

APEC 地域における CO₂ 回収・貯留 に関する能力開発

政策立案者及び事業実施者向けトレーニングマニュアル
2012年6月



**Asia-Pacific
Economic Cooperation**

BUILDING CAPACITY FOR CO₂ CAPTURE AND
STORAGE IN THE APEC REGION

A training manual for policy makers
and practitioners

(June 2012)



APEC Energy Working Group

本レポートは日本メンバーの便宜のため英語から日本語に翻訳したものです。グローバル CCS インスティテュートは、本レポートの日本語版に翻訳された内容の正確性、信頼性、または完全性を保証するものではありません。

Project EWG 05/2010A June 2012
Updated from EWG 05/2010A December 2011
Updated from Project EWG 09/2008A October 2009
Updated from Project EWG 03/2004T March 2005

This training manual was prepared by

The Delphi Group
428 Gilmour St.
Ottawa, ON K2P 0R8
CANADA
www.delphi.ca

Alberta Research Council
250 Karl Clark Road
Edmonton, Alberta
T6N 1E4
CANADA
www.arc.ab.ca

This training manual was updated in 2009 by

Cooperative Research Centre for
Greenhouse Gas Technologies
GPO Box 463
Canberra ACT 2601
AUSTRALIA
www.co2crc.com.au

This training manual was updated in 2012 by

ICF International
9300 Lee Highway
Fairfax, VA 22031
USA
www.icfi.com

This training manual is an integral part of the Carbon Dioxide Capture and Geological Sequestration Potential of the APEC Region (Phase II) project. The other major title under this project is *Community Outreach Strategy for CO₂ Capture and Storage Projects: A strategy for successfully working with local communities to enhance your CO₂ capture and storage project.*

For the APEC Secretariat

35 Heng Mui Keng Terrance
SINGAPORE 119616
Tel: (65) 6891-9600
Fax: (65) 6891-9690
Email: info@apcc.org
Website: www.apcc.org
© 2012 APEC Secretariat

APEC Reference #APEC#212-RE-03.1

序論

エネルギー及び気候政策における CO₂回収及び地層貯留

M. Gerbis, W. D. Gunter 及び J. Harwood 共著、アジア太平洋経済協力会議(APEC)地域における APEC キャパシティ・ビルディングフェーズ II、CO₂CRC 及び ICF International による改訂・更新版

概観

CO₂回収貯留(CCS)では、枯渇した石油・ガス田、陸域と海域の地殻深部にある塩水滞水層、岩塩空洞ないし採掘できない炭層などの地質構造に CO₂を注入し閉じ込める。これらは、既存の石油・ガス生産における二次回収のアプローチであり、同時に温室効果ガスの排出を減らす手段でもある。この序論は、CCS がエネルギー生産向上と温室効果ガス削減に関して有するポテンシャルを調査することに関心を寄せる関係者及び政策決定者にとって重要な質問に対する回答を提供するように構成されている。

この序論では、以下の質問に答えている。

- ・ CCS とはなにか？
- ・ CCS はどのように一国の気候変動戦略へ適合するか？
- ・ CCS はどのように一国全体のエネルギーの供給と生産の一部となるか？
- ・ CCS の利点とはなにか？
- ・ どこで CO₂を回収できるのか？
- ・ どのように CO₂を輸送するのか？
- ・ どのように安全に CO₂を貯留できるのか？
- ・ CCS のポテンシャルは？
- ・ どのように CCS のポテンシャルを活用できるのか？
- ・ CCS 技術の将来の展望はどうか？
- ・ どうすれば CCS について詳しく学べるのか？

CCS とは何か？

CCS では、CO₂を回収し、輸送し、枯渇した石油・ガス田、陸域と海域の地殻深部にある塩水滞水層、岩塩空洞、及び採掘できない炭層といった地質構造に注入して閉じ込める。現在、大規模な商業的 CCS プロジェクトはまだ実施されていないが、CCS は技術的には実行可能である。多くの国において、CCS 技術の開発を推進するパイロット・実証プロジェクトが実施されている。こうしたプロジェクトの詳細は、グローバル CCS インスティテュートの報告書「世界の CCS の現状」¹に見ることができる。

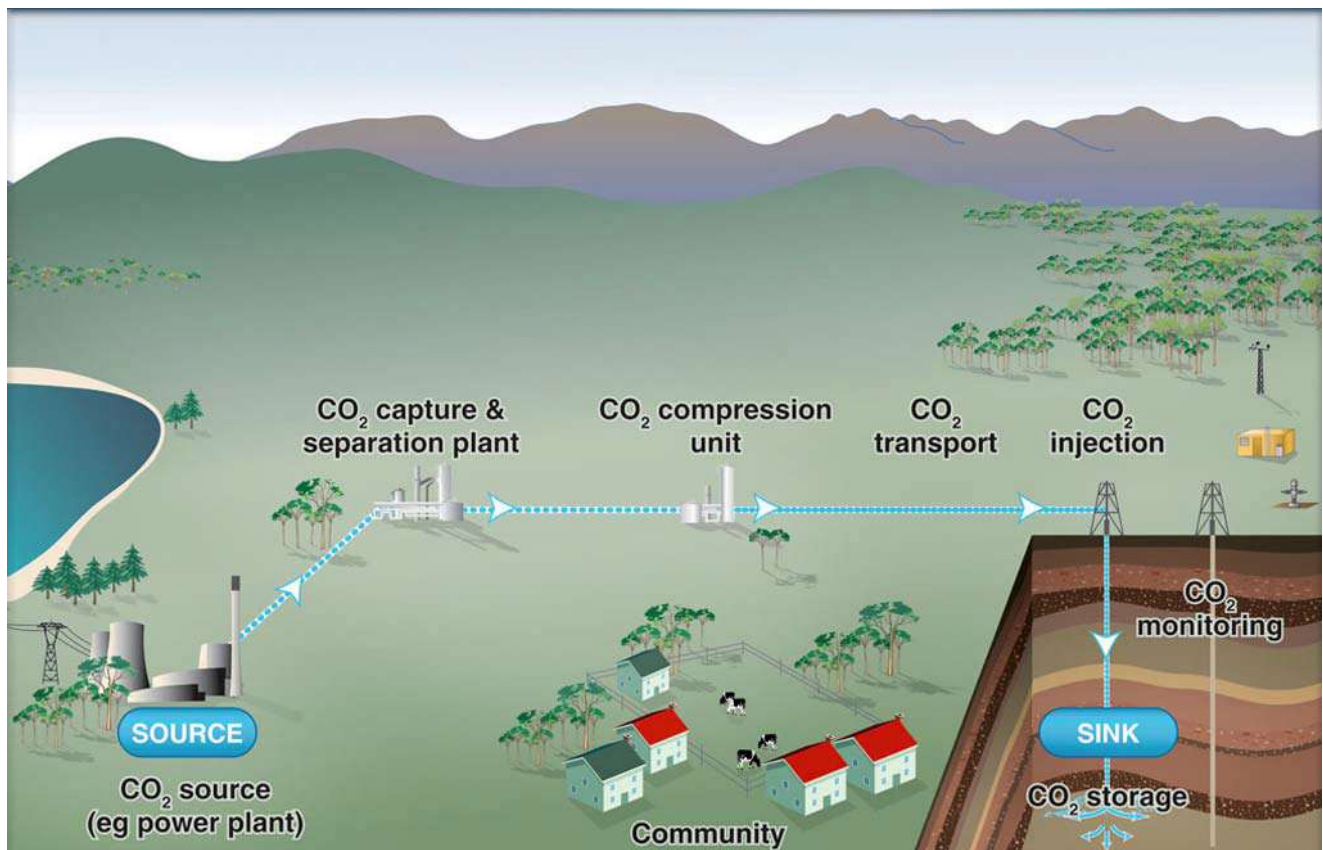


図1 CCSの構成要素の概観(出典:CO2CRC)

CCS はどのように一国の気候変動戦略に適合するか？

二酸化炭素(CO₂)は、化石燃料(石油、石炭、天然ガス)の燃焼及び土地利用/土地利用の変化を含む多くの排出源から生成される。CO₂は「温室効果ガス」(GHG)で、大気へ放出されると温室のガラスのように熱を閉じ込める。過剰に閉じ込められた熱は時間が経つにつれ、世界の平均地表温度の上昇を含む地球の気候変動を引き起こす可能性がある。すべての温室効果ガスの中でも、CO₂はこの問題の最大の原因であり、あらゆる温室効果ガスの直接放射強制力の約60%を占める。そのような変化は、世界レベルで気温と海洋温度の上昇、降雨パターンの変化、洪水・旱魃(かんばつ)・ハリケーンやその他の嵐の数と強度の増加、氷雪の広汎な溶解、平均海面の上昇を生じ、そのすべては直接または間接的に人類と生態系に影響を与える。

¹ <http://www.globalccsinstitute.com/publications/global-status-ccs-2011>

世界中の国々は、「気候変動に関する国際連合枠組条約（UNFCCC）」と呼ばれる地球規模の気候変動に対処する国際的合意と戦略を策定した。UNFCCCでは、グローバルな気候系に対する科学的知見を高め、一般への啓蒙を行うことで気候変動の理解を向上する必要性と、起きるおそれがある気候変動に対し国や地域がどのように適応できるかといった評価結果を提示している。温室効果ガス排出量を（京都議定書と呼ばれる合意を通じ）削減する国際的努力は、2005年以降効力をもっている。現在、2012年に終了する予定の京都議定書に代わる合意について交渉が進んでいる。

CO₂排出量はいくつかの要因の関数である。人口と生活水準は2つの大きな要因であるが本書では論じない。この場合、温室効果ガスは以下のいくつかの手段により削減することができる。

- ・ 経済活動のエネルギー集約度を下げる — エネルギーの生産、転換、および最終使用のエネルギー効率を上げる
- ・ エネルギーシステムの炭素集約度を下げる — 現在の化石燃料を主とする資源の代わりに、再生エネルギーなどの低炭素又は無炭素エネルギー源を使う
- ・ CO₂を貯留する炭素吸収源の能力と捕捉率を上げる

大規模な新技術の進歩への持続的投資と大規模な支出が不足すると、温室効果ガス排出量はGDPが上昇し経済が拡大するにつれ引き続き増加する可能性が高い。現在、化石燃料起源のエネルギー利用は、温室効果ガス排出量の約65%を占め、2007年に排出されたエネルギー関連のCO₂は28.8Gtである（国際エネルギー機関（IEA）、2009年）。化石燃料は、入手しやすさ、競争力のあるコスト、輸送と貯蔵の容易性、大量の資源量といった特有の利点により、少なくとも今後数十年間は依然として世界のエネルギー供給の主要な構成要素である可能性が高い。したがって、炭素吸収源を増加させるというオプションが短中期的な大気への正味の炭素排出量を減らす主な手段の1つになってきた。

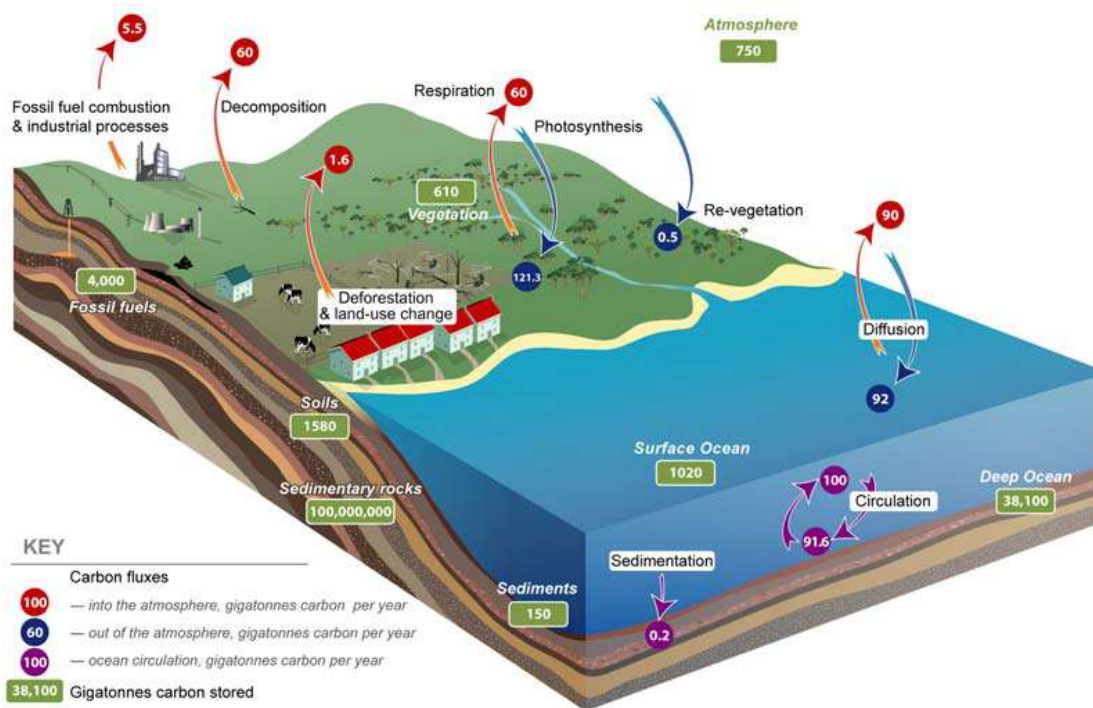


図2 炭素循環の説明(出典:CO2CRC)

IEA は、世界の温度上昇を 2°C へ制限すると期待される 450ppm で長期レベルの大気中 CO₂ 濃度を安定化することを目指す政策目標のシナリオを作成した。これを達成するには、2030 年までにエネルギー関連源から毎年 1.4GtCO₂ を大気から回収し貯留する必要があると推定されている (IEA、2009 年)。

より長期的には、資源が減少する事と他の再生又は無炭素エネルギーによる代替により、炭素を主成分とする化石燃料の使用が減り、CO₂ 貯留はもはや戦略の不可欠の一部ではなくなるかもしれない。

CO₂ 吸収源は、CO₂ の性質、位置、最終状態によって 3 種類に大別できる。

- ・ **生物圏吸収源** — これらの吸収源は、CO₂ に対する能動的で環境的に敏感な自然の貯蔵庫である。海洋、森林、土壌(農地)の生態系は、このクラスに属する。これらの吸収源(海洋を除く)は、別の方法では回収できない拡散源からの CO₂ 排出をオフセットするのにおそらく最も適しているが、産業活動に伴う CO₂ 排出をオフセットするメカニズムとしても応用することができる。しかしながら、排出削減メカニズムとしてこれらの吸収源を利用することは、これらの吸収源が自然の CO₂ 排出プロセスともなり得ることから相当のリスクを生じかねず、実際に貯留された CO₂ の量を検証することは困難である。
- ・ **材料吸収源** — 樹木といった様々な生物系へ吸収された炭素は、生物系から製品が製作されるとき材料吸収源として貯留できる。材料吸収源に含まれるのは、耐久性のある木製製品(家具、紙など)、化学物質、プラスチックなどである。これらは、製品の寿命によって様々な期間で炭素を貯留する。しかしながら、広汎な研究が行われてはいるものの、温室効果ガス軽減戦略において材料吸収源による炭素貯留が果たす役割はきわめて小さなものでしかない。
- ・ **地殻吸収源** — これは深部地層堆積層にみられる CO₂ の天然貯蔵庫である。この種の吸収源に炭素を貯留するには人為的作用が必要である。これらの吸収源に含まれるのは、枯渇した石油・ガス田、深部滞水層、石油増進回収(EOR)に適した油田、および炭層である。現在、地中吸収源の利用を制限する最も大きな問題の 1 つはコストである。CO₂ 処分コストは次の 3 つの要素からなっている。すなわち、分離コスト(つまり、燃焼ガスからの CO₂ の回収/分離)、輸送コスト(つまり、圧縮/パイプライン)、および注入・貯留コスト(圧縮、注入井戸)である。地中吸収源を大規模に利用可能にするには、効率的で費用対効果の高い輸送と回収/分離技術を開発する必要がある。現在、CCS を促進するための資金調達制度は殆ど整備されておらず、大規模な貯留を対象とした規制枠組みの未熟さが投資を困難にしている。他にも、技術に対する地域社会の理解と受容性といった問題にも対処する必要がある。

排出削減メカニズムの総合的ポートフォリオにおける所与の吸収源の利用を評価するとき、多くの要因を考慮する必要がある。これらの要因に含まれるのは、吸収源メカニズム案の環境に対する影響、吸収源の中の CO₂ の保持/滞留時間、CO₂ 漏出が加速される可能性、吸収源による CO₂ 吸収速度、吸収源に貯留されていることの検証、吸収源の適性/排出源と種類との適合性、および実施/吸収源のメカニズムの利用に要するコストである。

いくつかの炭素管理活動の中でも、海洋は環境問題により大規模な CO₂ 貯留を承認される可能性は低く、また、土地利用に依存する生物圏は、長期間管理することは困難である。適切な位置に貯留された場合、地質媒質は長期間にわたる環境に優しい CO₂ 貯蔵庫となることができる。地質媒質から化石燃料を生産していた堆積層では、地質年代に石油とガスが占めていた孔隙を人為起源の CO₂ で埋め戻し、それによって大気の GHG 排出量を減少させることができる。

CCS はどのように一国全体のエネルギーの供給と生産の一部となるか？

化石燃料、つまり石炭、ガス、石油は、現在のエネルギー需要を満たす世界の一次エネルギー源として支配的な立場にある。現在の使用量と今後の需要の推定値によると、エネルギーの使用量は特に非 OECD 諸国で将来伸びると予想される。これは、エネルギー生産の機会を最大化し、これらの国々に余分の負担を課すことになる。

通常、石油・ガス田はその埋蔵量の全てを経済的に採掘することは不可能であり、一部の炭層は経済的採掘が困難な深部にある。結果として相当量のエネルギー資源がこれらの貯留層に残っている可能性がある。将来使用する石油、ガス、炭層のエネルギー生産操業用のサイトを調査し、購入し、建設する作業は費用と時間を要する。こうした資源をさらに経済的に採掘可能にするソリューションは、様々な理由から有益である。

CO₂ は、既存ないし周知の油ガス田や鉱山から資源を採掘するポテンシャルと収益の向上に首尾よく使用することができる。

- ・ **石油増進回収(EOR)** — 枯渇した油田へ CO₂ を注入してミシブル状態とする。CO₂ は石油に溶解し、その粘性を下げ、生産井戸へ向けて石油を移動させる。この工程により油の 10～12% が追加的に採掘可能になる。CO₂ のこの使用法は立証済みの技術である。CO₂ は部分的に貯留層に残り、大気へ放出されずに有効に「貯留される」。この吸収源の使用は、EOR-CO₂ 回収技術に適した油田のある国に限られ、また、その経済的ポテンシャルは石油のコスト、油田へ注入する CO₂ のコストおよび油層の特性に照らし合わせて評価する必要がある。EOR は、世界中の 70 か所以上で行われている。
- ・ **ガス増進回収(EGR)** — 天然ガスを生産用の油田上部へ押し上げるため、枯渇した均質天然ガス田の底部へ CO₂ を注入することができる。コンピュータ・シミュレーションによって、適切なガス田に対しては魅力的な技術である可能性があることが確認されているが、ガス田は通常一次生産方法によりその潜在的総生産量の 90% まで採掘可能であることから、EGR は実際には立証されていない。
- ・ **炭層メタン増進回収(ECBM)** — 炭層には、石炭に吸着された大量のメタンガスがあり、炭層メタン(CBM)と呼ばれる。炭層へ CO₂ を注入することで、CO₂ は石炭孔隙構造へ(メタンを置換するように)吸着され、別の方法では経済的に採掘できないエネルギー生産用のメタンが放出される。この方法は、まだパイロット段階にあり、いくつかの研究プロジェクトが米国、カナダ、ポーランド、中国で完了済みか進行中である。炭層メタン資源の大部分は中国、ロシアのアジア地域、カザフスタン、インドに存在する。オーストラリア、アフリカの一部、中欧ならびに米国とカナダにも様々な量の炭層メタン資源がある。

CCS の利点とはなにか？

CCS は、エネルギーシステムが再生可能エネルギー等の低炭素またはゼロ炭素燃料へ移行する時間的猶予を提供しつつ、化石燃料を主とするエネルギー利用の代替法の一つとなる。CCS には、次のような多くの経済・社会的利点がある。

- ・ 大気への CO₂ 排出量の削減と、それにより深刻な気候変動を軽減できる可能性
- ・ 革新、最新技術へのアクセス、雇用創出および継続的かついっそう持続可能な経済発展

- ・ 回収貯留される GHG 排出量が国際市場で販売できる取引可能商品へ転換可能であることによる、二次的収入
- ・ CO₂ 回収の段階で潜在的に有害な汚染物質を取り除く必要があることによる、大気汚染の削減
- ・ 石油・ガス増進回収の機会

どこで CO₂ を回収できるのか？

CO₂ は、天然ガス生産施設 (CO₂ は工程の一部として、他のガスからすでに分離されている)、火力発電所、鉄鋼プラント、セメントプラント、一部の化学プラントといった、大規模固定排出源から回収できる。これらの排出源から CO₂ を回収する技術は、天然ガス産業とアンモニア生産といった産業で現在使用されている CO₂ 分離技術、および空気分離産業で使用されている技術が適用されている。新技術も開発されつつある。他にも大量の CO₂ 排出源 (例えば、自動車や飛行機といった移動排出源) があるが、現在の技術でこれらの排出源から回収するのは実用的ではない。

現在、CO₂ 回収に存在する課題は、回収コストの削減 (回収機器が消費するエネルギー量の低減を含む) と、一定規模での技術の展開である。

どのように CO₂ を輸送するのか？

CO₂ は、米国で EOR 操業に使用するため 30 年間以上にわたり大規模にパイプラインで輸送されており、その最長のものは Cortez pipeline で、長さは 800km に及ぶ。小規模の商業用 CO₂ はトラックで輸送されており、船舶によって輸送される場合もある。

大規模に CCS を実施するには、大規模なパイプラインのインフラを建設する必要があるが、パイプラインが人口密度の高い地域を通過する場合、特に社会的受容性が課題となる。

どのように安全に CO₂ を貯留できるのか？

CO₂ 貯留の安全性は、最も重要である。CO₂ 貯留の局地的リスクには、貯留地からの CO₂ の漏出、大地と飲料水の化学的性質の変化、及び CO₂ 貯留層に存在する可能性がある有害な液体の浸出などがある。CO₂ 貯留サイトの適切な選定は、貯留リスクの可能性と程度を決定付ける最大の要因である。サイトごとに、貯留の有効性と潜在的リスクについて概略の定量的推定値を算出する必要がある。

漏出の可能性がきわめて低い CO₂ 貯留に適した地層を特定し、スクリーニングし、優先順位を決めるための方法論が開発されてきた。こうした地層の多くは地質学的時間に石油とガスを閉じ込めてきたため、貯留層へ向けて多くの坑井がボーリングされていない限り、リスクの低いオプションであることが証明されている。各貯留サイトは固有の特性を有するため、それぞれに応じた技術と操業的アプローチが必要である。これらのアプローチは、現場の業務を標準化し安全を確保するため、経験を通じて分類されている。実際に起きる漏出は、断層、破砕部および直接モニターできる井戸といった個別の部分から生じる傾向がある。

ナチュラアナログ研究及び天然ガス貯留における産業上の経験により、適切に設計された貯留施設からの漏出のリスクは極めて低く抑えられることが示唆されている。99%以上の CO₂ が 1,000 年以上保持されると予想することは妥当である。さらに、経験が示す限り、貯留施設からの CO₂ の大規模な、突然の放出が人類や生態系を脅かす事態は起こりそうもない。他の液体を注入する業界の経験から、地下水汚染の危険性は稀であることが示唆される。石油増進回収のため累積で 3,000 万トン以上の CO₂ が注入されてきたが、有意な地震活動を誘起する事態は生じていない。したがって、特性が十分に明らかにされたサイトについては総合的な貯留リスクは極めて低いと考えられる。

CCS のポテンシャルは？

堆積層に貯留できる CO₂ の量を推定するため、ここ 10 年間にいくつかの研究が行われてきた。世界の貯留容量の理論値は、8,000~15,000GtCO₂ の範囲であると推定されている (IEA、2009 年)。つまり、全部ではないにしても、有害なレベルの大気中の CO₂ の蓄積を防止するために必要な CO₂ 量の大部分を貯留する能力があることを示唆している。

地域や規模の如何に関わらず CCS のポテンシャルは、大まかには以下の 2 つの基準によって決まる。

- ・ CO₂ 排出源の利用可能性 — 火力発電所、製油所、セメントプラント、石油化学プラント及び大規模なコンビナートといった大規模な固定 CO₂ 排出源が現存するか、または将来的に立地が想定され、貯留サイトへ供給するための CO₂ が回収可能なこと
- ・ 商業的に適した貯留層の利用可能性 — さらに、貯留容量と安全性要件を満たし、経済的に利用可能な距離内に CO₂ 貯留に適した地層媒質 (堆積層) が存在することが必要である。

環太平洋堆積層は、断層を持った地質構造的に不安定な地域にあり、一般的に貯留能力が小さいことから、CO₂ 貯留に不向きである。APEC 地域で最も高い CO₂ 貯留のポテンシャルは、大まかにいって大陸規模の国々にある。最も有望なサイトは、環太平洋から離れた地域になる。これに含まれるのは、オーストラリア、カナダ、メキシコ、中華人民共和国、ロシア及び米国である。

APEC 地域内の先進工業国のポテンシャルは一般的によく知られている。オーストラリア、カナダ、ニュージーランド及び米国は、最も貯留の可能性が高い。これら諸国はまた、一般的に当該分野のリーダーであり、CCS を支援する強力な研究・実施計画を整備している。ロシア (アジア地域)、大韓民国、中華人民共和国、台湾、ベトナム、フィリピン、タイ、マレーシア、インドネシア、メキシコの堆積層は、非先進工業国で最大のポテンシャルをもっている (図 3 と表 1 を参照)。

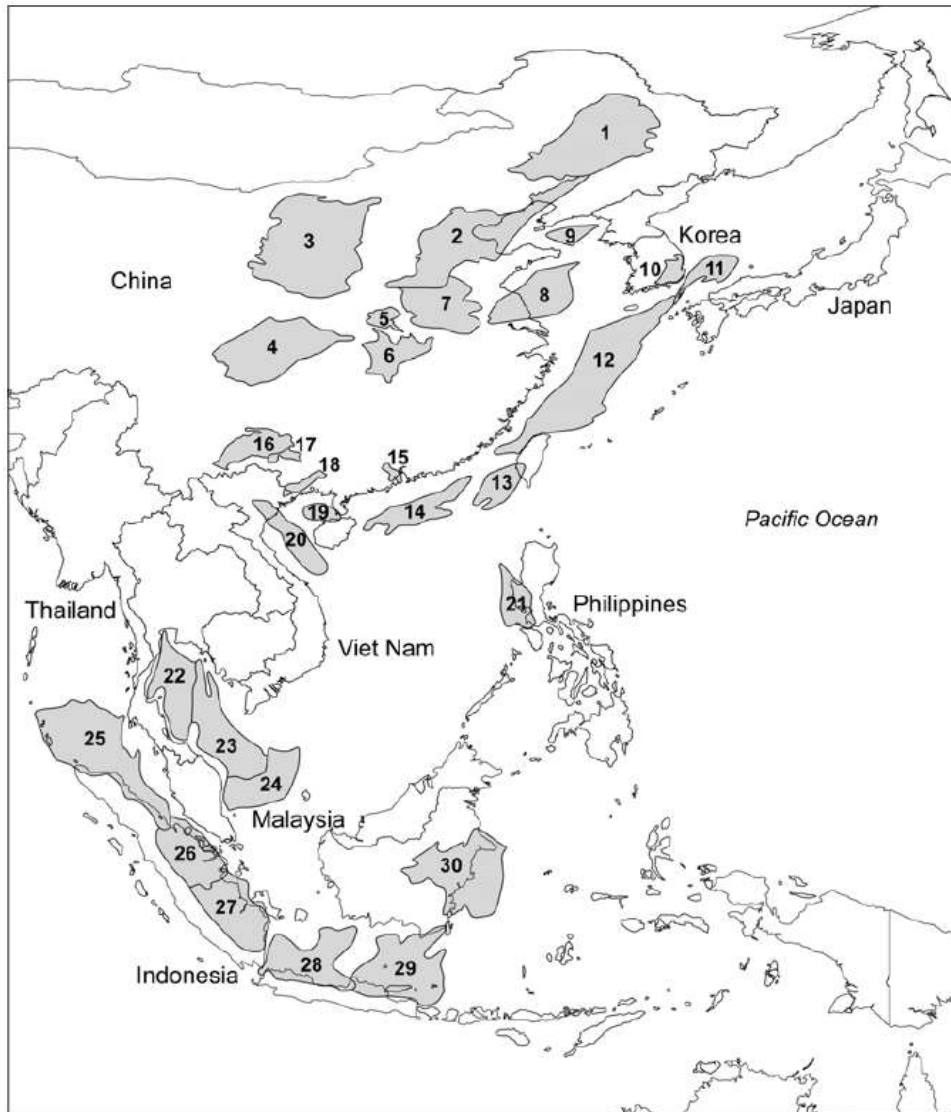


図3 大規模なCO₂排出源に近く、潜在的にCO₂地層貯留の主な候補となる東南アジア APEC 経済諸国の堆積層 (Bradshaw et. al., October 2004 を修正。層の名称については表1を参照)

#	層の名称	#	層の名称	#	層の名称
1	松遼	11	対馬	21	ザンバレス、ルソン中心部
2	渤海湾	12	東シナ海	22	タイ
3	オルドス	13	台西南	23	マレー
4	四川省	14	珠紅河口	24	ペンユ/西ナツナ海
5	南陽	15	三水	25	北スマトラ
6	武漢	16	南盤江	26	中央スマトラ
7	泰康合肥	17	百色	27	南スマトラ
8	蘇北黄海	18	十万大山	28	北西ジャワ
9	朝鮮湾	19	北部湾	29	東ジャワ
10	慶尚	20	鶯歌海	30	クティ

表1 大規模なCO₂排出源に近く、潜在的にCO₂地層貯留の主な候補となるアジア APEC 経済諸国の堆積層 (Bradshaw et. al., October 2004 を修正。位置については図3を参照)

どのように CCS のポテンシャルを活用できるのか？

この機会を活用するため、そして CCS を国民が受け入れる可能性を高めるためには、次の様な多くの活動を行う必要がある。

- ・ **教育と広報活動** — CO₂を回収し貯留する構想は比較的新しいもので、多くの国民は GHG 削減戦略としてのその役割を認識していない。一般国民、規制当局、政策決定者、及び産業界が炭素貯留を受け入れ、この最新技術の今後の商業的展開を可能にするには、教育と意識の向上が必要である。
- ・ **リスク／性能評価** — 短期間(注入期間中)と長期間(貯留期間中)のそれぞれで、シールの裂け目や坑井を通じて貯留層から CO₂ が(緩慢及び急速に)漏出する事態に対し、リスクモデルを確立する必要がある。安全問題と検証戦略は、リスク／性能評価の主要な構成要素である。
- ・ **ライフサイクル分析** — 製品ないしサービスの全ライフサイクルを通じた GHG 排出量を評価するには、地層貯留を考慮に入れてライフサイクルを確認しなければならない。
- ・ **貯留サイトの評価** — 貯留に適切なサイトが選定されていることを確認するには、詳細な地質分析を行う必要がある。
- ・ **CO₂貯留の経済性** — 削減された CO₂と規則の変更を考慮しなければならない。
- ・ **規制／法的枠組み** — 地層貯留に固有の長期的課題に対処するために修正する必要があるかもしれない。

CCS 技術の将来の展望はどうか？

世界のエネルギーミックスは、環境問題によりますます制約されるようになってきている。今後のエネルギー源は、汚染物質の排出を最小限に抑えるように進化する必要があると予想される。化石燃料のエネルギー転換に関わるエンド・オブ・パイプ・ソリューションは、よりクリーンなエネルギー転換技術により徐々に取って代わられるだろう。その後は、再生可能な形のエネルギーにより取って代わられるだろう。CCS は、この過渡期に重要な役割を果たす可能性が高い。

地層に CO₂を貯留して大気への GHG 排出量を削減することは、それらの環境に対する影響を最小限に抑える一方、化石燃料を継続的に使用できるように橋渡しする可能性を秘めた技術である。世界は、現在の GHG 排出量の多い化石エネルギーの経済から、GHG を排出しない再生可能エネルギーの経済へ向かいつつある。将来的にエネルギー使用量が増加し、また現在のエネルギーミックスの中でのクリーンな再生可能エネルギーの割合が低い点を踏まえると、化石燃料エネルギー依存社会から再生可能エネルギー社会へ移行するにはかなりの時間を要するだろう。しかしながら、変化する気候とそれが地球環境と人類の健康へ及ぼしかねない重大な影響の可能性を考えると、過去と同様な種類の技術を使用して、化石燃料、特に石炭を使い続けることは不可能である。

CO₂を貯留する(回収して地層へ貯留する)構想により、現在のエネルギー使用パターンから将来支配的とならざるを得ないパターンへの移行が実現可能になる。また、GHG 排出が少ない方法で**ゼロエミッション化石燃料(ZEFF)**を作り出すことができる。

専門家のなかには、図 4 に示された通り、以下の 3 つの過渡期が連続して起きる可能性が高いと考える者もいる。

- ・ 1 番目の過渡期は、BAU(Business as usual)から CO₂ 貯留までである。BAUとは、現在のやり方である。すなわち、排出物を大気へ放出しながら熱と電気を生産する従来型の化石燃料の燃焼である。1 番目の過渡期中には、従来のやり方に対し、CO₂ をバイオマスへ拡散貯留する下流技術が追加されるか、上流(酸素燃焼)又は下流(燃焼後)に対応した分離技術によって CO₂ を回収し長期貯留のため深部地層へ注入されるものへ修正される。両者とも利用されるだろうが、前者の場合、追加の費用は少なく、土地利用の制約が支配要因となる。後者の場合、排出ガスから純粋な CO₂ 流を回収する費用や、空気から酸素を製造する費用のため追加コストは遙かに多くなる。
- ・ 2 番目の過渡期では、化石燃料は燃焼されずにガス化され、上流又は下流の分離技術は不要となり、その後 CO₂ は貯留される。ここでは、熱、電気、水素用のエネルギーと、バイオマスないし地層貯留層に貯留できる純粋な CO₂ を生成する。化石燃料のガス化によって、別の環境上の利点ももたらされる。水素は、燃料電池の燃料になり、固定プラントで発電に使用され、あるいは車両の動力源として使用される。
- ・ 3 番目の過渡期では、エネルギーミックスは再生可能エネルギー源である太陽、水力、風力により支配される。燃料電池は引き続き運輸市場を支配し、これに必要な水素源は、化石燃料ではなく再生可能エネルギーから生成される。

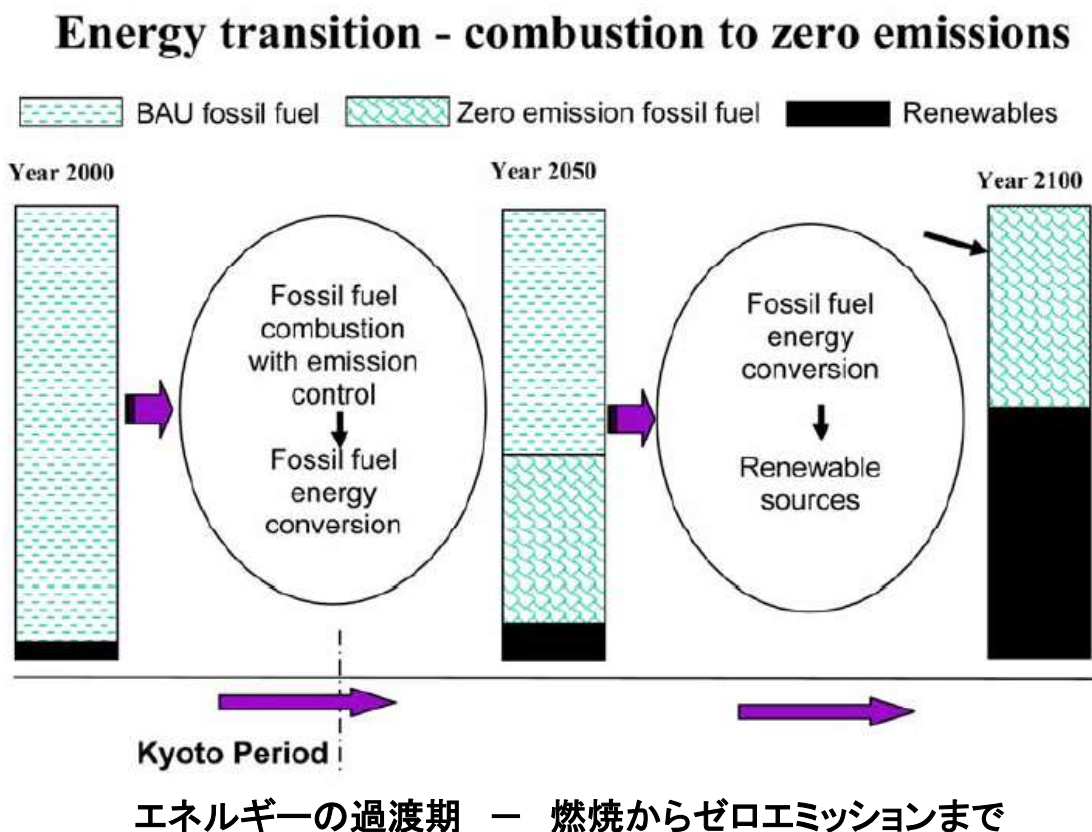


図 4 CCS は再生可能エネルギーへの過渡期で低排出化石燃料燃焼の機会を提供する

貯留過渡期段階では排出権取引によって全体のプロセスを財政的に推進することができる。ここでは政府が CO₂ 排出権を販売し自由市場で取引される。排出権の販売からの利益の一部は、再生可能エネルギーの研究、開発、実証、展開に資金を提供するため使用することができる。これによって、経済と生活水準に大きな影響を与えずに、順序立てて再生可能エネルギーの能力を強化することができる。このシナリオが正しければ、将来、発電所とその他産業からの排出量を堆積層に地層貯留することが、いくつかの橋渡し技術の 1 つとして重要な役割を果たすことになる。

どうすれば CCS について詳しく学べるのか？

CCS は、新規技術である。CCS のポテンシャルと CCS プロジェクトの特定と実施に関わる科学とプロセスを APEC 加盟諸国が理解する一助として、APEC エネルギー・ワーキンググループが CCS に関する研修資料と一連のワークショップの策定を委任した。

これらの研修材料は次の事項を意図したものである。

- ・ APEC 諸国が CO₂ 回収と地層貯留のポテンシャルに関して、自国で詳細な技術とサイトの分析を実施する能力を高める
- ・ それぞれの国で技術とサイトの分析を実施するためのツール、手続き、知見を提供する
- ・ プロジェクト開発者を支援することで、CCS プロジェクトで影響を受ける地域社会との有効なコミュニケーションの重要性の理解を進め、広報戦略と広報材料のサンプルを提供する
- ・ 発展途上国のニーズと要求事項に特に重点を置き、参加諸国の既存の技術的知識を高める

研修モジュールでは、以下の主題に関するより詳細な技術的議論を提供している。

- ・モジュール 1-CO₂ 回収および地層貯留：概観
- ・モジュール 2-CO₂ 回収：燃焼後の煙道排ガス分離
- ・モジュール 3-CO₂ 回収：燃焼前の(脱炭素)及び酸素燃焼技術
- ・モジュール 4-CO₂ 圧縮及び貯留サイトへの輸送
- ・モジュール 5-CO₂ 貯留オプション及びトラップメカニズム
- ・モジュール 6-CO₂ 貯留サイトの特定と選定
- ・モジュール 7-CCS プロジェクトの開発と実施に関する主要段階
- ・モジュール 8-CO₂ 貯留の健康、安全、環境上のリスク
- ・モジュール 9-CO₂ 貯留プロジェクトのリスク評価、測定、モニタリング、検証
- ・モジュール 10-CO₂ 貯留の規制と法的側面
- ・モジュール 11-クリーン開発メカニズム
- ・モジュール 12-CCS の経済
- ・モジュール 13-国民の意識と地域社会の協議
- ・モジュール 14-APEC 地域における CCS のポテンシャル
- ・事例研究 #1-塩水帯水層の CO₂ 貯留プロジェクト：地下の塩水帯水層への CO₂ 貯留
- ・事例研究 #2-Weyburn CO₂ モニタリング貯留プロジェクト：CO₂-EOR 貯留プロジェクト

地域広報活動に関する文書：

- ・ CCS プロジェクトに関する地域社会広報戦略：貴国の CCS プロジェクトを推進するための地域社会との協力を成功させる戦略。
- ・ CCS についてのよくある質問
- ・ 問題の要旨説明：CCS とはなにか
- ・ 問題の要旨説明：気候変動及び CCS



GLOBALCCSINSTITUTE.COM

The Global CCS Institute has tried to make information in this product as accurate as possible. However, it does not guarantee that the information is totally accurate or complete. Therefore, the information in this product should not be relied upon solely when making commercial decisions. The Global CCS Institute has no responsibility for the persistence or accuracy of URLs for external or third-party internet websites referred to in this publication and does not guarantee that any content on such websites is, or will remain, accurate or appropriate.