

特集3

CO₂地中貯留技術を中心とした
温暖化対策技術の開発動向

環境・エネルギーユニット 宮本 和明

はじめに

地球温暖化の原因物質である温室効果ガスは、二酸化炭素 (CO₂)、メタン (CH₄) 等、6種類存在する。この中でも、CO₂は約94%の排出割合を占めており、CO₂排出量を抑制することが重要な課題となっている。気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の第3次評価報告書では、地球全体の平均気温上昇の結果、異常気象の発生、農業生産性の低下、生態系への影響、また、海面上昇による人間居住環境への影響等多くの弊害が生じることを指摘している。こうした技術的検討に加え、政策面では、気候変動に関する国際連合枠組み条約第7回締約国会議 (COP7、2001年) において京都議定書 (1997年) の運用規則での合意が成立し、これを受けて関係各国は議定書の発効に向けて動き始めている。わが国は、2008～2012年時点での温室効果ガスの総排出量を1990年基準比で6%削減することを目標としている。しかしながら、わが国の1999年における温室効果ガス総排出量は13億1400

万トン-CO₂と、1990年の同排出量から既に6.9%程度増加して、実質13%程度の削減が必要であり、各界各層のさらなる取組みが重要となっている。

こうした世界的な地球温暖化対策の流れを受けて、わが国は、地球温暖化対策推進大綱 (2002年) の中で、わが国における具体的な温暖化対策として、森林吸収、省エネルギーの推進や革新的技術開発の推進、また、京都メカニズム^①の活用等を挙げている。また、総合科学技術会議は、環境分野推

進戦略 (2001年) の重点課題の中で、ゴミゼロ型・資源循環型技術開発研究等と共に地球温暖化研究を掲げ、温室効果ガスの排出削減・固定化等の技術開発を国として推進することを打ち出している。本稿では、世界的にも重要課題として認識され、さまざまな方策が進められている地球温暖化対策のうち、排出されたCO₂の削減対策であるCO₂分離回収・貯留・固定化技術を分析し、技術面を中心とした解決すべき課題を取り上げ、提言を試みる。

用語説明

①国内の対策だけではなく、他国で削減したものを自国で削減したものとしてカウントしたり、他国から排出権を買うことにより、削減目標を達成しても良しとする制度で、以下の3つの制度から成る。

- 共同実施 (JI) : 先進国間で温室効果ガス削減プロジェクトを共同で行い削減量 (CO₂クレジット) を移転・取得
- クリーン開発メカニズム (CDM) : 先進国と途上国で温室効果ガス削減プロジェクトを共同で行い削減量 (CO₂クレジット) を移転・取得
- 排出量取引 (ET) : 先進国間で目標と実際の排出量の差を排出権として売買

この制度により、各国は自国の温暖化対策費用より安い場所で対策を講じたり、より安い排出権を購入したりすることによって、経済的に削減目標を達成することができると考えられている。

地球温暖化問題を取り巻く現状

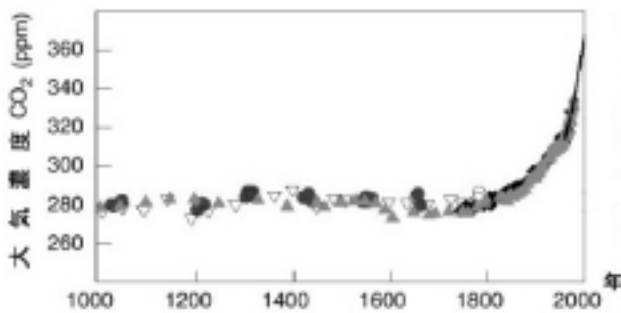
地球温暖化の現状

大気は、太陽光による昇温や放射冷却による急激な気温変化を緩和する役割を持つ。この中でも

CO₂は、地球の平均気温を約15℃に保つ重要な役割を果たしている。しかしながら、産業革命以前において280ppm (0.0280%) であった大気中のCO₂濃度は、現在までに約368ppm (0.0368%) ま

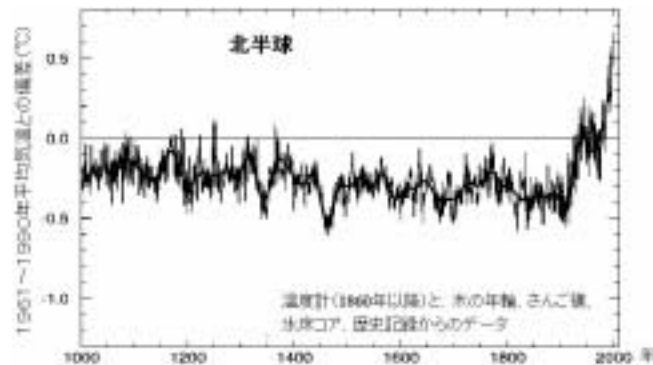
で増加し、地球の平均気温とともに現在も増加傾向にある (図表1、2参照)。

IPCCによる将来予測では、経済発展等のシナリオの違いにより、排出されるCO₂の量は大きく

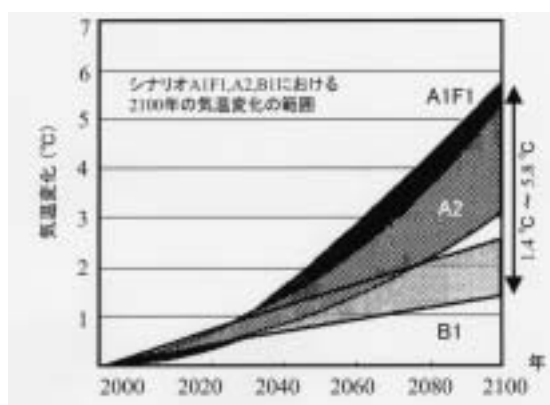
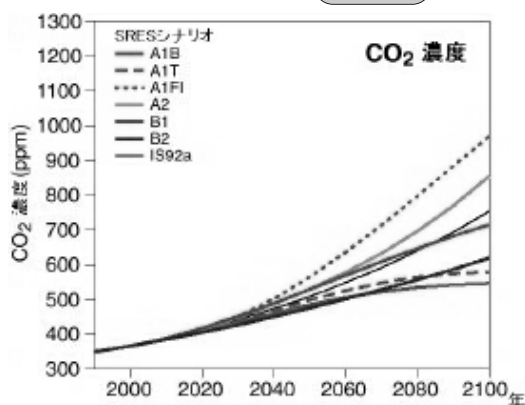
図表1 地球の大気中CO₂濃度の経年変化

出典：IPCC 第3次報告書（WG1-SPM Fig2、2001年）

図表2 地球の年平均気温の平年差の経年変化



出典：IPCC 第3次報告書（WG1-SPM Fig1、2001年）

図表3 大気中CO₂濃度と全球平均気温上昇の予測

出典：IPCC 第3次報告書（WG1-SPM Fig5、2001年）より科学技術動向研究センターにて作成

異なるという結果が示されているが、化石エネルギー源重視シナリオ②の場合、2100年時点での世界の平均気温は1990年比で1.4～5.8℃程度上昇すると予測してい

る（図表3参照）。

気候変動に関する国際連合枠組み条約（UNFCCC）で掲げている究極の目標は、「気候システムに対して、危険な人為的干渉を与

えないレベルで温室効果ガス濃度を安定化させること」である。しかしながら、地球環境にあまり害を及ぼさない許容範囲がどの程度なのかといった科学的な見解は明確には定まっていない。ただ、地球温暖化の問題は、有効な防止対策を講ぜず放置したままでは、その影響が顕在化した時の対策費用が膨大になるばかりか、原状回復が困難となり、手遅れになるといった危険性を秘めている。したがって、不確定要素は多いながらも、地球温暖化対策は出来るだけ早期の対処が必要と言えよう。

用語説明

②IPCC 第3次評価報告書で示された化石エネルギー源重視したA1FIのシナリオのこと。高度経済成長が続き、世界人口が21世紀半ばにピークに達した後減少し、新技術や高効率化技術が急速に導入される未来社会を描いたシナリオがあり、これをエネルギー源の重点の置き方によって3つに区別している。

A1FI：化石エネルギー源重視、A1B：全てのエネルギー源のバランス重視、A1T：非化石エネルギー源重視

※参考 A2. 地域的経済発展が中心で、1人あたりの経済成長や技術変化は他の筋書きに比べ緩やかなシナリオ。

B1. 経済、社会及び環境の持続可能性のための世界的な対策に重点が置かれるシナリオ。

B2. 経済、社会及び環境の持続可能性を確保するための地域的対策に重点が置かれるシナリオ。世界の人口はA2よりも緩やかな速度で増加を続け、経済発展は中間的なレベルに止まり、B1とA1の筋書きよりも緩慢なものの、より広範囲な技術変化が起こるというもの。

なお、SRES（排出シナリオに関する特別報告）の各シナリオ（A1FI、A1B、A1T、A2、B1、B2）については、どれも同等の根拠を持っていると考えべきとされており、いずれのシナリオも気候変動枠組み条約や京都議定書の削減目標が履行されると仮定していない。

地球温暖化対策技術の概要

国内外で研究開発の取組みが行われている、地球温暖化対策技術の概要について図表4に示す。

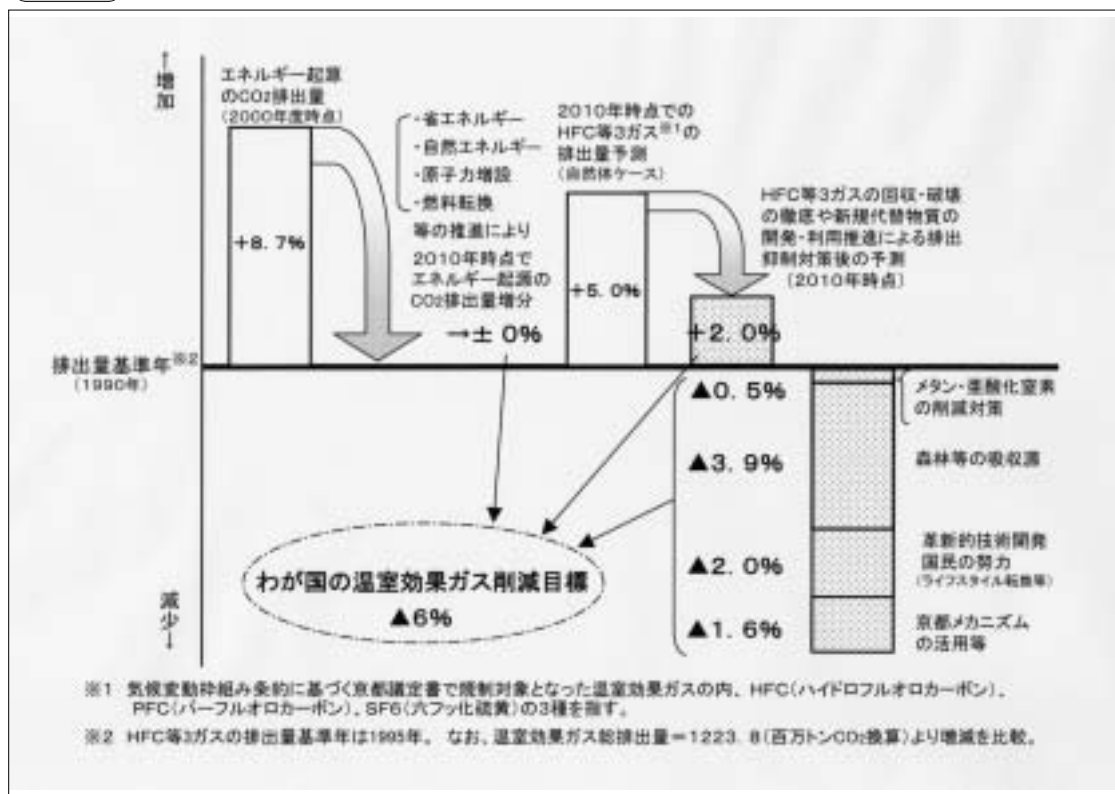
冒頭でふれたように、わが国の地球温暖化対策推進大綱におい

図表4 地球温暖化対策技術の概要

分類		技術名		概要	
CO ₂ の排出抑制 (事前対応)		省エネルギー		エネルギー利用効率向上、エネルギー需要の抑制	
		燃料転換		天然ガス	
		非化石燃料転換		自然エネルギー (太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス、海洋エネルギー)	
				原子力	
				新しいエネルギー利用技術 (電気自動車、燃料電池、水素エンジン・タービン等)	
排出されたCO ₂ の削減 (事後対応)	排ガス中のCO ₂ 削減	分離回収	吸収法	アミン吸収 炭酸カリウム吸収	●アルカリ性の吸収液にCO ₂ を吸収
			吸着法	物理吸着	●固体吸着剤にCO2を吸着
			ガス分離法	高分子膜分離 深冷分離法	●膜に対するガスの透過速度の違いを利用 ●ガス成分の凝縮温度の違いを利用
		貯留	地中貯留	帯水層貯留 油田・ガス田貯留 炭層貯留	●地下1,000m程度の帯水層にCO ₂ を圧入 ●CO ₂ を圧入し、石油、メタンガス等を回収しつつCO ₂ を処理 ●採炭の見込みのない炭層等でCO ₂ を吸収
				海洋貯留	深海貯留
		固定化	化学的固定	電気・光化学的反応 接触水素化反応	●光の照射や電極反応によりCO ₂ を電気化学的に還元 ●触媒下でCO ₂ と水素からメタン等の有機化合物を生成
	生物学的固定			植林、再植林 菌類	●植林（マングローブ等の海洋生態類も含む）等でCO ₂ を光合成により植物体として固定 ●藻等にCaCO ₃ として固定

出典：科学技術動向研究センターにて作成

図表5 地球温暖化対策推進大綱における温室効果ガス削減シナリオ



出典：科学技術動向研究センターにて作成

て、省エネルギーの推進を始めとするCO₂排出抑制策は、温室効果ガス削減に向けて大いに期待されている技術である（図表5参照）。

しかしながら、エネルギー利用効率が既に世界最高水準にあるわが国にとって、省エネルギー対策での大幅な改善は容易ではない。また、発電に使用する燃料源を天然ガスへシフトしても、化石燃料依存という点で変わりなく、抜本的な地球温暖化対策技術とは成り難い。さらに、自然エネルギーは、現在の技術水準や設備投資が大きいこと、さらに立地条件といった課題から、革新的な技術開発が進

まない限り、向こう10年程度の期間で見てもエネルギー源の主力としての利用は難しいと考えられる。また、CO₂排出抑制策の主力と目される原子力についても、向こう10年程度の期間では、新規増設の見通しが極めて難しい状況である。

一方で、排出されたCO₂を削減する技術（以降、排出CO₂削減技術と表記）は、燃焼ガス等から排出されるCO₂を技術的に削減することを目的として、研究が進められている。こうした排出CO₂削減技術は、図表5のように多岐にわたり、技術レベルも実験室段階か

ら実用化段階まで幅広い。現状は、企業等における地球温暖化対策の具体的な実施義務等がなく、地球温暖化対策技術の導入インセンティブが働きにくい状況にある。このため、現在のところ実用化されている事例は、排ガスから吸収法によりCO₂を回収して尿素製造を行うプラント（日量160トン規模）、また、CO₂を地下の油層に圧入して原油回収率を向上させる石油増進回収法（EOR：Enhanced Oil Recovery）のような副次的に地球温暖化対策が行われる技術に限定されている。

CO₂分離回収・貯留・固定化技術開発の現状

冒頭で触れたように、近年国内では、総合科学技術会議は、環境分野推進戦略（2001年）の重点課題の中で、ゴミゼロ型・資源循環型技術開発研究等と共に地球温暖化研究を掲げ、温室効果ガスの排出削減・固定化等の技術開発を国として推進することを打ち出している。特に2002年度からは、効率的・効果的な研究の推進を目指して各府省を統合した地球温暖化イニシアティブの研究体制がとられている。

一方で、海外を見ると、米国エネルギー省（DOE）は、1999年に、21世紀のエネルギープラントが必要とする5つのキーテクノロジーの1つとして排出CO₂削減技術（米国はCarbon Sequestration技術と呼ぶ）を掲げ¹⁾、また、2000年には、本技術を重点的に推

進する計画を発表²⁾し、多くの研究プロジェクトを立ち上げている。さらにブッシュ大統領は、2001年6月の演説³⁾の中で、温室効果ガス削減について排出CO₂削減技術の重要性を明確に打ち出している。そこで本章は、2章で触れた地球温暖化対策技術の中でも、近年、このように国内外で重要技術として認識され、さまざまな方策が進められているCO₂分離回収・貯留・固定化技術について、国内外の技術開発動向ならびに今後の展望を記す。

国内における排出CO₂削減技術開発の動向

わが国は、地球温暖化問題の解決にむけて、国を主体とした研究開発を進めている。図表6は、こ

れまでに経済産業省で行われた研究プロジェクトを示したものである。

このように、これまでに終了した国家プロジェクト研究は、要素技術として優れた成果を納めているものの、実用化に向けたトータルシステムとしての性能が不十分と評価されている。また、図表7は、現在、経済産業省で行われている研究プロジェクトである。

図表6、7をみると、国内では、図表4で示したほぼ全ての排出CO₂対策技術についての研究が行われていることがわかる。わが国の本研究分野に関する水準は、図表6で触れたように、個々の研究プロジェクトでみると要素技術として高い評価があるなど、優れた成果を挙げている。また、最近では、イギリスやノルウェー等のEU諸国の一部において、温暖化対策税や排出権取引制度といった、排出CO₂削減技術にインセンティブを与える制度の導入も始まっている。さらに、わが国の他にも欧州連合（EU）諸国は、京都議定書を批准しており、こうした排出CO₂削減技術に対する開発の必要性は今後一層高まるものといえよう。

用語説明

③ “America's the leader in technology and innovation. We all believe technology offers great promise to significantly reduce emissions – especially carbon capture, storage and sequestration technologies”, REMARKS BY THE PRESIDENT ON GLOBAL CLIMATE CHANGE, THE WHITE HOUSE, June 11, 2001.

④1992年のIPCC第2次評価報告書で示された6つのシナリオの内、エネルギー需要（CO₂排出量）の増加が中程度のシナリオ。

図表6 研究終了した国内における排出CO₂削減技術開発

プロジェクト名	実施概要	成果および評価	期間
接触水素化反応利用 CO ₂ 固定化有効利用技術	●固定発生源からの高濃度のCO ₂ を、分離膜を用いて大量かつ連続的に回収、さらに回収したCO ₂ に水素を添加し、メタノール等の有用化学物質を合成するプロセスを開発。	●水素化触媒研究の分野、分離膜や電解層の要素技術開発で優れた成果。 ●システム技術として未完成。	1990年 ～ 1999年
細菌・藻類等利用 CO ₂ 固定化有効利用技術	●細菌・藻類等を工業的に高密度で大量に培養し、自然界での光合成以上の効率でCO ₂ を固定化するとともに、再資源化する技術を開発。	●細菌・藻類利用の探索と培養過程で獲得された知識は世界最高水準。 ●規模的にみて実用化の見通しは厳しい。	1990年 ～ 1999年
CO ₂ 高温分離・回収 再利用技術	●セラミックス分離膜等を利用した二酸化炭素高温分離・回収再利用技術開発および、開発システムの市場適応性等の調査研究。	●高温下で動作する分離膜の開発は世界的にも先進的の分野であり、成型技術の確立は評価。 ●近い将来におけるプロジェクト目標の実現が難しく、実用化の見通しは厳しい。	1992年 ～ 1999年
CO ₂ 海洋貯留に伴う 環境影響予測技術	●海洋に投入されたCO ₂ の挙動やCO ₂ を投入することによる環境影響といった、CO ₂ 海洋隔離に伴う環境影響の予測技術開発。	●海洋生態系に関する研究成果を海洋環境基礎資料として評価。 ●海洋環境への影響評価等にかなり年限が必要であり、実用化の見通しは厳しい。	1997年 ～ 2001年

出典：経済産業省 産業構造審議会 環境分野における分野別評価報告書（2001年）をもとに科学技術動向研究センターにて作成

図表7 現在実施中の国内における排出CO₂削減技術開発

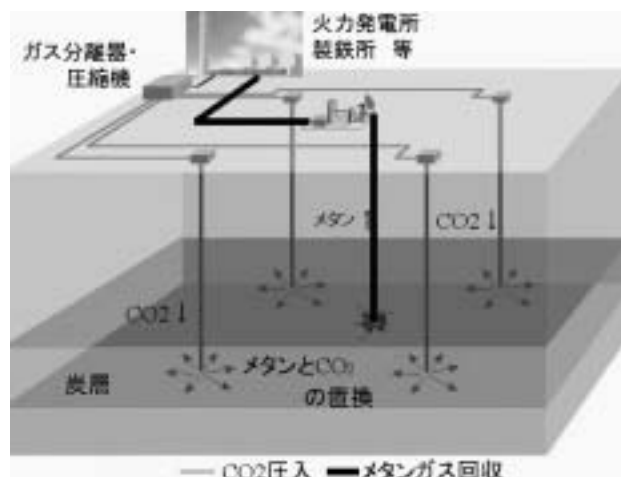
プロジェクト名	実施概要	期間
CO ₂ 地中貯留技術 (帯水層貯留技術)	●火力発電所等の大規模発生源から分離回収したCO ₂ を地中帯水層へ貯留する技術や最適な貯留地点を求める評価ツールの開発や、圧入中のCO ₂ の挙動を評価するモデルを作成する。	2000年 ～ 2004年
石炭・天然ガス活用型 CO ₂ 回収・利用技術	●太陽光から得た熱を石炭・天然ガスの燃料改質に利用し、改質されたCOと水素ガスに、再生可能エネルギーより得た（水の電気分解）水素を付加することで、CO ₂ の発生を伴わずにメタノール合成するプロセス技術を開発する。	2000年 ～ 2004年
生物的CO ₂ 固定化・ 有効利用技術	●乾燥や強い日射の下でも生育可能な植物を遺伝子組み換え技術により開発する。	1993年 ～ 2002年
エネルギー使用合理化古紙等 有効利用CO ₂ 固定化技術	●微生物等の機能を活用し、バイオマスである古紙等を糖化し、得られた糖類を有機酸類に変換する過程でCO ₂ を固定する技術を開発する。	2000年 ～ 2004年
CO ₂ 海洋隔離に伴う 環境影響予測技術	●1997年から実施された「海洋中炭素循環メカニズムの研究」の第2フェーズ。 ●海洋に投入されたCO ₂ の海洋環境への影響を評価する技術を開発し、CO ₂ 海洋隔離技術に対する国際的・社会的な合意形成の獲得に資する。	2002年 ～ 2006年

出典：NEDO事業原簿をもとに科学技術動向研究センターにて作成

図表8 CBM概念図

海外の技術開発の動向

EU等の諸外国は、国際エネルギー機関における温室効果ガス研究開発（IEA/GHG R&D）プログラムでの国際的な共同研究を中心に研究を進めている。日本国内で実施が地理的条件から困難なため行われていないEOR技術を除けば、わが国で行われている研究内容と差異は見られない。ただし、EU等で行われているEOR技術の開発は、石油増産が目的であり、CO₂対策はあくまでも副次的効果としての意味合いが強い。



出典：科学技術動向研究センターにて作成

図表9 海外における地中貯留技術開発プロジェクト

国	プロジェクト名	実施主体	概要	実施時期
ノルウェー	SACS (Saline Aquifer CO ₂ Storage)	Stat Oil 社 (ノルウェー 国営石油会社)	ノルウェーの沖合約240kmの北海中央部のスライブナー鉱区石油ガス田から生産される天然ガス中に9%含まれるCO ₂ をアミン吸収法で分離し、海底1000mの砂岩帯水層に貯留。年間100万トンのCO ₂ を海底帯水層に圧入。これによりノルウェーのCO ₂ 年間総排出量の3%を削減。実施のインセンティブはノルウェー政府が近海油田に対して課した炭素税。事業計画当時の税額はCO ₂ 排出量1トンあたり350クローネ（1クローネ＝約12円）。	1996年～
米 国	Carbon Sequestration R&D Program	DOE (Department of Energy)	CO ₂ の分離回収・貯留・固定化技術に関する研究開発プログラム San Juan 盆地におけるCBMパイロットテスト等を実施。目標は100～300ドル/トン-Cとされる現在のCarbon Sequestrationコストを10ドル/トン-Cに低減すること等。2015年までに計画されている分離回収・貯留・固定化技術に関する予算総額は約922百万ドル。	1999年～
オーストラリア	GEODISC (Geological Disposal of Carbon Dioxide)	APCRC (Australian Petroleum Cooperation Research Center)	オーストラリアにおけるCO ₂ 地中貯留技術の技術的、経済的評価およびリスク評価に関する研究プロジェクト。APCRCは、4ヵ年で1,000万ドルを投入し北西部の開発ガス田のCO ₂ 対策として、帯水層、枯渇油田、CBM等6つのオプションを計画している。CBMを有力な候補としている。オーストラリア政府の他、BP, Amoco, Chevron, Shell等7社が出資。	1999年～ (4年間の予定)
カナダ	Weyburn CO ₂ Monitoring Project	PTRC (Petroleum Technology Research Center)	サスカチュワン州にあるWeyburn油田で実施されているCO ₂ モニタリングプロジェクト（プロジェクト総額：1,530万カナダドル）。エンバイロメント・カナダとアルバータ研究委員会（ARC）が中心となり、カナダ、米国、オーストラリア、オランダの各国政府と15以上の石油生産業者、公益事業体により実施。EOR（原油増進回収法）用途で、注入用のCO ₂ は米ノースダコタ州にある石炭ガス化炉からパイプラインで輸送。貯留されたCO ₂ の挙動、貯留のメカニズムや長期の安全性の問題に関する知見を集めることが目的。	2000年7月～ (4年間の予定)
オランダ	The RECOPOL project	VROM (The Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment)	CO ₂ に関する新たなヨーロッパ間のネットワーク作りと、ヨーロッパの炭層におけるCO ₂ 貯留の実現可能性を評価することが目的。2000年のIEA報告書でCBM最適地とされたポーランドのSilesian炭田で実施（プロジェクト総額350万ユーロ。内EUが50%を出資、1ユーロ＝約115円）。オランダ、ポーランド、ドイツ、フランス、オーストラリアの大学、研究所等9機関が参画。	2001年11月～ (3年間の予定)

出典：各種資料^{2, 4, 5, 6, 7)} より科学技術動向研究センターにて作成

米国は、わが国と同様に、図表4に記したほぼ全ての技術について研究を進めている。近年のDOEにおける排出CO₂削減技術に関する研究開発予算³⁾は、2000年度は約18.4百万ドル、2001年度は約32.4百万ドルと増加し、さらに2003年度は、予算要求の段階ながら約54.0百万ドルと急増している。こうした研究予算の状況を見ると、化石燃料を使いつつ、CO₂の排出削減が出来る可能性を

秘めた本技術に対して、米国は大いに期待しているといえよう。また、本研究予算の中でも、CBM（Coal Bed Methane）技術は、個別研究課題として最も多くの予算を投じられている。CBM技術は、メタンよりも数倍高い能力でCO₂を吸着する石炭の性質を利用したもので、地下深部の炭層へCO₂を注入し、炭層中にもともと吸着していたメタンを圧入したCO₂と置換して固定化し、メタンガスを回

収する技術である（図表8参照）。米国やEU等の国々では、EOR技術と同様にCBM技術の研究開発を進めている（図表9参照）。

このように、CBMやEOR技術は、これまでの対策技術と異なり、CO₂を新たなエネルギー源獲得の手段として用いることができ、さらに、地球温暖化対策としての機能も兼ね備えている。

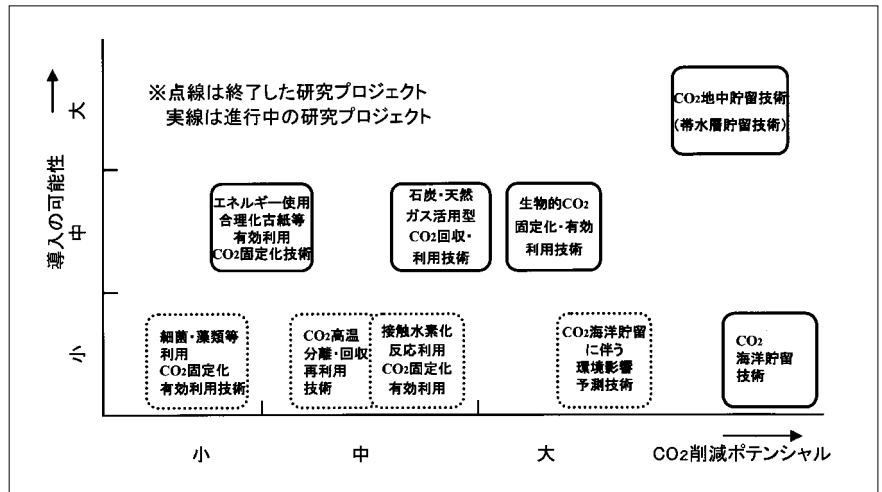
今後の排出CO₂削減技術の展望

図表10に、排出CO₂削減技術について、導入可能性やCO₂の削減ポテンシャルを評価した報告事例を示す。

ここで、CO₂削減ポテンシャルと導入可能性の双方が高く評価されている帯水層貯留技術（図表11参照）について見ると、

- 1) 石油増進回収法等で海外を中心に実績を有し、既存の石油・天然ガス生産技術の応用であることから、技術的に比較的容易に実現可能であると考えられている
- 2) 地中に圧入されたCO₂が大気中に放出される可能性はほとんどなく、安全面での問題は少ない
- 3) 生態系等への十分な影響評価を必要とする海洋貯留の場合に比べ、環境への2次的影響はほとんどないと考えられている
- 4) 日本近海の沖合帯水層におけるCO₂貯留量に関する試算⁸⁾では約900億トン（国内の年間CO₂総排出量の約70～80年分）と膨大な貯留量である

図表10 排出CO₂削減技術の評価例



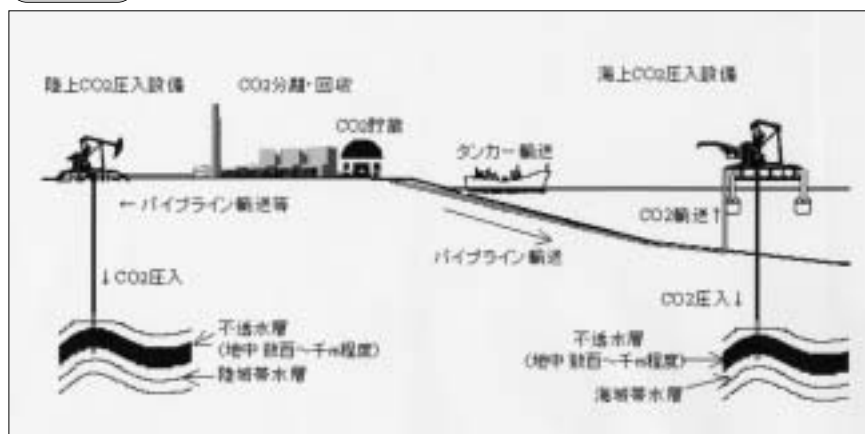
出典：経済産業省 産業構造審議会 環境分野における分野別評価報告書（2001年）をもとに
科学技術動向研究センターにて作成

といった特長があり、開発の必要性が高いことが理解される。

また、欧米等で排出CO₂削減技術として大きな期待のかかるCBM技術は、帯水層貯留技術と同じ地中貯留技術に含まれながらも、現在、国内で研究されていない。しかしながら、国内の炭層は、メタンガスを多く含有していることが知られており、経済的に採掘対象とならない深部の炭層や採掘跡の鉱山でも、炭層中のメタンガスを採取できる大きな可能性を秘めている⁹⁾。また、CBM技術は、低品位炭でも利用できること等の理由から、国内の炭層は約100億

トンのCO₂固定能力を有するとした報告⁹⁾が行われている（なお、資源エネルギー庁は新たなプロジェクトとして炭層貯留に関する研究を2002年度から開始する予定¹⁰⁾）。また、本技術は、石炭資源が豊富かつエネルギー需要の増大に伴うCO₂排出増が予想される、中国等での技術展開も期待できると考えられる。こうした技術が、クリーン開発メカニズム（CDM）や共同実施（JI）といった制度で活用されれば、その有効性は一層高まるといえよう。

図表11 帯水層貯留技術の概念図



出典：科学技術動向研究センターにて作成

おわりに

省エネルギーを初めとするCO₂排出抑制策は、CO₂の排出そのものを抑制することから、地球温暖化対策として効果的な対策と言える。しかしながら、技術的に可能であるということと、実際に各階各層が省エネルギーを実行することのギャップは依然として大きい。したがって、まず国は、いかなる対策・制度であれ、各界各層による経済的・実質的行動への関与が温暖化問題の解決に不可欠であることを、各界各層に対して十分に周知し、温暖化対策の実践を強く求めていく必要があると考えられる。こうした活動に加えて、国が地球温暖化対策に対して経済的インセンティブを与える温暖化対策税等の制度を導入すれば、各界各層における地球温暖化対策に対する認識が変わり、必然的に地球温暖化対策の実行も促進されることが考えられる。しかしながら、CO₂排出抑制策の組み合わせだけでは、CO₂排出の抑制に大きく寄与するものの、大気中のCO₂濃度が増加することには変わりはない。したがって、2.2節で述べたように、自然エネルギーや原子力の利用見通しが極めて難しい状況等の理由から、向こう10～20年程度の期間を見越した場合、温室効果ガスを削減する手段としては、技術的にCO₂削減が可能な、排出されたCO₂の削減技術の開発に取り組むことが必要であると考えられる。

わが国は、これまでに排出されたCO₂を削減する技術について数多く取り組んでおり、要素技術としては優れた成果がある一方で、トータルシステムとして十分でない

とする評価が多くみられる。また、世界中が化石燃料に依存した現在のエネルギー事情に加えて、中国やインドといった途上国では、今後のエネルギー需要の増加に伴う大幅なCO₂排出増が予想されている。したがって、化石燃料を利用しながらCO₂増加を抑制できるCO₂地中貯留技術は、わが国を含め、途上国においても有用性は高いと考えられる。さらに、京都議定書を批准する動きが進んでいる昨今においては、温室効果ガスの削減義務化に伴う外部要因（温暖化対策税等）によって本技術の有用性は一層高まることも考えられる。

こうした状況を踏まえると、今後の排出されたCO₂の削減技術に関する研究開発は、以下の点を重視して研究を進めることが肝要であろう。

- 1) 向こう10～20年程度の期間を見越した地球温暖化対策技術について、排出されたCO₂の削減技術の必要性が高まることから、CO₂削減ポテンシャルと導入可能性の双方が高いCO₂地中貯留技術の研究開発を重点的に推進すること
- 2) 研究開発プロジェクトの計画段階から、システムとしての実用性の評価を含む開発の道筋を明確にし、さらにエネルギー政策も勘案しながら研究開発を推進すること
- 3) 海外での適用も期待される研究開発（CBM技術等）は、関係諸国との積極的な

研究交流を図り、技術の汎用性（国際標準化の先導や海外での適用）を視野に入れた総合的な研究開発を推進すること

参考文献

- 01) DOE, Vision 21 Program Plan - Clean Energy Plants for the 21st Century, 1999.
- 02) DOE, CARBON SEQUESTRATION - Overview and Summary of Program Plans -, 2000.
- 03) DOE, FY2003 Budget in Brief, The President's Coal Research Initiative, Sequestration R&D, 2002.
- 04) S A C S ホームページ, <http://www.ieagreen.org.uk/sacs2.htm#latest>
- 05) K. Alarcon, GEOLOGICAL DISPOSAL OF CARBON DIOXIDE, 1999.
- 06) Government of Alberta, Request for Funding for the Weyburn CO₂ Monitoring Project Submitted to "Climate Change Central", 2000.
- 07) Netherlands Agency for Energy and the Environment, Potential for CO₂ sequestration and Enhanced Coalbed Methane production in the Netherlands, 2001.
- 08) エンジニアリング振興協会, 平成5年度報告書, 283, 1994.
- 09) 山口伸次・山崎豊彦, 第12回エネルギーシンポジウム, 1, 1999.
- 10) 資源エネルギー庁, 二酸化炭素固定化・有効利用技術等対策事業費補助金（二酸化炭素炭層固定化技術開発）公募要領, 2002.