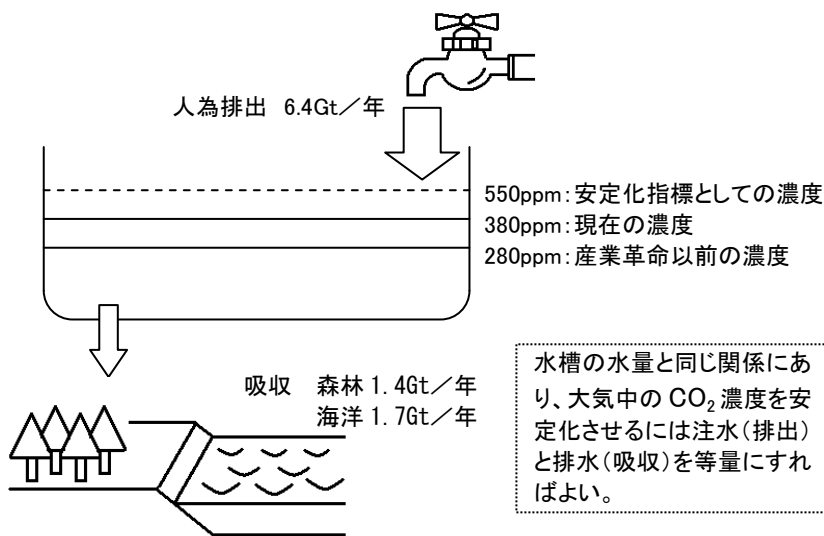


気候変動問題と革新的技術

— CCS (炭素回収・貯留) 技術を題材に —

京都大学公共政策大学院修士課程

濱野 裕治



1. 気候変動問題と炭素収支

気候変動問題を解決するブレークスルーは存在するのでしょうか? ここでは現在利用可能な範囲の技術を紹介することで、気候変動問題の解決可能性を考えてみたいと思います。

気候変動問題を解決する上でまず必要なことは、現在空気中に排出されている温室効果ガス(GHG)と吸収されているGHGを等量にすることです。主要なGHGである二酸化炭素は毎年6.3Gtのペースで空気中に放出され、その大部分は化石燃料の消費によるものです。一方自然界の働きで吸収される量は毎年3.1Gt(森林1.4Gt+海洋1.7Gt)ですので、大まかに言うと自然界の吸収できる倍のペースでCO₂が排出されていることになります。このうちほとんどが人為起源ですから、このまま何の対策も採らなければ排出は増大し、2100年ごろには20Gt/年の排出になるという試算もあります。

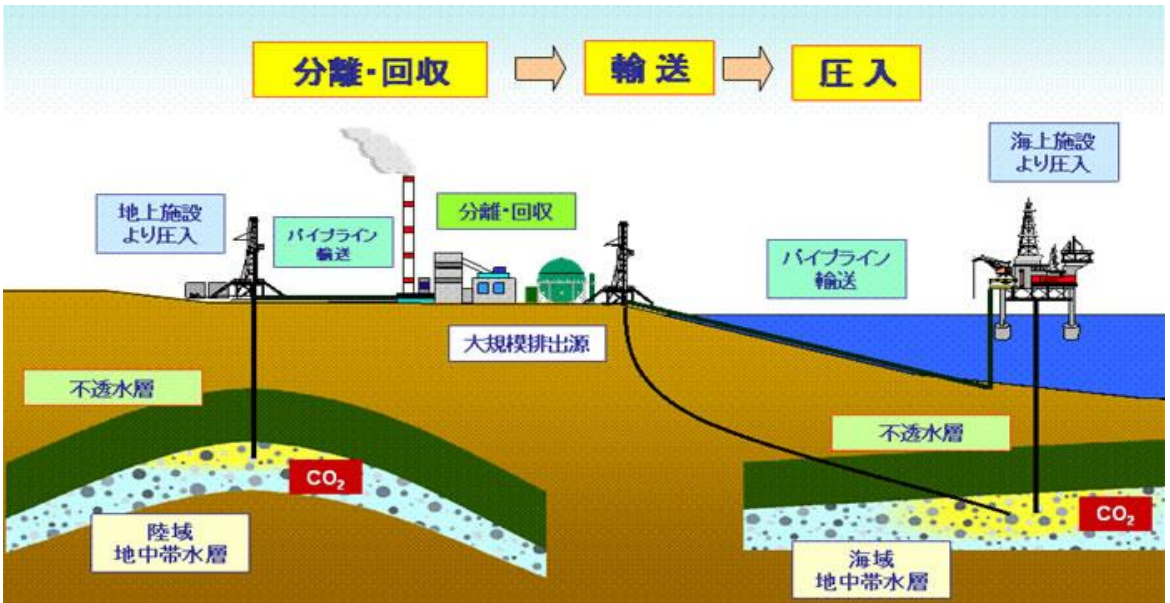
ただ、現在人為起源のGHG排出が多いといっても、地球上に60億人以上が活動しているわ

けですから、GHGを排出しない「カーボンフリー」の社会にすぐに転換できるわけではありません。科学技術が進展するにも、社会構造が転換するにも、数年から数十年スパンの移行期間が必要となるわけです。ここでは、GHG特にCO₂に焦点を当てて、「社会構造の大転換が不要で」「早期で導入が可能な」「大幅なCO₂削減が可能で」「技術的にも早晚導入可能になる」技術を考えてみたいと思います。

2. CCS技術の概要

CCS(Carbon Capture and Storage)とは二酸化炭素の分離・回収・貯留のことを指し、近年温暖化対策の有効な切り札になるのではないかと期待されている技術です。平たく言えば、「何かを燃やした際に出る二酸化炭素を、空气中に逃げる前に回収して地中や海中に埋めてしまおう」という技術です。現在、世界のエネルギーのうち80%が化石燃料に依存しているわけですから、不都合なCO₂だけを封じ込めれば化石燃料を使い続けても温暖化を緩和することができますという有望な方法です。ただ、化石燃料は有限ですから、CCSがエネルギー問題の解決

一世界で消費される一次エネルギーは、石油が35%、天然ガス21%、石炭25%と、化石燃料だけで約8割を占めています。



出典：財（地球環境産業技術研究機構）RIETE
<http://cgsdb.riete.jp/about/index.php>

になるわけではありません。本稿ではCCSの技術を紹介し、その問題点と将来性を考えてみたいと思います。

3. CCS技術のメカニズム

〈分離・回収(Capture)〉

CO₂が排出される現場を押さえるわけですので、自動車に分離・回収の装置をつけても良いのですが、よりCO₂が大量に排出されている工場等で捕捉したほうが効率的です。したがって、火力発電所や製鉄所で排出するガスが対象になります。世界のCO₂直接排出量のうち発電所が全体の4分の1を占めています。煙突からCO₂を豊富に含んだガスが大気中に放出される前に、CO₂を吸着する溶液（アミン溶液等）を噴霧し、溶液を回収して高温で熱し、CO₂のみを分離・回収します。

〈輸送・圧入(Storage)〉

分離・回収されたCO₂は高圧がかけられたまま、パイプラインやタンクローリーで運ばれ、圧入井と呼ばれる井戸から、地中へ押し込まれます。地下1000メートル程の塩水帯水層に注入すれば、その上部に液体も気体も通さないキャップロック層があるので、理論上はCO₂を漏れ出させることなく封じ込めること

ができます。地下深部に閉じ込めるだけでなく、海中に直接CO₂を溶かし込む方法も検討されています。

4. CCS技術の抱える問題点

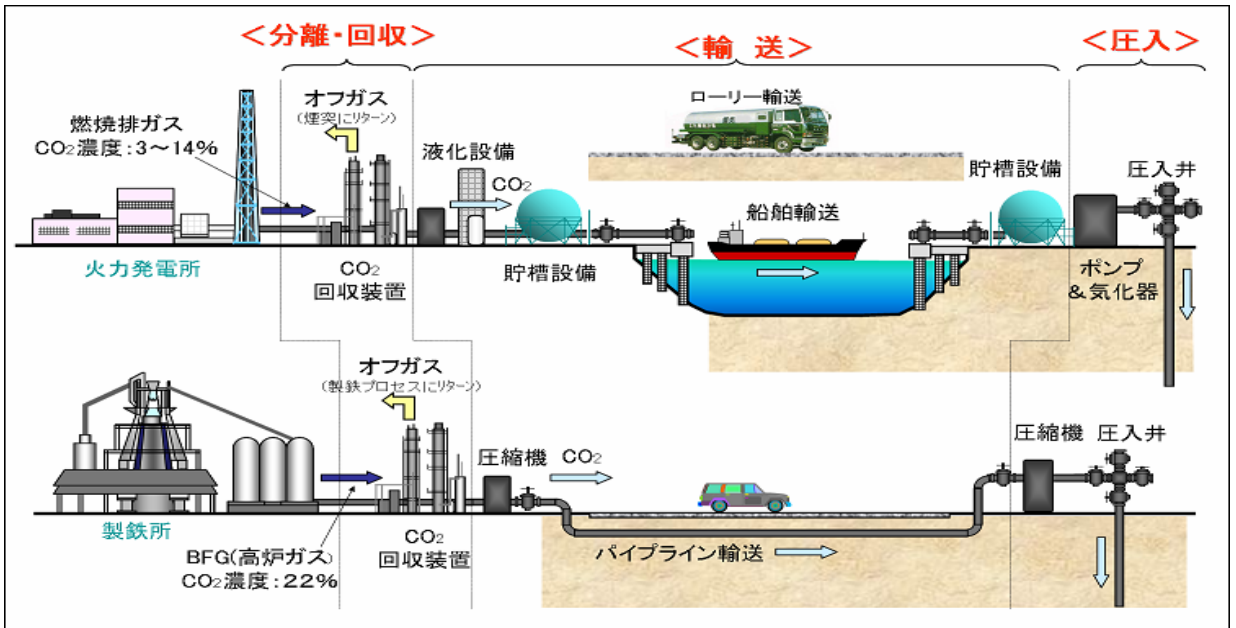
CCS技術は、既存のエネルギー社会に大幅な構造転換を起すことなくGHG削減を図れる、夢のような技術に見えますが、問題点も多く存在しています。

〈経済性〉

現状の技術でCO₂を分離・回収・貯留する場合、CO₂1トンあたり7,000円～1万5,000円程度かかるものと試算されています。ヨーロッパの排出量取引市場(EU・ETS)の炭素スポット価格が最高でも1トンあたり4,000円程度であったことを考えると、まだ“高い技術”と言えるでしょう。

CCS技術を電力・鉄鋼分野で導入した場合、どれほどの価格転嫁が起きるのかを試算してみます。電力価格の場合、石炭火力発電にCCS技術を導入すると1kWhあたり1.5円程度の単価上昇となります。これは電力単価の1割程度の上乗せになります。鉄鋼の場合

² (財)地球環境産業技術研究機構(RIETE)による
 2006年4月時点で30€/tCO₂、当時の対円ユーロレートは140円。その後2007年に入ってから炭素価格が1€/tCO₂を下回るほどにまで下落している。



は、鋼材1トンの平均価格が10万円前後ですので、製造に約1.7トンのCO₂を排出するため、CCS技術を安く見積もっても1トンあたり1.2万円弱の追加支出(1割強の価格上昇)となり得ます。電力も鋼材も産業を支える基礎的な財ですから、この値上げが産業・家計に及ぼす影響は大変大きいでしょう。

〈資源枯渇〉

回収・分離にはエネルギーがかかり、その口は石炭火力発電所で27~37%といわれています。石炭の可採年数は150年程度と考えられますが、今後石炭の消費とCCSがセットにされた場合、可採年数が数十年短くなってしまいます。したがって、そもそも有限な天然資源の枯渇を早めてしまう恐れがあるのです。

〈貯留ポテンシャル〉

日本における貯留候補地はあまり多くありません。生産の停止した油田・ガス田に注入する方がコスト面でも望ましいため、サウジアラビアやシベリアなどでは比較的ポテンシャルは高いといえますが、人口が集中して

アメリカで検討されているFutureGenプロジェクトでは、CCSと同時に石炭ガス化複合発電を導入することで、エネルギー供給コストの上昇を10%以下に抑えることが検討されている。

世界全体の候補地のポテンシャルを累計すると、世界のCO₂の80年分を貯留できるといって予測もある。

いないために、逆にCO₂を遠隔地から輸送するコストが発生してしまいます。

〈漏出リスク〉

高濃度のCO₂は人体や生物に深刻な影響を与えるため、封じ込めたはずのCO₂が漏出した場合の被害が予想されています。ただ、日本で行われている新潟県の実験プラントでは、2007年の中越沖地震の震源地に近かったにも拘らず、貯留したCO₂が漏出したというデータは無かったため、貯留の安全性は高いとする向きもあります。

〈ロックイン効果〉

CCSは資源大量消費社会の構造転換を遅らせるものであり、長期にわたる化石燃料の大量消費を固定化してしまう恐れがあります。CCSのような技術が社会に組み込まれることで、再生可能エネルギーの開発・普及や省エネ努力が進まず、資源枯渇の早期化という問題を引き起こしてしまいます。

5. CCSの将来

気候変動問題を考えるとき、GHGの排出削減は避けて通れませんが、CCSのような技術革新のみで十分でしょうか？21世紀中盤にGHGの大気中濃度を安定化させるためには、先進国のGHG排出の大幅削減が求められています。

日々の暮らしの省エネのみでの達成が難しいとなれば、低炭素社会への構造転換が必要になってきます。エネルギーの供給サイドを考えると、原子力発電、再生可能エネルギー、CCSといった既存の導入可能な技術を利用する方法が浮かびますが、CCSは資源枯渇も早めかねない技術であり、あくまでも低炭素社会への移行までの“つなぎの技術(Bridge Technology)”として利用されるべきでしょう。

CCSと直接関係するわけではないですが、省エネの誤謬というものが存在しています。省エネはエネルギー効率の向上を同じ意味ですが、効率が上がれば資源の枯渇が早まるという逆説的なことが起きうるということが知られています。自動車为例に考えた場合、効率が上がれば(燃費が向上すれば)、同じ走行距離だと燃料費が安くなり、価格面でもより手ごろな乗り物になります。その結果、多くの人が自動車に乗るようになり、エネルギー消費の節約分以上に、自動車台数が増えて資源の消費が増加します。したがって、効率が向上すると資源枯渇が早まるといった現象が起きてしまいます(ジエボンスの法則、リバウンド効果)。

ある技術・政策を社会に導入した際に、どのような二次的影響が発生するのかということまでよく考えてみなくてはなりません。あらゆる可

能性を考慮に入れた上で、持続可能な低炭素社会への移行を迅速に行うことが必要ではないでしょうか。

さらに詳しく知りたい方は

<http://www.rite.or.jp/Japanese/labo/choryu/choryu-frame.html>

(財団法人 地球環境産業技術研究機構)