

# 石炭火力発電所の CO<sub>2</sub> 回収技術の概要

## Summary of CO<sub>2</sub> Recovery Technology from Coal-fired Power Plant



飯嶋 正樹  
Masaki Iijima

長安 立人  
Tatsuto Nagayasu

沖野 進  
Susumu Okino

梶谷 嘉則  
Yoshinori Kajiya

### 1. はじめに

化石燃料を使い続ける限り、地球温暖化対策として CO<sub>2</sub>回収・貯留(以下、CCS)は必要不可欠である。相対的に CO<sub>2</sub>排出量の多い石炭火力への対策は特に重要で、CCS における回収側の課題として、CO<sub>2</sub>回収エネルギー削減、CO<sub>2</sub>回収コスト低減とともに、石炭火力からの CO<sub>2</sub>回収大容量実証が挙げられる。本報では、世界の CO<sub>2</sub>回収技術の動向、CO<sub>2</sub>回収貯留プロジェクトの動向を解説し、当社技術の位置付けと特徴を紹介する。

### 2. CO<sub>2</sub>排出源

世界での CO<sub>2</sub>総排出量の約6割にのぼる 135 億トンが固定排出源由来のものであり、固定排出源からの CO<sub>2</sub>回収貯留なしに CO<sub>2</sub>の削減はできない。また、固定排出源からの CO<sub>2</sub>排出量のうち、実に7割以上を発電部門(石炭、ガス、石油ほか)が占めている。そのため、CO<sub>2</sub>排出量の削減を行っていくためには、発電部門からの CO<sub>2</sub>排出量削減が有効であることが分かる。次に、発電部門からの CO<sub>2</sub>排出量の内訳を見ていく。発電部門からの CO<sub>2</sub>排出量のうち実に約6割を石炭火力発電所からの CO<sub>2</sub>排出が占めている。その他の燃料としては、天然ガス、燃料油などの順となっている。

つまり、世界の CO<sub>2</sub>総排出量のうち2割以上を石炭火力発電所からの排出が占めているのである。石炭は埋蔵量が豊富なこと、また石油や天然ガスと比べ安価なことから、今後は更に使用量が増加し、CO<sub>2</sub>排出量に占める石炭の割合も増加すると予想される。これらのことから、発電部門の中でも特に石炭火力発電所への対策が CO<sub>2</sub>排出量削減への寄与が大きいことが分かる。

### 3. CO<sub>2</sub>回収技術

#### 3.1 CO<sub>2</sub>回収の概要

CO<sub>2</sub>の回収には 3 つの方式があり、それぞれ①燃焼排ガスからの回収(Post Combustion)、②酸素燃焼(Oxy-Fuel)、③燃焼前 CO<sub>2</sub>回収(Pre-Combustion)である。

##### (1) 燃焼排ガスからの回収(Post-Combustion)

燃焼排ガスからの CO<sub>2</sub>回収では、化学吸収法が実用化されている(ただし発電所全体からの CO<sub>2</sub>を回収するような大型の CO<sub>2</sub>回収の実績はない)。他の方式(物理吸収法、吸着法、膜分離法)も研究されているが、いまだ実用化されていない。現在、実用化されている化学吸収法としては下記3つがある。

- ・ Kerr-McGee/ABB Lummus Crest プロセス・・・MEA15-20wt%使用
- ・ Flour Daniel ECONAMINE プロセス・・・MEA30wt%使用
- ・ 関西電力(株)/三菱重工プロセス(KM-CDR プロセスと呼ぶ)・・・KS-1 吸収液使用

この中で最も省エネなプロセスは、KS-1 吸収液を使用した KM・CDR プロセスであり、他プロセスと比較してエネルギー消費は約 20%削減されている。

#### (2) 酸素燃焼 (Oxy-Fuel)

空気分離により酸素を製造し、CO<sub>2</sub>リッチの排ガスをボイラへ再循環させながら、燃焼温度を下げ燃焼させる。排ガスの CO<sub>2</sub>濃度は 80-98% (Vol.) で、CO<sub>2</sub>の 100%回収が可能である。

#### (3) 燃焼前 CO<sub>2</sub>回収 (Pre-Combustion)

天然ガスのスチームリフォーミングや、天然ガス、石炭の部分酸化法により、H<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>を生成し、CO は CO シフト反応により、H<sub>2</sub>とし、CO<sub>2</sub>を分離して、H<sub>2</sub>を製造する方法。アンモニア、水素製造の目的で商用的に用いられている。

### 3.2 当社 CO<sub>2</sub>回収技術の特徴

当社は 1990 年から関西電力(株)と共同で発電所などの排ガス中の CO<sub>2</sub>回収技術の研究開発を開始し、主なテーマとして、まず CO<sub>2</sub>回収エネルギーの削減に取り組んで来た。この研究開発の成果として、省エネルギー吸収液の実用化、省エネ再生システムの実用化及び発電設備と CO<sub>2</sub>回収設備とのスチームシステムの最適なインテグレーションを確立している。

## 4. CO<sub>2</sub>回収貯留プロジェクトの動向

### 4.1 CO<sub>2</sub>回収貯留プロジェクトの現状

CO<sub>2</sub>回収・貯留はいまだ限定的にしか実施されていない。現在商用規模で実施されている CO<sub>2</sub>回収貯留プロジェクトを可能にした要因は、大気に CO<sub>2</sub>の状態では排出されていた、又は排出される予定であった CO<sub>2</sub>が対象であり、コスト的に安価であったこと、またノルウェーにおける CO<sub>2</sub>税や、ウェイバーン(カナダ)の EOR(Enhanced Oil Recovery, 石油増進回収)への回収 CO<sub>2</sub>利用などのインセンティブがあったことが挙げられる。

### 4.2 今後の見通し

CCS に関して、新たに英国のプロジェクトなど、欧州で実証試験が始まろうとしている。このように国主導の実証試験を行わないと、CCS はなかなか進まない。これと併せて、貯留場所の調査、関連法令、国際ルールの整備や CO<sub>2</sub>排出権取引のような経済的インセンティブを与える仕組みづくりを進めることが、CCS を広く実現していくためには必要である。

## 5. 当社実績

### 5.1 商用機実績

当社は CO<sub>2</sub>回収技術を実用化しており、当社 KM-CDR プロセスによる商用実績は、天然ガス焚き用に現状4基が運転中であり、さらに3基が建設中、1基が建設予定である(図1 参照)。



①マレーシア 200T/D  
Petronas 1999~



②日本 330T/D  
化学会社 2005~



③インド 450T/D  
IFFCO (AONLA) 2006~



④インド 450T/D  
IFFCO (PHULPUR) 2006~

図1 当社商用機実績

### 5.2 石炭 CO<sub>2</sub>回収試験実績

石炭火力からの CO<sub>2</sub>回収実用化は、CCS における重要課題の 1 つである。当社は、微粉炭焚きボイラ排ガスからの CO<sub>2</sub>回収について、(財)地球環境産業技術研究機構(RITE)の補助金と J-POWER(電源開発(株))のご協力を得て、松島発電所にて 10t CO<sub>2</sub>/日実証プラントを建設し、

2006～7 年に 4000 時間以上の試験を実施のうえ、KM-CDR プロセスが適用できることを確認した。これにより、次ステップとしての中型機(数百～千 t CO<sub>2</sub>/日規模)実証を経て、大型商用機の実現を目指している。

## 6. まとめ

化石燃料を使い続ける限り、地球温暖化対策として CO<sub>2</sub>回収・貯留(CCS)は必要不可欠である。本報では、CCS の回収側の技術に焦点を当て、世界の CO<sub>2</sub>回収技術の動向、及び当社技術の特徴と位置付けを紹介した。回収側の課題としては、CO<sub>2</sub>回収エネルギー削減、CO<sub>2</sub>回収コスト低減、石炭火力からの CO<sub>2</sub>回収実用化が挙げられる。当社は、これらの課題に対応すべく、今後も研究開発を進め、温暖化対策に貢献していきたい。

## 参考文献

(1) Published 2005, IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage

## 執筆者紹介



飯嶋正樹  
プラント・交通システム事業センター  
環境・化学プラントプロジェクト部 主幹



長安立人  
プラント・交通システム事業センター  
環境・化学プラント計画部 環境プラント計画グループ長



沖野 進  
技術本部  
広島研究所  
化学プロセス研究室  
主席



梶谷嘉則  
プラント・交通システム事業センター  
環境・化学プラント計画部 環境プラント計画グループ