NEDO脱炭素技術分野成果報告会2025　（分野：産業間連携）
発表No.：2-7-4

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／カーボンリサイクル・次世代火力推進事業／カーボンリサイクルにおけるCO_2分離・回収技術の最適化調査／プロセスシミュレーションによる最適システム検討と社会実装に向けた課題抽出」

団体名：一般財団法人カーボンフロンティア機構

1.背景・目的

2023年経産省において改訂された「カーボンリサイクルロードマップ」では、2030年を目標にCO_2排出源・分離回収技術・用途に適したCO_2純度を組み合わせた社会システムの構築が示された。本事業では、コンビナートの低炭素化に向け、「CO_2排出源」、「排出源に適合するCO_2分離回収技術」、「CO_2を利用する 合成プロセス」からなる統合CRプロセス（以下、「統合CRプロセス」）を構築し、省エネ・低コストなカーボンリサイクル技術の社会実装に向けた最適化検討が行える手法を構築する。

2.事業の目標

「統合CRプロセス」モデルを構築し、実際のコンビナートに即したシミュレーションを実施して、事業性やLCA評価を通じてモデルの有効性を検討する。

3. 2024年の成果

調査項目①-1：コンビナート等における代表的なCO_2排出源の排ガス性状等を踏まえたCO_2排出源調査

9つの石油化学コンビナート及び4つの工業地域の事業者をリスト化し、環境省の情報公開制度をもとに上位90％の排ガス性状データを収集・分析した。

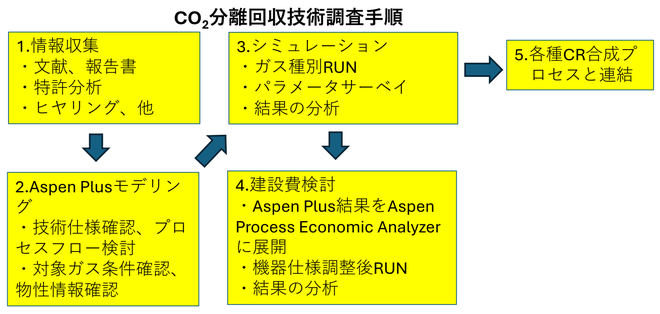
	コンビナート名	上位排出事業者数	上位排出事業者の合計排出量(千tCO2)	合計排出ガス量：湿り(千)m3N/h	CO2濃度(vol%)(湿り)		Sox 平均値 ppm		Nox 平均値 ppm		ばいじん 平均値 g/m3N		酸素濃度 %		水分	
				開示データのみカウント	平均	最小値～最大値	平均	最小値～最大値	平均	最小値～最大値	平均	最小値～最大値	平均	最小値～最大値	平均	最小値～最大値
1	千葉	10	57,244	50,693	6.8	5.3～12.5	6.0	0～38.3	14.1	5.7～59.3	0.0012	0～0.006	12.7	8.7～13.8	8.3	7.6～9.2
2	川崎	11	41,146	24,553	6.9	4.4～21.4	0.6	0～6.3	8.7	3.0～31.2	0.001	0～0.008	13.1	5.1～13.8	8.5	7.4～10.6
3	鹿島	11	24,470	3,117	5.0	2.7～8.4	20.2	18.9～50.1	74.7	17.4～90.6	0.004	0.002～0.010	8.4	4.2～11.2	12.1	7.3～23.8
4	水島	10	23,115	2,011	12.9	11.3～13.1	17.6	0.8～19.3	63.0	62.3～70.8	0.007	0.005～8.553	6.5	6.0～12.1	10.3	5.3～10.8
5	大分	10	16,295	1,605	5.4	4.1～12.3	210.4	1.0～557.7	63.9	55.8～92.4	1.194	0.004～1.567	7.1	2.0～13.7	12.8	11.2～17.7
6	周南	10	15,254	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開
7	四日市	10	5,931	3,198	6.3	4.8～10.0	2.7	0.1～3.9	61.5	31.5～74.8	0.001	0～0.002	7.3	6.9～8.3	9.8	10.8～14.3
8	堺泉北	10	3,114	2,228	4.6	4.3～6.2	0.8	0.6～1.1	19.8	10.7～72.8	0.002	0.001～0.009	9.0	2.3～11.7	12.6	12.1～21.6
9	知多	10	2,904	158	11.4	11.4	8.6	8.6～30.8	79.5	7.5～79.5	0.030	0.003～0.004	6.0	3.3～6.0	12.6	12.6～15.7
10	八戸	4	4,154	2,004	6.3	4.8～7.7	29.6	15.5～29.6	98.5	73.8～98.5	0.021	0.001～0.032	10.1	2.9～13.7	15.6	12.3～21.1
11	坂出	5	2,818	1,073	4.8	1.4～11.3	41.2	5.4～52.2	82.5	27.4～215.0	3.451	0.003～4.667	11.1	6.0～12.0	10.8	7.1～11.2
12	石狩	4	1,812	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開
13	松山	4	1,491	434	6.8	5.9～10.5	7.4	2.0～7.4	112.5	112.5～119.8	0.033	0.001～0.033	8.0	4.2～9.0	6.1	0～19.2
上位排出事業者の合計（排出量(tCO2)）			199,747	91,073.6	6.8	0.5～13.1	10	0～557.7	22	3～215	0.1	0～8.553	12.0	2.0～13.8	9.0	0～23.8

（注記）表内の数字は事業者別に開示されたデータに基づき整理したものであり、全てのコンビナートに非開示事業者が居たが、そのデータは含めていない。

調査項目①-2：コンビナート等における代表的なCO_2排出源の排ガス性状等を踏まえたCO_2分離・回収方法の組み合わせ検討

CO_2分離・回収方法の組み合わせ検討について、化学吸収法、固体吸収法、物理吸収法、物理吸着法、及び膜分離法を調査する。化学吸収法を例に、調査状況は以下のとおり。

CO_2分離回収技術調査手順

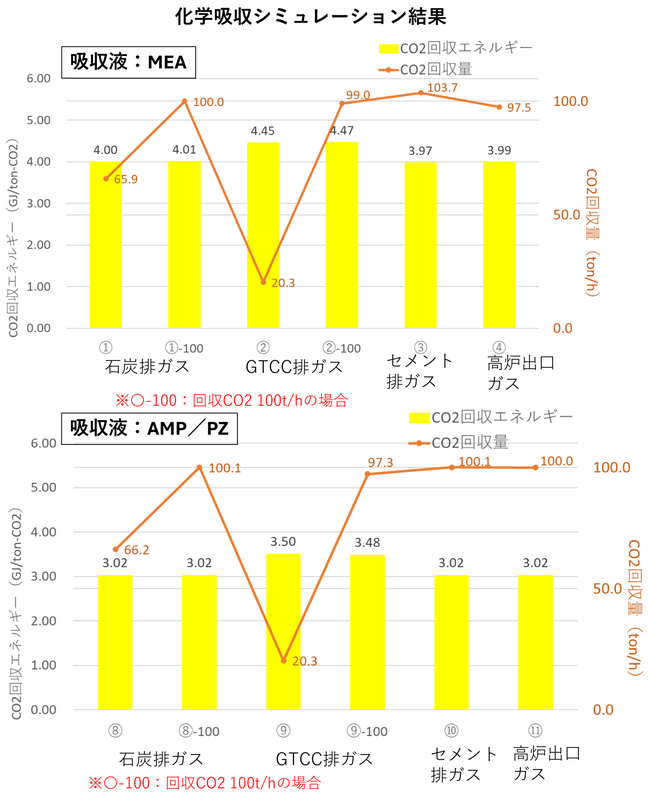


CO_2分離回収装置入口ガス条件(シミュレーション向け設定値)

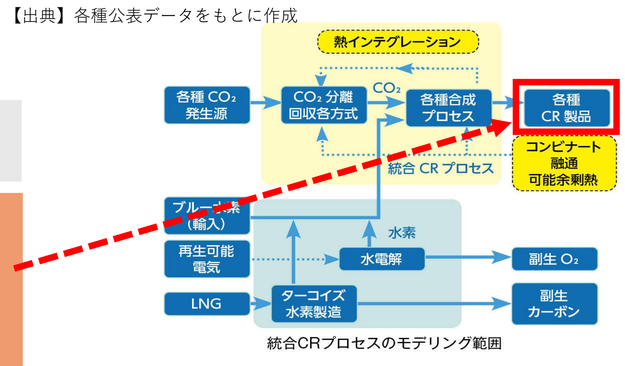
対象ガス		石炭排ガス	GTCC排ガス*1	セメント排ガス*2	高炉出口ガス*3
対象ガス名		G1	G2	G3	G4
温度(取合点)	℃	100	100	100	100
圧力(取合点) *6)	kPa	101.6	101.6	101.6	101.6
ガス流量	万Nm3/h	可変	可変	可変	可変
CO	Vol%	0	0	0	24
CO2	Vol%	13.6	4.2	20.0	22.0
H2	Vol%	0.0	0.0	0.0	5.0
H2O	Vol%	9.1	8.9	15.0	(dry)
N2	Vol%	72.8	74.2	54.3	48.4
O2	Vol%	3.6	11.8	10.0	0.0
Ar	Vol%	0.9	0.9	0.6	0.6
SO2 （SO3≒0）	PPMV	50*5	–	50	50(H2S) *4
NO	PPMV	40*5	35*5	30	–
NO2	PPMV	10*5	10*5	10	–
total	Vol%	100	100	100	100

- 排ガス取合点圧力は排ガスがCO_2分離回収設備まで送気されると仮定して101.6kPaで統一した。
- 排ガス温度は吸収塔前で洗浄・冷却で40℃程度に下げて、水分は飽和蒸気とした。
- 煤塵は必要に応じて機械的分離される為考慮外とした。

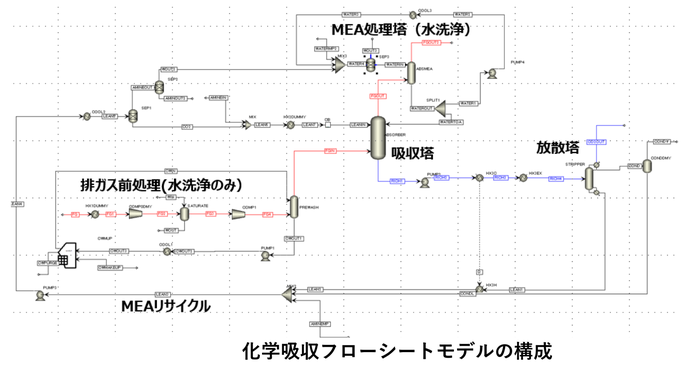
化学吸収シミュレーション結果



【出典】各種公表データをもとに作成



統合CRプロセスのモデリング範囲



化学吸収フローシートモデルの構成

調査項目②：CO_2を利用した合成プロセス等における、CO_2供給の条件

技術報告や文献、特許、ヒアリングなどを元に技術分析を行い、シミュレーションモデル作成に必要なCO_2条件、システム構成、性能、運転情報などを対象製品毎に抽出した。

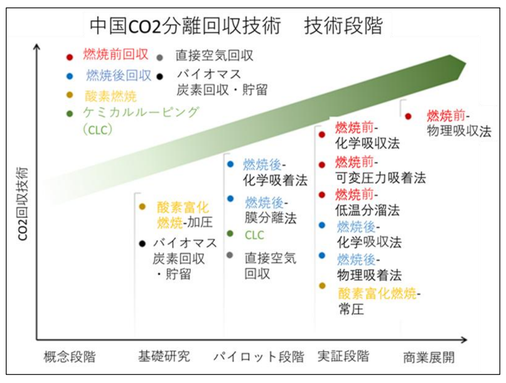
(1)水素を利用する場合
メタノール、メタン、オレフィン、及びe-Fuel（軽油、ガソリン、LPG、及びSAF）
(2)水素を使用しない場合
CO_2吸収コンクリートと炭酸塩化灰の製造、微細藻類培養によるSAF製造
(3)合成プロセスに使用する水素
グリーン水素製造、カーボンフリー水素輸入、LNGからターコイズ水素製造

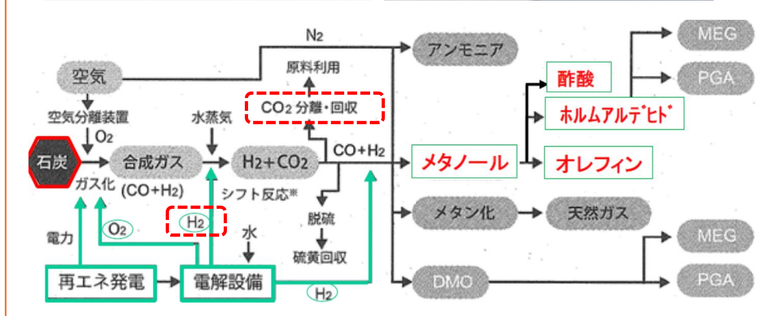
調査項目③：CO_2分離・回収技術の特徴を踏まえた「CO_2分離・回収」、「CO_2排出源」、「CO_2を利用した合成プロセス等」の組み合わせを検討

- 統合プロセスモデルの組み合わせ検討を開始。
- 統合プロセスモデル構築に向けた情報収集の一環として、中国に出張し、石炭化学プラントの調査やCO_2分離回収技術、及びFT合成技術の有識者へのヒアリングを実施した。

中国CO_2分離・回収技術現地調査（2024年12月3日-6日）

海外では日本にない技術や大規模なCO_2分離・回収設備が稼働している。中国設備の技術仕様、稼働状況（温度・圧力など）、保守状況を調査し、得られた情報をCO_2分離・回収技術のモデリングに反映する。



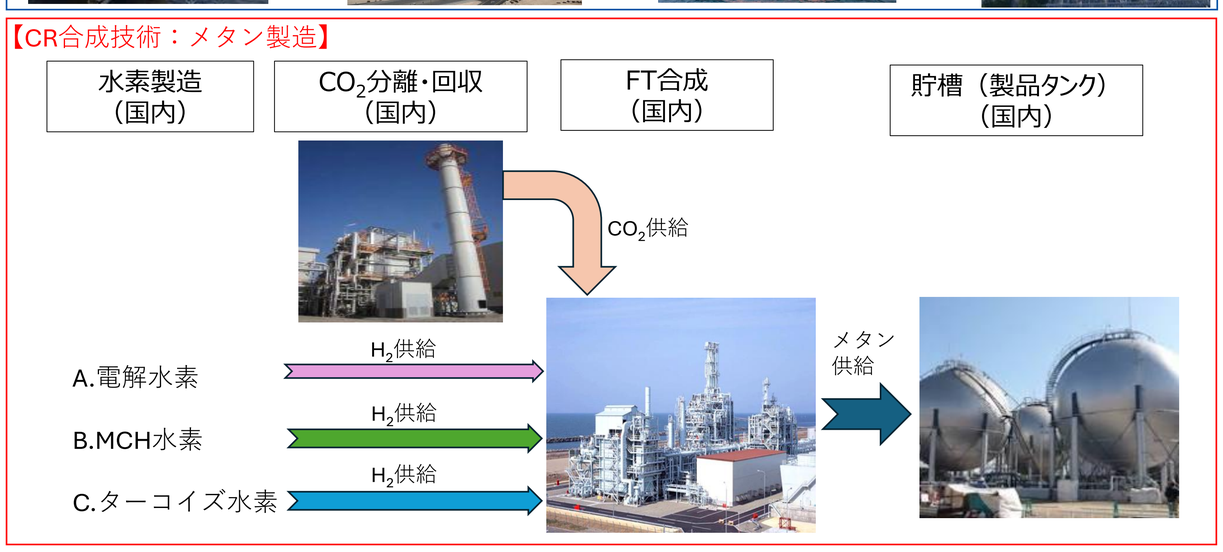


中国石炭化学プラントのCO_2分離・回収設備、グリーン水素利用例
(出典：令和４年度燃料安定供給対策に関する調査事業報告書、RING)

FT合成技術調査を並行して行った。写真は清華大学のMTA（メタノールから芳香族を製造する）試験装置

調査項目④：「CO_2分離・回収」、「CO_2排出源」、「CO_2を利用した合成プロセス等」の組み合わせによるエネルギー、コストへの影響を検討

正味のCO_2削減効果を評価するLCAツール作成に向け、燃料・化学品を対象に、従来技術とカーボンリサイクル技術それぞれの基本システムを検討した。



調査項目⑤：モデルコンビナートを想定し「CO_2 分離・回収」、「CO_2 排出源」、「CO_2 を利用した合成プロセス等」の組み合わせの有効性を検討

統合プロセスモデルの有効性を検討するため、 コンビナートの実情に沿ったカーボンリサイクルプロセスの適用イメージの検討を行っている。

4.課題と今後の取組（実用化・事業化の見通し）

- 2024年度の結果を踏まえ、CO_2分離・回収技術の特性を踏まえ、統合CRプロセスの最適な組み合わせについて、エネルギーやコストへの影響を検討する。
- シミュレーションモデルを構築し、各組み合わせの効果を評価できるようにすることで、省エネ・低コストなカーボンリサイクル技術の社会実装に向けた検討が行える手法を構築する。

連絡先：一般財団法人カーボンフロンティア機構　技術連携戦略センター　手打　晋二郎
MAIL：steuchi@jcoal.or.jp