

# 대한민국의 액화수소 기반 수소사회 인프라 구축 전략

최 병 일

▮ 연구실장/책임연구원

▮ 플랜트융합연구실

▮ 한국기계연구원

cbisey@kimm.re.kr

# CONTENTS

01

수소사회 인프라 및 국내 정책

02

수소사회 기계연구원 R&D

03

수소사회 인프라 구축 방안





# 수소사회 인프라 및 국내 정책

LIMITING GLOBAL  
WARMING TO 1.5°C

NET ZERO CO<sub>2</sub>

NET ZERO GHG

2020

2030

2040

2060

2070

2080

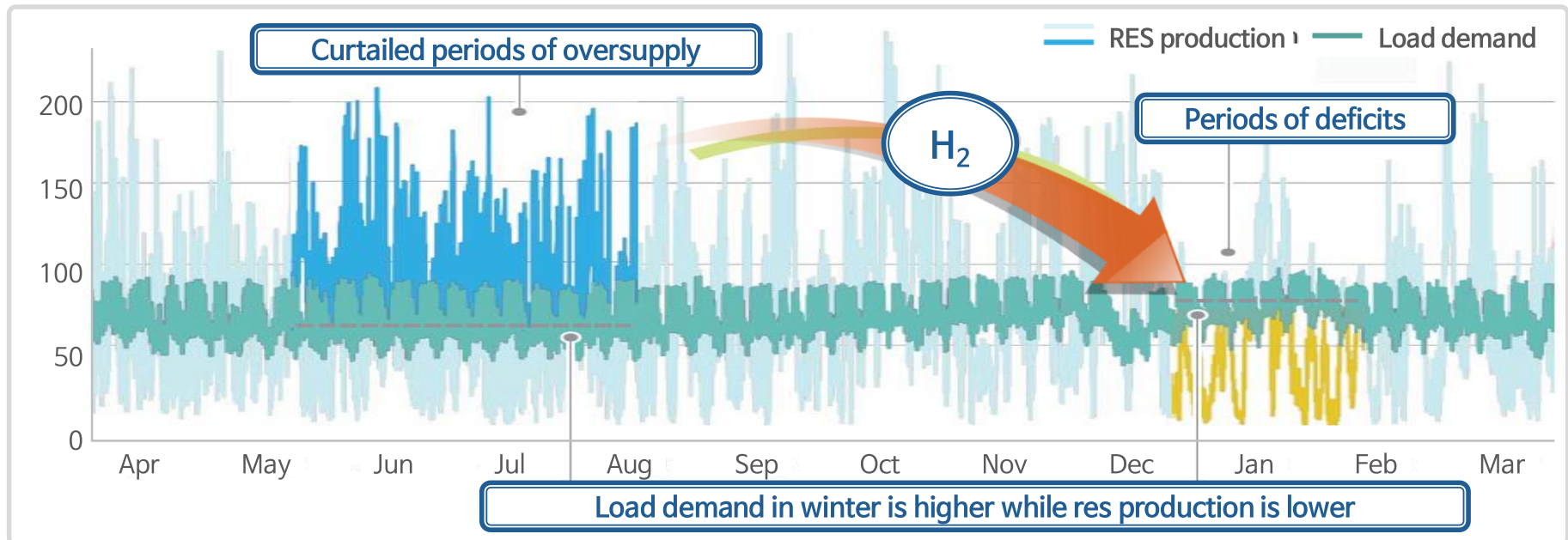
2090

WARMING TO 2.0°C

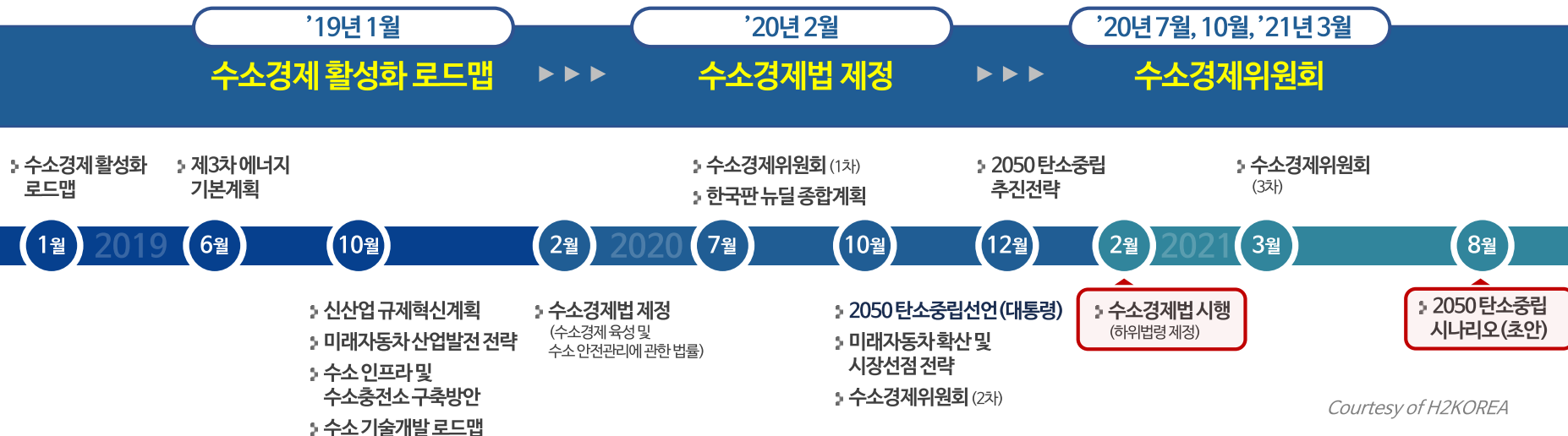
\*Source: Global warming of 1.5°C (IPCC Special Report, 2019)

NET ZERO CO<sub>2</sub>

NET ZERO GHG



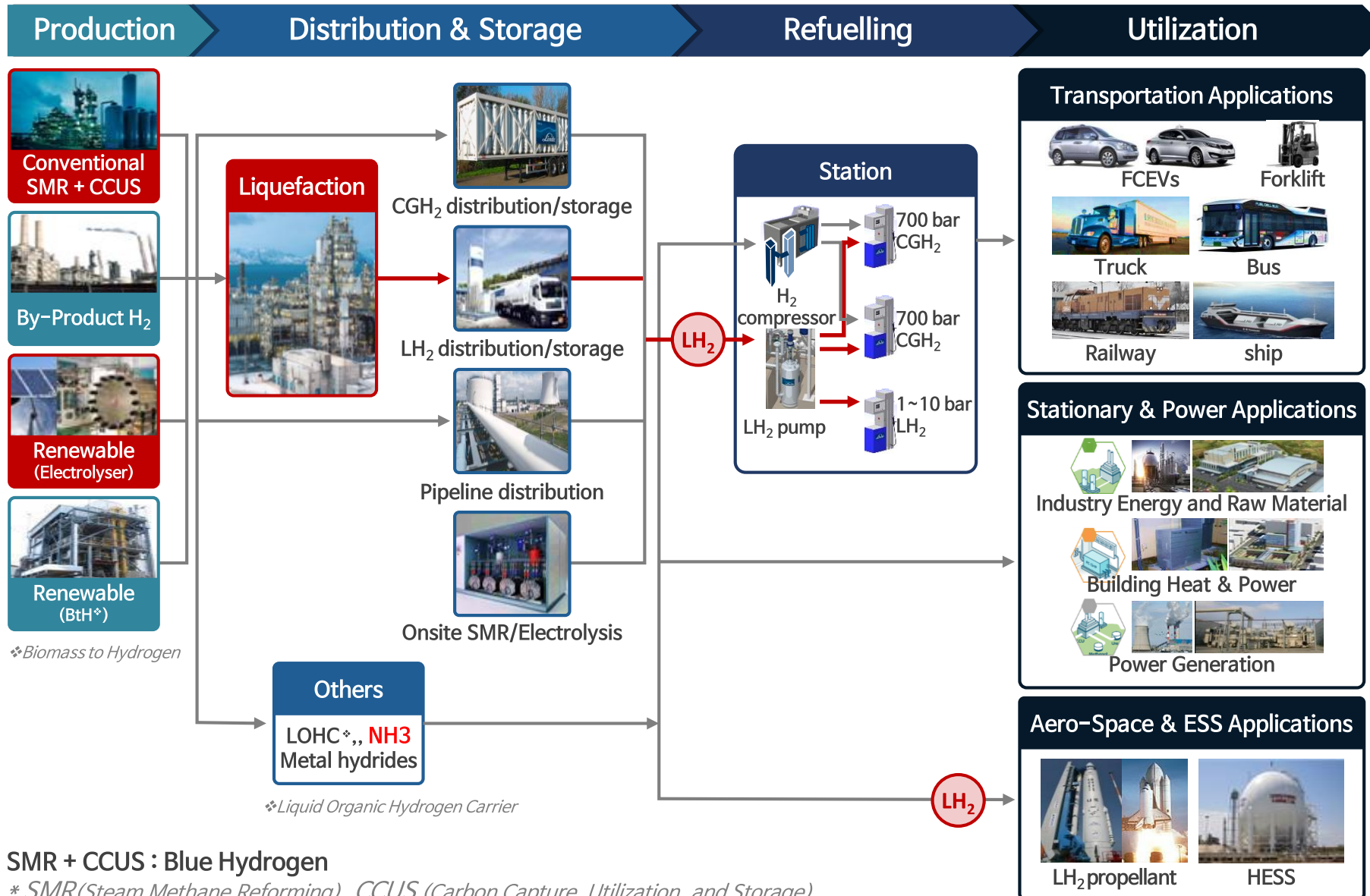
Renewable Energy Simulation for Germany 2050, in GW, Hydrogen Council, 2017



- 제 3차 에너지 기본계획 (2019. 6) : 2040년 재생에너지 발전 비중 30~35%
- 2050 탄소중립 시나리오 (초안) 발표 (2021. 8.) **2018년 대한민국 온실가스 배출량 (727.6 백만톤 CO<sub>2eq</sub>)**

구분	시나리오	온실가스 순 배출량 : 2050년 (백만톤 CO <sub>2eq</sub> )
1안	기존의 체계/구조를 최대한 활용하면서 <b>원·연료의 전환(수소)</b> 을 고려	25.4
2안	1안 + 화석연료를 줄이고 생활양식 변화를 통해 추가 감축	18.7
3안	화석연료를 과감히 줄이고 <b>수소공급을 전량 그린수소로 전환</b>	0.0 (Net Zero)

- (2021 하반기) 수소경제이행계획 (수소경제로드맵 2.0) 발표 예정 : **그린수소 생산 및 보급 (그린수소 인증제), 액화수소 충전소 보급, 해외수소 도입방안** 등을 포함하여 수소경제로의 방향성 공고화



SMR + CCUS : Blue Hydrogen

\* SMR(Steam Methane Reforming), CCUS (Carbon Capture, Utilization, and Storage)

## ☑ 전 세계 40여개 (395 ton/day)의 상용급 수소액화 플랜트 건설

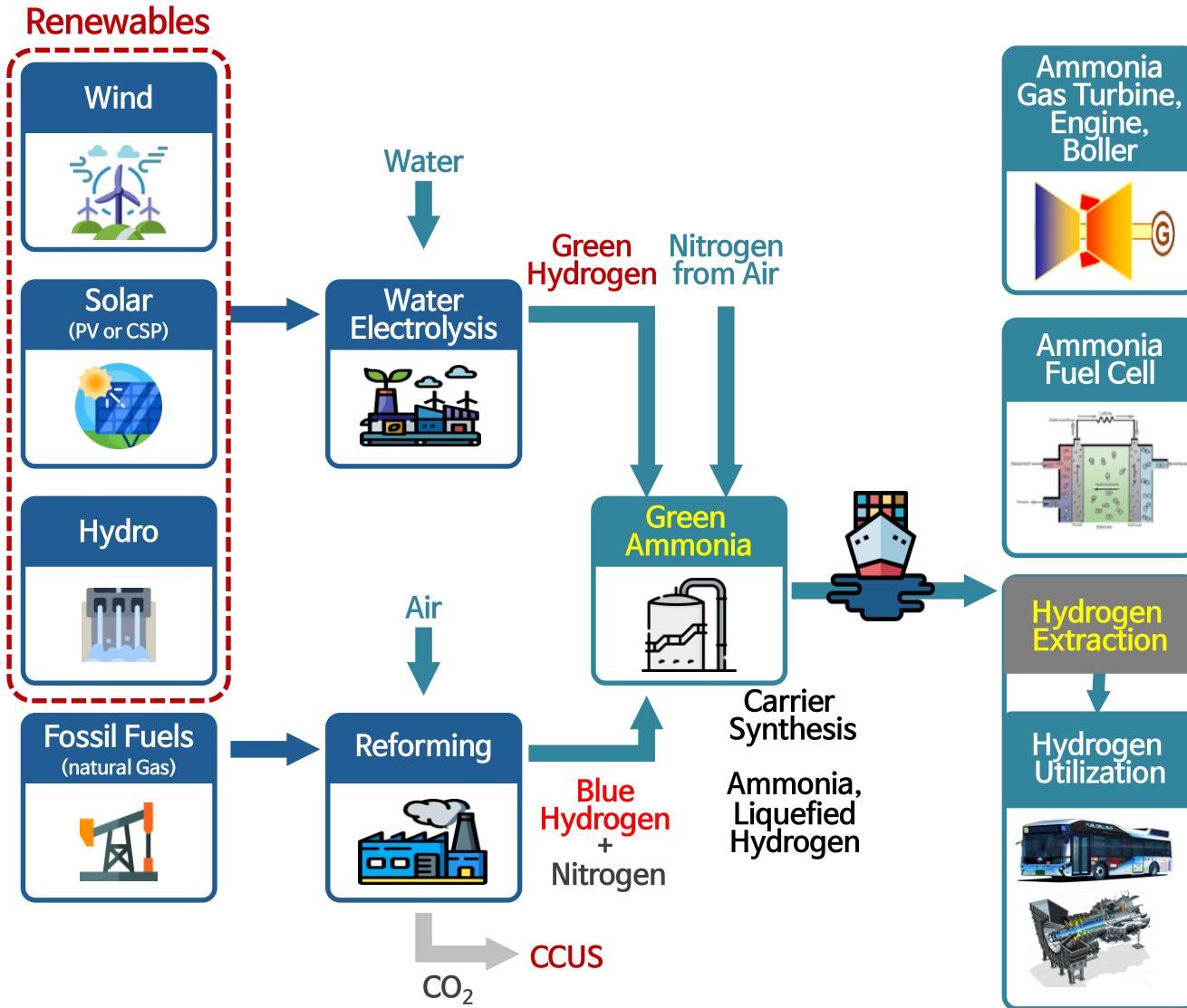
➤ 3대 Major 회사(Linde(Praxair), Air Liquide, Air Products)만 상용화 기술 확보

Continent	Location	Operated by	Capacity	Commissioned in
America	Canada/USA	Air Products, Praxair Linde, Air Liquide	16 Site 300 TPD	1982~1997
Europe	France, Germany, Netherlands	Air Products, Linde, Air Liquide	4 site 25 TPD	1987~2008
Asia	India, China, Japan	Linde, Iwatani	11 site, 25 TPD	1985 ~ 2008
	Japan	Iwatani(Linde), KHI	5 site 25 TPD	2013 ~ 2019
Korea (Plan)	창원	두산중공업 (Air Liquide)	5 TPD	2023
	울산	효성 (Linde)	35 TPD	2023
	울산	SK 가스 (미정)	30 TPD	2025
	평택	지역난방공사, 가스공사 (미정)	30 TPD	2024
	인천	SK (Air Liquide)	90 TPD	2023
	보령	SK (미정)	130 TPD	2025

\* TPD (ton/day)



# 그린 암모니아 (CO<sub>2</sub>-free Ammonia)



## 그린 암모니아 생산 계획 국가

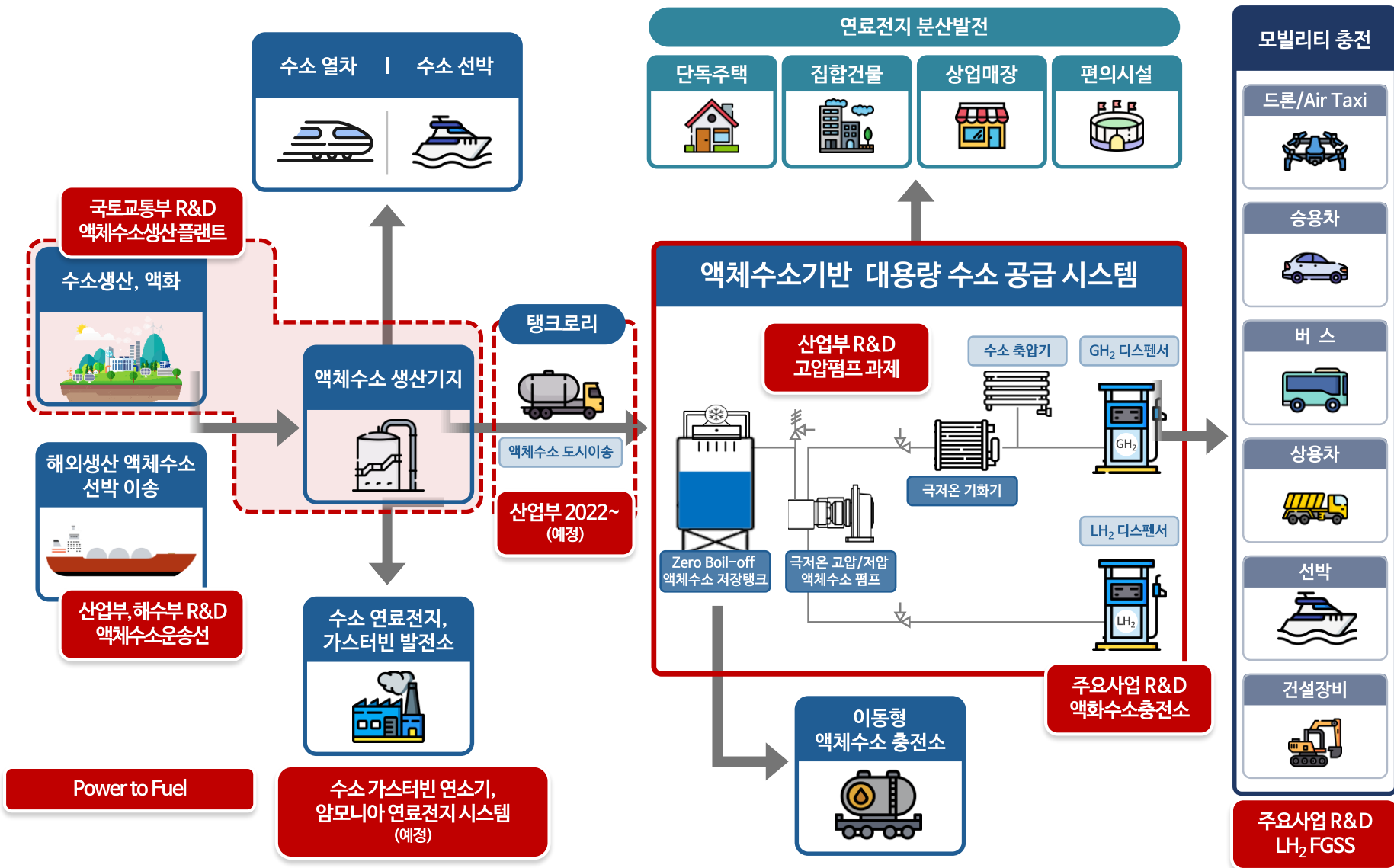






02

# 수소사회 기계연구원 R&D



## 사업 목적

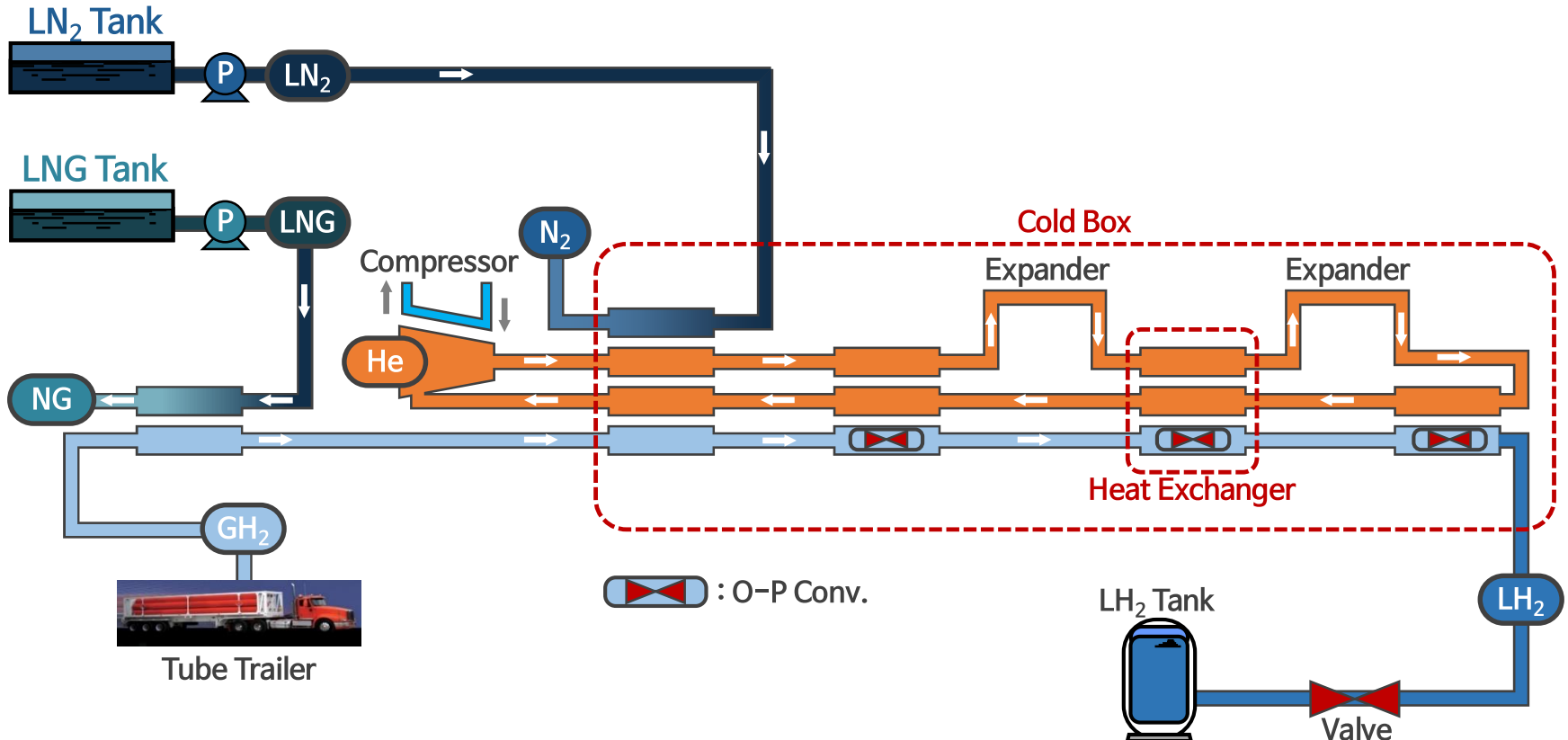
수소액화 플랜트 공정기술 및 수소액화 핵심설비, 액체수소 저장탱크 기술개발을 통한 수소의 대용량 생산·저장·운송·활용 기반 마련

## 사업기간 / 예산

2019년~2023년(5년) / 381억원(R&D 사업, 정부예산 278억원)

## 사업추진주체

국토교통부/국토교통과학기술진흥원



## 총괄 과제 명

### 상용급 액체수소 플랜트 핵심기술 개발

1세부 과제

#### 주관연구기관, 연구단

고효율 수소액화 공정기술 개발  
(한국기계연구원)

#### 주요 연구내용

- ▶ LNG 냉열 활용 수소액화 공정 기술
- ▶ 0.5 ton/day 수소액화 플랜트 설계/구축/운용
- ▶ 수소액화 플랜트 스케일업(5~50 ton/day) 기술개발

2, 3, 4, 5 세부 과제

#### 협동연구기관

수소액화 핵심설비 개발  
(대주기계, 동화엔텍, 한국기계연구원, S&S밸브)

#### 주요 연구내용

- 2세부 극저온 팽창기 개발
- 3세부 극저온 열교환기 개발
- 4세부 Coldbox 개발
- 5세부 극저온 밸브 개발

1세부 과제

#### 협동연구기관

액체수소 저장탱크 개발  
(한국과학기술원)

#### 주요 연구내용

- ▶ 중소형(35m³) 액체수소 저장탱크 설계, 제작 기술개발
- ▶ 대용량(350m³) 액체수소 저장탱크 설계, 제작 기술개발

참여기관

중앙대, KIST, 고등기술연구원, 대우조선해양, 가스안전공사 등 산학연 총 18개 기관



상용급 액체수소 플랜트 연구단

R&D Center for Hydrogen Liquefaction Plant





수소선박



LH<sub>2</sub> FGSS

수소열차



LH<sub>2</sub> FGSS

수소트럭



LH<sub>2</sub> FGSS

수소버스



LH<sub>2</sub> FGSS

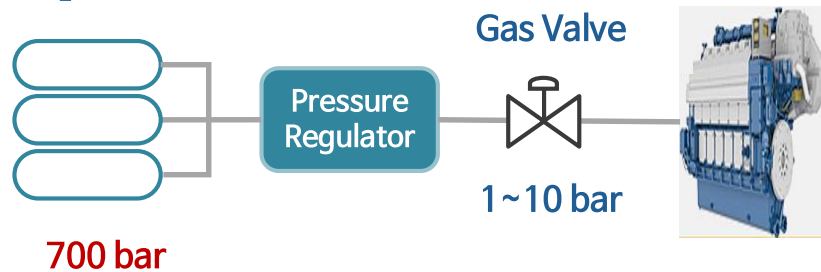
수소에어택시



LH<sub>2</sub> FGSS

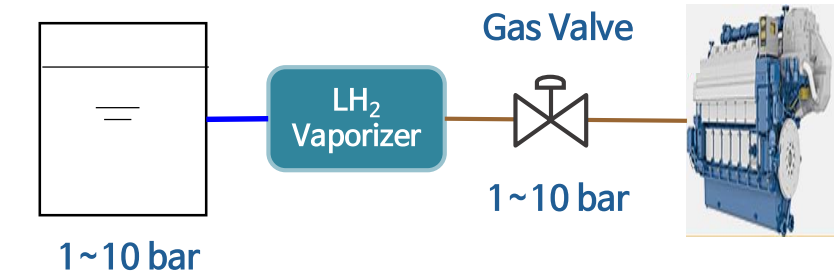
기체수소 기반 연료공급 시스템 (GH<sub>2</sub> FGSS)

GH<sub>2</sub> Fuel Tank



액체수소 기반 연료공급 시스템 (LH<sub>2</sub> FGSS)

LH<sub>2</sub> Fuel Tank



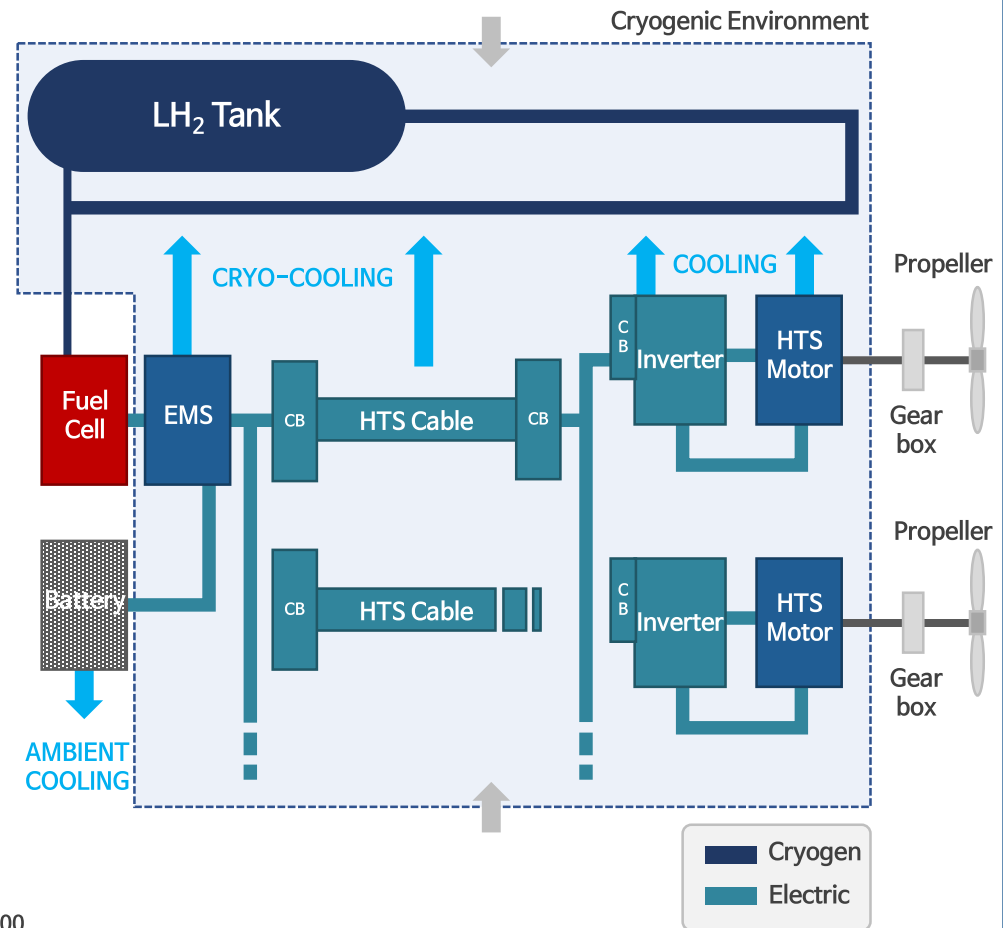
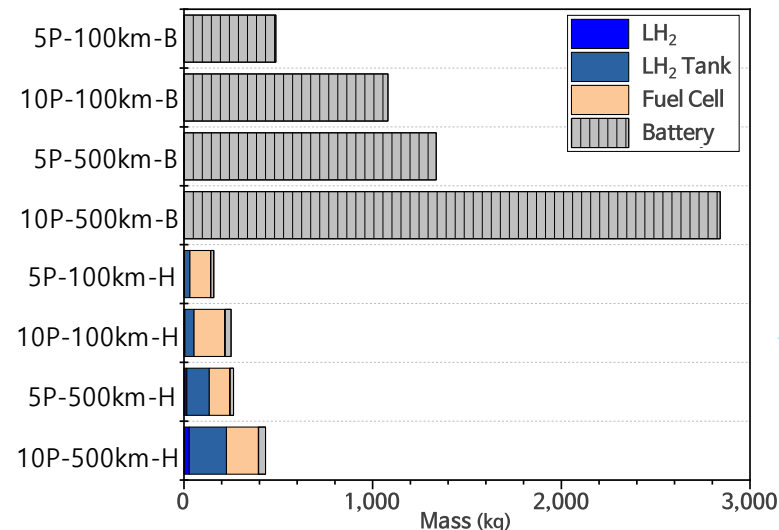
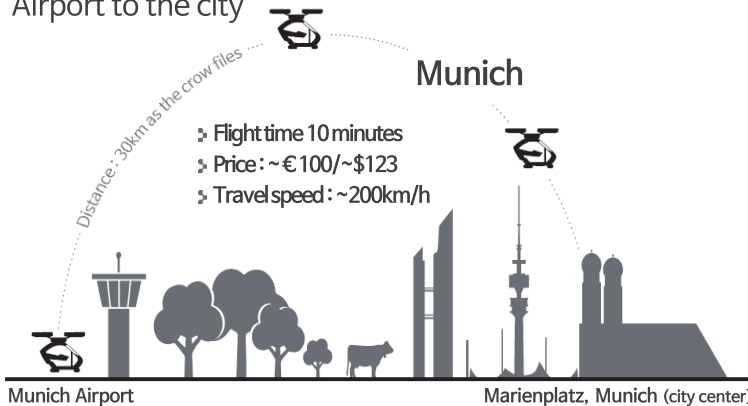
	장 점	단 점	활 용 처
GH <sub>2</sub> FGSS	<ul style="list-style-type: none"> <li>장기간 저장 (고압 기체수소)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>저용량</li> <li>고압저장에 따른 안전성</li> </ul>	사용시간이 정해지지 않은 <b>소형 모빌리티</b> (승용차)
LH <sub>2</sub> FGSS	<ul style="list-style-type: none"> <li>대용량 저장 (액체수소)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>액체수소 증발에 따른 안전성</li> </ul>	사용시간이 정해진 <b>대형 모빌리티</b> (버스, 트럭, 열차, 항공기, 선박 등)

\* FGSS, Fuel Gas Supply System

## LH<sub>2</sub> hybrid power system for UAM(Urban Air Mobility), Ship

### Air taxi

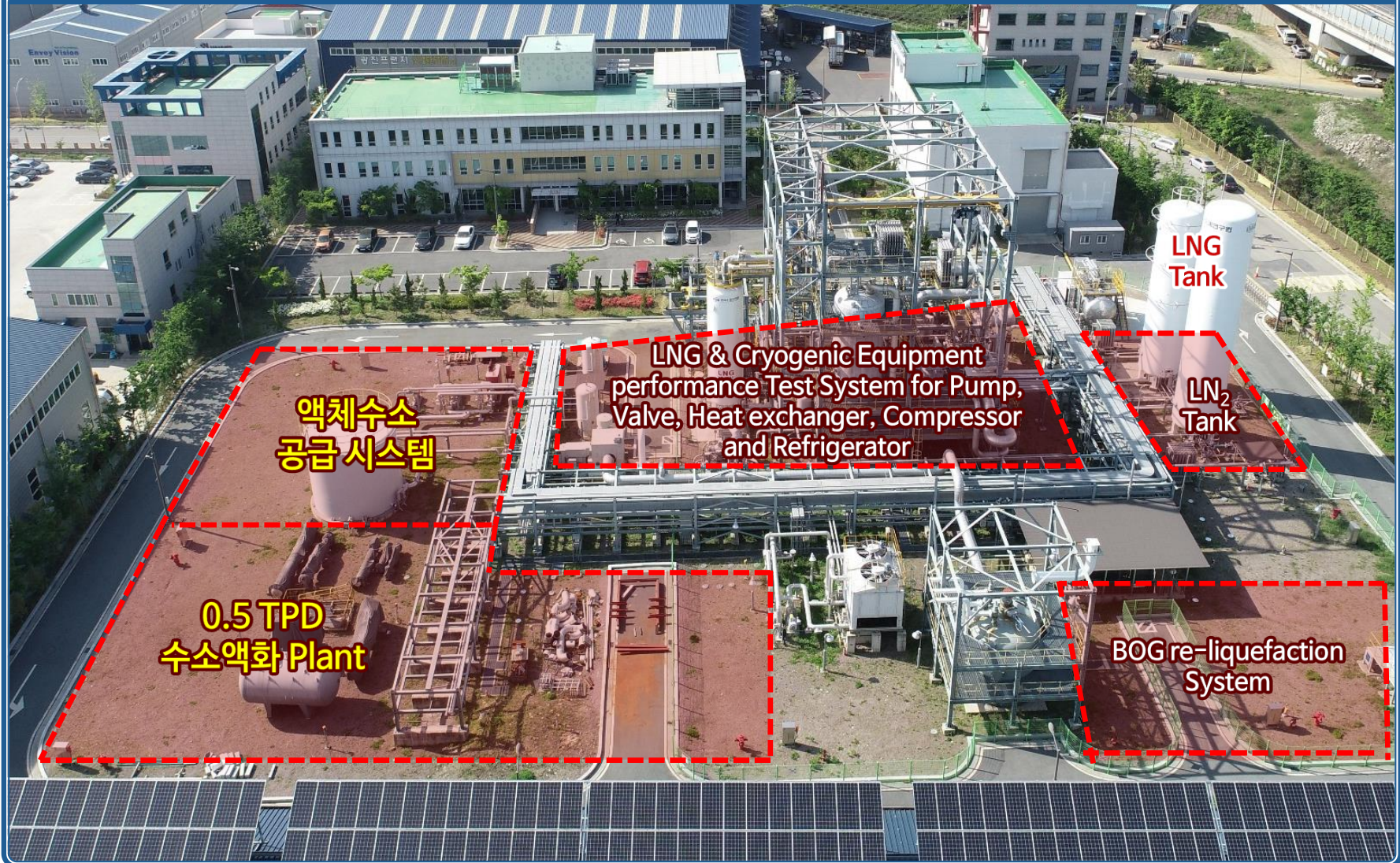
Airport to the city



HTS : High Temperature Super Conductor



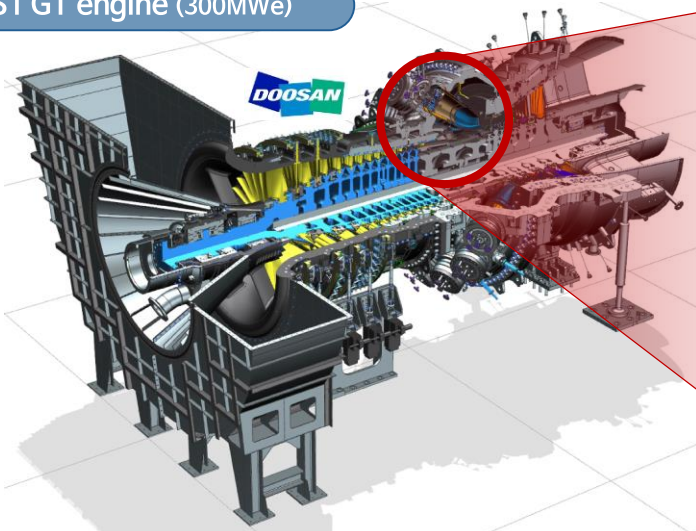
## 한국기계연구원 LNG 극저온기계기술 시험인증센터 (김해)



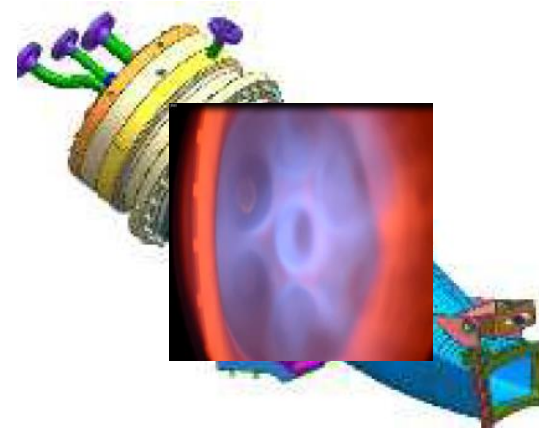


## Korea's first large gas turbine engine developed by DHI

DHI-S1 GT engine (300MWe)

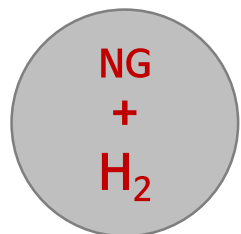


Fuel nozzle, Liner, TP



## Key technology for retrofit

### Combust change



Flame speed up

Reactivity up

### Issues

Flashback

NOx

### solution

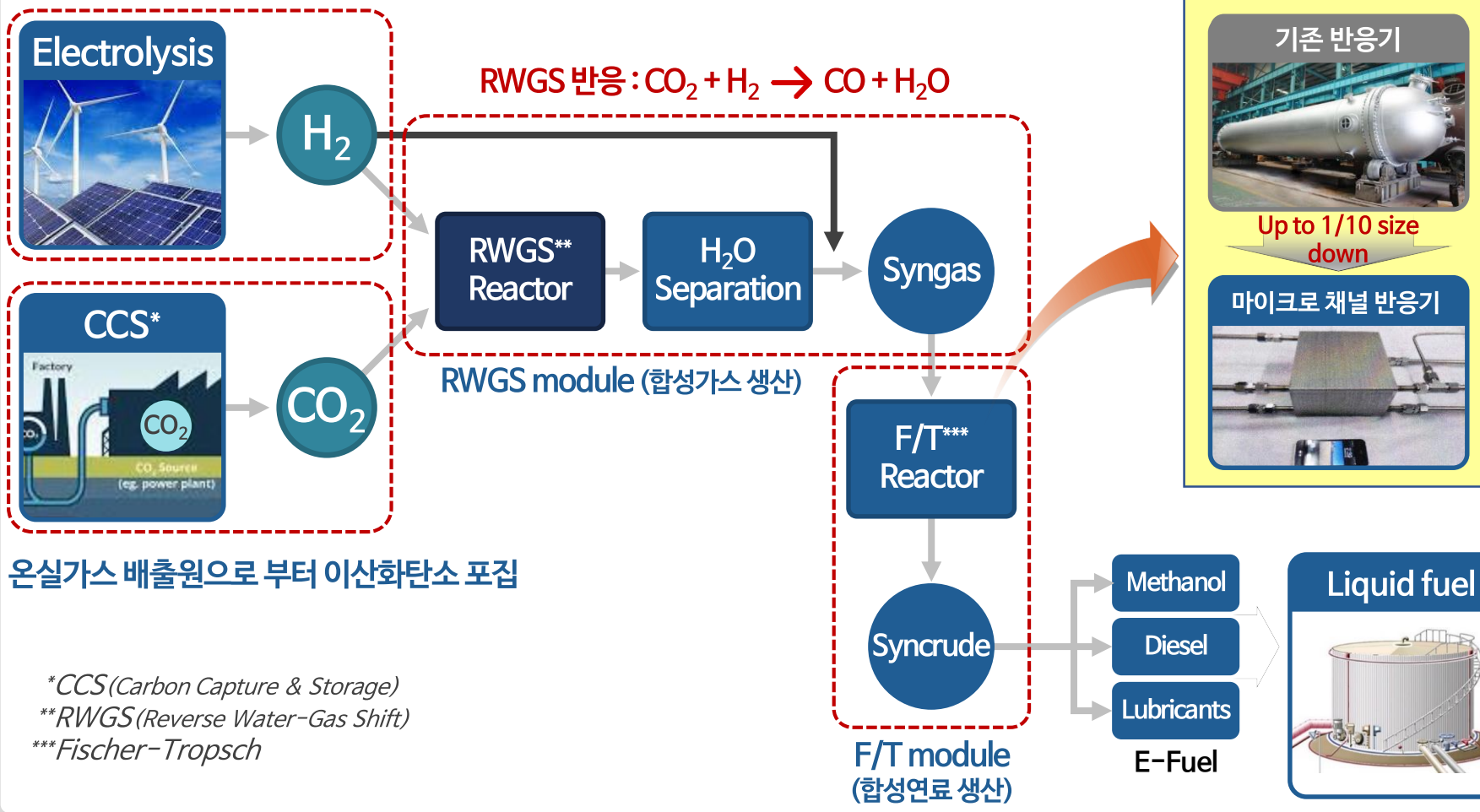
Fuel  
Staging/  
Mixing  
control

Smart  
control



- ☑  $H_2$ 를 이용하여  $CO_2$ 를 활용 가능한 자원(클린디젤 등의 액상연료)으로 변환시키는 공정
  - 마이크로 채널 구조를 이용하여 열전달 효율과 촉매접촉면적을 증진, 반응기 컴팩트화

잉여 재생에너지원으로 수전해를 통해 수소생산



\*CCS (Carbon Capture & Storage)

\*\*RWGS (Reverse Water-Gas Shift)

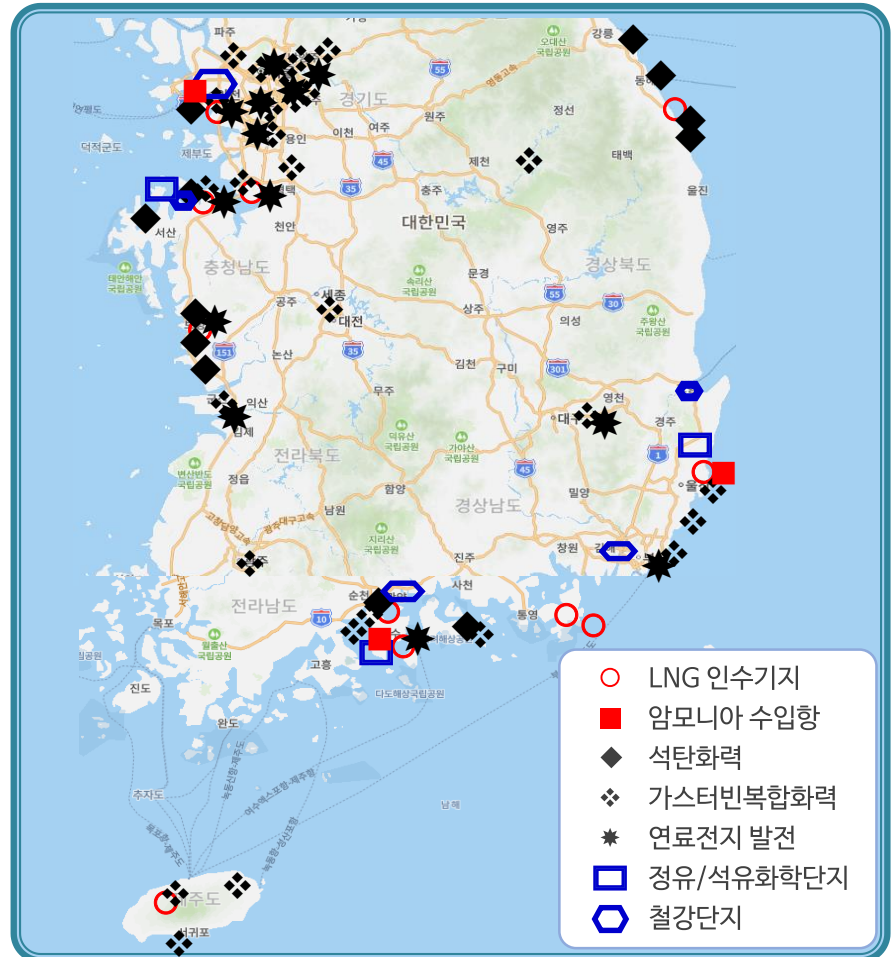
\*\*\*Fischer-Tropsch



03

# 수소사회 인프라 구축 방안

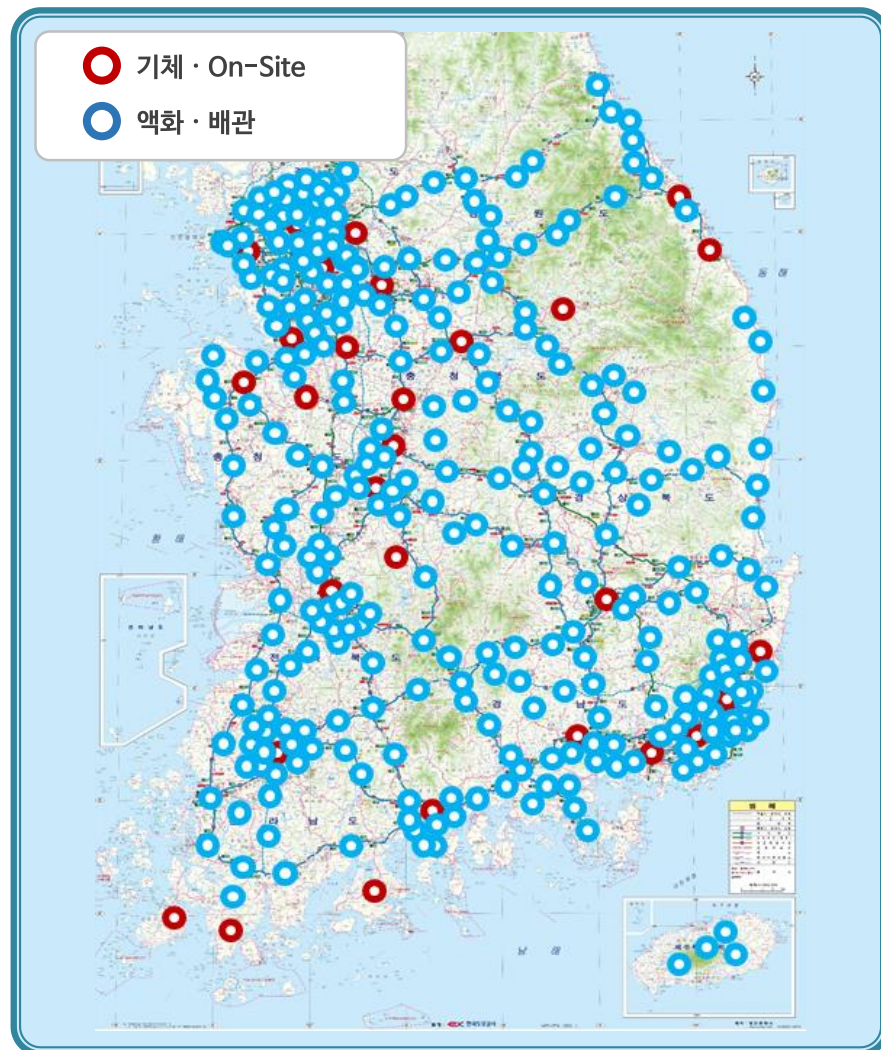
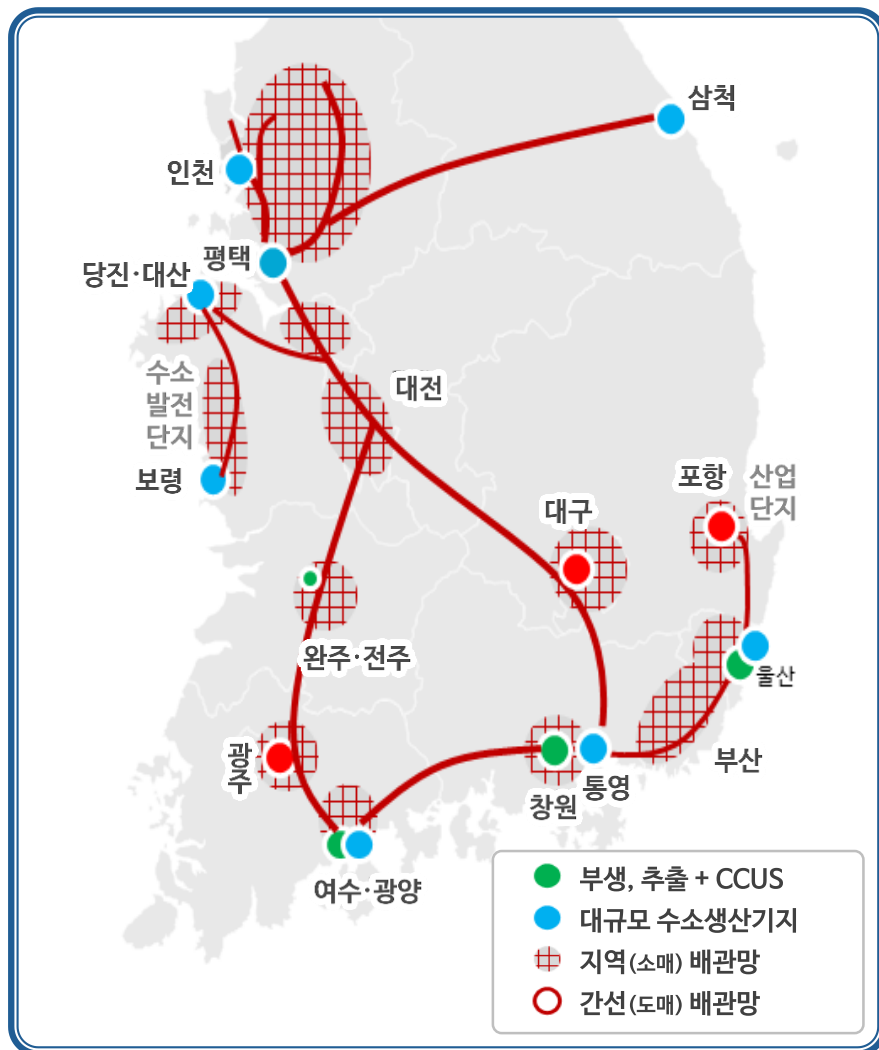
- ☑ LNG 인수기지 주변 수소생산기지(블루수소), 액화수소/그린암모니아 인수기지 건설, 인수기지과 발전/산업단지 배관망 구성



\* LNG Import Countries(2017) : 1. Japan(84M ton), 2. China(39M ton), 3. Korea(38M ton)

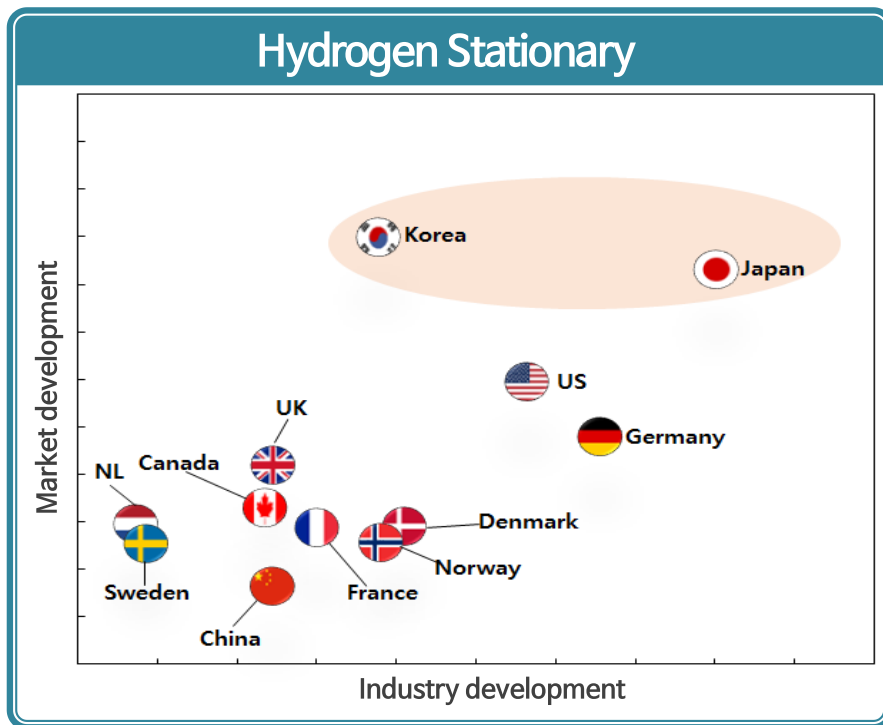
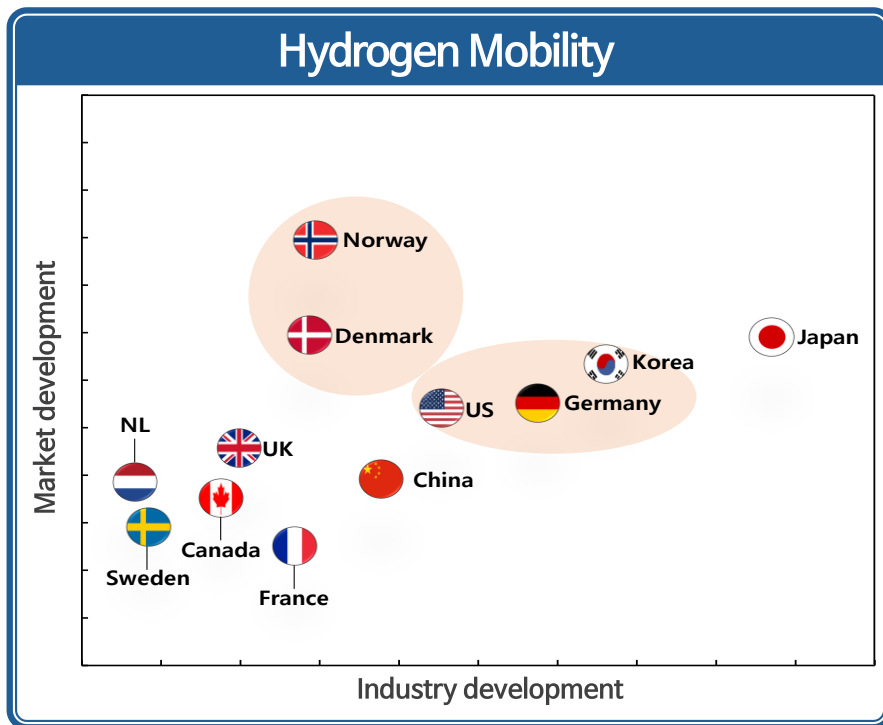


☑ 대용량 수소 생산/인수기지를 기반으로 한 수소배관망, 액화수소/배관망 기반 수소충전소 건설





- ☑ **산업주도권 상실** 중국의 부상에 따라 조선해양, 휴대폰, 통신장비 등 주력산업의 주도권 상실시기 임박으로 친환경차등 혁신성장 산업분야 정책대안 마련에 안간힘
- ☑ **정책적 대안** 수소차, 연료전지 분산발전 : 산업 육성을 주도할 수 있는 대안
- ☑ **수소경제, 빅데이터, 인공지능 3대 전략투자 분야 확정, 수소경제를 위한 플랫폼(인프라, 기술, 생태계) 중장기 비전 설정** ('18.8, 제5차 혁신성장 관계장관회의)



\* Policies of countries leading hydrogen development and implications for Korea, International Energy Forum-Korea National Assembly, Seoul, 6 Feb. 2018, Bernd Heid, Mckinsey & Company

- ☑ 국내 조선, 석유화학, 플랜트 산업 등 제조업의 미래 성장 동력 창출
  - 대용량 수전해/암모니아/수소액화 **플랜트**, 운송 **선박**, 암모니아/수소 **터미널**



Renewable Energy

Hydrogen Production  
(Water Electrolyzer)

Carrier Production  
NH<sub>3</sub>, LH<sub>2</sub>

Export Terminal

Tanker

Import Terminal

Distribution & Usage  
NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>

## Naro Space Center, KOREA



*Courtesy of KARI (Korea Aerospace Research Institute)*

# 감사합니다



한국기계연구원  
KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS