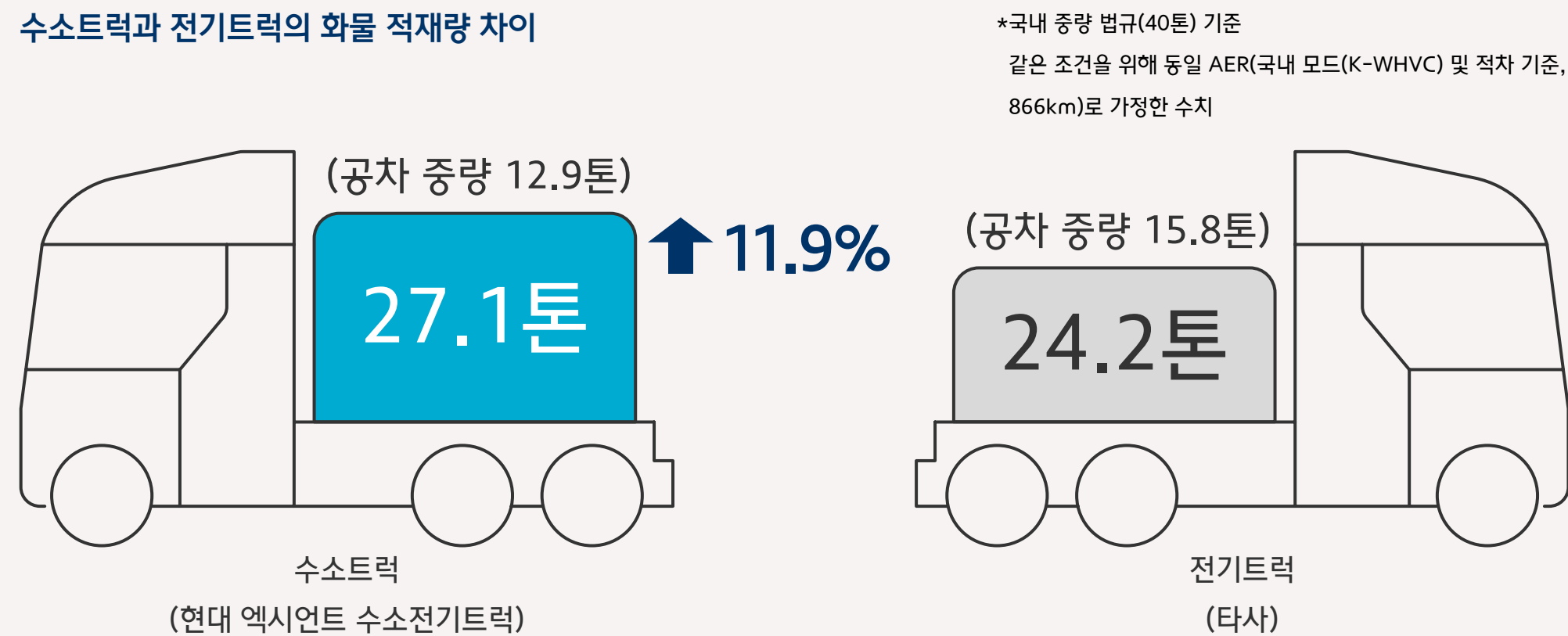
큰 트럭을 움직이기 위해서는 보통의 차보다 훨씬 많은 양의 에너지가 필요합니다. 그래서 전기트럭을 만들 때는 크고 무거운 배터리를 더 많이 장착해야 하고, 그만큼 차량의 무게도 늘어나죠. 반면 수소트럭은 에너지를 저장하는 시스템이 상대적으로 가볍기 때문에, **각국의 중량 법규 아래서 전기차보다 더 많은 화물을 실을 수 있습니다.**

### 3. 혹한 속 주행거리 확보

영하 10~영하 20°C의 혹한기에서 대부분의 전기차는 배터리 성능 저하로 인해 상온에서 운행할 때 대비 주행거리가 30~40% 감소합니다. 반면 수소는 배터리에 전기를 저장하는 방식이 아닌, 탱크 내 저장된 수소를 필요할 때 산소와 반응시켜 모터를 구동하는 방식으로, **저온에서 에너지 손실이 훨씬 적어 동절기나 극한 지역에서의 운행 안정성을 확보할 수 있습니다.**

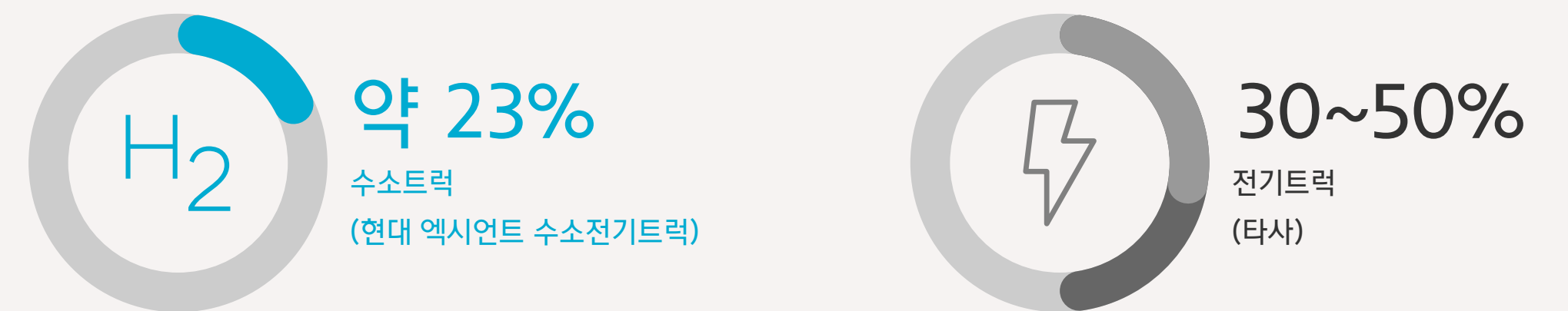
이와 별개로 수소차는 전기차의 장점인 주행 정숙성과 안정감을 그대로 구현하므로, 장거리 운행에 따른 피로감을 줄여주고 주행감까지 모두 챙길 수 있죠.

수소트럭과 전기트럭의 화물 적재량 차이



수소트럭과 전기트럭의 혹한 주행거리 감소율

\*2019년 미 CTE 연구(교통 및 환경 센터)



무게 제한 노선에서 유리

동절기 및 해외 극한 지역(북미, 북유럽 등) 운행에 유리

## 요약

### 1. 더 공정하게

#### - 에너지 자립과 안보의 초석

기술만 있다면 어디서나 생산하고, 다양한 방식으로 저장 및 운송이 가능한 수소는 에너지 자립과 안보 강화 측면에서 전략적 자원

#### ① 에너지의 지정학적 격차 해소

- 지정학적 위치에 따라 에너지 패권이 결정되던 화석연료 시대를 넘어, 기술만 있다면 어디서나 생산, 저장, 운송 가능

#### ② 수전해 기반 청정수소

- 재생에너지를 활용하는 수전해 기반 청정 수소는 정부의 2050 탄소중립 시나리오의 핵심 열쇠

#### 2050 수소 공급 시나리오



- 특히 수전해 기술은 수소차에 들어가는 수소연료전지시스템과 역반응의 관계로, 기술의 선순환 구조를 형성할 수 있음

#### ③ 수소 산업 생태계

- 현대자동차그룹의 수소연료전지시스템은 다양한 국내 협력사들과의 협업 및 동반성장을 통해, 우리나라의 미래 신산업 육성에 일조 중

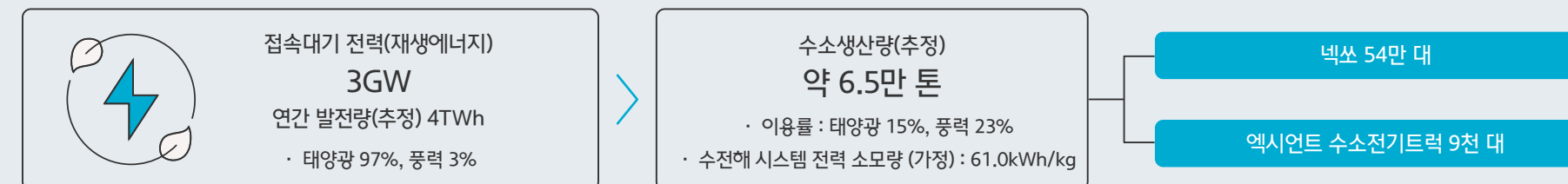
### 2. 더 깨끗하게

#### - 지속 가능한 미래를 위한 선택

재생에너지의 활용성을 높이고, 전기 배터리가 활용되기 어려운 산업 분야에 해결책을 제시하는 수소는 지속 가능한 미래를 위해 반드시 필요한 존재

#### ① 재생에너지의 효율성 확대

- 전력인프라 문제로 활용되지 못하는 재생에너지 약 3GW를 수소로 저장하면 약 54만 대의 넥쏘를 1년 간 운행 가능



- 장기간, 대용량 저장도 용이해 재생에너지 활용성과 효율성을 증대시키는 에너지 캐리어

#### ② 전력 걱정 없는 친환경 모빌리티 전환

- 친환경 모빌리티 시대, 전기차가 요구하는 전력과 인프라 구축의 어려움을 고려할 때, 전기 충전이 필요 없는 수소차는 갑작스러운 전력 수요 폭증 예방 및 에너지 부담 완화에 기여 가능

#### ③ 수소로만 할 수 있는 일

- 수소가 원료로 활용되는 제철, 화학, 시멘트 산업과 전기 배터리로 해결이 어려운 항공, 해운 분야는 수소로만 해결할 수 있는 탈탄소 영역

### 3. 더 빨리 더 멀리

#### - 미래 모빌리티 시대의 동반자

친환경 모빌리티 시대, 전기차를 보완하는 매력적인 옵션 - 수소연료전지차

#### ① 승용차 - 빠른 충전 경험과 넉넉한 주행거리를 제공하는 매력적인 친환경 모빌리티 옵션



약 5분

충전시간

약 720km

주행거리(완충 시)

92.9원

km 당 연료비

② 상용차 - 짧은 충전 시간과 긴 주행거리, 높은 적재 효율과 혹한 주행능력 등은 전기차가 가지지 못한 수소차만의 강점



## 제 3장

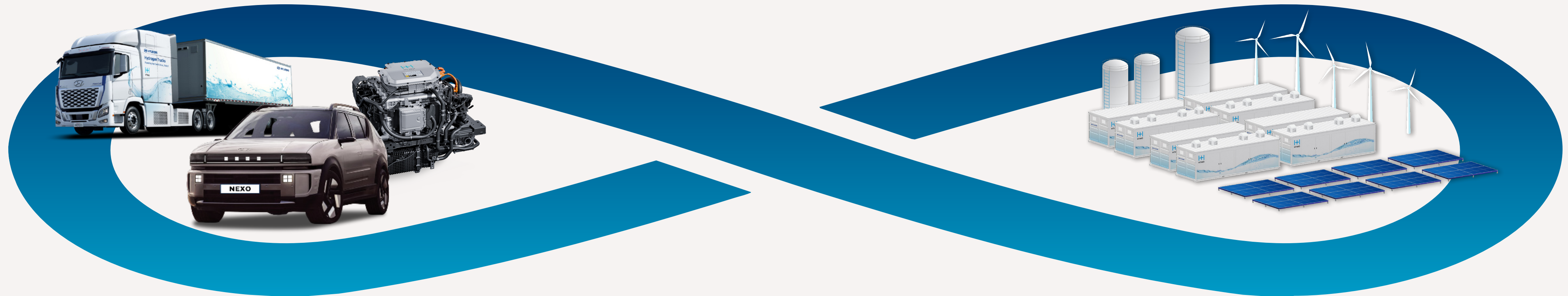
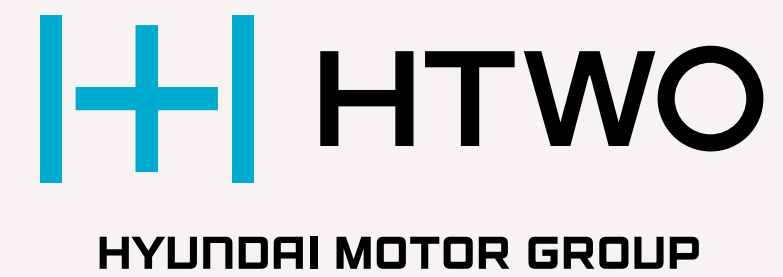
# 글로벌 에너지 전환 리더, 현대자동차그룹

- 01 | 현대자동차그룹이 만드는 지속 가능한 수소 생태계
- 02 | 수소 산업을 이끌어 온 30여 년의 발자취
- 03 | HTWO - 현대자동차그룹의 수소 사업 브랜드
- 04 | 생산부터 활용까지. HTWO의 수소밸류체인
- 05 | HTWO 비즈니스 플랫폼
- 06 | 주요 비즈니스 솔루션

수소 생산 | 친환경 물류 사업 | 항만/공항 탈탄소화 | 수소 모빌리티 |  
수소연료전지시스템 라인업 확장 | 수소 산업 현장 활용-수소버너 | 수소 충전 솔루션

# 01 현대자동차그룹이 만드는 지속 가능한 수소 생태계

탄소중립 사회로 나아가는 길에 꼭 필요한 수소. **지속적인 수소 산업의 성장을 위해서는 무엇보다 수요와 공급의 균형이 중요합니다.**  
수소의 수요를 창출하는 모빌리티에서 시작된 현대자동차그룹의 수소 여정은, 생산과 운송으로 영역을 확장하며 산업 전반에 걸친 수소 생태계를 구축해 나가고 있습니다.  
**현대자동차그룹은 모빌리티의 강점을 바탕으로 균형 잡힌 수요와 공급의 선순환을 만들어 내며 지속 가능한 수소 사회로의 전환을 이끌어 가고 있습니다.**



# 02

## 수소 산업을 이끌어 온 30여 년의 발자취

현대자동차그룹은 30여 년에 걸쳐 수소 기술 혁신의 최전선을 지켜왔습니다.

1998년 수소연료전지 연구 개발을 시작으로 수소연료전지 승용차와 대형 상용차를 세계 최초로 양산하는 등 수많은 이정표를 세웠습니다.

2018년 출시된 넥소는 글로벌 4만 대 이상 판매하며 수소전기승용차 부문 전 세계 최고 판매 기록을 달성하였으며,

2022년 수소충전소 운영 시작, 2023년 국내 최초 수소전기트램 제작 등 수소 산업에 대한 비전을 바탕으로 꾸준한 성과를 만들어 내고 있습니다.

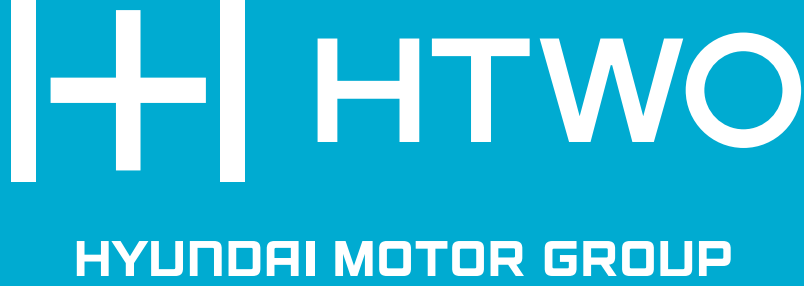
<p>1998</p>  <p>연료전지시스템 개발 착수</p> <p>현대자동차</p>	<p>2000</p>  <p>FCEV 프로토타입 개발</p> <p>현대자동차</p>	<p>2013</p>  <p>세계 최초 양산형 수소전기차 투싼ix35 Fuel Cell 출시</p> <p>현대자동차</p>	<p>2018</p>  <p>현대차 최초 수소전기차 전용 모델 넥소 출시</p> <p>현대자동차</p>	<p>2019</p>  <p>세계 최초 수소전기 시내버스 일렉시티 Fuel Cell 출시</p> <p>현대자동차</p>	<p>2020</p>  <p>세계 최초 수소전기트럭 엑시언트 Fuel Cell 출시</p> <p>현대자동차</p>	<p>2021</p>  <p>수소 출하센터 내 튜브트레일러 운행 개시</p> <p>현대글로벌비스</p>
<p>2022</p>  <p>고성능 FCE 콘셉트카 N비전74 공개</p> <p>현대자동차</p>	<p>2023</p>  <p>엑시언트 Fuel Cell 트랙터 출시 (미국)</p> <p>현대자동차</p>	<p>2023</p>  <p>세계 최초 수소전기 고속버스 Universe Fuel Cell 출시 (국내)</p> <p>현대자동차</p>	<p>2023</p>  <p>국내 최초 수소전기트램 제작</p> <p>현대로템</p>	<p>2024</p>  <p>FCEV 콘셉트카 이니시움 공개</p> <p>현대자동차</p>	<p>2025</p>  <p>2세대 수소전기차 전용 모델 디 올 뉴 넥소 출시</p> <p>현대자동차</p>	<p>2025</p>  <p>더 뉴 엑시언트 FCEV 상품성 개선 모델 출시 (트랙터/미국)</p> <p>현대자동차</p>

## 03

## HTWO 현대자동차그룹의 수소 사업 브랜드

현대자동차그룹은 기후위기 대응과 에너지 전환이라는 시대적 과제 속에서 지속 가능한 미래를 고민하며 지난 30여 년 간 수소 기술 개발에 선제적으로 투자해 왔습니다. 그 결과 세계 최초로 수소전기차 상용화를 실현하는 등 수소 모빌리티 분야에서 독보적인 성과를 거두었고, 이제는 이동수단을 넘어 수소의 생산, 저장, 운송, 활용까지 전 과정을 포괄하는 종합적인 수소밸류체인을 구축해 나가며 산업 전반의 탈탄소화를 앞당길 기반을 마련하고 있습니다.

HTWO는 이러한 현대자동차그룹의 역량이 결집된 수소 사업 브랜드이자 비즈니스 플랫폼입니다. 수소 모빌리티를 시작으로 다양한 방식으로 수소를 생산하고, 친환경 물류 사업, 항만 및 공항의 탈탄소화 등 다양한 분야에서 탄소중립을 실현하며 수소밸류체인 전 과정을 아우르는 통합 솔루션을 제공합니다. HTWO는 협업, 파트너십, 투자를 위한 오픈 플랫폼으로서 끊임없이 진화하고 성장하며 수소 사회로의 전환을 가속화하는데 핵심적인 역할을 하고 있습니다.



HTWO  
HYUNDAI MOTOR GROUP

# 04

## 생산부터 활용까지. HTWO의 수소밸류체인

HTWO는 수소의 생산, 저장, 운송, 활용의 모든 단계에서 고객의 다양한 요구를 충족하는 **솔루션을** 제공합니다.  
 현대자동차그룹은 수소사업 밸류체인 전반에 걸친 그룹사들의 역량을 모아 모빌리티 기업을 넘어 **글로벌 에너지 전환 리더**로서 자리매김하고 있습니다.



# 05

## HTWO의 비즈니스 플랫폼

HTWO는 그룹사 간 시너지를 기반으로 파트너십 · 투자 · 협력을 견인하는 오픈 비즈니스 플랫폼으로서 수소 생태계의 외연을 넓혀가고 있습니다.

### 친환경 물류 비즈니스



HYUNDAI MOTOR GROUP

美 조지아주 현대자동차그룹 메타플랜트 아메리카(HMGMA) 친환경 물류 운영  
HTWO Logistics



### 수소 에너지 비즈니스



HYUNDAI MOTOR GROUP

美 조지아주 수소 생산 · 충전 통합 거점  
HTWO Energy Savannah



### 수소 연구 · 협력



HYUNDAI MOTOR GROUP

인도공과대학교 수소 연구시설 후원  
Hyundai HTWO Innovation Centre at IIT Madras (Funding)



# 06

## 주요 비즈니스 솔루션

### ① 수소 생산

유기성 폐기물을 수소로 전환하는 W2H 기술과 재생에너지를 기반으로 하는 PEM 수전해 등 다양한 수소 생산 기술을 바탕으로 탄소중립 사회를 만들어 갑니다.

### 자원순환형 수소 생산 (Waste to Hydrogen, W2H)

음식물 쓰레기, 하수 슬러지, 가축 분뇨 등 유기성 폐기물로부터 발생하는 바이오가스를 활용하여 수소를 생산하는 방식으로, 일상에서 발생하는 폐기물을 다시 자원으로 전환해 활용할 수 있게 하며, 지역 기반의 에너지 자립을 실현하는 수소 생산 기술입니다.



### 청주시를 예시로 살펴본 자원순환형 수소 생산의 효과



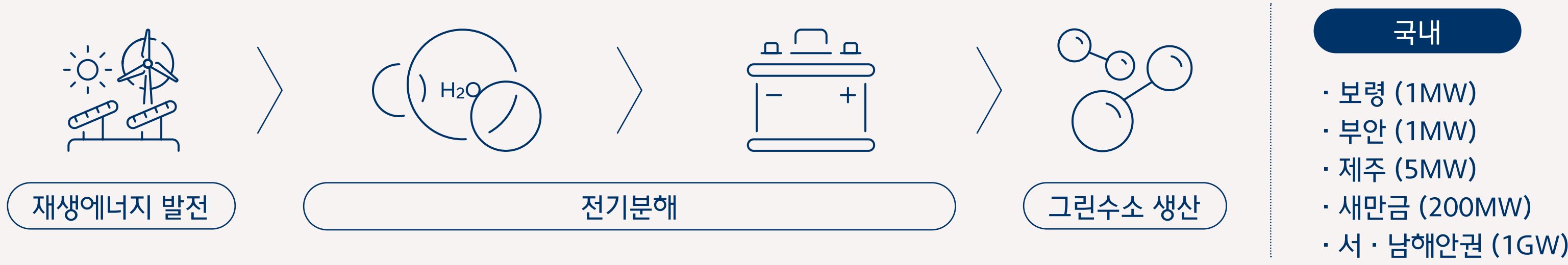
# 06

## 주요 비즈니스 솔루션

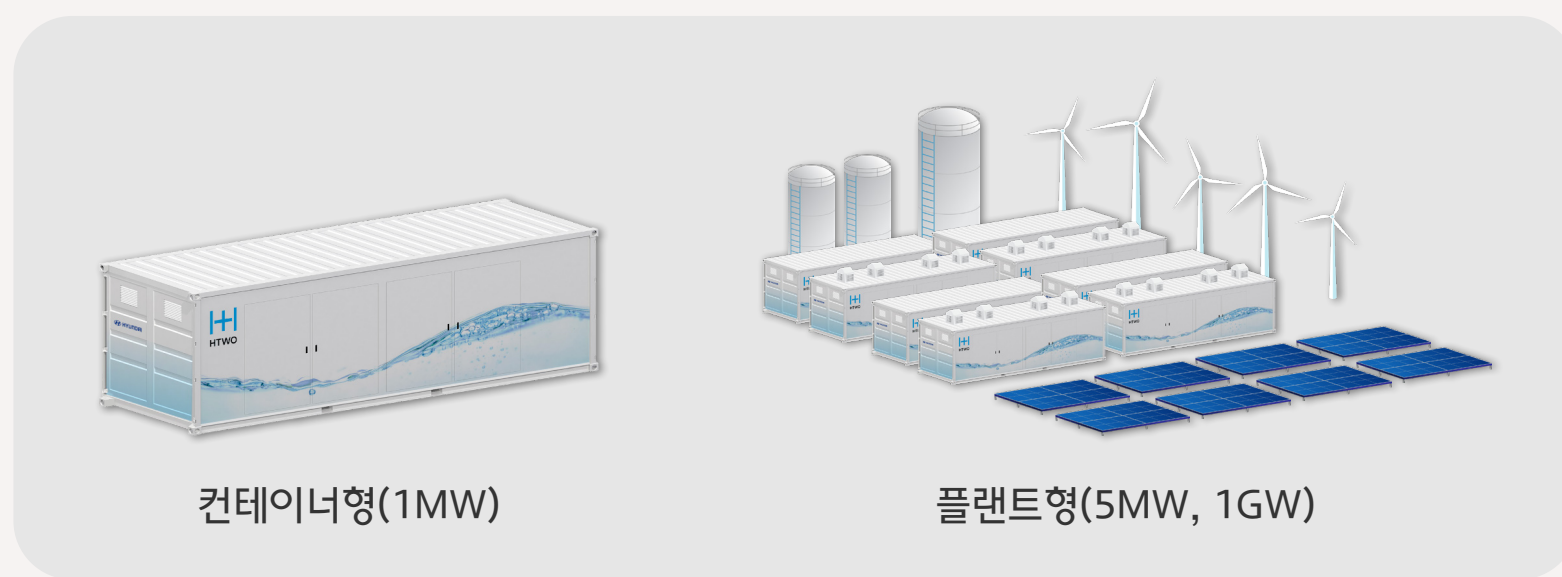
### ① 수소 생산

#### 수전해

물을 전기분해하여 고순도 수소를 생산하는 방식으로, 이때 재생에너지로 만든 전기를 사용하면 이산화탄소 배출 없는 청정수소 제조가 가능합니다. 특히 고분자 전해질막(PEM, Polymer Electrolyte Membrane)을 활용한 PEM 수전해는 수소연료전지의 역반응을 이용하는 방식으로, 현대자동차는 약 30년간 축적한 연료전지 개발 노하우를 기반으로 기술과 부품의 공용화를 실현했습니다. 국산화율 90% 이상을 달성해 안정적인 공급망을 확보했으며, 2027년 준공 예정인 울산 수소연료전지 신공장에서 국내 최초로 PEM 수전해 시스템을 생산할 계획입니다.



#### 현대자동차그룹의 PEM 수전해기



- 1MW급 컨테이너형, 스케일업에 용이한 5MW 및 1GW급 플랜트형 설비 개발로 확장
- 수소 순도 99.99%
- (1MW 기준) 수소 생산량 300kg/일 이상(넥쏘 44대 충전 가능량)
- (1MW 기준) 에너지 소모량 52.1kWh/kg H<sub>2</sub>, 수소 압력 상압 수준
- 알칼라인 수전해 대비 높은 전류 밀도, 작은 설치 공간, 빠른 응답성이 장점

# 06

## 주요 비즈니스 솔루션

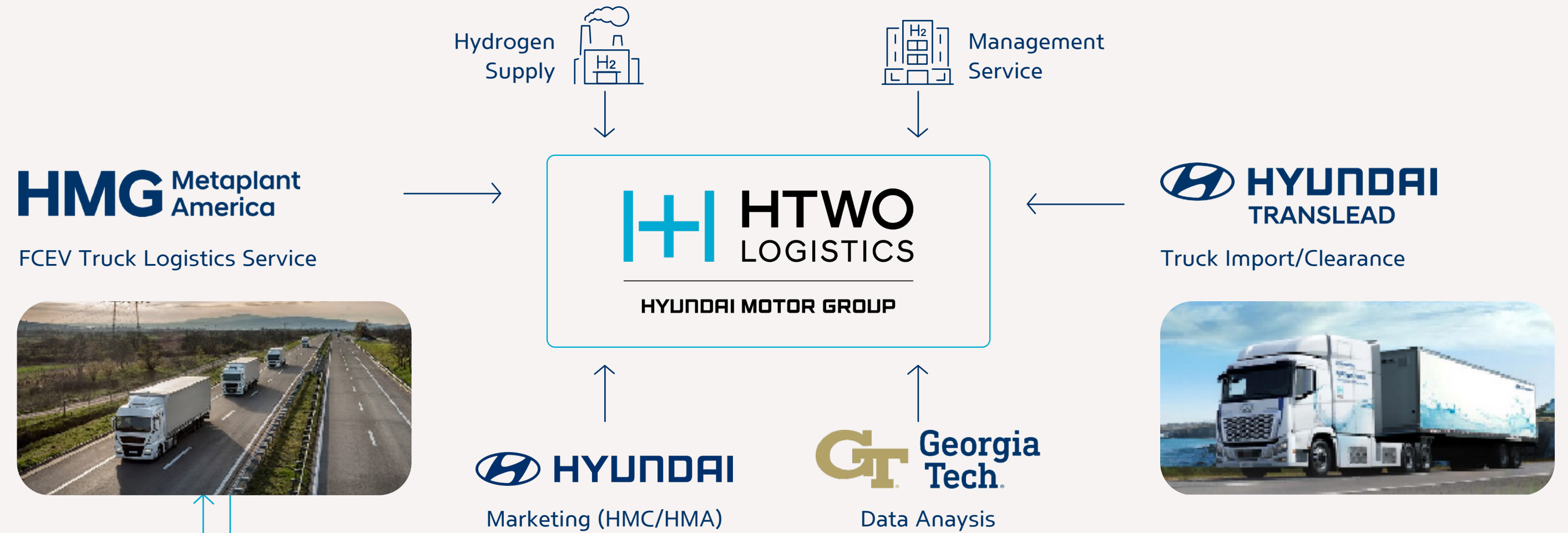
### ② 친환경 물류 사업

현대자동차의 수소연료전지 트럭 기술과 현대글로벌의 물류 전문성을 바탕으로 탄소배출 없는 친환경 물류체계를 만들어갑니다.

미국 조지아주 소재 현대자동차그룹 메타플랜트 아메리카(HMGMA) 공장을 시작으로 친환경 물류 사업을 확장해 나가며 물류 산업의 탈탄소화를 이끌어갈 예정입니다.

### HTWO Logistics Joint Venture

HMGMA 물류를 지원하는 엑시언트 수소트럭 21대 배치



### HTWO Energy Savannah

수소트럭의 원활한 운영을 위한 수소 생산 및 충전소 설치



\*현재 수소 생산량: 하루 1,200kg (향후 수요를 충족하기 위해 하루 최대 4,200kg까지 확장할 계획)

# 06

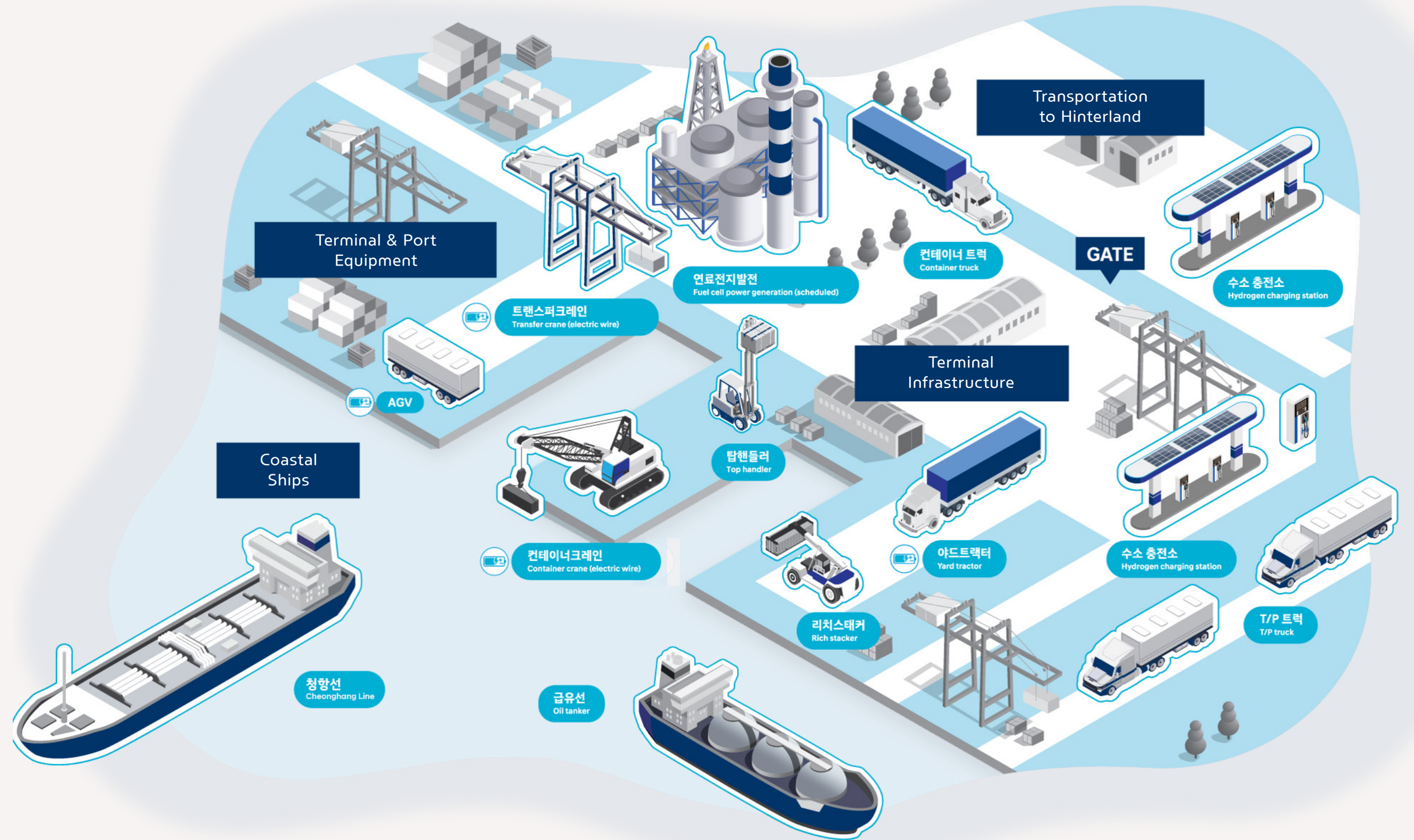
## 주요 비즈니스 솔루션

### ③ 항만 및 공항 탈탄소화

그동안 화석연료에 의존할 수밖에 없었던 항만과 공항에 수소 기반 비즈니스 솔루션을 제공하고 있습니다. 현대자동차는 미국 캘리포니아 항만 내 친환경 트럭 도입 프로젝트(NorCAL ZERO)의 정식 공급업체로 선정되어 엑시언트 수소트럭 30대를 공급했으며, 인천국제공항공사와도 MOU를 체결하고 공항 내 수소인프라 확대 및 수소 모빌리티 전환 가속화를 추진하고 있습니다.

### 캘리포니아 항만 친환경 트럭 도입 프로젝트(NorCAL ZERO)

북미 지역 항만 탈탄소화 사업.  
엑시언트 수소트럭 30대 공급은 단일 배치 기준 북미 최대 규모의 사업으로  
2028년까지 디젤 트럭 대비 약 24,000톤의 탄소 감축 효과 기대



# 06

## 주요 비즈니스 솔루션

### ④ 수소 모빌리티

현대자동차의 수소차는 이미 전 세계의 도로를 달리고 있습니다.

수소 사회를 향한 현대차의 신념이 담긴 넥소는 2018년 출시된 이후 전 세계에 4만 대 이상 판매되며 **글로벌 수소차 판매 1위**를 지키고 있습니다.

2020년 세계 최초로 양산을 시작한 대형 수소전기트럭 엑시언트 또한 국내를 비롯한 미국, 유럽, 아시아, 중동 등 **세계 곳곳에서 수소트럭 시장을 개척해** 나가고 있습니다.

#### 디올 뉴 넥소

운행 중 이산화탄소 배출 **0kg CO<sub>2</sub>**

글로벌 수소전기차 누적 판매 **1위**

글로벌 넥소 누적 판매량 **4만 7천** 대 이상 (2026년 3월 기준)

완충까지 걸리는 시간 **5분**

완충 시 주행거리 최대 **720km**



#### 엑시언트 수소전기트럭

완충 시 주행거리 최대 **570km** (6×4 웡바디 기준) / **720km** (6×4 북미향 트랙터 기준)

2020년 출시 이후 한국, 미국, 스위스, 독일 등 세계 주요 시장에 판매되며  
누적 주행거리 **2천 3백만 km** 돌파 (2026년 3월 기준)

1,000만 km 운행 시 약 **6,500톤\***의 이산화탄소 배출 절감 효과

\*유엔 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC) 가이드라인 / 디젤 트럭의 1,000만 km 운행 시 이산화탄소 배출량 기준



# 06

## 주요 비즈니스 솔루션

### ④ 수소 모빌리티

현대자동차는 2019년 세계 최초로 시내용 수소전기버스인 일렉시티 수소전기버스를 선보인 데 이어, 2023년에는 고속형 대형버스 급에 세계 최초로 수소연료전지를 적용한 유니버스 수소전기버스를 출시하며 수소버스 보급을 지속적으로 확대해 나가고 있습니다.

수소 모빌리티는 도로 위를 넘어 도시 철도까지 확장됩니다. 전차선이 필요 없어 도시 미관을 해치지 않는 수소전기트램은 울산 장생포선과 세계 최장 무가선 트램이 될 대전 2호선에 도입될 예정으로, 수소 기반 대중교통의 새로운 기준을 제시하고 있습니다.

#### 수소전기버스 (일렉시티 & 유니버스)

누적 공급대수 3,000대 이상 (2026년 3월 기준)

연간 이산화탄소 감축량 약 20만 톤\*

\*소나무 약 2,100만 그루가 흡수하는 이산화탄소 양

2030년까지 수도권 광역노선 차량

약 300대 수소전기버스로 전환 예정

현대자동차그룹 사업장 통근버스 1,201대

2030년까지 수소전기버스로 전환 예정



일렉시티 수소전기버스

세계 최초 수소전기 시내버스

완충 시 주행가능거리 최대 550km



유니버스 수소전기버스

세계 최초 수소전기 고속버스

완충 시 주행가능거리 최대 960.4km

#### 수소전기트램

충전시간 20분 이내

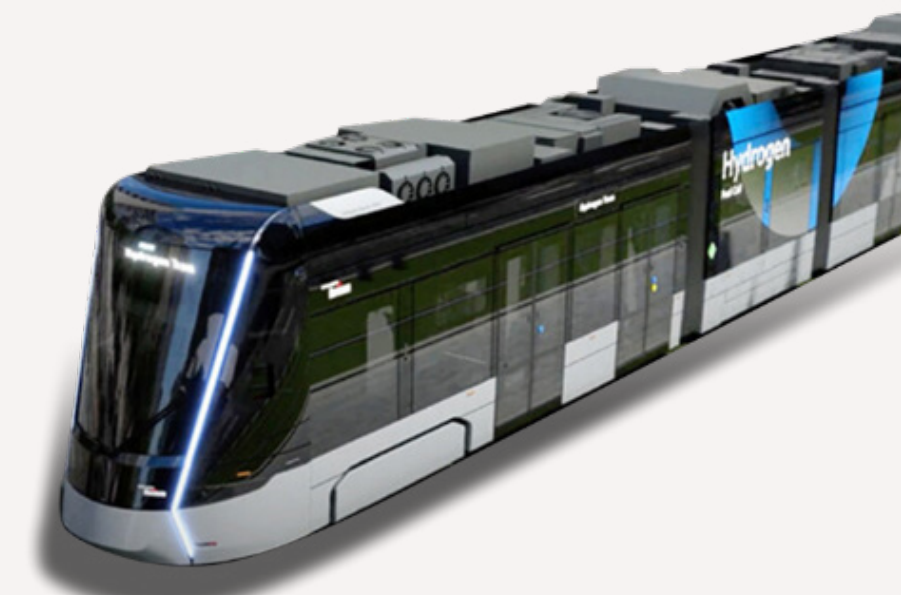
1회 충전 시 주행가능거리 200km 이상

최고 속도 70km/h

수소 저장 용량 84kg

2027년 울산 장생포선과 2028년 대전 2호선 (대전 순환선 및 2개 지선) 수소전기트램\* 도입 예정

\*세계 최장 무가선 수소트램 노선 (38.8km, 45개 정거장)



# 06

## 주요 비즈니스 솔루션

### ⑤ 수소연료전지시스템 라인업 확장

수소 산업을 선도하며 글로벌 리더십을 확립해 나가는 현대자동차그룹 행보의 중심에는 **수소연료전지시스템**이 있습니다. 신뢰할 수 있는 **고품질의 수소연료전지 기술**을 바탕으로 모빌리티부터 발전 설비, 건설 기계 장비와 항공 및 해양 운송에 이르기까지 다양한 수소연료전지시스템 라인업을 개발하며 **수소사회를 향한 솔루션의 범위를 확장**해 나가고 있습니다.

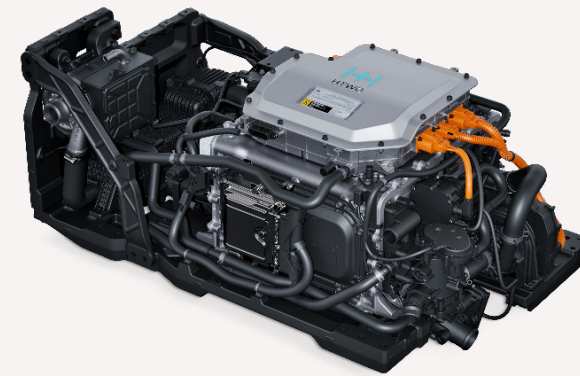
#### 엔진형 연료전지시스템

- 출력 94kW / 에너지 효율 최대 61.7%
- -30~50°C 환경에서 작동
- 경상용차, 승용차, 중/대형 트럭, 특수차량, 시내/광역버스, 발전기 등에 사용



#### 플랫형 연료전지시스템

- 출력 94kW / 에너지 효율 최대 61.7%
- -30~50°C 환경에서 작동
- 트램, 기차, 버스 등에 사용



#### 수소연료전지 파워팩

- 정격 출력 20kW / 최대 출력 60kW (5초)
- 연료전지, 배터리, 수소탱크 등 필수 구성 요소 통합 All-in-One 패키지 구성
- 지게차 등 산업용 차량에 적용할 수 있도록 설계



#### 수소연료전지 발전기

- 정격 출력 70kW / 최대 출력 100kW
  - 서울시 평균 가구 전력소비량 기준 250가구\*이상 전력 공급 가능
  - 건물용 자가발전, 소규모 분산발전, H-ESS 연계하여 재생에너지 간헐성/변동성 보완
- <\*출처 : 서울특별시 에너지정보 (2024 서울특별시 가구당 전력소비량)>



#### 이동형 발전기(교환식 수소 저장 시스템 탑재)

- 정격 출력 35kW AC 380V / AC 220V
- 최대 출력 50kW AC 380V / AC 220V
- 디젤 발전기 대비 저소음·저진동, 친환경적 운영 가능
- 이동용이성, 간편한 설치로 건설현장, 야외 방송·행사장, 군 작전용 전력 공급 등 다양한 환경에서 활용 가능



#### 수소연료전지시스템 적용 분야



MW급 수소연료전지 발전기



굴착기



지게차



농업용 트랙터



군용 차량



AGV(무인 운반 차량)



선박

# 06

## 주요 비즈니스 솔루션

### ⑥ 수소 산업 현장 활용-수소버너

수소버너는 수소와 공기를 혼합해 연소시켜 발생하는 열을 활용하는 친환경 설비입니다.

현대자동차 울산공장 도장 오븐을 시작으로 축열식연소장치, 공조기, 보일러 등 고온의 열이 필요한 설비에 적용 범위를 확대하고 있으며, 현대자동차그룹 국내 생산공장 내 LNG 버너 약 5,000개를 단계적으로 수소버너로 전환할 예정입니다.



- 수소, 공기 혼합 연소로 열을 내는 친환경 설비
- 현대차 울산공장 도장 오븐, 축열식연소장치, 공조기, 보일러 등에 활용중
- 현대차 국내 생산공장 LNG 버너 약 5,000개 단계적 전환 예정

#### 자동차 제조 공정에서의 수소 버너 활용



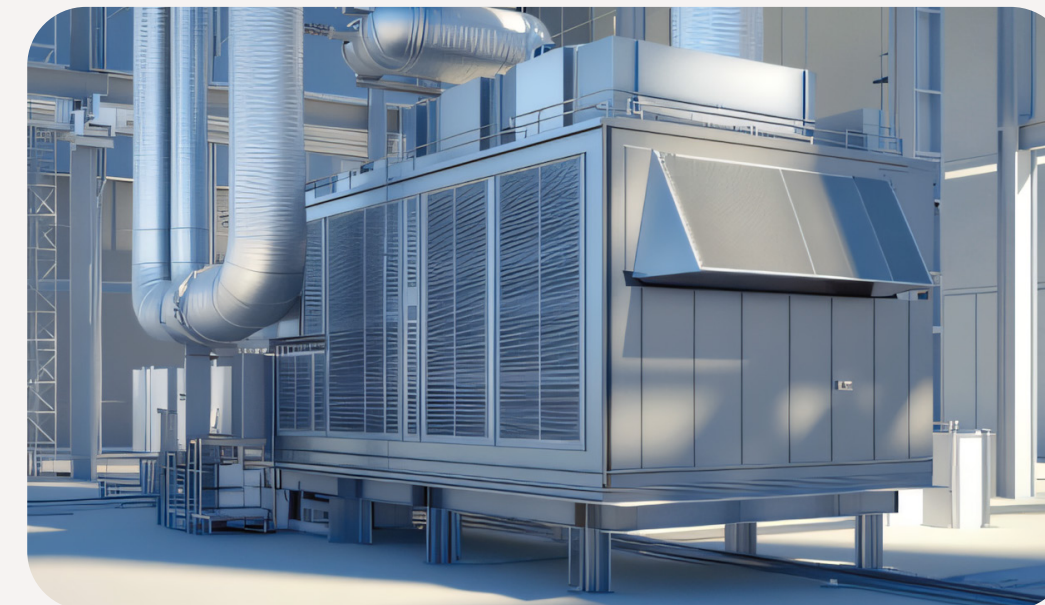
#### 도장 오븐

수소버너는 공기를 목표 온도까지 직·간접적으로 가열해 자동차 도장막을 균일하고 신속하게 건조하고 경화시킵니다.



#### 축열식 연소 장치

수소버너를 통해 생성된 열은 RTO 공정에서 배기가스를 800~850°C까지 가열하는 데 활용되며, 유해물질(VOCs)을 완전히 연소시키고 사업장의 열에너지 효율 향상에 기여합니다.



#### 공조기

공조기는 실내 온도와 습도를 조절하는 공기 처리 장치로, 수소버너 적용 시 외기를 빠르게 가열해 실내로 공급할 수 있습니다.



#### 보일러

수소버너에서 발생한 고온 배기가스가 수관의 물을 가열하며, 이때 생성된 증기나 온수가 사업장 곳곳에 공급됩니다.

# 06

## 주요 비즈니스 솔루션

### ⑦ 수소 충전 솔루션

HTWO는 수소 인프라 확장과 운영 효율을 높이는 혁신적 충전 기술을 통해 글로벌 에너지 생태계를 연결합니다.

고정형 · 이동형 · 패키지형 수소충전소, 수소전기차 자동 충전 로봇 등의 다양한 솔루션으로 안전성과 효율성, 지속가능성을 구현합니다.



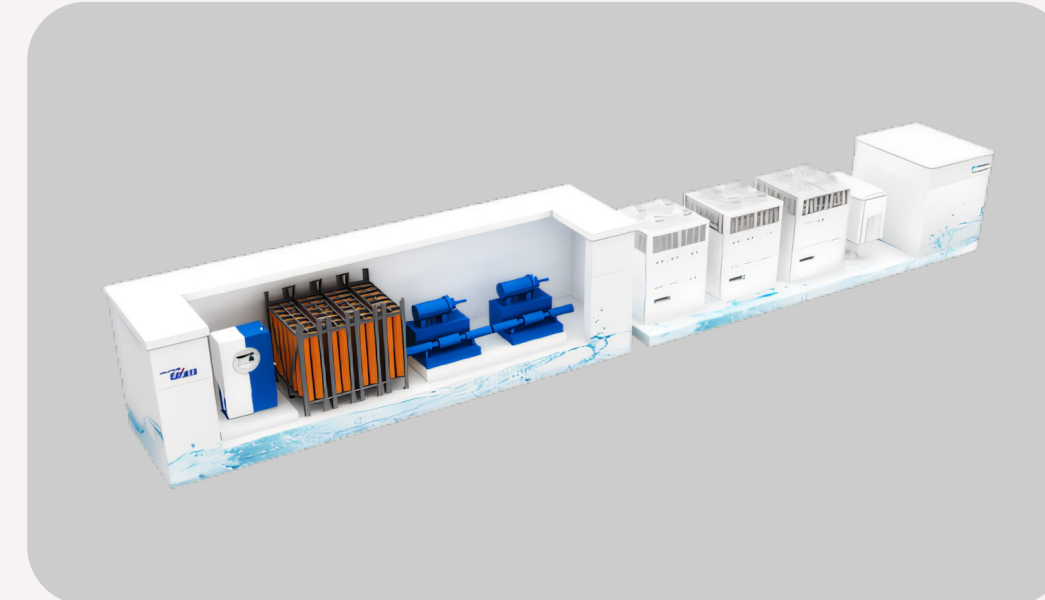
#### 고정형 수소충전소

- 승압과 냉각을 거친 수소를 디스펜서를 통해 승용차, 트럭, 버스, 트램 등 다양한 수소 모빌리티에 공급
- 현대자동차그룹과 파트너사가 전국 약 230개 충전소 중 30% 가량 직접 운영/충전 설비 공급 중 (2025년 12월 기준)
- 현대로템 고정형 수소 디스펜서 유량 초당 60g, 현대자동차와 함께 최대 300g의 고속 충전 위한 기술 개발 중



#### 이동형 수소충전소

- 트럭 또는 대형 트레일러에 수소 압축기, 저장용기, 냉각기, 충전기 등 핵심 설비 탑재로 하나의 완전한 수소충전소 역할 수행
- 대도시 혼잡 시간대 충전 대기 불편 해소에 기여
- 소면적 · 유희부지 활용으로 공간 제약 극복



#### 패키지형 수소충전소

- 핵심 설비를 컨테이너에 모듈화 패키지하여 조립한 형태의 충전 솔루션
- 컨테이너 모듈화를 통한 토목/건축비용 절감 (50kg/h급 충전소 기준 33% ↓)
- 설비면적 축소 (순수 설비면적 약 40% ↓)
- 설치 시간 절감 (3.5개월→1.0개월)
- 설비 집적화, 사이즈 표준화 통한 공간 활용도 증대
- 단기간 내 패키지 교체/이설 가능

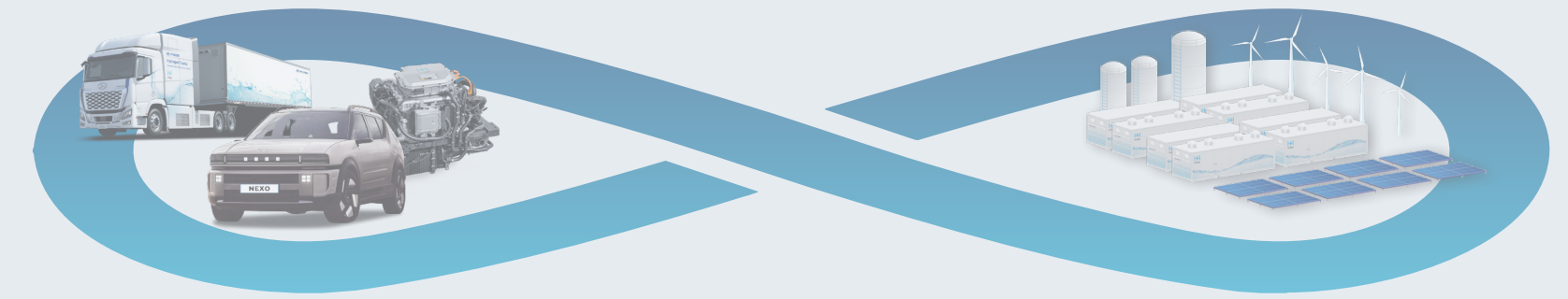
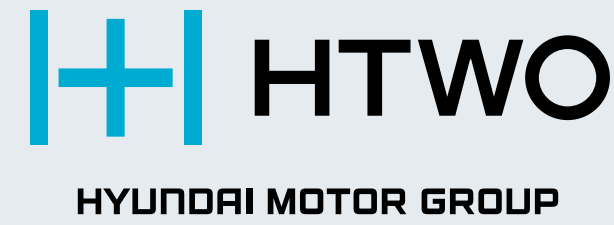


#### 수소전기차 자동 충전 로봇

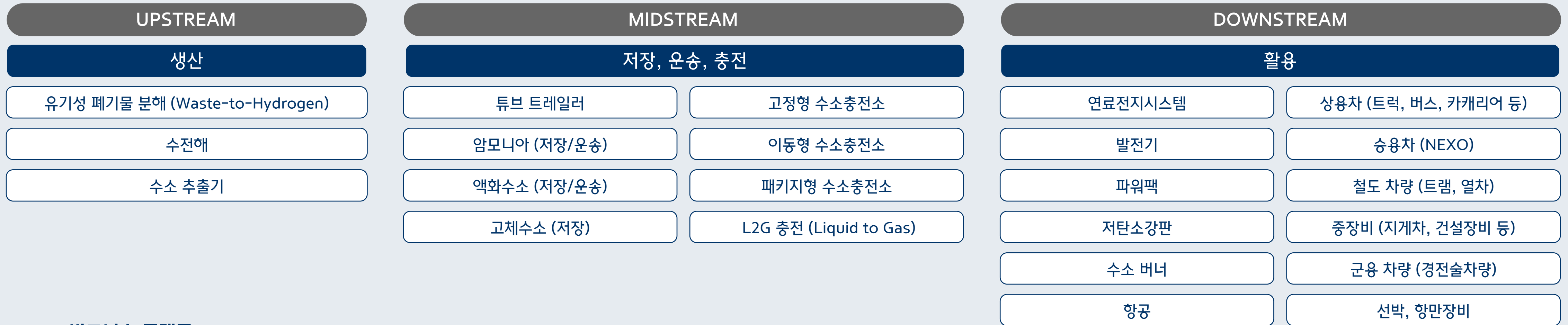
- 자동화 충전 프로세스를 통해 편리한 충전 경험을 제공하는 충전 로봇
- 고도화된 비전 AI 기술 적용, 차량의 종류 · 번호판 · 주차 위치 식별하여 충전구의 위치와 각도 정밀 인식
- 힘 · 토크 측정 센서 활용 고정밀 제어 기술로 로봇 팔에 연결된 충전 커넥터와 차량 충전구의 안정적 결합 지원
- 국제 표준 안전 설계 기술을 적용해 안전성 · 안정성 확보

## 요약

수소 산업을 이끌어 온 현대자동차그룹의 30여 년 노하우를 담아 수소의 생산부터 활용까지 수소밸류체인의 전 과정을 아우르는 수소 사업 브랜드이자 비즈니스 플랫폼 - HTWO



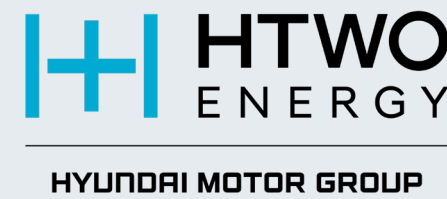
### HTWO의 수소밸류체인



### HTWO 비즈니스 플랫폼



친환경 물류 비즈니스



수소 에너지 비즈니스



수소 연구 · 협력

### HTWO 주요 비즈니스 솔루션

- |                                      |                                       |   |  |  |                                |  |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---|--|--|--------------------------------|--|
| <b>① 수소 생산</b><br>- 자원순환형<br>- 수전해 등 | <b>② 친환경 물류 사업</b><br>- HMGMA 물류 지원 등 | <b>③ 항만 및 공항 탈탄소화</b><br>- 캘리포니아 항만 NorCAL ZERO<br>- 인천국제공항공사 MOU 등 | <b>④ 수소 모빌리티</b><br>- 글로벌 수소차 누적 판매 1위 - 넥쏘<br>- 세계 최초 수소전기트럭 - 엑시언트<br>- 세계 최초 수소전기버스 - 일렉시티 & 유니버스<br>- 수소전기트램 등 | <b>⑤ 수소연료전지시스템 라인업 확장</b><br>- 엔진형 연료전지시스템<br>- 플랫폼형 연료전지시스템<br>- 수소연료전지 파워팩<br>- 수소연료전지 발전기 | <b>⑥ 수소 산업 현장 활용</b><br>- 수소버너 | <b>⑦ 수소 충전 솔루션</b><br>- 고정형 수소충전소<br>- 이동형 수소충전소<br>- 패키지형 수소충전소<br>- 수소전기차 자동 충전 로봇 |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---|--|--|--------------------------------|--|



부록

## Q&A 수소에 대한 궁금증

## Question 01. 수소는 어디에나 있다는데, 왜 ‘생산’이 필요한가요?

### 관련 내용

▶ 1-3. 일상 자원으로부터 생산 가능한 수소

수소는 반응성이 높아 자연상태에서 단독으로 존재하기보다 물(H<sub>2</sub>O), 암모니아(NH<sub>3</sub>), 메테인(CH<sub>4</sub>) 등 다른 원자와 결합된 형태로 존재하기 때문에 이들 원자로부터 수소를 분리·추출하는 과정이 필요합니다. 수소는 대표적으로 물의 전기분해를 통해 생산할 수 있으며, 석탄/석유/천연가스 등 화석연료는 물론, 음식물 쓰레기/하수 슬러지/가축 분뇨와 같은 유기성 폐기물 등 다양한 자원을 통해서 생산할 수 있습니다. 수소는 석유나 천연가스와 같이 특정 지역에만 매장되어 있는 자원이 아니기 때문에, 기술만 갖추고 있다면 어디서나 생산이 가능합니다.

## Question 02. 수소는 저장과 운송이 까다롭지 않나요?

### 관련 내용

▶ 1-4. 다양한 방법으로 저장 가능한 수소

기체 상태에서 수소는 부피당 밀도가 낮아 기체 그대로 저장하기에는 굉장히 큰 용량의 저장 탱크를 필요로 하기 때문에, 많은 양의 수소를 저장하기 위해서는 고압으로 압축하거나, 냉각을 통해 액체 상태로 만드는 등의 부피를 줄이는 과정이 필요합니다. 수소는 다음과 같이 다양한 방식으로 저장할 수 있으며, 보관이 용이하여 장거리/대용량 에너지 이동이 가능합니다.

- 기체 상태로 압축 : 기체 수소를 대기압의 700배 이상의 압력으로 압축하는 방식으로, 현재 수소차와 산업용 수소 등에 사용되는 가장 보편적인 저장 방식입니다. 액화, 고체와 같은 다른 저장 방식에 비해 부피당 밀도가 낮으며, 압축을 위한 에너지 소모가 높다는 특징이 있습니다.
- 액화 : 수소를 -253℃의 극저온으로 냉각하여 액체 상태로 저장하는 방식으로, 화학적 전환 없이 수소를 직접 사용할 수 있습니다. 액화 과정에서 에너지의 소모가 발생하지만, 장거리/대용량 운송에 유리합니다.
- 변환 : 수소는 다른 물질과 결합하여 저장할 수도 있습니다. 대표적으로 암모니아(NH<sub>3</sub>)나 액상 유기 수소운반체(LOHC) 등의 액상 화학물로 합성하는 방법이 있으며 기존의 운송 인프라를 활용할 수 있고 대규모 해상 및 육상 운송에 유리하다는 장점이 있습니다.
- 고체 : 고체 물질에 수소를 흡착하거나 화학적으로 결합시켜 저장하는 방식입니다. 기체 압축이나 액화 방식보다 높은 부피 밀도를 가지며, 부피가 작지만 중량이 무거워 잠수함이나 굴착기 등에 사용됩니다.
- 자연 지형 활용 저장 : 소금 동굴이나 고갈된 가스전의 빈 공간을 활용하는 자연 지형 활용 저장 방식은 에너지의 계절적, 일시적 수요 급증 대응 및 에너지 안보 강화 차원에서 개발된 기술입니다. 대규모의 수소를 이미 존재하는 자연환경에 저장하기 때문에 가장 경제적인 방법으로 알려져 있습니다.

## Question 03.

### 수소는 위험하지 않나요?

#### 관련 내용

- ▶ 1-1. 우주에서 가장 단순하고 풍부한 원소

수소가 위험하다는 생각은 오해입니다. 수소의 자연발화온도(585℃)는 휘발유(247℃)보다 2배 이상 높아 자연적으로 폭발할 가능성이 매우 낮습니다.

또한 우주에서 가장 가벼운 원소(공기 대비 4배 가벼움)로 누출 시 공기중으로 빠르게 확산되며, 무독성의 기체이므로 질식이나 중독의 위험도 거의 없습니다.

수소가 위험하다는 오해를 받는 것은 아마 수소폭탄 때문일 것입니다.

하지만 수소폭탄에 사용되는 수소는 인위적으로 구조를 변화시킨 것으로, 일반적인 연료에 사용되는 자연 상태의 수소와 완전히 다릅니다.

## Question 04.

### 수소를 색깔로도 구분하던데 어떤 것들이 있나요?

#### 관련 내용

- ▶ 1-3. 일상 자원으로부터 생산 가능한 수소

수소는 생산 과정에서 사용되는 에너지원과 탄소 배출 여부에 따라 그레이수소, 블루수소, 그린수소, 핑크수소로 구분됩니다.

- 그레이수소 : 수소 생산 과정에서 탄소가 배출되는 수소를 말합니다. 주로 천연가스나 석유 등 화석연료를 통해 얻어지는 수소를 가리키며, 생산 과정에서 필연적으로 탄소가 발생하지만, 생산 비용이 가장 저렴해 현재까지 가장 보편적으로 사용되는 방식입니다.
- 블루수소 : 그레이수소 생산 방식에서 발생하는 탄소를 공기 중에 내보내지 않고 따로 모으는 탄소 포집·활용·저장(CCUS\*) 기술을 활용해 만드는 수소를 일컫습니다. 생산 과정에서 탄소배출을 최소화하기 위한 노력으로 포집한 탄소를 별도의 방식으로 저장·활용하며, 탄소중립 전환기의 ‘과도기 수소’라고도 불립니다.
- 그린수소 : 생산 과정에서 탄소가 전혀 발생하지 않는 청정 수소를 일컫는 말로, 재생에너지로 물을 전기분해하여 생산하는 수전해 기반 수소가 대표적입니다. 생산 과정에서 이산화탄소 배출이 전혀 없는, 궁극적인 친환경 수소이기도 합니다.
- 핑크수소 : 원자력 발전소에서 생산된 전기와 증기를 이용해 물을 전기분해하여 얻는 수소입니다. 생산과정에서 탄소배출이 거의 없어 친환경적이며, 원자력은 재생에너지의 변동성 문제를 보완할 수 있는 안정적 공급원이라는 점에서 주목받고 있습니다.

수소는 이처럼 다양한 색으로 구분되지만, 중요한 것은 색깔보다 수소의 본격적인 활용입니다.

다양한 방식으로 생산된 수소를 함께 사용하면 시장이 확대되고, 그 과정에서 생산 기술이 계속 발전하며 비용도 낮아집니다.

이렇게 조금씩 시장을 키워 나가면 청정수소로의 전환을 더 앞당길 수 있습니다.

\*CCUS :

Carbon Capture, Utilization and Storage

## Question 05.           수소는 정말 친환경적인가요?

수소연료전지는 수소를 에너지로 변환하여 사용하는 과정에서 오직 물만 배출됩니다. 수소와 산소의 반응으로 전기를 생산하는 수소차 또한 부산물로 물만 배출할 뿐 이산화탄소나 미세먼지, 질소산화물 등을 발생시키지 않습니다. 또한 운행 중 공기를 흡입하여 필터를 통해 미세먼지를 여과하는 등 도로 위 공기청정기의 역할을 하기도 합니다.

## Question 06.           수소는 에너지인가요? 연료인가요?

수소는 자동차와 같은 모빌리티나 여러 산업 분야에서 연료로 사용될 뿐 아니라, 에너지를 저장하고 또 보관할 수 있는 매개체입니다. 우리는 에너지를 수소로 변환하여 저장하고, 저장된 수소를 다시 에너지로 변환하여 필요한 곳에 사용할 수 있습니다. 그래서 우리는 수소를 에너지 스토리지(저장소)이자 에너지 캐리어(이동 장치)라고 부릅니다. 특히 수소는 저장 방식에 따라 장기간, 대용량 보관이 가능하며, 장거리 운송도 용이하여 전 세계 국가들의 지정학적 에너지 격차를 줄이고 공정한 에너지 시대를 여는 초석이 될 것입니다.

## Question 07.           수소 연료탱크 충돌이나 화재 시의 폭발 위험성은 없나요?

수소는 우주에서 가장 가벼운 원소로 누출된다고 하더라도 공기 중으로 빠르게 날아가지만, 넥쏘와 같은 수소차에는 수소의 안전성을 더욱 강화하기 위한 각종 첨단 안전시스템이 적용되어 있습니다. 넥쏘의 수소저장 시스템은 충돌 사고나 외부 화재 발생 시에도 구조적 안전성을 유지할 수 있도록 고안되었으며, 수소 감지 센서, 연료량 변화, 압력 변화 등을 실시간으로 모니터링하여 수소 누출에 의한 사고 발생 가능성을 사전에 차단합니다. 또한 수소탱크 주변 온도가 과도하게 올라갈 경우, 수소를 대기로 빠르게 방출하는 안전밸브도 갖추고 있습니다.

## Question 08. 수소차와 전기차의 가장 큰 차이점은 무엇인가요?

### 관련 내용

- ▶ 2-1. 더 빨리, 더 멀리
- 미래 모빌리티 시대의 동반자

수소차의 정식 명칭은 ‘수소전기자동차’로, 수소차 또한 궁극적으로는 전기로 움직입니다.

수소차와 전기차는 똑같이 전기로 움직이지만, 수소차와 전기차는 전기를 생산하는 방식에서 차이가 있습니다.

전기차는 외부에서 생산된 전기에너지를 내부 배터리에 저장하여 사용하는 반면 수소차는 연료탱크에 저장한 수소를 활용해 전기를 자체적으로 생산하며 달리죠.

수소차에 탑재된 수소연료전지시스템은 수소와 산소를 결합시켜 전기에너지를 만들어내며, 이렇게 발생한 에너지가 수소차를 움직이게 합니다.

즉, 전기차는 전기에너지를 외부에서 공급받아 배터리를 충전하여 주행하며,

수소차는 수소충전소에서 고압 기체 상태의 수소를 주입 받아 자체적으로 전기에너지를 발생시켜 주행합니다.

이러한 차이로 인해 수소차와 전기차는 각기 다른 특징을 가지게 됩니다.

전기차는 가능한 많은 전기에너지를 저장하기 위해 크고 무거운 고전압 배터리가 탑재되고 이로 인해 차체의 중량이 늘어나게 됩니다.

배터리 충전에 긴 시간이 소요되는 반면, 수소에 비해 상용화된 충전 인프라로 인해 경제성 측면에서 유리합니다.

반면 수소차는 가볍고 에너지 밀도가 높은 수소를 싣고 달립니다. 특히 수소는 동일 질량 기준 에너지 밀도가 리튬이온 배터리 대비 133배나 높아 한 번 충전으로 전기차보다 더 먼 거리의 운행이 가능하며, 차체 또한 가벼워서 그만큼 더 많은 화물을 적재하거나 승객을 태울 수 있습니다.

수소차는 잦은 충전을 번거롭게 느끼거나, 충전에 소비되는 시간을 절약하고자 하는 분들께 적합한 친환경차 옵션입니다.

최고의 친환경성과 빠른 충전을 원하는 분은 수소차를, 널리 보급된 충전 인프라와 경제성을 원하는 분은 전기차를, 개인의 가치와 선호에 따라 선택하실 수 있습니다.

## Question 09. 수소차의 연료비와 충전 시간은 어느정도 인가요?

넥쏘는 5분 충전으로 720km 주행이 가능합니다. km당 연료비는 충전 가격에 따라 달라지는데,

수소의 가격은 지역별로 8,000~11,000원/kg 수준이며, 디 올 뉴 넥쏘의 수소 저장 용량인 6.69kg 기준으로 완전 충전하는 데 약 6~7만 원 정도가 듭니다.

트럭은 약 30분 충전으로 720km 이상, 버스는 약 20분 충전으로 960km 주행이 가능합니다. (현대자동차 상품 기준)

## Question 10.

### 전기차보다 수소차가 경쟁력있는 분야는 무엇인가요?

#### 관련 내용

##### ▶ 2-1. 더 빠리, 더 멀리

##### - 미래 모빌리티 시대의 동반자

전기차와 수소차 모두 운행 과정에서 탄소 배출이 적은 친환경 차량으로, 어느 하나가 다른 하나를 압도하는 것이 아닌 탄소중립 시대에서 선택권을 넓혀주는 대안으로 존재합니다.

특히 상용차 부문에서 수소차의 강점은 두드러집니다. 수소차는 전기차 대비 짧은 충전 시간으로 버스나 트럭의 운행 가동률을 높일 수 있으며, 배터리에 비해 높은 에너지 효율로 한번 충전으로 더 먼 거리를 주행할 수 있습니다.

또한 수소차는 에너지를 저장하는 시스템이 전기차보다 가벼워 더 많은 화물을 싣고, 더 많은 승객을 태울 수 있죠.

전기차와 수소차의 균형 잡힌 보급은 국가 전력망 안정화에 기여할 수 있습니다.

정부의 친환경차 보급 계획에 따라 2030년까지 전기차가 420만 대 보급될 경우, 이 많은 전기차가 모두 운행되기 위해서는 약 2.4만 GWh의 전력이 필요합니다.

이는 현재 운행 중인 전기차 75만 대 (25년 10월 말 기준)가 필요로 하는 전력량의 약 6배에 달하는 수준이며, 5년 안에 이만큼의 전력 인프라를 확대하는 것은 현실적으로 매우 어렵습니다.

반면 전기 충전이 필요하지 않은 수소차의 보급이 함께 이루어진다면 갑작스런 전력 소비 급증에 대한 부담이 완화될 수 있죠.

친환경차 시대의 매력적이고 실용적인 대안인 수소차는 소비자에게 선택권의 확장을, 국가적으로는 안정적인 친환경 모빌리티 시대의 도래를, 나아가 우리 인류에게는 더 깨끗한 미래를 선사할 것입니다.

## Question 11. 수소차는 겨울에도 잘 작동하나요?

수소차는 혹한의 겨울에도 안정적으로 작동하도록 설계되어 있습니다.

현대자동차의 수소연료전지 시스템은 -30℃부터 50℃까지 넓은 작동 온도 범위를 갖추고 있어, 일반적인 겨울철 날씨는 물론 극한 저온 환경에서도 시동과 운행 성능을 유지합니다.

아주 추운 날 오래 정차하거나 연료전지 발전량이 거의 없는 상황에서 연료전지 스택 결빙 가능성을 해결하기 위해 현대자동차 넥쏘에는 ‘웨이크 업(Wake Up)’ 기능이 적용되어 있습니다.

이 기능은 필요할 때 스택의 온도를 높이고 내부 수분을 제거해 결빙을 막아 추운 날에도 시동이 잘 켜지는 능력, 즉 냉간 시동 성능을 향상시킵니다.

쉽게 말해, 영하의 날씨에서도 넥쏘는 시동이 잘 걸리도록 설계되어 있는 것이죠.

상용차 분야에서도 수소차는 전기차대비 강점을 가집니다.

영하 10~20℃의 혹한기에 전기차는 배터리 효율 저하로 인해 주행거리가 평상시 대비 60~70%로 감소하는 반면,

수소차는 연료탱크내 수소를 산소와 직접 반응시켜 전기에너지를 생산하므로 저온에서 에너지 효율 저하가 훨씬 적어 동절기나 극한 지역에서의 운행에 유리합니다.

## Question 12. 수소차는 왜 이렇게 비싼가요?

이미 시장 성숙 단계에 들어선 내연기관차나 전기차와 다르게, 수소차는 아직 시장 초기 단계에 있습니다.

수소연료전지시스템의 높은 원가와, 아직은 본격화되지 않은 대량생산 등의 제약이 있지만

현재 수소차 보급을 위한 정부 및 각 지방자치단체의 보조금이 운영되고 있으며, 수소차의 대중화를 위한 기술 개발 또한 꾸준히 이루어지고 있습니다.

## Question 13. 수소 충전소의 현황은 어떠하며, 확산 계획이 있나요?

수소차의 보급과 함께 수소충전소 인프라 또한 꾸준히 확산되고 있습니다. 2019년 처음 수소충전소가 설립된 이후, 전국의 수소충전소는 2023년 78개로 늘어났으며,

2025년 8월 기준 약 230개로 지난 2년간 약 3배 가량 증가했습니다. 정부 또한 수소 인프라 확대를 위해 2030년까지 660개소 이상, 2040년까지 1,200개소 이상의

수소충전소를 구축하는 것을 목표로 하고 있습니다.

## Question 14.

### 우리나라가 수소 분야에서 앞선 기술은 무엇인가요?

#### 관련 내용

##### ▶ 2-2. 더 공정하게

- 에너지 자립과 안보의 초석

3-2. 수소 산업을 이끌어 온

30여 년의 발자취

우리나라는 수소전기차 및 수소연료전지시스템 분야에서 글로벌 최고 수준의 경쟁력을 보유하고 있습니다.

현대자동차그룹은 1998년 수소연료전지 연구 개발을 시작으로 지난 30여 년 간 수소 기술 혁신의 최전선에 서 왔습니다.

2013년에는 세계 최초 양산형 수소차를 출시했고, 2018년 출시한 수소전용모델 넥쏘는 누적 4만 대 이상 판매되며 글로벌 수소차 판매 1위를 지키고 있습니다.

2023년 국내 최초 수소 전기트램, 2025년 디 올 뉴 넥쏘, 더 뉴 엑시언트 수소전기트럭을 출시하며 현대자동차그룹은 수소연료전지를 활용한 모빌리티 라인업을 지속적으로 확장해 나가고 있습니다.

현대자동차그룹은 모빌리티를 넘어, 수소의 생산에서부터 저장, 운송, 활용까지 영역을 확장하며 산업 전반에 걸친 수소 생태계를 구축해 나가고 있습니다.

이미 수소연료전지의 부품 국산화율은 약 90%로, 전국 수십 개의 협력사, 백여 개의 수소 관련 기업들과의 동반 성장을 통해 국가 산업 경쟁력을 강화해 나가고 있습니다.

또한 현대차가 개발한 PEM 수전해기는 넥쏘, 엑시언트 수소전기트럭 등으로 검증된 수소연료전지시스템과 주요 부품을 약 85% 공유하고 있어

수소차의 보급 확대는 곧, 국내 수전해 산업의 경쟁력 확보로 이어지게 될 것입니다.

## Question 15.

### 수소 사회가 실현된다면, 우리의 일상은 어떻게 달라질까요?

우주 질량의 75%를 차지하는 수소, 우리가 일상에서 마주하는 다양한 자원을 통해 생산 가능한 수소를 사용하는 사회가 본격화 된다면

우리 사회는 보다 깨끗하고, 안전하며, 지속 가능하고 공정한 세상이 될 것입니다.

재생에너지는 수소에 저장되었다가 가정의 온수를 데우고, 사무실에 전기를 공급하는 역할을 할 것입니다.

출근길 거리의 승용차, 버스, 트럭들은 이산화탄소나 질소가 아닌 깨끗한 물을 배출하며 달리고 있겠죠.

항만의 크레인과 선박도 조용히 수소로 움직이며, 공장에서는 석탄 대신 수소로 철을 만들 것입니다.

뿐만 아닙니다. 수입에만 의존하던 에너지가 우리 땅에서 생산되는 깨끗한 에너지로 바뀌며 전 세계의 에너지 빈부 격차는 점점 줄어들 것입니다.

새롭게 뿌리내린 수소 산업은 생태계를 확장해 나가며 국가의 경제 성장과 일자리 창출을 일궈내는 새로운 순환의 중심이 될 것입니다.

에너지의 대 전환기, 지속 가능한 미래를 위한 핵심으로 손꼽히는 수소는 우리의 일상을 넘어 산업, 그리고 이 세상을 변화시킬 것입니다.

# 바람이 불 때마다 태양이 빛나는 순간마다 수소가 함께 움직입니다.

수소는  
에너지가 멈추지 않도록  
더 오래 저장되고, 더 멀리 이동하며  
에너지와 에너지를 이어주는 매개체이자  
어디서든 생산할 수 있는  
공평한 에너지입니다.

수소는 물로도 만들고,  
우리가 일상에서 버리는 폐기물로도 만들어집니다.  
이렇게 일상 속에서 만들어진 수소에너지는  
모두의 일상 속에서 함께합니다.  
오직 물만 남기는 깨끗한 주행으로  
아침을 열고  
도시의 불빛을 밝히며  
누군가의 출퇴근길을 함께합니다.

먼 여행의 발이 되기도 하고  
공장을 움직이고  
무거운 자재를 나르며  
장거리 화물운송도 가능하게 하죠.  
이 모든 수소의 여정, 그 중심에 현대자동차그룹이 있습니다.  
수소 사업 브랜드 HTWO를 통해  
더 깨끗하고, 더 공정한,  
지속 가능한 수소 사회를 만들어 갑니다.

