

革新的環境技術シンポジウム

次世代CO₂分離回収技術の動向と RITEの取り組み

(財)地球環境産業技術研究機構 (RITE)
化学研究グループ

風間 伸吾



1. はじめに

CO₂分離技術の開発の方向

2. RITEの取り組み

新規な化学吸収液の開発 (RITE液)

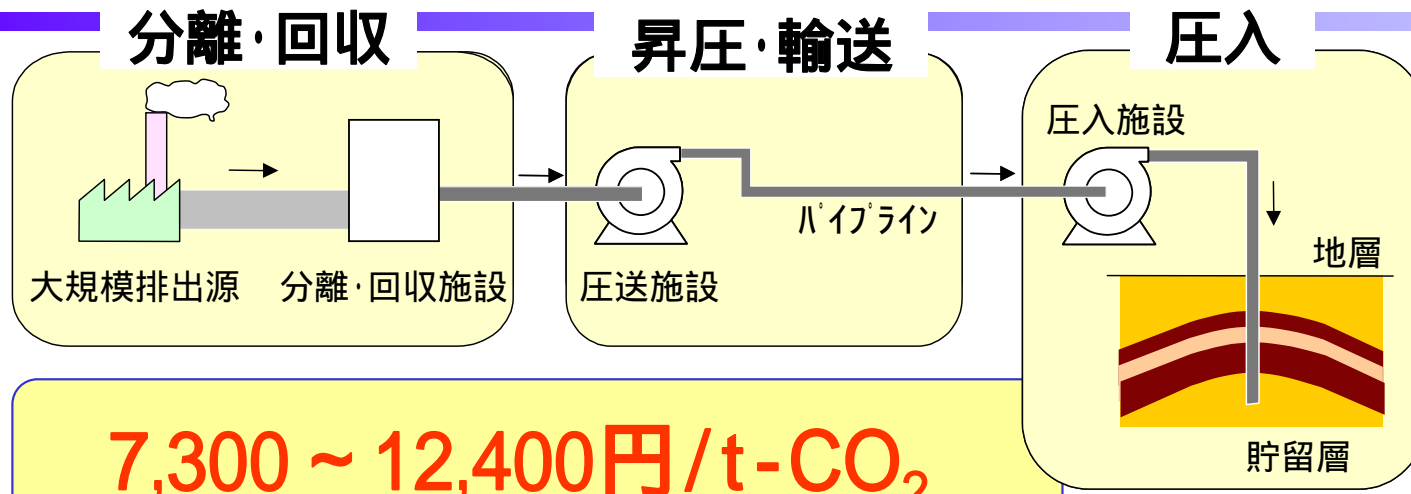
CO₂とH₂を分ける分離膜 (分子ゲート膜)

その他 (吸着剤、 高圧吸収液)

3. まとめ

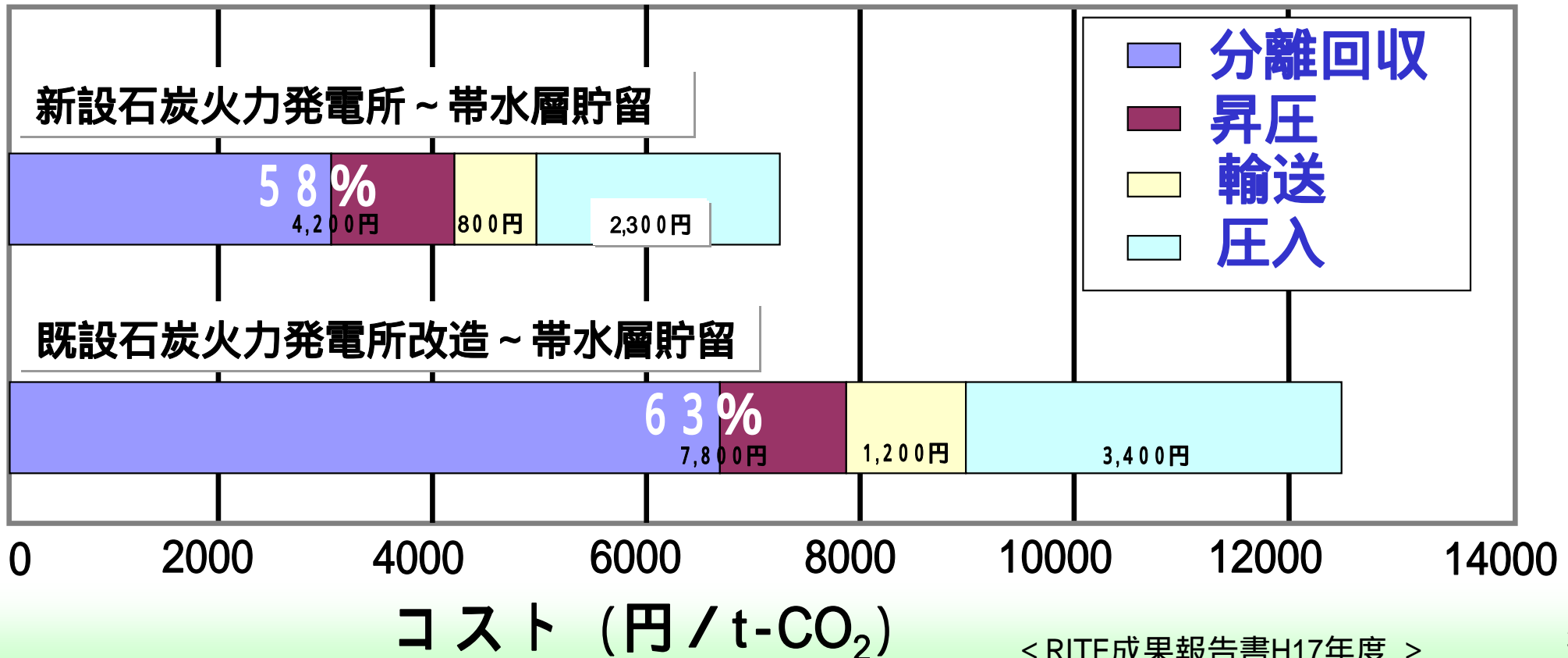
CO₂回収技術の実用化へ向けて

CCSコストの内訳

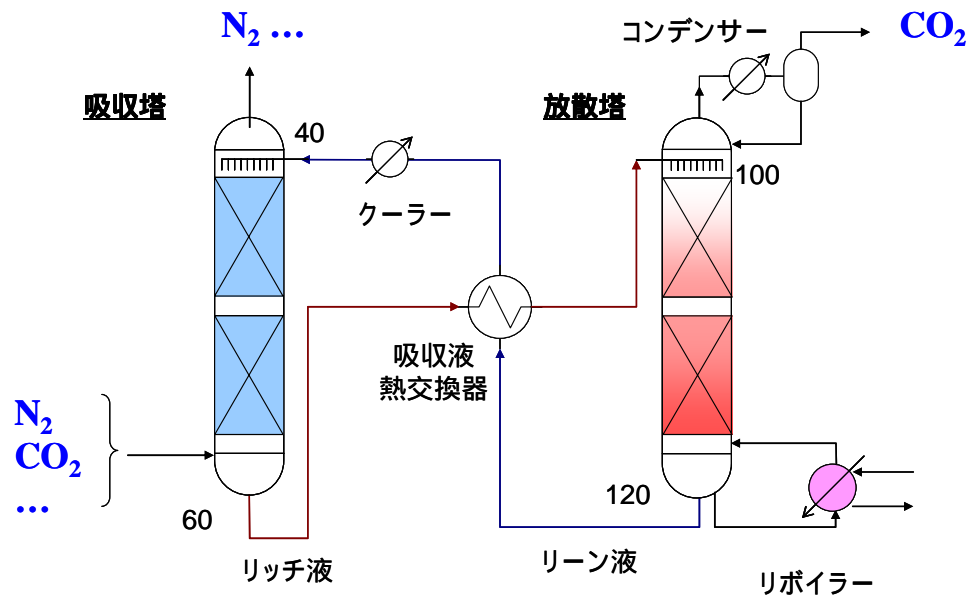


回収貯留量: 100万t-CO₂/年
 輸送距離: 20km、7MPa
 圧入: 10MPa、ERD、
 10万t-CO₂/年/本
 深度: 1000m

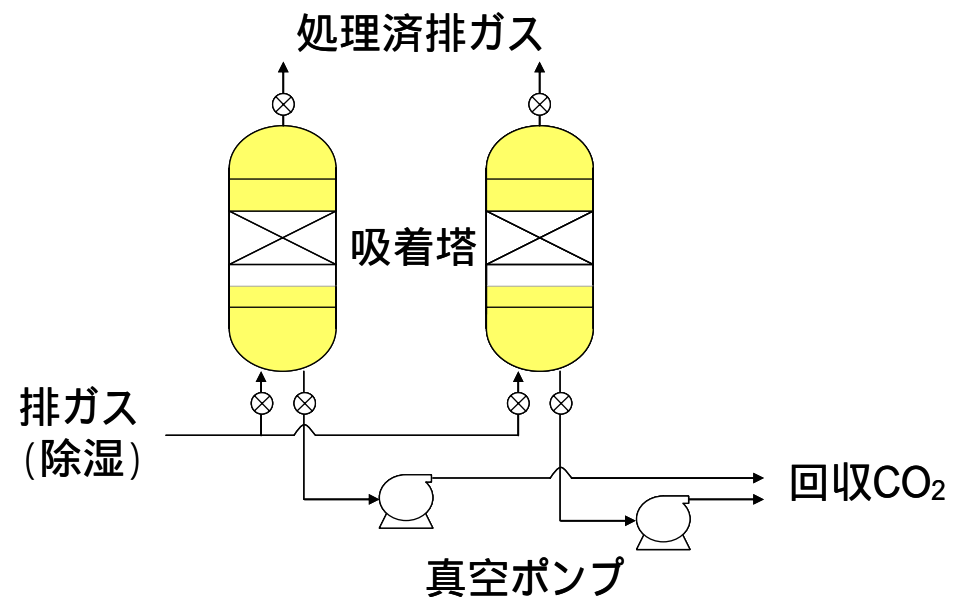
7,300 ~ 12,400円/t-CO₂



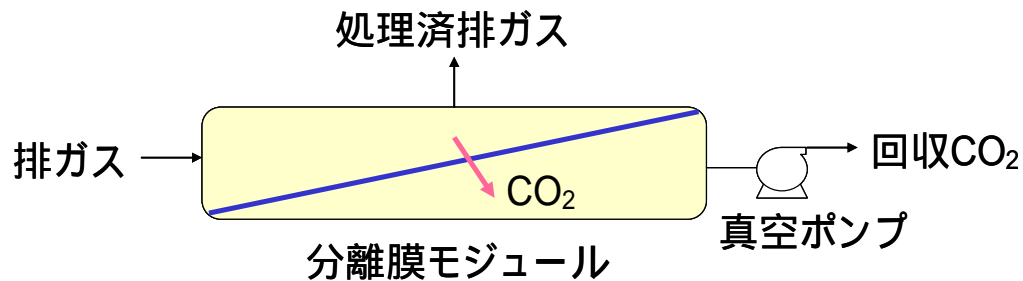
各種のCO₂分離方法



吸収法



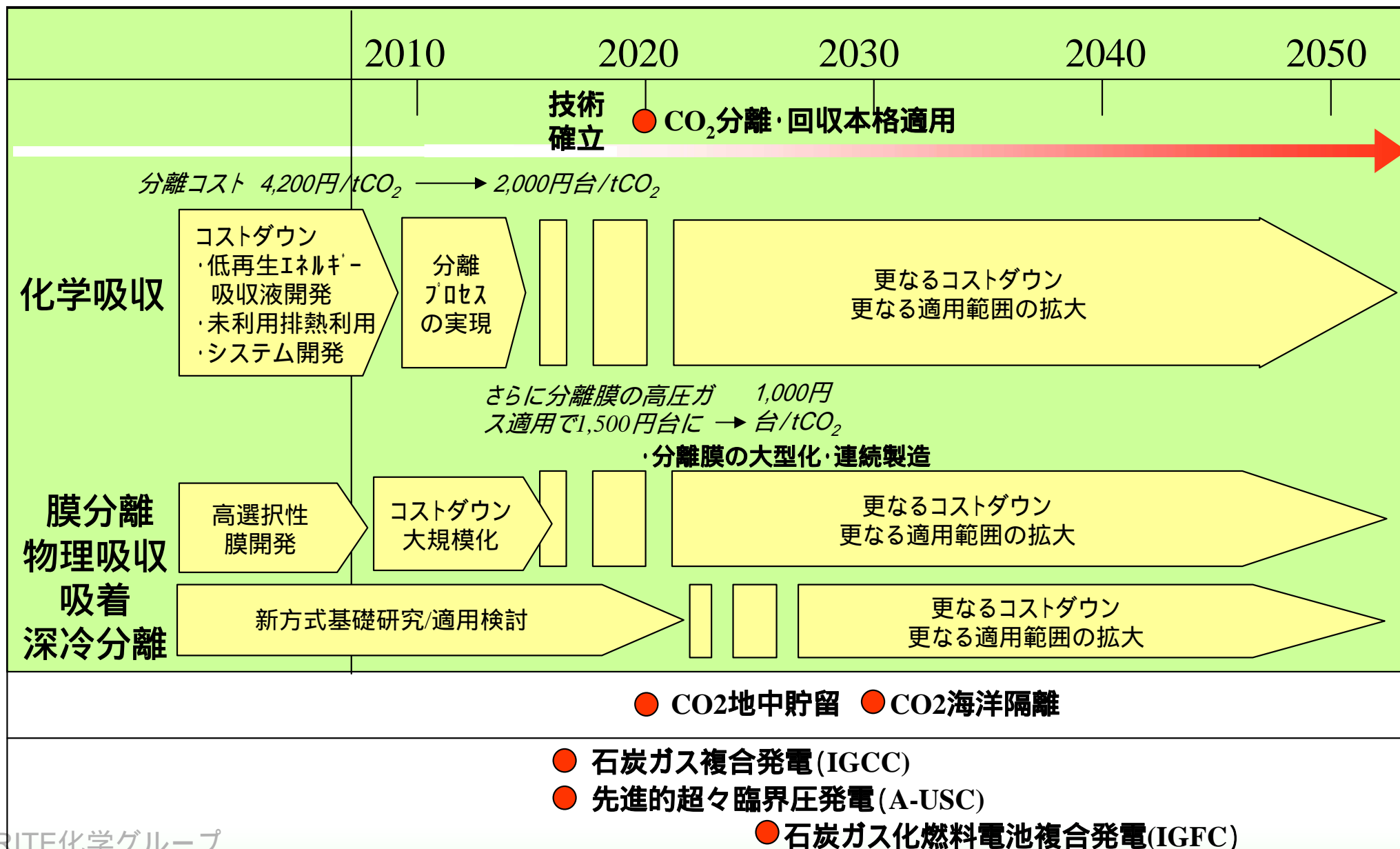
吸着法



膜分離法



分離・回収 技術ロードマップ



・回収(Capture)に係わる19のセッション

内訳:

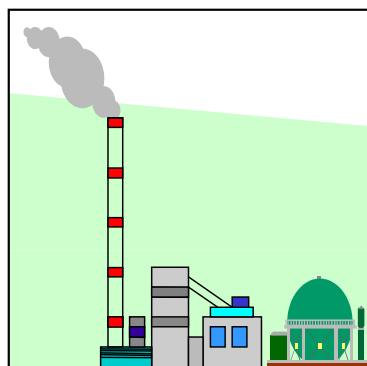
燃焼後回収:	9セッション
燃焼前回収:	2セッション
純酸素燃焼:	2セッション
分離膜:	1セッション
ケミカルリング:	1セッション
その他:	4セッション



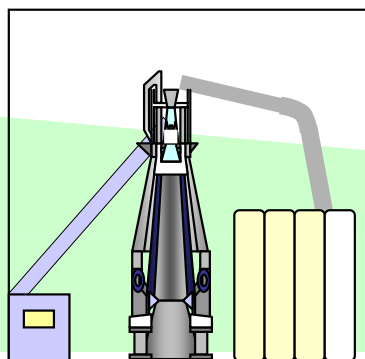
・GHGT-10: <http://www.ghgt.info/>

発生源の規模・CO₂ガス圧により最適な回収技術の開発

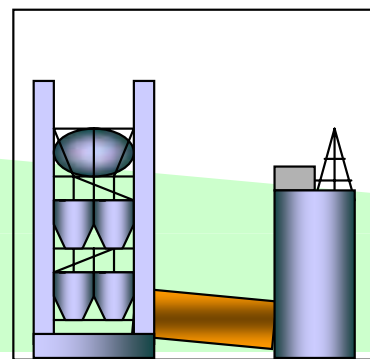
火力発電所



製鉄所(高炉等)



セメント工場



製油所等



国内CO₂発生量
(億トン/年)

3.7

1.8

0.5

0.1

CO₂ガス圧力 低圧、高圧(IGCC)

低圧

低圧

高圧、低圧

適用

大規模
低圧

大～中・小規模
中・高圧

中規模
中・高圧

方法

化学吸収法

膜分離法

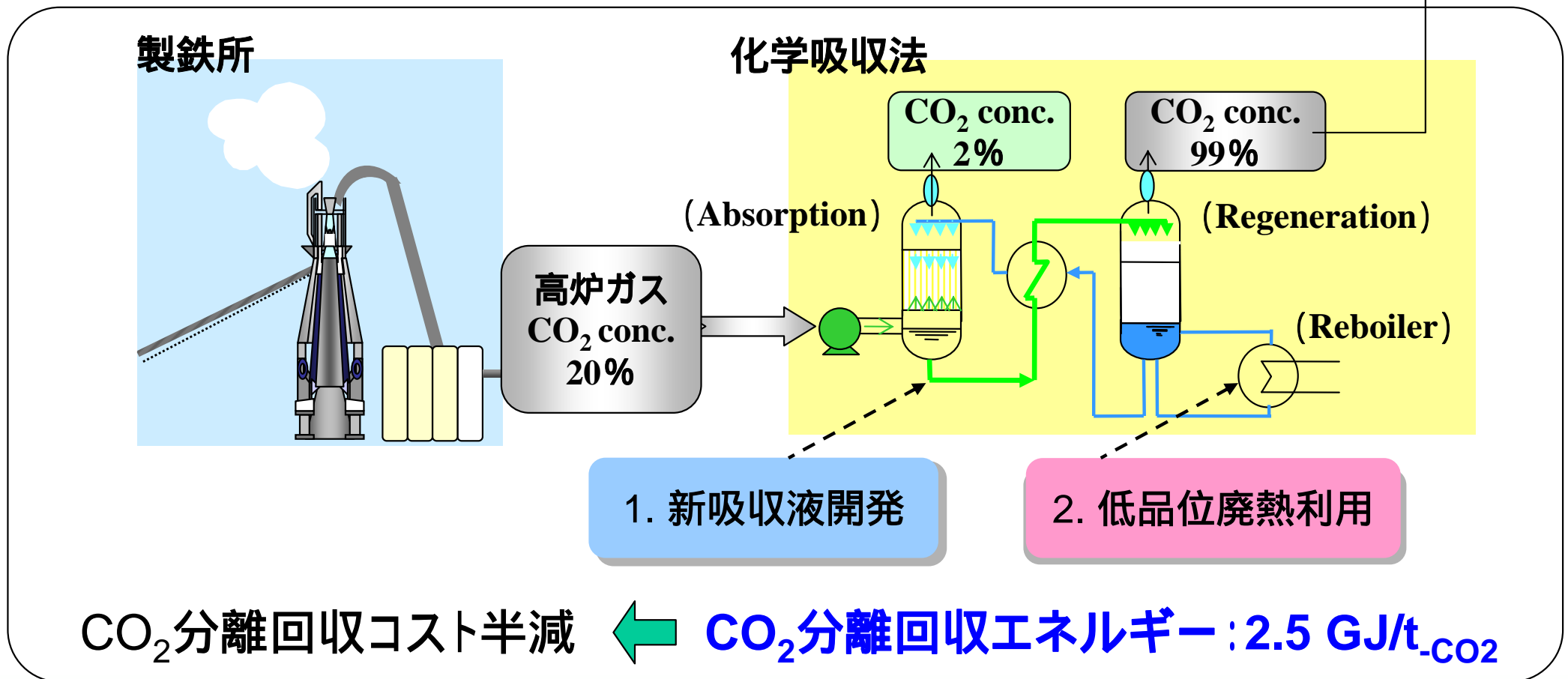
吸着法

「低品位廃熱を利用する二酸化炭素分離回収技術開発」

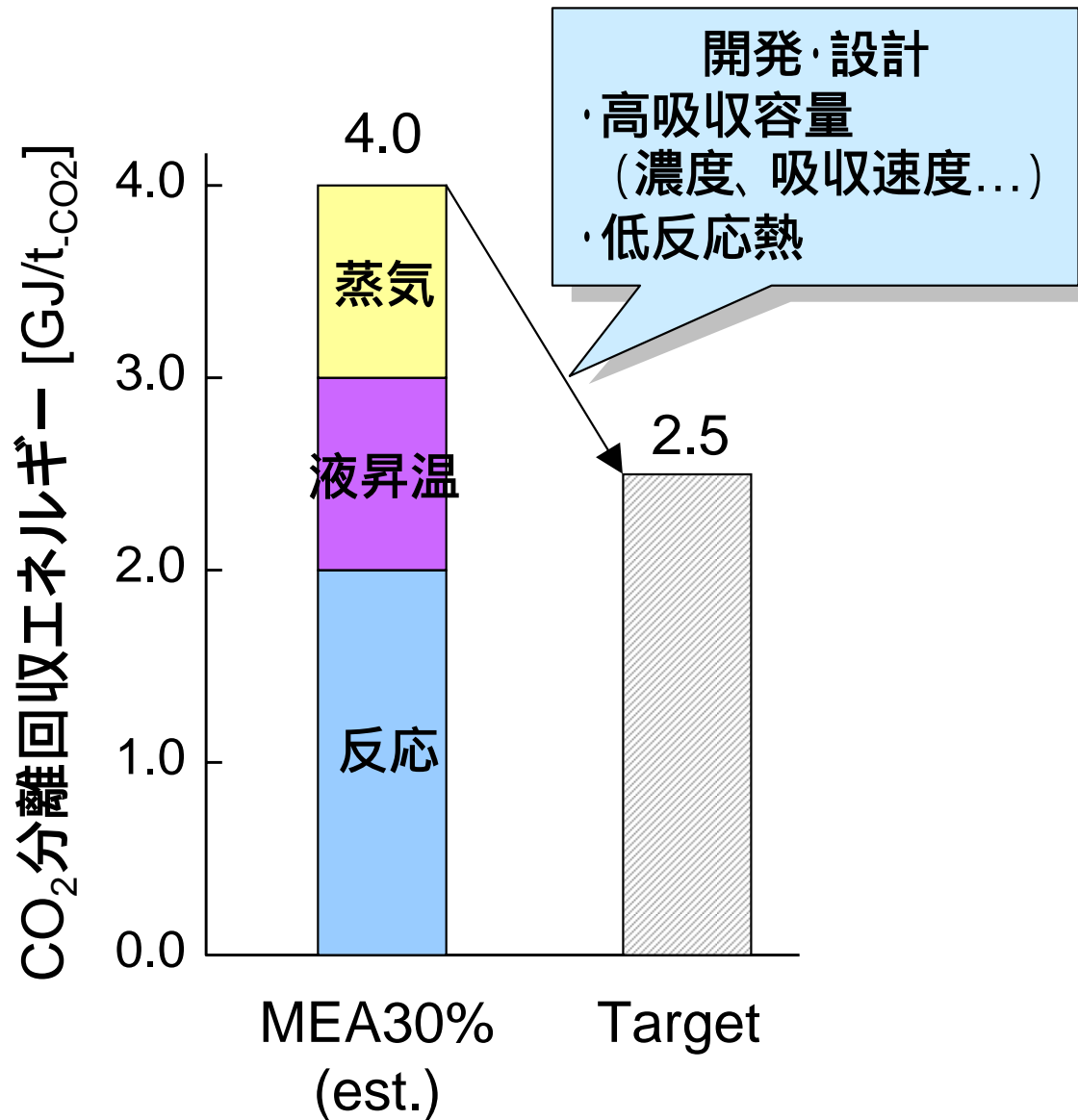
(COCS: Cost-Saving CO₂ Capture System, 2004 ~ 08年度)

化学吸収法を用いた低コストCO₂分離回収技術の開発

(貯留)



新吸収液開発への取り組み



R1~R4: 立体障害基

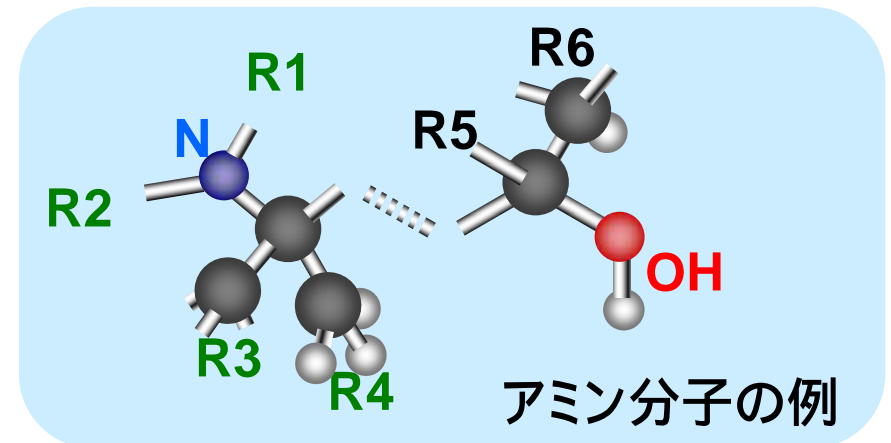
- ・カルバメイト生成の抑制
反応速度、反応熱に影響

N: アミノ基

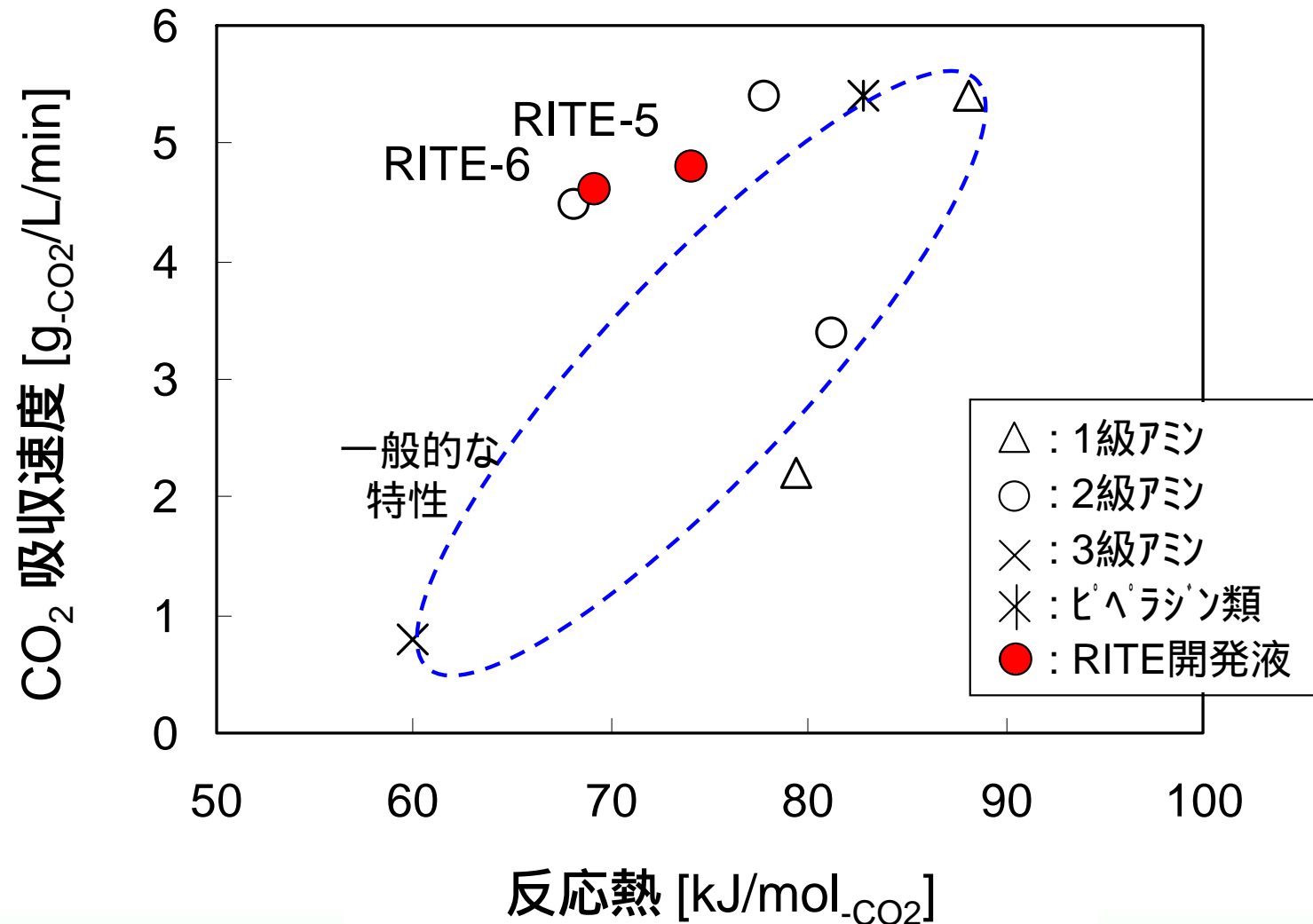
- ・1級~3級アミンの相違
・電子供与性
反応速度、反応熱、反応量に影響

OH: ヒドロキシル基

- ・水素結合特性
・親水性
・電子吸引性
濃度等に影響



ラボ試験での新吸収液性能評価



(プラント試験)

対象ガス:

高炉ガス (20% CO_2)

CO_2 回収能力:

1 t- CO_2 / d

吸収塔:

4.2m x 0.26m ϕ

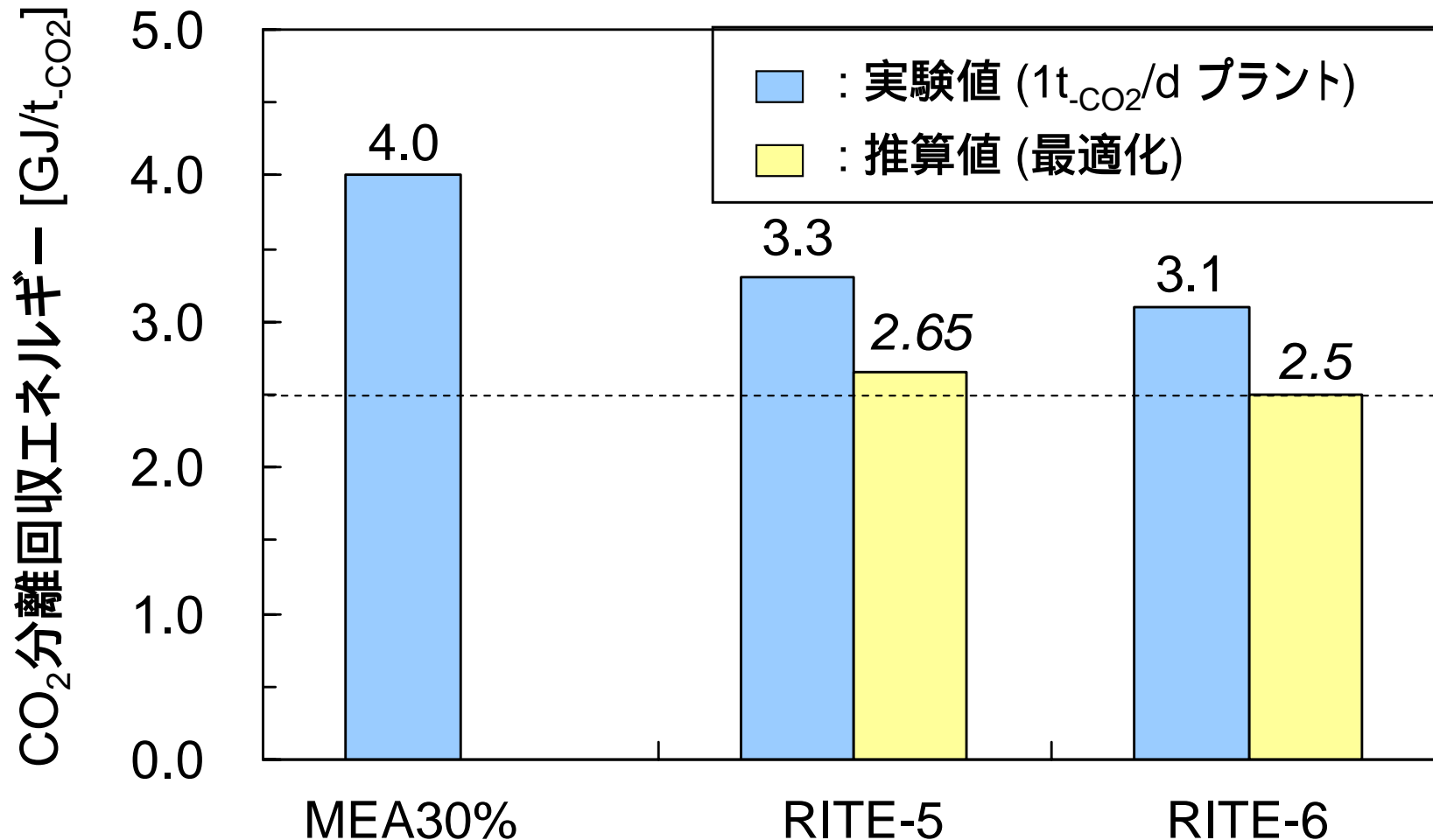
放散塔:

2.1m x 0.2m ϕ



(新日本製鐵(株)君津製鉄所構内)

プロセス性能評価の結果



GHGT-10での報告: < 3GJ/t-CO₂

COCSプロジェクトを吸収液開発の成果:

- 新吸収液開発 (RITE-5、RITE-6)
- 新吸収液の開発技術
- 吸収液の評価技術

(製鉄所)

COURSE50
(革新的製鉄
プロセス技術開発)



新日鉄エンジニアリングのHPから抜粋

(発電所)

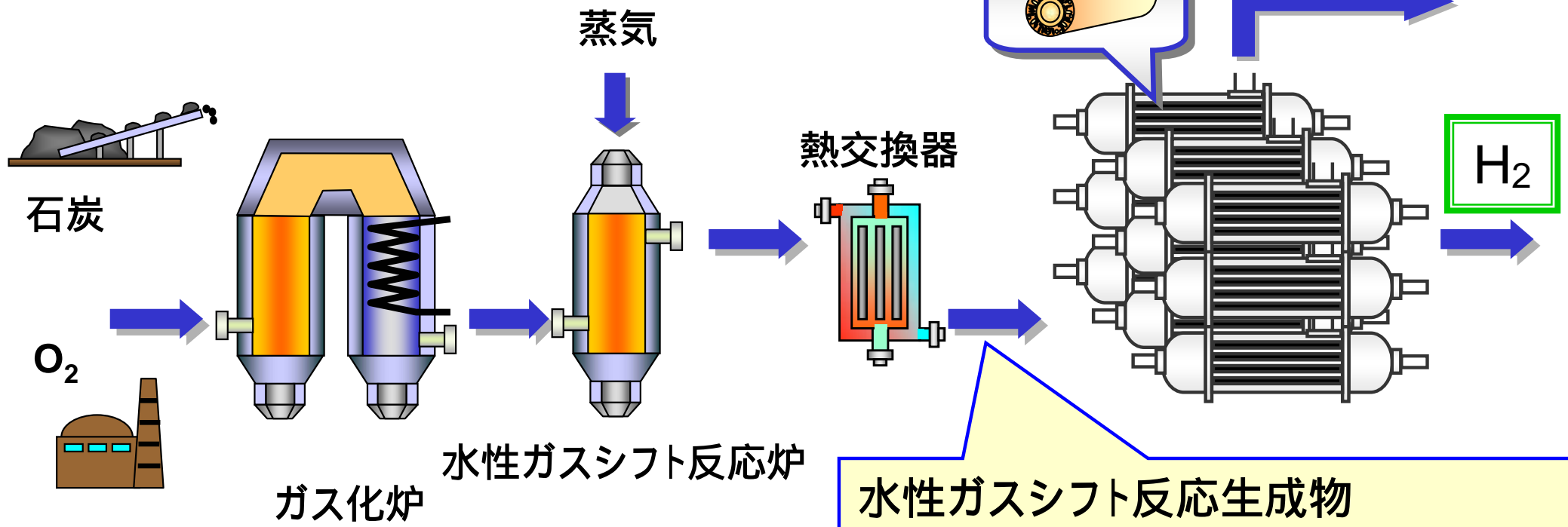
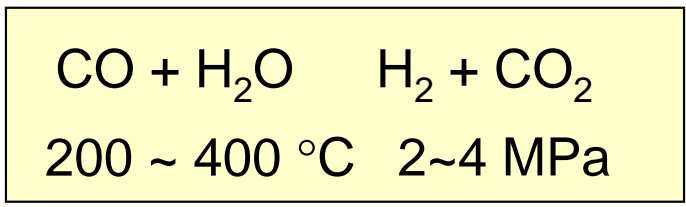
CSIRO(オーストラリア)プラント試験
東芝・大牟田プラント試験



CSIRO-RITEシンポジウム(09.5, 京都)

CO₂回収型IGCC (膜分離の例)

水性ガスシフト反応



水性ガスシフト反応生成物
組成: CO₂ ca40 vol%/ H₂ / 微量成分
温度: 50 ~ 150 °C、 圧力: 2 ~ 4 MPa

膜性能の目標設定とCO₂回収コストの比較

方式	ガス圧力	ガス組成	膜の目標性能
膜法			CO ₂ 透過速度: 7.5 x 10 ⁻⁹ (m ³ m ⁻² s ⁻¹ Pa ⁻¹) CO ₂ /H ₂ 選択性: 30 (膜2段)
水性ガス シフト反応 生成物	4 MPa	CO ₂ :40% H ₂ , H ₂ O	現行分子ゲート膜PJ目標値
吸収法	加圧 ガス	化学吸収法(MDEA-フラッシュ法) 物理吸収法	
	大気圧ガス	KS液	

出力: 300MW IGCC
膜面積: 100,000 m²

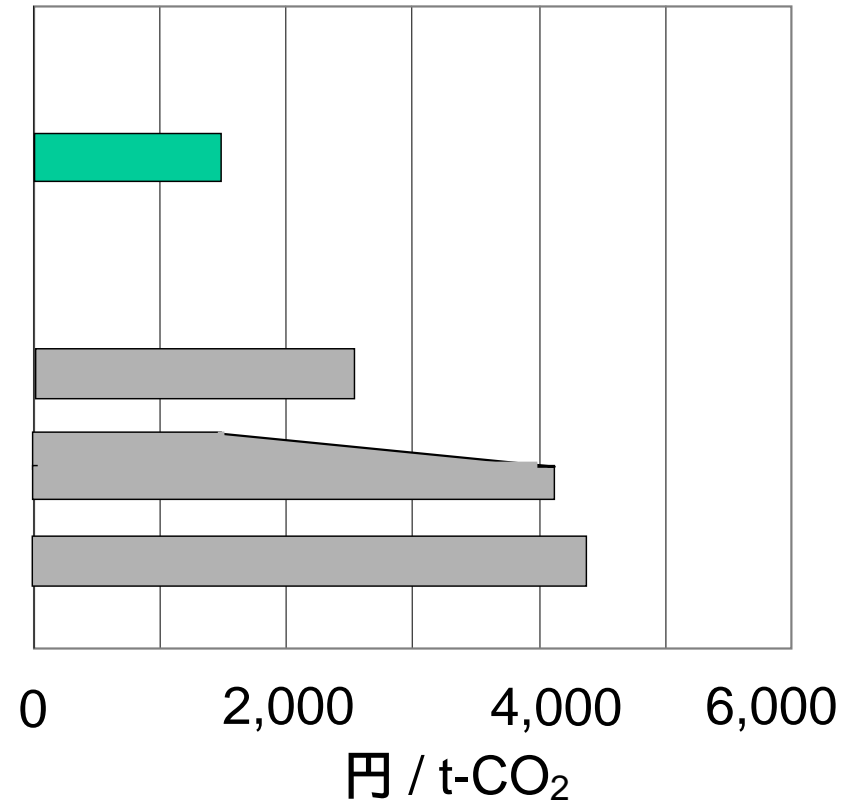




写真:UOP パンフレットより

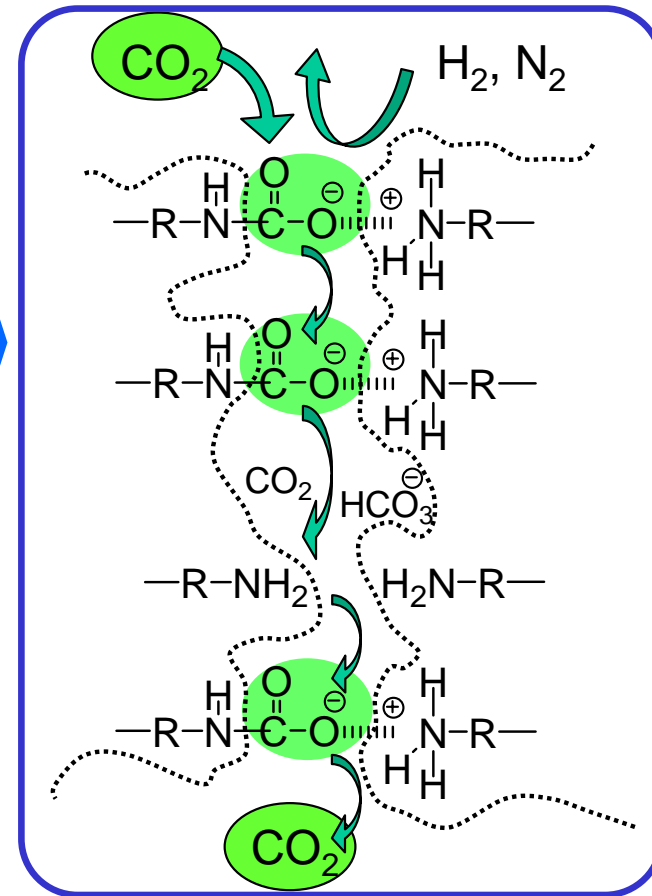
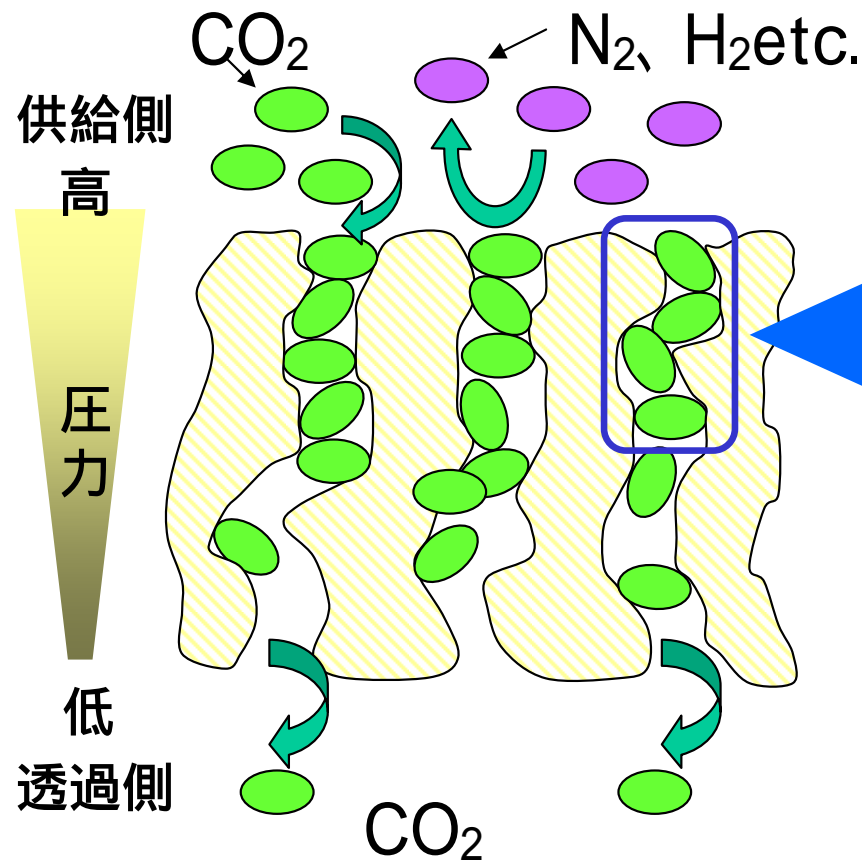
UOP Separex System,
6.5% CO₂ を 2% CO₂ へ
ガス処理量 58万m³/hr
膜面積 100,000 m²

CO₂処理量:
75t/hr (1,800t/day, 60万t/年)

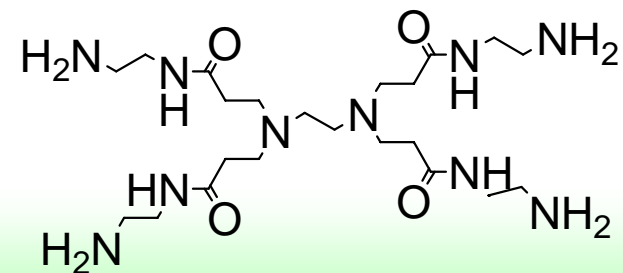


CO₂分子ゲート機能

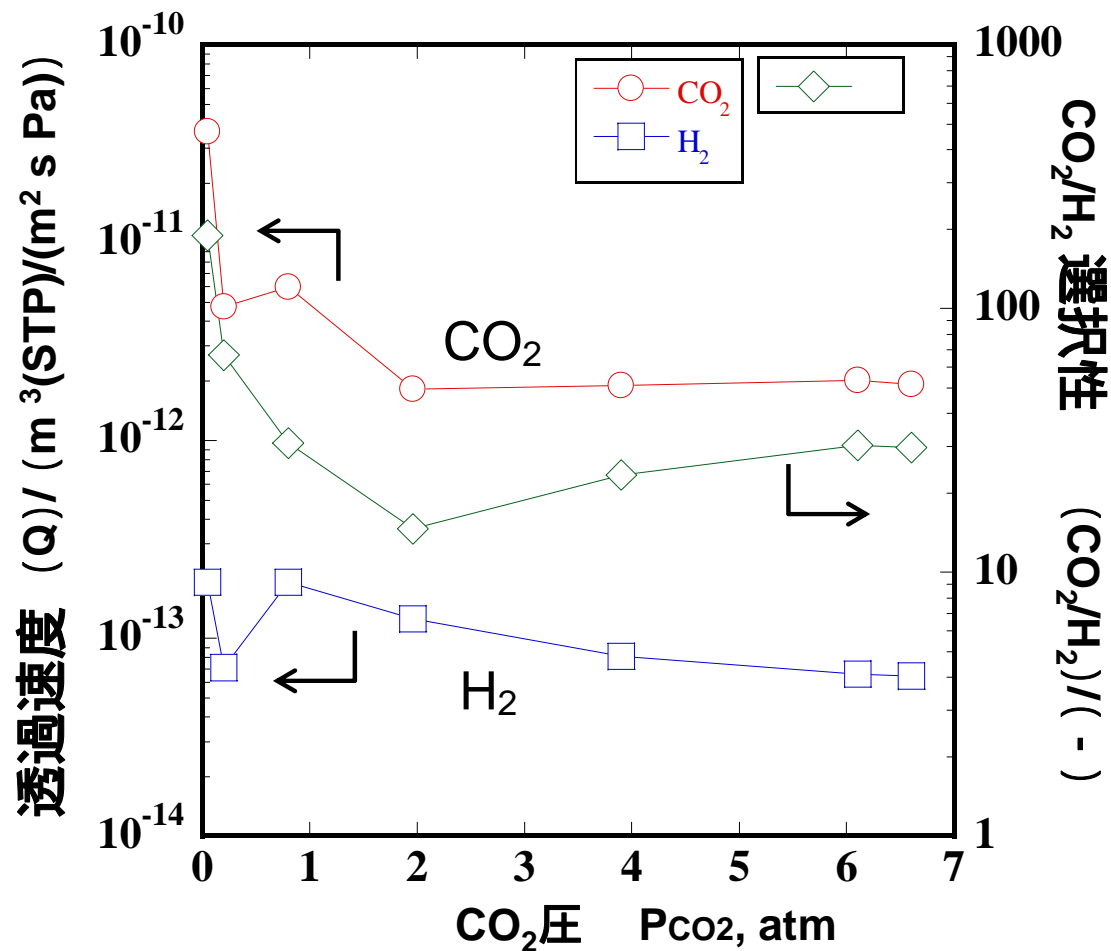
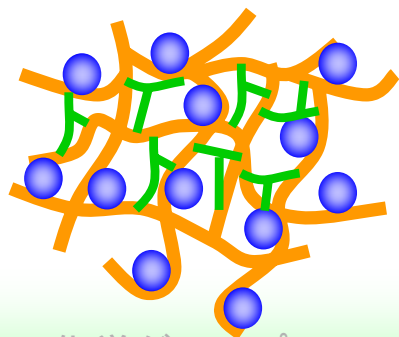
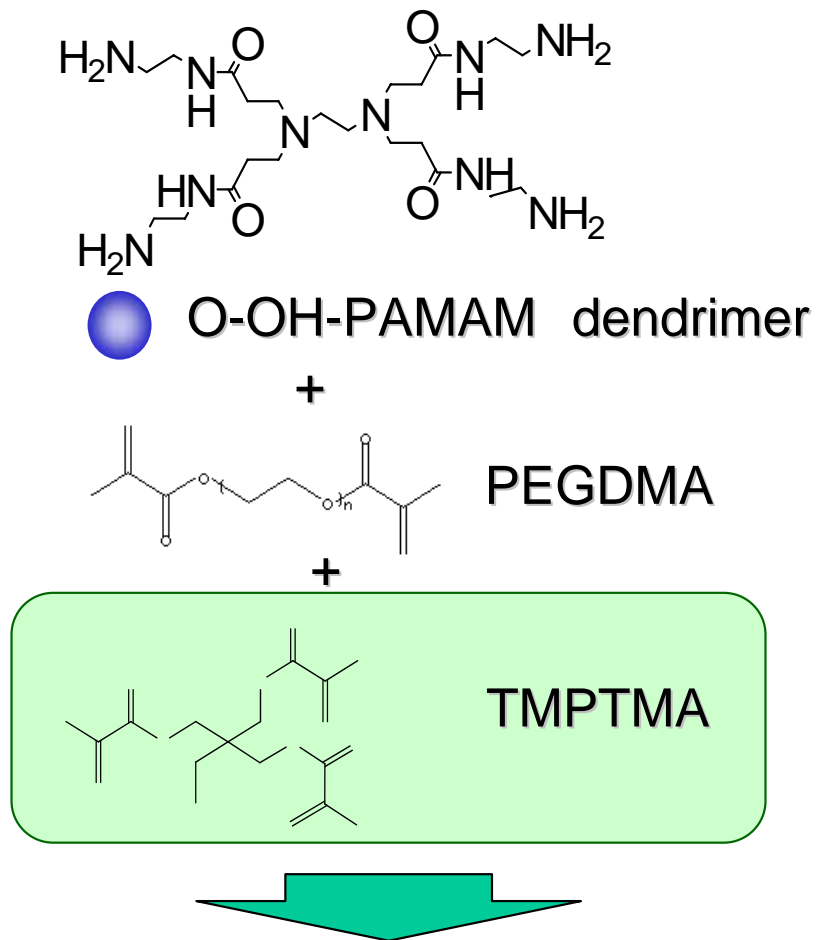
CO₂分子が他のガスの透過を抑制



PAMAM デンドリマー



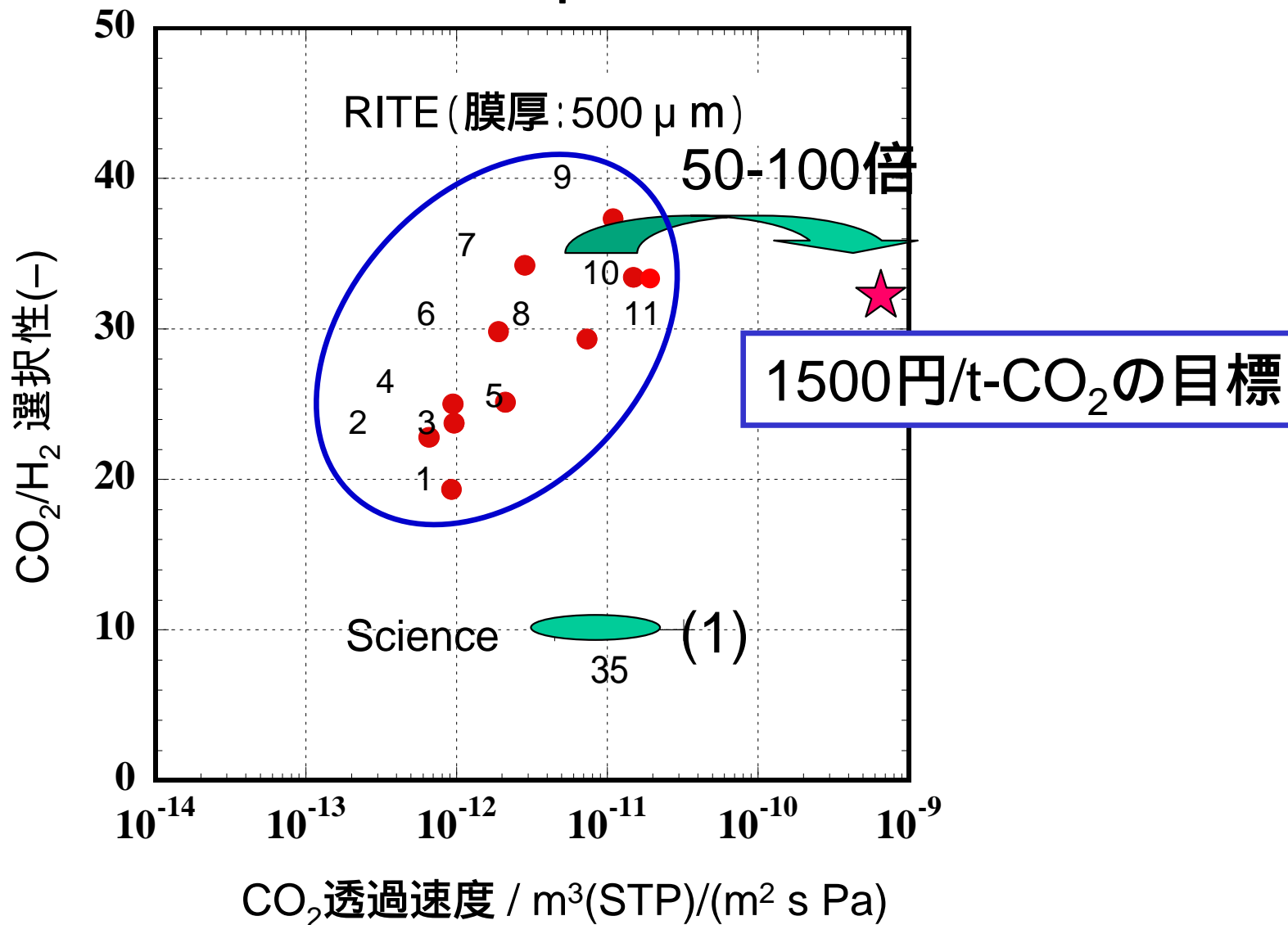
高圧CO₂用 dendリマー含有架橋PEG膜



Q_{CO_2} , Q_{H_2} および CO_2/H_2 のCO₂分圧依存性

PAMAM/PEGDMA/TMPTMA = 50/37.5/12.5,
 Feed : 100 mL/min, Sweep : 20 ml/min,
 T = 313 K, R.H. = 80%

膜厚: 500 μm 薄膜化?



(1) H. Lin B.Freeman *et al.*, *Science*, **311**, 639-642 (2006).

中空系膜モジュール:

特徴:

- ・ガス分離膜での実績。
- ・単位体積当たり大面積。

課題:

- ・耐圧4MPaの実現。
- ・中空系膜への塗布技術。

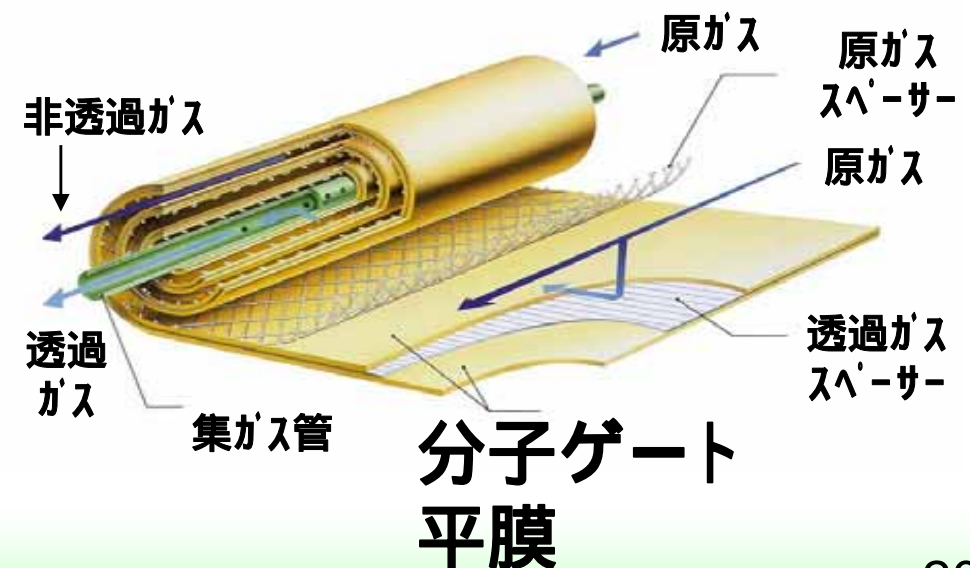
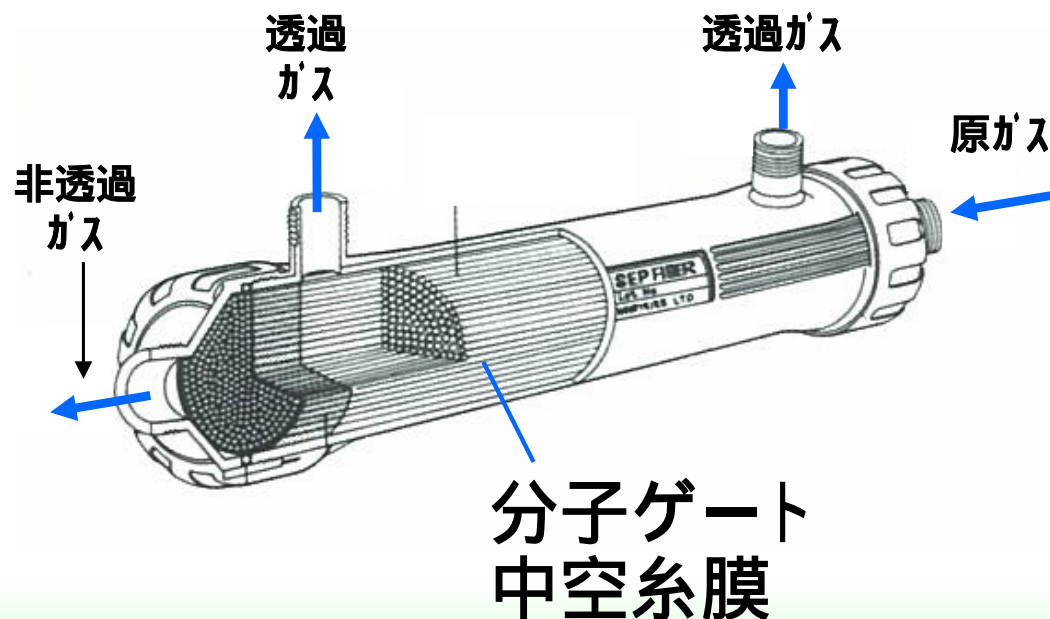
スパイラル型モジュール(平膜):

特徴:

- ・耐圧10MPa実績(水系)。
- ・塗布が容易。

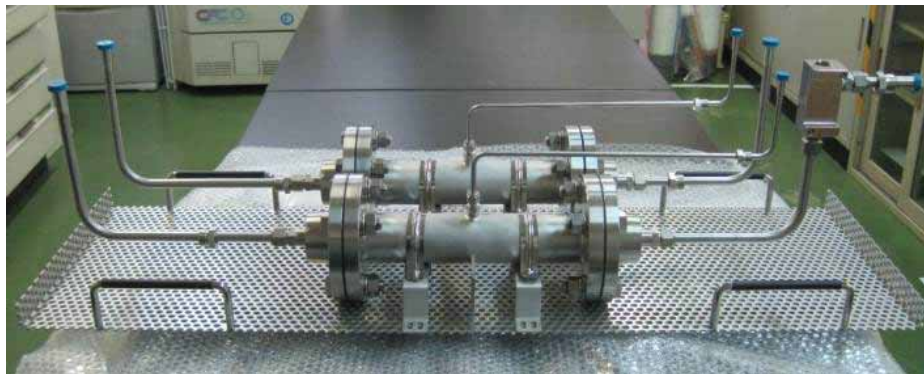
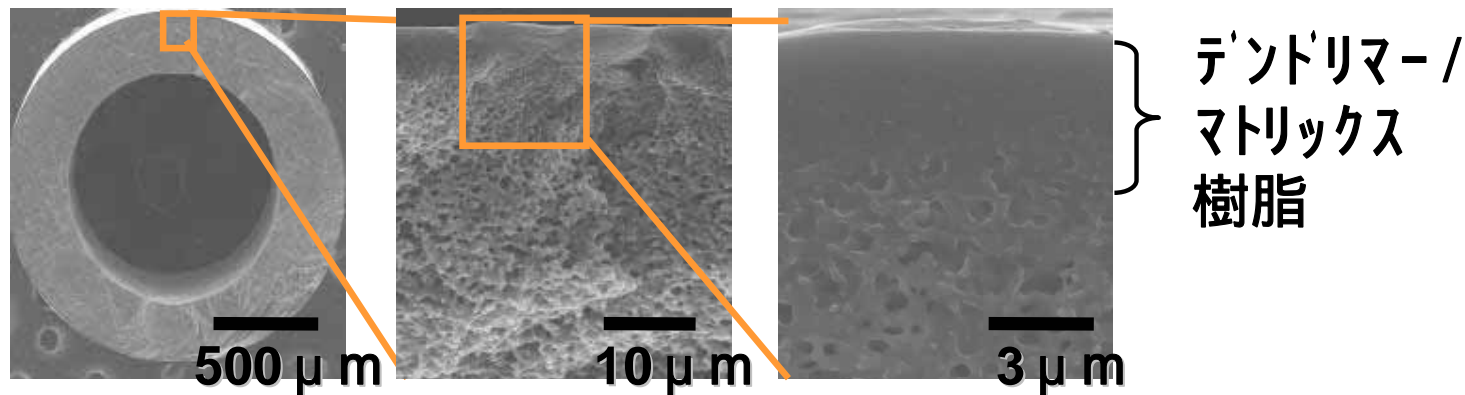
課題:

- ・モジュール効率。

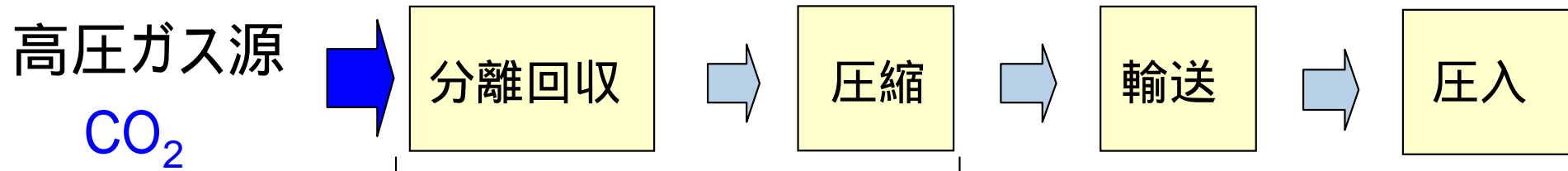


民間企業との連携(膜モジュール化)

膜メーカー4社(東レ、日東電工、ダイセル化学工業、クラレ)
エンジニアリング会社(新日鉄エンジニアリング)との連携で実用化



新規高压用化学吸収液の開発



目標: 1.5 GJ/t- CO_2



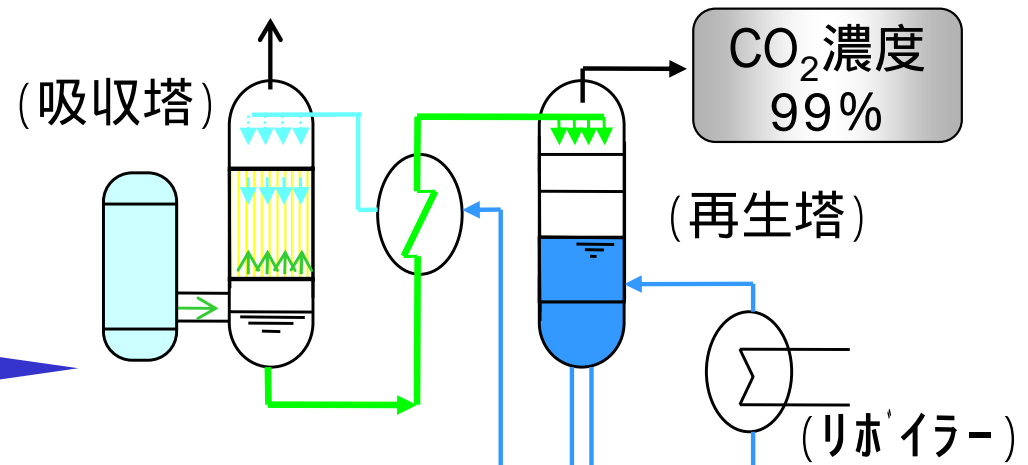
IGCC

ガス組成

2.5 - 4 MPa

CO_2 40%
 H_2 50%
 CO ,
 CH_4 ...

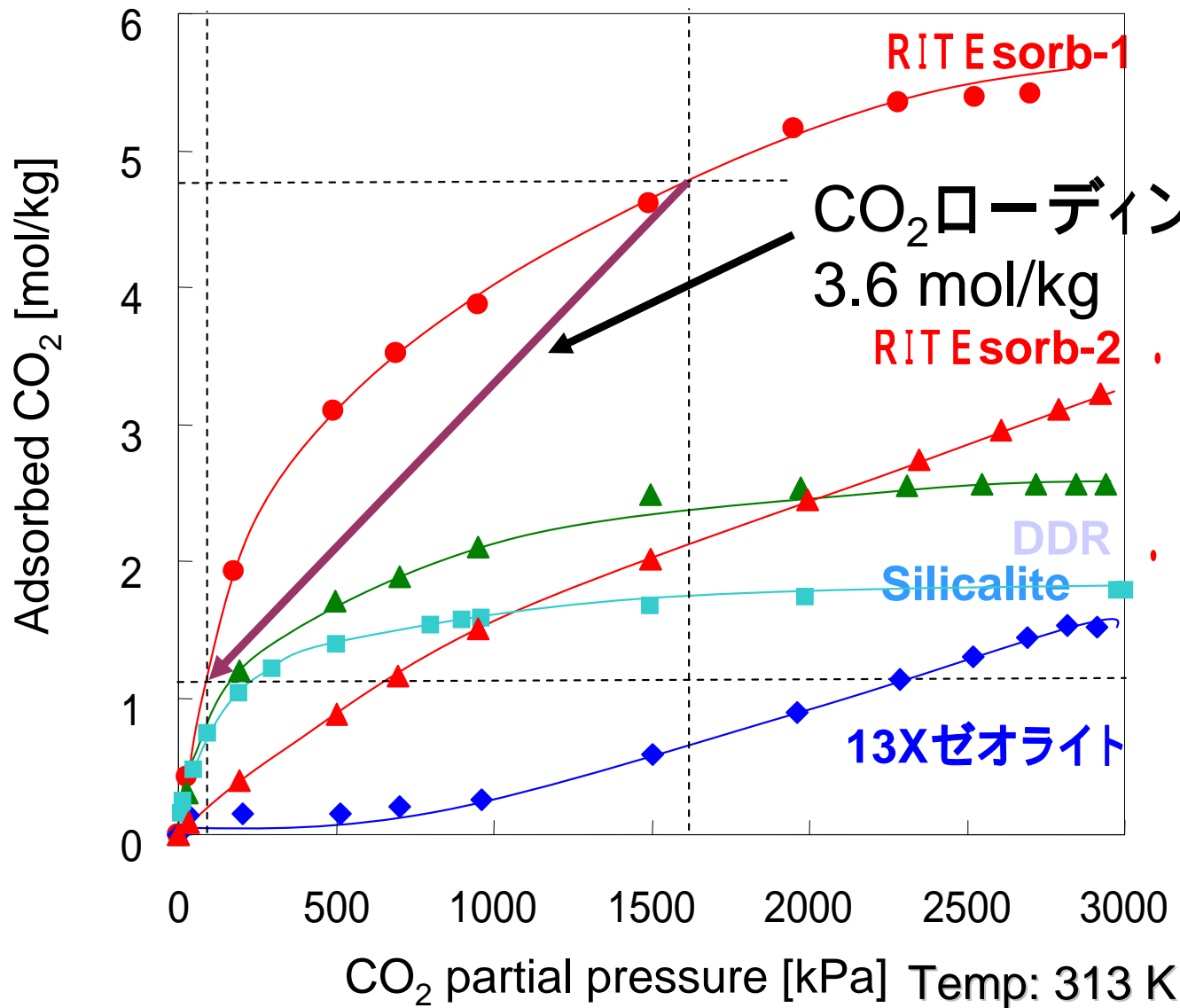
圧力を利用した吸収法



Eagleパイロットプラント(J-Power、若松) 出典: 電源開発株式会社ホームページ Eagle: 多目的石炭ガス製造技術

CO_2 分離回収技術として化学吸収法の適用を検討.

新規疎水型CO₂吸着剤の開発

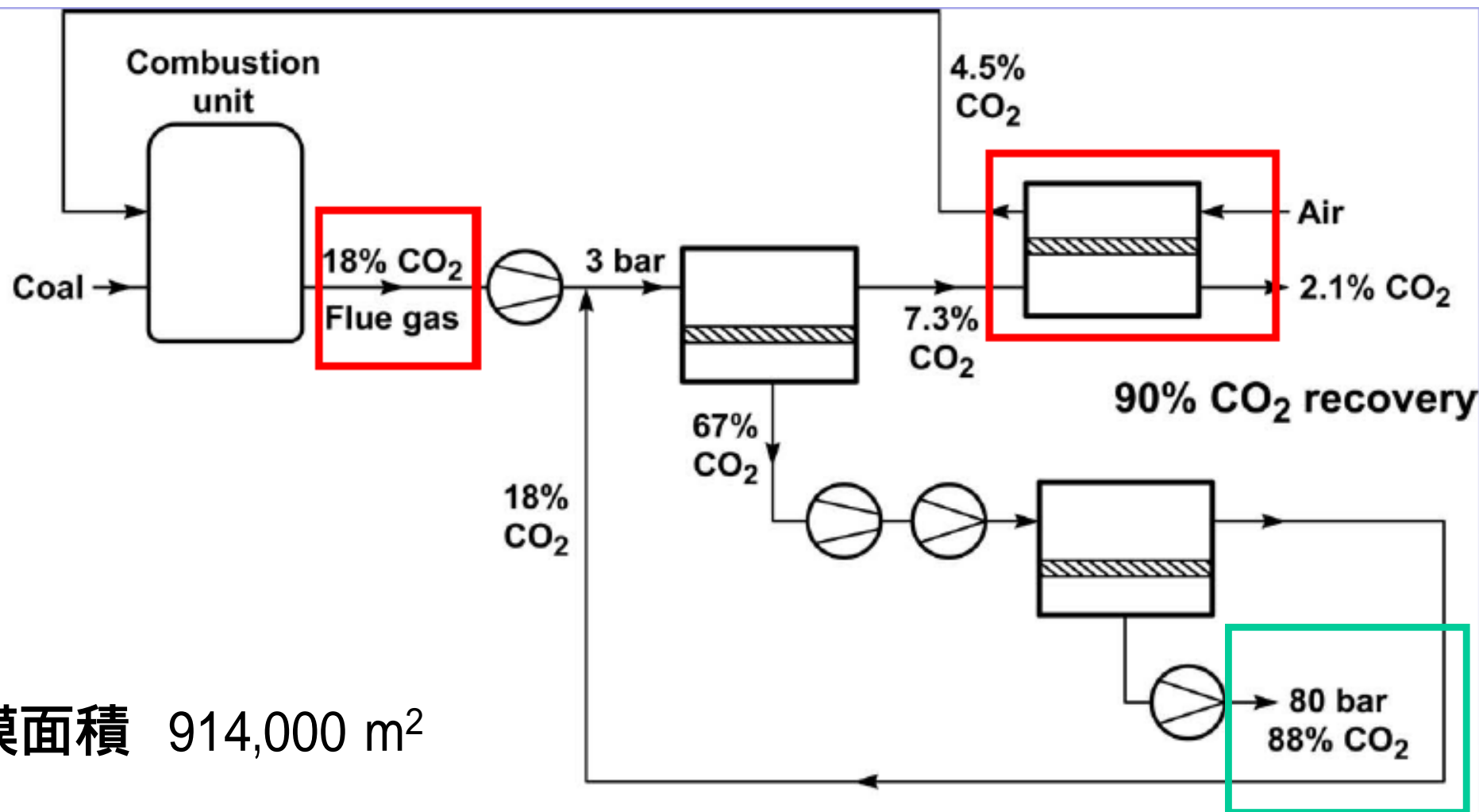


- ・ 高圧ガスへの適用
動力低減 (< 1 GJ/t-CO₂)
- ・ 除湿塔省略による
省エネ・簡略プロセス

水蒸気共存下でのCO₂吸着性能

(*Belsorp HPでの水蒸気プレ吸着後、CO₂吸着測定による)

米国MTR社の分離膜システム



膜面積 914,000 m²

システム開発の重要性

インプット
(発生源)

CO₂濃度、圧力、回収率
ガス組成、微量成分

回収方法選択・システム最適化

CO₂回収
コスト削減

アウトプット
(貯留)

CO₂濃度
ガス組成、微量成分

想定するCO₂回収技術の進展方向

技術の進展または実用化時期（年度）



常圧ガスからのCO₂回収

山元天然ガスCO₂回収
+化学吸収法

微粉炭燃
焼・高炉ガス
+化学吸収

天然ガス複合発電
+化学吸収

純酸素
+微粉炭燃焼

バイオガスCO₂回収
+膜分離・膜-吸収ハイブリッド

実用化のイメージ



パイロット



応用を狙う



次世代技術

高圧ガスからのCO₂回収

石炭ガス化複合発電
+物理吸収

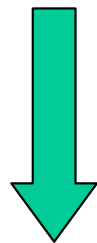
山元天然ガスCO₂回収
+膜分離・PSA(吸着)

石炭ガス化複合発電
+膜分離・化学吸収液

純酸素燃焼
+複合発電

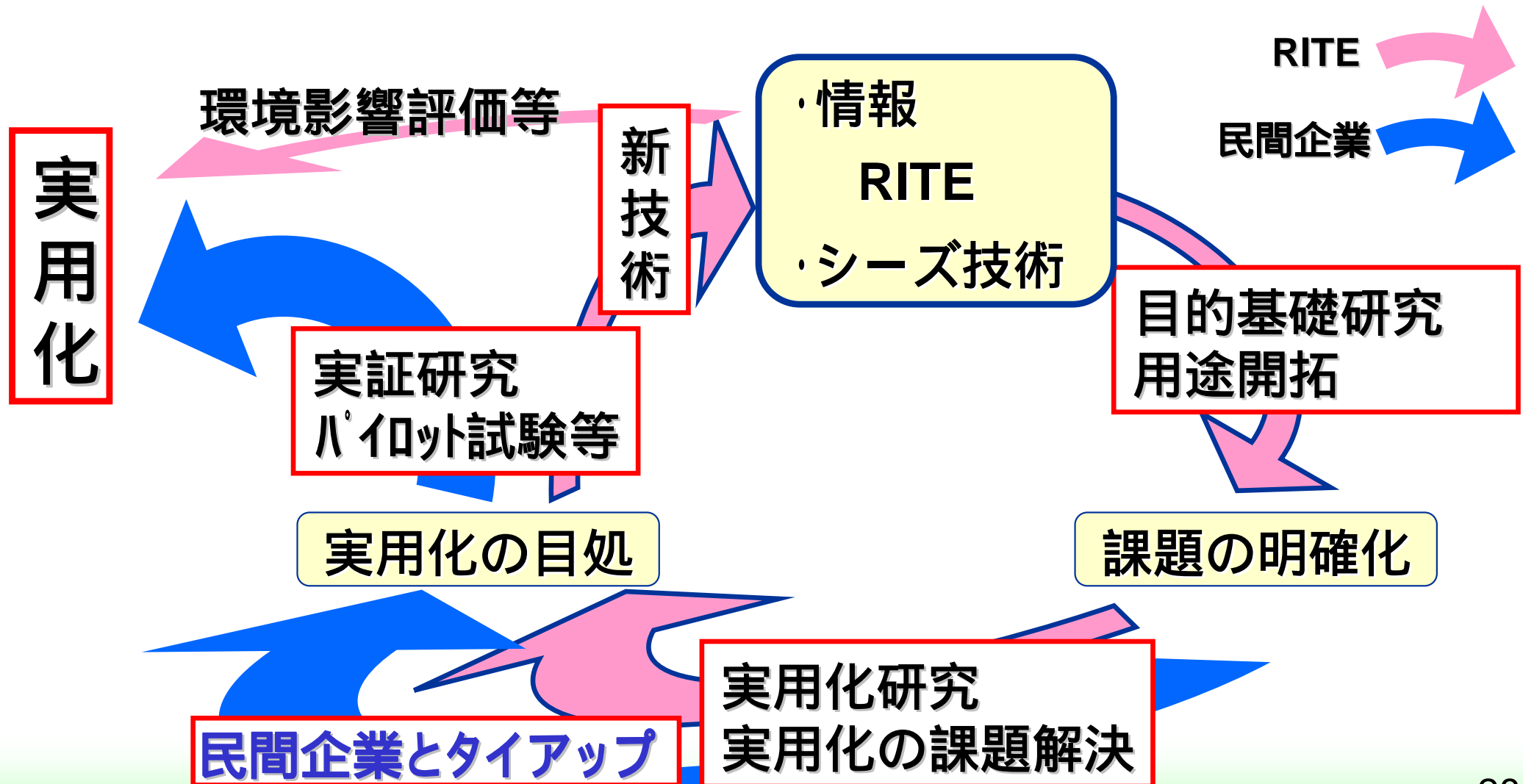
石炭ガス化複合発電
+膜分離(あるいは物理吸収)+SOFC

CO₂回収の経済性向上



本格化: 2015年以降

- ・独自シーズ技術で世界一の温暖化対策技術を実用化
- ・産業界のCO₂削減に積極的に貢献



ご清聴ありがとうございました



Kazama@rite.or.jp

**Research Institute
of
Innovative Technology for the Earth**