

# 研究企画グループ

## 革新的環境技術の動向と課題

### 1. はじめに

地球温暖化を防止する為に CO<sub>2</sub> 排出量の大幅な削減が求められている。2010 年に国際エネルギー機関 (IEA) が発表した「エネルギー技術展望 2010」<sup>1)</sup> によると、2050 年に世界の CO<sub>2</sub> 排出量を 2005 年比で 50% とするためには、2050 年時点の CO<sub>2</sub> 排出量を 14Gt/年とする必要がある。新興国の経済成長等を見込むと、自然体ケースに対して 43Gt/年の CO<sub>2</sub> を削減しなければならないことになる (図 1)。このような大幅な CO<sub>2</sub> 削減は複数の手段を組み合わせなければ達成できない。ここで注目されているのが、CO<sub>2</sub> の回収・貯留 (CCS) やバイオマス利用などの革新的な CO<sub>2</sub> 削減技術である。CO<sub>2</sub> 削減技術のコストを図 2 に示す。両技術はともに比較的成本の安い CO<sub>2</sub> 削減技術であり、また風力発電や太陽電池とは異なり、出力変動について心配する必要がない。

本稿では RITE の各研究グループにおける研究活動の紹介に先んじて、RITE の中心的な研究課題である CCS とバイ

オマス利用技術の動向と課題について概観する。なお、本稿の一部は独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) からの委託事業「ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト・ゼロエミッション石炭火力ターナルシステム調査研究」の成果である。

### 2. CCS の動向と課題

#### 2.1 CCS のプロジェクト動向と今後の課題

グローバル CCS インスティテュート (GCCSI) が発表した "The Global Status of CCS: 2011"<sup>2)</sup> には、各国の CCS プロジェクトの最新動向がまとめられている。ここでは、プロジェクトを進行度に合わせて、Identify、Evaluate、Define、Execute、Operate、Closure の 6 つに分類して表示している。最初の Identify はサイトのスクリーニング段階、Evaluate はサイト評価とプレ FS 段階、Define は絞り込まれた候補地における詳細なサイト調査と FS の実施段階、Execute はプロジェクトの実施・圧入設備の建設段階、

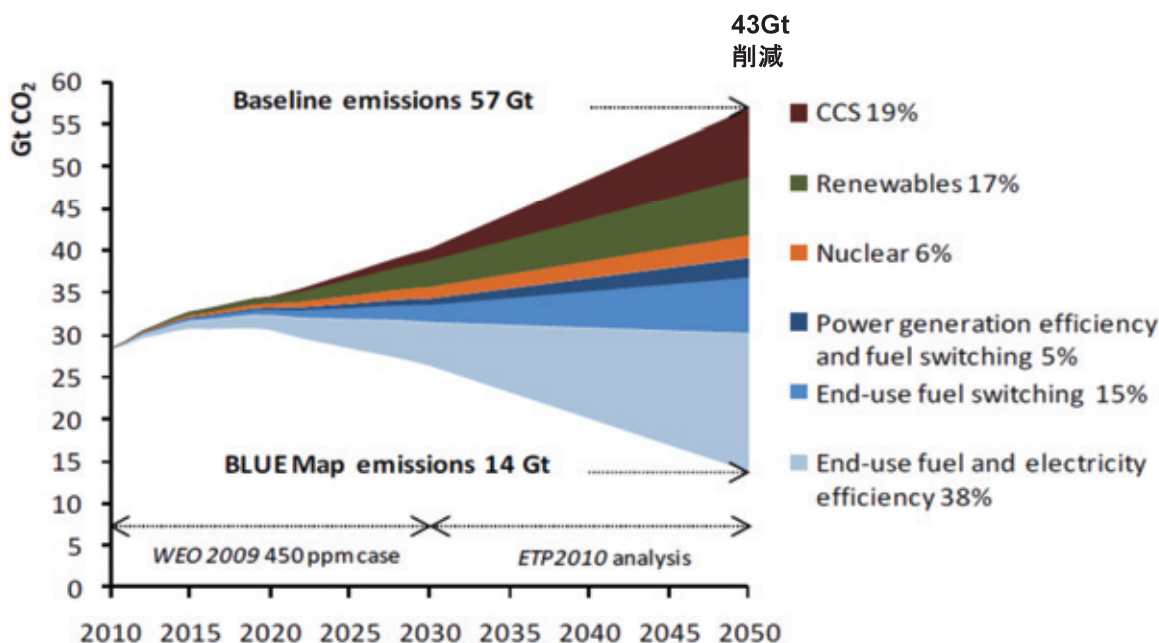


図 1 温暖化対策における各技術の貢献  
(出典：IEA「エネルギー技術展望 2010」)

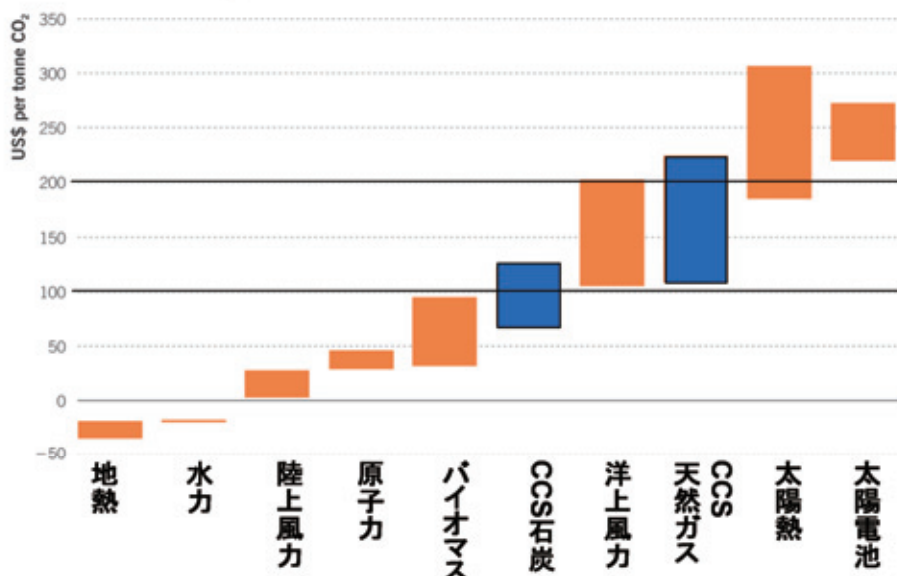


図2 CO<sub>2</sub>削減技術のコスト  
(出典：GCCSI “The Global Status of CCS:2011”)

そして Operate で運転開始である。最後の Closure は圧入が終了し、廃坑となる段階である。このGCCSIのプロジェクトリストを基に、プロジェクトの開始年とCO<sub>2</sub>年間処理量を、排出源・回収技術別(図3)および貯留層・貯留技術別(図4)に再整理した。このように表示することによって、技術動向の把握が容易となる。

まず、CO<sub>2</sub>回収技術であるが、2011年段階で運転中のプロジェクトの排出源は天然ガス生産が主であり、石炭等からの合成ガス製造や発電所のCCSプロジェクトは2014年からようやくスタートする。このときの、発電所からの回収でみると、初期は燃焼後回収(Post)と燃焼前回収(Pre)が均衡しているが、次第にPreが多くなっていく。酸素燃焼(Oxy)は比較的少ない。合成ガス製造のプロジェクトも含めると、燃焼前回収の占める割合が大きいことがわかる。

次に貯留技術を分析する。貯留プロジェクトの大部分は石油増進回収(EOR)である。Sleipner、Snohvit、およびIn Salahといった塩水層貯留のプロジェクトが有名であるが量的には小さい。2014年から開始される合成ガス製造や発電所のCCSプロジェクトも、一部の例外を除き貯留先はEORである。枯渇ガス田や塩水層への貯留プロ

ジェクトは2015年頃から出現し、以降、次第にその割合が増えていく。

プロジェクト動向は環境によって大きく影響される。初期のCCSプロジェクトは前述のように天然ガス生産—EORであるが、これは天然ガス生産では生産プロセスの中にCO<sub>2</sub>回収が含まれるので新たな回収工程を持つ必要がなくCO<sub>2</sub>の処理コストが小さいこと、さらにEORによって増油収入が得られるため、炭素価格や政府の補助という要素がなくとも自立できる可能性が大きいことによる。2014年からは炭素価格の安定や政府の補助を念頭に発電所等からのCCSプロジェクトが計画されている。しかし、現状では各国においてCO<sub>2</sub>削減政策は確立されておらず、炭素価格も低迷し、財政危機から国の補助も不透明な状況になっている。最近、英国Longannetプロジェクトの中止が報道されたが、このようなケースは今後も起こり得る。CO<sub>2</sub>削減のための世界規模での政策の確立が望まれる。CCSを安定的に進めるためには、十分にタイミングのよい、かつ安定した政策のサポート(インセンティブ、法規制体系など)、コスト、消費エネルギー、リスク低減のための技術開発、早い段階からの、Community Engagementの3つが必要である。

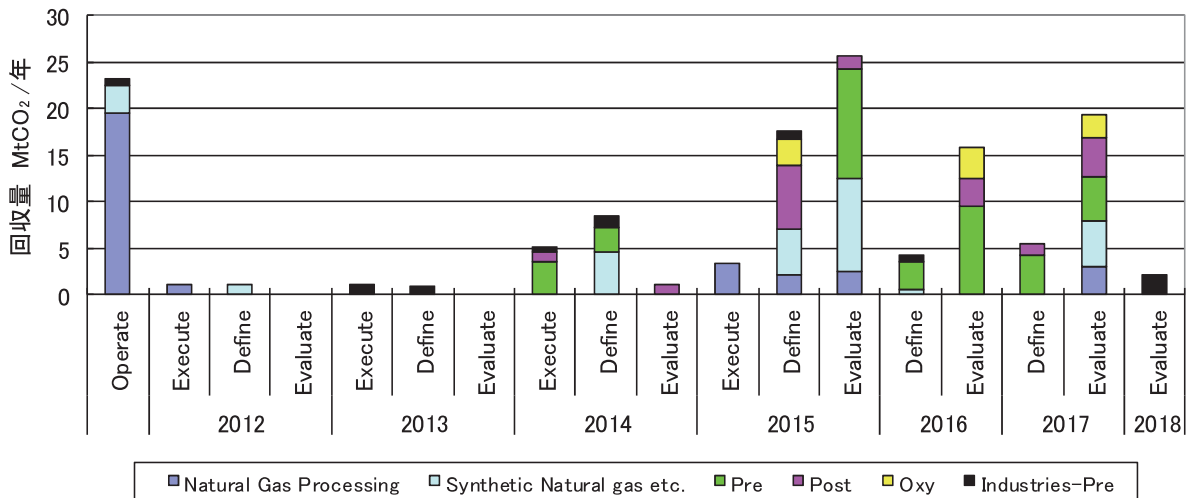


図3 プロジェクト動向（排出源・回収技術別分類）

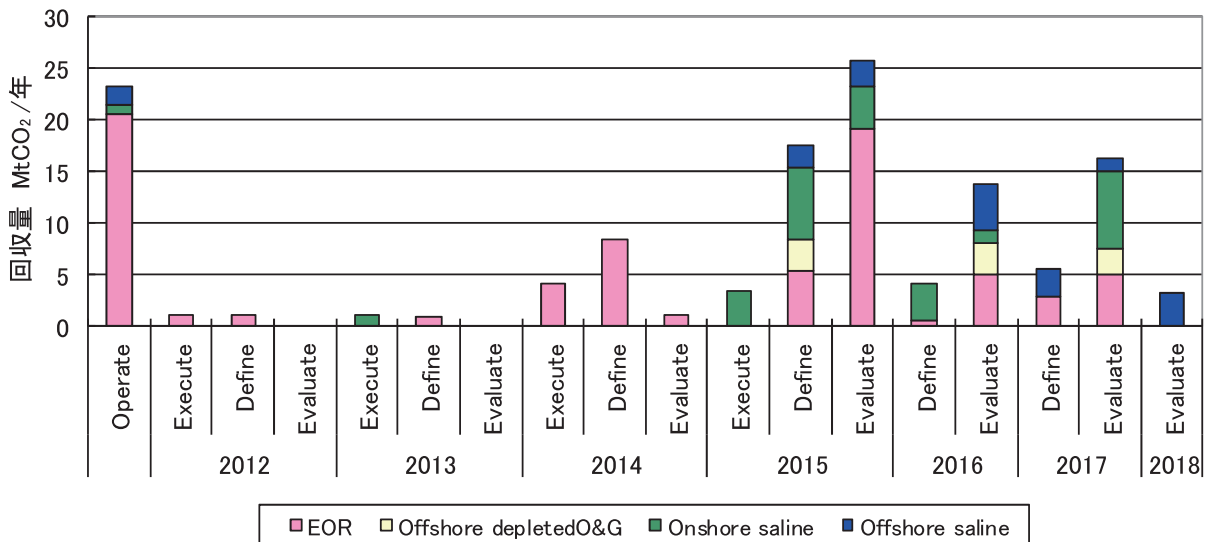


図4 プロジェクト動向（貯留サイト・技術別分類）

## 2.2 CCSのISO化

CCSの普及には、その国際標準化も重要である。CO<sub>2</sub>の回収においては、燃焼後回収、燃焼前回収、および酸素燃焼と3つの方法があり、またそれぞれの中においても、吸収法、吸着法、膜分離法など様々の分離技術がある。CCSの実施を考えている排出源に適する回収技術を選択するためには、技術比較が必要であるが、現状ではまだ共通の言葉がない。また、地中貯留においては、どのように安全にCO<sub>2</sub>を貯留していくのか、さらに貯留量をどのようにカウントするのかについての標準的な手順が定められていな

い。これらを国際標準化することによって、安全性を保証するとともに、CO<sub>2</sub>削減手段としてより明確に有効性を主張できるようになり、CCSの実施を促進させることができる。

このような目的で、昨年、カナダからCCSのISO化のために、新技術委員会（TC）を設置することが提案され、各国の投票の結果、10月に開催されたTMB（Technical Management Board）において、次の様なTCの設立が決定された。

- 番号：ISO/TC 265

- 仮名称：炭素回収と貯留 Carbon capture and storage (CCS)
- 仮スコープ：CCS 分野における材料、装置、環境計画、管理、リスク管理、定量化と検証（Quantification and Verification）および関連事項の標準化。ISO/TC67 でカバーされる掘削、生産、パイプライン輸送の装置および材料を除く。
- 中央事務局を SCC（カナダ）に置く
- メンバー（2011 年 10 月時点）：
  - ◆ P-メンバー：オーストラリア、カナダ、中国、フランス、ドイツ、イタリア、日本、韓国、オランダ、ノルウェー、南アフリカ、スイス、英国
  - ◆ メンバー：アルゼンチン、ブラジル、チェコ、エジプト、フィンランド、インド、イラン、ニュージーランド、セルビア、スペイン、スウェーデン、米国
 ただし、名称およびスコープは仮であり、TMB の決議から 18 ヶ月以内にこれらを決定するとともに、ビジネス

プランをまとめ、TMB に提出することになっている。

なお、TC の新設に伴い、国内に国内審議委員会を設置し、議論を行うことになるが、その事務局（国内審議団体）を RITE が日本工業標準調査会（JISC）から 2011 年 12 月 28 日付けで委託されており、CCS の ISO 化に関する作業を開始している。

### 3. バイオマス利用の動向

バイオマス利用の動向については、2011 年に発表された IPCC の再生可能エネルギー特別報告書<sup>3)</sup> に詳しい。図 5 は輸送分野におけるバイオエネルギー使用時のライフサイクル CO<sub>2</sub> 排出量を従来の化石燃料使用時と比較したものである。多くの場合、バイオエネルギーを使用すると化石燃料使用時に比べて CO<sub>2</sub> 削減が可能となる。一方、食料と競合しないという観点からリグノセルロースの利用が注目を集めている。

図 6 には IEA の 2050 年 50% 削減シナリオを達成する

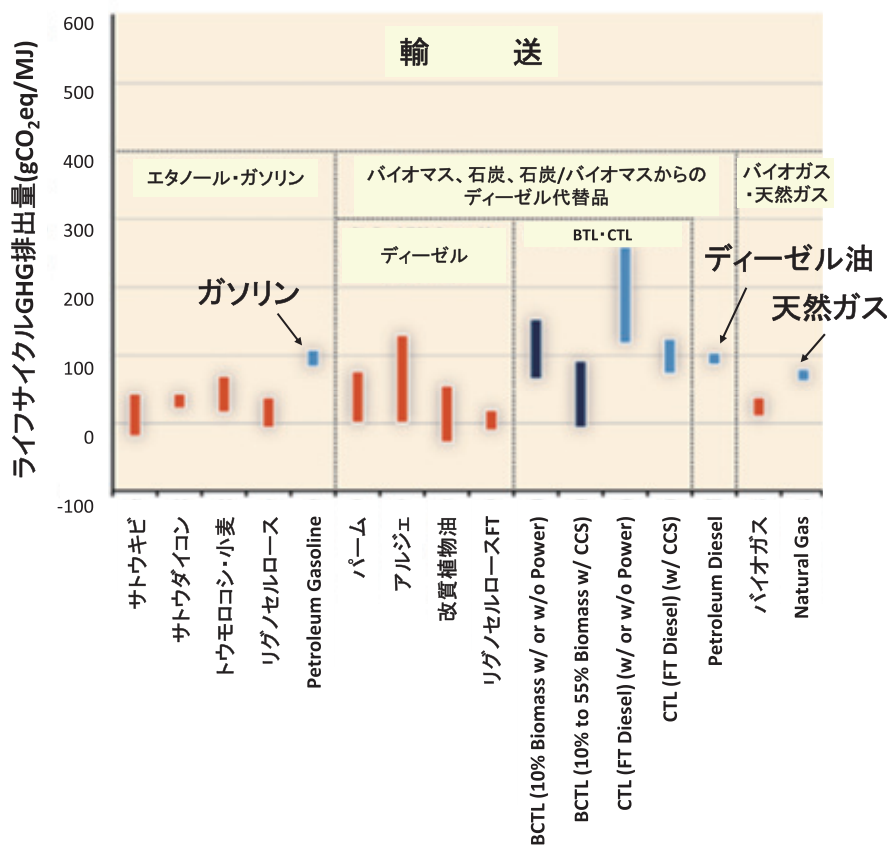
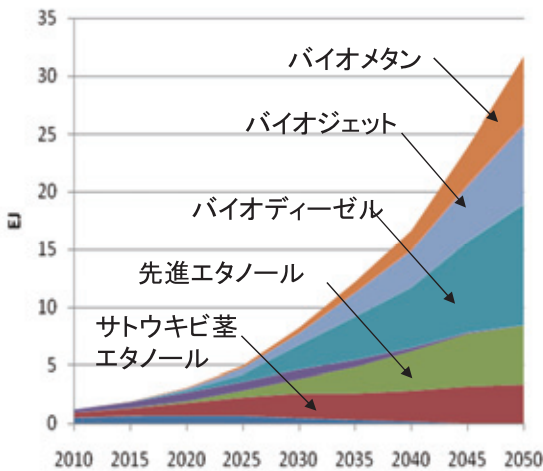


図 5 輸送燃料のライフサイクル CO<sub>2</sub> 排出量 (出典：IPCC SRREN 2011)

(EJ=10<sup>18</sup>J)



【ブルーマップシナリオのバイオ燃料需要】

技術改善のマイルストーン	期限
セルロースエタノールやBTL、水素化植物油、バイオ合成ガスの商業規模生産の実証。	2010-2015
化石燃料に対してライフサイクルGHG排出の50%を超える削減を達成	2015-2020
藻類由来のバイオ燃料や他の革新的バイオ燃料の経済的にフィージブルな生産の実証	2020-2030
革新的バイオリファイナリーコンセプトの中でのバイオ燃料生産の統合	2015-2025

図6 バイオマス燃料のロードマップ  
(出典：IEA バイオ燃料ロードマップ 2011)

ための、バイオ燃料のロードマップを示す<sup>4)</sup>。今後は先進的なエタノール製造やBTLの開発が中心となる。また、利用分野としては、他の技術で置き換えにくい航空機燃料向けが重要な位置を占めるであろう。

バイオ燃料の課題は原料バイオマスの入手、プロセスの生産性向上、およびコストダウンである。先のロードマップは、2010-2015年ごろにセルロースエタノール、BTL、合成ガスの商業規模生産の実証を進め、さらに2020-2030年頃には、藻類由来のバイオ燃料や他の革新的バイオ燃料の経済的にフィージブルな生産の実証を行う事を目標にしている。

#### 4. まとめ

2011年末の時点では、福島原発事故を受けての原子力の低迷、シェールガスの躍進、再生可能エネルギーの発展の姿が見えている。一方、ユーロ危機を初めとして経済情勢は芳しくなく、CCSの展開にブレーキがかかっているようにも見える。我が国は本年夏に向けて、エネルギーベストミックスを明らかにする予定である。また、国連気候変動枠組条約第17回締約国会合(COP17)において、日本は京都議定書の第二約束期間には参加せず、独自のCO<sub>2</sub>

の排出削減努力は続けていくことが決まった。今後のエネルギーや経済の姿を見通すことはなかなか容易ではないが、この中で間違いのないのは技術開発である。ここで述べた様な革新的環境技術の開発と実用化をできる限り早急に実施することが求められている。

#### 引用文献

1. IEA, "Energy Technology Perspective 2010" (2010)
2. GCCSI, "The Global Status of CCS: 2011" (2011)
3. IPCC, "Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation" (2011)
4. IEA, "Technology Roadmap, Biofuels for Transport" (2011)