

小型 CO₂ 回収装置の製造業排出源適用に向けた取組み

Initiatives to Apply Small Scale CO₂ Recovery Equipment to Industrial Emission Sources



仙波 範明*¹
Noriaki Senba

長安 弘貢*¹
Hiromitsu Nagayasu

乾 正幸*²
Masayuki Inui

米川 隆仁*³
Takahito Yonekawa

三菱重工(以下、当社)グループでは、これまで、石炭火力発電所や化学プラントに対して、独自の CO₂ 回収プロセス KM CDR Process™ を納入してきた。その技術を基に、ガスエンジン、バイオマスボイラ、ごみ焼却炉といった従来よりも小規模な CO₂ 排出源についても、CO₂ 排出量削減のニーズに対応するため、小型の CO₂ 回収装置の開発を進めている。

1. はじめに

近年の脱炭素化、CO₂ 排出削減の動向として、2040 年に人為的 CO₂ 排出量を 1/3(2014 年比)に、2060 年にはいわゆるカーボンニュートラルの達成が目標として設定されている。図1にパリ協定での 1.5°Cシナリオ実現に必要なとされる CO₂ 排出削減量を示す⁽¹⁾。この目標達成には、火力発電所等の大型の排出源での削減はもちろんのこと、様々な分野での同時並行的な排出量削減が必要となる。また、ガスエンジン、バイオマスボイラ、ごみ焼却炉といった小規模な CO₂ 排出源についても、CO₂ 排出量を削減したいというニーズが生じている。

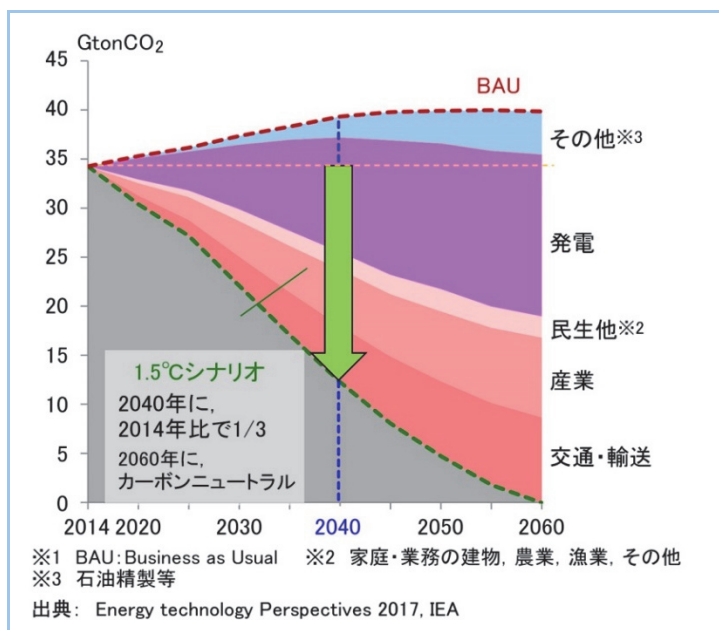


図1 1.5°Cシナリオ実現に必要なとされる CO₂ 排出削減量
(IEA の BAU^{*1} と 1.5°C のシナリオ比較)

*1 総合研究所 化学研究部 主席研究員

*2 成長推進室 事業開発部 エナジートランジショングループ 主席部員 工学博士

*3 三菱重工エンジニアリング株式会社 脱炭素事業推進室 次長

当社グループの三菱重工エンジニアリング株式会社では、石炭火力発電所や化学プラントに対して、独自のCO₂回収プロセスKM CDR Process™を納入してきた。これまで納入してきた装置規模はおおよそ500t-CO₂/日以上である。

この技術をベースに、同時並行的なCO₂削減を実現すべく、また小規模CO₂発生源での削減ニーズに対応すべく、小型のCO₂回収装置の開発を進めている。

2. 小型CO₂回収装置の特徴

CO₂回収のベースとなるプロセスは大型機と同様であるが、小型装置で求められる特徴としては、以下の項目が挙げられる。

- (1) 設置対象排出源の数が多。
- (2) 設置面積が限られている場合が多い。
- (3) 専任の運転人員を置くことが難しい。

多くの問合せに対応するため、従来の大型機とは異なり、客先仕様ごとの都度設計ではなく、標準設計を採用した。また、モジュール化によるコンパクトな設計を実現し、より小さな面積で設置できる装置とした。モジュール化の効果として、現地工事が減少し、運転開始時期を早めることができる。また、工事用の資材置き場等が不要となる。

運転人員については、自動運転及び遠隔監視システムを搭載することにより、専任の運転員を設ける必要なく、運用可能な装置とした。

装置の標準化では、表1に示すように、装置規模を0.3、3、30、100、200t-CO₂/日のラインナップとした(図2、図3)。このラインナップの装置を選んだければ、新たな設計は除じん等の前処理装置のみとなり、短納期での装置設置が可能となる。

表1 製品ラインナップ

タイプ	標準CO ₂ 回収量 ^(※1)
A	0.3トン/日
B	3トン/日
C	30トン/日
D	100トン/日
E	200トン/日

※1: 入りロガス条件によってCO₂回収量が変更となる可能性がある。



図2 小型CO₂回収装置(0.3t-CO₂/日)



図3 小型CO₂回収装置(30t-CO₂/日)

3. 自動運転／遠隔監視システム

従来の大型CO₂回収装置は、化学プラントや石炭火力発電所に納入してきた。これらのプラントは、運転に携わる人員が多く、CO₂回収装置を設置しても運転員を比較的確保しやすい状況にあった。しかし、小型のCO₂回収装置を設置する対象となる燃焼器は、運転人員も少なく、その人

員が CO₂ 回収装置の運転操作を行うには作業負荷の増加となり、また新たに運転人員を追加することも難しい場合が多い。それ以外にも、小型燃焼器のほとんどのお客様の場合 CO₂ 回収装置になじみがなく、運転や装置管理のノウハウがないという課題もある。

装置の起動停止の面でも、小型 CO₂ 回収装置の設置対象となる燃焼器と化学プラントや石炭火力発電所では異なっている。前者は発停が多く、DSS(Daily Start & Stop)運転の場合も多いのに対して、後者は発停が少なく、長時間負荷変動の少ない運転を行う場合がほとんどである。大型プラントでは長期間の運転で、安定した性能を発揮することが求められるのに対して、小型器では発停が容易で、必要なときに必要な負荷で運転することが多い。

そのような課題に対応するため、小型装置には自動運転及び遠隔監視システム(図4)を標準装備し、極力現場での操作を減らす仕様としている。装置の起動/停止は、スタート/ストップボタンのみで可能であり、系内の温度や圧力の変動に対しての操作は、自動で対応できるものとなっている。

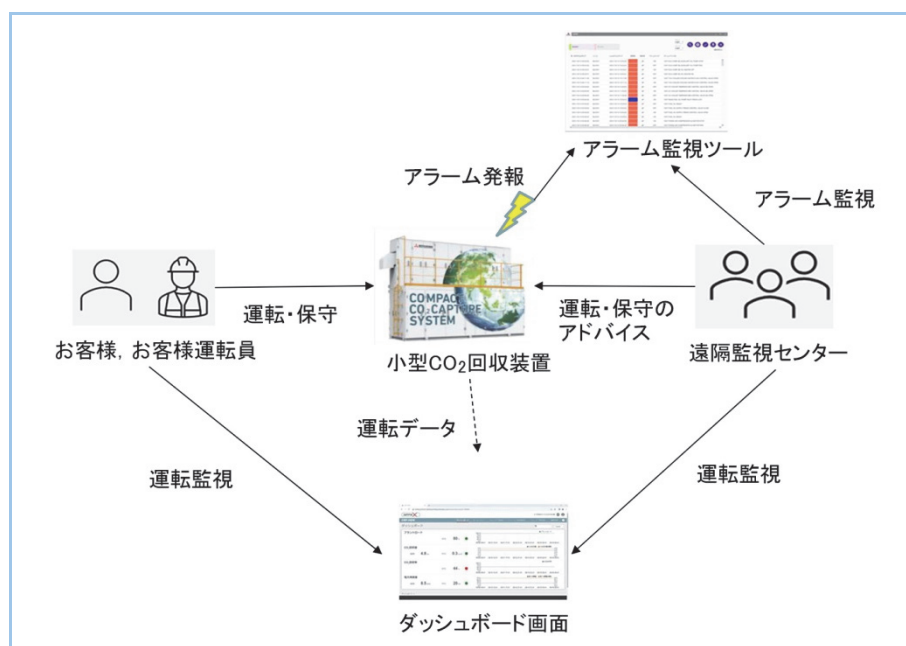


図4 遠隔監視システム概要

遠隔監視システムについては、従来の大型燃焼器で培ってきたシステムを使用することにより、新規設計が少ない信頼性の高いシステムになるよう開発を進めている。具体的には火力発電プラントで使用している TOMONI[®]を使用し、CO₂ 回収装置の運転監視を行う。また、現在遠隔監視チームを立ち上げ試運用を開始しており、近い将来の本格運用に備えている。これにより、少ない人員で装置の運転状況の監視、確認が可能となる。各種異常値のアラーム監視はもとより、経時的な運転データ取得により、中長期的に必要なようになってくる吸収液の管理を実施する予定としている。

4. ガス性状への対応

小型 CO₂ 回収装置の設置対象となる CO₂ 排出源である、ガスエンジン、船用エンジン、バイオマスボイラ、ごみ焼却炉等は、化学プラントや石炭火力発電所とはガス性状が異なる。そのようなガス性状への対応に関しては、順次適用試験を実施している。試験は、標準ラインナップで最も小規模な 0.3t-CO₂/日の装置を用いて実施している。

これまでに、船用エンジン、バイオマスボイラについて、試験を実施し、適用に際しての課題(除じん等)を抽出している⁽²⁾。また、2022年7月から、当社相模原工場にて、ガスエンジンへの適用試験を行っている(図5)。ガスエンジンの試験では、前述した自動運転/遠隔監視システムの

検証も行っている。これまでのところ、運転状況は順調であり、良好な CO₂ 回収を実証している。今後さらに試験を継続し、ガスエンジン排ガスに対する適用性を評価する予定である。また、セメントキルンに関しても、株式会社トクヤマのご協力を頂き、適応試験を実施している。

今後、ごみ焼却炉についても、横浜市での実証試験を計画中である。



図5 小型 CO₂回収装置(ガスエンジン向け)

5. まとめ

当社グループでは、独自の CO₂ 回収プロセスである KM CDR Process™ をベースに、小型 CO₂ 回収装置の開発を進めている。その開発に際しては、(1)標準仕様のラインナップ化、(2)モジュール化によるコンパクト化、現地工事低減、(3)自動運転／遠隔監視システムの搭載、により小型装置のニーズに適した製品とすべく検討を進めている。

実際の小型燃焼器への適用を検証するため、ガスエンジン、船用エンジン、バイオマスボイラ、ごみ焼却炉等での実証試験を、実施、計画している。

これらの小型燃焼器の多くは、当社グループ内の製品であり、CO₂ 回収を含めた最適システムの開発を目指し、当社グループで連携して開発を進めている。

KM CDR Process™ は、三菱重工工業株式会社の日本及びその他の国、及び関西電力株式会社の日本及び欧州共同体 (CTM)、ノルウェー、ロシア及びオーストラリアにおける登録商標です。

TOMONI®は、三菱重工工業株式会社の日本及びその他の国における登録商標です。

参考文献

- (1) Energy technology Perspective 2017, IEA
- (2) 仙波ほか, 製造業, エネルギー関連施設への CO₂ 回収技術の適用, 三菱重工技報, Vol.59, No.1 (2022)