

중대형 연소후 카본 포집 기술

(Large Scale Post Combustion CO₂ Capture Technology)

Karbon Korea

목 차

- I. CCUS의 필요성
- II. Karbon Korea의 CCS 기술
- III. Project 현황



I. CCUS의 필요성

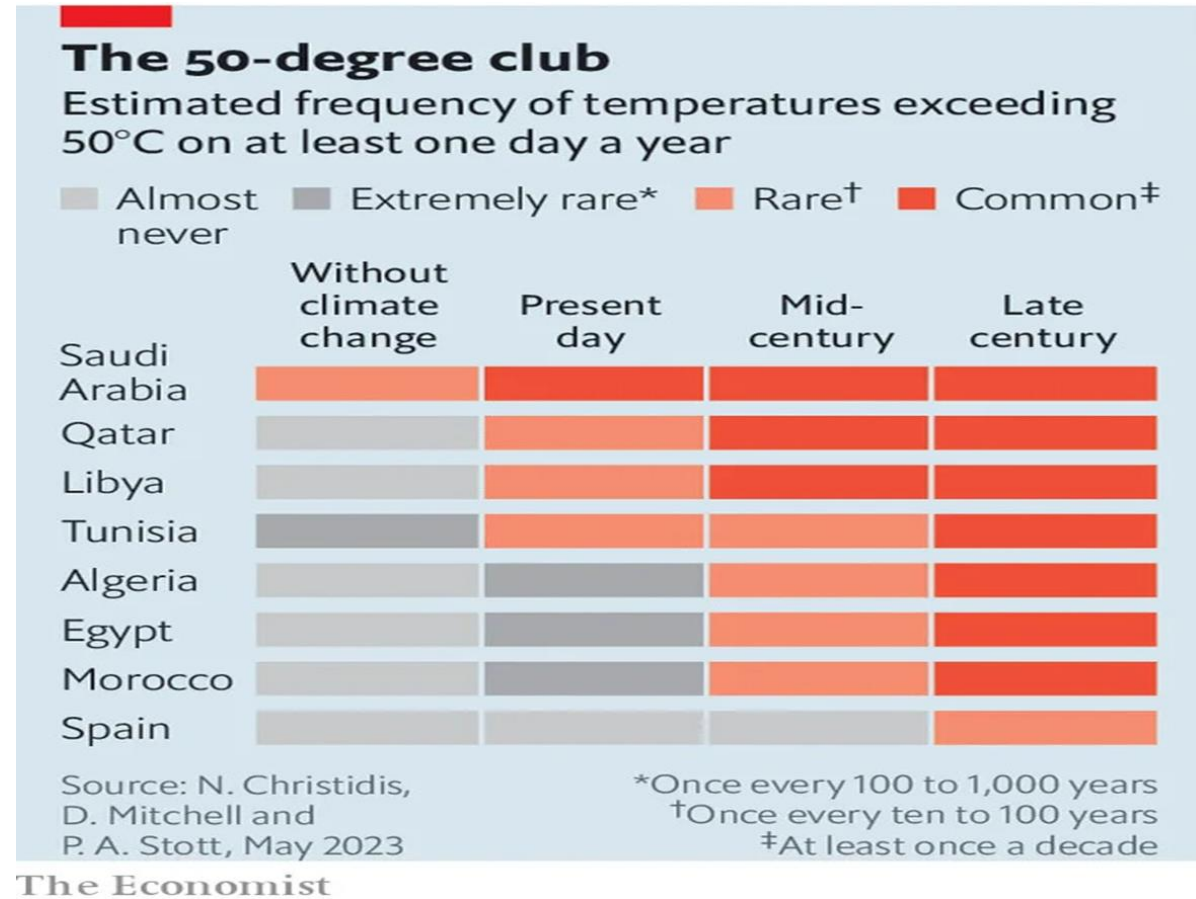
기후변화 위기와 CCUS 기술

❖ CO₂(이산화탄소)는 지구 온난화의 주범

- 대기권의 CO₂함유량 **450ppm** 이면 인류는 공멸
- **2022년말** 대기권 CO₂ 함유량 **220ppm**
- 연간 CO₂ 함유량은 **1~3ppm**씩 증가
→ 현수준의 CO₂배출량 유지 시 **2045년에는 인류는 기후위기**
[IPCC 2022 연차보고서]
- 연간 전세계 CO₂ 배출량 **330억 톤** (2021년 기준)
- 대한민국 연간 CO₂ 배출량 **6.1억 톤** (2021년 기준, 세계 8위)

❖ 지구온난화를 해결할 수 있는 최고의 기술은 CCUS

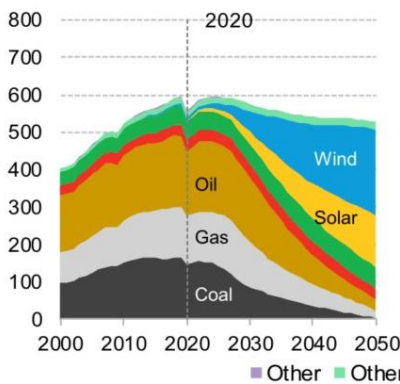
IEA(국제에너지기구)에서는 **CCUS (이산화탄소 포집 활용 및 저장) 기술**을 이용하여 감축하는 것이 **가장 실현 가능성이 있는** 경제적인 방법이라고 권고



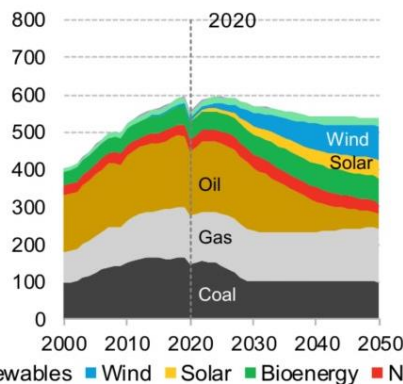
3 Scenarios to Reach Net-Zero Energy Emission by 2050

Three scenarios to reach net-zero energy emissions by 2050, compliant with well below 2°C

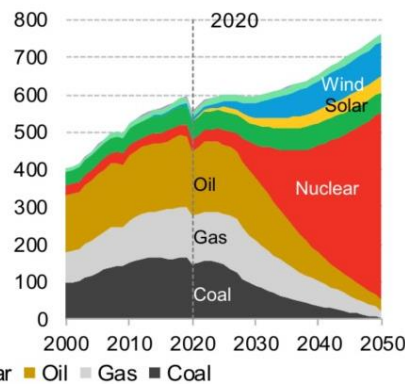
Primary energy supply
EJ
Green Scenario



Gray Scenario



Red Scenario

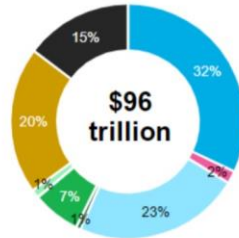


Investment required

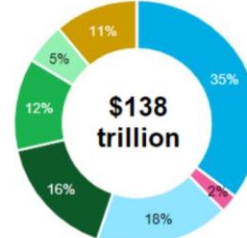
Green scenario



Gray scenario



Red scenario



Power generation
Hydrogen storage
Battery storage
Hydrogen transport
Power grid
Coal, oil and gas
Hydrogen production
CCS

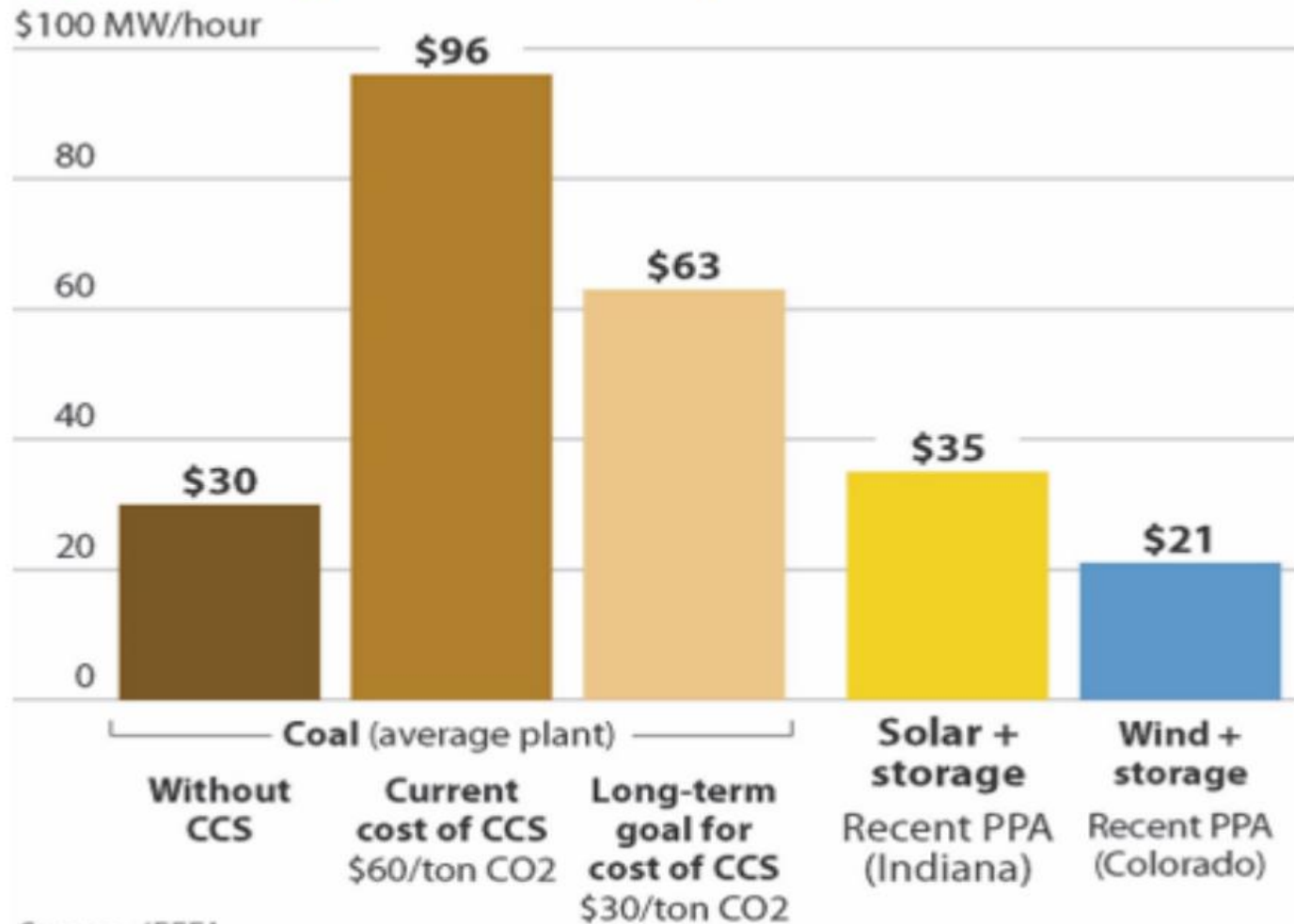
[Source : BloombergNEF]

Three Q's on the way to the commercialization of CC(U)S

- a. Can carbon capture cost be competitive enough?
- b. Are storage sites near enough within a nation boundary?
- c. Can CER be traded internationally?

A. Cost-efficiency of Carbon Capture Cost

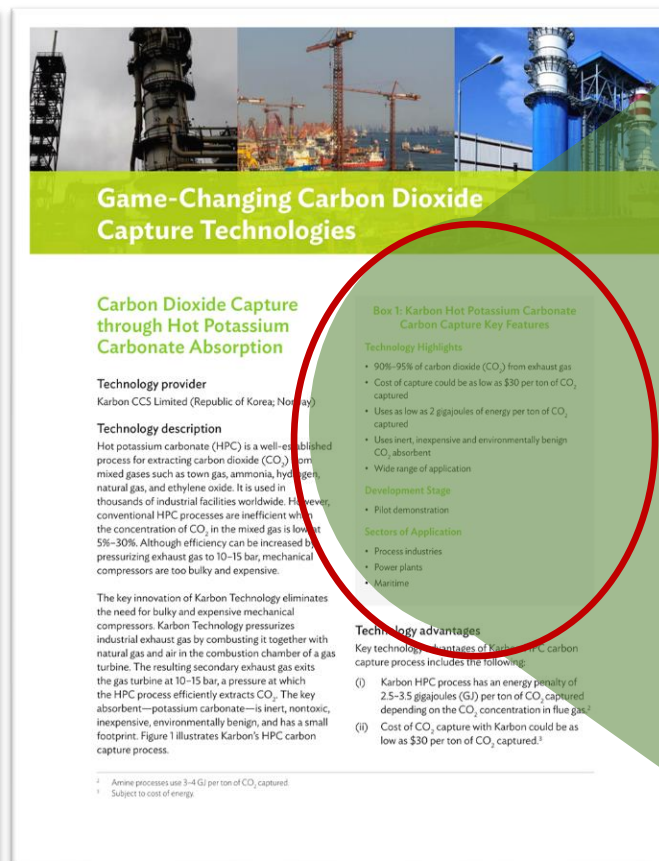
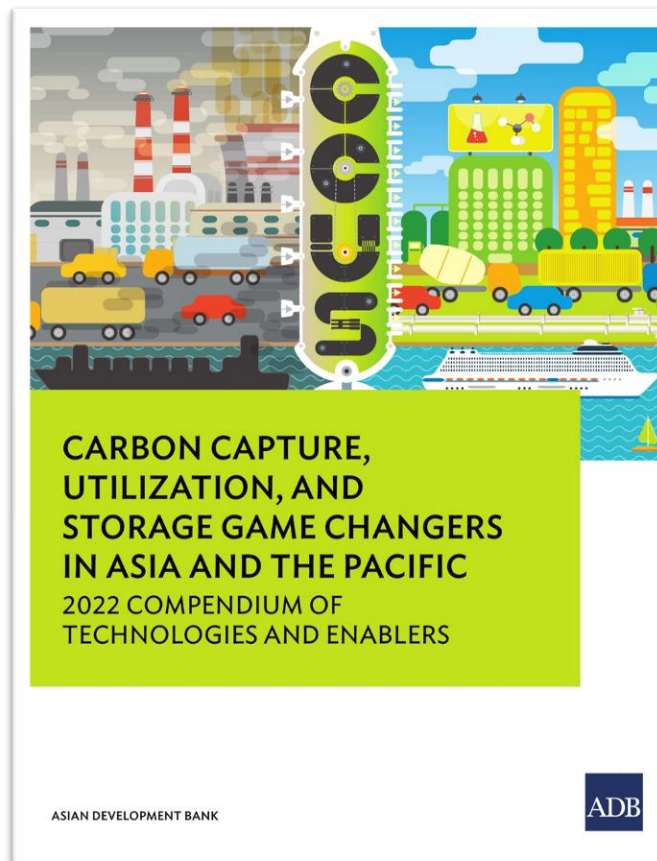
Figure 1: The high cost of carbon capture



Source: IEEFA

Game-changing technology can emerge.

ADB 2022 Report



Box 1: Karbon Hot Potassium Carbonate Carbon Capture Key Features

Technology Highlights

- 90%–95% of carbon dioxide (CO₂) from exhaust gas
- Cost of capture could be as low as \$30 per ton of CO₂ captured
- Uses as low as 2 gigajoules of energy per ton of CO₂ captured
- Uses inert, inexpensive and environmentally benign CO₂ absorbent
- Wide range of application

Development Stage

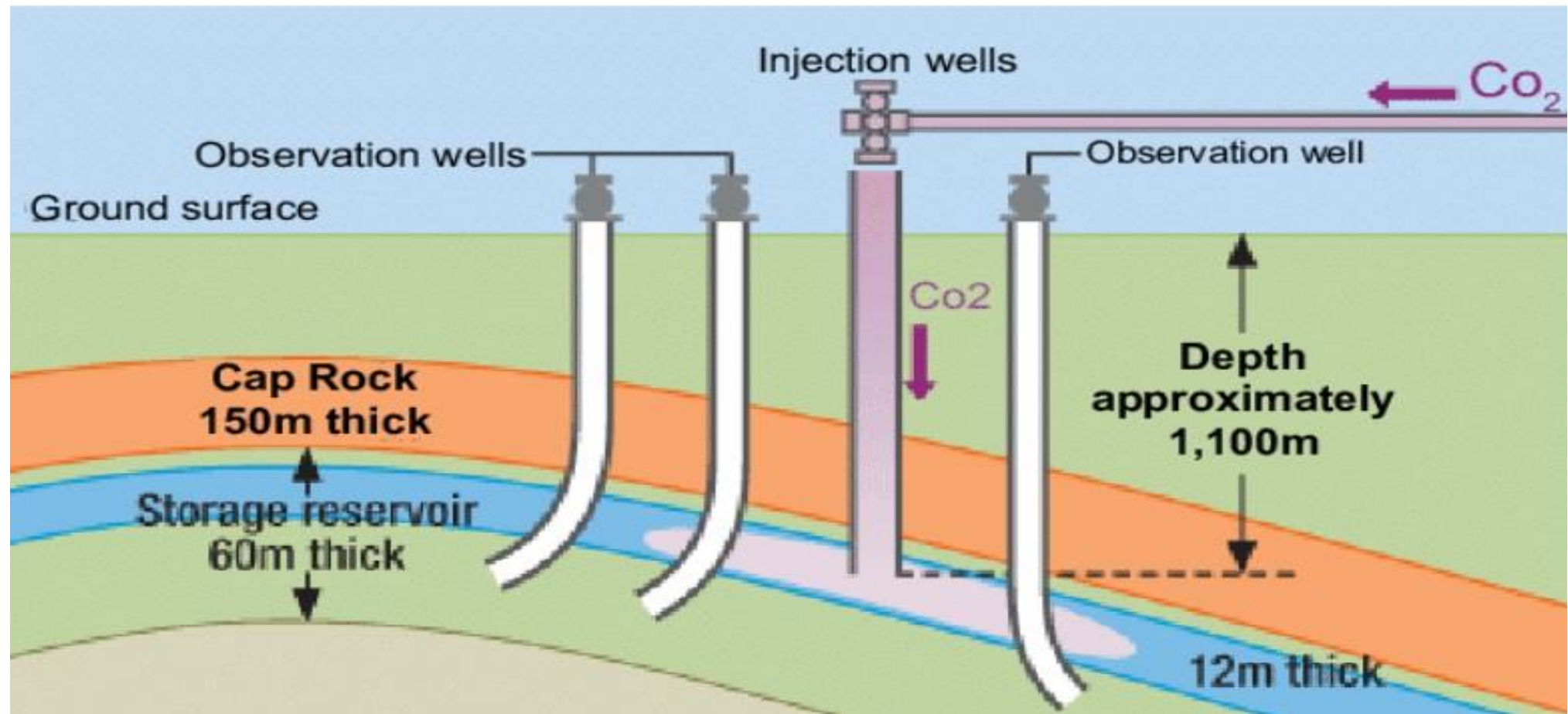
- Pilot demonstration

Sectors of Application

- Process industries
- Power plants
- Maritime

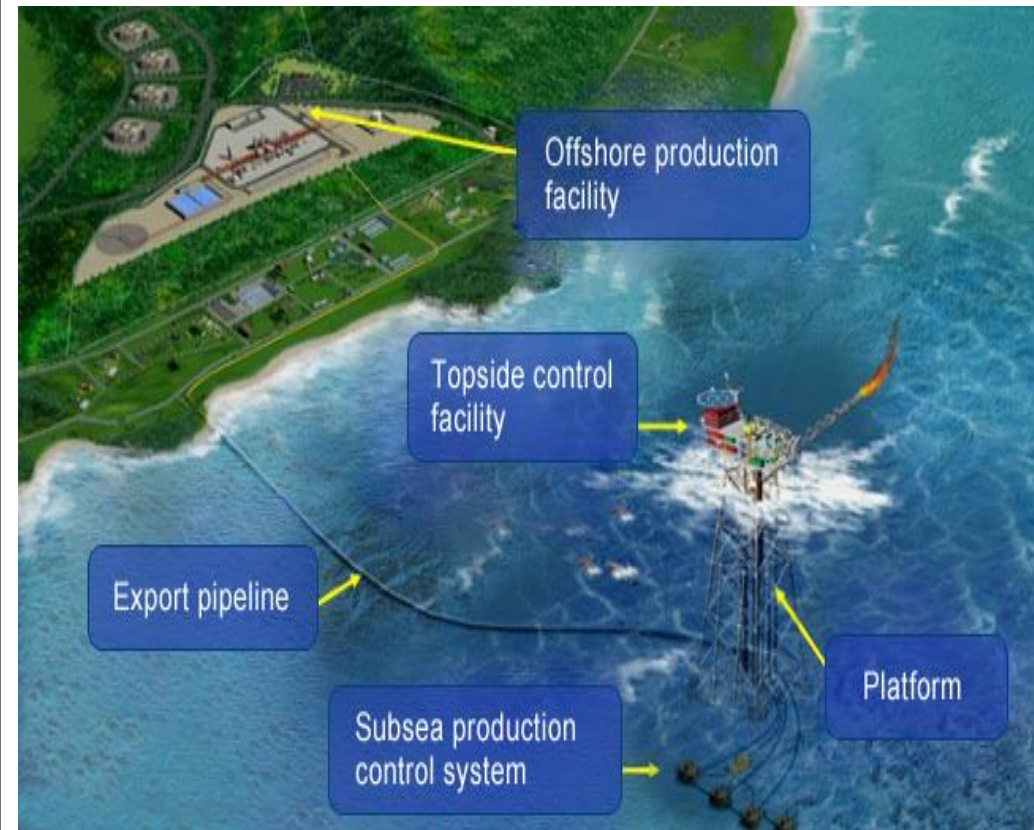
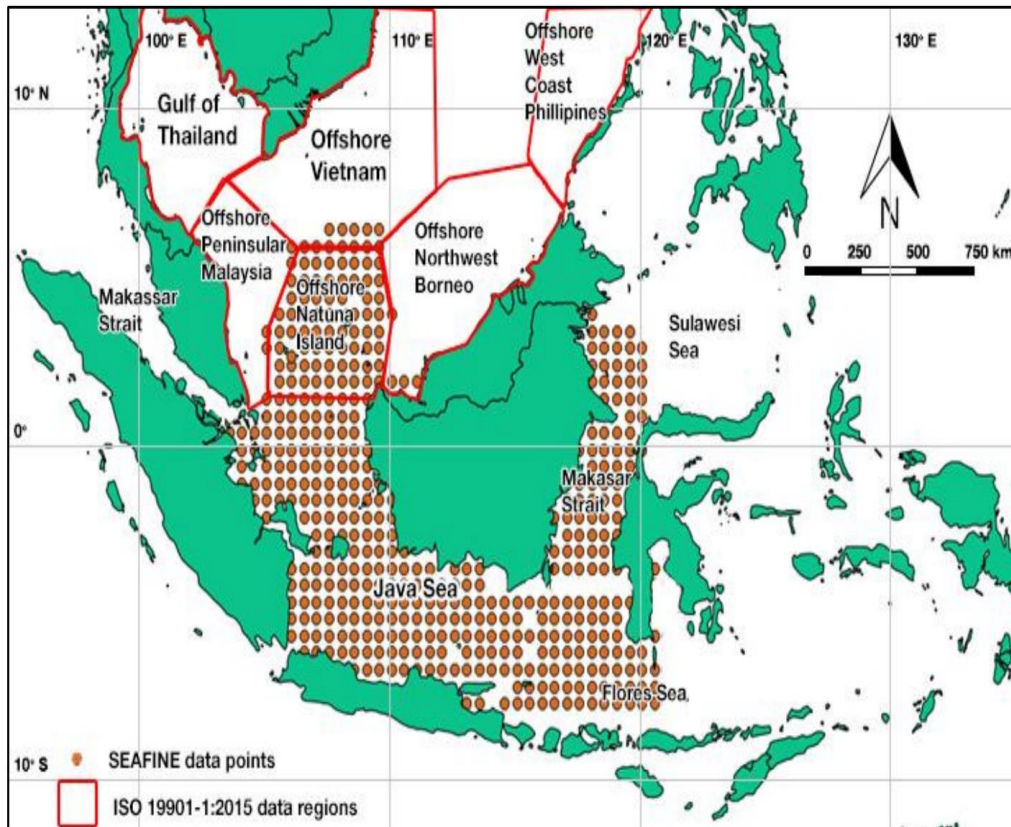
B. Storage Sites

Cross-Sectional Diagram of Underground CO₂ Storage



Indonesia has many opportunities while Korea has nil

Aging Off-shore Platform



Why K-ETS?

- The Korean ETS market, launched in 2015, is the third largest ETS globally, followed by China and EU ETS. Korea has ample knowledge and experience in the green growth and emission trading market.
- The article 6 of the Paris Agreement includes principles for international carbon market mechanisms has finally reached the agreement in COP26 in 2021.

Therefore, establishing a linkage between the ETS in Korea and Indonesia could become a representative case in the international carbon market, and contribute to achieving the NDC and Net Zero targets of two countries.

II. Karbon Korea의 CCS 기술

KARBON CCS 기술 소개 (대형 CCS 기술)

노르웨이 KARBON CCS사는 2003년부터 기술개발을 통해 100여건의 특허를 보유하고 있는 세계 최고 수준의 **CCUS 기술전문 회사**입니다

- **대형 CCS 특화 기술**

가스터빈으로 배기가스를 고압으로 압축하고, HPC공정으로 CO₂를 포집하는 기술로 대형 탄소배출 플랜트(석탄발전소 등)에 적합

- **포집 단가 최저로 경제성 탁월**

가스터빈을 사용 포집 효율을 극대화하고, CO₂가 제거된 배기가스를 발전에 재활용하여 포집 단가를 낮춤

- **친환경 흡착제 사용**

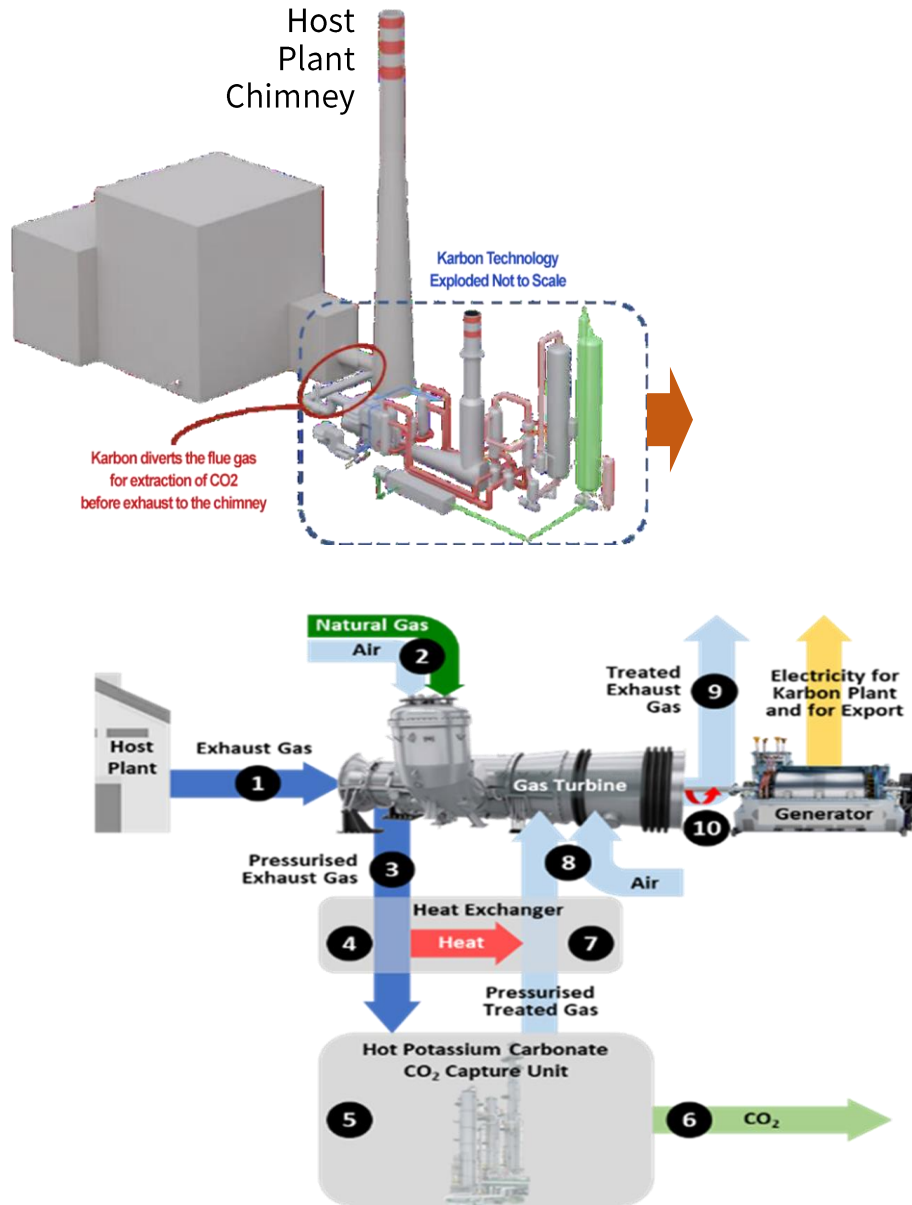
식품에도 사용되는 탄산칼륨(K₂CO₃)을 흡착제로 사용하여 환경오염 발생이 없으며, 시설 투자 비용이 절감

- **CCUS 분야에서 세계 최고의 기술(BAT-Best Available Technology)로 평가 받는 기술**

- ① 대형 발전 플랜트 및 제철 플랜트 CO₂ 포집 기술
- ② 선박용 포집 설비 (Onboard CCS) 특허 보유
- ③ CO₂/LNG Dual Carrier 기본설계 보유
- ④ 중소형 CCS DEMO Plant 개발

The all-in cost of capture is as low as \$30~\$40 per ton of CO₂ – the lowest among the CCS Technology

계통 구성도



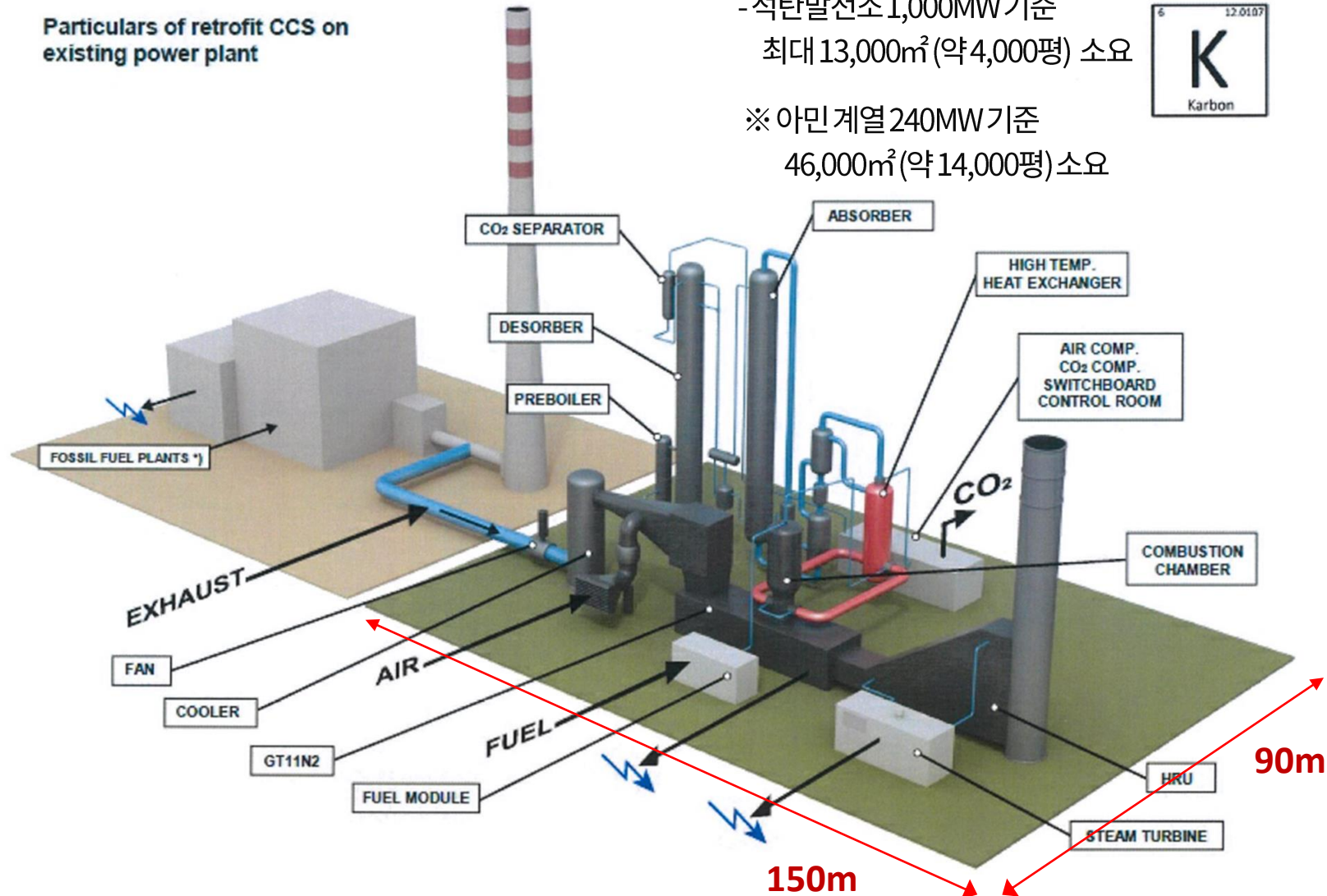
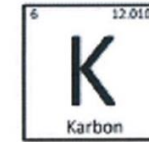
- ① 호스트 플랜트의 배출가스를 압축하여 가스터빈으로 주입
- ② 배출가스에 천연가스와 공기를 혼합, 연소실에서 연소
- ③ 열교환기에 압축시킨 배출가스 주입
- ④ 압축된 배출가스를 열교환기에서 냉각 후 HPC공정으로 보냄
- ⑤ HPC공정에서 이산화탄소 90% 이상을 포집
- ⑥ 포집 된 이산화탄소를 압축공정으로 보냄
- ⑦ 열교환기를 통해 이산화탄소 분리된 배출가스를 재 가열
- ⑧ 가열된 배출가스와 압축된 공기를 혼합하여 가스터빈 가동
- ⑨ CO₂가 포집된 배출가스를 대기중에 방출
- ⑩ 가스 터빈을 활용하여 발전기 가동, 전력 생산

CO2 Capture Plant 배치도

CO2 포집 플랜트 부지면적

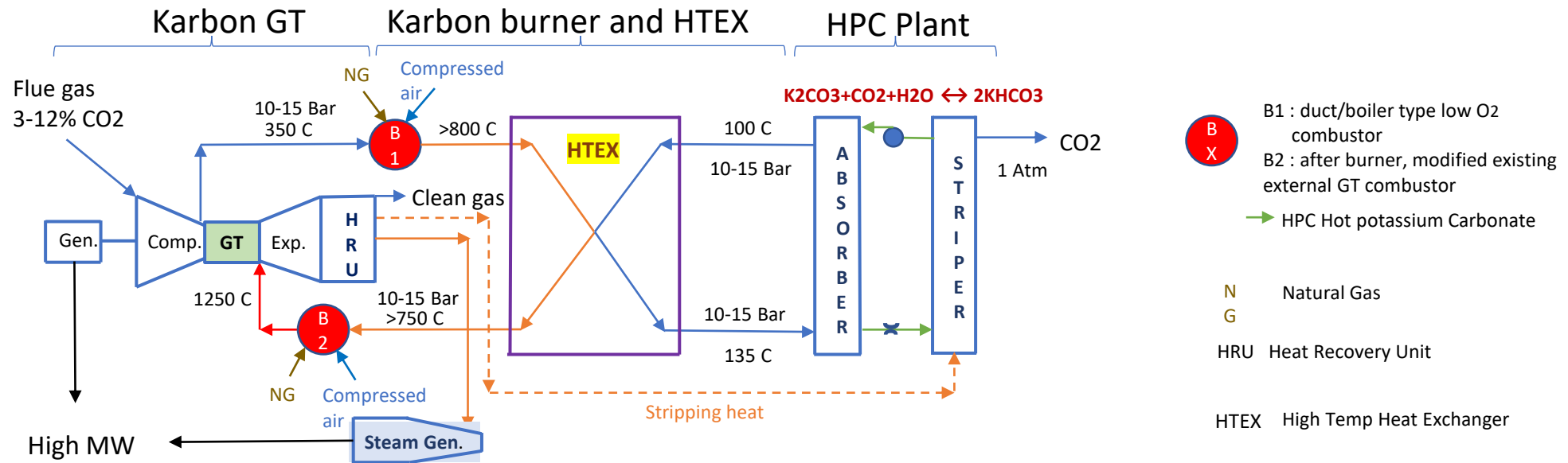
- 석탄발전소 1,000MW 기준
최대 13,000m² (약 4,000평) 소요

※ 아민 계열 240MW 기준
46,000m² (약 14,000평) 소요



Flow Diagram : Tandem application

– twin combustors, high power output

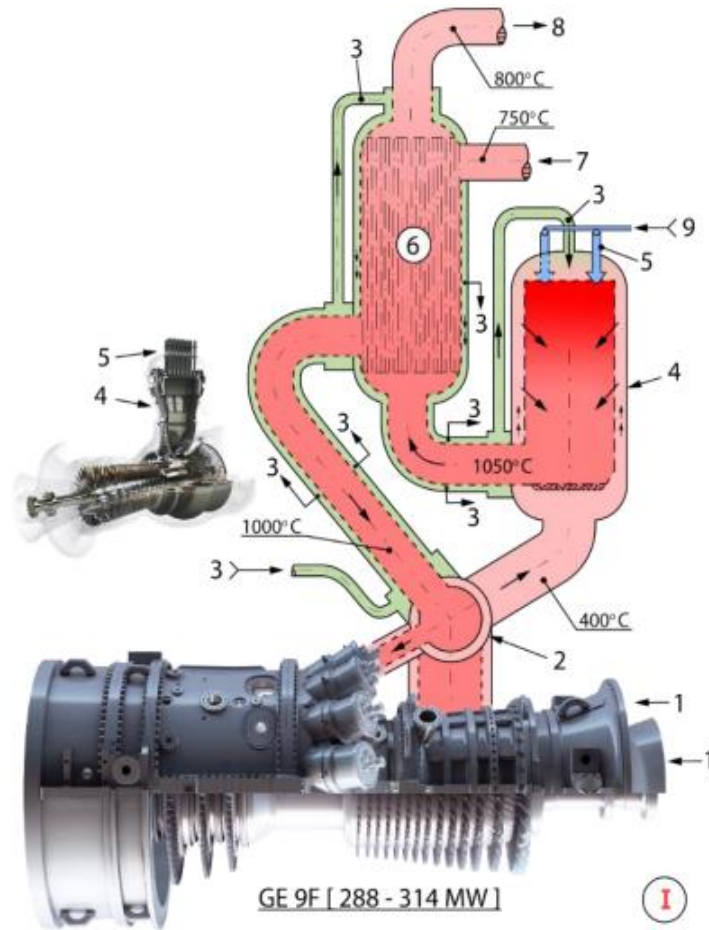


Objectives: Deliver high partial pressure and stripping heat to HPC plant without affecting MW output

Target applications: GT power plants, single or tandem, and marine – shipping and offshore. (Host + Karbon GT)

Result: Low energy consumption (1-2 MJ/kg CO₂), Low CO₂ footprint , Low Cost Installation

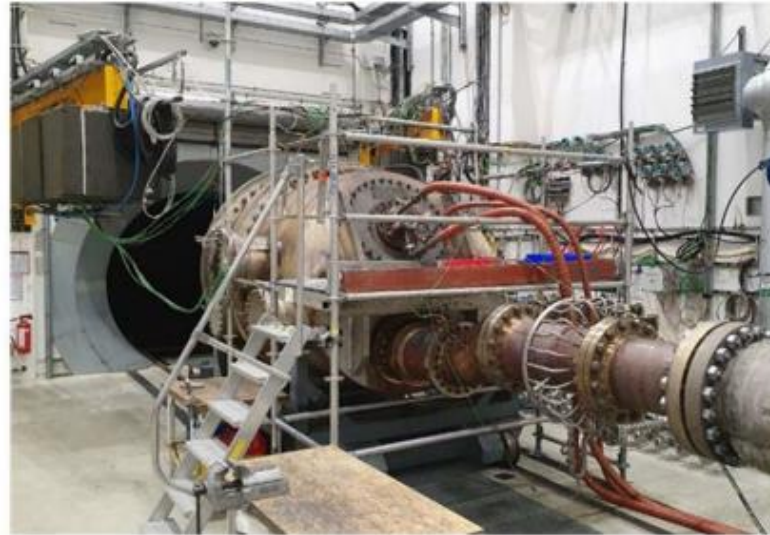
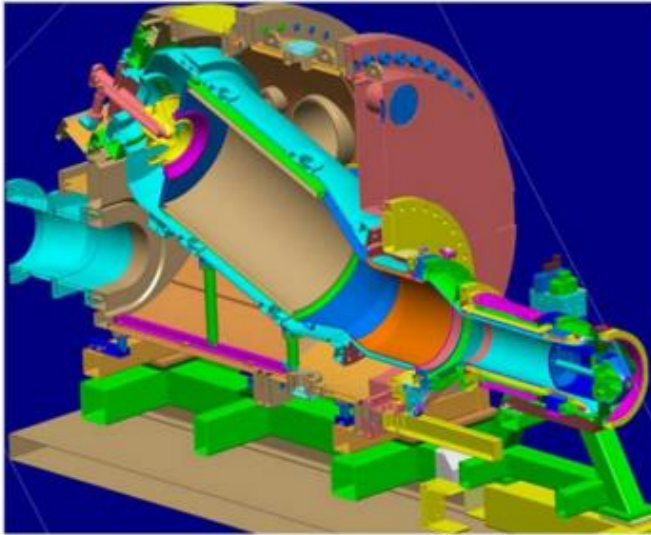
Chamber(I) of the Karbon G/T Design



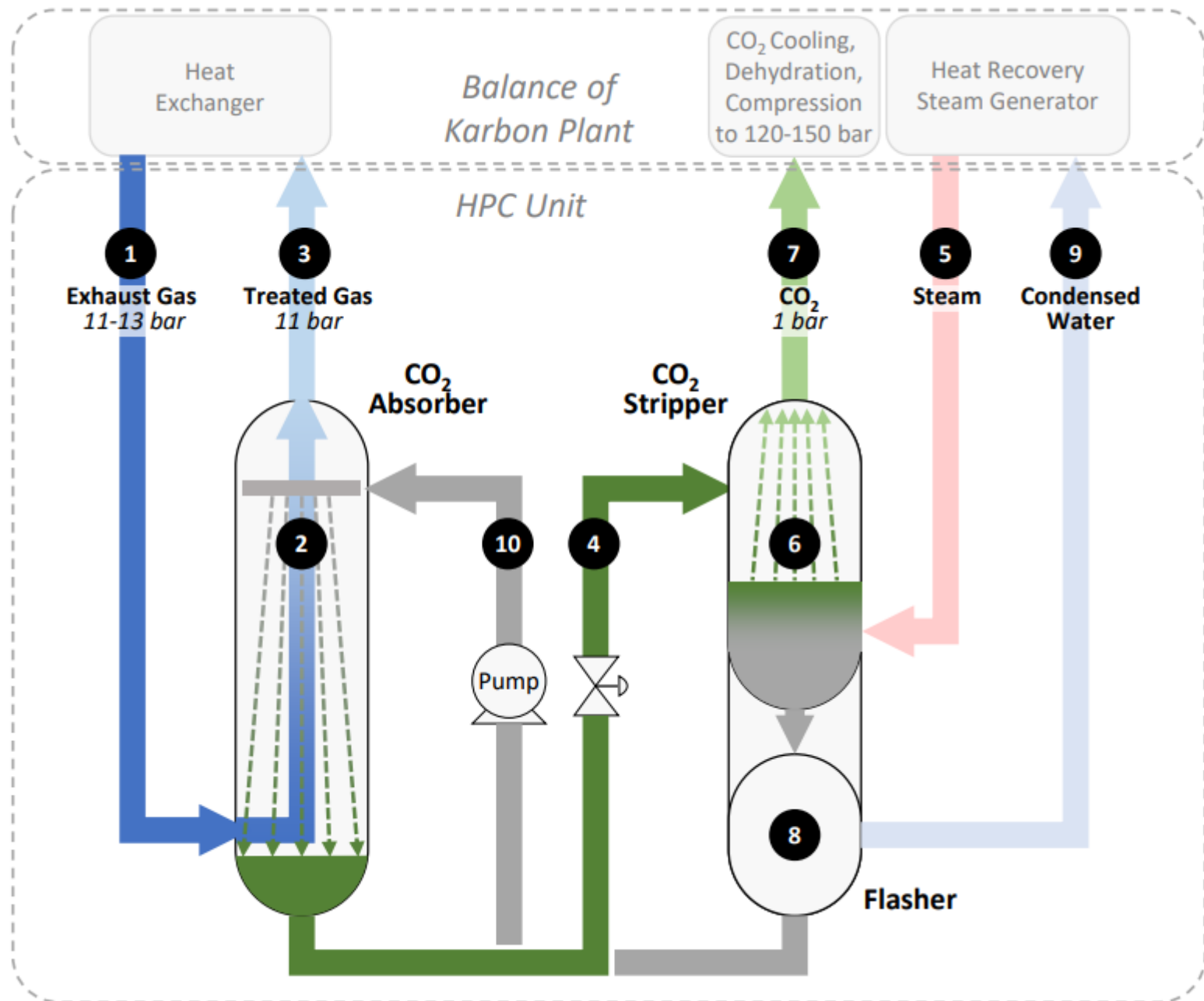
1. External source of flue gas
2. Coaxial ring pipe
3. Combustion cooling air / electrically driven compressor
4. Combustion chamber GE/ALSTOM GT11
5. Gas-fired burners
6. High-temp heat exchanger
7. CO₂ depleted flue gas from medium-temperature heat exchanger
8. Flue gas to medium-temperature heat exchanger
9. Natural gas

Karbon commissioned full-scale tests from Siemens Energy

- In October 2021, Siemens Energy successfully completed full-scale burner tests at its Clean Energy Center.
- These confirmed that a gas turbine can re-combust exhaust gas and the Karbon Process can operate at full scale:
 - Requisite mixtures of exhaust gas, natural gas and air can be combusted in an SGT-2000E turbine combustor.
 - The SGT-2000E burner was insensitive to the chemical composition of such gas.
 - The process can accept exhaust gas from a range of gas-fired and coal-fired power plants and industrial plants.



Siemens Energy prepared a detailed report and moved to the next stage of adapting the turbine



- 1 Exhaust Gas enters the CO₂ Absorber at 11-13 bar and 132°C
- 2 Potassium Carbonate reacts with CO₂ to form Potassium Bicarbonate
- 3 Treated Exhaust Gas returns to the Heat Exchanger with 90-95% of CO₂ removed
- 4 CO₂ rich absorbent enters the CO₂ Stripper
- 5 Steam from the Karbon Process enters the CO₂ Stripper
- 6 CO₂ Stripper depressurises and heats absorbent to release 98-99.5% pure CO₂
- 7 CO₂ exits the HPC Unit ready for dehydration and compression to 120-150 bar for transport by pipeline
- 8 Steam condensate is recovered in the Flasher Unit
- 9 Water condensed from steam returns to the Heat Recovery Steam Generator
- 10 CO₂ Lean absorbent returns to the CO₂ Absorber

카본社 CCUS 기술 6대 핵심 역량

1

기술 연구개발 성과

- 기술개발기간 20년
- 100여건의 CCUS관련 특허 획득
- 스웨덴과 미국 Demo Plant 운영(1MW급)
 - Värtan Power Plant (스웨덴)
 - Consol Energy Test Facility
- - KC Glass 안성공장(한국)



2

최고 기술력 인정

- 대형 CCS 플랜트 기술 특허
- 세계 최고 BAT 평가 (Best Available Technology)
- EPC Ready Technology (상시 상용화 가능 기술)



3

기술 신뢰성 확보

- Gas Turbine과 HPC 설비 등 상용화된 기술 및 설비를 사용하여 기술의 신뢰성을 확보
 - Siemens 및 Kiewit 참여
- 독성이 없고 저렴한 흡착제인 Potassium Carbonate를 사용하여 안전성 확보



4

우수한 포집 성능

- 99% 고순도 CO₂, 90% 이상 포집
- 고순도 CO₂ 포집으로 CO₂의 활용 범위 증가



5

세계 최저 포집비용

- CO₂ 포집비용 : \$30/t ~ \$40/t CO₂
 - 타 기술 포집비용 \$80~\$100
- 에너지 소모량 1.7MJ/Kg CO₂
- 가압 최적화된 HPC 공정 적용으로 플랜트 부지면적 및 건설비 최소화



6

독립적인 시설 운영

- Host 플랜트와는 배기가스 라인만 연결되어 설비가 독립적으로 운영
- CO₂ 포집 플랜트 시공이나 운전시 Host 플랜트 가동에 영향을 미치지 않음



III. Project 현황

이미 개발 완료된 HPC 시스템을 기반으로 **고효율 압축기와 Expander**를 개발하여 압축시스템으로 활용하고, **중소형 플랜트 CCS 기술**을 검증하기 위해 **DEMO PLANT**를 제작 및 **특허 출원**

• **참여회사 : 카본코리아, KC코트렐, 패럴로이드 기어**

❖ DEMO PLANT 개발 목표

1. CO₂ 포집 량 : 1.0톤/일
2. HPC Unit의 에너지 효율 검증 및 고효율화
3. 발주처의 Test 모델로 활용 가능한 모바일 type 모델 개발
4. 기술경쟁력 확보를 위한 고효율 압축기 및 Expander 개발

❖ 제작 일정

- 2023.11 제작 완료 (시운전 및 종합보고서)
- 2023.12 현장설치, 설비운영 및 검증 (2개월 예상)

❖ 특허 출원 3건

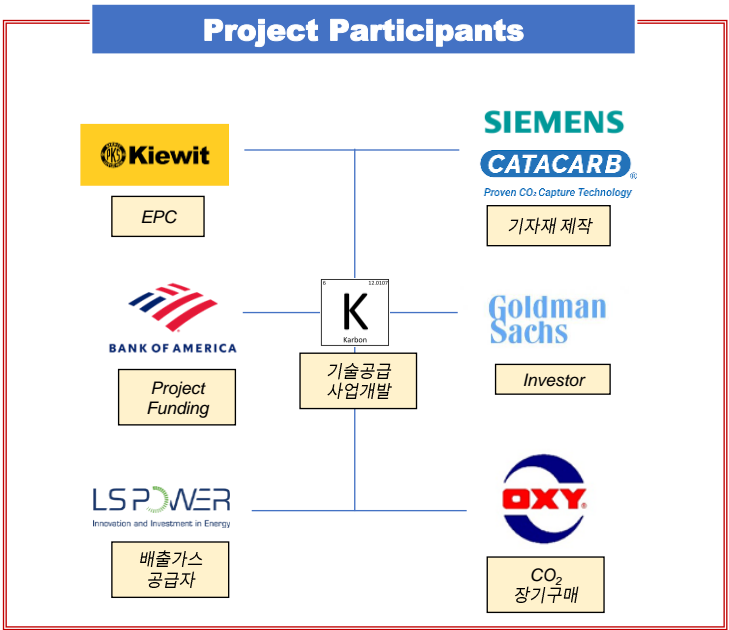
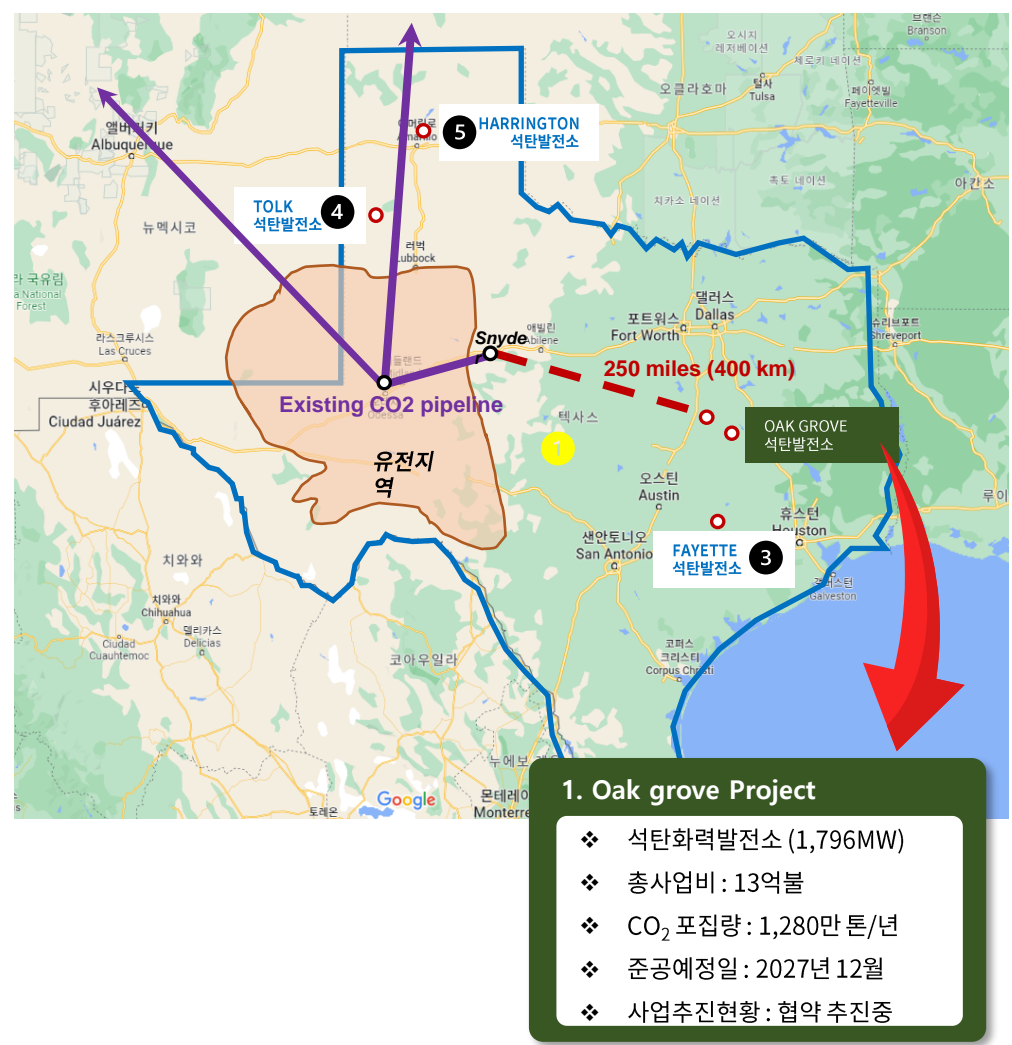
- 자가운전이 가능한 고효율 이산화탄소 포집 설비
- 열매유를 이용하는 가스압축 팽창 시스템
- 폐열을 동력원으로 활용하는 이산화탄소 포집 장치



CO₂ CAPTURE PLANT MODEL
PLANT

KARBON CCS 미국 사업 추진현황

KARBON CCS에서는 옥시(OXY) 그룹과 협력하여 미국 텍사스에 위치한 석탄발전소에 CCS 플랜트를 설치하고, 포집 된 CO₂를 옥시 그룹의 텍사스 유전에 EOR용으로 사용하는 프로젝트를 추진중에 있음



❖ 발전소 현황

No	Power Plant	Capacity	CO2pa	Cost
1	Oak Grove	1,796 MW	12.8 MT	\$1,303m
2	Fayette	1,690 MW	12.0 MT	\$1,226m
3	Tolk	1,135 MW	8.2 MT	\$823m
4	Harrington	1,080 MW	7.8 MT	\$783m
Total		5,701 MW	40.8 MT	\$4,135m

PLN Signs MoU With Korean Companies, Prepares Implementation Of CCUS Technology At PLTU

09 September 2023, 18:27 | Editorial Team ▾

PLN Signs MoU With Korean Companies, Prepares Implementation Of CCUS Technology At PLTU

09 September 2023, 18:27 | Editorial Team

PT PLN (Persero) established a memorandum of understanding (MoU) with Carbon Korea Co., Ltd. regarding the implementation of Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS) technology. This collaboration was carried out in order to accelerate the energy transition to achieve the net zero emissions target by 2060. PLN President Director Darmawan Prasodjo said PLN fully supports the government's efforts to develop a sustainable and environmentally friendly energy sector. Including through the use of environmentally friendly technology such as CCUS to reduce carbon emissions from coal-fueled plants.

"This is a big concept that we show the world that currently PLN is leading efforts to fight climate change in Indonesia. We have shown the world that we have the will, we have removed 13 Giga Watt fossil energy from the Electricity Addition Business Plan (RUPTL), and today we will do a bigger cleaning," Darmawan said in a written statement, quoted on Saturday, September 9.



PT PLN (Persero) established a memorandum of understanding (MoU) with Carbon Korea Co., Ltd. regarding the implementation of Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS) technology. Photo: Doc. PLN

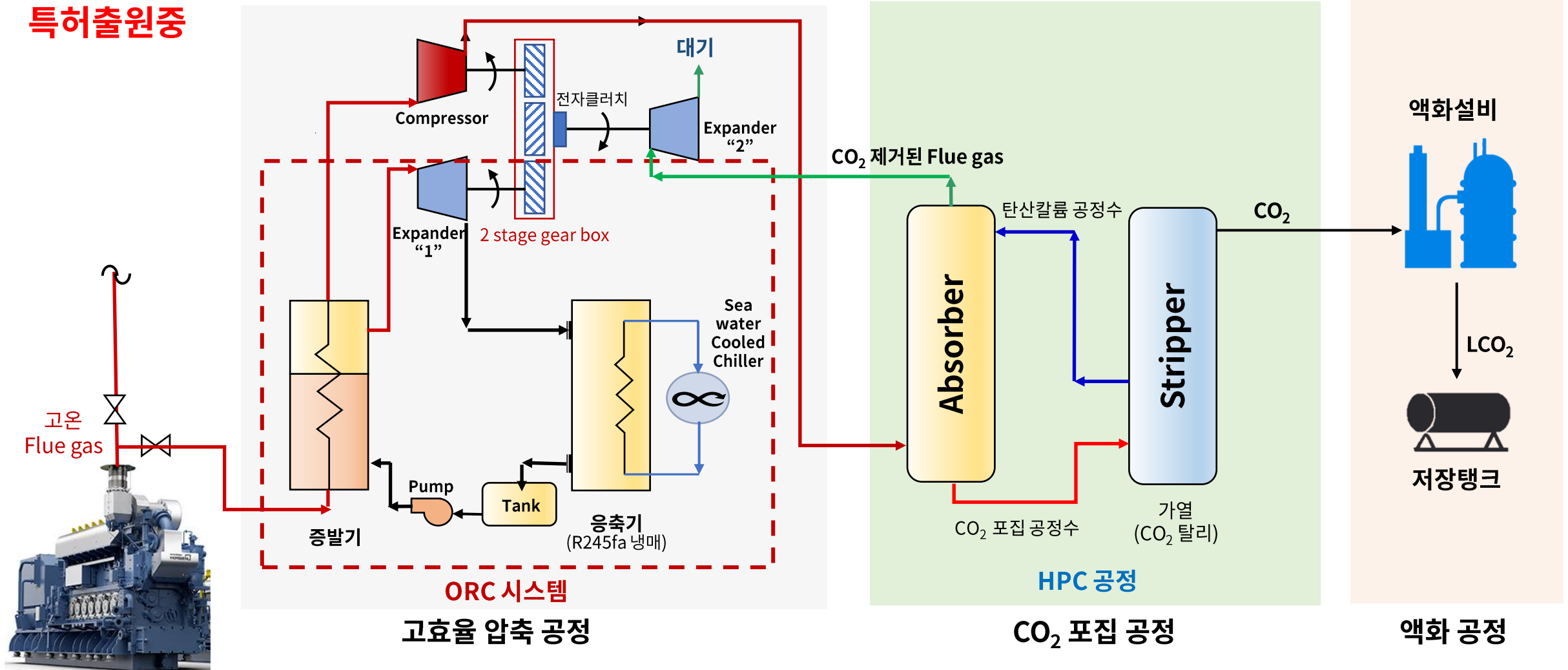
인도네시아 수랄라야 석탄화력 CO2포집플랜트 구축사업

- ❖ 발전소명 : Banten Suralaya Power Station
- ❖ 위치 : 인도네시아 자바섬 칠레곤시
- ❖ 소유 : PT PLN (인도네시아 국영 전기회사)
- ❖ 발전 용량 : 총 8기 운영 4,025MW
- ❖ 신규건설중 2기
 - JAWA 9&10호기(2000MW) 2024년 준공예정
 - 두산중공업에서 EPC 수행 중
- ❖ 진행사항
 - '23.01 PLN 사장단 회의 (부산)
 - '23.02~3 인도네시아 출장 2회 회의 진행
 - '23.04 PLN의 사업추진을 위한 LOI 접수
 - '23.09 PLN MOU 체결
 - '23.12 예비타당성 검토 계약 및 추진(ADB)



선박용 OCCS 기술 (KARBON KOREA 기술)

특허출원중



감사합니다.

E-mail : bj@karbonkorea.com