

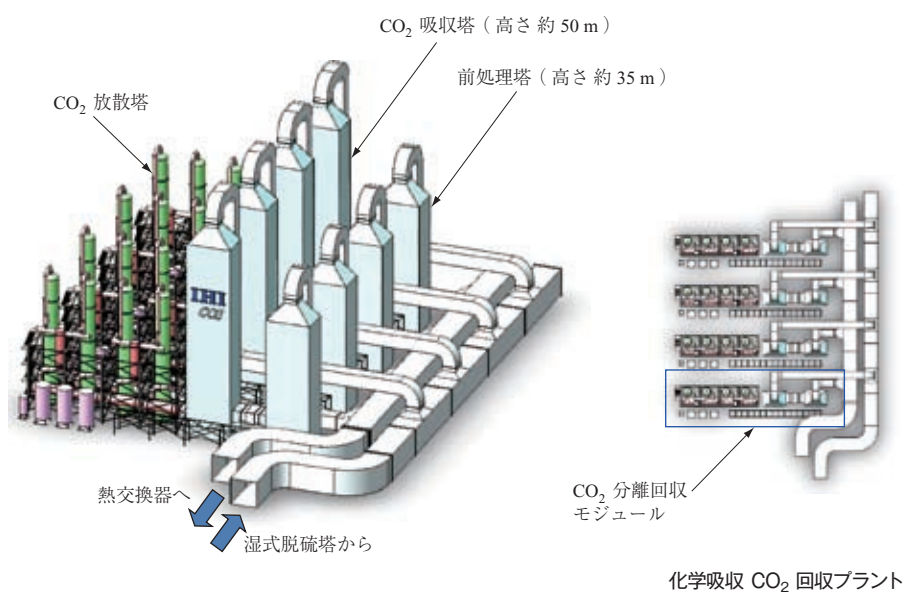
低炭素社会に適合した 石炭ボイラの実現へ

化学吸収法による CO₂ 分離回収技術の開発

途上国をはじめとする経済成長を主要因としてエネルギー需要が急拡大している。地球温暖化の防止と電力の安定供給を両立するためには、石炭火力発電所の低炭素化が重要であり、化学吸収法による CO₂ 分離回収技術の実現に向けた取組みについて紹介する。

株式会社 IHI
エネルギーシステムセクター
電力事業部 開発部

山中 康朗

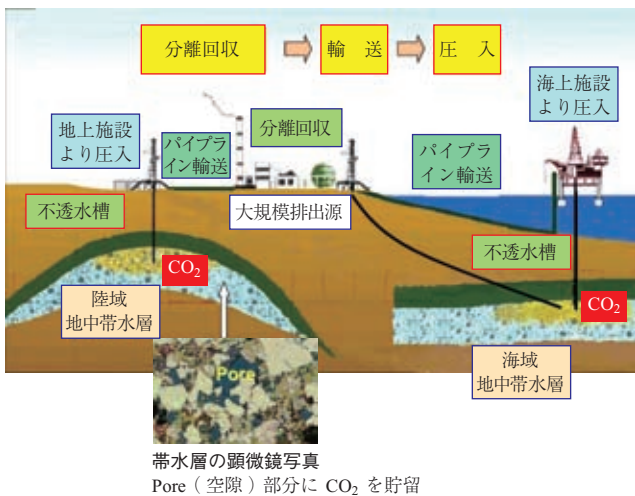


CCS とは

世界規模の環境や生態系および人間社会に大きな影響を与えている地球温暖化は、人類の生存基盤を揺るがす問題となっている。気候変動に関する政府間パネル (IPCC) が示した第 4 次評価報告書では、人為的な温室効果ガスが温暖化の原因である確率は「90%を超える」とされる。2008 年 7 月に開催された第 34 回主要国首脳会議 (洞爺湖サミット) では、この IPCC 報告書の重要性を再認識したうえで、「2050 年までに

世界全体の排出量の少なくとも 50% の削減を達成するビジョンを共有することを求める」としている。主要な温室効果ガスである二酸化炭素 (CO₂) は石油や天然ガス、石炭といった化石燃料をエネルギーとして使用する際に発生することから、エネルギー利用効率を高めて、CO₂ 発生量を抑制するほかに、発生する CO₂ を大気中に放出しないことが重要となる。

国際エネルギー機関 (IEA) は、「大気中の温室効果ガス濃度を CO₂ 換算で約 450 ppm の水準で安定化させる」ことを想定した 450 シナリオを提言した。



CCS の概念図
出典：経済産業省産業技術局資料「CCS2020」

その温暖化ガス削減シナリオでは、省エネ、再生可能エネルギーによる発電などの対策と並んで CCS を重要な技術と位置づけている。

CCS とは Carbon dioxide Capture and Storage の略であり、工場や発電所などの大規模 CO₂ 発生源から CO₂ を分離回収し、大気から隔離できる場所に移送して、長期にわたって安定貯留させることである。CCS は世界的な経済的持続性を保つとともに、地球温暖化を防止する現実的な技術として高い注目を集めている。

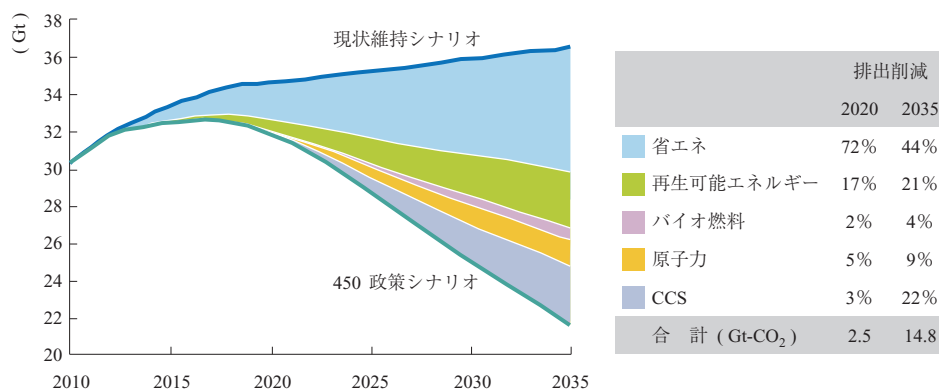
また欧州では、今後新設する火力発電プラントには CCS 技術が確立された際に CCS 設備を追設できるように、スペースの確保や改造を考慮した設計を必要と

する、いわゆる「CCS-Ready」を求める動きも出始めている。さらには、炭素隔離リーダーシップフォーラム（CSLF：Carbon Sequestration Leadership Forum）は CCS による排出削減を京都議定書で定められた CDM（Clean Development Mechanism）による排出枠として認めさせるべく活動しているなど、CCS 事業の顕在化に向けたさまざまな動きが現れている。

CO₂ 分離回収方法と燃焼後回収方式

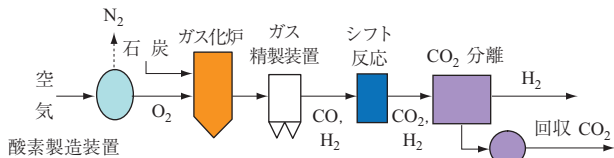
完成度の高い CO₂ 回収技術の主なものとして、燃焼前回収、酸素燃焼（Oxyfuel）、燃焼後回収方式などがある。燃焼前回収方式は、燃料を燃焼する前にガス化などの前処理を行い、CO₂ と H₂ に転化させたいうえで、CO₂ を取り除くものである。酸素燃焼方式は、空気の代わりに酸素を用いて燃料を燃焼することで排ガス中の CO₂ 濃度を極めて高くして、容易に回収できるようにしたものである。燃焼後回収方式は、従来型のプロセスなどで生じる燃焼排ガスから、CO₂ だけを分離回収するものである。多孔質に吸着させる方法や化学反応によって吸収させる方法などがある。

IHI では CCS 事業を構成する重要な CO₂ 分離回収プロセス技術として、従来から酸素燃焼技術の開発を進めており、実用化に近づいてきた。さらに CO₂ 分離回収技術のいっそうの強化、適用範囲の拡大を図るため、燃焼後回収方式の開発も進めている。IHI における酸素燃焼の取組みについては 24 ページを参照されたい。

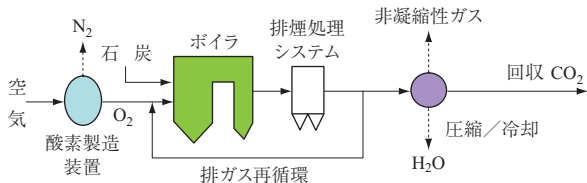


IEA-450 政策シナリオにおける CCS の位置づけ
出典：IEA, World Energy Outlook 2011

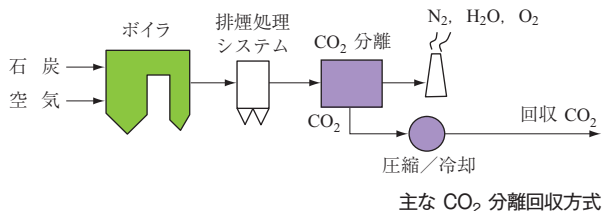
(a) 燃焼前回収方式



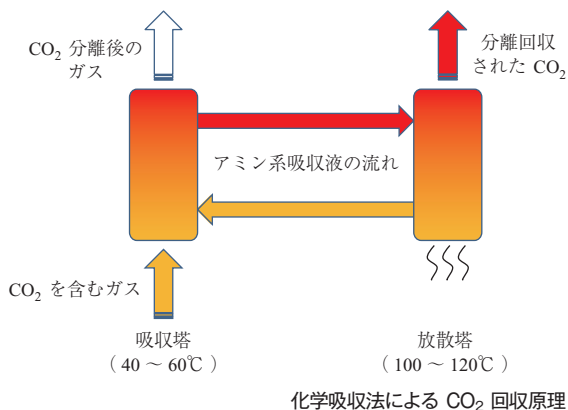
(b) 酸素燃焼方式



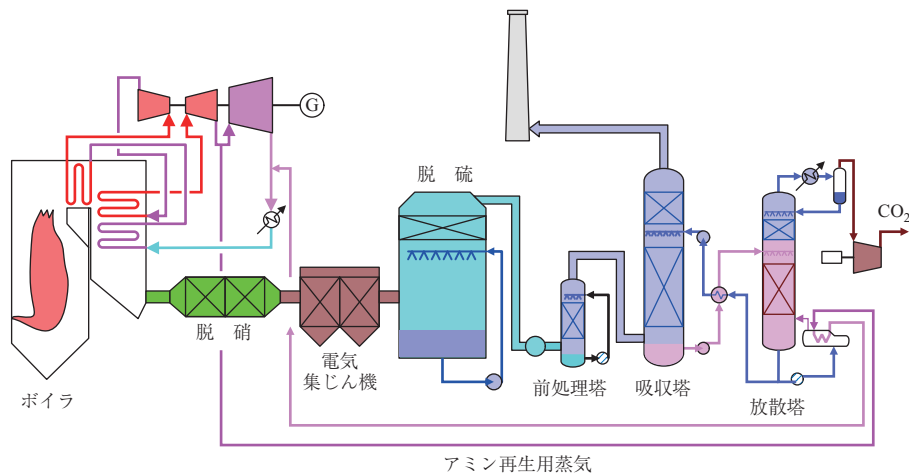
(c) 燃焼後回収方式



主な CO₂ 分離回収方式



化学吸収法による CO₂ 回収原理



CO₂ 回収発電システム

ここでは、燃焼後回収方式について、少し詳しく説明する。燃焼後回収方式にも幾つかの方法があるが、ほぼ大気圧の排ガスで濃度 15% 以下の薄い CO₂ を含んだ排ガスから CO₂ を分離回収するには化学吸収法が有利であり、IHI ではこの開発に取り組んでいる。この方法を適用したプロセス技術を確立させると、石炭火力発電所の低濃度 CO₂ を含む排ガス系統に燃焼後回収プラントを設けることによって CCS 化を実現できる。これは、新設プラントだけでなく既設プラントにも適用が可能な技術である。さらには、発生する排ガスを全量処理する「全量回収」だけでなく、排ガスの一部を処理する「部分回収」も可能であり、初期投資を抑えて規制に応じて回収量を増やしていくなど、CCS に対するニーズに柔軟に対応できるメリットがある。

化学吸収法の原理と開発

化学吸収法とは、アミンなどのアルカリ性水溶液を吸収液として、この液と CO₂ との吸収・放出反応を利用して CO₂ を分離回収する技術である。

まず、「吸収塔」で排ガスと CO₂ が薄い（リーンな）吸収液を接触させる。すると、化学反応によって排ガス中の CO₂ が選択的に吸収液に取り込まれ CO₂ が濃い（リッチ）吸収液となる。次に、その吸収液を「放散塔」に移送し加熱すると、吸収液から CO₂ が気体となって再び分離され、吸収液はリーンな状態に戻る。発生した高濃度の CO₂ を回収

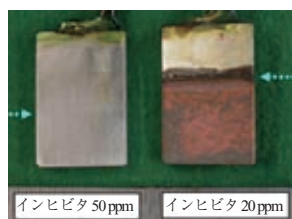
すれば、CO₂ の分離回収ができたことになる。このサイクルの繰り返しによって、化学吸収液の損失をほとんど伴わないで連続して排ガスから CO₂ を分離回収することができる。

一方で、本方式ではリッチ吸収液から CO₂ を放散させる際（再生時）に多量の熱エネルギーが消費されることから、発電所で排ガスからの CO₂ 分離回収を適用する場合には熱源としてプロセスの

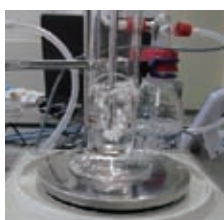
充てん材評価・開発



材料腐食評価



吸収液開発

ベンチ試験装置 (50 kg-CO₂/day)

化学吸収プラントの開発取組み項目

化学吸収法パイロットプラント (20 ton-CO₂/day)

低圧蒸気の一部を抽気・消費するため、発電出力・発電効率の低下を生じる。このため、より小さい必要熱でプロセスを実現することができる高性能吸収液と熱マネジメント技術が必要となる。

また、商用規模の発電所向けでは数万～数百万 m³N/h 規模の燃焼排ガスを処理することから、効率的にかつ低圧力損失下で大量の排ガスを処理する大型化技術が必要となる。さらに、燃焼排ガスに含まれる酸素、硫黄・窒素酸化物、その他微量成分および煤じんなどが吸収液性能、劣化特性に与える影響や、材料腐食などに与える影響を把握し、これらを管理するプロセス技術も必要となる。

IHI では、化学吸収技術を構成する化学吸収液、塔・槽類、充てん材、材料を含む要素技術、評価技術からプラント技術に至るまでのすべてについて技術開発に取り組んでいる。

商用化へ向けて

これまでに要素技術研究で得られた運転評価、材料評価、プラントシミュレータ技術などの設計知見をもとに、化学吸収法パイロットプラント (20 ton-CO₂/day,

回収率 90%, CO₂ 純度 98%以上) を設計した。現在、IHI 相生事業所において建設中であり、順次評価試験を開始している。

このパイロットプラントでは併設する石炭燃焼試験設備と連携して石炭燃焼排ガスでの運転評価を行うことができる。

本プラントでの運転試験を通じて、石炭火力発電所に CCS 設備を設置する際の、脱硝・脱硫および脱じん設備などの最適な排煙処理設備構成の検討・評価や、石炭種を変更した際の影響などの検討・評価を行う。

これらの知見・運転実績からスケールアップの検証を行うとともに、実証/商用モジュールの設計にフィードバックし商用機への展開を図る計画である。

問い合わせ先

株式会社 IHI

エネルギーシステムセクター

電力事業部 開発部

電話 (03) 6204 - 7506

URL : www.ihj.co.jp/