



◆◆ CONTENTS ◆◆

■ 巻頭言	財団法人 地球環境産業技術研究機構 副理事長 茅 陽一 - 新しいアイデアを探そう -	01
■ 研究活動概説		
研究企画グループ	- CO ₂ 大幅削減のための革新的技術の開発戦略 -	02
システム研究グループ	- 持続的で実効ある温暖化防止に向けたシナリオの提示 -	08
バイオ研究グループ	- バイオリファイナリー産業の技術開発動向と研究概要 -	12
化学研究グループ	- CO ₂ 分離・回収技術の高度化と産業技術化への取組み -	14
CO ₂ 貯留研究グループ	- 実適用を目指す CO ₂ 貯留技術の開発 -	18
■ トピックス		21
■ 2009 年（平成 21 年）発表論文一覧		27
■ 登録特許および公開特許一覧		37



新しいアイデアを探そう

財団法人 地球環境産業技術研究機構

副理事長 茅 陽一



私ども RITE が発足したのが 1990 年だから、早いもので今年でちょうど 20 年を迎えることになる。RITE は、当時経済産業省から提案された「地球再生計画」にもとづいて、温室効果ガスの中心である二酸化炭素の大気への排出を大幅に低減する技術を開発することを目的に発足した。そこで始めたプロジェクトは、太陽光から触媒を利用しての水素製造、産業から排出された二酸化炭素を輸送・僻地での太陽光を利用しメタノールを作って同じ輸送船で送り返し利用するという CO₂ リサイクル、あるいは産業で発生する二酸化炭素を海洋の藻で吸収する CO₂ 固定化、などが主要なものだったが、正直のところいずれもやや野心的なプロジェクトに過ぎたような気がする。そしてそれ以後いろいろな曲折を経たのだが、現在の RITE の主力になっているのは次の 3 つのプロジェクトである。すなわち「発電や産業の排ガスからの二酸化炭素の回収と地中等への貯留 (CCS)」、「セルロース系バイオマスのバイオリファイナリーによるエタノール転換」、そして「温暖化と持続可能な発展問題の数量的な総合システム分析」である。はじめの 2 つは現在から今後の近い将来にかけての大変重要な技術を扱っており、しかも、また幸いなことにかかなりの成果をあげて、国内のみならず国際的にも RITE の名を広く知られたものにしてている。また、総合システム分析は、RITE 発足当時はあまり力の入れられていない分野だったが、温暖化への対応が世界的に進展するにしたがって温暖化問題の分析・予測・計画が世界的に重要な課題となり、それへ RITE が積極的に対応した結果、現在は社会的に RITE の分析の価値が広く認められるようになった。

それでは今後の RITE の研究はどうか。現在のプロジェクトはまだ進展の途上にあり、これを益々推進することは当然である。しかし、RITE はそれだけにとどまらず、低炭素社会に重要な他の革新的技術も育てていきたいと考えている。一つの鍵は二次エネルギー技術である。将来はさまざまな形の自然エネルギーの利用がエネルギー低炭素化のために必要だが、それを具体的に実用化するためには何等かの形の二次エネルギーに変換するしかない。現在は太陽光発電、風力発電のような電力への変換か、現在 RITE でも行っているような車燃料としてのエタノールへの変換、更に RITE 発足当初に手がけたような水素への転換の 3 つが殆どだが、他に有力な二次エネルギー媒体はないか。また、上記のような従来行われている 3 つの媒体への変換にしても、これまでとは抜本的に異なった効率の高い、コストの安い方策はないか。こうした疑問に応える技術の芽があれば、RITE は積極的に取り上げていきたい。皆様のご声援とご援助をぜひお願いする次第である。

研究企画グループ

CO₂ 大幅削減のための革新的技術の開発戦略

1. はじめに

地球温暖化を食い止めるために、世界の温室効果ガスの排出量を 2050 年におよそ 50% レベルにまで削減することが求められている。従来から地球温暖化対策として、省エネルギー技術の開発・導入や代替フロン等の削減対策等、CO₂ をはじめとする温室効果ガスの排出を抑制する取り組みが行われている。しかし、大気中の CO₂ 濃度は上昇を続けており、地球温暖化を緩和・抑止し持続的な社会を構築するためには現行の取り組みのみでは不十分と考えられる。したがって、これらの対策に加えて、排出後の CO₂ に対する固定化・有効利用技術についても、将来的に導入可能な対策オプションとすべく、技術開発を推進する必要がある。

CO₂ 固定化・有効利用分野の中でも、CO₂ の分離回収と貯留 (CCS) は、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)による CO₂ 回収・貯留特別報告書において、温暖化緩和策のキーテクノロジーのひとつとして期待されている。また、我が国が平成 20 年 3 月に策定した「クールアース - エネルギー革新技術計画」においても、2050 年までに世界全体の温室効果ガス排出量を半減するために必要な革新的技術のひとつに位置づけられている。

このような点を踏まえ、RITE では平成 16 年度に中長期的な観点から「CO₂ 固定化・有効利用技術」についての技術戦略マップを作成し、毎年その内容の見直しを実施している。また経済産業省では、ここで実施した検討結果を基に他の分野も合わせて、「技術戦略マップ 2009」を作成・公表した。本稿では、CO₂ 固定化・有効利用技術分野の技術戦略マップの内容について紹介する。

2. CO₂ 固定化・有効利用技術の体系とテーマの絞り込み

地球温暖化防止を目的とする様々な技術のうち、本技

術戦略マップは、RITE の主要取り組み分野であり、かつ、経済産業省における技術戦略マップ作成作業への貢献が期待されている「CO₂ 固定化・有効利用技術分野」に焦点をあてた。なお、省エネ、非化石燃料シフトおよび化石燃料間シフトに関しては、既に別途ロードマップが作成されていることから、本技術戦略マップでは対象とせず、バイオマスエネルギー利用のうち、革新的な変換・利用技術についてのみ言及した。

CO₂ 固定化・有効利用分野の技術体系を図 1 にまとめた。CO₂ 排出は発電所や製鉄所などの排出源からの大規模・集中型と家庭や自動車などの小規模ではあるが多数の分散型に大別される。前者では排出源から発生する CO₂ を分離回収し、地中あるいは海洋などへ隔離することが有利である。また、回収された CO₂ を別な物質に変換し、有効利用することも可能である。一方、分散型排出源からの回収は費用がかかるため、大気中に排出後に前者で処理しきれなかったものと合わせて、植物などによって吸収固定する方法が考えられる。各技術はさらにつぎのようなサブ技術から構成される。

CO₂ の分離回収と貯留 (CCS): 大規模発生源から分離回収した CO₂ を地中あるいは海洋に注入し、貯留・隔離する技術であり、貯留手法としては、地中貯留、海洋隔離に大別される。地中貯留は、地下深部塩水層(帯水層)貯留、炭素固定、EOR(石油増進回収)、枯渇油・ガス田貯留などに大別され、海洋隔離は、溶解希釈法(移動式)、同(固定式)、深海底貯留などに大別される。

CO₂ の有効利用: 分離回収された CO₂ を化学的あるいは生物的な手法で他の物質に変換し、再度利用する技術である。カーボンへの分解、アルコールなどの化学品への変換技術に大別される。

生物による吸収固定: 大気中に拡散した CO₂ を生物に

よって吸収・固定する技術である。樹木などの陸上の植物による吸収固定、大型海藻などの海洋植物による吸収、動物による吸収に大別した。さらにCO₂の吸収固定により得られたバイオマスエネルギーおよび有用化学品として変換・再利用する技術も含まれる。

これらの技術についてCO₂削減技術としての有効性、ポテンシャルの大きさ、現在の概算コスト、2030年でのコスト実現性について評価し、削減ポテンシャル・コスト両面から有効な技術群で導入に向けた取り組みが進められるべき技術を抽出し、それらについてより詳細な技術戦略を策定した。絞り込まれた技術を次に示す。

● CCS

CO₂の分離回収・貯留技術、海洋隔離、地下深部塩水層貯留、炭素固定、EOR、枯渇油・ガス層貯留などの地中貯留技術、CO₂の分離回収技術

● 大規模植林による地上隔離技術

大規模植林等のバイオマス生産技術、バイオマス利用技術

3. CCSの技術戦略とロードマップ

CCSはCO₂を分離回収する技術と回収したCO₂を地中あるいは海洋に貯留・隔離する技術から構成される。

分離回収する対象ガスとしては、電力等のエネルギー生産時の排出ガスおよび鉄鋼、セメントを始めとする産業プロセスからの排出CO₂ガスがある。発電所からのCO₂回収プロセスには、通常の煙道ガスからの回収を行う燃焼後回収、IGCCなど燃料の部分酸化によってガス化された圧力を持ったCO₂高濃度の合成ガスからCO₂を回収する燃焼前回収に大別される。また、燃料を酸素で燃焼させ、CO₂濃度の極めて高い排気ガスを生成させる酸素燃焼法が検討されている。CO₂の回収技術としては化学吸収法、物理吸収法、膜分離法、吸着法、深冷分離法などがあるが、燃焼排ガスからの分離には主に化学吸収法が、自圧を有するガスの分離には化学吸収、物理吸収、膜分離法などが適している。CO₂の分離回収は化学吸収法などすでに商業実績があるが、CO₂回収コストがCCSの全コストの約7割を占めていることから、CCSの実現には分離回収コストの

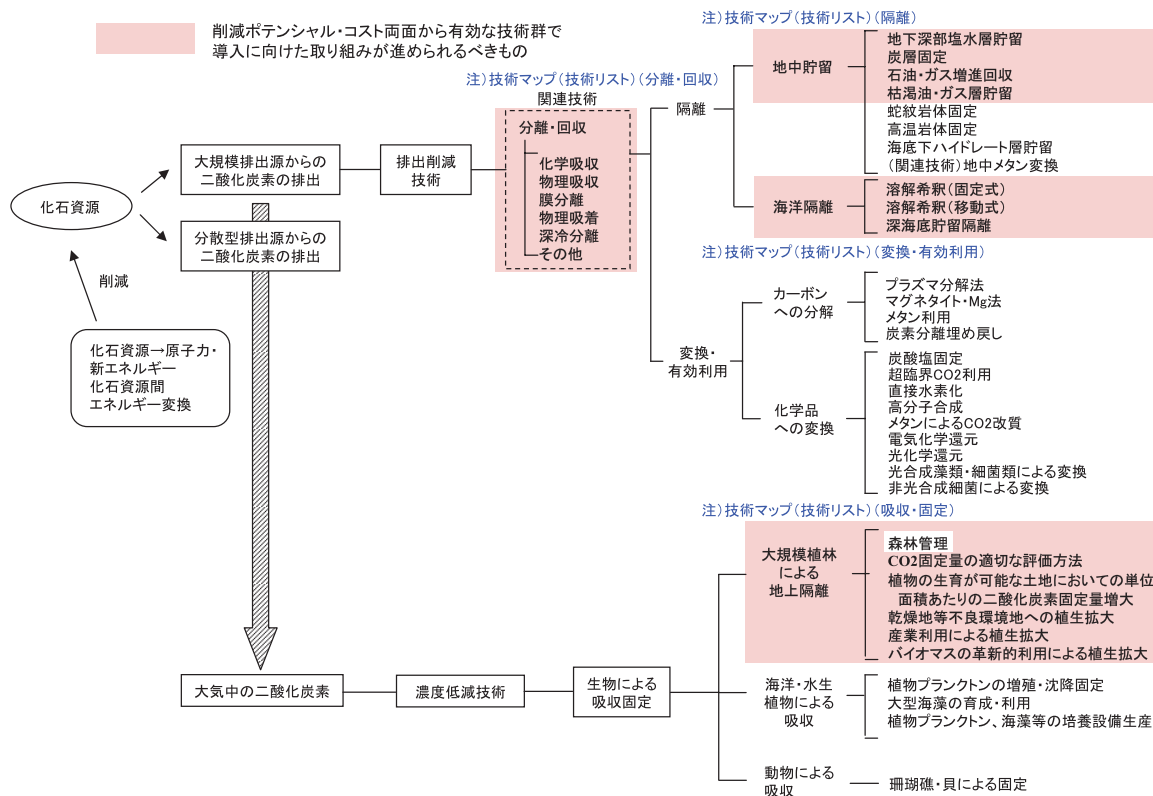


図 1. CO₂固定化・有効利用分野の技術マップ(技術体系)

低減が欠かせない。また、分離回収によって2~3割余分にエネルギーを消費することから、分離回収エネルギーの低減が極めて重要な課題となっている。このため、化学吸収法、物理吸収法、膜分離、吸着剤についての研究開発が世界的に行われている。さらに、分離回収技術の開発は地中貯留の進展に同期する必要がある。すなわち、「低コスト・低エネルギー回収技術」を地中貯留の実施前に完成させる必要があるし、回収されるCO₂の純度に関しても、貯留側の要求に応じる必要がある。

CO₂貯留・隔離技術については、RITEによって新潟県長岡市において約1万トンのCO₂を地下深部塩水層へ圧入・貯留する実験が実施され、我が国でのCO₂地中貯留のターゲットとされる地下深部塩水層に安全にCO₂が貯留できることが実証された。また、モニタリングやCO₂挙動シミュレーションなどの技術開発、我が国での地中貯留のコスト・賦存量の評価をはじめとする有効性評価、安全性評価、法体系等周辺関連調査などが実施されている。さらに平成19年に経済産業省は「CCS研究会」を設置し、我が国での地中貯留の課題について検討し、技術開発や法整備等とともに大規模な実証試験が必要であると結論づけている。

以上の様な状況を考慮しCCSの技術戦略とロードマップが作成された(図2)

貯留・隔離技術のうち、「海洋隔離」については、CO₂の注入による生物影響の懸念などが払拭されておらず、実施に関する国際的なコンセンサスの形成に時間がかかる為、温暖化対策のキーテクノロジーとして国際的に導入が進められている「地中貯留」の技術開発から進めることが重要と考えられる。地中貯留については、G8サミットにおいてその積極的な推進が合意され、IEA・CSLFなどを中心に実施に向けての課題の整理やロードマップの作成が実施されており、世界的に2015年頃の技術確立、環境整備を目指した動きとなっていることから、我が国での技術の完成時期もこれらと一致させた2015年頃におくことが妥当である。これに合わせて、CCS技術を総合的に検証する

とともに、実用化に向けての経験を蓄積するための大規模実証試験を始めとする技術開発が必要である。また、ロンドン条約などの世界的な法整備の動きと調和しながら、現行法を基本とし必要に応じて法整備の検討をしていく必要がある。特に貯留物の長期的な責任のあり方については十分な検討が必要である。また、地中貯留の理解促進活動についても十分早い時期から進めていく必要があるし、実施の観点からは、実施主体の形成に向けた準備も必要である。一方、海洋隔離は、海洋によるCO₂吸収能力を考慮すると極めて大きな削減ポテンシャルを持つ技術であることから、当面、生物影響・予測手法等に関する科学的知見の集積を進行させ、2030年を目指した長期的な適用目標を設定すべきであったとした。

分離回収を地中貯留の実現に結合させるためには、「低コスト・低エネルギー回収技術」を2015年までに完成させる必要がある。CCSがCO₂削減技術として有効となるためには大幅なコスト削減が望まれる。分離回収技術のコストが下がるほど、排出源から隔離場所までの距離を大きくすることが可能となり、隔離可能量が増大する。分離回収コストとしては、排出権取引価格や海外との技術競争力を考慮すると2015年で2,000円/t-CO₂程度、さらには1,000円/t-CO₂台となることが望ましく、革新的技術の開発とその実用化を進めていく必要がある。

本ロードマップに従って平成20年には日本CCS調査株式会社が設立され、大規模実証試験の地点調査と試験準備が開始された。また、平成21年には経済産業省において大規模実証試験において守るべき基準が整備されるなど、大規模実証に向けての準備が整いつつある。

4. 大規模植林・バイオマス利用の技術戦略とロードマップ

大気中に排出されたCO₂の吸収固定において中心的な役割を占めるのは、「大規模植林等による地上隔離技術」であり、これは「バイオマス利用」と併せて進められるべきものである。大規模植林をはじめとする植物を利用した吸収固定は、CO₂の大規模削減に寄与し得る技術として、

現時点で CCS に唯一対抗し得る見通しのある技術であり、例えば、米国においては、2008 年に技術開発による環境植林の低コスト化の目標を設定している。また、バイオマスからのエタノールや化学品の製造については、世界的に活発に開発が行われている。とりわけ、米国が積極的であり、数件の商業プラント建設プロジェクトが推進されている。

大規模植林等の地上隔離技術の技術課題としては、まず、場所の選定・樹種選定技術の確立があげられる。さらに、水収支などのシステム評価技術、環境影響評価技術、および CO₂ 吸収量の評価技術が必要である。植物による CO₂ の吸収固定量を増大させるためには、単位面積当たりの固定量の増大や乾燥地等、従来作物の栽培不適地への植生拡大技術が必要である。つぎに植林等に関する環境整備としては、制度面の整備、CO₂ 削減モニタリング技術の標準化、森林等の多面的機能の評価、遺伝子組換え法の認知があげられる。また、生物多様化についても十分な配慮が必要である。国際協力の推進については、革新的技術の共同開発、植林事業推進のための環境整備面での協力、途上国でのキャパシティビルディングがあげられる。

バイオマス利用については、バイオマスからいかに効率的にエネルギー等の物質を得るか、その変換技術の開発とともに使用可能なバイオマス種を拡大させる技術が重要である。現在石油をプラットフォームとしてさまざまな化学品が生産されているが、化石資源の使用縮小とともにバイオマスからさまざまな有用物質を省エネルギー・低コストで製造する革新的変換技術が必要である。

環境植林の拡大から産業植林・バイオマス産業利用への流れは、世界のエネルギー物質・有用化成品生産プロセスのパラダイムをも変更する潮流であり、我が国としても、CO₂ 排出削減対策としてはもとより、このような観点からも、2010~2015 年をターゲットにした樹木等の単位面積当たりの固定量増大技術、産業利用を容易にする有用物質生産能の向上技術の確立、2020 年頃のバイオマス利用技術との結合、2030 年頃を目指した樹木等からの多角的なバイオマス利用システム構築と実証に取り組む必要がある。

る。

本分野のロードマップを図 2 に示す。各項目別の目標およびマイルストーンは以下の通りである。

「単位面積当たりの CO₂ 固定量増大」については、品種改良や土壌改良技術などの遺伝子組換えを用いない手法を先行させて早期の実適用を目指す。また、遺伝子組換え手法では、実用樹木等で固定量 2 倍の目標を達成すべく研究開発を行うとともに、その安全性についても十分な検討を行い、2015 年頃のフィールド実証、2030 年までの実適用を可能とさせる。これによって、CO₂ 固定化コストの低減、削減ポテンシャルの向上が期待される。

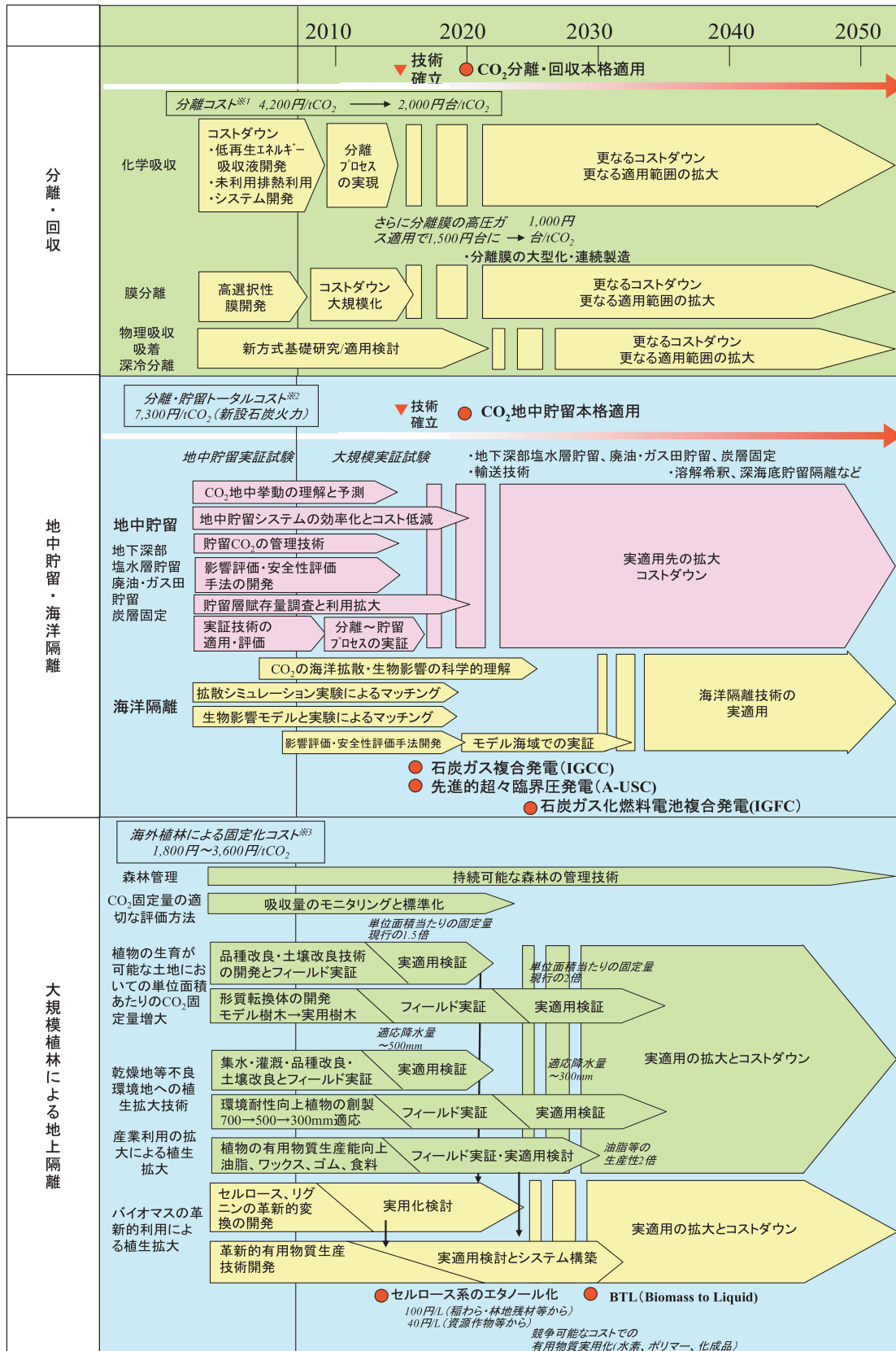
「乾燥地等への植生拡大技術」については、集水・灌漑技術や遺伝子組換えを用いない品種改良技術等による植生拡大を先行させて早期の実適用を目指す。また、遺伝子組換え手法では、降水量 500、300mm でも産業植林が可能な樹木の創製について研究開発を行うとともに、その安全性についても十分な検討を行い、2015 年頃のフィールド実証、2030 年までの実適用を可能とさせる。これによって、植林ポテンシャルの向上が期待される。

「バイオマスエネルギー利用等との複合化による植生拡大」としては「植物の改変技術」と「バイオマスの革新的変換・利用技術」が考えられる。

「植物の改変技術」については、油脂、ワックス分などの植物が生産するエネルギー物質などの有用物質の生産量を 2 倍にすべく開発を行う。2015 年頃からフィールド実証、実適用検討を実施していく。

「バイオマスの革新的変換技術」については、現在、糖からのアルコール製造や他の有品製造が実用レベルにあるが、穀物類は食料との競合があるため、今後はソースをセルロース系に求めなければならないこと、一方で現在実施されているセルロースからの糖化は高コストであることから、「セルロースからの安価な糖化技術の開発」を行う。また、木質系バイオマスに含まれるリグニンも有効利用が必要であり、効率的な変換方法の開発が必要である。2010 年頃までに基本技術を開発し、順次実用化していく。

図 2. CO2 固定化・有効利用分野のロードマップ



※1 分離回収: 新設石炭火力(830MW)、回収量:100万t-CO₂/年、7MPaまでの昇圧含む、蒸気は発電所の蒸気システムから抽気 [コストベース:2001年]
 ※2 地中貯留: 上記分離回収コスト+パイプライン輸送20km+圧入(昇圧15MPa、10万t-CO₂/年・井戸) [コストベース:2001年]
 ※3 植林: 植林周期7年伐採+萌芽再植林、バイオマス生産量20m³/ha・年、植林管理費17-31%、用地リース費:50\$/ha・年)

「バイオマスの革新的利用技術」については、糖からアルコール、水素などのエネルギー物質や現在石油から製造しているポリマーなどの製品群を高効率低コストで製造していく技術を開発する。終了したのものから順次実用化につなげていくが、2015年頃には「バイオマスの革新的変換技術」と結合させ、セルロース系バイオマスからの有用物質の一貫製造法へと発展させる。

大規模植林とバイオマス利用の結合を2020年頃からとした。バイオマス利用技術については、小規模高効率ガス化システムや、そこからの液体燃料製造システム、アルコール発酵システム、および先に述べた革新的利用システムなどが2020年には実現されるものと予想されるため、大規

模植林地から得られた樹木を原料に変換が開始されるものとした。それまでに順次、収集・輸送を含めたバイオマスの利用システム構築を進めていくことが必要である。

5. おわりに

RITEでは本技術戦略マップをホームページ上に公開し、広く意見を伺いながら、定期的な見直しを行っている。地球温暖化の阻止には革新的な技術開発が必要である。このためには大学・研究所・企業等から多数の叢智を集めるとともに、目的にそった効率的な研究と実用化の推進が必要である。本技術戦略マップがその一助になれば幸いである。

システム研究グループ

持続的で実効ある温暖化防止に向けたシナリオの提示

1. はじめに

2007年12月にインドネシアのバリで開催された気候変動枠組条約締約国第13回会合（COP13）において、2009年12月コペンハーゲンで開催のCOP15までに2013年以降の排出削減枠組み・目標を採択することが合意された。2008年12月ポーランド・ポズナニで開催された同締約国会合（COP14）では、付属書I国全体の削減レベル、国ごとの削減レベル、約束期間、基準年を含む数量削減目標のあり方、削減ポテンシャル等につき各国の意見提出などを踏まえ検討していくことが合意された。そして2009年12月にコペンハーゲンでCOP15が開催された。大変重要な国際会議とあって多くの首脳もコペンハーゲン入りし議論を行った。交渉の決裂も危惧された会議であったが、多くの努力によって決裂は何とか避けられ、「コペンハーゲン合意」を大筋で了承して閉幕した。しかし、このCOP15は地球温暖化問題への国際的な取り組みが難しいことを改めて認識させられる会議であった。

この間、先進各国は独自に中期目標とりわけ2020年の排出削減目標の宣言を行ってきた。日本政府においては、2009年6月10日、麻生前総理が2020年の温室効果ガス（GHG）排出量を2005年比15%削減するという中期目標を発表した。一方、民主党鳩山新総理は同年9月22日の国連気候変動首脳級会合において、すべての主要国参加による意欲的な目標の合意を前提に1990年比25%減（2005年比30%減）を目指すとして新たに宣言した。

システム研究グループでは、地球温暖化問題という複雑で広範な問題を俯瞰的に把握しつつ、かつ、細部までより良く理解し、そしてシステム分析の手法を援用してそれらを社会により正しく伝えるよう研究活動を行ってきた。2009年は、上記国際交渉における意思決定に資する分析結果の提供、そして、国内の中期目標決定のために科学的、論理的な分析・評価の提示も行ってきた。

本稿では、その中から主要な分析について紹介し、またそれが意味することについて解説することによって、システム研究グループの研究活動の報告としたい。

2. 現状のエネルギー効率の国際比較

CO₂排出削減は長期にわたる時間的な視点とグローバルな視点を持って考えることが不可欠である。地球温暖化影響はCO₂排出が起こってから時間遅れを持って現れてくるものが多く、長期の時間スケールで対応を考えることが必要である。また、排出削減策に限定しても、たとえば発電部門やエネルギー多消費産業の設備の寿命は長期であり、短中期での大幅な排出削減には対応が難しく、大きく削減しようとする場合には大きな費用がかかる可能性がある。温暖化問題は長期にわたって持続的に取り組まなければならない課題であり、技術開発と技術普及のタイミングを見計らって効果的に排出削減していかなければ、温暖化防止に真に有効な対応とはならない。

もう1つ重要な視点は、グローバルな視点である。世界各国で現状のエネルギー効率には大きな差異がある（図1）。エネルギー効率が低い国では、比較的、エネルギー効率改善が容易であり、CO₂排出削減余地も大きいことが多い。大幅な排出削減のためにはグローバルな視点を持って効果的に排出削減を行っていくことが不可欠である。ただし、図1のような国全体としてエネルギー効率の国際比較を行った場合、各国で特有の産業構造の違いなどが考慮されず集約された形でエネルギー効率が示される。製造業は非製造業よりもエネルギー消費が不可避免的に大きいことが多いため、たとえば日本のように先進国の中では製造業の占める比率が高い国は、集約化されたGDPという指標あたりのエネルギー効率で見ると必ずしも的確なエネルギー効率の比較とはならない。

実効ある温暖化対策を考えていく上でより重要なのは、技術的なレベルとしてのエネルギー効率を比較することである。技術的なレベルとしてのエネルギー効率を比較するには、セクター（産業部門）別のエネルギー効率、もしくは更に詳細に主要な技術についてエネルギー効率を比較することが必要である。ただし、国際的な統計が十分整備されているとは言えないため、セクター別のエネルギー効率の推計は、セクターごとの高度な理解がなければ良い推計

はできない。図2は、鉄鋼業における世界各国のエネルギー効率をRITEで推計したものである。鉄鋼においても、日本は高いエネルギー効率を達成していることが示されている。2000年から2005年にかけては中国やインドなどの途上国を含め、多くの国で相応の効率改善が進んでいる。ただし、ロシアなどのようにあまり改善が見られなかった国も存在している。国際的な技術協力によって、グローバルにCO₂排出を削減する余地は大きい。

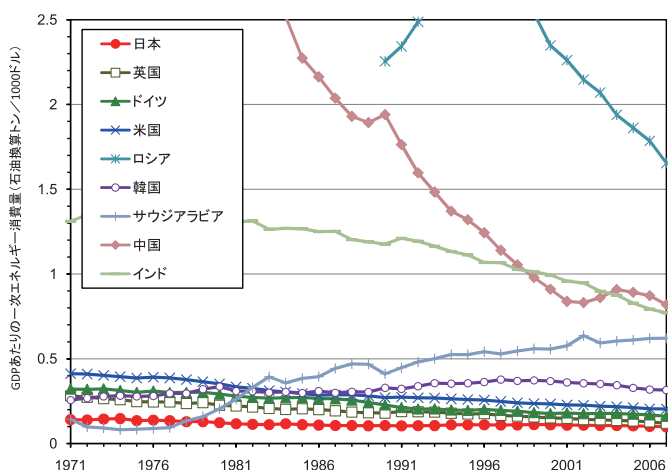


図1 国全体としてのエネルギー効率の国際比較（国際エネルギー機関（IEA）統計より）

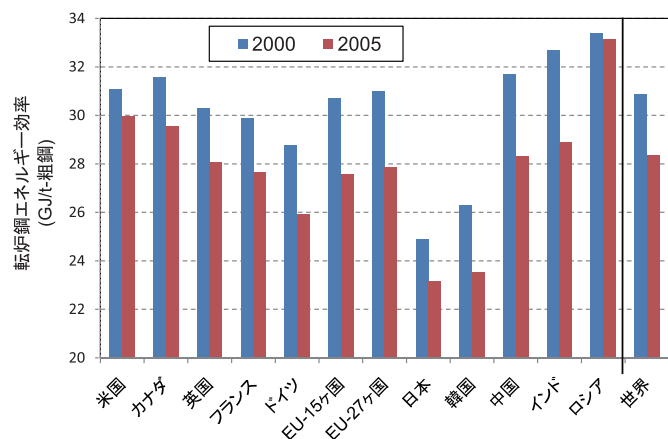


図2 2000年および2005年における粗鋼生産（転炉鋼）におけるエネルギー効率の国際比較（RITEによる推計）

3. 日本の中期目標と世界各国の排出削減目標の分析・評価

システム研究グループでは、地域解像度が高く、また、各部門のCO₂排出削減に関わる様々な技術を詳細にモデル化したDNE21+モデルを開発してきた。これによって、

技術的な対応の見通しがとれた排出削減方策を分析できる。また、世界全体について、排出削減費用を含めて評価できるため、世界各国の排出削減目標の比較も可能である。そのため、排出削減枠組み・目標に関する国際交渉のための基礎的なデータとして、国内外で活用されてきた。

日本政府は、2020年の温室効果ガス排出の削減目標（いわゆる「中期目標」）として、麻生前総理は国内排出削減分のみで（海外排出クレジット、森林吸収カウント分を含まず。いわゆる「真水」分）2005年比15%削減するとし、その後、民主党鳩山新総理は1990年比25%減（2005年比30%減。すべての主要国参加による意欲的な目標の合意が前提で、かつ、海外排出クレジット、森林吸収カウント分を含む）を目標とするとした。なお、これら2種類の排出削減目標は、条件が異なるので注意が必要である。前者の2005年比15%減（90年比8%減）は、京都議定書の2010年の排出削減目標との比較では、排出クレジット購入分を除いた90年比-0.6%（政府目標）もしくは+3%（企業が購入した排出クレジット分も除いた場合）と比較すべき数値である。一方、後者の1990年比25%減は、2010年の数値としては京都議定書で日本に定められた削減目標である6%減そのものと比較すべき数値であり、両者を単純に比較すべきではない（図3）。

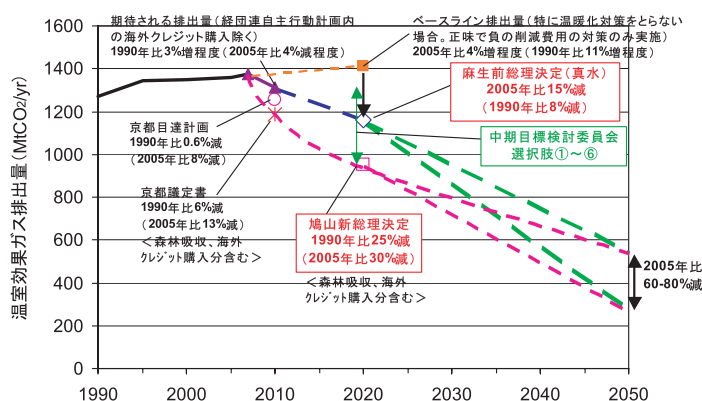


図3 日本における各排出削減目標の位置づけ

いずれにしても、これらの削減目標達成のためには、どの程度の費用が必要と推定されるのか、世界各国の排出削減目標との関係はどのようなものなのかを見ておくことは、それを実際に達成するにあたっての実効性をはかる上で大変重要であり、RITEはこれらの分析を担った政府のワーキングチームの一員としてその作業に携わった。

図4は、RITEが開発したモデルで分析した主要先進国の2020年における温室効果ガス排出削減の費用曲線である。排出削減をできる限り小さな費用で達成しようとするれば、1トン排出を減らすための費用が小さな対策から順次実行していけば良い。その費用を推定しグラフ化したものが図4である。日本は省エネルギーが進んでいること、米国は効率の低い石炭火力発電が多く排出削減余地が大きいためなどから、費用曲線の形状が大きく異なっており、同じ費用をかけても日本はあまり削減を行うことができないが、欧米はより大きな削減が可能となることがわかる。

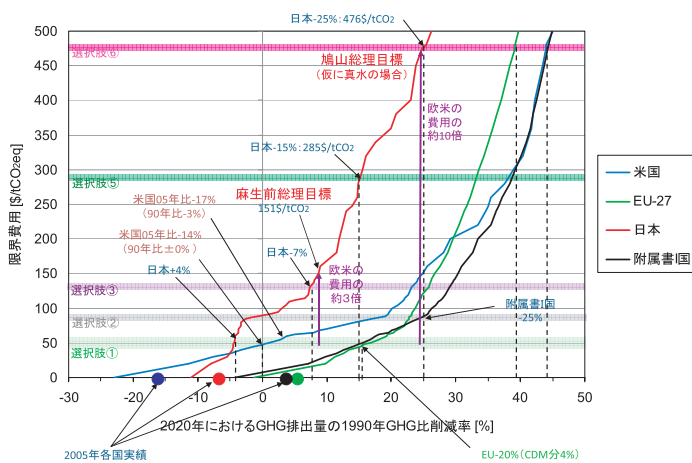


図4 主要先進国の2020年の温室効果ガス排出削減の費用曲線 (RITEによる推定)
「限界削減費用」は、削減目標を達成するために必要となる理論的な炭素税率に相当し、また、排出権取引の理論的な市場取引価格に相当する。

日本が1990年比25%削減を仮にすべて真水で実現するとすれば、最も高い最後の1トン削減するための費用は476\$/tCO₂と推定される。これは欧米がCOP15を前に掲げた排出削減目標達成に要すると見られる費用である50\$/tCO₂前後に比べて実におおよそ10倍にも相当するものである。仮にこれだけ大きな費用の差異ができれば、京都メカニズムの下では日本は途上国のみならず、欧米からも大量の排出権購入を行うことになりかねないことが示唆される。また、エネルギー多消費産業を中心に海外への産業流出が起こる可能性も大きくなる。この場合、世界全体で見れば排出削減には寄与しないことに留意が必要である。

日本でも着実に排出削減が進み、かつ、世界全体の排出削減にも寄与するには、日本だけが突出した削減費用を要する削減目標となってはならず、世界、少なくとも主要先進国の限界削減費用が大きな差異を生じないような目標と

しなければならない。それに加えて、途上国であっても主要な排出国についてはある程度の実効ある排出削減目標が必要である。さもなければ長期的に持続的に排出削減に取り組むことができなくなる可能性が高い。表1はCOP15を前に宣言がなされた各国の排出削減目標について、基準年をそろえた削減率、限界削減費用、GDPあたりの排出削減費用を分析したものである。「コペンハーゲン合意」では、先進国は2020年に向けての国全体の排出削減総量目標を提出、途上国は排出削減行動目標を提出することになったが、今後、特に付属書1国における各国の排出削減目標の限界削減費用に大きな差異が生じないように、他国がより大きな排出削減目標となるようにしていくことが、実効性を持って25%削減を実現するために不可欠なことである。

4. 持続的で実効ある温暖化防止に向けて

2020年まではあと10年しかなく、既存の技術の広範なる普及、技術の漸進的な進歩で主に対応していかざるを得ない。しかし、長期的には多くの排出削減の可能性は存在している。世界全体が地球温暖化問題に対する危機感の下、結束できれば、それを実現することも不可能ではないだろう。ここでは、持続的で実効ある温暖化防止に向けて3つの重要な点について言及しておきたい。1つめは、排出削減費用の劇的な低減と大幅な排出削減に向けた革新的な技術開発・普及を産官学一体となり、また、国際協力を行いながら取り組むことである。2つめは、各種技術、社会インフラ、社会システムをシステムの的に融合させることを追求し、システム化によって実質的な排出削減費用の低減をはかることである。社会はより幸福になるために、温暖化問題だけではなく様々な目的を持って取り組んでおり、それらと排出削減対策を融合させたシステムの対応を行っていくことである。最後は、社会の環境意識の向上に努め、温暖化対策が消費者効用を増すような社会に変革していくことである。このためには環境教育も重要であるが、着実な経済発展も不可欠である。

システム研究グループは、地球温暖化問題を人類が解決していけるように、引き続き、的確な温暖化対策の分析・評価を実施すると共に、社会にとって真に有効な温暖化対応方策・政策の提言を行っていききたい。

表 1 主要排出国の中期目標 (RITE による分析)

	中期目標	1990 年比 換算目標	2005 年比 換算目標	限界削減費用 [\$/tCO ₂]	GDP 比 対策費用 [%]
日本	1990 年比▲25%	▲25%	▲30%	476	1.13
EU	1990 年比▲20% ～▲30%	▲20% ～▲30%	▲14% ～▲25%	48～135	0.08～0.26
米国	2005 年比▲17%	▲3%	▲17%	60	0.29
カナダ	2006 年比▲20%	▲3%	▲22%	111	0.43
豪州	2000 年比▲5% ～▲25%	+13% ～▲11%	▲11% ～▲30%	45～92	0.19～0.58
ロシア	1990 年比▲20% ～▲25%	▲20% ～▲25%	+17% ～+25%	\$0/tCO ₂ で達成可能	
附属書 I 国 全体*1		▲13% ～▲18%	▲9% ～▲14%	41～61	0.07～0.15
(参考) 附属書 I 国全体で 90 年比▲ 25%削減する場合 の必要費用	90 年比▲25%	▲25%	▲22%	88*2	0.38*3
韓国	2005 年比▲4%	+80%	▲4%	21	0.16
中国*4	GDP 原単位を 2005 年比▲40%～▲45%	+327% ～+366%	+105% ～+88%	0～3	0～0.07
インド*5	GDP 原単位を 2005 年比▲20～▲25%	+344% ～+373%	+142% ～+127%	\$0/tCO ₂ で達成可能	

*1 各国が発表している目標値を単純に積み上げた値であり、共同で目標として発表しているものではない。また、限界削減費用及び GDP 比対策費用は、附属書 I 国全体で最も費用効率的に排出削減を行った場合の値である。

*2 附属書 I 国全体で最も費用効率的に排出削減を行った場合の値。

*3 附属書 I 国各国の GDP 比対策費用が均等化するように排出削減を行った場合の値。

*4、*5 中国の目標は「GDP 当たりのエネルギー起源 CO₂ 排出量を 2005 年比で 40～45% 改善」、インドの目標は「GDP 当たりのエネルギー起源 CO₂ 排出量を 2005 年比で 20～25% 改善」と、対象温室効果ガスはエネルギー起源 CO₂ 排出量のみであるため、基準年の排出量もエネルギー起源 CO₂ 排出量のみとしている。

バイオ研究グループ

バイオリファイナリー産業の技術開発動向と研究概要

1. バイオリファイナリーの世界動向と日本の現状

世界のエネルギー需要は年々増え続けているが、気温の上昇を抑えるには、長期的な温室効果ガスの削減対策の実施や循環型・低炭素社会の形成が不可欠である。バイオエタノールに代表されるバイオ燃料は、バイオマス（植物由来資源）を原料としており、光合成でCO₂を固定していることから、どのように利用しても大気中のCO₂濃度に影響を及ぼさない（カーボンニュートラル）。このような理由から、再生可能資源であるバイオマスからの化学品やエネルギー製造（バイオリファイナリー）の早期実現への期待は大きい。

一昨年の2008年には、バイオエタノール用の穀物利用を一因とする世界的な穀物価格の高騰が発生し、洞爺湖サミットでも大きな議論を巻き起こした。ところが昨年は一転して、米国発の金融危機を端緒とする景気後退と原油価格の低下により、米国バイオエタノール業界の事業環境が急速に悪化し、年度前半には工場の閉鎖や再編が大きく報じられた。しかし、このような中であっても、1月に就任したオバマ大統領のグリーンニューディール政策やバイオ燃料に積極的な米国エネルギー省（DOE）Chu長官の就任により、米国政府はバイオ燃料生産技術への財政支援を今までに増して加速している。現在の状況は、米国内でのトウモロコシ生産量の30%超がバイオエタノール生産（2009年105億ガロン）に利用されていることから、食料と競合しないセルロース系バイオマスを原料にしたセルロースエタノールなど、温室効果ガス排出量が少ない先進バイオ燃料（Advanced biofuel）に大きな注目が集まっている。2007年の新エネルギー法に基づいて、米国政府はバイオエタノール等の再生可能燃料の使用基準（RSF2）を大きく引き上げており、2022年までに360億ガロンの目標を掲げている。実施時期や基準値をめぐるDOEでは議論がまだ続いているが、このまま実施されると2010年にはロードマップ上でセルロースエタノール生産に1億ガロンの目標が課せられることになる。このためDOEでは、セルロースエタノール等の先進バイオ燃料への生産技術開

発を加速し、商業プラントの建設を後押しする目的で昨年12月に19のプロジェクトに対して総額5億6400万ドルの大規模な財政支援を表明した。さらに、ガソリンへのエタノール混合率を現在の10%（E10）から15%に引き上げるE15についても米国環境保護庁（EPA）で検討が行われている。EPAは自動車への影響調査の継続を理由に結論発表を2010年半ばに延期したが、自動車エンジンへの影響についてはほぼクリアしていると言われており、米国のバイオエタノール業界は市場の拡大に大きな期待を寄せている。世界中が注目している商業ベースでの大規模セルロースエタノールプラント（10万KLレベル/年）は、2010～2012年に稼働を開始すると報じられている。

一方、ディーゼル車が新車販売の半分を占める欧州では、バイオ燃料の70%以上を主に菜種を原料としたバイオディーゼルが占めている。EUでは、温室効果ガス対策や原油依存度の低減を目的とした「輸送用バイオ燃料導入に係る指令」を2003年に発効させ、加盟国へのバイオ燃料や再生可能燃料の市場導入量の目安を掲げている（2010年末5.75%）。各国はそれぞれ独自に値を定め目標達成に取り組んでいるが、バイオディーゼルの消費量は生産量を上回っており、EU全体では年間消費量（約800万トン）の一部を輸入に頼っている。そのため輸出国での環境破壊や食糧油との競合などの課題が表面化している。一方、2014年に施行予定のEuro6排ガス規制への対策で、ディーゼル車価格が大幅に上昇する見込みから、今後5～10年間にバイオエタノールの生産量が増加するとも予想されている。

日本では、バイオ燃料導入の政府目標として2010年までに50万KLを掲げており、その一環として、昨年から規格外小麦などを原料とした数万KLレベルのバイオエタノール実証プラントが北海道で稼働した。また、非可食バイオマスを原料とするセルロースエタノールについては、国内数か所で小規模な技術実証事業（数KL/年）がスタートしたところである。このように米国と比較すると、バイオリファイナリーの取り組みは遅れているが、昨年誕生し

た新政権は、「温室効果ガスの大幅削減」を政府目標としており、マニフェストでも具体的に「1次エネルギーの総供給量に占める再生可能エネルギーの割合を、2020年までに10%程度の水準まで引き上げる」と明言している。今後ともバイオリファイナリー分野への政府の積極的な支援が期待される。

2. RITE バイオ研究グループの取り組み

バイオ研究グループでは、これまでに新規技術コンセプトに基づく革新バイオプロセス「増殖非依存型バイオプロセス (RITE バイオプロセス)」を確立し、バイオ燃料や有機酸を始めとした有用化学品の生産に大きな成果を上げてきた。本プロセスは、非可食バイオマス由来の混合糖の同時利用をはじめとする世界初の成果を有しており、バイオ燃料生産に応用した「セルロースからの混合糖同時変換によるエタノール製造技術」は、第18回日経地球環境技術賞の大賞に選出され、国内外から高い評価を頂いている (RITE Today 2009 トピックス参照)。高効率のkeyは、従来のバイオプロセスが微生物の増殖に依存して物質生産を行うのに対して、微生物細胞の生育を人為的に停止した状態であたかも化学触媒のように細胞を利用し、化合物を製造させることにある。これにより従来のバイオプロセスにつきものの低生産性が大幅に高効率化され、化学プロセスと同等以上の生産性 (STY:Space Time Yield) が可能となった。本技術は、日本独自の日の丸技術として、国内外から注目を集めており、我々も積極的に民間企業との共同研究

を進めている。

3. 今後の展開

バイオ燃料製造と並んで、非可食バイオマス資源からのグリーン化学品の製造は、バイオリファイナリーの中核であり、温室効果ガスの削減や、低炭素社会実現に重要な方策である (図1)。対象とするグリーン化学品は、ポリプロピレン等の汎用樹脂から機能性エンジニアリングプラスチック、特殊ポリマーなど広範であり、我が国が高いシェアを持つ製品群が多い。これらは素材や加工品として利用され、我が国の重要な基幹産業の競争力をさらに高めることが期待される。一方、デュポン社やダウ・ケミカル社など、海外大手化学メーカーもグリーン化学品製造を事業の核とする方針であり、既に大規模な研究開発をスタートしている。

RITE バイオグループでは、非可食バイオマス資源からのバイオ燃料やグリーン化学品製造に向けて、前述した「増殖非依存型バイオプロセス」をコアとするトータル製造技術の確立を研究開発の柱として展開する方針である。具体的には、非可食バイオマス由来の混合糖 (C6+C5 糖) を出発原料とし、増殖非依存型バイオプロセスにより、バイオ燃料や基礎化学品 (プラットフォーム) 化合物を製造し、さらに最適な化学反応技術により、上記グリーン化学品へ変換する。このためには、産業界と連携した研究開発が不可欠であり、企業の皆様との共同研究や共同開発を今後とも積極的に進めていきたい。

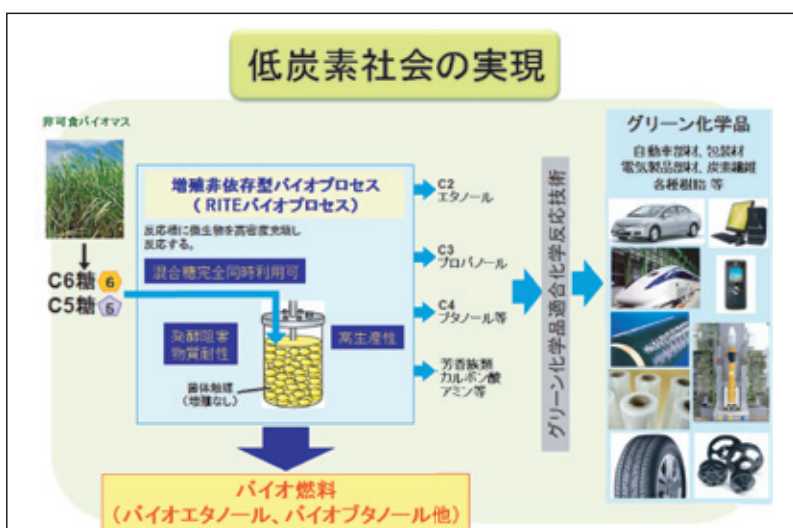


図1 増殖非依存型バイオプロセスを中核技術としたバイオリファイナリーによる低炭素社会の実現

化学研究グループ

CO₂ 分離・回収技術の高度化と産業技術化への取組み

中国、インドなどの温暖化対策への指針が開示され、そのグローバルな枠組みの議論が進展している。先進国と開発途上国が、どのように経済的な支出を担うかが難しい課題である。我々は経済的な CO₂ 削減対策の提示が、関係国の一致を引き出し易くすると考えている。

CCS (CO₂ capture and storage) は経済性に優れた CO₂ 削減対策のひとつとなると期待されている。CCS コストの 6 割程度は排出源からの CO₂ 分離に要すると試算されており、CCS の実用化促進には CO₂ 分離コストの低減が重要である。

化石エネルギーの転換技術は進歩しており、ボイラーとスチームタービンの発電方式から、ガスタービン複合発電、燃料電池複合発電へと進化していくと予想される。一方、発電装置から CO₂ を分離回収する技術も化学吸収法、物理吸収法、膜分離法、酸素燃焼法など多岐にわたっている。技術進歩によって、CO₂ 分離が対象とする燃料転換装置と分離装置の組み合わせが変化する。将来にわたって、最も経済性の高い技術に対応した CO₂ 分離技術の開発を追求できるように図 1 に示すような技術開発ビジョンを基に開発を進めている。

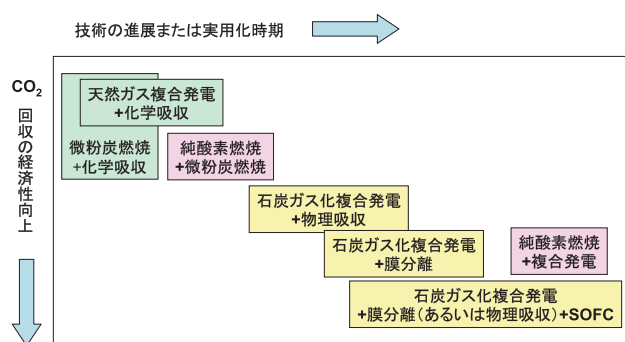


図 1. 長期的な視点での発電技術と CO₂ 分離技術

化学研究グループでは多様な CO₂ 分離技術の評価と開発に努めながら、特に化学吸収法と膜分離法の研究開発に力点を置いてきた。化学吸収法では、COCS プロジェクトと名付けた、製鉄所の排ガスを対象にした CO₂ 分離技術の開発を完了し、革新的なアミンの開発により 3,000 円 /

トン -CO₂ まで低減の目処が得られた。さらに COURSE50 プロジェクトに参加し 2,000 円 / トン -CO₂ を狙った化学吸収液の開発を継続している。さらに、国外の研究機関との共同研究にも着手した。

膜分離法では H₂ を含むガスからでも CO₂ の選択性では優れた素材を見出した。現在は、その素材を膜構造の中へ組み入れる研究に取り組んでおり、実ガスでのモジュール試験を視野に入れた開発を実施している。

最近、高圧の状態での CO₂ 回収するための特長ある二つの材料を見いだした。ひとつは化学吸収液であり、もうひとつは吸着剤である。これらを用いたプロセスの評価に取りかかった。

以上のように、幅広い新技術評価の実施と、次世代の礎となる革新的な技術開発により CO₂ 分離技術をリードし、かつ産業界が受け入れ可能な実用的な技術開発を進めている。

化学吸収法による CO₂ 分離回収技術開発

化学吸収法は、ガス中の CO₂ をアミン水溶液等の化学吸収液に選択的に吸収させた後、加熱して分離させる方法であり、比較的大規模な常圧ガスからの CO₂ 分離に優れている。化学吸収法の最大の課題は、分離回収コストを低減できる新吸収液を開発することである。

RITE では、平成 16 年度から製鉄所高炉ガス中の CO₂ を化学吸収法により従来の半分のコストで分離回収するための「低品位廃熱を利用する二酸化炭素分離回収技術の開発」プロジェクト (COCS プロジェクトと呼称) を企画推進してきたが、予定どおり平成 20 年で当初目標を達成し終了した (図 2)。

新吸収液に望ましい性能は、吸収液と CO₂ との反応において、反応熱が小さくかつ吸収分離が容易なことであり、それにより CO₂ を低エネルギーで分離回収できる。それらの特性を示す化合物の中ではアミン水溶液が優れている。第 1 ステップとして、数百種類の市販アミンを選定して、アミン水溶液と CO₂ との吸収速度、吸収量、反応熱等の基礎特性をラボ実験により調査し、基礎特性に及ぼ

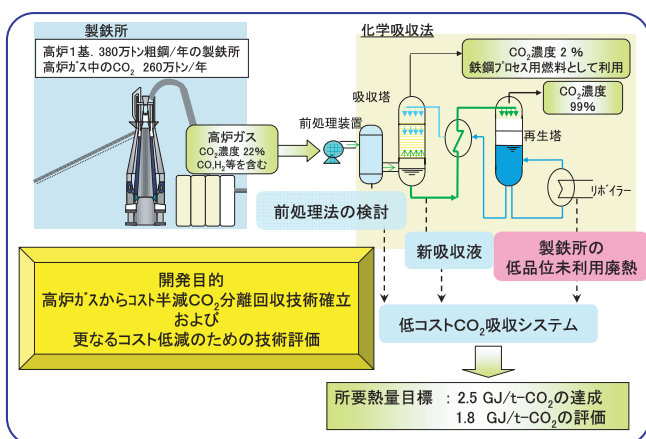


図 2. 低品位廃熱を利用する CO₂ 分離回収技術 (COCS) 概要

すアミンの化学構造的特徴を把握した。更に、各種アミンの性能の得失を補完し合う複合アミンを検討し、その性能を同様に調査した。その結果、これまでに特性の異なる高性能な数種類の新吸収液 (RITE-3 系、4 系) を開発した (図 3)。

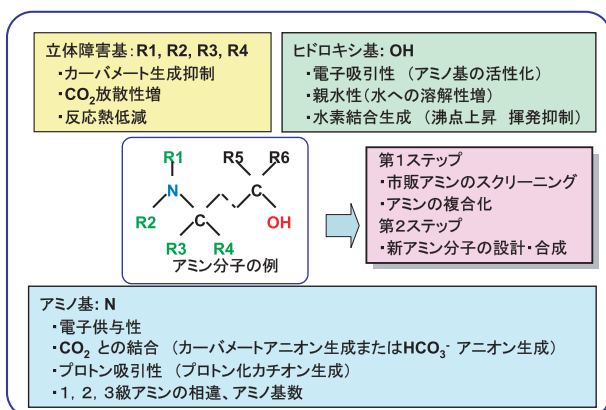


図 3. 新吸収剤開発

引き続き第 2 ステップとして、これまでの知見や量子化学による理論計算等を採用し新規なアミンを設計合成して評価する研究に範囲を広げるにより、新たな吸収液 (RITE-5、6 系) を開発した。これまで標準的に使用されていた MEA (モノエタノールアミン) が 1 トンの CO₂ あたり 4.0GJ/t-CO₂ であるのに対して本プロジェクトで開発したベスト吸収液の分離回収エネルギーは、2.5GJ/t-CO₂ と大幅に低減でき、プロジェクト目標をほぼ達成できた (図 4)。

COCS プロジェクトによる開発成果は、製鉄所排出 CO₂ の大幅削減を狙った環境調和型製鉄プロセス技術開発 (COURSE50) プロジェクト (平成 20 年～ 24 年) に引き継がれ、現在、より高性能な新吸収液の開発 (分離回収

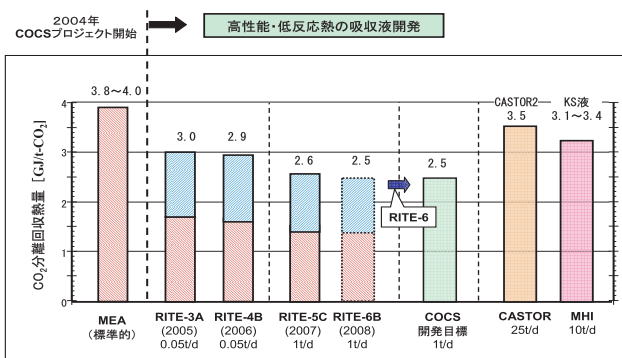


図 4. CO₂ 新吸収液によるエネルギーの低減

エネルギー目標 2.0GJ/t-CO₂) と共に、プロセス評価設備 (30t/d 能力) による実証の計画を進めていく計画である。

また、これまでの吸収液研究の蓄積を基にして、平成 19 年度から高圧条件に適した化学吸収液の開発にも取り組んでおり、その中で高圧下での吸収性能、放散性能の優れたアミン群を見出した。これらのアミン化合物により高圧用の化学吸収液を開発し、高圧システムにおける新たな CO₂ 分離回収方法として提案していく予定である。

圧力ガスから CO₂ と H₂ を分離する高分子系膜の開発

日本政府が提唱する「クールアース 50」の革新的技術のひとつに「ゼロ・エミッション石炭火力発電」がある。石炭をガス化した後に水性ガスシフト反応で CO₂ と H₂ を含む混合ガスを製造し、CO₂ を回収・貯留 (CCS:CO₂ Capture and Storage) して、H₂ をクリーンな燃料として用いる。この圧力を有する混合ガスから、1,500 円/t-CO₂ 以下のコストで CO₂ を回収できる新規な分子ゲート膜を開発中である。

分子ゲート膜は、CO₂ と H₂ を効率良く分離することが可能である。図 5 に分子ゲート膜の概念を示す。ここで、膜中の CO₂ が分子サイズの小さな H₂ の透過を阻害することで、従来の膜では分離が難しかった CO₂ と H₂ を効率良く分離できる。現在までに、新規に開発した dendritic が優れた CO₂ と H₂ の分離性能を有することを見出し、この dendritic と架橋型高分子材料の分離機能層を有する複合膜で世界トップ性能となる 30 を超える CO₂/H₂ 選択性を得ている。図 6 は、RITE で開発した dendritic 包含架橋高分子膜の概念と CO₂/H₂ 分離性能である。この成果を元に、(株)クラレ、ダイセル化学工業 (株)、(株)

東レ、日東電工（株）の分離膜メーカー 4 社の協力を得て実用的な分離膜モジュールの開発を促進している。図 7 は、開発中の膜モジュールの概念図である。更に、新日鉄エンジニアリング（株）の協力を得て、石炭ガス化試験装置から発生するガスを用いた実験を通じて、分離膜の有効性を確認する。

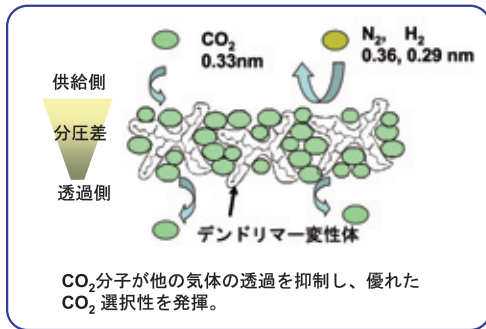


図 5. 分子ゲート膜

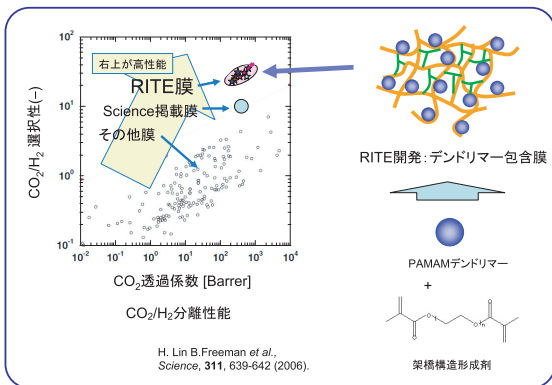


図 6. デンドリマー包含膜と CO₂/H₂ 分離性能

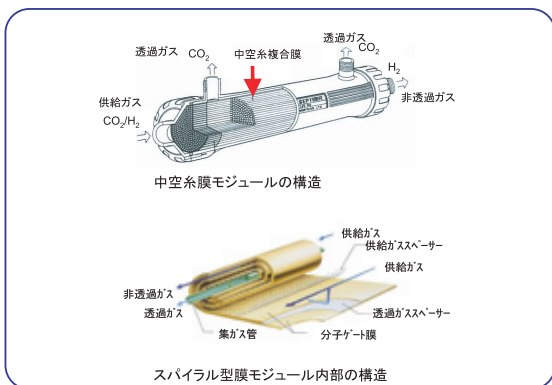


図 7. デンドリマー膜モジュールの概念図

デンドリマー膜の開発は、炭素隔離リーダーシップフォーラム (CSLF) の認定プロジェクト「圧力ガスからの CO₂ 分離」に登録され、米国エネルギー省国立エネルギー技術研究所 (DOE/NETL) と共同研究を実施している。更に、ノルウェー科学技術大学、米国テキサス大学とも膜開発の共同研究を実施しており、国際協力体制の下で研究開発を行っている。

GCEP の紹介

スタンフォード大学の GCEP (Global Climate and Energy Project) からの受託研究「サブナノ構造制御材料の先端的研究」では、有機系材料と無機系材料の両面から相乗効果による革新的な分離膜の開発を行った。平成 20 年 9 月から継続テーマ「先進的 CO₂/H₂ 分離材料の開発」に着手した。

「先進的 CO₂/H₂ 分離材料の開発」では、亜臨界並びに超臨界状態の CO₂ を鋳型とする新しいコンセプトを用いる革新的な分離膜の開発を目指している。その概念を図 8 に示す。CO₂/H₂ 分離材料では、膜中に存在する CO₂ 親和性物質を分子レベルで構造制御することにより、優れた分離性能を発現することが可能となる。図 8 で、超臨界 CO₂ の存在下で、CO₂ 親和性物質が CO₂ と接した最適な構造を分離膜中で取っている (状態 A)。超臨界 CO₂ を除去する際に構造が維持されることから (状態 B)、CO₂ 親和性物質が CO₂ の透過に最適な構造を有する分離膜を得ることが可能となる。

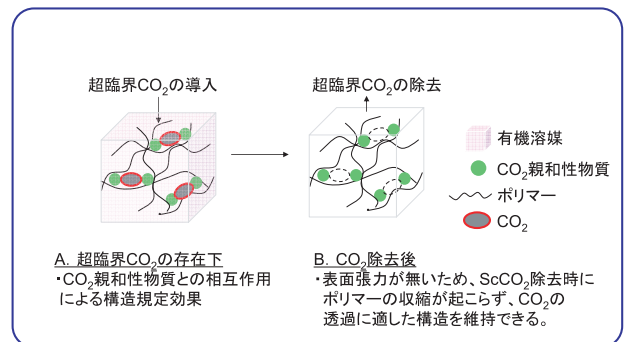


図 8. CO₂ を鋳型に用いる分離膜開発の概念

耐水蒸気型吸着剤による高圧ガスからの CO₂ 吸着分離技術開発

本研究では、我々が新規に見出した高圧条件に適した水蒸気の影響阻害のない新規吸着剤を高圧ガスからの CO₂ 吸着分離法に適用して CO₂ を低エネルギー・低コストで分離回収しうる技術の開発を目的としている。

これまでに水蒸気共存条件下でもほとんど CO₂ の吸着性能が低下しない新しい吸着剤を開発しており、現在、本吸着剤を利用したプロセスの実現可能性の評価を実施中である。図9に示すように、従来型のローシリカゼオライト 13X では、CO₂ 分圧が 300kPa 程度で吸着量がほぼ飽和に達してしまうため、高圧ガス (1.6MPa) から常圧 (0.1MPa) への圧力スイングでは、CO₂ を効率的に回収することはできず、乾燥条件下でも 1.5mol/kg 程度の回収量しか期待できないが、新規に開発した吸着剤 (A) は 3MPa 程度までは CO₂ 分圧の増大とともに CO₂ 吸着量が増大し、高圧

(1.6MPa) から常圧 (0.1MPa) への圧力変動による CO₂ 吸着量のローディング差は 3.6mol/kg と非常に大きな値を示すことが明らかとなった。また、13X は同条件下で水蒸気が存在すると CO₂ の吸着性能が消失するが、新規吸着剤 (A) はほとんど水蒸気の影響を受けない。

高圧ガスに本吸着剤を用いた PSA 法を適用すると常圧に戻すだけで吸着した CO₂ が回収でき、真空ポンプが不要となるため、大幅な分離回収エネルギー低減が可能である。また水蒸気共存条件下でも CO₂ を選択的に吸着可能な耐水蒸気型吸着剤の適用により除湿プロセスの省略により装置のコンパクト化が可能となる。これまでに実際に CO₂/N₂ および CO₂/H₂ 流通混合ガスから CO₂ を高選択的に分離可能なことを確認した。そこで今後、小型の 2 塔式連続吸着分離試験装置を用いてプロセスの有効性を実証する予定であり、CO₂ 分離回収工程の大幅なコスト低減 (1.5GJ/ton- CO₂ 以下) を目指したい。

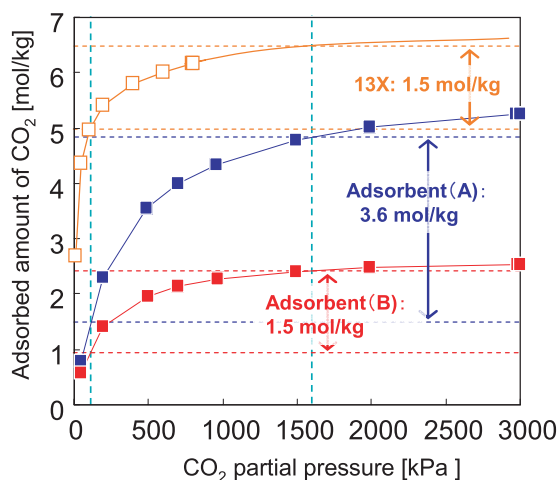
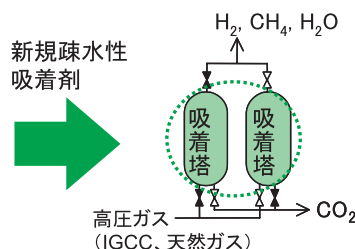


図9. プロジェクト概要

提案法 (高圧ガスからの CO₂ 分離に適用)



- ・ 高圧ガスへの適用による動力低減
- ・ 除湿塔省略による省エネ・簡略プロセス

CO₂ 貯留研究グループ

実適用を目指す CO₂ 貯留技術の開発

CO₂ 貯留隔離技術研究開発

CO₂ 地中貯留技術は、温室効果ガスである CO₂ を大気に放出することなく地下に安全に閉じ込めようとするものであり、油層に CO₂ を圧入して石油の増進回収を行う EOR、枯渇ガス田への隔離、炭層に CO₂ を圧入してメタンを回収する ECBM、孔隙率の大きい多孔質砂岩で地層水を含んだ帯水層に貯留する方法などがある。このうち、RITE が取り組んでいる帯水層貯留は、帯水層上部にガスや液体を通さないシール性の高い層が存在することにより、CO₂ を長期に安定して貯留することが可能である。天然ガスの地下貯蔵等の貯留技術を応用できるので、最も即効的で実用化が近いとされている。

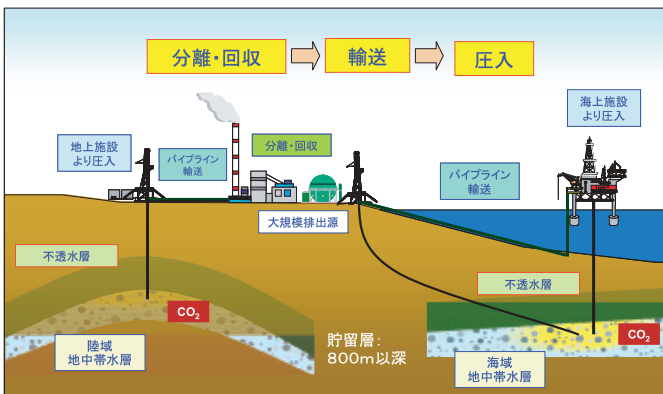


図 1. 帯水層地中貯留技術の概念図

「CO₂ 貯留隔離技術研究開発」のプロジェクトは、地中貯留の地球温暖化対策への有効性に着目し、我が国の地下帯水層への地中貯留の可能性を科学的に検証するために、平成 12 年にスタートした経済産業省事業である。その中心である新潟県長岡で実施した CO₂ 圧入実証試験において、1 万 400 トンの CO₂ を平成 15 年 7 月～平成 17 年 1 月に地下 1,100m の帯水層に圧入し、地下における挙動を弾性波トモグラフィーや物理検層などで把握するとともに、観測結果をもとに CO₂ 地中貯留挙動予測シミュレータを開発した。また、圧入後の平成 19 年には各種モニタリングを行って、CO₂ が帯水層内に留まっていることを

明らかにし、帯水層貯留の安全性を確認した。これらの 8 年にわたる実証試験によって、CO₂ の圧入性の確認、CO₂ 挙動の確認、シミュレーションによる予測等の成果を挙げ、我が国における帯水層の基礎的知見を習得し、地中貯留実現の可能性を提示することができた。



図 2. CO₂ 地中貯留長岡実証試験サイト

平成 20 年以降は、地中貯留の本格適用に向けて開始された大規模実証試験事業と連携を図ることが期待されている。また国内における CO₂ 地中貯留の場所は、海底下の貯留層が対象となる可能性が高いことから、モニタリング手法など新たな要素技術の開発が求められている。具体的な研究項目としては、CO₂ 貯留性能評価技術開発、CO₂ 挙動解析とモニタリング技術の開発、長期モニタリング技術の開発の各項目に取り組んでいる。CO₂ 貯留性能評価技術開発では、CO₂ を地中に安定して貯留することを立証するための貯留層の地質構造評価技術、貯留量評価技術等を、CO₂ 挙動解析とモニタリング技術の開発では、弾性波探査等の CO₂ 挙動モニタリング技術やシミュレーションを含めた CO₂ 挙動予測手法の開発を実施している。長期モニタリング技術の開発では、貯留層内での CO₂ 長期貯留メカニズムの解明、低コストの長期モニタリング技術開発等を行っている。また、これらの研究課題に係る基礎的研究として、岩石コア試料を用いた弾性波速度測定試験、シー

ル層の安全性のためのスレシヨルド圧測定試験等を行った。今後は、大規模実証試験を進めるに際して抽出される技術的課題についても研究開発を行い、将来の実用化に向けて取り組む所存である。

IZEC (International Zero Emission Coal) プロジェクト

化石燃料は世界のエネルギー源の約 80% を占めており、今後も石炭を長期的に利用することが期待されている。とくにクリーンな石炭火力発電への期待は大きく、そのためには、地球温暖化対策上、高効率石炭火力発電技術とそこから排出される CO₂ を分離回収し地中貯留する CCS 技術とを組み合わせることが注目され、世界で技術開発が行われている。

その組み合わせとしては図 3 に示すとおり、燃焼後回収・純酸素燃焼・燃焼前回収の 3 種類のプロセスがあり、現在、世界中で米国の FutureGen をはじめとしてゼロエミッション型の石炭火力発電プロジェクトが計画されている。我が国においても、NEDO による「革新的ゼロエミッション石炭ガス化発電プロジェクト」等、実用化に向けた取り組みが始まっている。

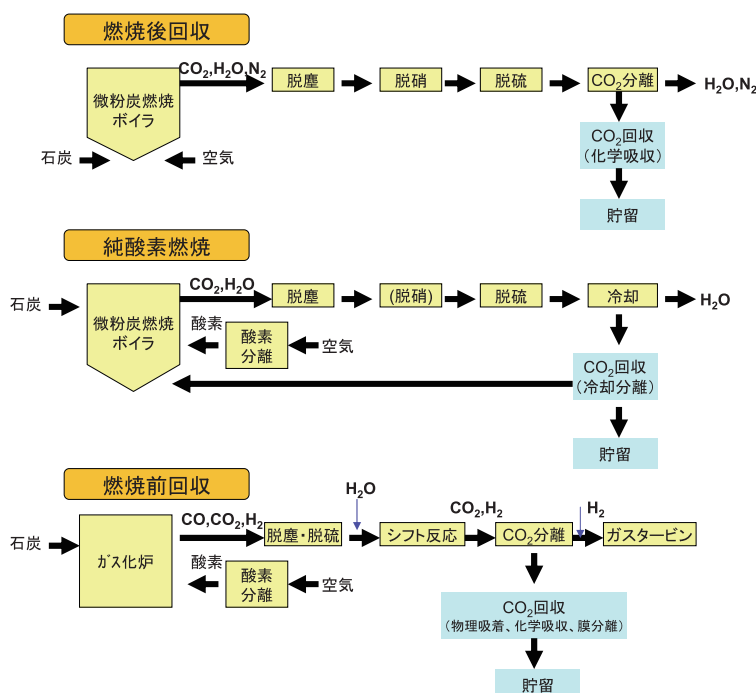


図 3. ゼロエミッション石炭火力発電プロセス

こうした構想の実現には広範囲な技術集約と多額の資金が必要であり、世界で進められているゼロエミッション石

炭火力発電プロジェクトの技術・開発の動向を調査し、国内への普及啓発を図ることは、我が国の実用化総合戦略を検討する上で大きな意義がある。

以上の背景をもとに、RITE では平成 19 年度から IZEC (International Zero Emission Coal) プロジェクトとして以下の事業に取り組んでいる。

- (1) FutureGen をはじめとする世界のゼロエミッション石炭火力発電 / CCS プロジェクトに関する情報収集・整理
- (2) 世界各国および国際ゼロエミッション / CCS イニシアティブに関する情報収集・整理
- (3) IZEC シンポジウム、および IZEC フォーラムの企画・運営等による普及啓発事業

プロジェクトの情報収集では、欧米、豪州を中心として 48 以上のパイロットプロジェクトおよび実証プロジェクトの最新動向調査を実施している。また、イニシアティブについては EU・英国・ノルウェー・オランダ・ドイツ・米国・カナダ・豪州等の方針・戦略について調査を実施している。平成 21 年度においては、特に英国、ドイツにおけるキャプチャーレディーの適応実態やその基準について調査を実施した。

普及啓発では WEB サイトを開設し、最新のゼロエミッション石炭火力 CCS プロジェクトのデータベース、世界のイニシアティブのデータベース、各国のクリーンコール関連最新動向等の概要を掲載している。さらに、調査内容を国内産業関係者に周知する「IZEC フォーラム」を運営し、海外のプロジェクト推進関係者を招聘する「IZEC シンポジウム」を開催している。

これらの事業を通じて、我が国のゼロエミッション石炭火力発電実用化総合戦略の検討に資するものである。

中国 CCS-EOR プロジェクト

化石燃料から排出される CO₂ を回収し地中貯留を行う CCS は、今後 2100 年までの地球温暖化対策に必須のものであり、なかでも早期実用化が期待されるのは、CCS に原油増進回収を組み合わせることにより商業的に利益を生むことが可能な CCS-EOR である。

既に米国においては天然に存在する CO₂ を活用した CO₂-EOR が年間 6 千万トンの規模で実施されており、今後、

特にエネルギー原単位当たり CO₂ 排出量の多い石炭火力発電所から排出される CO₂ を対象とした CCS-EOR の普及が期待されている。

近年、中国は CO₂ 排出量が年々増加し、2008 年には国別排出量が世界一となり、日本もまた CO₂ 排出量が世界第 4 位と多く、この両国が協力して CCS-EOR の共同実証研究を行うことは、地球温暖化防止の観点から国際的に非常に大きな意義を持つものである。

RITE は、CCS-EOR を中心とし、省エネルギー、環境保全、GHG 削減を含めた技術交流を中国石油と開始しており、CCS-EOR ワークショップを平成 21 年 9 月に北京で開催し、以下の技術テーマについて、情報交換を行った。

- CO₂ 分離回収技術（化学吸収法、物理吸収法、膜分離法）

- CO₂ 地中貯留基礎研究
- CO₂ モニタリング
- CO₂ シミュレーション
- EOR
- トータルシステム

さらに CO₂ 地中貯留基礎研究に係る CT スキャンの活用に関して専門家を中国に派遣して情報交換を行った。

今後、更に技術交流を進め、抽出された課題に基づき、CCS-EOR の実証研究に向けた経済性・実現性等の可能性調査を行い、低炭素社会の実現およびエネルギー・セキュリティの確保に資するものである。

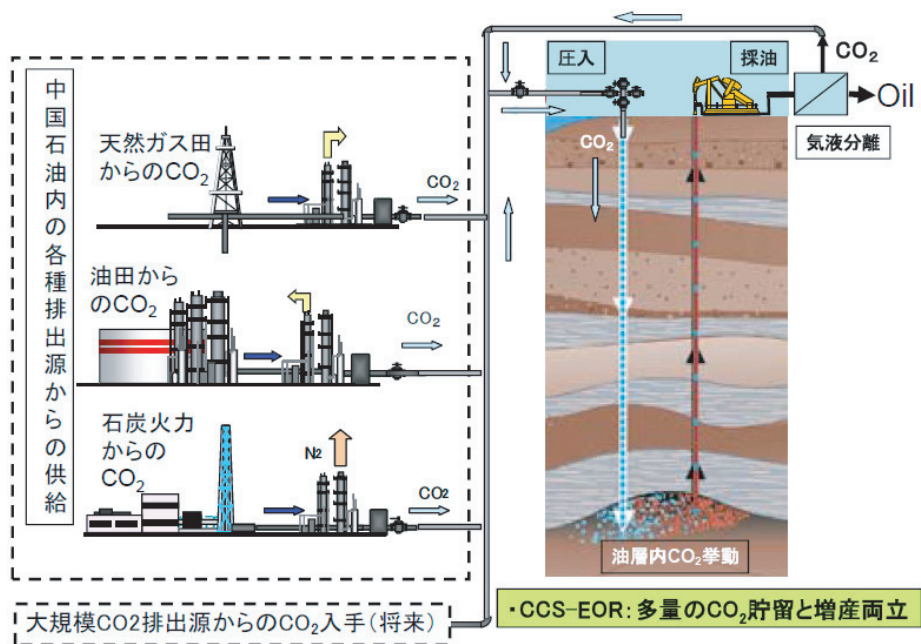


図 4. CCS-EOR の概要図

革新的環境技術シンポジウム（京都）

研究企画グループ

2009年11月4日（水）にメルパルク京都において、「革新的環境技術シンポジウム（京都）」を経済産業省、京都府、近畿地域エネルギー・温暖化対策推進会議の後援を受けて開催しました。CO₂固定化・有効利用技術に関する最新の研究動向について、現在までのプログラム研究開発の状況・成果を中心に、RITE内外の講師による発表を行い、環境技術の重要性と技術開発戦略を発信するとともに、これら技術に関する参加者相互の幅広い議論によって産学連携を拡大すること、また本分野における技術戦略マップ策定に資することを目的に開催したところ、産業界、学界、政府関係者等245名の方々にご参加いただきました。詳細につきましては、RITE ホームページのイベント開催結果をご参照下さい。



メルパルク京都（シンポジウム会場）

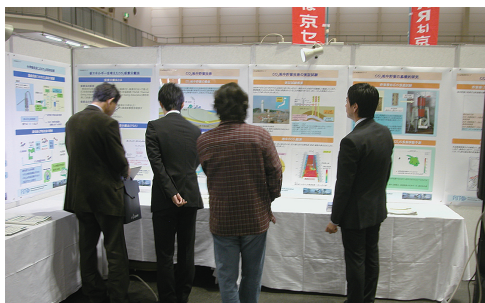
京都環境フェスティバル 2009(展示会)

研究企画グループ

2009年11月21日（土）～22日（日）に京都府総合見本市会館（パルスプラザ）において開催された「京都環境フェスティバル 2009」に出展しました。

「京都環境フェスティバル」は、京都府内の各地域で活動するNPOや学校、企業等の出展により、環境について楽しみながら学び考えることができる参加・体験型イベントで、毎年開催され、今回も2日間で28,000人の来場者がありました。

RITEでは、地球環境問題の解決に貢献するRITEの活動に対する理解促進を図ることを目的に出展し、研究内容に関するポスターや地中貯留模型の展示、地中貯留事業のビデオ上映を行い、多くの一般来場者やNPO、学校、企業等の出展関係者の方々にRITEの活動を紹介することができました。



RITEブースの様子

IIASA-RITE 国際シンポジウム

システム研究グループ

2009年3月3日、経団連会館（東京）にて平成20年度IIASA-RITE国際シンポジウムを開催しました（国際応用システム分析研究所（IIASA）、IIASA日本委員会、RITE主催、経済産業省後援）。今回のシンポジウムには、IIASAからWinterfeldt新所長、地球温暖化とエネルギーの研究分野で中心的な役割を果たしておられますNakicenovic氏とAmann氏、また国内からは、製品評価技術基盤機構（NITE）の御園生理事長、電力中央研究所の杉山上席研究員にもご登壇頂き、最新の研究成果をご紹介いただくとともに持続的な社会・経済構築にむけて、求められる取組みの方向性、施策等に関するご意見を伺いました。

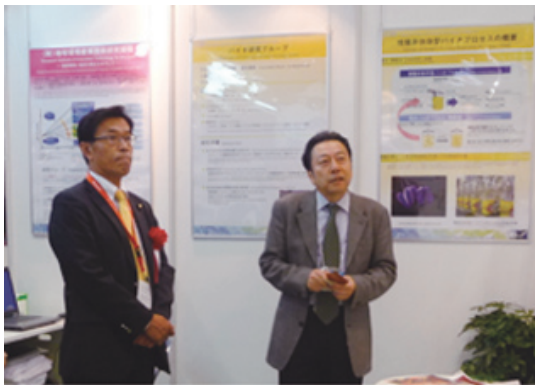
参加者の皆様の多くは、企業や大学、行政の第一線で、また指導的なお立場で持続可能な経済、社会の実現に向けて取り組んでおられる皆様、或いは地域で環境問題に取り組まれている皆様の個人参加もあり、約230名という多くの方に出席を頂きました。皆様に熱心なご発表とご質疑をいただきまして、研究・開発に今後一層の努力をする決意を新たに致しました。



BioJapan2009(World Business Forum) セミナーおよび出展に多数の来場者

バイオ研究グループ

日経 BP 社とバイオジャパン組織委員会が主催したワールドビジネスフォーラムが 2009 年 10 月 7 日～9 日に横浜パフィシコで開催され、RITE バイオ研究グループが参加しました。環境（グリーンバイオ）テーマの一つとして、当グループの湯川理事をモデレータに「バイオリファイナリーサミット Sustainable biomass からのエネルギー・化学品生産」と題したセミナーが開催され、また出展会場では、高効率なバイオ変換プロセスである「RITE バイオプロセス」を中心にポスターや TV 取材ビデオ（バイオ研究グループ紹介）の展示を行いました。出展会場では、共同研究中の企業も出展に参加され、同じブースでパネル説明が行われました。セミナーも含めて多くの方々にご来場いただき、紙面を借りて厚く御礼申し上げます。本年も参加予定ですので、ぜひご来場いただき、バイオ研究グループの最新の研究成果をお伝えできればと考えています。



RITE ブースにお立ちよりのいただいた経済産業大臣政務官の高橋千秋氏（左）



BioJapan 2009 の RITE ブース

CSIRO-RITE 科学技術シンポジウム -アミンによる燃焼排ガス中 CO₂ の回収-

化学研究グループ

2009年5月26日(火) 京都国際会館において、「CSIRO-RITE 科学技術シンポジウム -アミンによる燃焼排ガス中 CO₂ の回収 -」を開催しました。

このシンポジウムは、オーストラリア連邦政府の後援のもと、オーストラリア連邦科学産業研究機構 (CSIRO) と RITE が共同主催したものです。

当日は、オーストラリア駐日大使館、文部科学省、NEDO の方々をはじめ、大学、企業より 121 名の方々が参加され、大変盛況なシンポジウムとなりました。

本シンポジウムでは、アミンを用いた CO₂ 回収技術に関わる研究開発の成果と世界でのパイロットプラント性能評価実施状況について、専門家を対象に次の方々より講演していただきました。The University of Texas; Gary Rochelle 教授 (米国)、東北大学; 宮本 明 教授、Norwegian University of Science and Technology; Hallvard Svendsen 教授 (ノルウェー)、University of Regina; Paitoon Tontiwachwuthikul 教授 (カナダ)、Thermal Power Research Institute; Cai Ming 氏 (中国)。その他 CSIRO および RITE の研究者による講演を通し、より優れた CO₂ 回収能力のあるアミン類について理解を深めていただきました。詳細につきましては、RITE ホームページのイベント開催結果をご参照ください。



京都国際会館

国際革新的ゼロエミッション石炭火力発電 IZEC Symposium 2009

CO₂ 貯留研究グループ

2009年11月19日（木）、ホテルパシフィック東京に於いて IZEC シンポジウム 2009- 国際革新的ゼロエミッション石炭火力発電（International Zero Emission Coal-fired Generation）- を開催いたしました（経済産業省 資源エネルギー庁、NEDO、石炭エネルギーセンター後援）。

石炭火力発電が今後とも主要電力供給源の役割を続けるためには、CO₂ 問題への対応が不可欠であり、CCS（二酸化炭素回収貯留）が重要な役割を持ちます。

本 IZEC シンポジウムでは、欧州委員会、EU 加盟国規制当局、発電設備サプライヤーなどのステイクホルダーを招待し、最新の CCS への取り組み状況を中心に紹介するとともに、米国エネルギー庁が推進する FutureGen プロジェクトの近況とオーストラリア政府の CCS 促進策として注目される GCCSI（Global CCS Institute）の活動状況についても講演されました。

講演内容として、EU における CCS 実証プロジェクトのネットワークサポートのために提案された取り組みが紹介され、EU-CCS 指令に先駆けて法規制化した英国の炭素回収レディネス（CCR：CCS 施設が後日に設置可能になるよう準備すること）についての講演があり、CCR は「カーボンロックイン」を避けるための、CCS に向けた価値ある予備ステップであることが説明されました。さらに EU の機器メーカーから、CCR を含む CCS 実証プロジェクトについての詳細な技術開発内容が説明されました。



ホテルパシフィック東京（シンポジウム会場）

第4回日中省エネルギー・環境総合フォーラム

CO₂貯留研究グループ

2009年11月8日（日）、北京の人民大会堂にて日中の関係者約500名が参加し、第4回日中省エネルギー・環境総合フォーラムが日本側：経済産業省、財団法人日中経済協会、中国側：国家発展改革委員会、商務部の主催で開催されました。

全体会議では日本側より経済産業省直嶋正行大臣、日中経済協会三村明夫副会長、中国側より国務院李克強副総理、国家発展改革委員会解振華副主任などからの御挨拶の後、41件の日中省エネルギー・環境協力案件の調印文書の交換が盛大に執り行われ（調印については前日の事前調印式にて実施済み）、RITEと中国石油外事局との日中 CCS-EOR 協力合意についても、つつがなく調印文書交換が行われました。

分科会ではトップランナー制度、循環経済、海水淡水化・水処理、自動車、発電・石炭、化学、長期貿易の7分野に関しまして、活発な議論が行われました。



日中 CCS-EOR 協力合意の調印文書交換

システム研究グループ発表論文一覧 2009年(平成21年)

◆2009年(平成21年)原著論文

	タイトル	研究者	掲載先
1	Evaluation of Global Warming Impacts for Different Levels of Stabilization as a Step toward Determination of the Long-term Stabilization Target	A. Hayashi, K. Akimoto, F. Sano, S. Mori, T. Tomoda	Climatic Change (In press)
2	都市政策によるCO2削減効果と持続可能性評価のための土地利用交通モデル	紀伊 雅敦、秋元 圭吾	エネルギー・資源 (In press)
3	日本-アジア圏におけるバイオ燃料の需給システムの持続可能性に関する研究	紀伊 雅敦、丸山 敦史 甲斐 聡	土木計画学研究・論文集、Vol.26, 341-346, 2009年3月
4	人口減少下での持続可能な都市交通に関するヴィジョンングモデルの試み	紀伊 雅敦、鈴木 徹也 谷下 雅義、土井 健司	土木学会、Vol.65, No.3, 2009年8月
5	政府によるエネルギー研究開発支援について	小田 潤一郎	(財)エネルギー総合工学研究所創立30周年記念「大島賞懸賞論文」優秀賞受賞、2009年1月
6	Stability of International Climate Coalitions - A Comparison of Transfer Schemes	M.Nagashima, R.Dellink, E.van.Ierland, H-P.Weikard	Ecological Economics, Vol.68, Issue 5, pp.1476-1487, 2009.
7	鉄鋼部門の地域別エネルギー効率の評価	小田 潤一郎、秋元 圭吾	日本エネルギー学会誌、Vol.88, 1009-1016, 2009
8	Introduction of Subsidisation in Nascent Climate-friendly Learning Technologies and Evaluation of its Effectiveness	U. K. Rout, K. Akimoto, F. Sano, T. Tomoda	Energy Policy (In press)

◆2009年(平成21年)解説/総説文

	タイトル	研究者	掲載先
1	地球温暖化問題をめぐる状況とポスト京都へ向けた取り組み	秋元 圭吾	プロセス計装制御技術協会(IPC) 会報「INSTREAM」 2009年3月
2	クールアース50に向けた技術的展望と中期目標策定に向けた分析	徳重 功子、秋元 圭吾	環境浄化技術 2009年8月号(月刊誌:日本工業出版株式会社)
3	温暖化の中期目標と原子力発電への期待	秋元 圭吾	Energy for the Future 2009年9月
4	低炭素社会に向けた革新的技術開発	秋元 圭吾	経済Trend 2009年10月号
5	科学的事実を目をそらすな 確固たる行動を!	秋元 圭吾	内閣官房「地球温暖化対策の中期目標の解説」、ぎょうせい 2009年10月
6	ポスト京都における我が国の中期目標一決定プロセスと削減目標の位置づけ	秋元 圭吾	環境浄化技術 2009年11月号(月刊誌:日本工業出版株式会社)
7	中期目標の6つの選択肢が意味すること	秋元 圭吾	環境管理 2009年11号
8	地球温暖化問題のシミュレーション	秋元 圭吾	電気学会誌 特集記事「ここまでできたコンピュータシミュレーション」 2009年12月号

◆2009年(平成21年)口頭発表(国内学会)

	タイトル	研究者	発表先
1	都市の空間分布構造と将来予測手法に関する考察	紀伊 雅敦、秋元 圭吾	第25回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス 2009年1月29日
2	Evaluating the benefits of subsidy procurement to component cluster global learning technologies with and without a climate stabilization in DNE21+ model.	Ullash Kumar Rout 秋元 圭吾、佐野 史典 友田 正利	第25回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス 2009年1月29日
3	ポスト京都のCO2排出削減目標に関する分析・評価	秋元 圭吾、佐野 史典 小田 潤一郎	第25回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス 2009年1月30日
4	地球温暖化対策と持続的発展政策とのシナジー、トレードオフに関する整理	林 礼美、秋元 圭吾、本間 隆嗣、徳重功子、小田潤一郎、佐野史典、友田利正	第25回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス 2009年1月30日
5	受益者負担原則に基づく消費ベース CO2排出量の評価	本間 隆嗣、秋元 圭吾 友田 利正	第25回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス 2009年1月30日
6	CO2排出量大幅削減のためのエネルギー革新技術の評価	佐野 史典、秋元 圭吾 小田 潤一郎	第25回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス 2009年1月30日

	タイトル	研究者	発表先
7	鉄鋼部門における温暖化対策技術の評価とスクラップ回収量が与える影響の分析	小田 潤一郎、秋元 圭吾 佐野 史典	第25回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス 2009年1月30日
8	温暖化対策の実施状況に関する国際比較について	徳重 功子、秋元 圭吾 小田 潤一郎	第25回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス 2009年1月30日
9	価格と行動に関する社会障壁を考慮した温暖化緩和策の評価	長島 美由紀、秋元 圭吾 佐野 史典、小田 潤一郎	第25回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス 2009年1月30日

◆2009年(平成21年)口頭発表(国際学会)

	タイトル	研究者	発表先
1	Toward deep emission cuts by the joint efforts of developed and developing countries through sectoral approach	K. Akimoto	Joint Dialogue on Future International Actions to Address Global Climate change, February 2009
2	The Sectoral Approach to Analyze Global Mitigation Potential	M. Nagashima	Workshop on mitigation potentials, comparability of efforts and sectoral approaches, March 23, 2009
3	The Sectoral Approach to Analyze Global Mitigation Potential	M. Nagashima	AWG-KP Workshop on issues relating to the scale of emission reductions to be achieved by Annex I parties, March 27, 2009
4	Evaluation of CO2 emissions based on the consumption-based measurement under CO2 reduction scenarios of different reduction levels	T. Homma, K. Akimoto, T. Tomoda	Twelfth Annual Conference on Global Economic Analysis, June 10-12, 2009
5	Estimates for GHG Mitigation Potentials and Costs by RITE	K. Akimoto	Workshop on estimating GHG mitigation potentials and costs for Annex I countries, May 28-29th, 2009

◆2009年(平成21年)出版物等その他発表

	タイトル	研究者	掲載先
1	地球温暖化問題をめぐる状況とポスト京都へ向けた取り組み	秋元 圭吾	第47回関西財界セミナー 2009年2月5日
2	中期目標のあり方—モデル分析が示唆するもの—	秋元 圭吾	第152回経団連ゲストハウス・フォーラム「ポスト京都議定書の中期目標のあり方と企業の役割～実効ある地球温暖化対策に向けて～」 2009年2月25日
3	ポスト京都議定書に向けたわが国のあるべきスタンスと6つの選択肢	秋元 圭吾	関西経済連合会 環境安全委員会 セミナー 2009年4月24日
4	ポスト京都をめぐる国際動向と日本の中期目標	秋元 圭吾	富山県経営者協会 環境委員会 セミナー 2009年5月20日
5	低炭素社会に向けた技術開発の方向性と実現への課題	秋元 圭吾	日本材料学会 信頼性フォーラム 2009年5月23日
6	低炭素戦略シナリオ構築に関する方法論	秋元 圭吾	立命館大学セミナー 2009年6月18日
7	中長期の温暖化対応方策	秋元 圭吾	中国地域エネルギー・温暖化対策推進会議 2009年7月14日
8	中・長期のわが国におけるエネルギー需給の方向性	秋元 圭吾	電気関係学会東海支部連合会 シンポジウム 2009年9月10日
9	日本の中期目標検討—国際的公平性と長期目標との整合性—	秋元 圭吾	エネルギー・資源学会 サマーワークショップ 2009年9月24日
10	日本の中期目標検討	秋元 圭吾	東京大学先端科学技術研究センター・インテレクチュアルカフェ 2009年9月25日
11	Sectoral GHG emission reduction in the World, Japan and Korea	F. Sano, K. Akimoto	Green Business Seminar for Korea-Japan Low-Carbon Green Growth October 21, 2009
12	ポスト京都をめぐる国際動向と日本の中期目標	秋元 圭吾	高岡アルミニウム懇話会 2009年10月23日
13	地球環境問題の現状とその対応—温暖化問題を中心に—	秋元 圭吾	日本損害保険協会 第50回環境講座 2009年11月6日
14	地球温暖化問題への対応と鉄道への期待	秋元 圭吾	第46回 鉄道サイバネ・シンポジウム 2009年11月12日
15	CO2削減はどこまで可能か 温暖化ガス-25%の検証	秋元 圭吾 他	エネルギーフォーラム 2009年12月28日
16	「第46回「原子力の日」記念シンポジウム グリーン・ニューディール時代と原子力—環境と経済の調和と原子力の役割」	秋元 圭吾 他	原子力文化 2009年12月号

バイオ研究グループ発表論文一覧 2009年(平成21年)

◆2009年(平成21年)原著論文

	タイトル	研究者	掲載先
1	Characterization of a new 2.4-kb plasmid of <i>Corynebacterium casei</i> and development of stable corynebacterial cloning vector.	Y. Tsuchida, S. Kimura, N. Suzuki, M. Inui and H. Yukawa.	Appl. Microbiol. Biotechnol. 81:1107-1115. 2009.
2	Involvement of the LuxR-type transcriptional regulator RamA in regulation of expression of the <i>gapA</i> gene, encoding glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase of <i>Corynebacterium glutamicum</i> .	K. Toyoda, H. Teramoto, M. Inui and H. Yukawa.	J. Bacteriol. 191:968-977. 2009.
3	Identification of new secreted proteins and secretion of heterologous amylase by <i>C. glutamicum</i> .	N. Suzuki, K. Watanabe, N. Okibe, Y. Tsuchida, M. Inui and H. Yukawa.	Appl. Microbiol. Biotechnol. 82:491-500. 2009.
4	Scanning the <i>Corynebacterium glutamicum</i> R genome for high-efficiency secretion signal sequences.	K. Watanabe, Y. Tsuchida, N. Okibe, H. Teramoto, N. Suzuki, M. Inui and H. Yukawa.	Microbiology 155:741-750. 2009.
5	Regulation of <i>Corynebacterium glutamicum</i> heat shock response by the extracytoplasmic-function sigma factor SigH and transcriptional regulators HspR and HrcA.	S. Ehira, H. Teramoto, M. Inui and H. Yukawa.	J. Bacteriol. 191:2964-2972. 2009.
6	Molecular mechanism of SugR-mediated sugar-dependent expression of the <i>ldhA</i> gene encoding L-lactate dehydrogenase in <i>Corynebacterium glutamicum</i> .	K. Toyoda, H. Teramoto, M. Inui and H. Yukawa.	Appl. Microbiol. Biotechnol. 83:315-327. 2009.
7	Identification and functional analysis of the gene cluster for L-arabinose utilization in <i>Corynebacterium glutamicum</i> .	H. Kawaguchi, M. Sasaki, A.A. Vertès, M. Inui and H. Yukawa.	Appl. Environ. Microbiol. 75:3419-3429. 2009.
8	Regulation of expression of genes involved in quinate and shikimate utilization in <i>Corynebacterium glutamicum</i> .	H. Teramoto, M. Inui and H. Yukawa.	Appl. Environ. Microbiol. 75:3461-3468. 2009.
9	The <i>ldhA</i> gene, encoding fermentative L-lactate dehydrogenase of <i>Corynebacterium glutamicum</i> , is under the control of positive feedback regulation mediated by LldR.	K. Toyoda, H. Teramoto, M. Inui and H. Yukawa.	J. Bacteriol. 191:4251-4258. 2009.
10	Regulation of quinone oxidoreductase by the redox-sensing transcriptional regulator QorR in <i>Corynebacterium glutamicum</i> .	S. Ehira, H. Ogino, H. Teramoto, M. Inui and H. Yukawa.	J. Biol. Chem. 284:16736-16742. 2009.
11	Identification of a second β -glucoside phosphoenolpyruvate: carbohydrate phosphotransferase system in <i>Corynebacterium glutamicum</i> R.	Y. Tanaka, H. Teramoto, M. Inui and H. Yukawa.	Microbiology 155:3652-3660. 2009.
12	Engineering of pentose transport in <i>Corynebacterium glutamicum</i> to improve simultaneous utilization of mixed sugars.	M. Sasaki, T. Jojima, H. Kawaguchi, M. Inui and H. Yukawa.	Appl. Microbiol. Biotechnol. 85:105-115. 2009.
13	Isolation, evaluation and use of two strong, carbon source-inducible promoters from <i>Corynebacterium glutamicum</i> .	N. Okibe, N. Suzuki, M. Inui and H. Yukawa.	Lett. Appl. Microbiol. 50:173-180. 2010.
14	Sugar transporters in efficient utilization of mixed sugar substrates: current knowledge and outlook.	T. Jojima, C.A. Omumasaba, M. Inui and H. Yukawa.	Appl. Microbiol. Biotechnol. 85:471-480. 2010. (Mini-Review)
15	Xylitol production by recombinant <i>Corynebacterium glutamicum</i> under oxygen deprivation.	M. Sasaki, T. Jojima, M. Inui and H. Yukawa.	Appl. Microbiol. Biotechnol. (in press)

◆2009年(平成21年)解説/総説文

	タイトル	研究者	掲載先
1	Technological Innovation of Bioenergy	湯川英明	Japan SPOTLIGHT 28:6-7. 2009.
2	21世紀の産業革命—バイオリファイナリー 現状と将来	湯川英明	科学と工業 83:83-89. 2009.
3	非食用原料からのバイオ燃料製造技術とRITEの研究開発	山本省吾、湯川英明	電気評論 94:59-63. 2009.
4	セルロース系バイオマスの技術開発動向	湯川英明	バイオマス白書2009 11. 2009.
5	バイオコハク酸新規製造技術	有富俊男、沖野祥平、湯川英明	プラスチックエージ 55:86-88. 2009.
6	バイオリファイナリーを取り巻く世界の現状とRITEの研究開発	乾 将行、湯川英明	Cellulose Communications 16:151-156. 2009.
7	生物的手法によるバイオマス資源からの燃料エタノール生産技術	湯川英明	バイオエネルギー技術と応用、シーエムシー出版、2009.
8	Advanced fermentation technologies	M. Inui, A.A. Vertès and H. Yukawa.	Biomass to Biofuel: Strategies for Global Industries, Wiley, 2010.

◆2009年(平成21年)口頭発表(国内学会)

	タイトル	研究者	発表先
1	バイオ技術を応用した新化学産業の展開	湯川英明	平成20年度第3回ちばバイオ交流フォーラム [バイオ技術の新産業応用について]、2009年 1月26日
2	バイオリファイナリーを取り巻く世界の状況とRITEの研究開発	乾 将行	セルロース学会第14回ミクロシンポジウム[バ イオリファイナリー]、2009年1月26日
3	バイオマス資源からのバイオ水素製造研究の現状と将来展望	吉田章人、湯川英明	FC EXPO 2009、2009年2月25日
4	新規産業“バイオリファイナリー”の展望-バイオマスからのエネルギー・化学品製 造-	湯川英明	日本学術振興会若手研究者交流支援事業- 東アジア首脳会議参加国からの招へい-、 2009年3月5日
5	<i>Corynebacterium glutamicum</i> におけるRNAポリメラーゼ σ 因子の機能解析	得平茂樹、寺本陽彦、乾 将行、湯川 英明	第3回日本ゲノム微生物学会年会、2009年3 月6日
6	L-arabinose資化性コリネ型細菌の単離および代謝遺伝子の機能解析	佐々木美穂、川口秀夫、城島 透、乾 将行、湯川英明	日本農芸化学会2009年度大会、2009年3月28 日
7	RITEバイオプロセスによるキシリトール生産	城島 透、佐々木美穂、乾 将行、湯川 英明	日本農芸化学会2009年度大会、2009年3月28 日
8	RITEバイオプロセスによるバリン生産の試み	長谷川智、城島 透、乾 将行、湯川英 明	日本農芸化学会2009年度大会、2009年3月28 日
9	RITEバイオプロセスシステムのメタボローム解析	田島誉久、白井智量、沖野祥平、城島 透、乾 将行、湯川英明	日本農芸化学会2009年度大会、2009年3月28 日
10	コリネ型細菌におけるメチオニン合成系遺伝子群のプロモーター解析	須田雅子、寺本陽彦、乾 将行、湯川 英明	日本農芸化学会2009年度大会、2009年3月29 日
11	コリネ型細菌における誘導プロモーターの単離と解析	沖部奈緒子、鈴木伸昭、乾 将行、湯 川英明	日本農芸化学会2009年度大会、2009年3月29 日
12	コリネ型細菌におけるPTS遺伝子の機能および発現制御機構の解析	田中裕也、寺本陽彦、乾 将行、湯川 英明	日本農芸化学会2009年度大会、2009年3月29 日
13	コリネ型細菌におけるGAPDH遺伝子の発現制御機構の解析	豊田晃一、寺本陽彦、乾 将行、湯川 英明	日本農芸化学会2009年度大会、2009年3月29 日
14	コリネ型細菌の遺伝子発現制御におけるRNAポリメラーゼ σ 因子の役割	得平茂樹、寺本陽彦、乾 将行、湯川 英明	日本農芸化学会2009年度大会、2009年3月29 日
15	コリネ型細菌の嫌気硝酸呼吸条件下におけるトランスクリプトーム解析	西村 拓、寺本陽彦、乾 将行、湯川英 明	日本農芸化学会2009年度大会、2009年3月29 日
16	コリネ型細菌の細胞複製に関わる遺伝子の機能解析	荻野英賢、柘植暲太、寺本陽彦、乾 将行、湯川英明	日本農芸化学会2009年度大会、2009年3月29 日
17	コリネ型細菌における分泌シグナルの解析	渡辺恵郎、土田芳樹、沖部奈緒子、寺 本陽彦、鈴木伸昭、乾 将行、湯川英 明	日本農芸化学会2009年度大会、2009年3月29 日
18	非食料資源からのバイオ燃料製造	湯川英明	環境バイオテクノロジー学会2009年度大会第 37回シンポジウム[バイオエネルギー生産の 最前線]、2009年6月24日
19	コリネ型細菌におけるヒドロ芳香族化合物資化遺伝子群の発現制御機構	寺本陽彦、乾 将行、湯川英明	日本生物工学会平成21年度大会、2009年9月 23日
20	コリネ型細菌の乳酸デヒドロゲナーゼ遺伝子の発現制御機構	豊田晃一、寺本陽彦、乾 将行、湯川 英明	日本生物工学会平成21年度大会、2009年9月 23日
21	新産業バイオリファイナリーの現状と展望	乾 将行、湯川英明	第82回日本生化学会大会 シンポジウム[天 然物合成研究の新展開: 合成系の分子 解剖から分子構築へ]、2009年10月21日
22	バイオリファイナリーの現状と展望	乾 将行、湯川英明	第33回先端繊維素材研究委員会講演会・繊維加 工研究委員会関西委員会講演会 ―グリーン材料 とその繊維技術への展開―、2009年10月23日
23	コリネ型細菌におけるレドックス応答性転写因子QorRによる酸化ストレス応答制御	得平茂樹、荻野英賢、寺本陽彦、乾 将行、湯川英明	第25回日本微生物生態学会、2009年11月22 日
24	新規産業バイオリファイナリーの現状と今後の展開	湯川英明	(財)関西化学術研究都市推進機構・第2回 特別フォーラム、2009年11月26日

◆2009年(平成21年)口頭発表(国際学会)

	タイトル	研究者	発表先
1	Production of Biofuels/Biochemicals from Non-Food Based Biomass	H. Teramoto and H. Yukawa.	Americana International Trade Show 2009, 17 March 2009.
2	<i>C. glutamicum</i> Secretory System	N. Suzuki and H. Yukawa.	BIT Life Sciences' 2nd Annual World Congress of Industrial Biotechnology 2009 (ibio-2009), 7 April 2009.
3	Biofuel and Biochemical Productions from Mixed Sugars Derived from Lignocellulosic Biomass by the RITE Bioprocess	H. Teramoto and H. Yukawa.	2009 AIChE Spring National Meeting, 29 April 2009.
4	Identification of Genes Involved in Cell Separation in <i>Corynebacterium glutamicum</i>	H. Ogino, Y. Tsuge, H. Teramoto, M. Inui, and H. Yukawa.	109th ASM General Meeting, 17-21 May 2009.
5	Transcriptional Regulation of the <i>gapA</i> Gene Encoding Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase in <i>Corynebacterium glutamicum</i>	K. Toyoda, H. Teramoto, M. Inui, and H. Yukawa.	109th ASM General Meeting, 17-21 May 2009.
6	Genome-Wide Systematic Screening of Signal Peptides from <i>Corynebacterium glutamicum</i>	K. Watanabe, Y. Tsuchida, N. Okibe, H. Teramoto, N. Suzuki, M. Inui, and H. Yukawa.	109th ASM General Meeting, 17-21 May 2009.
7	Biofuel and Biochemical Productions from Mixed Sugars Derived from Lignocellulosic Biomass by the RITE Bioprocess	T. Jojima and H. Yukawa.	2009 International Symposium & Annual Meeting of the Korean Society for Microbiology and Biotechnology, 25 June 2009.
8	Biofuel/Commodity Chemical Production by Simultaneous Utilization of Mixed Sugars	K. Hiraga and H. Yukawa.	The 6th World Congress on Industrial Biotechnology and Bioprocessing, 21 July 2009.
9	Cellulosic bioethanol production by the RITE bioprocess	H. Teramoto and H. Yukawa.	SIM Annual Meeting, 29 July 2009.
10	Search for transporters involved in C4-dicarboxylates utilization in <i>Corynebacterium glutamicum</i>	H. Teramoto, T. Shirai, M. Inui, and H. Yukawa.	SIM Annual Meeting, 26-30 July 2009.
11	Transcriptional regulation of the <i>ldhA</i> gene encoding L-lactate dehydrogenase in <i>Corynebacterium glutamicum</i>	K. Toyoda, H. Teramoto, M. Inui, and H. Yukawa.	SIM Annual Meeting, 26-30 July 2009.

◆2009年(平成21年)出版物等その他発表

	タイトル	研究者	掲載先
1	L-aspartic acid.	S. Okino, M. Inui and H. Yukawa.	The Encyclopedia of Industrial Biotechnology: Bioprocess, Bioseparation, and Cell Technology, John Wiley & Sons, Inc. (in press)
2	L-isoleucine.	T. Jojima, M. Inui and H. Yukawa.	The Encyclopedia of Industrial Biotechnology: Bioprocess, Bioseparation, and Cell Technology, John Wiley & Sons, Inc. (in press)

化学研究グループ発表論文一覧 2009年(平成21年)

◆2009年(平成21年)原著論文

	タイトル	研究者	掲載先
1	炭酸ガスを低エネルギー・高純度で分離回収する「膜・吸収ハイブリッド法」の開発 -バイオガス濃縮装置の開発と実用化に向けたフィールド試験・実証事業の成果-	真野弘、富岡孝文(太陽日酸)	WEB Journal, 98,18-21(2009)
2	Oxidization Mcehanisim of Diesel Particulate Matter in Plasma Discharges	S.Kodama, S.Yao, S.Yamamoto, C.Mine, Y.Fujioka	Chemistry Letters, 38(1) 50-51(2009)
3	Experimental investigation of carbon oxidization	S.Yao, C.Mine, S.Kodama, S.Yamamoto, Y.Fujioka	Chemistry Letters, 38(2) 168-169(2009)
4	Evaluation method of novel absorbents for CO2 capture	K. Goto, H. Okabe, S. Shimizu, M. Onoda and Y. Fujioka	Energy Procedia, 1, 1083-1089 (2009)
5	Separation and recovery of carbon dioxide by a membrane flash process utilizing waste thermal energy	K.Okabe, S.Kodama, H.Mano, Y.Fujioka	Energy Procedia 1, 1281-1288(2009)
6	Development of novel tertiary amine absorbents for CO2 capture	F.A.Chowdhury, H.Okabe, S.Shimizu, Y.Fujioka M.Onoda, (Nippon Steel Corporation)	Energy Procedia 1, 1241-1248(2009)
7	Techno-economic evaluation of the coal-based gasification combined cycle with CO2 capture and storage technology	R. Nagumo, S. Kazama and Y. Fujioka	Energy Procedia, 1, 4089-4093 (2009)
8	Experimental Study of SOF Oxidation Catalysts under Plasma Discharge Condition	S.Yamamoto, S.Yao, S.Kodama, C.Mine, Yuichi Fujioka	Chemistry Letters 38(6) 598-599(2009)
9	Development of cesium-incorporated carbon membranes for CO2 separation under humid conditions	T.Kai, S.Kazama, Y.Fujioka	Journal of Membrane Science342 14-21 (2009)
10	Pulsed plasma PM removal from diesel exhaust emissions. Influences of reaction conditions	Shin Yamamoto, Shuiliang Yao, Satoshi Kodama, Chieko Mine, Yuichi Fujioka Chihiro Fushimi(The University of Tokyo), Kazuhiko Madokoro(Daihatsu Motor Co.,Ltd.), Kazuya Naito(Daihatsu Motor Co.,Ltd.), Yoon-Ho Kim(Daihatsu Motor Co.,Ltd.)	Electrochemistry 1013-1017(2009)
11	On the Scale-Up of Uneven DBD Reactor on Removal of Diesel Particulate Matter	Yao, Shuiliang; Fushimi, Chihiro; Kodama, Satoshi; Yamamoto, Shin; Mine,Chieko; Fujioka, Yuichi; Madokoro, Kazuhiko; Naito, Kazuya; and Kim,Yoon-Ho	International Journal of Chemical Reactor Engineering 7 A76 (2009)

◆2009年(平成21年)解説/総説文

	タイトル	研究者	掲載先
1	化学吸収法によるCO2分離回収技術最新動向	後藤和也、小野田正巳、藤岡 祐一	化学工学 73(2) 72-74(2009)
2	Plasma reactors used for diesel particulate matter removal	姚水良	Recent Patents on Chemical Engineering,2(1),67-75(2009)
3	二酸化炭素分利用の膜技術	甲斐 照彦	分離技術 39(6) (2009)
4	CO2回収型水素製造を実現する膜分離技術	風間伸吾、藤岡祐一	水素エネルギー協会誌 34(1) 11-14(2009)
5	CO2分離回収技術の最新動向	小野田正巳	日本エネルギー学会誌 88(4) 278-283(2009) April
6	地球温暖化緩和のためのCO2回収技術の動向	藤岡 祐一	ペトロック(石油学会の発行する月刊誌) 2009年12月

◆2009年(平成21年)口頭発表(国内学会)

	タイトル	研究者	発表先
1	二酸化炭素分離のための新規高分子材料の開発	大寺由夏(NAIST) 谷口育雄、風間伸吾、藤岡祐一	高分子材料開発のための俯瞰的シンポジウ ム (京都大学) 2009年1月13日
2	圧力誘起相転移を利用した分解性高分子	谷口育雄、 Anne M. Mayes, (MIT)	高分子材料開発のための俯瞰的シンポジウ ム (京都大学) 2009年1月13日
3	CO2分離回収技術の最新動向	小野田正巳	日本エネルギー学会 新エネルギー部会セミ ナー (東京理科大学) 2009年1月15日

	タイトル	研究者	発表先
4	CO2分離と貯留の将来展望	小野田正巳	日本鉄鋼協会 高温プロセス部会シンポジウム (東京国際フォーラム) 2009年1月23日
5	CO2回収・貯蔵技術の概要とその可能性	藤岡祐一	日本化学会第89春季年会(日本大学) 2009年1月23日
6	CO2の分離・回収技術とCCSの動向	藤岡祐一	九州低炭素システム研究会 2009年2月17日
7	低炭素社会への架け橋: 二酸化炭素分離・回収・貯留(CCS)技術の最新動向	富崎欣也	龍谷大学革新的材料・プロセス研究センター 2008年シンポジウム 2009年3月9日
8	低温プラズマによるディーゼルPMの酸化反応における反応条件の影響	小玉聡、山本信、峰智恵子、姚水良、藤岡祐一	化学工学会 第74年会(横浜国立大学) 2009年3月18日
9	ディーゼルエンジン排出粒子状物質の低温プラズマ除去技術展望	姚水良、小玉聡、山本信、峰智恵子、藤岡祐一	化学工学会 第74年会(横浜国立大学) 2009年3月18日
10	低温廃熱を利用した膜フラッシュ法によるCO2分離回収技術の開発	岡部 和弘、小玉 聡、真野 弘、藤岡 祐一	化学工学会 第74年会(横浜国立大学) 2009年3月18日
11	細孔内充填型バランジウム-無機多孔質複合膜の作製と水素分離特性の評価	永田健祐 (NAIST)、余語克則、藤岡祐一	化学工学会 第74年会(横浜国立大学) 2009年3月20日
12	省エネルギー型圧カスイング吸着法による新規CO2分離技術の開発	加藤美奈子 (NAIST)、余語克則、藤岡祐一	化学工学会 第74年会(横浜国立大学) 2009年3月20日
13	プラズマ触媒の開発-誘電体バリア放電場におけるディーゼルPM酸化特性	山本信、姚水良、小玉聡、峰智恵子、藤岡祐一	日本化学会第89春季年会(日本大学) 2009年3月28日
14	ポリアミドアミン dendrimer-含有ポリエチレングリコール架橋体の二酸化炭素分離能とそのメカニズム	谷口育雄、清水亮介、風間伸吾、藤岡祐一	日本化学会第89春季年会(日本大学) 2009年3月30日
15	二酸化炭素親和性官能基を導入した高分子合成およびその機能評価	大寺由夏 (NAIST)、谷口育雄、風間伸吾、藤岡祐一	日本化学会第89春季年会(日本大学) 2009年3月30日
16	二酸化炭素回収貯留(CCS)と回収技術の現状と将来について	藤岡祐一	2009年セメント協会 製造技術対象者講習会 (東京八重洲ホール) 2009年5月21日
17	低炭素社会へのCCSの動向(主催化学工学会関西支部)	藤岡祐一	省エネルギー戦略-低炭素社会時代を切り開く省エネルギー技術 大阪科学技術センター 2009/7/9
18	RITEにおける二酸化炭素・分離回収技術開発	余語克則	第15回関西地区分離技術見学討論会 神戸製鋼所 2009/8/5
19	ポリアミドアミン dendrimer-固定化ポリエチレングリコールネットワーク-相分離構造と二酸化炭素分離性能の相関	谷口育雄、清水亮介、風間伸吾、陣内浩司(京都工芸繊維大学大学院 工芸科学研究科)	第58回高分子学討論会 熊本大学 2009/9/16
20	密度汎関数法および連続体溶媒和モデルによる二酸化炭素-アミン水溶液系における反応自由エネルギー計算	山田秀尚、清水信吉、岡部弘道、藤岡祐一、松崎 洋市(新日本製鐵)	第3回分子科学討論会 名古屋大学 2009/9/24
21	Development Novel Absorbents for CO2 Capture	F. A. Chowdhury・岡部弘道・藤岡祐一・小野田正巳(新日本製鐵)	化学工学会第41回秋季大会 広島大学(東広島キャンパス) 2009/9/18
22	低温プラズマを用いた小型ディーゼル乗用車用PM除去システム-革新的次世代低公害車総合技術開発-	姚水良、小玉聡、山本信、峰智恵子、藤岡祐一、金允護、内藤一哉、間所和彦、小川孝、藤川寛敏、長谷川国生、田中裕(ダイハツ工業)	自動車技術会2009年秋季大会 仙台国際センター 2009/10/7
23	トータルエンジンシミュレーションシステムを用いたディーゼル排気後処理技術の連携・統合による総合評価	清水信吉、藤岡祐一、金久保光博他4名(産業技術総合研究所東北センター)、小野田正巳(新日本製鐵)、富崎欣也(龍谷大学)	自動車技術会2009年秋季大会 仙台国際センター 2009/10/7
24	新規 dendrimer-分離膜の開発とCO2分離特性	甲斐照彦、段 淑紅、F. A. Chowdhury、風間伸吾、藤岡祐一、加藤 知之(NAIST)	化学工学会第41回秋季大会 広島大学(東広島キャンパス) 2009/9/16
25	新規 dendrimer-分離膜の開発とCO2分離特性	甲斐照彦、段 淑紅、F. A. Chowdhury、風間伸吾、藤岡祐一、加藤 知之(NAIST)	膜シンポジウム2009 広島大学医学部応仁会館大会議室(広島県広島市) 2009/11/19

◆2009年(平成21年)口頭発表(国際学会)

	タイトル	研究者	発表先
1	Theoretical Investigation on the Mechanism of CO2 Absorption by Aqueous Alkanolamine Solutions	Shinkichi Shimizu, M. Ismael, R. Sahnoun, Michael, Ai Suzuki, R. Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Toyama, Hiromitsu Takaba, C.D. Carpio, Momiji Kubo, Akira Miyamoto (TOHOKU UNIVERSITY)	International Symposium of Experiment-Integrated Computational 17 January 2009

	タイトル	研究者	発表先
2	Functionalized Blending Membrane of PAMAM Dendrimer in the Rigid Polym	R.Shimizu, I.Taniguchi, S.Kazama, Y.Fujioka	1st International Conference on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials, France 15 March 2009
3	Poly(amidoamine)dendrimer in Poly(ethylene glycol) Network for a CO2 Separation Membrane: Mechanism of Preferential CO2 Separation	I.Taniguchi, S.Duan, S.Kazama, Y.Fujioka	237th ACS National Meeting & Exposition Salt Lake City 28 March 2009
4	PAMAM Dendrimer Membrane for CO2/H2 Separation from Pressurized Gas Stream	S.Kazama	Advanced Membrane Technology IV: Membranes for Clean and Sustainable Processes Trondheim
5	Development of CO2 selective separation membranes of poly(amidoamine) dendrimer incorporated into cross-linked poly(vinyl alcohol)	S.Duan, I.Taniguchi, S.Kazama, Y.Fujioka	The 5th Conference of Aseanian Membrane Society Kobe, Japan 13 JULY 2009
6	Dendrimer immobilized hydrogel membrane for the separation of carbon dioxide	R.Shimizu, I.Taniguchi, S.Kazama, Y.Fujioka	The 5th Conference of Aseanian Membrane Society Kobe, Japan 14 JULY 2009
7	Hydrogen separation membrane encapsulating Pd nanoparticles in a mesoporous silica layer	K.Nagata, M.Miyamoto, K.Yogo, Y.Fujioka	The 5th Conference of Aseanian Membrane Society Kobe, Japan 14 JULY 2009
8	Electronic and Atomistic Structure of Alkanolamine for CO2 Capture	Shinkichi Shimizu, M.Ismael, Ai Suzuki, R.Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Toyama, Hiromitsu Takaba, C.D.Carpio, Momoji Kubo, Akira Miyamoto (TOHOKU UNIVERSITY)	5th Conference of the Aseanian Membrane Society Kobe University 17 JULY 2009
9	CO2-Selective Membrane of Poly(amidoamine) Dendrimer incorporated into cross-linked poly(vinyl alcohol) for CO2 Capture	S.Duan, I.Taniguchi, S.Kazama, Y.Fujioka	The 5th Joint CHINA/JAPAN Chemical Engineering Symposium Shaanxi Guesthouse 21 JULY 2009
10	Development of cesium-incorporated carbon membranes for CO2 separation under humid conditions	T.Kai, S.Kazama, Y.Fujioka	EUROMEMBRANE 2009 Le Corum, Palais des Congrès Montpellier, France 7 September 2009
11	A simple modification of the Sanchez-Lacombe equation of state for improved representation of pressure-volume-temperature data	H. Machida Y. Sato and R.L. Smith Jr. a Department of Chemical Engineering, Research Center of Supercritical Fluid Technology, Tohoku University, Japan b Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, Japan	5th International Symposium of MTMS' 09 Lecture Hall Graduate School of Natural Science & Technology Kanazawa University 1 JULY 2009
12	CO2 separation from gas mixtures by physical absorption using ionic liquids	Shinkichi Shimizu, Yuichi Fujioka, Mitsuhiro Kanakubo other 4 (AIST TOHOKU), Masami Onoda (Nippon Steel Corporation), Kinya Tomisaki (Ryukoku University)	5th International Symposium of Molecular Thermodynamics and Molecular Simulation Kanazawa University 4 August 2009
13	Development of Zero Emission CCS(CO2 Capture and Storage) by Ionic Liquid Physical Absorption Technique	Shinkichi Shimizu, Yuichi Fujioka, Mitsuhiro Kanakubo other 5 (AIST TOHOKU), Masami Onoda (Nippon Steel Corporation), Kinya Tomisaki (Ryukoku University)	Supergreen 2009 —International Conference on Supercritical Fluid— Tohoku University 12 August 2009
14	Advanced CO2/H2 Separation Materials Incorporating Active Functional Agents	Ryosuke Shimizu, Shuhong Duan, Ikuo Taniguchi, Teruhiko Kai, Shingo Kazama, Yuichi Fujioka	GCEP Research Symposium 2009 Stanford University 6 October 2009
15	Development of Molecular Gate Membrane for CO2 Capture	Shingo Kazama	CSLF London Meeting London 7 October 2009

◆2009年(平成21年)出版物等その他発表

	タイトル	研究者	掲載先
1	工場排ガス CO2除去、費用半分 RITEなど 吸収する溶液開発	藤岡 祐一	日本経済新聞 朝刊 科学/13面 2009年6月1日
2	CO2回収技術の現状と今後の展開	藤岡 祐一	触媒51巻第5号 2009年9月
3	Innovative Amines	藤岡 祐一	The Japan Journal 10月号 2009年10月
4	石炭ガス化炉排出のCO2膜使い分離試験 新日鉄エンジンなど	風間 伸吾	日本経済新聞 2009年11月13日

CO₂貯留研究グループ発表論文一覧 2009年(平成21年)

◆2009年(平成21年)原著論文

	タイトル	研究者	掲載先
1	CO ₂ 地中貯留におけるキャップロックの安全性評価に関する研究—超臨界CO ₂ 注入による泥質岩の閾値圧力測定—	西本 壮志, 薛 自求, 木山 保, 石島 洋二	物理探査学会論文集, Vol.62 No.4, 2009
2	Application of crosswell seismic tomography using difference analysis with data normalization to monitor CO ₂ flooding in an aquifer	Kyosuke Onishi, Tetsuyuki Ueyama, Toshifumi Matsuoka, Dai Nobuoka, Hideki Saito, Azuma Hiroyuki, Ziqiu Xue	International Journal of Greenhouse Gas Control, 3, 311–321, 2009
3	Ultrasonic velocity and attenuation during CO ₂ injection into water-saturated porous sandstone: Measurements using difference seismic tomography	Xinglin Lei, Ziqiu Xue	Physics of the Earth and Planetary Interiors, 176 224–234, 2009
4	Monitoring and simulation studies for accessing macro- and mesoscale migration of CO ₂ sequestered in an onshore aquifer: Experiences from the Nagaoka pilot site, Japan	Kozo Sato, Saeko Mito, Tadashi Horie, Hiroshi Ohkuma, Hideki Saito, Jiro Watanabe, Tsukasa Yoshimura	International Journal of Greenhouse Gas Control, 査読中
5	Saline aquifer CO ₂ sequestration in Japan methodology of storage capacity assessment	Toyokazu Ogawa, Shigetaka Nakanishi, Takumi Shidahara, Tadahiko Okumura, Eiji Hayashi	International Journal of Greenhouse Gas Control, 査読中
6	Numerical simulation on multi-scale diffusion on CO ₂ injected in the deep ocean in a practical scenario	Se-Min Jeong, Toru Sato, Baixin Chen, Shigeru Tabeta	International Journal of Greenhouse Gas Control, in press
7	Development of a multi-scale ocean model by using particle laplacian method for anisotropic mass transfer	Se-Min Jeong, Toru Sato, Baixin Chen, Shigeru Tabeta	International Journal for Numerical methods in Fluids, accepted
8	Diffusion simulation of CO ₂ discharged in mesoscale deep ocean by using moving-nesting grid technique	Se-Min Jeong, Toru Sato, Baixin Chen	International Journal of Offshore and Polar Engineering, Vol.19, No.4, pp.1–6, 2009

◆2009年(平成21年)解説/総説

	タイトル	研究者	掲載先
1	CO ₂ 地中貯留の実適用に向けたCO ₂ 挙動の感度解析	岡本 征雄, 三戸 彩絵子, 中川 加明一郎	日本機械学会論文集, 印刷中
2	CO ₂ の貯留	林 栄治, 小牧 博信, 寺田 慎一, 松本 弘	火力原子力発電(社団法人火力原子力発電技術協会誌) Vol.60 No.10 pp.1029~1034 2009/10
3	CO ₂ 地中貯留	若浜 洋	地質と調査、2009年4号
4	二酸化炭素炭素回収・貯留の現状と将来	赤井 誠, 飯嶋 正樹, 原 築志, 村井 重夫, 米澤 公敏, 足田 知士	季報エネルギー総合工学32巻1号p3-19
5	係留ADCPを用いた深海鉛直拡散係数の数値的推定	平林 紳一郎, 佐藤 徹, 渡辺 雄二, 西堀 文康, 井岡 昇	日本船舶海洋工学会論文集, 印刷中
6	海洋表層酸性化に対するCO ₂ 海洋隔離のtriple I	佐藤 徹, 大宮 俊孝	日本船舶海洋工学会論文集、8、p9-16
7	非等方乱流場生成のための新たなlinear forcing手法の提案	平林 紳一郎, 佐藤 徹	日本船舶海洋工学会論文集、8、p 53-59

◆2009年(平成21年)口頭発表

	タイトル	研究者	発表先
1	深部塩水層におけるCO ₂ の貯留可能量評価について	小川 豊和, 志田原 巧, 中西 繁隆, 林 栄治, 奥村 忠彦	2009年第64回土木学会年次講演会
2	二酸化炭素地中貯留のための地震探査手法試験におけるデュアルセンサによるゴースト除去の効果について	須田 茂幸, 赤間 健一, 川中 卓, 河合 展夫, 米倉 英昭, 吉村 司, 大川 史郎	物理探査学会第120回(平成21年度春季)学術講演会
3	地中貯留の実適用に向けた二酸化炭素挙動の感度解析	岡本 征雄, 三戸 彩絵子, 中川 加明一郎	第14回動力・エネルギー技術シンポジウム
4	高濃度CO ₂ が海洋性硝化および脱窒細菌群集に及ぼす影響—ベラジック・チャンバーによる現場実験—	吉永 郁生, 前田 知己, 中村 隆久, 大西 庸介, 石田 洋, 竹内 和久, 三戸 彩絵子, 左子 芳彦, 渡辺 雄二	第12回マリンバイオテクノロジー学会大会
5	Post-injection monitoring to ensure safety of CO ₂ storage – A case study at Nagaoka pilot site –	Saeko Mito, Ziqiu Xue	5th IEA GHG Monitoring Network Meeting, Tokyo, Japan, 2009.
6	Experimental study on seismic monitoring of residual supercritical CO ₂ in water-saturated porous sandstones	Keigo Kitamura, Ziqiu Xue	The 9th SEGJ International Symposium
7	Influence of formation water composition on mineral trapping of CO ₂	Saeko Mito, Kameichiro Nakagawa	Goldschmidt2009

	タイトル	研究者	発表先
8	超臨界CO ₂ 圧入によるキャップロックの閾値圧力測定に関する実験的研究	木山 保, 西本 壮志, 薛 自求, 北村 圭吾, 宮澤 大輔, 石島 洋二	資源・素材学会
9	CCSの安全評価研究の取り組みについて	小牧 博信, 林 栄治, 中川加明一郎	資源・素材学会
10	地球温暖化対策技術としてのCCSの最新動向と展望	勝倉宏次郎	新潟工学振興会
11	物理検層によるCO ₂ モニタリング	渡辺二郎	JCCS
12	RITEにおけるCCS安全評価研究の取り組みについて	林 栄治, 中川 加明一郎, 小牧 博信, 松本 弘, 岡本 征雄, 三戸 彩絵子, 北村 圭吾	日本地球惑星科学連合2009年大会
13	二酸化炭素海洋隔離技術開発の進展と研究開発課題	間木 道政, 村井 重夫	第14回動力・エネルギー技術シンポジウム)
14	二酸化炭素回収・地下貯留技術開発の現状、課題と将来見通し	村井 重夫	エネルギー戦略会議
15	Current Status of CCS Technology in Japan	Shigeo Murai	5th Japan -Korea Symposium on Electric Power Technology
16	二酸化炭素の処理技術CO ₂ 回収貯留技術の動向～CO ₂ 地中貯留技術～	村井 重夫	慶応大学SFO環境情報学部特別講義
17	CCSの技術動向について	村井 重夫	大口自家発電施設者懇話会H20年度第2回合同委員会
18	CCSの最新動向と今後の課題	勝倉宏次郎	第41回関東技術サロン

◆2009年(平成21年)出版物等その他発表

	タイトル	研究者	掲載先
1	Evaluation Study of CCS for the Mitigation Measure of Atmospheric CO ₂ and Ocean Acidification by the Global Carbon Cycle Model	Michimasa Magi	Goldschmidt2009
2	A sensitivity study of long-term CO ₂ behaviour in Nagaoka reservoir rock	Ikuo Okamoto, Saeko Mito, Kameichiro Nakagawa	Workshop - Modeling and risk assessment of geological storage of CO ₂
3	CO ₂ Sequestration Monitoring in a Low Salinity Formation Water Environment	Xing Wang Yang, Doug Murray, Tadashi Horie, Tukasa Yoshimura, Saeko Mito	AAPG Hedberg Conference
4	CO ₂ Sequestration Monitoring in a Low Salinity Formation Water Environment	Xing Wang Yang, Doug Murray, Tadashi Horie, Tukasa Yoshimura, Saeko Mito	SEG 2009 Summer Research Workshop
5	A feasibility study of CO ₂ geological storage in Japan (saline aquifer, geothermal area, serpentinite area)	K. Nakagawa, A. Ueda, H. Wakahama, S. Mito, I. Okamoto	International conference on CO ₂ sequestration processes
6	Monitoring activities at RITE: a pilot CO ₂ injection project at an onshore aquifer, Nagaoka, Japan.	Saeko Mito, Kameichiro Nakagawa	International conference on CO ₂ sequestration processes
7	Monitoring and verification of stored CO ₂ at the Nagaoka pilot injection site	Saeko Mito	ESF-FWF Conference in Partnership with LFUI CO ₂ Geological Storage:Latest Progress
8	Detecting and monitoring CO ₂ with p-wave velocity and resistivity from both laboratory and field scales	Z. Xue, J Kim., S. Mito, K. Kitamura, T. Matsuoka	SPE2009
9	Diffusion of low ph/high CO ₂ environment at natural CO ₂ venting sites	Kiminori Shitashima, Michimasa Magi	The eleventh Pacific Science Inter-Congress
10	Long term prediction of atmospheric CO ₂ concentration and ocean acidification	Michimasa Magi	The eleventh Pacific Science Inter-Congress

◆RITE出願の登録特許および公開特許一覧表

【 登録特許 】

	発明名称	権利者	公開番号(年月日)	特許登録番号(年月日)
1	ガスエンジンのガス供給装置及び運転方法	RITE 三菱重工業株式会社	2006-249954 (平成18年09月21日)	4247191 (平成21年01月16日)
2	排水の処理装置及び方法	RITE 倉敷紡績株式会社	2005-161223 (平成17年06月23日)	4249002 (平成21年01月23日)
3	微生物による高効率水素製造方法	RITE シャープ株式会社	WO2004/074495 (平成16年09月02日)	4275666 (平成21年03月13日)
4	光触媒及びその製造方法、ガス分解装置	RITE ソニー株式会社	2001-9293 (平成13年01月16日)	4279946 (平成21年03月19日)
5	エタノールの新規製造方法	RITE	2004-344107 (平成16年12月09日)	4294373 (平成21年04月17日)
6	光化学触媒、光化学分解方法及び燃料電池	RITE ソニー株式会社	2000-342977 (平成12年12月12日)	4302819 (平成21年05月01日)
7	炭素系複合構造体及びその製造方法	RITE ソニー株式会社	2001-9961 (平成13年01月16日)	4302822 (平成21年05月01日)
8	化学量の二次元分布測定装置	RITE 株式会社堀場製作所	2001-33274 (平成13年02月09日)	4308374 (平成21年05月15日)
9	廃水中の揮発性有機化合物を分離する方法及びその装置	RITE 株式会社ササクラ	2006-35010 (平成18年02月09日)	4351594 (平成21年07月31日)
10	揮発性有機化合物を含む地下水の浄化処理における排出ガスの浄化方法及びその装置	RITE 株式会社ササクラ	2006-15270 (平成18年01月19日)	4351589 (平成21年07月31日)
11	ガス分離方法及び装置	RITE	2005-270814 (平成17年10月06日)	4353367 (平成21年08月07日)
12	センサー装置	RITE ソニー株式会社	2000-346820 (平成12年12月15日)	4359360 (平成21年08月14日)
13	長鎖DNA断片導入葉緑体形質転換用ベクター	RITE	2006-314301 (平成18年11月24日)	4373363 (平成21年09月11日)
14	組換え型コロナ型細菌を用いるエタノールの製造方法(米国)	RITE	US2004/0072312 (平成16年04月15日)	US7,598,063 (平成21年10月06日)
15	コロナ型細菌内で機能する挿入配列	RITE	2005-65649 (平成17年03月17日)	4386254 (平成21年10月09日)

【 公開特許 】

	発明名称	出願人	公開番号(年月日)	特許登録番号(年月日)
1	ガス中の二酸化炭素を効率的に回収する方法	RITE	WO2009/001804 (平成20年12月31日)	
2	排ガス中の二酸化炭素を効率的に回収する方法	RITE	2009-006275 (平成21年01月15日)	
3	全固体薄膜電池、その製造方法およびその製造装置	RITE 住友電気工業株式会社	2009-009897 (平成21年01月15日)	
4	ガス分離用ゼオライト膜複合体の製造方法	RITE	2009-011980 (平成21年01月22日)	
5	SiCエピタキシャル基板及びその製造方法	RITE 株式会社エクトロン	WO2009/013914 (平成21年01月29日)	
6	アスタキサンチンの製造方法	RITE	2009-027995 (平成21年02月12日)	
7	ブタノール生産能を有する形質転換体	RITE	2009-039031 (平成21年02月26日)	
8	酸とアルカリの製造方法	RITE 株式会社アストム	2009-039695 (平成21年02月26日)	
9	インプロパノール生産能を有する形質転換体	RITE 本田技研工業株式会社	WO2009/028582 (平成21年03月05日)	
10	L-アラビノース利用機能を有するコロナ型細菌形質転換体	RITE	2009-050236 (平成21年03月12日)	
11	粒子状含炭素物質除去装置およびそれを用いるガス処理方法	RITE	2009-050840 (平成21年03月12日)	

登録特許および公開特許一覧表

	発明名称	出願人	公開番号(年月日)	特許登録番号(年月日)
12	全固体薄膜電池、その製造方法およびその製造装置	RITE 住友電気工業株式会社	2009-064667 (平成21年03月26日)	
13	新規ガス分離膜およびその製造方法ならびにそれを用いるガス処理方法	RITE	2009-082850 (平成21年04月23日)	
14	クロストリジウム・ケルベリのジアホラーゼ遺伝子およびその利用	RITE 三重大学	2009-089649 (平成21年04月30日)	
15	ピュアシリカゼオライトの製造方法	RITE	2009-114007 (平成21年05月28日)	
16	高圧ガスから二酸化炭素を回収する方法及び水性組成物	RITE	WO2009/066754 (平成21年05月28日)	
17	脂肪酸アルキルエステルおよび/またはグリセリンの製造方法およびその製造設備	RITE 日本触媒株式会社	WO2009/081836 (平成21年07月02日)	
18	L-グルタミン酸の製造方法	RITE	2009-148222 (平成21年07月09日)	
19	脂肪酸アルキルエステルおよび/またはグリセリンの製造方法およびその製造設備	RITE 日本触媒株式会社	2009-155476 (平成21年07月16日)	
20	モールド材およびモールド成型体	RITE パナソニック株式会社	2009-167306 (平成21年07月30日)	
21	新規カロテノイド	RITE	2009-179566 (平成21年08月13日)	
22	高分子膜およびその製造方法	RITE	2009-185118 (平成21年08月20日)	
23	コリネ型細菌形質転換体及びそれを用いるブタノールの製造方法	RITE	2009-183259 (平成21年08月20日)	
24	ガス分離方法及びガス分離装置	RITE	2009-189929 (平成21年08月27日)	
25	複合体およびその製造方法	RITE	2009-189934 (平成21年08月27日)	
26	誘電積層体の製造方法及び得られた誘電積層体を用いた粒子状炭素化合物除去装置	RITE	2009-190008 (平成21年08月27日)	
27	単結晶SiCの成長方法	RITE 株式会社エコトロン	WO2009/107188 (平成21年09月03日)	
28	ガス中の二酸化炭素を効率的に吸収及び回収する水溶液及び方法	RITE	WO2009/110586 (平成21年09月11日)	
29	破砕脱水装置および脱水袋	RITE 島産業株式会社	WO2009/113145 (平成21年09月17日)	
30	生ゴミ破砕脱水装置および脱水袋	RITE 島産業株式会社	WO2009/113133 (平成21年09月17日)	
31	二酸化炭素回収装置及び方法	RITE	2009-214089 (平成21年09月24日)	
32	ガス中の二酸化炭素を効率的に吸収及び回収する水溶液及び方法	RITE	2009-213972 (平成21年09月24日)	
33	ガス中の二酸化炭素を効率的に吸収、脱離回収する水溶液及び方法	RITE	2009-213974 (平成21年09月24日)	
34	CO2分離剤、及びCO2の選択的分離方法	RITE	2009-214101 (平成21年09月24日)	
35	複合膜およびその製造方法	RITE	2009-241006 (平成21年10月22日)	
36	イソプロパノール生産能を有するコリネ型細菌の形質転換体	RITE 本田技研工業株式会社	WO2009/131040 (平成21年10月29日)	
37	微生物の培養方法ならびに培養装置、生物的水素製造方法および燃料電池システム	RITE シャープ株式会社	2009-261401 (平成21年11月12日)	
38	微生物を用いた連続水素生成方法	RITE シャープ株式会社	2009-273372 (平成21年11月26日)	
39	D-キシロース利用機能が向上したコリネ型細菌形質転換体	RITE	WO2009/154122 (平成21年12月23日)	



Research Institute of Innovative
Technology for the Earth

財団法人

地球環境産業技術研究機構

〒619-0292 京都府木津川市木津川台 9 丁目 2 番地

9-2, Kizugawadai, Kizugawa-Shi, Kyoto

619-0292 JAPAN

TEL. 0774-75-2300

FAX. 0774-75-2314

URL <http://www.rite.or.jp>

