

第127回定例研究会 資料IV

AIST
2009.3.5 ~HES第127回定例研究会~



GHGT9報告

CCSに関する世界の最新技術動向報告

産業技術総合研究所
エネルギー技術研究部門
エネルギー社会システムグループ

GHGT9

西尾 匡弘

M. Nishio 1

概要

- ICCDRからGHGT-9まで
- GHGT-9の概要
 - 出席者数とその傾向
 - 発表案件の傾向(オーラルとポスター)
 - 基調講演などに見るCCS関連の議論
 - キーメッセージ
 - 課題
- GHGT-10に向けた方向性

M. Nishio 2

GHGT-9:各国からの出席者

順位	国名	人数	順位	国名	人数	順位	国名	人数
1	United States	576	15	Denmark	12	29	Estonia	2
2	Canada	110	16	Switzerland	12	30	Iran	2
3	Japan	98	17	Brazil	10	31	Malaysia	2
4	Norway	97	18	China	10	32	Nepal	2
5	United Kingdom	97	19	Finland	8	33	Saudi Arabia	2
6	France	79	20	Austria	7	34	Albania	1
7	Netherlands	65	21	Belgium	7	35	Argentina	1
8	Germany	64	22	New Zealand	5	36	Cameroon	1
9	Australia	52	23	Poland	5	37	Czech Republic	1
10	Korea	24	24	United Arab Emirates	5	38	Greece	1
11	Sweden	20	25	India	4	39	Portugal	1
12	Italy	18	26	Ireland	3	40	Sierra Leone	1
13	Spain	18	27	Mexico	3	41	Taiwan	1
14	South Africa	14	28	Columbia	2	42	Thailand	1

• 世界42カ国から、1469名出席(うち学生が196名)

M. Nishio 3

口頭発表の分野別分布(1)

課題フォーラム	統合システム	回収・輸送		
実証プロジェクトから何を学んだか	CCS at scale	4	CO ₂ 回収の最近の進歩	3
規制フレームワークのデザインと実施	発電所へのCCSの組み込み	5	パイロットプラント技術	5
CCSの大規模配置に向けた動き	CCSを伴う燃料生産と変換	4	CO ₂ 輸送インフラ	5
ウォール街からの視点	欧州でのCCS展開のモデル化	4	産業界オペレーティング技術	4
ポスト京都議定書後	CCS展開の統合評価	5	工業用パイロットプラントのモデル化	4
	ソース・シンクマッチングに向けた動き	5	代替燃料	5
	大規模コスト削減好機創生	4	アンモニア回収プロセス	5
	精製におけるCCS	4	離岸産地におけるガス処理	4
	高等回収システムの経済性	4	発電用離岸産地技術の開発	4
	技術と経済性上の比較検討	5	計画中実証プロジェクトの更新	4
	各国のCCSプログラム	5	回収における化学的ループ	5
			高度/新規システムの評価	4
			中国・インドにおける回収遷移	4
			現着・基礎	5
			回収用機	5
			溶剤マネジメント	5
			熱供給システムの新規プロセス	4
			合計	49
			合計	7

M. Nishio 4

口頭発表の分野別分布(2)

地中貯留	政策	貯留-その他			
CO ₂ 貯留の最近の進歩	CCS政策の最近の進歩	3	海洋隔離	4	
CO ₂ 貯留能力	政策および規制の進捗	10	民間運転実証	4	
長期貯留性能: トランピングメカニズム	インセンティブと資金調達	5			
長期貯留性能: キャップロックシミュレーション	社会的合意形成と情報の役割	5			
長期貯留性能: 沈井	長期貯留性能への取り組み	3			
モニタリング: 地球物理学的的手法	利害関係者の見直し	4			
モニタリング: 地球化学的手法	教育と訓練を通じた能力開発	4			
モニタリング: 地表面での観測		4			
CO ₂ 貯留の環境影響		4			
電気水素製造		5			
国境を超えたCO ₂ 輸送		4			
大規模貯留プロジェクトの拡大		5			
地中貯留: 国境を越えた輸送		5			
パイロットおよび実証プロジェクト		4			
アジアおよび中東/オーストラリア/ロシア		5			
地中貯留の政策オプション		5			
法入・貯留モデル開発		4			
地中貯留実証評価		4			
貯留工学		4			
地中貯留のリスク評価		5			
地中貯留の最良実証		4			
合計	101	合計	34	合計	8

M. Nishio 5

2009. 3.5 ~HESS 第12.7回定例研究会~

ポスター発表の内容分布

分野	Post Combustion		
Capture	Post Combustion		67
Capture			31
Capture	Pre-Combustion		16
Capture	Oxyfuel		18
CO2 Capture Project			11
Membranes			13
Transporting CO2			13
Geological Storage	Capacity and Regional Assessment		29
Geological Storage	Trapping Mechanism and Long-Term Fate		32
Geological Storage	Well Bore Integrity		12
Geological Storage	Monitoring		32
Geological Storage			23
Geological Storage	Site Characterization		19
Geological Storage	Storage Engineering		11
Geological Storage	Development of Modeling Tools		9
Geological Storage	Environmental Impact		10
Geological Storage	Risk Assessment and Management		22
Integration Systems			43
Mineral Carbonation			5
Ocean Storage			4
Policy			21
Training, Education, Outreach			10

M. Nishio 6

2009. 3.5 ~HESS 第12.7回定例研究会~

将来的なCCS普及に関する課題

- 技術的課題
 - エネルギーロス、コストの低減
- 社会的課題
 - 社会的受容性の確保: 安全性、長期安定性
 - 安全性確保
 - 国際的なCCSの位置づけ。認知の確保
 - アカウンティング、インベントリーの取扱い
 - CCS-CDM
- 制度的課題
 - 温暖化対策基本法(推進法)と事業法での位置付け
 - ロンドン条約・議定書と海洋汚染防止法で許認可制度は確保
 - 実施に係る経済的自立のための仕組みの構築:
 - インセンティブの付与、クレジットの適用、資金調達的手法確立

M. Nishio 7

2009. 3.5 ~HESS 第12.7回定例研究会~

政策、規制など全体のキーメッセージ

- IPCCとIEAの成果では、重要な気候変動緩和技術としてCCSの必要性に対する認知が拡大している。全体として、主たる政策の推進力は、CCSのみならず全ての緩和対策による国家温室効果ガス(GHG)排出削減である。
- デモンストレーション・プロジェクトは、技術的あるいは規制の双方全ての側面について「実施」しながら「学ぶ」ことを世界で可能にするために緊急に必要である。GHGT-10における議論が、2008年に日本でG8首脳が支持した20のデモンストレーション大規模CCSプロジェクト推進の中心となることから望まれる。これらの大規模デモンストレーションプロジェクトが他の者より緩慢であったとしても、これらから得られる知見は、研究開発レベルの成果やモデル化、および小規模野外実験を経た、いくつかの鍵となる領域の重要な進化である。
- 中国やインドその他の主たる開発途上国が発展するがこれらの国における電力供給は十分ではない。2006年の会議以降、多くの地域で早急にかつポジティブにCCSIに関する規制の開発が実施された。
- 一般への認知は重要であり、この分野での更なる活動が必要である。一般の認識はCCSの将来の抽象的なコンセプトよりも、プロジェクトや地域の問題に焦点を当てられる。CCSが他の燃料や分野にも適用されることによって、CCSと石炭の関係もあまり重要視されなくなるだろう。
- CCSとバイオマスの効果的な温室効果ガス緩和技術のポテンシャルが現実化し、排出権取引体系の中で認知されるだろう。
- ビジネスの機軸から、いろいろなCCS業界の投資家間の協力を改善しなければならない。これは、各種プロジェクトのために資金提供影響力の強化を可能にする。政府は、このプロセスを奨励する。
- 全ての規制開発に特有の鍵は、特にCO2の純度やモニタリング技術などへのフレキシビリティである。
- 保険と金融産業のCCSIに関する関心が高まっていることは歓迎すべきである。フレキシビリティにより早期のプロジェクトから学習が可能になり、彼らの開発する規制に取り入れられる。

M. Nishio 8

2009. 3.5 ~HESS 第12.7回定例研究会~

CO2分離回収のキーメッセージ

コスト:

- 予想に反して、現在の回収費用の見積は、5年前に比べて10-20%高い。これは、主に2008年前半における材料費の上昇に起因する。基本的な材料費の見積は現在の全世界の経済危機の結果低下すると思われるが、その程度はまだ分からない。しかしながら、実際にデモンストレーション・プラントと商業的なCCS施設を構築することが原価の見積りを確かめる唯一の方法であろう。長期にわたって、いくつかの有望な技術があるが、それは回収費用をかなり削減することが期待される。

規模:

- 特に燃焼後回収について、新規パイロットプラントが世界中で構築されつつある。しかしながら、商業的な規模で石炭火力発電所に対応するためには(eg. 2-4MTCO₂/年回収する規模)、更なるデモンストレーション・プラントを必要とする。

エネルギー損失:

- 多少の有望な新しい溶媒(例えば従来のアミンと比較してエネルギー必要条件をかなり減らす可能性を示す先進的アミンやアンモニア)が検討されている。更なる試験とスケールアップは、これらの利点を定量化するために必要である。

技術:

- 3つの一般的な回収オプション(燃焼後回収、燃焼前回収と酸素燃焼)が検討されている。しかし、この会議では、過去より燃焼後回収システムに対する関心が高かった。

統合システム:

- CCS操作の柔軟性は、特に自由化された電力市場の中で重要である。回収システムとピーク需要への適合への柔軟性に関する新たな作業の流れは、進歩している。

M. Nishio 9

2009. 3.5 ~HESS 第12.7回定例研究会~

CO2貯留のキーメッセージ

- 貯留容量評価に関する多くの作業により、理論上の能力見積からより現実的に利用可能な容量見積へと理解が進んできた。GHGT-8以降この領域の知見が開発され、急速に進歩した領域である。
 - より多くの知識と経験が得られ、塩水帯水層中の塩水置換と加圧に関するより詳細な理解を必要とする。
 - CO₂の『ロックアップ』と、時間とともに漏出の可能性が減少するトラッピング・メカニズムの理解もかなりの進歩した。貯留プロジェクトの厳格なサイト選定と手続きの特徴と改善された工学的設計により、潜在的な貯留のセキュリティリスクの継続的な低減への再評価を可能にする。
 - 各種のモニタリング技術は、改善されて実証が続けられている。
 - 実例としてアルジェリア・インサラでの衛星モニタリングの実証により、この技術が標準的なモニタリング技術のポートフォリオに含まれることを示している。
 - 地中貯留に関する作業は、技術展望から保証ベースの展望まで進化している。

M. Nishio 10

2009. 3.5 ~HESS 第12.7回定例研究会~

CO2回収と統合システムの課題

- 回収コストを如何に低減し、エネルギー損失を削減するか:
 - 費用対効果の高いCCSを構築するのに最も重要な課題。
- CO₂回収時の水の利用:
 - 水資源についてはより重要な課題となる可能性がある。どのくらいの大きな課題になるか評価する研究が必要
- 統合システムの柔軟性:
 - プラントのフレキシビリティが重要であり、CO₂回収プラント操作において更に課題となる。これは特に電力の自由市場環境におけるプラントのフレキシビリティは、如何にプラントを使用するか命ずることができる。
- 'capture ready'の定義:
 - 何が'capture ready'であるかという定義について、IEA-GHGの成果が示されたにも関わらず、未だに疑問が残る。
- 石炭火力発電のCCS併設のRetrofit/repowering
 - 既設の火力発電所に如何にして回収プラントを適応させるのに、発電所を改造するか作り直すかという顕著な問題が提起される。
- 規制保証
 - 発電産業では、回収技術に投資するための長期の規制保証が必要である

M. Nishio 11

AIST 2009. 3.5 ~ HESS第127回定例研究会~

CO₂貯留の課題

- 貯留容量の評価
 - 現在、貯留容量を推定する2つの方法論がある。そして、その両方は簡単に比較されることができる容積測定評価を加える。しかし、見積の結果は「理論上」のものでしかなく、手に入る実際のポテンシャルを減らすことができないという技術的・経済的要因を、可能にしない。
- 深部塩水層貯留の貯留可能性
 - 2005年の、IPCCのCCS特別報告書では、世界中の深部塩水層貯留で10,000GtCO₂ (人類の発生するCO₂排出のおよそ200年分に等しい)貯留ができるとしていた。過圧と塩水置換のような要因を考慮することによって、より現実的なサイトまたは地域特定の能力評価でこれらの高水準な理論上の貯留容量の見積を補うことが必要である。
- トラップメカニズムの理解
 - CO₂貯留の安全性が時間とともに増加すると考えられているが、研究者は注入されたCO₂の長期の運命を決定するトラップメカニズムを定量化する必要がある。これは、貯留容量のより正確な測定と関連するリスクのよりよい評価を可能にする。これらの要因は塩水層貯留のためにきわめて重要である、そこで、より大きな潜在的貯留容量は現在のより大きな不確実性と比較して考えられなければならない。
- CO₂地中貯留のリスクの定量化
 - 貯留層からの潜在的漏出と関連するリスクは、規制と公衆への保証のために定量化される必要がある。そのようなリスクは、人間の健康、生態系と飲料供給に適した浅層貯留層への潜在的影響を含む。誘発地震の活動はもう一つの潜在的危険を構成する、しかし、その潜在的影響は評価される必要がある。

M. Ni sh io 12

AIST 2009. 3.5 ~ HESS第127回定例研究会~

政策と規制への課題

- CCSバリューチェーン
 - 不確実性を減らすために、CCSの全てのバリューチェーンにおいて異なるセクターと政府のプレイヤーを繋げる必要がある。
- CCS実施の動機付けの必要
 - 政府がCCS実施を動機付けるために使える政策オプションには、炭素税、温室効果ガス・キャップアンドトレード、電力業界への温室効果ガス対策義務、新しいプラント・パフォーマンス標準およびCO₂貯留への直接支払い等を含む。
- 責任の問題
 - CO₂貯留の長期責任に関しては、いくつかの問題が解決されなければならない。責任に対する懸念がしばしば、長期的に漏出現象があるとしても、重要な因子(例えばありそうな頻度と重要性)についての知識の不足との関連があるのを感じられる。
- Clean Development Mechanism(CDM)によるCCS
 - CCSを発展途上国で始められるようにする重要なメカニズムとみなされる。
- 2012以降の気候政策
 - 国際社会は、先進および発展途上の国の両方を包含したポスト京都戦略を開発する必要がある。
- 一般の認識
 - 公共にCCSが容認されることは、多くの異なる経済セクターで使える気候変動対策の価値あるツールとなり、新しい石炭火力発電所を促進する方法だけではない。

M. Ni sh io 13

AIST 2009. 3.5 ~ HESS第127回定例研究会~

年間CO₂貯留量推計

Pacific North West National Laboratory

M. Ni sh io 14

AIST 2009. 3.5 ~ HESS第127回定例研究会~

計画中および提案中のプロジェクト

出展：IEA-GHG R&Dプログラム

M. Ni sh io 15

AIST 2009. 3.5 ~ HESS第127回定例研究会~

回収分野の次なる2年間の挑戦

- 回収コスト削減のために、ほかに何をやることができるか？
- 回収プロセスを必要なサイズにスケールアップできるか？
- 燃焼後回収のために：
 - 溶媒のエネルギー損失を、どれくらい低く減らすことができるか？
 - 新しい溶媒のオプションは何か？
 - 有機アミンとアンモニアは、便益を上げられるか？
 - ヒンダードアミンや他の低エネルギー損失溶媒による、回収プラントの規模と主要コストへの影響。
- 回収システムのライフサイクルの中に存在する潜在的環境影響を特定しなければならない。
- 回収プラントにおける水の使用についてよりよく理解する必要がある。
- 既存の発電所と産業のサイトにCCSを付加できる確信を得る必要がある。
- パイロットおよびデモンストレーションプラントからの成果により、広い範囲の展開に最もふさわしい回収技術が何かを確認する必要がある。
- 発電所柔軟性の上でCCSプラントの影響を理解し、そして、それらをどう改善できるかを知る必要がある。

M. Ni sh io 16

AIST 2009. 3.5 ~ HESS第127回定例研究会~

貯留分野の次なる2年間の挑戦

- 貯留層の圧力増加の影響は何か？
- 大規模な圧入によって移動する水の行方と、地下水へのリスクは何か？
- CO₂プルームの足跡は、どの程度広がり、どこに移行するか？
どのようにして、より信頼できる予測ができるか？
- 将来行われる実際のサイト選定にあたり、どのように信頼を得るか？
- モニタリングの戦略と検出限界...、局所環境の保護と炭素排出のアカウンティングを保証するには、何が費用対効果の良いアプローチか？
- CO₂漏洩が起これそうもない時、どうすればモニタリングを止められるか？費用をどのくらいかけ、どのくらいの期間保つべきか？

M. Ni sh io 17

AIST 2009.3.5 ~HESS 第127回定例研究会~

政策と規制の次なる2年間の挑戦

- ・ 大規模なCCSデモンストレーションを促進する最良の方法は？
- ・ 金融と保険産業の関わりをどのように増やすか？
- ・ 2012年以降の気候変動対策に関する議論において、CCSの優先度を高める必要がある。
- ・ CCSを発展途上国において、CDMまたは他の手段で促進する必要がある。
- ・ CCSは、石炭関連の問題より多くのもので見られなければならない。
- ・ バイオマスへのCCSの適用機会についても重視しなければならない。
- ・ 政府は国家および国際的なレベルの双方で、強力な規制と政治的な確実性を提供しなければならない。
- ・ CCSの大規模な展開ができるように、専門知識と人的資源を築く必要がある。
- ・ 公共の認識を改善し、受容を促進するために地域レベルで市民を引き込む必要がある。
- ・ 産業界をCCSプロセスのバリューチェーンに参加させるための政府援助が必要である。
- ・ 主要な発展途上国(例えば中国とインド)の関与を増やす必要がある。
- ・ CCSに関する、情報の役割と情報提供ソースについてよりよく理解を得るためコミュニケーションを改善する必要がある。

M. Nishio 18

AIST 2009.3.5 ~HESS 第127回定例研究会~

GHGT-10への挑戦

今回は、2010年9月にオランダ・アムステルダムで開催

- この2年間の間に、我々はいくつもの課題を解決するためにも技術推進の動きを維持しなければならない。
- つぎの2年間におけるこれらの挑戦を効果的な技術的作業範囲を設定した。
- 我々はその進捗がGHGT-10の場で報告されることを望んでいる。

M. Nishio 19