

革新的 CO₂ 削減技術の動向と課題

(財) 地球環境産業技術研究機構
東京分室長・研究企画グループ
サブリーダー
高木 正人

1. はじめに

地球温暖化を防止する為に CO₂ 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」¹⁾ によると、2050 年に世界の CO₂ 排出量を 2005 年比で 50% とするためには、2050 年時点の CO₂ 排出量を 14 Gt/年とする必要があり、これは新興国の経済成長等を見込むと、自然体ケースに対して 43 Gt/年の CO₂ 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 CO₂ 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、CO₂ の回収・貯留 (CCS) やバイオマス利用などの革新的な CO₂ 削減技術である。CO₂ 削減技術のコストを図 2 に示すが、両技術はともに比較的成本の安い CO₂ 削減技術であり、また風力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。

本講演では本技術の動向について解説するとともに、東日本大震災や福島原発事故さらにユーロ圏の経済危機など、様々な不安定要素を抱える 2011 年秋の時点での課題について考えてみたい。なお、本講演の一部に独立行政法人 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トータルシステム調査研究」の成果を使用した。

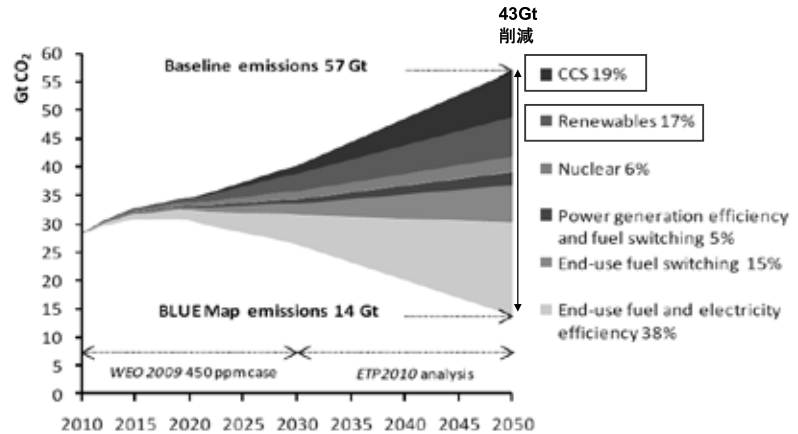


図 1. 温暖化対策における各技術の貢献

(出典：IEA「エネルギー技術展望 2010」)

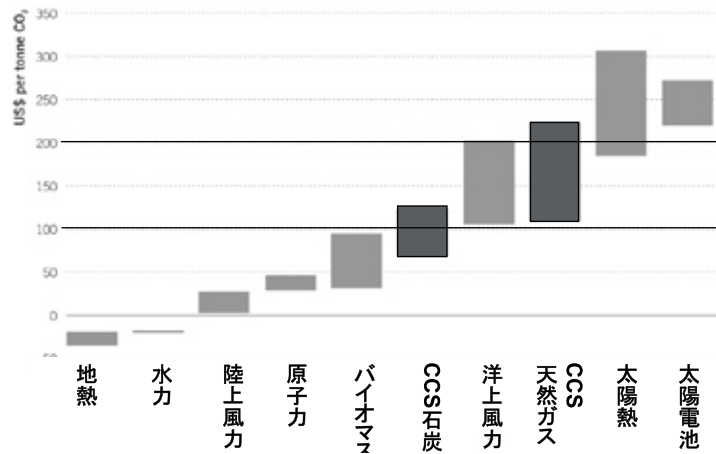


図 2. CO₂ 削減技術のコスト

(出典：GCCSI “The Global Status of CCS:2011)

2. CCS の動向と課題

GCCSI が発表した “The Global Status of CCS: 2011”²⁾ には、各国の CCS プロジェクトの動向がまとめられている。プロジェクトは Identify → Evaluate → Define → Execute → Operate → Closure の順に進行するとして、プロジェクトがどの段階にあるかも示されている。ここで、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 は候補を絞り込み、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、そして Operate で運転開始である。この GCCSI のリストを基に、経年別の CO₂ 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）に分類して示した。

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、貯留先の大部分は石油増進回収（EOR）である。Sleipner、Snohvit、および In Salha の塩水層貯留が有名であるが量的には小さい。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 年からスタートするが、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 PJ は 2015 年頃から出現し、以降割合が増える。2014 年以降の発電所からの回収技術でみると、酸素燃焼（Oxy）は少なく、最初は燃焼後回収（Post）と燃焼前回収（Pre）が均衡するが、次第に Pre が多くなる。合成ガス製造のプロジェクトも含めると、燃焼前回収の使用が多い。

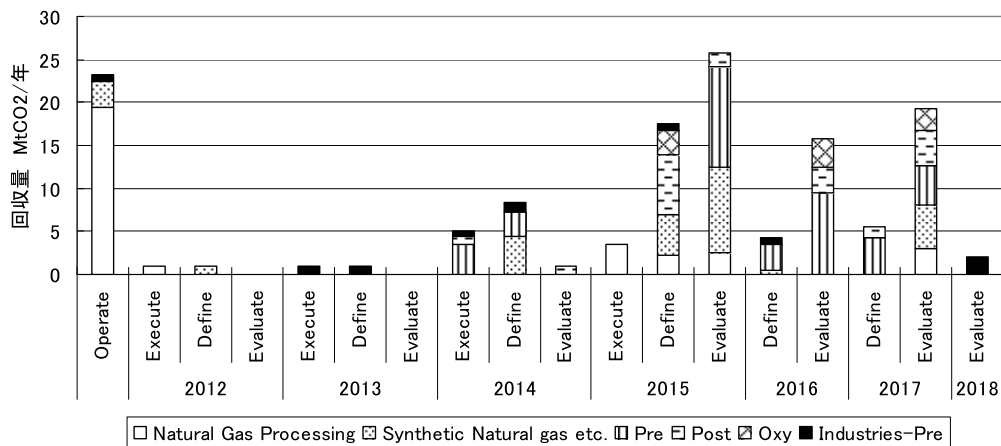


図 3. プロジェクト動向（排出源・回収技術別分類）

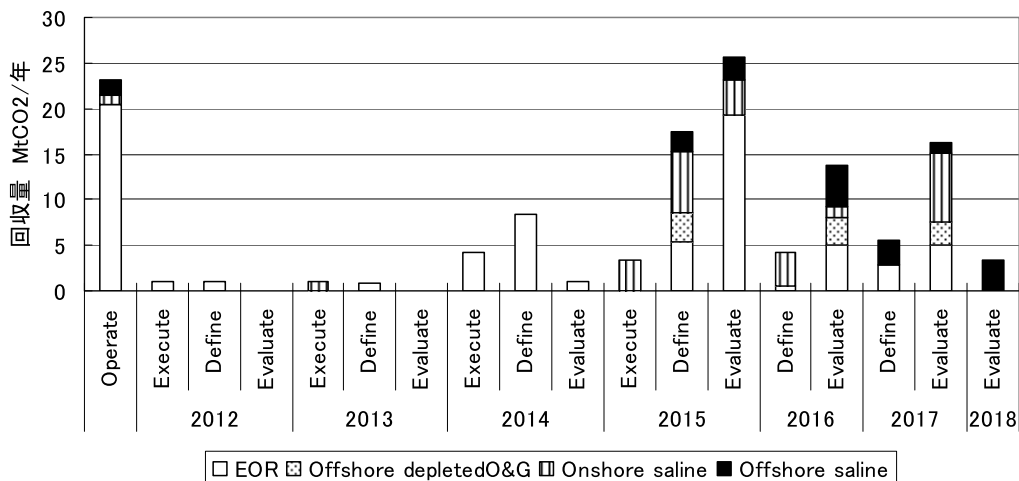


図 4. プロジェクト動向（貯留サイト・技術別分類）

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 の構図であるが、これは天然ガス生産では生産プロセスの中に CO₂ 回収が含まれるので新たな回収工程を持つ必要がなく CO₂ 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ためである。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 CO₂ 削減政策は確立されておらず、炭素価格も低迷、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。CO₂ 削減のための世界規模での政策の確立が望まれる。

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³⁾ 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 CO₂ 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、化石燃料使用時に比べて CO₂ 削減効果を示す。一方、食料と競合しないという観点からは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ための、バイオ燃料の展開ロードマップを示す⁴⁾。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、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、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 から 2030 年頃にリグノセルロースからのエタノール、BTL ディーゼル等の先進的なバイオ燃料プロセスによって 1 米ドル/リットルのコストで 50% の CO₂ 排出削減を可能にするという目標を示している。

4. まとめ

2011 年秋の時点では、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。CO₂ の排出削減も含めて、今後のエネルギーの姿はどうか？ エネルギー・環境政策や国際交渉の如何によってもその姿は大きく異なるであろう。地球温暖化は、その問題の大きさは認識しても、その進行が地球規模かつ緩慢であり、さらに、その対策がともすると経済発展にブレーキをかける作用をすることから、なかなか解決への道筋が見えない。間違いないのは技術開発であり、ここで述べた様な革新的環境技術の開発と実用化が一層求められている。

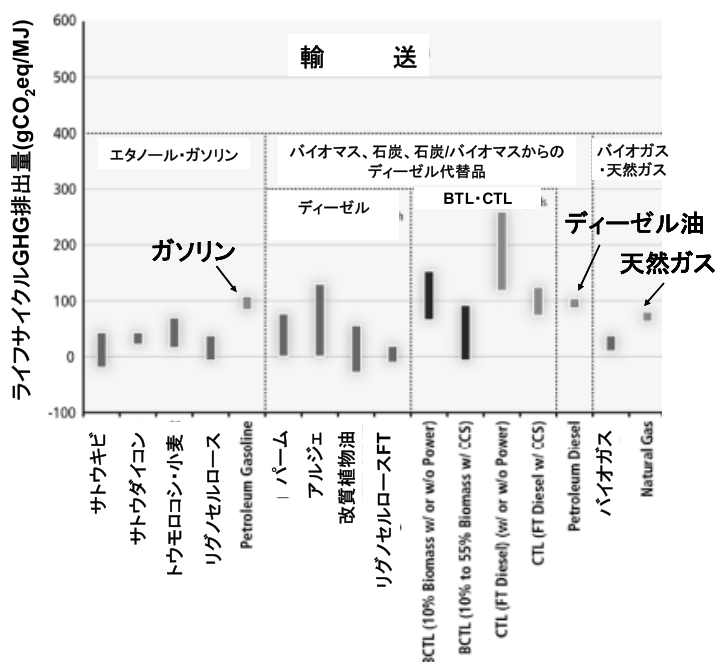
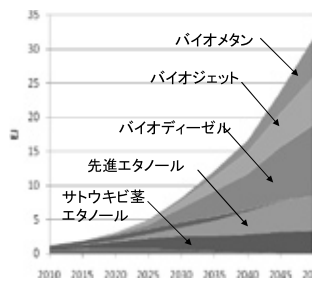


図5. 輸送燃料のライフサイクル CO₂ 排出量 (出典：IPCC SRREN 2011)

(EJ=10¹⁸J)



【ブルーマップシナリオのバイオ燃料需要】

(注) Lge: ガソリン相当リットル

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)

技術改善のマイルストーン	期限
1. セルロースエタノールやBTL、バイオ合成ガス商業規模生産の実証。	2015
2. 藻由来のディーゼル燃料や熱分解油からのHVO (Hydrogenated Vegetable Oil)の商業実証	2015-2020
3. 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するために従来型バイオ燃料システムを改良	2015-2020
4. 商業的に有効な熱分解およびガス化の実証	2015-2020
5. 商業規模生産プラントでのCCS付きバイオ燃料	2015-2020
6. 1米ドル/Lge以下で50%GHG削減できるリグノセルロースエタノール、BTLディーゼル、藻バイオ燃料の生産、および/または他の先進的バイオ燃料プロセス	2020-2030

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 Biofuel for Transport”(2011)