

2019.1.18 16:35-16:50

第8回 革新的CO₂膜分離技術シンポジウム

活動報告②

海外のCO₂分離回収技術の最新動向

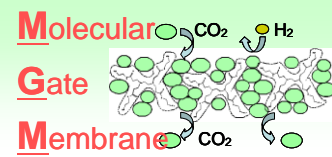
次世代型膜モジュール技術研究組合

主任研究員 甲斐 照彦

米国DOEの2018 NETL CO₂ Capture Technology Project Review Meeting及び新規採択プロジェクトを基に海外のCO₂分離回収技術の最新動向を紹介

- 1) 2018 NETL CO₂ Capture Technology Project Review Meeting
- 2) DOE新規採択プロジェクト

1) 2018 NETL CO₂ Capture Technology Project Review Meeting (August 13-17, 2018)



回収技術: ラボ/ベンチ/パイロットスケール

プロジェクト内容:

SYSTEMS STUDIES AND MODELING

Carbon Capture Simulation for Industry Impact (CCSI²)

Capture – Lab/Bench-Scale Research with CCSI² Support

Capture – Lab/Bench-Scale Research

シミュレーション技術

Oxy-Combustion

Oxy-Combustion and Novel Concepts 酸素燃焼

Capture – Pilot-Scale Research

Chemical Looping ケミカルルーピング

CO₂ Compression

Large-Scale Pilot Testing

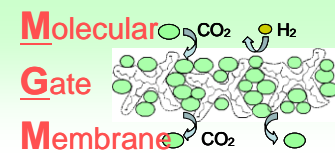
Design and Testing of Advanced Carbon Capture Technologies

Novel and Enabling Transformational Technologies 革新的技術

CO₂ Utilization CO₂利用

発表内容(例):

CAPTURE – LAB/BENCH-SCALE RESEARCH



Development of a Novel **Biphasic CO₂ Absorption** Process with Multiple Stages of **Liquid-Liquid Phase Separation** for Post-Combustion Carbon Capture (FE0026434) **吸収液—2相系(相分離)**

Yongqi Lu, Illinois State Geological Survey, University of Illinois at Urbana-Champaign

Bench-Scale Development of a **Hybrid Membrane-Absorption** CO₂ Capture Process (FE0013118)

Brice Freeman, Membrane Technology and Research Inc. **膜、吸収液ハイブリッドプロセス**

Large Bench Scale Development of **Non-Aqueous Solvent** Carbon Dioxide Capture Process for Coal Fired Power Plants

Utilizing Real Coal Derived Flue Gas (FE0026466) **吸収液—非水系溶媒**

Jak Tanthana, RTI International

Energy Efficient **GO-PEEK Hybrid Membrane** Process for **Post-Combustion** Carbon Dioxide Capture (FE0026383)

Shiguang Li, Gas Technology Institute **GO(酸化グラフェン)膜とPEEK膜コンタクターのハイブリッドプロセス**

Bench Scale Testing of Next Generation **Hollow Fiber Membrane** Modules (FE0026422)

Alex Augustine, American Air Liquide Inc. **次世代型中空糸膜**

Novel **CO₂-Selective Membranes** for CO₂ Capture **< 1% CO₂ Sources** (FE0026919) **新規CO₂選択透過膜**

Yang Han and Winston Ho, The Ohio State University

Lab-Scale Development of a Hybrid Capture System with Advanced **Membrane, Solvent** System, and Process **Integration** (FE0026464) **膜、吸収液ハイブリッドプロセス**

Hunaid Nulwala and David Luebke, Liquid Ion Solutions LLC.

Scott Chen, Carbon Capture Scientific

Lab-Scale Development of a **Solid Sorbent** for CO₂ Capture Process for Coal-Fired Power Plants (FE0026432)

Mustapha Soukri, RTI International **固体吸収材**

Development of a **Precombustion** Carbon Dioxide Capture Process Using High Temperature **Polybenzimidazole Hollow-Fiber Membrane** (FE0012965) **高温用分離膜**

Indira Jayaweera, SRI International

発表内容(例): CAPTURE – PILOT-SCALE RESEARCH

National Carbon Capture Center (FE0022596)

Tony Wu, Southern Company **米国NCCC(実ガス試験サイト)**

Advanced Solvent Testing and Evaluation at **TCM** (FWP-70814)

Charles Freeman, Pacific Northwest National Laboratory

Satish Reddy, Fluor **ノルウェーTCM(実ガス試験サイト)**

Pilot Unit Sorbent-Based CO₂ Capture (FE0012870)

Jeannine Elliott, TDA Research, Inc.

Application of a Heat Integrated Post-Combustion Carbon Dioxide Capture System with **Hitachi Advanced Solvent** into Existing Coal-Fired Power Plant (FE0007395)

Jesse Thompson, University of Kentucky Center for Applied Energy Research

日立吸収液

Pilot Test of a **Nanoporous**, Super-Hydrophobic **Membrane Contactor** Process for Post-Combustion Carbon Dioxide Capture (FE0012829)

Shiguang Li, Gas Technology Institute

膜コンタクター

Pilot Test of Novel **Electrochemical Membrane System** for Carbon Dioxide Capture and Power Generation (FE0026580)

Hossein Ghezal-Ayagh, FuelCell Energy Inc.

電気化学膜システム

Pilot Testing of a Highly Effective **Pre-Combustion Sorbent**-Based Carbon Capture System (FE0013105)

Gokhan Alptekin, TDA Research, Inc.

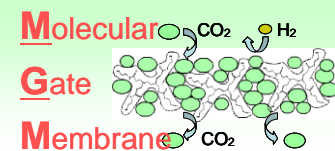
固体吸収材

Dilute Source Carbon Dioxide Capture: Management of Atmospheric Coal-Produced Legacy Emissions (FE0026861)

Ricky Souza, Carbon Engineering

低濃度CO₂回収

発表内容(例): NOVEL AND ENABLING TRANSFORMATIONAL TECHNOLOGIES



Development and Bench-Scale Testing of a Novel **Biphasic Solvent**-Enabled Absorption Process for Post-Combustion Carbon Capture (FE0031600) **2相系吸収液**

Paul Nielsen, Illinois State Geological Survey, University of Illinois at Urbana-Champaign

Development of **Self-Assembly Isoporous Supports** Enabling **Transformational Membrane** Performance for Cost Effective Carbon Capture (FE0031596) **均一細孔を有する支持膜**

Hans Wijmans, Membrane Technology and Research, Inc.

A Process with Decoupling Absorber Kinetics and **Solvent Regeneration** through **Membrane Dewatering** and In-Column Heat Transfer (FE0031604) **膜による吸収液の脱水**

James Landon, University of Kentucky

Mixed-Salt Based **Transformational Solvent** Technology for CO₂ Capture (FE0031597)

Palitha Jayaweera, SRI International **混合塩系新規吸収液**

Bench-Scale Development of a Transformational **Graphene Oxide-Based Membrane** Process for Post-Combustion CO₂ Capture (FE0031598)

Shiguang Li, Gas Technology Institute

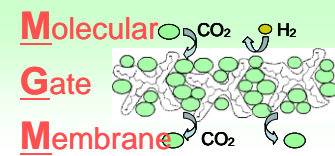
酸化グラフェン系分離膜

Flue Gas **Aerosol Pre-Treatment** Technologies to Minimize PCC **Solvent Losses** (FE0031592)

Devin Bostick, Linde LLC

吸収液損失低減のためのエアロゾルの前処理

発表内容(例) : CO2 UTILIZATION



Storing CO2 in Built Infrastructure: CO2 Carbonation of Precast **Concrete** Products (FE0030684)
Brian R. Ellis, University of Michigan
コンクリート

Nano Engineered **Catalyst** Supported on **Ceramic Hollow Fibers** for the Utilization of CO2 in Dry Reforming to Produce **Syngas** (FE0029760) 合成ガス
Shiguang Li, Gas Technology Institute

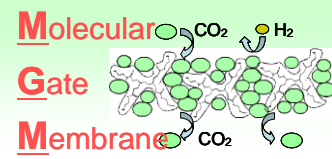
High Energy Systems for Transforming CO2 To **Valuable Products** (FE0029787)
Osman Akpolat, Gas Technology Institute
有価物

Advanced Manufactured Carbonate Materials for **Algal** Biomass Production: Joint LLNL-SNL Program (FWP-16-019510)
Jennifer Knipe, Lawrence Livermore National Laboratory
藻類

Upcycled **CO2-Negative Concrete** for Construction Functions (FE0029825)
Erika Callagon La Plante, University of California Los Angeles
コンクリート

Microalgae Commodities from Coal-Fired Power Plant Flue Gas CO2 (FE0026490)
John Benemann, MicroBio Engineering, Inc.
微細藻類

National Carbon Capture Center (NCCC) における 実ガス試験によるCO₂分離回収技術の評価



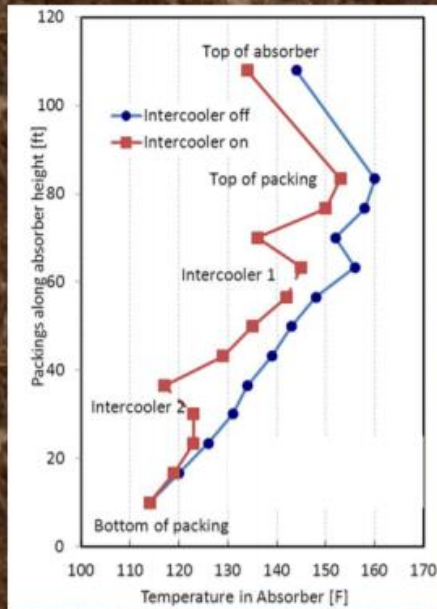
1) 吸収液の評価例

性能の詳細評価

腐食

放散と劣化

Detail Performance



Absorber Temp Profiles

Corrosion

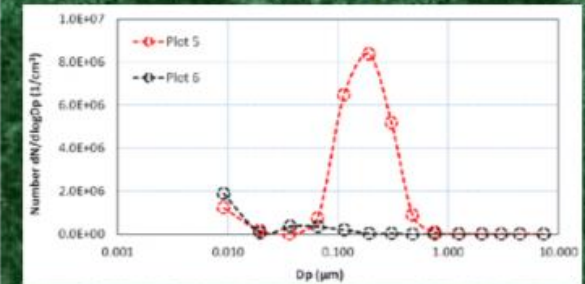


Coupon Materials



ER Probe & Coupon Holder

Emission & Degradation

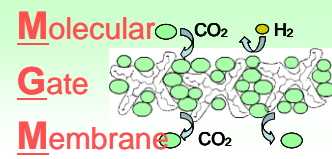


Aerosols Size and Counts













Solvent Samples Over Testing

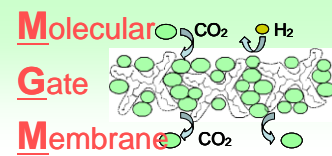
National Carbon Capture Center (NCCC) における 実ガス試験によるCO₂分離回収技術の評価



2) 分離膜の評価例




Scale	Pilot	Lab/Bench			
Company	MTR	Air Liquide	MTR	OSU	NETL
Material	Polymer	Polymer	Polymer	Polymer/ Hybrid	Hybrid
Design	S-W / Flat	HF	S-W	S-W	HF/ Flat
					
OP Temp (°C)	30	- 40	30	57	40
Size	1 MW	0.3 MW	50 KW	< 1 KW	< 1 kW
Field Unit					

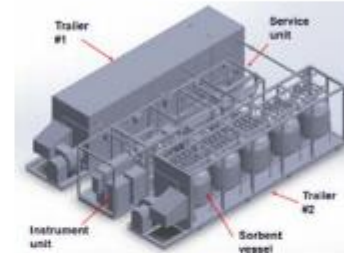
National Carbon Capture Center (NCCC) における 実ガス試験によるCO2分離回収技術の評価



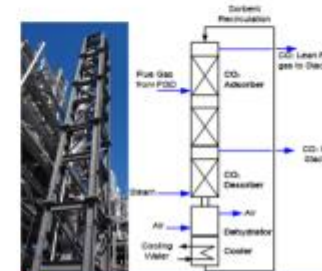
3) 吸着剤の評価例

Sorbents Test @ NCCC

Scale	Pilot	Lab/Bench	
Company	TDA	SRI Int.	NETL
Material	Alkalized Alumina	Carbon	Supported Amine
			
Design	Fixed-bed	Circulating	Circulating
T (°C) Abs/Reg	140/140	50/120	60/100
Size	0.5 MW	40 KW	< 5 kW



TDA Skid

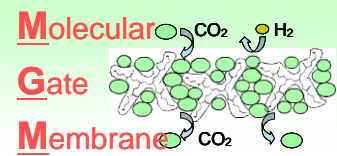


SRI Int Skid



NETL Skid

2) DOE新規採択プロジェクト



Energy Department Invests \$6.4M in **Pre-Combustion** Carbon Capture Projects※
(JULY 9, 2018)

米国エネルギー省(DOE)、燃焼前CO2回収プロジェクトに640万ドル出資
(2018年7月9日)

Transformational Pre-Combustion Carbon Capture Technologies の研究開発

目標値: CO2純度 95%
CO2分離回収コスト(電気代) 30%低減

関心分野1: 人工合成ガス(模擬ガス)におけるラボ・スケールCO2 回収技術の
開発及び試験 3件

関心分野 2: 実合成ガス(実ガス)に関するベンチスケールCO2 回収技術の開発
及び試験 2件

合計5件を採択

※: <https://www.energy.gov/fe/articles/energy-department-invests-64m-pre-combustion-carbon-capture-projects>

米国エネルギー省、燃焼前CO₂回収プロジェクトに640万ドル出資 (2018年7月9日)

関心分野1: 人工合成ガス(模擬ガス)におけるラボ・スケールCO₂ 回収技術の開発及び試験

① High-Temperature Ceramic-Carbonate Dual-Phase Membrane Reactor for Pre-Combustion Carbon Dioxide Capture (燃焼前二酸化炭素回収のための高温セラミック-炭酸塩二相メンブレンリアクター)

– AZ Board of Regents on behalf of **Arizona State University**

燃焼前CO₂回収のコストを低減するベンチスケールのメンブレンリアクタープロセスの開発

DOE資金: \$800,000; 非DOE資金: \$200,007; 総額: \$1,000,007

② Transformational Membranes for Pre-Combustion Carbon Capture (燃焼前炭素回収のための革新的分離膜)

– **The Ohio State University**

石炭由来の合成ガスから生じるCO₂回収のための新分離膜技術のデザインと製造プロセス開発、経済性評価

DOE資金: \$799,988; 非DOE資金: \$199,998; 総額: \$999,986

③ Development of Carbon Molecular Sieves Hollow Fiber Membranes Based on Polybenzimidazole Doped with Polyprotic Acids with Superior H₂/CO₂ Separation Properties (優れたH₂/CO₂分離特性を有する多塩基酸添加ポリベンゾイミダゾールをベースとした中空糸炭素膜の開発)

– The Research Foundation for SUNY on behalf of **University at Buffalo**

石炭由来の合成ガスから生じるCO₂ を回収するための高効率分離膜プロセスの開発

DOE資金: \$799,999; 非DOE資金: \$202,225; 総額: \$1,002,224

米国エネルギー省、燃焼前CO2回収プロジェクトに640万ドル出資 (2018年7月9日)

関心分野 2: 実合成ガス(実ガス)に関するベンチスケールCO2回収技術の開発及び試験

④Bench-Scale Development of a Transformative Membrane Process for Pre-Combustion CO2 Capture(燃焼前CO2回収を目的とした革新的分離膜プロセスのベンチスケール開発

–Membrane Technology and Research, Inc.

次世代分離膜技術の性能向上と、Energy & Environmental Research Center (エネルギー・環境研究センター)にて実地試験が行われるベンチスケールの分離膜モジュールユニットにおける革新的ポテンシャルの実証

DOE資金: \$1,999,315; 非DOE資金: \$499,827; 総額: \$2,499,142

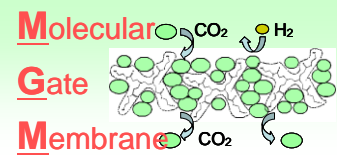
⑤Development and Testing of a High-Temperature PBI Hollow Fiber Membrane Technology for Pre-Combustion CO2 Capture(燃焼前CO2回収のための高温PBI中空糸分離膜技術の開発及び試験)

– SRI International

石炭ガス化施設用に分離膜を使ったベンチスケールでの革新的CO2回収技術の開発

DOE資金: \$1,999,981; 非DOE資金: \$502,400; 総額: \$2,502,381

まとめ



1) 2018 NETL CO₂ Capture Technology Project Review Meeting

- ・分離膜、吸収液、固体吸収材等の各プロセスにおいて、新規技術の開発から実ガスを用いた実証試験まで、幅広い内容のプロジェクトが採択され、実施されている。

2) DOE新規採択プロジェクト

- ・Pre-combustionに関する5件のプロジェクトが新規採択
総額6.4M US\$ (約7億円)の研究支援(すべて分離膜)
- DOEは今後の有力なCO₂排出量削減技術として
Pre-combustion についても重要視している。

ご清聴ありがとうございました

