

図 2-8 地球規模の CO<sub>2</sub> 貯留のキャパシティ①

出展 : Edmonds 「Carbon Dioxide Capture and Geologic Storage」 資料

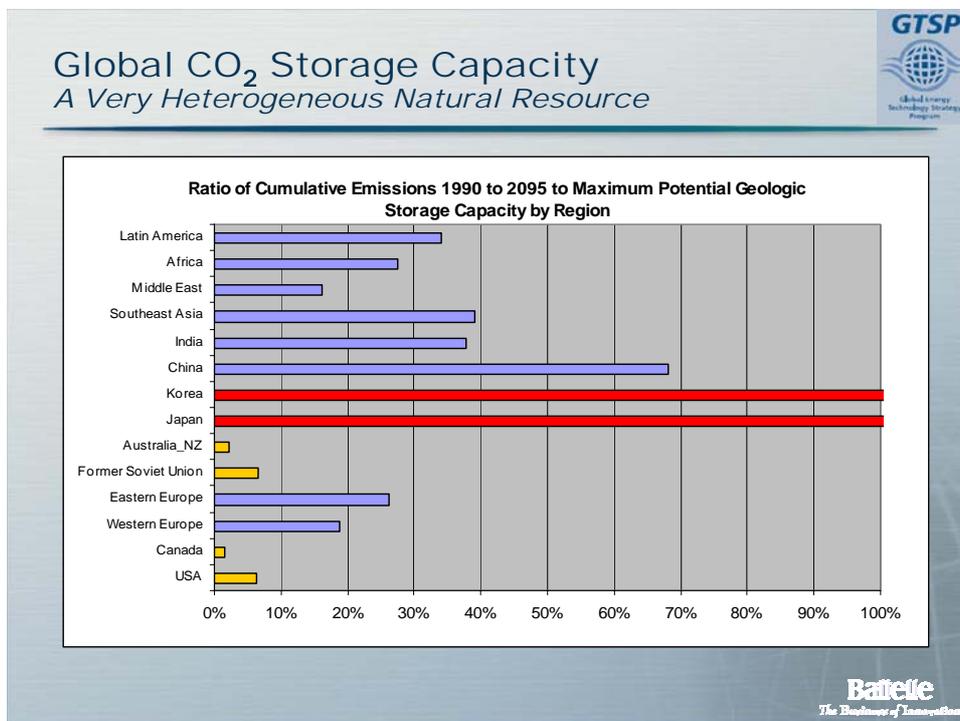


図 2-9 地球規模の CO<sub>2</sub> 貯留のキャパシティ②

出展 : Edmonds 「Carbon Dioxide Capture and Geologic Storage」 資料

## ⑥ 国立環境研究所（藤野主任研究員）の評価

- 日本、EU は、再生可能エネルギー、省エネルギーの普及を優先する戦略が有利。他方、米国、オーストラリア、産油国、途上国は地中貯留の普及を優先する戦略が有利。
- 海洋貯留の利用が必要になる国は一部。国際的な合意が課題。
- CCS はブリッジ（つなぎ）技術。

- ・ 地中貯留を実施しない場合、化石燃料の利用制限が早期に始まり、再生可能エネルギー（原子力を含む）、省エネルギー（高効率機器を含む）の普及が重要となる。この戦略は日本、EU などの先端技術を有する国が有利となる。
- ・ 地中貯留を実施する場合、化石燃料の利用可能性が高くなり、再生可能エネルギー、省エネルギー技術の開発普及が相対的に遅れる。この戦略は、米国、オーストラリア、産油国、途上国などが有利となる。
- ・ 海洋隔離については、日本など海に囲まれた国には有利だが、メリットが生じる国は一部に限られることから、国際的に受け入れられるかどうか疑問。日本が海洋隔離を行う場合、環境影響評価などの調査が必要。全体的な視点から、そのメリットについて精査することが必要。
- ・ いずれにせよ、CCS はブリッジ技術。再生可能エネルギー、省エネルギー・高効率機器開発及び需要抑制が最重要。CCS の導入により、これらの技術の普及まで「いかに時間を稼ぐか」がポイントとなる。

### （２）CCS の日本におけるポテンシャル

- ・ 本専門委員会において、CCS の日本におけるポテンシャルの評価結果についての発表が行われた。

#### ① 日本における CCS のコスト・ポテンシャル

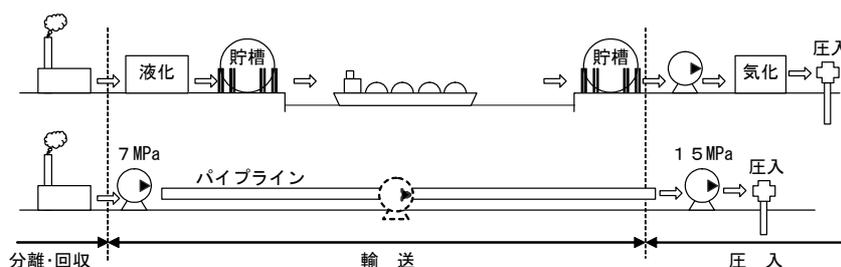
- IPCC 特別報告書では、石炭または天然ガス火力からの CO<sub>2</sub> 分離・回収コストは、15-75 US\$/tCO<sub>2</sub>（回収量当り）と試算。我が国での評価例では、新設の石炭火力発電所からの化学吸収法による分離・回収コストは、3000～4000 円/tCO<sub>2</sub>（回収量当り）
- CO<sub>2</sub> 地中圧入コストは、年間圧入量等が小さい場合、圧入深度等の増加に対して急速に増加。
- 日本で地中貯留を行う場合、パイプラインの建設コストは高く、また、CO<sub>2</sub> 輸送量は小さいとみなされるため、パイプラインの輸送コストは、世界での報告例よりもかなり高い。

・ CCS のコスト分析には以下の評価項目がある。

- CO<sub>2</sub> 分離・回収コスト
- CO<sub>2</sub> 輸送コスト
- CO<sub>2</sub> 圧入コスト
- 事前地質調査コスト
- モニタリングコスト



## コスト・ポテンシャル分析のためのCCSの概要



### コストの検討項目

- ◆ CO<sub>2</sub>分離・回収コスト
- ◆ CO<sub>2</sub>輸送コスト
- ◆ CO<sub>2</sub>圧入コスト
- ◆ 事前地質調査コスト
- ◆ モニタリングコスト

図2-10 コスト・ポテンシャル分析のための CCS の概要 出展：RITE 資料

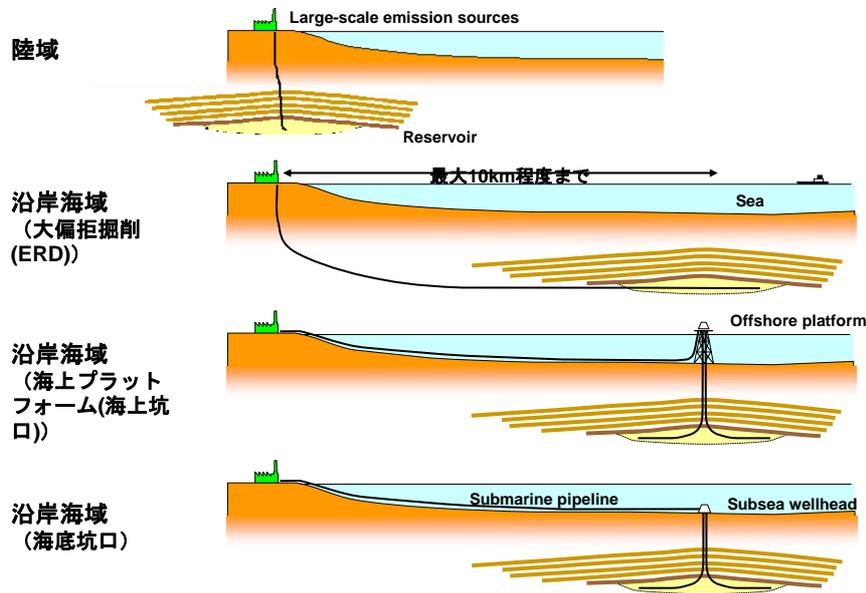
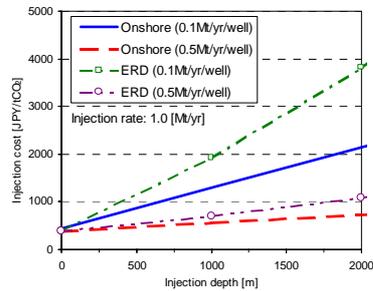


図2-11 コスト・ポテンシャル分析のための CCS の概要 出展：RITE 資料

- CO<sub>2</sub> 分離・回収コストについては種々の評価が行われているが、その結果は、対象とするプラントの燃料種別、性能、規模、回収技術などによって大きく異なる。IPCC 特別報告書においては、既存の文献をまとめた結果として、石炭または天然ガス火力からの CO<sub>2</sub> 分離・回収コストとして、15-75 US\$/tCO<sub>2</sub> (回収量当り) という数値が示されている。また、我が国において実施された評価例においては、新設石炭火力発電所からの化学吸収法による分離・回収コストとして、ほぼ 3000~4000 円/tCO<sub>2</sub> (回収量当り) という値が示されている。このコストは、回収技術の進歩により低下する可能性がある。
- CO<sub>2</sub> 地中圧入コストについては、年間圧入量、坑井1本当たりの圧入可能量が小さいと、圧入深度、海底パイプライン距離の増加に対して急速にコストが増加する。



# CO<sub>2</sub>地中圧入コスト



陸域、大偏距掘削

◆ 年間圧入量、坑井1本あたりの圧入可能量次第では、CO<sub>2</sub>圧入コストは、圧入深度、海底パイプライン距離にセンシティブになり得る。

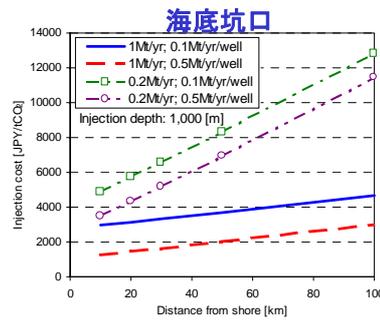
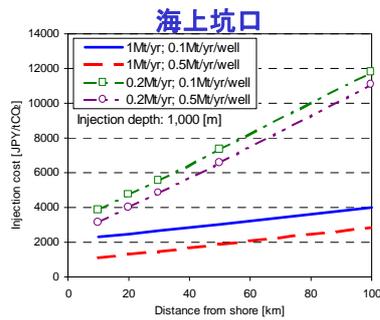


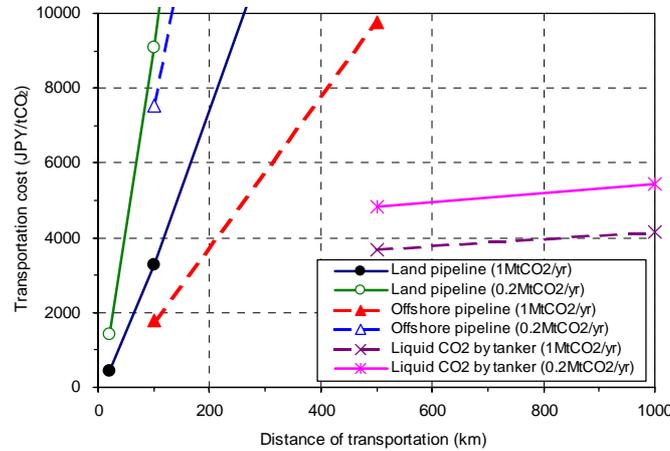
図 2-12 CO<sub>2</sub> 地中圧入コスト

出展：RITE 資料

- CO<sub>2</sub> 輸送コストについては、パイプラインの場合、輸送量の減少に対してコストが急速に増加する。また、海上輸送（タンカー）の場合は、コストの輸送距離への依存は小さい。
- 日本の場合、CO<sub>2</sub> パイプライン建設コストは高く、また、CCS のための CO<sub>2</sub> 輸送量は、現実的どころで年間 100 万 t-CO<sub>2</sub> 程度と小さいため、CO<sub>2</sub> パイプライン輸送コストは、世界での報告例よりもかなり高い。排出源から貯留層までの輸送距離、設備規模等がコストに大きく影響する。



# CO<sub>2</sub>輸送コスト



注) 陸域パイプラインコストには、土地の購入もしくは借地費用は含まれない。

- ◆ パイプライン輸送コストは、特に規模の経済が強く働く。
- ◆ 日本の場合、陸域パイプラインコストの方が、海域よりも高い。

図 2-13 CO<sub>2</sub> 輸送コスト

出展：RITE 資料



# 現状における各種ケースのCCSコスト推定

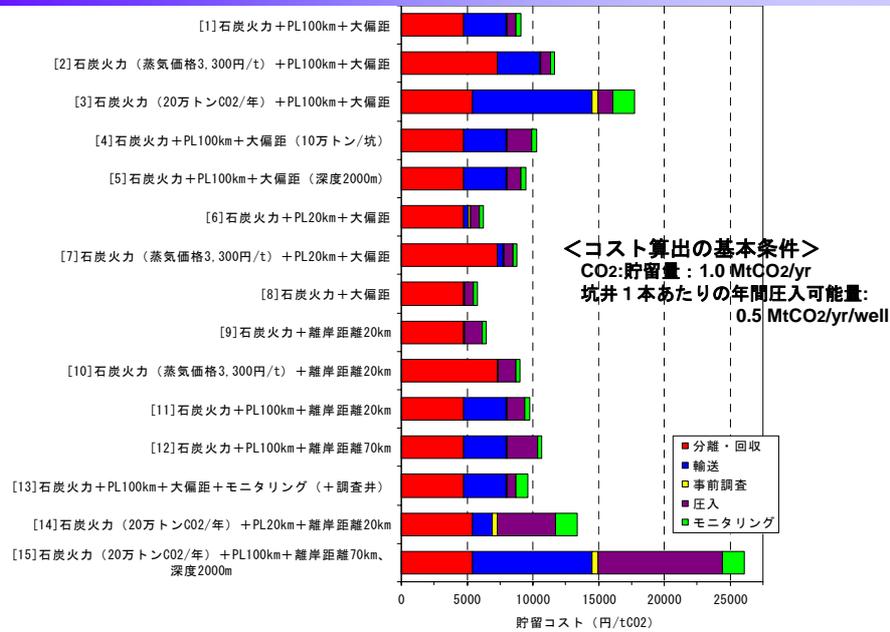


図 2-14 現状における各種ケースの CCS コスト推定

出展：RITE 資料

- ・ 年間 10 万 t-CO<sub>2</sub> しか圧入できない場合の圧入コストは 2,000 円以上、年間 50 万-CO<sub>2</sub> の場合、1,500 円程度と推計。

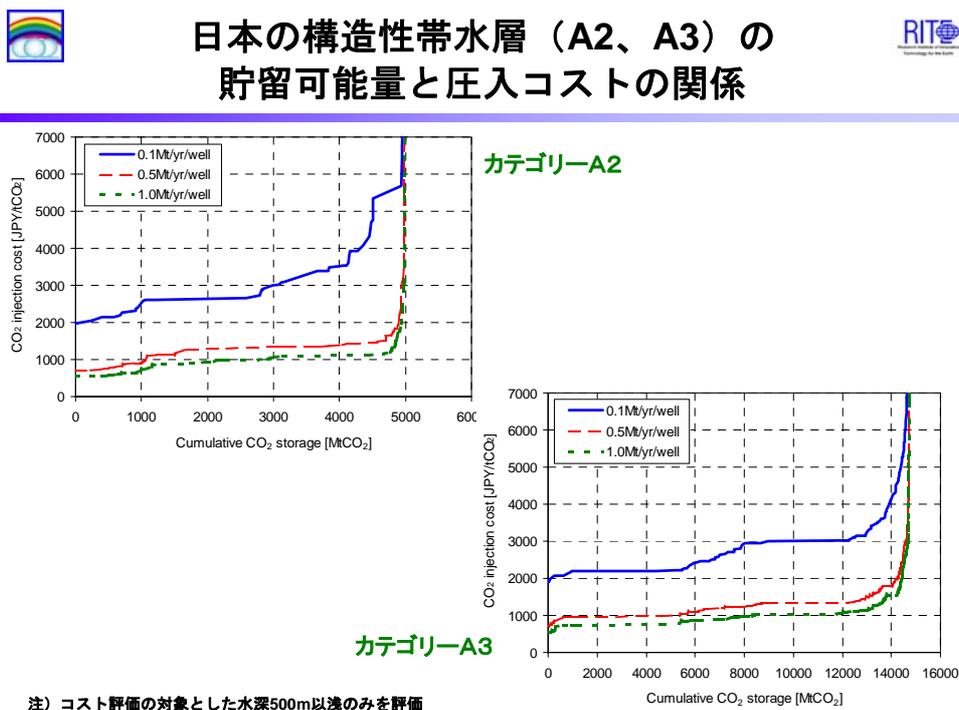


図 2 - 1 5 日本の構造性帯水層 (A2、A3) の貯留可能量と圧入コストの関係

出展 : RITE 資料

② 日本における CCS 貯留ポテンシャル／経済性評価 (RITE による評価)

- RITE によれば、日本における貯留ポテンシャルは、構造性帯水層の基礎試錐データがあるものに限っても 52 億 t-CO<sub>2</sub> 程度と推定される。この量の約半分程度は、2050 年までに経済性を有する可能性がある。
- RITE によれば、一つのケースでは、日本国内の貯留量は、2020 年において約 2300 万 t-CO<sub>2</sub>/Year、2050 年において約 2 億 2000 万 t-CO<sub>2</sub>/year になると試算。
- 今後は、CO<sub>2</sub> 分離回収コストの低減や、輸送コストの低減を目的とした排出源近傍の貯留層の利用可能性の検討等が重要。

- ・ RITE による新しい知見によれば、日本における貯留ポテンシャルは、構造性

帯水層の基礎試錐データがあるものに限っても 52 億 t-CO<sub>2</sub> 程度、帯水層全体では約 1,500 億 t-CO<sub>2</sub> もの量が見込まれる。



## 帯水層のカテゴリー分類と貯留ポテンシャル



地質データ		構造的帯水層 カテゴリーA	非構造的帯水層 カテゴリーB
油ガス田	坑井・震探データが豊富	A1 35億t-CO <sub>2</sub>	B1 275億t-CO <sub>2</sub>
基礎試錐	坑井・震探データあり	A2 52億t-CO <sub>2</sub>	
基礎物探	坑井データなし、震探データあり	A3 214億t-CO <sub>2</sub>	B2 885億t-CO <sub>2</sub>
貯留概念図			
特記事項		トラップメカニズム検証済み	トラップメカニズム検証中
小計		301億t-CO <sub>2</sub>	1,160億t-CO <sub>2</sub>
合計		1,461億t-CO <sub>2</sub>	

(注)内陸盆地、湾(瀬戸内海、大阪湾、伊勢湾など)は対象外。B1、B2は水深200m以浅を対象。

出典)RITE/ENAA、「二酸化炭素地中貯留技術開発 平成17年度成果報告書」、2006

図2-16 帯水層のカテゴリー分類と貯留ポテンシャル

出展：RITE/ENAA、「二酸化炭素地中貯留技術開発 平成17年度成果報告書」、2006

- ・ RITE において、陸域 47 地域（都道府県別）、沿岸海域帯水層 52 地点、海洋隔離想定地点 1 地点に分割し、CO<sub>2</sub> 排出制約：2 ケース、坑井 1 本当たりの CO<sub>2</sub> 圧入可能量：2 ケースの組合せによる、4 つのケースについて、2050 年までのモデル計算を実施した。

(CO<sub>2</sub> 排出制約)

- ケース 1：2050 年の GDP 当たりの CO<sub>2</sub> 排出量：2000 年比 1 / 2
  - ケース 2：2050 年の GDP 当たりの CO<sub>2</sub> 排出量：2000 年比 1 / 3
- (坑井 1 本当たりの年間の CO<sub>2</sub> 圧入可能量)
- ケース A：50 万 t-CO<sub>2</sub>/Year/well
  - ケース B：10 万 t-CO<sub>2</sub>/year/well



## モデルの地域分割

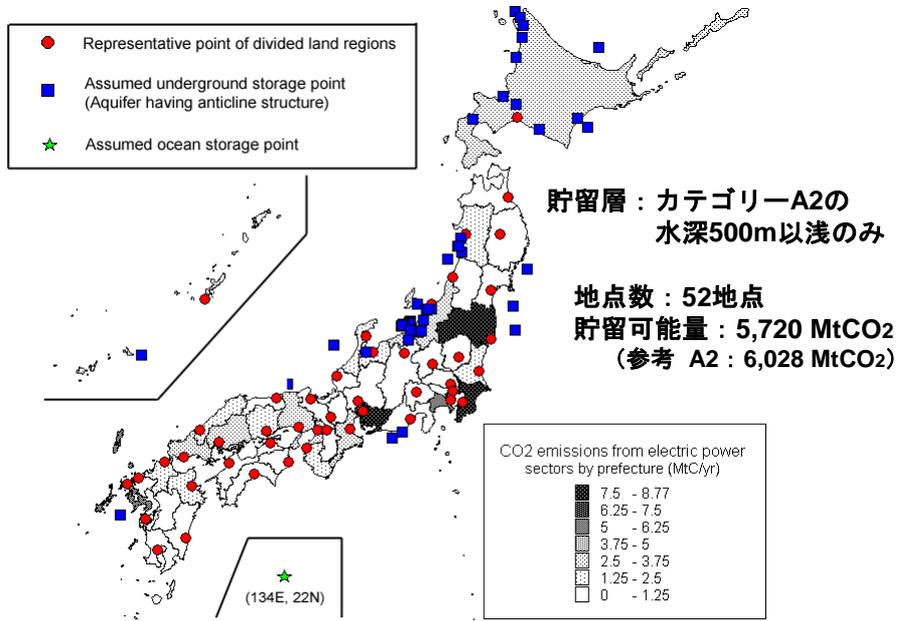


図 2 - 1 7 モデルの地域分割

出展：RITE 資料



## 日本のCO<sub>2</sub>排出量と貯留量推移

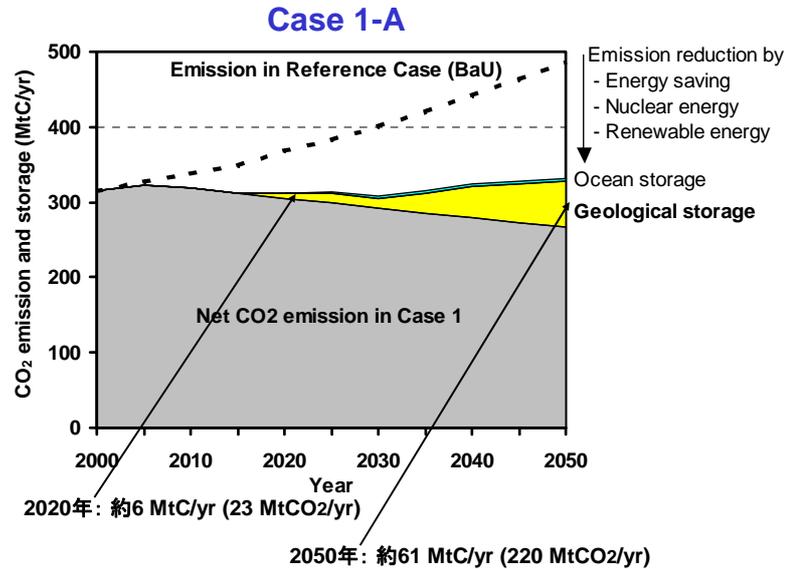


図 2 - 1 8 日本の CO<sub>2</sub> 排出量と貯留量推移

出展：RITE 資料

- この結果、ケース 1 - A では、日本国内の貯留量は、2020 年において約 2300

万 t-CO<sub>2</sub>/Year、2050 年において約 2 億 2000 万 t-CO<sub>2</sub>/year になると試算された（このほとんどを地中貯留が占める）。

- 将来の累積の CO<sub>2</sub> 地中貯留を想定した上記 4 つのケースは、若干の違いはあるものの、2050 年までに、基礎試錘データがある構造的帯水層のポテンシャル（52 億 t-CO<sub>2</sub>）の約半分程度は、2050 年までに経済性を有する可能性があるとしてされている。また、貯留がないケースでは、年とともに CO<sub>2</sub> 限界削減費用が大きく上昇すると試算されている。
- 日本国内で排出削減を進める場合には、排出源と貯留層の位置関係、貯留層の規模を考慮しても、地中貯留技術はコスト効率的なオプションの一つであり、その CO<sub>2</sub> 削減効果も大きい。
- 今後は、より安価に排出削減を実現するために、CO<sub>2</sub> 分離回収技術のコスト低減や、排出源と貯留層のマッチングによる輸送コスト低減のために排出源近傍の貯留層の利用可能性の検討等が重要である。

### （3）本専門委員会における CCS に関する質疑の概要

CCS に関する本専門委員会の委員の質問等に対する発表者の回答のうち、主なものは以下のとおり。

- 今後 60 年から 80 年まで CCS で対応する場合と、最初から CCS 以外の再生可能エネルギーの技術開発に重点を置いた場合との、技術開発の投資と効果についての見解は
  - CCS には急激な濃度上昇のピークシェアリングという役割があると言われてしている。革新的で持続可能な技術への代替が 60 年～80 年先か、それ以降になる場合であっても、結局 CCS は化石燃料がベース。21 世紀中には代替技術が必要ではないかと考える。（赤井グループ長）
- 既存の電力施設から CO<sub>2</sub> を回収する場合と、新設の施設で事前に計画して回収する場合のコストの違いについて
  - 当然、既存の施設からの回収の方が、コストが高い。しかし、発電所の寿命を考えると、既存の施設を利用できなければ大きな削減効果は見込まれないと考える。（赤井グループ長）
- 地中に CO<sub>2</sub> を隔離した後のモニタリングについて

- 技術的にはモニタリングはかなり開発されている。隔離量当りにすればコストが低いという評価もあるが、コスト面がひとつの課題。(赤井グループ長)
- CCSによる自然ハザード(CO<sub>2</sub>の噴出等)のリスクはないのか。
  - 貯留サイトのCO<sub>2</sub>が一気に漏洩して温暖化に寄与する可能性は非常に小さいと考えられる(秋元主任研究員)
- コスト低減の見通しについて。日本の場合、回収したCO<sub>2</sub>を船舶で他国に輸送するしかないのではないかと。
  - 回収コストは技術開発等により低減するが、輸送コストについては低減の余地が小さく、回収地点近傍で貯留するのが最もコストが低い。(秋元主任研究員)
- 排出量取引とCCSの貯留量の関係について
  - 排出量取引がない場合には、先進国内で多くの削減を行う必要があり、特に帯水層貯留が多くなる。排出量取引がある場合には、途上国の比率が増加する。(秋元主任研究員)
- CCSが存在することで、米国が京都議定書を重視しなくなるのではないかと。
  - 米国は石油メジャーを多く抱えており、CCSは受け入れやすい温室効果ガス削減のオプション。(秋元主任研究員)
  - 京都議定書への復帰は不明だが、米国が将来、CCSを有効なカードだと考える可能性はある。(藤野主任研究員)
- 海洋隔離について
  - 国際的には、海洋環境の影響評価の課題だけでなく、海洋隔離を実施しなくても地中貯留で十分という見方もある。今後も海洋隔離の影響調査を実施していくことが重要。(秋元主任研究員)
  - 海洋への隔離と地中への貯留のリスクの比較分析も重要。(赤井グループ長)
- CCSに関し、我が国から途上国への技術移転は可能かと。
  - 日本は、分離化学吸収法の回収技術に関しては世界トップレベル。技術移転で貢献できる可能性はある。(秋元主任研究員)

- 中国、インドでは CCS のポテンシャルが大きいので、日本の技術が貢献する可能性がある。ただし、日本としては、CCS だけではなく、再生可能エネルギーや省エネ技術のオプションも持っておく必要がある。(藤野主任研究員)
- CCS に関する国際的なガイドラインが必要ではないか。
  - IPCC の 2006 年インベントリ・ガイドラインにおいて、CCS が正式な排出削減技術として認定される予定。この他、CDM など視野に入れたプロジェクトごとの排出削減の算定方法についても議論が行われている。(赤井グループ長)
- CCS が将来の国際制度に与える影響は大きい。非常に大きなポテンシャルがある代わりに、立地制約やコスト等の問題もある。CCS 技術について社会とのコミュニケーションをしっかりとしないと、再生可能エネルギーや省エネルギー技術の開発普及の努力が後退するのではないか。
  - 社会と、しっかりとコミュニケーションを図っていくことは重要。(秋元主任研究員)
  - CCS が必要な社会かどうかを判断するのは国民である。そのための技術の組合せを提案しておくことが重要。(藤野主任研究員)
  - CCS のパブリック・アクセスタンスは不可欠。技術の本質を正しく伝えることが重要。(赤井グループ長)
- 日本として CCS はどのような位置付けを持つのか考えることが重要。化石燃料を外から依存していることも考慮すべき。
  - CCS 技術だけを追求するのではなく、再生可能エネルギーや省エネルギー技術とバランスを取ることが重要(秋元主任研究員)
  - 石炭を使い続けても CCS を行えば、確かに CO<sub>2</sub> 排出はほとんどなくなるが、仮に世界で大規模にやってしまうと石炭でさえ今世紀中に今の確認埋蔵量はピークを打ってしまう可能性があり、現実的ではない。ただし、天然ガス中の不純物としての CO<sub>2</sub> を大気放出せずに分離回収し隔離する事業のように、産業プロセスの中で実施でき追加コストが小さな場合については、早期に実施しても良いのでは。(赤井グループ長)
- CCS 技術の特許の取得状況について
  - 回収技術に関しては、日本の企業が取得した例がある。ただし、回収技

術には様々な種類があり、一つの特許に縛られることはない。(秋元主任研究員)

- ・ 米国の排出量取引制度の与える影響は
  - ▶ 排出量取引制度は CCS 実施のインセンティブとして働く可能性はあるが、米国においては、まずは石油増進回収 (EOR) の推進というコ・ベネフィットが CCS のインセンティブとして働くと予想される。(秋元主任研究員)
  - ▶ 米国内でも石油依存のライフスタイルを見直す動きがあることは注目される。(藤野主任研究員)

### 3. CCS に関する最近の国際動向 (国際ワークショップの結果)

○2006 年 5 月にドイツ・ボンにおいて開催された、気候変動枠組条約第 24 回補助機関会合 (SB24) 開期中に、CCS に関するワークショップ及び CDM による CCS に関するワークショップが開催された。

#### (1) 二酸化炭素回収貯留 (CCS) に関するワークショップ (2006 年 5 月 20 日)

- ・ 本ワークショップは、IPCC 特別報告書の概要や数々の経験・教訓を通じて、CCS に関する理解を深めることを目的として開催され、IPCC やプロジェクト関係者、NGO 等から発表が行われた。
- ・ 発表は、総勢 20 名のパネリストにより、7つのテーマ (①CCS 技術の概要、②実証・パイロットプロジェクトからの経験、③NGO の CCS 展望、④CCS 技術の開発・普及、⑤キャパシティビルディング、⑥インベントリ、規制・法的側面、⑦CCS のリスク) について発表が行われた。
- ・ アメリカやオーストラリアは、個々の CCS 技術は既に確立されていること、適切な貯留サイトを選定すればリーケージを防ぐことができること等の主張を行った。
- ・ Statoil 社 (ノルウェー) や BP 社 (イギリス) 等のオイルメジャーは、それぞれの実証・パイロットプロジェクトの紹介を行うとともに、コストの削減や法的側面、経済インセンティブ、社会の理解等が今後の課題であると指摘した。
- ・ 一部 NGO (Greenpeace) は、CCS は排出削減の緊急性に答えるものではなく、

再生可能エネルギーの推進が重要であると主張した。

- ・ 今後、本ワークショップを受け、SBSTA25 で検討するための報告書が作成されることとなった。

## (2) 二酸化炭素回収貯留 (CCS) による CDM に関するワークショップ (2006 年 5 月 22 日)

- ・ 本ワークショップは、CCS を CDM プロジェクト活動として含めることについて議論することを目的として開催され、特にプロジェクトバウンダリー、リーケージ、永続性の観点から議論が行われた。本ワークショップに先立ち、締約国からの意見書及びパブリックコメントが事務局に寄せられた。
- ・ 先進国政府 (EU、カナダ、ノルウェー) は、CDM の基本的な原則 (バウンダリー、リーケージ、永続性等) に整合する限りにおいて認めるべき、CDM を通じて CCS の技術を展開していくことは不可欠である、地中貯留は CDM として有望な選択肢である等、CCS-CDM に対して肯定的な主張を行った。
- ・ 日本は、まずは現行の CDM の排出削減プロジェクトに適用される様式・手続きの下で技術的な検討を行うべきと主張した。
- ・ サウジアラビアは、CCS-CDM を強く支持、カタールも CDM として認めるべきであると主張した。
- ・ 一方、ブラジルやバングラデシュは、バウンダリー、リーケージ、永続性等について慎重な検討が必要であること、CCS についての知識と理解が欠落していることから、CCS を CDM として認めることについて慎重な姿勢を示した。
- ・ NGO からは、CCS-CDM について賛否両論あったが、海洋隔離は環境上のリスクがあるため CCS は地中貯留のみに限定すべき、非永続性に対処するために期限付きのクレジットを発行すべき、非永続性への対処はサイトの操業者に責任を負わせるべき、永続性は重要な問題であるが適切なサイトに貯留された CO<sub>2</sub> の保有率は 1000 年以上経っても 99% である、等の主張があった。