



HYDROGEN

HYDROGEN  
FUEL CELL  
VEHICLE

HYDROGEN  
REFUELING  
STATION

# 수소충전소 기술과 경제성 확보 방안

---

2019년 4월 5일(금)

# 발표 내용



## 수소에너지 개요

패러다임변화, Key point 등



## 수소에너지 관련 국내외 동향

수소에너지 생산/공급 관련 프로젝트 등



## 국내외 수소충전인프라 운영현황 및 구축계획

수소충전소 보급계획/전망



## 천연가스 기반 수소제조기술 현황 및 요소기술

기술현황, 요소기술 및 활용사례 등



## 패키지형 수소충전 플랫폼 구축 및 운영방안

수소충전 플랫폼 구축 및 운영방안



## 수소충전인프라 경제성 확보 방안

경제성 분석, 비즈니스 모델 및 경제성 확보 방안 제시

HYDROGEN

HYDROGEN  
FUEL CELL  
VEHICLE

HYDROGEN  
REFUELING  
STATION

# 수소에너지 개요

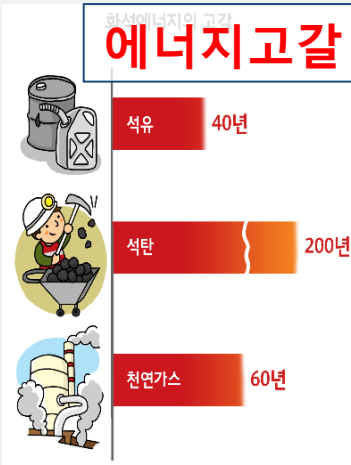
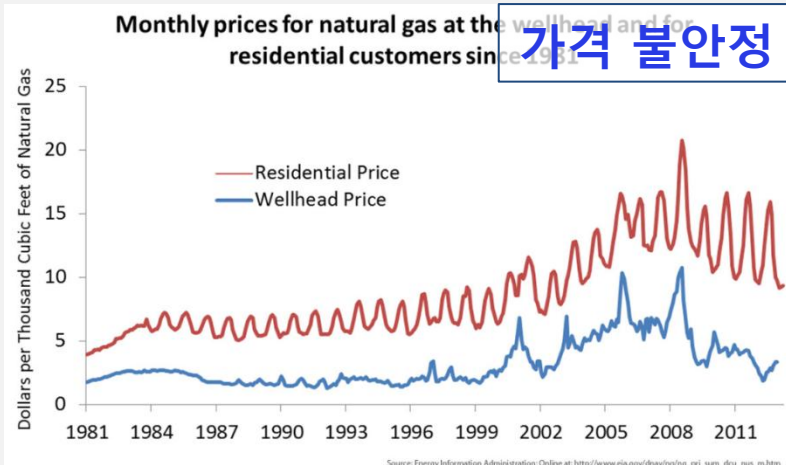
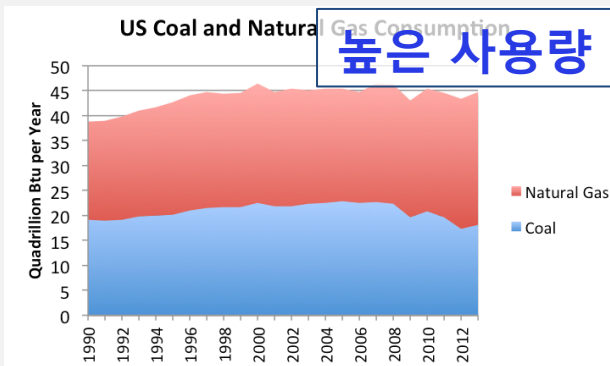
---

# 1. 수소에너지 개요 : 패러다임의 변화

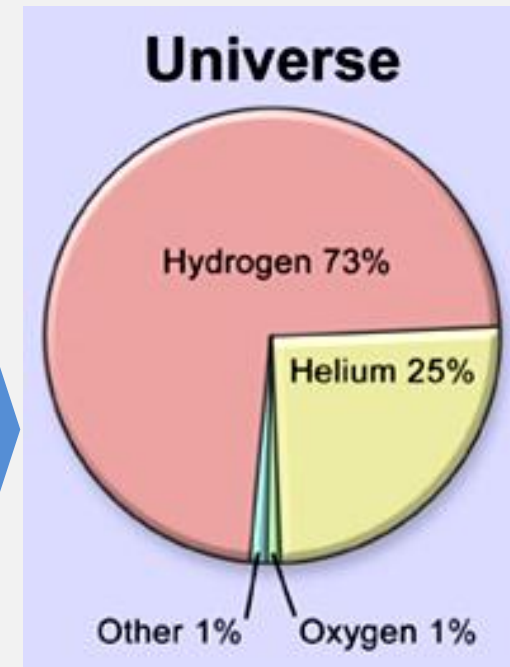
4

## (과거) 영구에너지

### 화석연료(천연가스, 석탄 등)



### 수소



**우주질량의 73%가 수소**

제러미 리프킨 <석유시대의 종말과 세계경제의 미래, 수소혁명> 등

# 1. 수소에너지 개요 : 패러다임의 변화

5

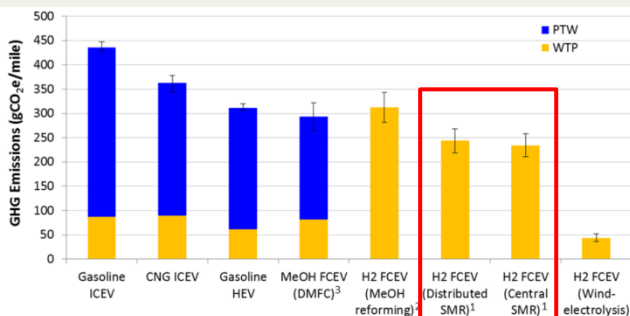
## (현재) 환경, 경제, 에너지안보

### CO2 배출저감



<도로 주행 시 배기가스>

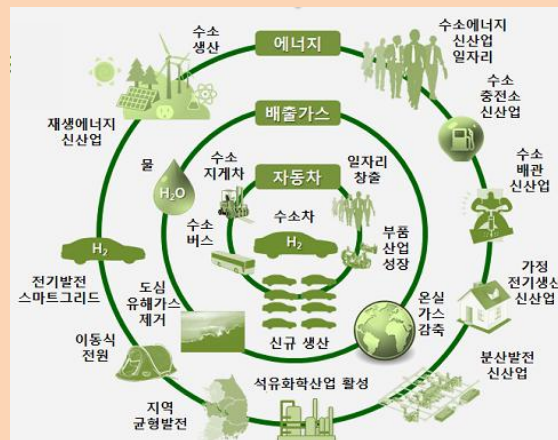
천연가스 개질 수소차: CO<sub>2</sub> 배출량 45~50% 감소(휘발유 내연기관차 대비)



<Well-to-Wheel 분석>

- ICEV : Internal combustion engine vehicles
- HEV : Hybrid electric vehicles
- DMFC : Direct methanol fuel cell
- FCEV : Fuel cell electric vehicles
- Gasoline : Corn-based ethanol 10% blend stock

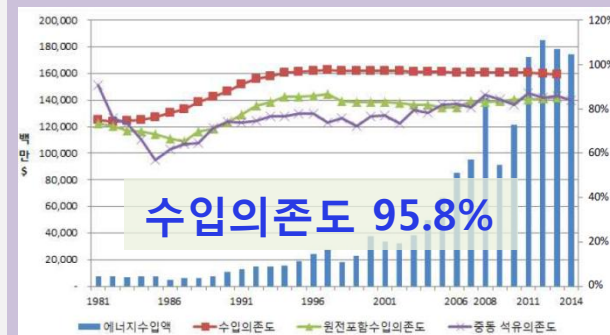
### 신산업 창출



### 미세먼지 저감

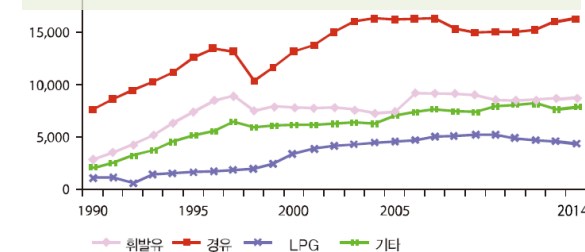


### 에너지다원화



<에너지 의존도 (15.03)>

경유 43.6%, 휘발유 23.5%



출처 : 에너지통계월보('15.3)

\* 기타 : CNG, 전력, 신재생 등 포함

<수송부문 에너지원 소비 추이>

# 수소에너지 관련 국내외 동향

HYDROGEN

HYDROGEN  
FUEL CELL  
VEHICLE

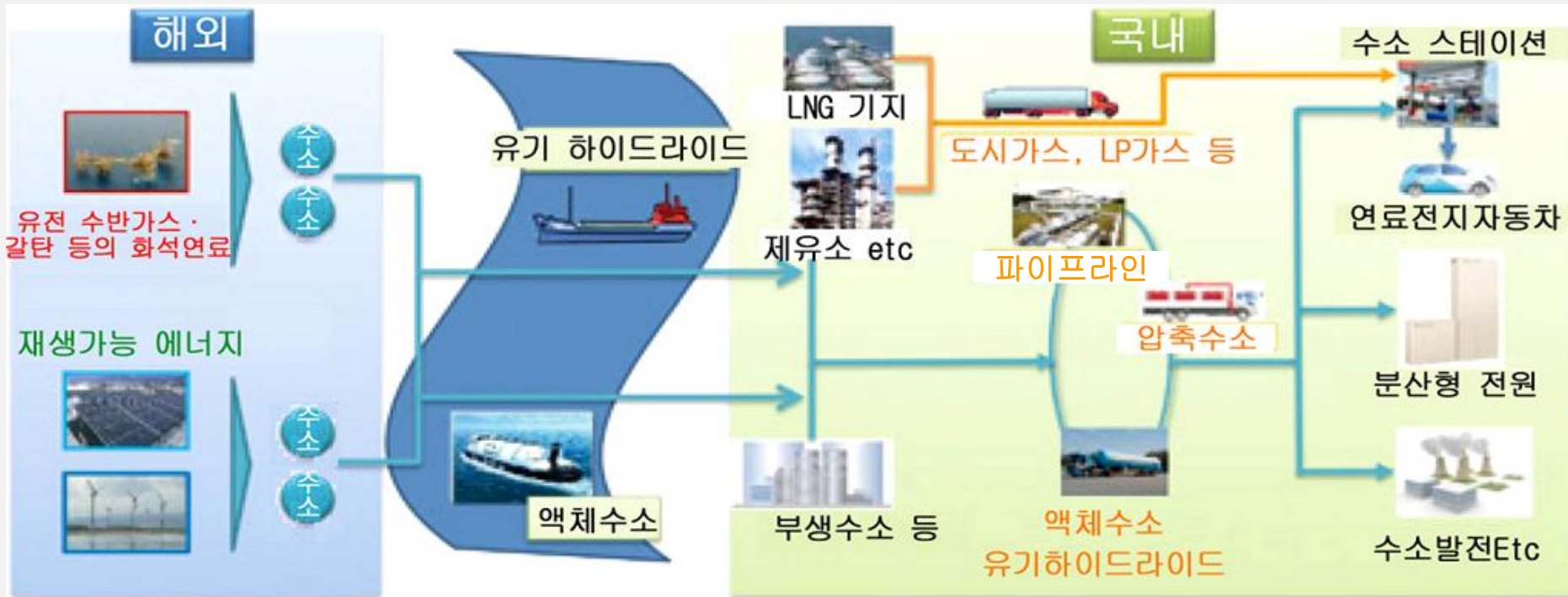
HYDROGEN  
REFUELING  
STATION

## 2. 수소에너지 관련 국내외 동향 : 전략(일본)

7

### 일본

#### <일본의 수소 제조·저장·이용 미래상>



### Phase 1. 수소 이용 확대

- 산업용 연료전지 확대(2017)
- FCV 연료가 ≤ HEV 연료가(2020)
- FCV 차량가 ≥ HEV 차량가 (2025)

### Phase 2. 수소발전 도입 및 대규모 수소공급

- 수소 유통망 확대(2020)
- 해외 수소 도입 및 수소발전 본격 도입(2030)

### Phase3. CO<sub>2</sub>-free 수소 공급 시스템 확립

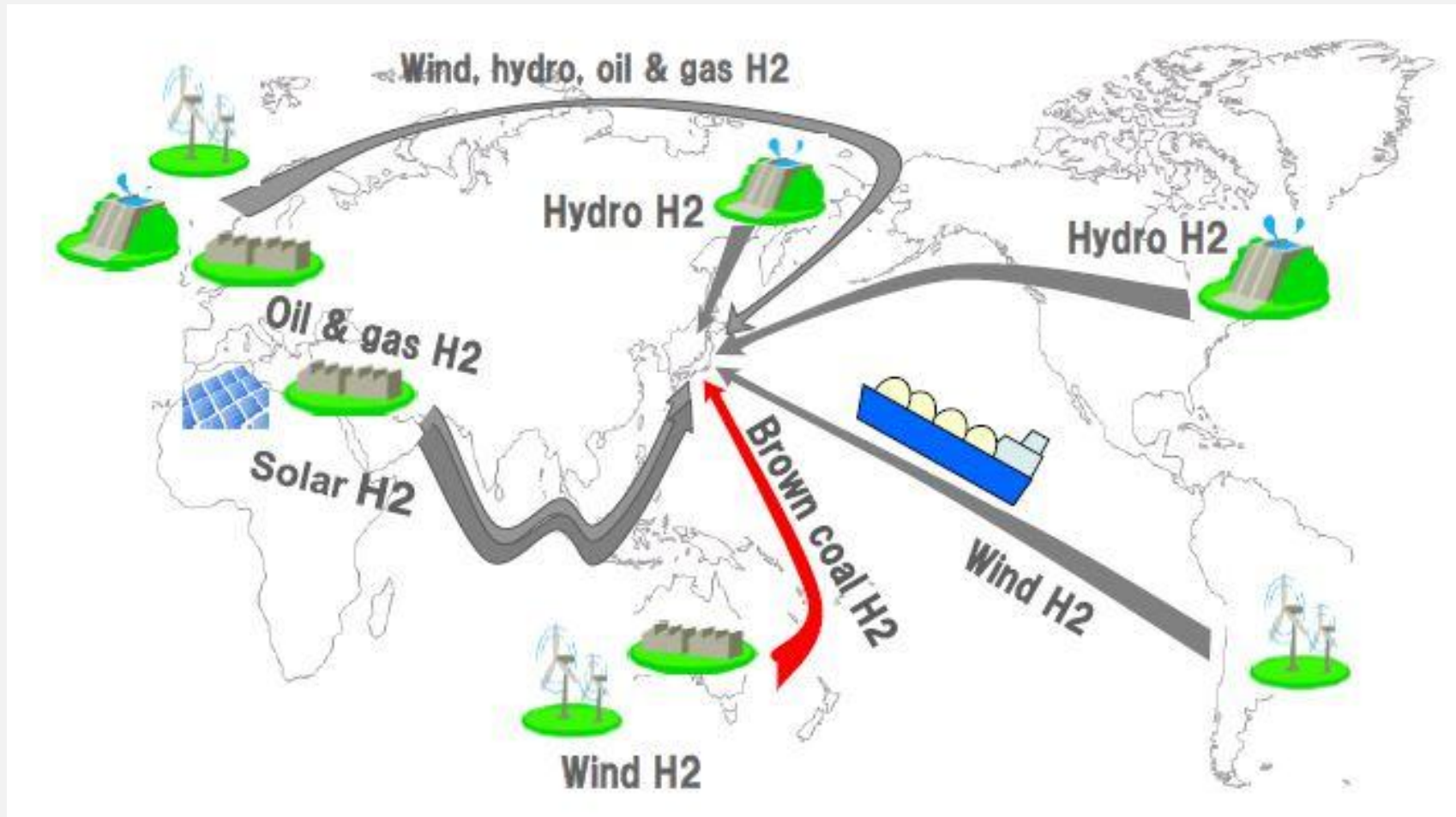
- CCS 및 국내외 재생에너지를 활용한 CO<sub>2</sub>-free 수소 제조 및 저장 본격화

## 2. 수소에너지 관련 국내외 동향 : 전략(일본)

8

일본

### 전세계 수소생산 공급망



## 2. 수소에너지 관련 국내외 동향 : 로드맵(일본)

9

### 일본

The Strategic Road Map for Hydrogen and Fuel Cells (Plan) ~ Industry-academia-government action plan to realize Hydrogen Society ~ (overall)

- In order to achieve goals set in the Basic Hydrogen Strategy,

- ① Set of new targets to achieve (Specs for basic technologies and cost breakdown goals), establish approach to achieving target
- ② Establish expert committee to evaluate and conduct follow-up for each field.

		Goals in the Basic Hydrogen Strategy	Set of targets to achieve	Approach to achieving target
Use	Mobility	FCV 200k/2025 800k/2030	2025 <ul style="list-style-type: none"> <li>Price difference between FCV and HV (¥3m → ¥0.7m)</li> <li>Cost of main FCV system <ul style="list-style-type: none"> <li>FC ¥20k/kW → ¥5k/kW</li> <li>Hydrogen Storage ¥0.7m → ¥0.3m</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulatory reform and developing technology</li> </ul>
		HRS 320/2025 900/2030	2025 <ul style="list-style-type: none"> <li>Construction and operating costs <ul style="list-style-type: none"> <li>Construction cost ¥350m → ¥200m</li> <li>Operating cost ¥34m → ¥15m</li> </ul> </li> <li>Costs of components for HRS <ul style="list-style-type: none"> <li>Compressor ¥90m → ¥50m</li> <li>Accumulator ¥50m → ¥10m</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consideration for creating nation wide network of HRS</li> <li>Extending hours of operation</li> </ul>
		Bus 1,200/2030	Early 2020s <ul style="list-style-type: none"> <li>Vehicle cost of FC bus (¥105m → ¥52.5m)</li> </ul> <p>※In addition, promote development of guidelines and technology development for expansion of hydrogen use in the field of FC trucks, ships and trains.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Increasing HRS for FC bus</li> </ul>
	Power	Commercialize by 2030	2020 <ul style="list-style-type: none"> <li>Efficiency of hydrogen power generation (26%→27%) ※1MW scale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Developing of high efficiency combustor etc.</li> </ul>
Supply	FC	Early realization of grid parity	2025 <ul style="list-style-type: none"> <li>Realization of grid parity in commercial and industrial use</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Developing FC cell/stack technology</li> </ul>
	Fossil Fuel +CCS	Hydrogen Cost ¥30/Nm3 by 2030 ¥20/Nm3 in future	Early 2020s <ul style="list-style-type: none"> <li>Production: Production cost from brown coal gasification (¥several hundred/Nm3 → ¥12/Nm3)</li> <li>Storage/Transport : Scale-up of Liquefied hydrogen tank (thousands m<sup>3</sup>→50km<sup>3</sup>) Higher efficiency of Liquefaction (13.6kWh/kg→6kWh/kg)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Scaling-up and improving efficiency of brown coal gasifier</li> <li>Scaling-up and improving thermal insulation properties</li> </ul>
	Green H2	System cost of water electrolysis ¥50,000/kW in future	2030 <ul style="list-style-type: none"> <li>Cost of electrolyzer (¥200,000m/kW→¥50,000/kW)</li> <li>Efficiency of water electrolysis (5kWh/Nm3→4.3kWh/Nm3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demonstration in model regions for social deployment utilizing the achievement in the demonstration of Namie, Fukushima</li> <li>Development of electrolyzer with higher efficiency and durability</li> </ul>

### 일본

#### 제조기술

- 개질 수소의 비용절감, 고효율화, 1일간 기동정지 (DDS: Daily Start and Stop) 운전, CO<sub>2</sub> 포집
- 고체 산화물형 수전해
- 목재칩(바이오매스)을 이용한 수소제조
- 광촉매를 이용한 물분해 및 인공광합성
- 루테튬계 촉매를 이용한 암모니아 개질

#### 수송·저장기술

- 고압 트레일러 고압화 및 저비용화
- 액화 효율 향상 및 BOG 절감
- 유기 하이드라이드 장치 소형화 및 열원확보
- 수소파이프라인 실증 및 탄소강관 내구성 평가
- 암모니아 전기분해를 이용한 에너지 캐리어
- 수소흡장합금을 이용한 고압수소 하이브리드 탱크

#### 공급기술

- 충전기술 ISO 표준화
- 전향력을 이용한 수소 유량계
- 주요 부품(배관, 압축기, 디스펜서, 노즐 등) 고압화
- 70MPa 운용 압력 1년 이상 실증

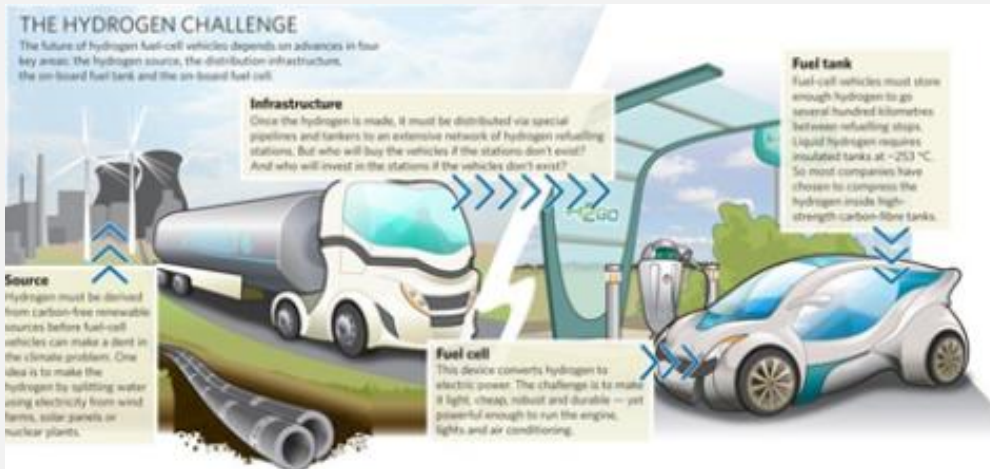
#### 이용기술

- 고체 고분자형 연료전지(PEFC) 저비용화
- 대용량 고체 산화물형 연료전지(SOFC) 내구성향상
- 고체 수소원 연료전지를 이용한 충전가능 부착 비상용 전원개발 및 실증(핸디 연료전지 시스템)
- 국제공항 터미널 연결 연료전지 버스 실증
- 전동지게차에서 연료전지 지게차로 변환 및 실증
- 고수소농도 대용 저 NO<sub>x</sub> 터빈

## 2. 수소에너지 관련 국내외 동향 : 전략(미국)

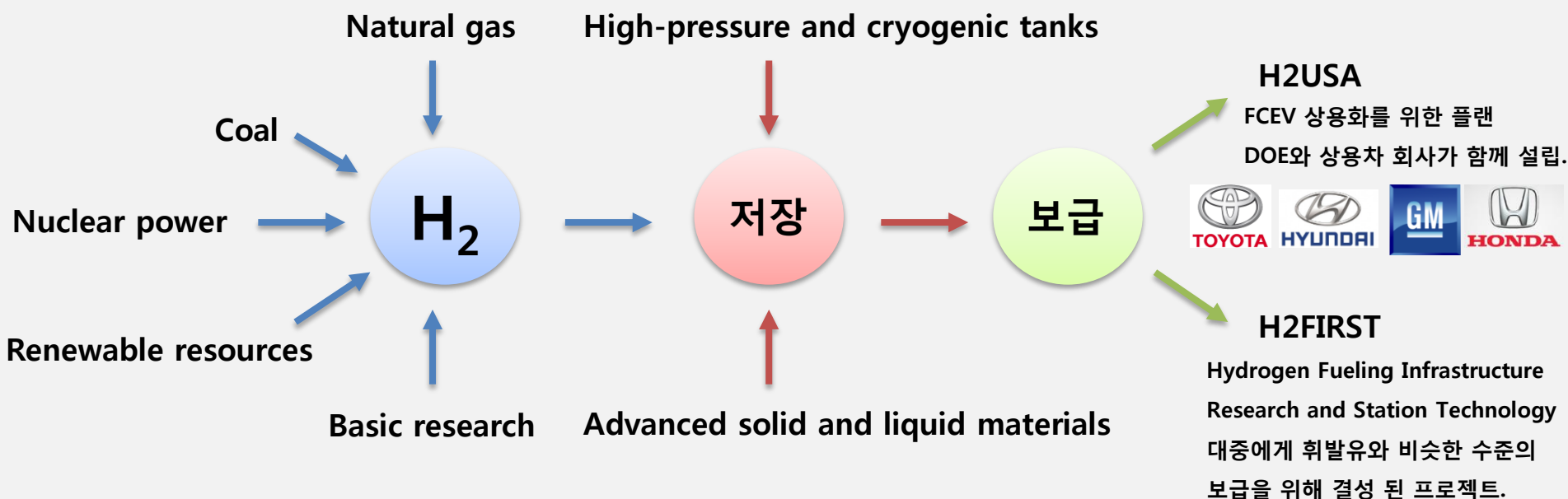
11

### 미국



- 미국은 현재 천연가스 개질을 통한 수소생산이 전체 95% 이상을 차지.
- 미국 DOE(Department of Energy)에서는 수소의 경제성\*을 고려했을 때 on-site가 전도유명한 방식이라고 발표함.
- 자국 내 원활한 수소 공급과 단가 하락 그리고 기후변화에 대응하기 위해 기존공정의 개조 및 새로운 수소제조원을 연구개발 중.
- 수소의 생산 뿐만 아니라 저장 및 보급 단계까지 고려한 연구개발 진행 중.

\* DOE에서는 최종단가 목표치를 **\$4/kg**으로 설정

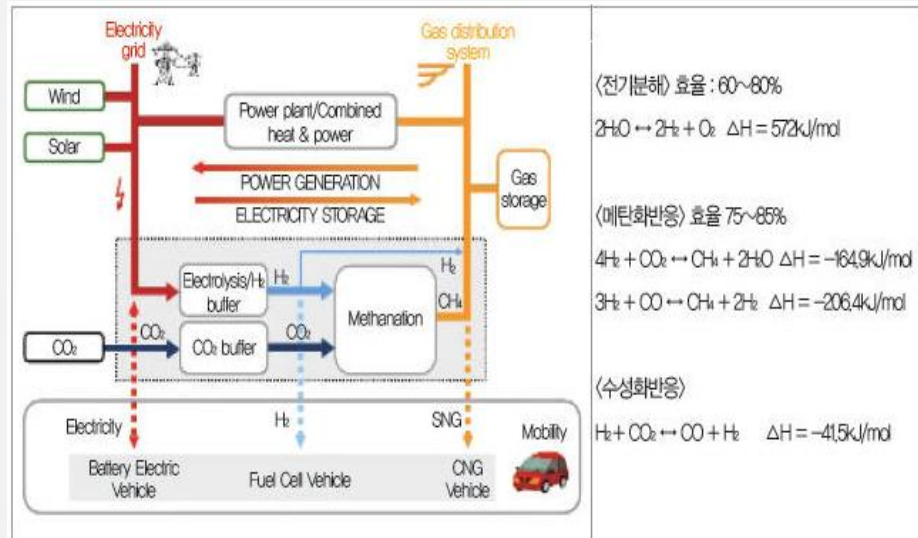
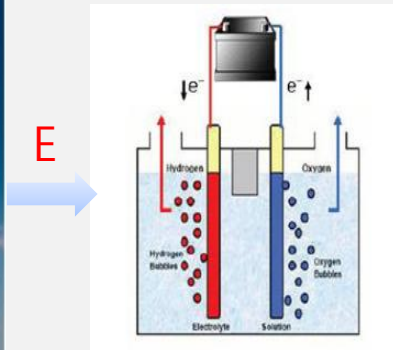


## 2. 수소에너지 관련 국내외 동향 : 전략(독일)

12

### 독일

### P2G(Power to Gas)



풍력발전은 약 70%가 쓸 수 없는 전기로 버려  
지므로, 그 잉여 전력을 이용해 수소를 생산.  
풍력발전 설비 용량은 점차 커져('15년 5GW  
→ '50년 26GW) 수소생산능력 향상 전망

**P2G**는 신재생에너지 발전 중 사용이 불가한  
전력을 이용하여 수전해법을 통해 수소를 생  
산하며, 생산된 수소는 **CO<sub>2</sub>**와 반응하여 **CH<sub>4</sub>**  
의 연료형태로 저장 이용 가능.

### 호주

## 암모니아 개질 활용한 수소 생산

태양광을 통해 수소를 생산하고 암모니아 형태로 변환하여 전세계 수출

- 우리나라의 면적의 5배 이상 되는 호주 Pilbara 지역에 태양광 시스템 구축, 수소생산 실증 中
- Pilbara 지역의 1/50 (1만 km<sup>2</sup>) 태양광 시스템 설치 시 500GW 용량 (원자력발전소 500기 용량 해당)
- Pilbara 지역 전체 사용 시, 2만5천GW 용량 (원자력 발전소 2만5천기 용량 해당)



Yara Pilbara Ammonia Plant - Dampier, Western Australia



(자료: 호주 수소생산업체 Renewable H<sub>2</sub> 소개자료)

## 2. 수소에너지 관련 국내외 동향 : 전략(국내)

14

국내('19.1.17)

### 추진 전략

기본 방향	<div>전주기 안전성 확보</div> <div><div><div>활 용</div><div>저 장 운 송</div><div>생 산</div></div></div> <div>중소·중견 산업생태계 조성</div>		
추진 전략	<div>'18</div> <div>수소경제 준비기</div> <div><div>수소산업생태계 조성</div><div>제반 인프라 구축 및 법·제도적 기반완비</div></div>	<div>'22</div> <div>수소경제 확산기</div> <div><div>수소이용 비약적 확대</div><div>대규모 수요·공급 시스템 구축</div></div>	<div>'30</div> <div>수소경제 선도기</div> <div><div>해외 수소 생산 및 수전해 본격화</div><div>탄소프리 수요공급 시스템</div></div>
민관 역할 분담	<div>정 부</div> <div><div>지원 및 규제완화</div><div>대규모 인프라 투자</div></div>	<div>정 부</div> <div><div>산업생태계 보완</div><div>국제표준 선점</div></div>	<div>정 부</div> <div><div>수소사회 이행</div><div>국제 리더십 확보</div></div>
	<div>민 간</div> <div><div>핵심기술 내재화</div><div>투자확대</div></div>	<div>민 간</div> <div><div>상업적 생산 체계구축</div><div>수소 비즈니스플랫폼 구축</div></div>	<div>민 간</div> <div><div>민간 주도 시장 확대</div><div>글로벌 시장 선도</div></div>

HYDROGEN

HYDROGEN  
FUEL CELL  
VEHICLE

HYDROGEN  
REFUELING  
STATION

# 국내외 수소충전인프라 현황 및 구축계획

---

# 3. 국내외 수소충전인프라 현황 및 구축계획 : 분류

16

## ◆ 수소충전소 형태 분류

### ① 파이프라인 수소충전소



- 가장 저렴한 수소를 공급하는 형태
- 수소가 생산되는 현지에서 활용

### ② 튜브트레일러 수소충전소



- 가장 많이 구축하는 형태
- 국내 튜브트레일러 200대 이상

### ③ 이동식 수소충전소



- 부지 확보가 어렵거나 용량기준이 없을 경우 활용하는 형태

### ④ LPG 개질 수소충전소



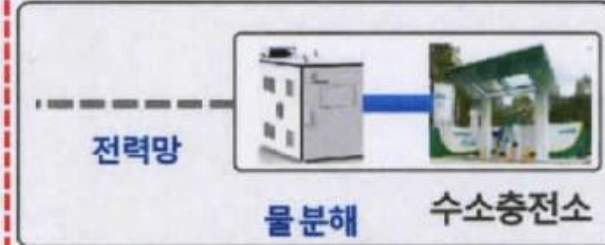
- 도심 내 LPG 충전소를 활용하는 형태
- 액체와 기체가 공존하여 안전기준 높음

### ⑤ CNG 개질 수소충전소



- CNG 충전소에서 활용하는 형태
- 도심 내 도시가스로 단독 구축 가능

### ⑥ 수전해수소충전소(대구/부안)



- 수소공급 또는 LPG, CNG 활용이 어려울 경우(재생에너지 활용이 용이)

융합충전소

### 3. 국내외 수소충전인프라 현황 및 구축계획 : 전세계 현황 17

#### 충전소 현황

(<http://www.netinform.net>, '16.10)

구분	미운영	계획	운영	합계
아시아	28	7	101	136
유럽	57	70	97	224
북미	79	34	56	169
남미	1	2	1	4
오세아니아	1	0	1	2
합계	166	113	256	535

- 전 세계적으로 총 535개의 수소 충전소가 건설되었거나, 계획/운영 중임
- 현재 **총 256개소가 운영 중**
- 운영 중인 충전소는 아시아 39.5%(101개소), 유럽 37.9%(97)개소 분포.

### 3. 국내외 수소충전인프라 현황 및 구축계획 : 전세계 현황 18

#### On/Off site 구분

구분	On-Site	Off-Site	Unknwon	합계
아시아	38	30	68	136
유럽	57	37	130	224
북미	58	48	63	169
남미	4	0	0	4
오세아니아	0	2	0	2
합계	157	117	261	535

- 총 535개의 수소 충전소 중 51.2%(274개소) 조사
- **On-site** 형태로 건설되었거나 계획/운영 중인 충전소는 535개소 중 **29.3%(157개소)**
- On/Off-site 형태를 파악할 수 없는 충전소는 48.8%(261개소)

### 3. 국내외 수소충전인프라 현황 및 구축계획 : 전세계 현황 19

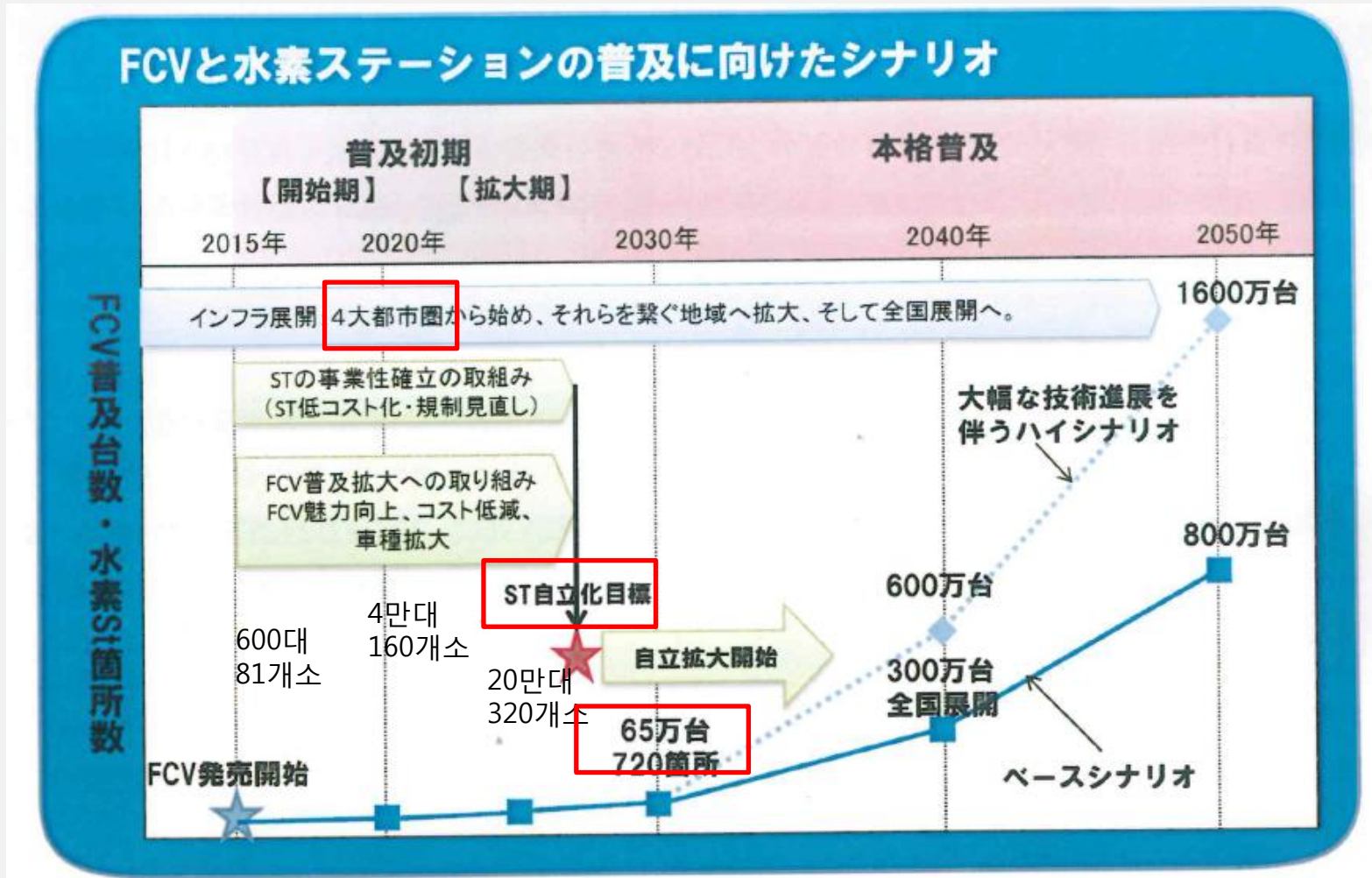
#### On-site 충전소의 수소 생산 방법

구분	Natural Gas	Electrolysis	Others	Unknwon	합계
아시아	13	12	9	4	38
유럽	12	40	2	3	57
북미	13	40	3	2	58
남미	2	2	0	0	4
오세아니아	0	0	0	0	0
합계	40	94	14	9	157

- 총 157개의 On-site 수소 충전소 중 94.3%(148개소) 조사
- 전체 On-site 충전소 중 전기분해 방식 59.9%(94개소), 천연가스 개질 25.5%(40개소)
- 지역별로 각각 천연가스 개질형이 차지하는 비율은 아시아 34.2%(13개소), 유럽 21.2%(12개소), 북미 22.4%(13개소)

## 일본

### ◆ 일본의 수소차/수소충전소 보급계획



### 3. 국내외 수소충전인프라 현황 및 구축계획 : 일본

21

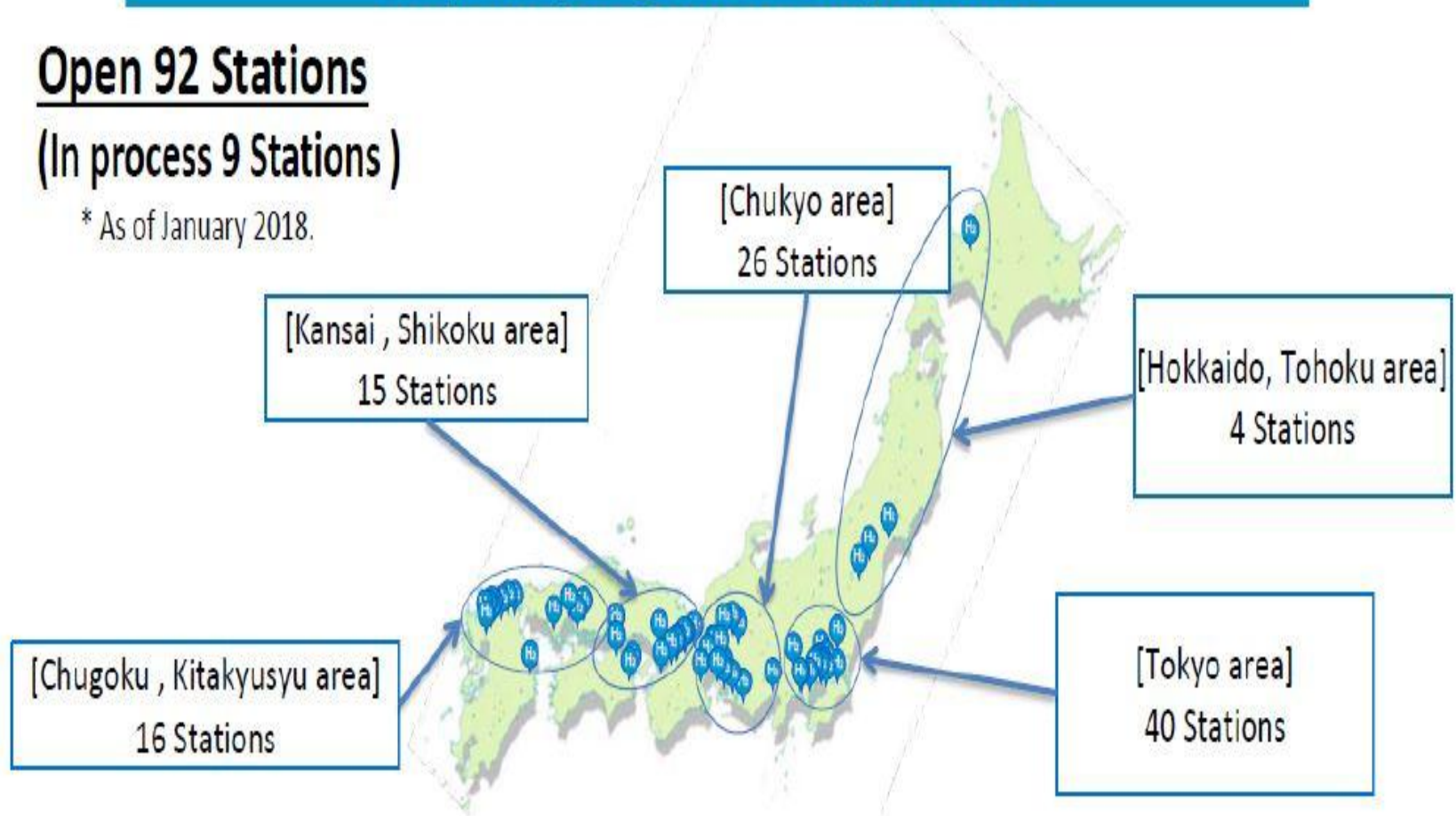
일본

#### Map of Hydrogen refueling stations

**Open 92 Stations**

**(In process 9 Stations)**

\* As of January 2018.



### 3. 국내외 수소충전인프라 현황 및 구축계획 : 일본 보조금

22

#### 일본

수소공급시설규모	수소공급능력 (Nm3/h)	공급 방식	보조율	보조상한액 (억엔)
중형	300이상	On-site+연료전지버스 지원	1/2	3.9
		Off-site+연료전지버스 지원 <sup>1)</sup>	1/2	3.5
		On-site+패키지 형태	2/3	2.9
		On-site(상기 해당 무)	1/2	2.9
		Off-site+패키지 형태	2/3	2.5
		Off-site(상기 해당 무)	1/2	2.5
		이동식	2/3	2.5
소형	50이상 300미만	On-site+패키지 형태	2/3	2.2
		On-site(상기 해당 무)	1/2	2.2
		Off-site+패키지 형태	2/3	1.8
		Off-site(상기 해당 무)	1/2	1.8
		이동식	2/3	1.8
수소 집중 생산 설비			1/2	0.6
액화 수소 대응 설비			1/2	0.4

1) 연료전지 버스 지원 : 연료전지 버스 충전이 가능하고, 1시간에 500Nm3이상의 충전 능력 보유

### 3. 국내외 수소충전인프라 현황 및 구축계획 : 일본 보조금 23

#### 일본

공급 방식	연간운영 보조금 상한 액(백만엔)
On-site	22
Off-site	22
이동식(운용장소가 1개소)	18
이동식(운용장소가 2개소)	18
이동식	18
공급능력이 50Nm <sup>3</sup> /h 이상 100Nm <sup>3</sup> /h미만	16

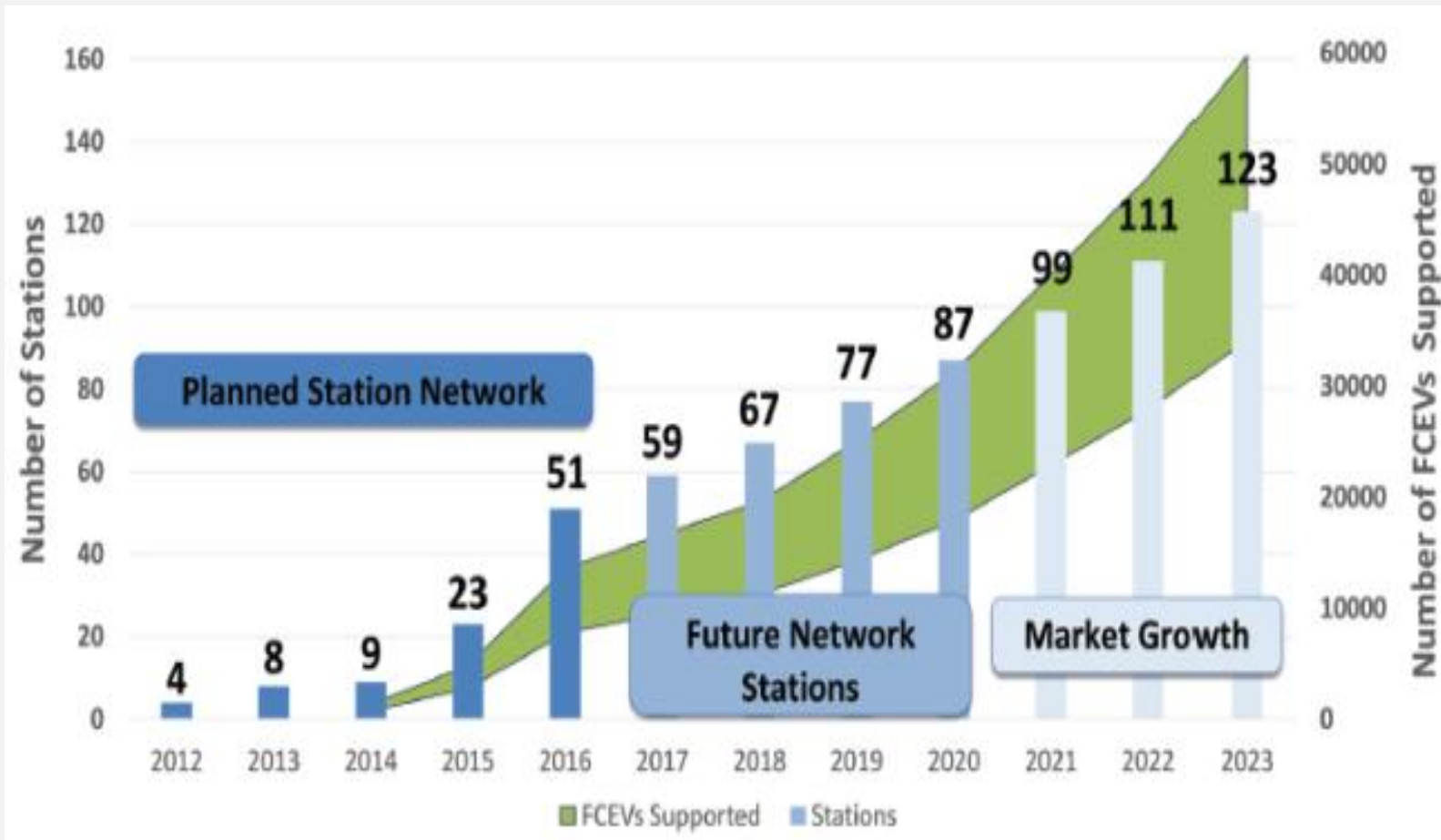
\*출처 : '17년 4월 일본 '신규수요 창출 활동 보조 사업 규정'

### 3. 국내외 수소충전인프라 현황 및 구축계획 : 미국

24

#### 미국

#### ◆ 미국 California 의 수소차/수소충전소 보급계획

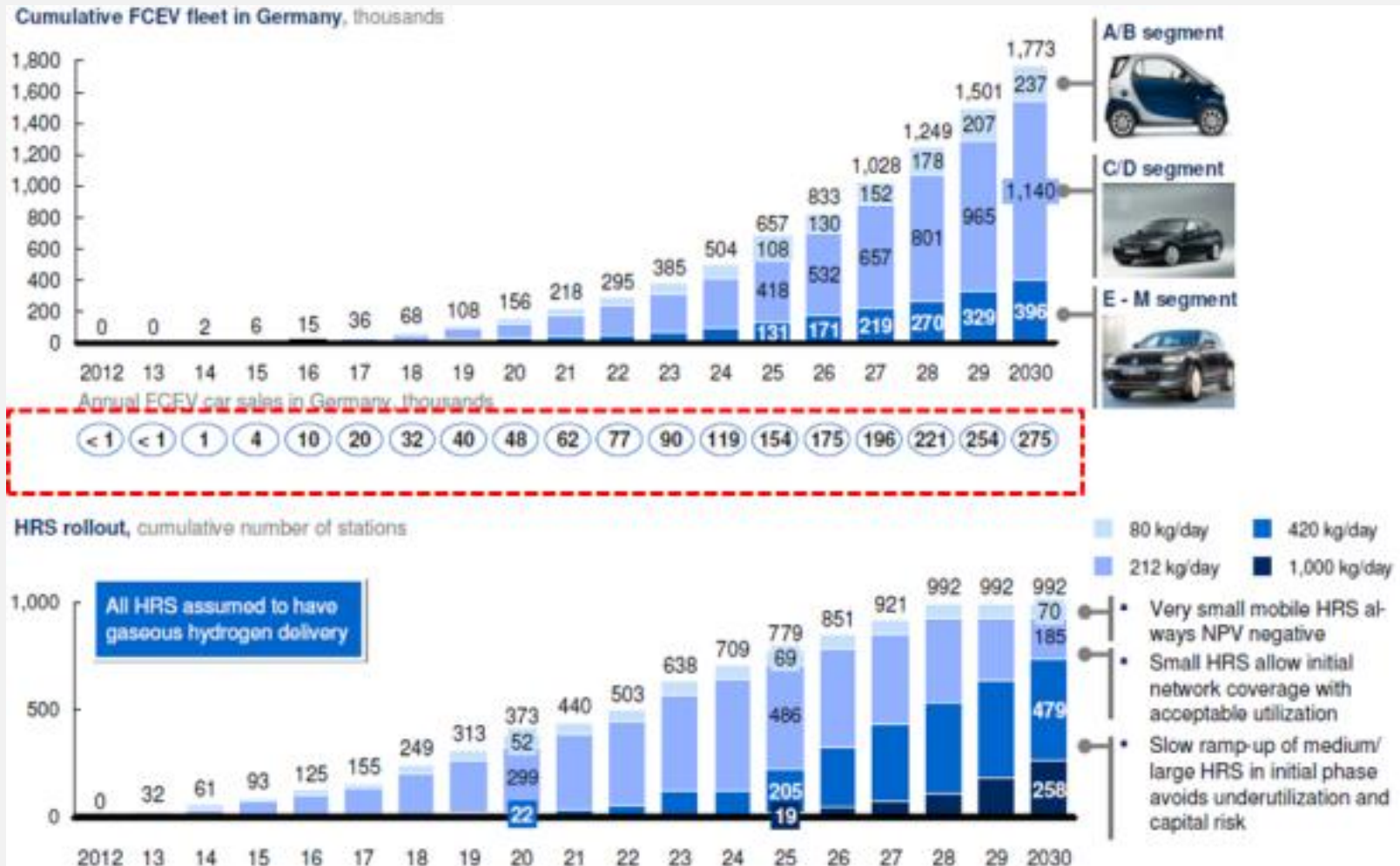


# 3. 국내외 수소충전인프라 현황 및 구축계획 : 독일

25

## 독일

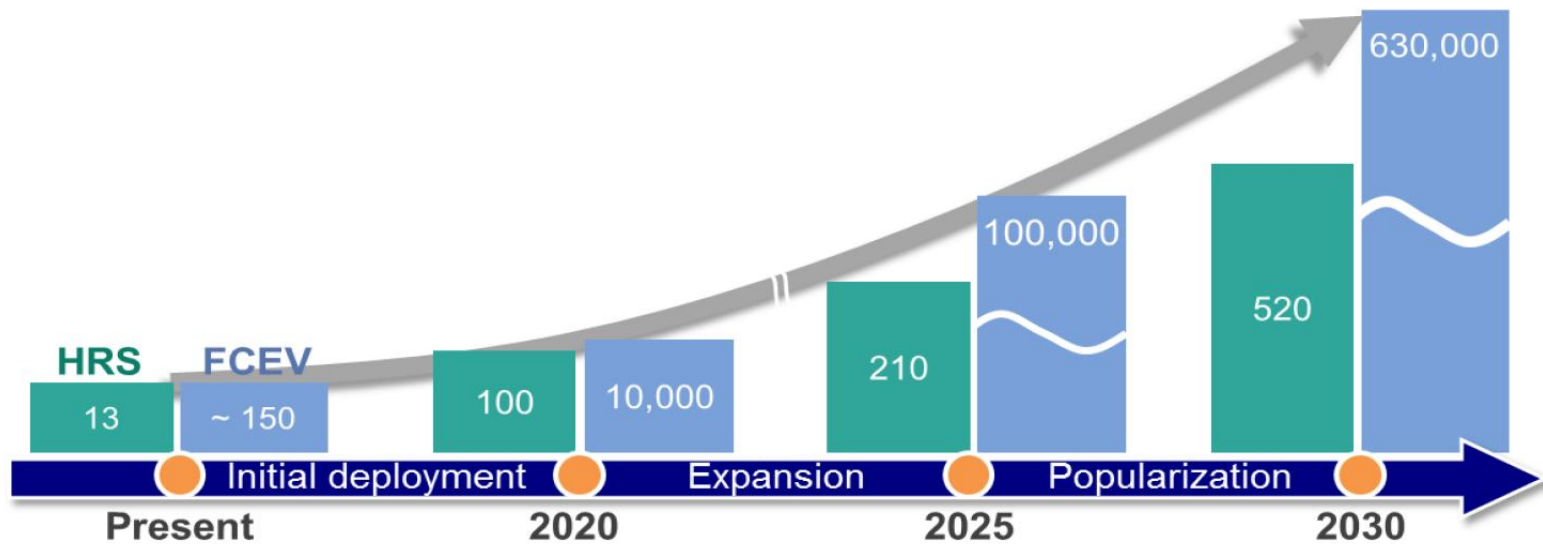
### ◆ 독일의 수소차/수소충전소 보급계획



#### 한국

#### ◆ 친환경자동차 보급계획 수립(15.12) : 관계부처합동

수소차 및 수소충전소에 대한 기본 보급 계획 수립



수소전기차/수소충전소 보급 계획

# 3. 국내외 수소충전인프라 현황 및 구축계획 : 국내 계획

27

2019. 1.

수소경제 활성화 로드맵

목표

		2018년	2022년	2040년
수 소 차 (수출) (내수)		1.8천대 (0.9천대) (0.9천대)	8.1만대 (1.4만대) (6.7만대)	620만대 (330만대) (290만대)
연 료 전 지	발전용 (내수)	307MW (전체)	1.5GW (1GW)	15GW (8GW)
	가정 · 건물용	7MW	50MW	2.1GW
수 소 공 급		13만톤/年	47만톤/年	526만톤/年 이상
수 소 가 격		-	6,000원/kg	3,000원/kg

# 3. 국내외 수소충전인프라 현황 및 구축계획 : 국내 계획

28

2019. 1.

수소경제 활성화 로드맵

		2018년	2022년	2040년
국 내 외 수 소 인 프라	수소차	1.8천대 (0.9천대)	8.1만대 (6.7만대)	620만대 이상 (290만대)
	승용차	1.8천대 (0.9천대)	7.9만대 (6.5만대)	590만대 (275만대)
	택시	-	-	12만대 (8만대)
	버스	2대 (전체)	2,000대 (전체)	6만대 (4만대)
	트럭	-	-	12만대 (3만대)
	수소충전소	14개소	310개소	1,200개소 이상
	열차·선박·드론	R&D 및 실증을 통해 '30년 이전 상용화 및 수출프로젝트 추진		

# 3. 국내외 수소충전인프라 현황 및 구축계획 : 국내

29

No.	시	설치지역	공급방식	운영주체	구출지	용량 (kg/day)	운영형태				
							폐기	미운영	운영	설치중	계획중
1	'01	경기(화성)	부생수소	현대차	민간	-	○				
2	'05	경기(용인)	부생수소	현대차	민간	110			○		
3	'06	대전(유성)	개질(NG)	KIER	교과부	-	○				
4	'07	서울(신촌)	개질(납사, NG)	GS칼텍스	산업부	-	○				
5	'07	인천(송도)	개질(NG)	KOGAS	산업부	65			○		
6	'07	대전(유성)	개질(LPG, NG)	SK에너지	산업부	65	○				
7	'08	서울(홍릉)	부생수소	KIST	산업부	-	○				
8	'09	경기(남양)	부생수소	현대차	민간	430			○		
9	'09	울산(매암)	부생수소	동덕산업가스	산업부	220		○			
10	'09	여수(중흥)	부생수소	SPG케미칼	산업부	220		○			
11	'09	경기(화성)	부생수소	KATRI	국토부	20		○			
12	'10	제주(김영)	수전해	현대차	산업부	10		○			
13	'10	서울(양재)	부생수소	현대차	산업부	110			○		
14	'10	서울(상암)	개질(매립가스)	서울시	지자체	65		○			
15	'11	전북(부안)	수전해	KIER	지자체	50		○			
16	'12	울산(매암)	부생수소	현대차	산업부	520			○		
17	'13	대구(서변)	수전해	EM코리아	지자체	110			○		
18	'14	광주(진곡)	부생수소	광주그린카진흥원	환경부	220			○		
19	'15	충남(내포)	부생수소	충남테크노파크	환경부	430			○		
20	'16	광주(광산)	부생수소	광주시	환경부	220				○	
21	'16	울산(옥동)	부생수소	울산시	환경부	460				○	
22	'16	울산(삼산)	부생수소	울산시	환경부	500				○	
23, 24	'17	광주	부생수소	광주시	환경부	250					2
25	'17	광주(치평)	수전해	광주시	환경부	250					○
26, 27, 28	'17	울산	부생수소	울산시	환경부	460					3
29	'17	세종(연기)	부생수소	세종시	환경부	400					○
30	'17	당진, 천안	부생수소	당진, 천안	환경부	(250)					○
31, 32	'17	창원(성산)	부생수소	창원시	환경부	400					2
합계							5	6	8	3	10

HYDROGEN

HYDROGEN  
FUEL CELL  
VEHICLE

HYDROGEN  
REFUELING  
STATION

# 천연가스 기반 수소제조기술 현황 및 요소기술

---

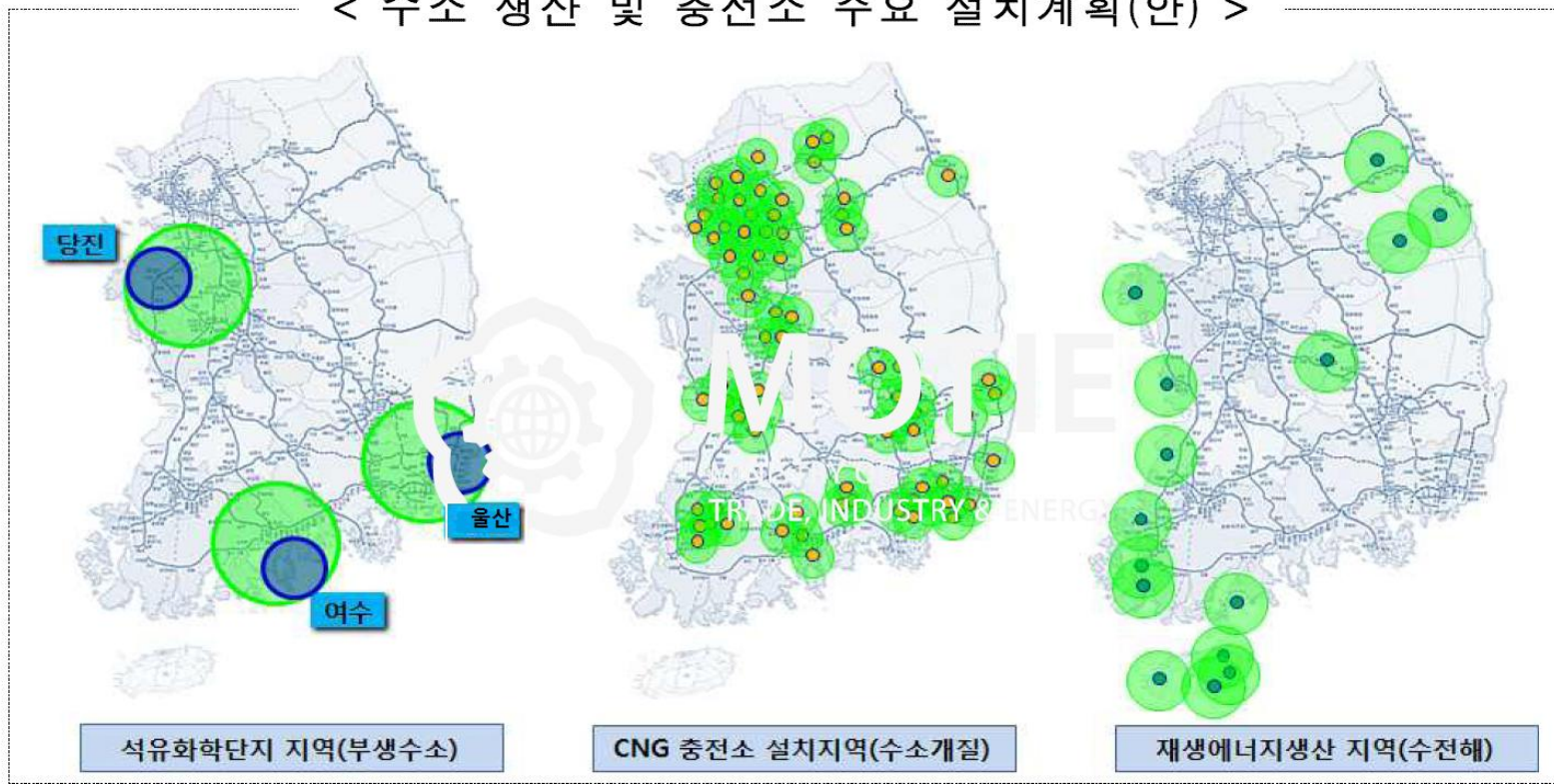
# 4. 천연가스 기반 수소제조기술 현황 및 요소기술 : 필요성 31

## 1. 대량 수소제조 가능

- ▶ 2020년경 : 연간 **77만톤 추가 필요**, 2040년경에는 **606만톤이 필요**
  - ✓ 수송용 연료 : 344만톤(56%)

## 2. 전국 배관망을 이용한 on-site 수소생산

< 수소 생산 및 충전소 주요 설치계획(안) >

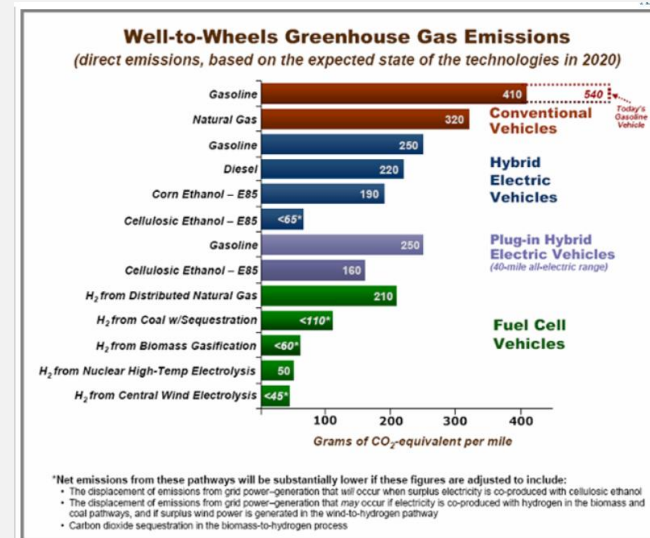


# 4. 천연가스 기반 수소제조기술 현황 및 요소기술 : 필요성

32

## 3. CO<sub>2</sub> 감축 효과

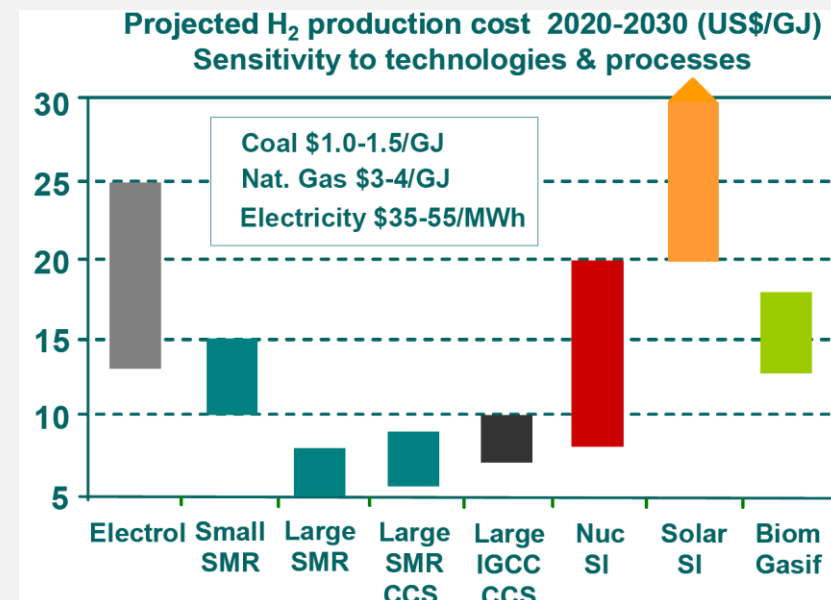
- on site 천연가스개질 수소차  
: 210 g/mile  
: 가솔린 자동차의 1/2



(일본 혼다 자동차발표자료)

## 4. H<sub>2</sub> 생산원가 저렴

- On site small SMR,  
Large SMR 경제성 우수



(IEA ETE05)

# 4. 천연가스 기반 수소제조기술 현황 및 요소기술 : SMR

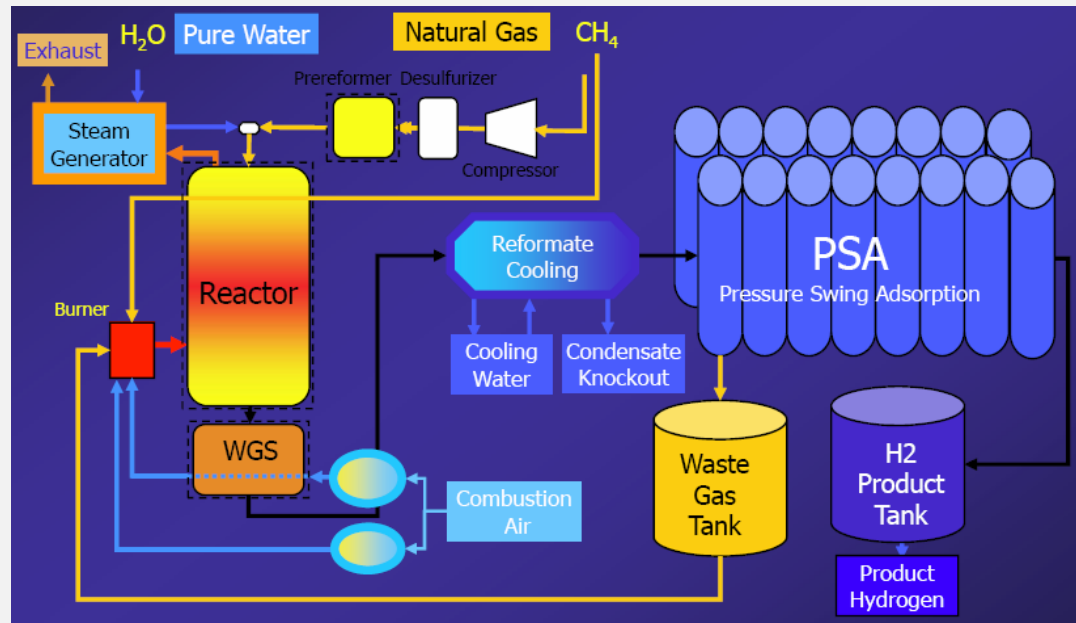
33

## [요 소 기 술]

1. 고성능 수소생산시스템을 위한 열 및 시스템 통합 엔지니어링 기술
2. 고효율 천연가스 개질 수소제조장치 기술
3. 고순도 수소정제장치(PSA) 시스템 기술
4. 수소제조장치 모듈화를 통한 원가 절감
5. CO<sub>2</sub> 포집기술 연계
6. 전기차와의 복합충전시스템 구축



초기보급 및 상용화급 자동차용  
수소제조시스템  
요소 부품, 장치, 공정의  
모듈화 설계/제작 및  
운영 기술 확보



# 4. 천연가스 기반 수소제조기술 현황 및 요소기술 : 외산

34

## HYSERVE (Osaka Gas)



HYSERVE-300

Model	HYSERVE -30	HYSERVE -100	HYSERVE -300
H <sub>2</sub> production capacity	30 Nm <sup>3</sup> /h	100 Nm <sup>3</sup> /h	300 Nm <sup>3</sup> /h
Feedstock	City gas (13A), LPG		
H <sub>2</sub> purity	99.999 vol% or higher		
H <sub>2</sub> (product) pressure	0.70 MPaG or less		
Installation space (W m x D m x H m)	2.5×2.0 ×2.5	3.8×2.6 ×2.8	7.5×3.0 ×3.3

## HyGeia (MKK)



HyGeia-A

Model	TM	HyGeia	HyGeia-A
H <sub>2</sub> production capacity	40 Nm <sup>3</sup> /h	200 Nm <sup>3</sup> /h	300 Nm <sup>3</sup> /h
Feedstock	City gas (13A), LPG		
H <sub>2</sub> purity	99.999 vol% or higher		
H <sub>2</sub> (product) pressure	0.70 MPaG or less		
Installation space (W m x D m x H m)	-	-	7.5 x 3.2 x 3.3

# 4. 천연가스 기반 수소제조기술 현황 및 요소기술 : 외산

35

## ■ HYOS-R (Air Liquide)



HGM-2000



HGM-3000



HGM-10000

Model	HGM-2000	HGM-3000	HGM-10000
H <sub>2</sub> production capacity	53 Nm <sup>3</sup> /h	80 Nm <sup>3</sup> /h	268 Nm <sup>3</sup> /h
Feedstock		Natural gas	
H <sub>2</sub> purity		99.999 vol%	
H <sub>2</sub> (product) pressure	1.29 MPaG	1.29 MPaG	2.00 MPaG
Installation space (W m x D m x H m)	2.6×2.1×2.4	4.1×2.3×2.5	7.7×2.4×2.7

# 5. 천연가스 기반 수소제조기술 현황 및 요소기술

36

## ◆ “천연가스 개질 수소제조장치” 국내 연구현황

연구기관	연구내용	연구형태(예산)	용도
에너지기술 연구원	50, 100, 300 m <sup>3</sup> /h급 수소제조장치 실증 (2017년 시행)	내부사업 (120억, 6년)	산업용수소제조
연세대학교 (범안산업)	150 m <sup>3</sup> /h급 수소제조장치 실증 (2016년 시행)	정부수탁 (90억, 4년)	잠수함 수소공급
JnK Heaters Consortium	500kg/d 수소제조장치 실증 (2017년 시행)	정부수탁 (74억, 3년)	수소 스테이션용
한국가스공사	30, 100 m <sup>3</sup> /h급 수소제조장치 실증 (300m <sup>3</sup> /h설계) 2016, 2017년 시행	정부수탁(11억, 5년) 자체연구(35억, 4년)	수소 스테이션용

HYDROGEN

HYDROGEN  
FUEL CELL  
VEHICLE

HYDROGEN  
REFUELING  
STATION

# 패키지형 수소충전 플랫폼 구축 및 운용 방안

---

## 5. 패키지형 수소충전 플랫폼 구축 및 운영방안 : 동향

38

### ❖ 수소충전소 기술개발의 지향점

- [해외] 설치비용 절감, 운영비용 절감
  - [설치비용 절감] : 용량표준화, 장치 패키지화, 부품기술 개발, 안전기준 완화
  - [운영비용 절감] : 부품고장 최소화, 셀프충전소 등
- [국내] 국산화율 40%로 부품개발이 우선

[수소충전소의 구축비용]



건설비 : 골조, 지붕, 조명 등

설비비 : 수소공급, 압축·저장·충전설비

건설비 : 부지 및 바닥 공사 등

### ❖ 수소충전소 가격저감

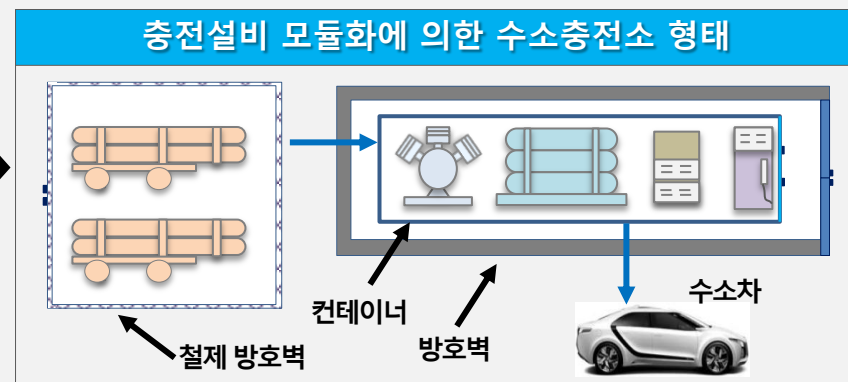
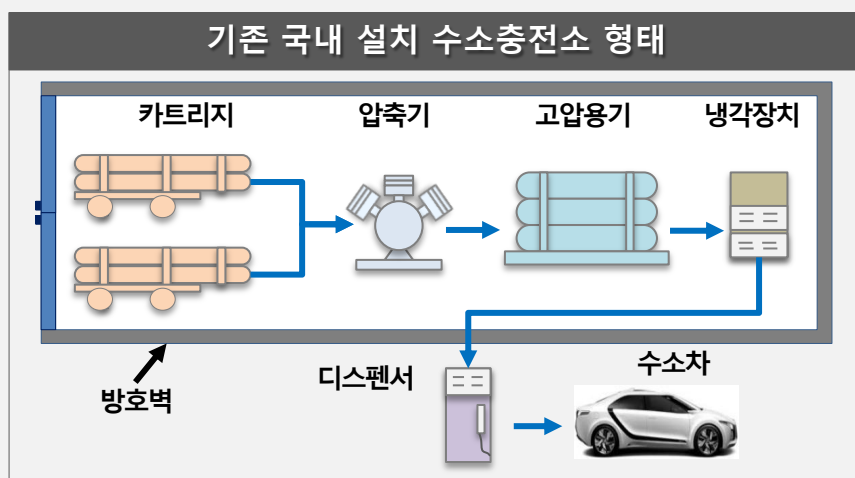
- [패키지화] 대부분의 국외 업체에서는 용량별 패키지를 완료하여 가격저감 달성
- 인건비가 높은 유럽, 미국 수소충전소 가격 : 20~30억원
- 국내 수소충전소 가격 : 30억원

# 5. 패키지형 수소충전 플랫폼 구축 및 운영방안 : 기술개발

39

## ❖ 수소충전소 모듈화 기술 개발

- 수소농도센도, 저장용기, 급속 냉각장치 및 디스펜서 등 부품 국산화를 향상[40% → 60%]
- 수소충전소 모듈화 기술 개발
  - 압축, 저장, 충전설비를 일체화하여 충전소 설치기간 단축



국내 수소충전소의 가격저감을 위해서는 시기별 용량 기준 필요

→ [환경부] 초기 250kg/day, 중기 500kg/day, 자생 1,000kg/day 급 이상

HYDROGEN

HYDROGEN  
FUEL CELL  
VEHICLE

HYDROGEN  
REFUELING  
STATION

# 수소충전인프라 경제성 확보 방안 제시

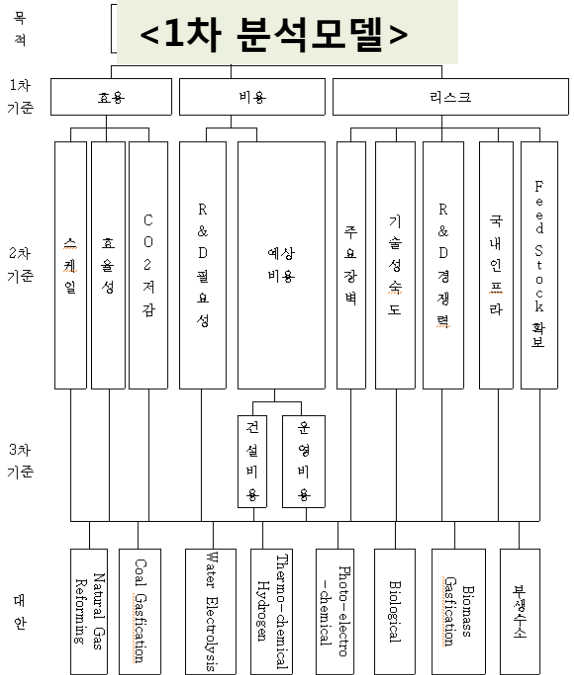
---

## 수행 방법

### AHP 분석

Analytic Hierarchy Process

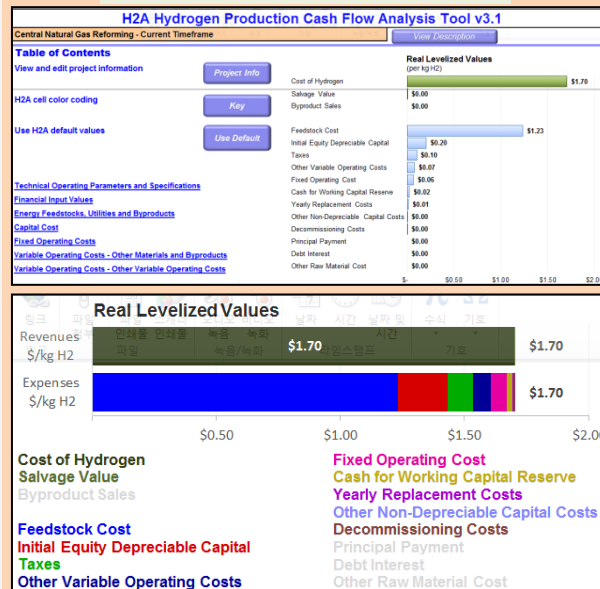
- 전문가 자문단을 통한 계층구조, 쌍대비교 및 상대적 중요도 설정
- (진행상황) 1차 분석모델 수립 및 On-site, Central/단기, 중장기에 적합한 최적기술 도출 중



### 경제성 분석

- 미국 NREL(National Renewable Energy Laboratory)에서 개발한 H2A 프로그램 이용
- 집중형, 분산형에 따른 기술 및 용량별 건설비, 운영비, 수소제조단가 분석 중

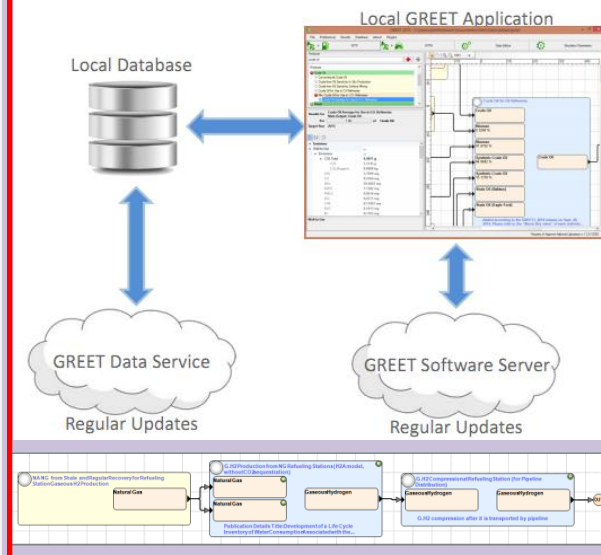
#### <H2A프로그램 화면>



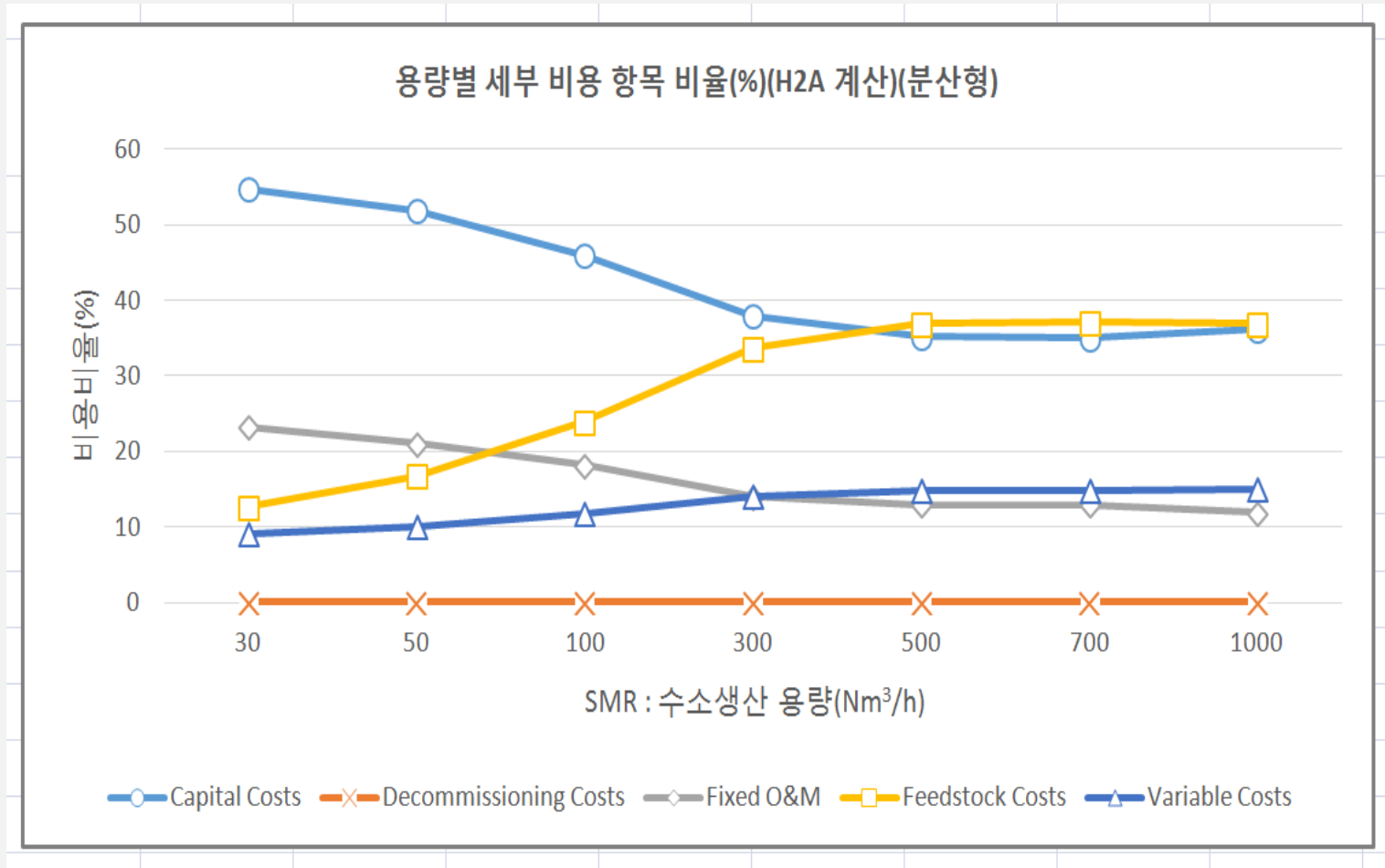
### 환경성 분석

- 미국 DOE(Department of Energy)의 지원으로 개발한 LCA(Life Cycle Analysis) 분석 프로그램 GREET 이용
- 수소생산 기술별 국내에서의 CO2 발생량 분석 중

#### <GREET 프로그램 모식도>

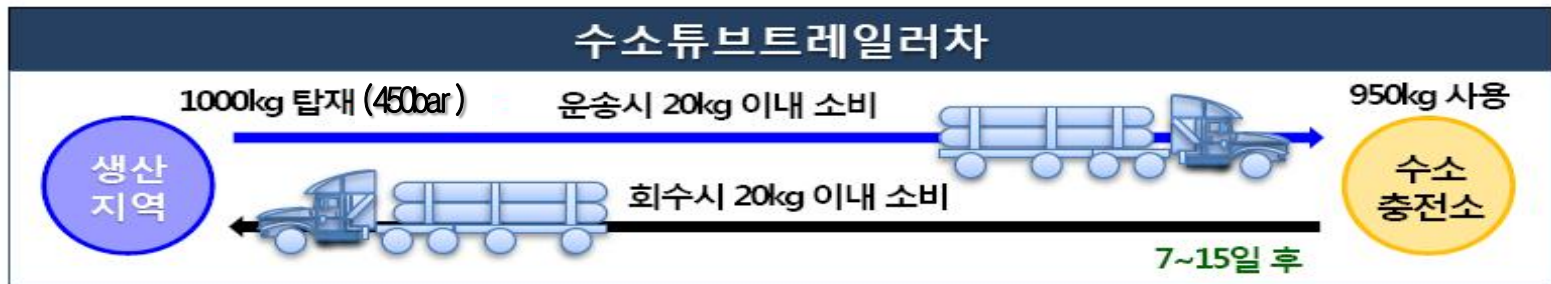


## onsite (분산형) 수소생산 단가 분석 그래프



# 6. 수소충전인프라 경제성 확보방안 제시 : 수소 공급 방안

43



### ◆ 1(안)

- CNG충전소에 융복합 수소충전소 구축  
“2016년을 기점으로 융복합 수소충전소 구축 가능”(특례기준 완료)
- 구축 장소 : 전국 CNG충전소 내
- 2018년부터 전세버스 등 확대 및 유가보조금 지급(32.24원/Nm<sup>3</sup>)

### ◆ 2(안)

- LNG 냉열을 이용한 냉동창고, 연료전지 및 수소충전소 등과 융복합 구축
- 구축 장소 : 전국 냉동창고용 냉열 공급지 등
- 트레일러, 지게차 등 보급 확대 가능

### ◆ 3(안)

- 대량생산 및 중소규모 수소생산 기지 건설 및 인근지역 공급(배관 등)
- 구축 장소 : 전국 대도시 공단 및 가스공사 설비(기지 및 공급관리소) 등
- 추출 수소 대량생산(Mother station 포함) 및 배관 공급으로 경제성 확보



HYDROGEN

HYDROGEN  
FUEL CELL  
VEHICLE

HYDROGEN  
REFUELING  
STATION

# THANK YOU

---

한국가스공사 가스연구원 수석연구원 이영철

010-5207-8532, [leeyc1@kogas.or.kr](mailto:leeyc1@kogas.or.kr), [kleeyc@daum.net](mailto:kleeyc@daum.net)