

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 実績報告書

本様式の内容は一般に公表されず

研究課題名	イオン液体を利用した二酸化炭素物理吸収プロセスの構築
研究機関・ 部局・職名	日本大学・工学部・准教授
氏名	児玉 大輔

1. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

2. 収支の状況

(単位:円)

	交付決定額	交付を受けた額	利息等収入額	収入額合計	執行額	未執行額	既返還額
直接経費	62,000,000	62,000,000	0	62,000,000	62,000,000	0	8,365
間接経費	18,600,000	18,600,000	0	18,600,000	18,600,000	0	0
合計	80,600,000	80,600,000	0	80,600,000	80,600,000	0	8,365

3. 執行額内訳

(単位:円)

費目	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
物品費	398,053	26,199,039	13,872,684	4,679,392	45,149,168
旅費	74,760	1,500,111	1,344,237	1,726,180	4,645,288
謝金・人件費等	0	566,027	5,986,447	4,351,900	10,904,374
その他	41,816	438,879	505,090	315,385	1,301,170
直接経費計	514,629	28,704,056	21,708,458	11,072,857	62,000,000
間接経費計	146,903	10,101,363	4,596,910	3,754,824	18,600,000
合計	661,532	38,805,419	26,305,368	14,827,681	80,600,000

4. 主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関名
ハンドポンプ	NOVA 550.0202.1	1	878,000	878,000	2011/5/26	日本大学
高精度シリンジポンプ	260D型	1	1,716,750	1,716,750	2011/6/1	日本大学
密度・濃度計	DMA5000M	1	6,605,000	6,605,000	2011/6/7	日本大学
高精度密度計	DMA HPM	1	2,940,000	2,940,000	2011/12/2	日本大学
高精度シリンジポンプ	260D型	1	2,436,000	2,436,000	2011/12/8	日本大学
真空グローブボックス	MDB-1B	1	4,200,000	4,200,000	2012/1/20	日本大学
圧カトランスミッタ	PAA-33X	1	503,000	503,000	2012/9/20	日本大学
次世代温度計測器	NX-1200	1	921,900	921,900	2012/10/12	日本大学
低温バスサーキュレーター	AC150	1	702,000	702,000	2012/10/15	日本大学
イオン液体物性測定装置	ILPS-1	1	5,400,000	5,400,000	2012/12/27	日本大学
一次圧力調整装置	ILPS-AP	1	595,900	595,900	2013/9/30	日本大学

5. 研究成果の概要

温室効果ガス吸収液(イオン液体)の基本的性質と吸収特性について評価を進めた。例えば、イオン液体に分子性液体を添加した溶液は、二酸化炭素溶解度(体積濃度)を損なうことなくガス吸収液の粘度が低下し、ガス吸収速度の向上が期待できる。ジグリムとリチウム塩からなる溶液は、既存の物理吸収液より数倍の吸収能を有するだけでなく、従来のイオン液体と比較し、低価格を実現できた。また、イオン液体の二酸化炭素溶解エンタルピーとガス溶解度との相関性、溶液構造の分子動力学計算や溶媒分子の量子化学計算、グループ寄与法によるガス吸収量の評価も進めた。さらに、プロセスシミュレーションやラボスケールでのガス分離再生試験を実施し、ベンチスケールでのガス分離再生試験装置の基本設計を完了させた。

したがって本研究は、地球温暖化防止対策の観点から非常に独創的で学術的に高い意味を持つと考えられ、グリーン・イノベーション推進に寄与できるだけでなく、我が国のエンジニアリング業界の技術競争力を高め、社会的に大きな意味を持つ。

課題番号	GR086
------	-------

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 研究成果報告書

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名 (下段英語表記)	イオン液体を利用した二酸化炭素物理吸収プロセスの構築
	Construction of Carbon Dioxide Physical Absorption Process using Ionic Liquid
研究機関・部局・ 職名 (下段英語表記)	日本大学・工学部・准教授
	Nihon University, College of Engineering, Associate Professor
氏名 (下段英語表記)	児玉 大輔
	Daisuke KODAMA

研究成果の概要

(和文):

本研究では、既存の物理吸収液よりガス吸収能に極めて優れるイオン液体を開発できただけでなく、二酸化炭素物理吸収プロセス実証試験や実用化に向けたスケールアップの試算を完了させた。本研究の成果により、二酸化炭素物理吸収プロセスにおけるガス吸収装置の小型化、CCS のコンプレッサー削減やポンプへの代替が見込まれ、ガス吸収液再生に多大なエネルギーを要する従来の化学吸収法に比べ、トータルエネルギーコストを大幅に削減できるだけでなく二酸化炭素排出総合収支からも大きな優位性がある。したがって、VOC を利用したプロセスから環境調和型プロセスへの切替えが進むなど、グリーン・イノベーションの推進に大きく寄与できる。

(英文):

In the present study, the ionic liquid had been developed with the excellent gas absorption capacity than the existing physical absorbing solution; furthermore, carbon dioxide physical absorption process verification test and the scale-up calculation were also completed. It is expected that miniaturization of gas absorber in the carbon dioxide physical absorption process, compressor reduction or substitute to the pump in CCS. The present study are significantly reduces the total energy cost compared with the traditional chemical absorption that takes a lot of energy to the gas

様式21

absorbing liquid regeneration, there is a great advantage for the carbon dioxide emissions overall balance. The environmentally friendly process can be switched from the process using VOC; therefore, this study can contribute greatly to the promotion of green innovation.

1. 執行金額 80,600,000 円
(うち、直接経費 62,000,000 円、間接経費 18,600,000 円)
2. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

3. 研究目的

地球温暖化対策技術の一つとして、火力発電所など大規模固定発生源の排出ガスに含まれる二酸化炭素を大気中に拡散させることなく分離回収し、地中や海洋に隔離・貯留する技術開発が進められている。このような大規模技術を実現するためには、分離回収コストを大幅に削減することが重要である。現在、アルコールアミン類などを利用した化学吸収法が商用プラントとして一部稼働しているが、吸収液の再生コストが 50% を占め、エネルギー消費の著しい問題がある。コスト削減のため、室温程度で駆動可能な低エネルギー再生型吸収液の開発が望まれている。

イオン液体(IL: Ionic Liquid)は、蒸気圧がほぼゼロとみなせ、熱及び化学的安定性に優れ、従来の溶媒には無い様々な特長を持つことから最近注目されている。このイオン液体を利用し、二酸化炭素の分離回収状態を常圧から高圧へ変換できれば、吸収液の再生に蒸留操作などを一切必要とせず、従来の吸収液再生エネルギーコストを大幅に削減できる(図 1)。

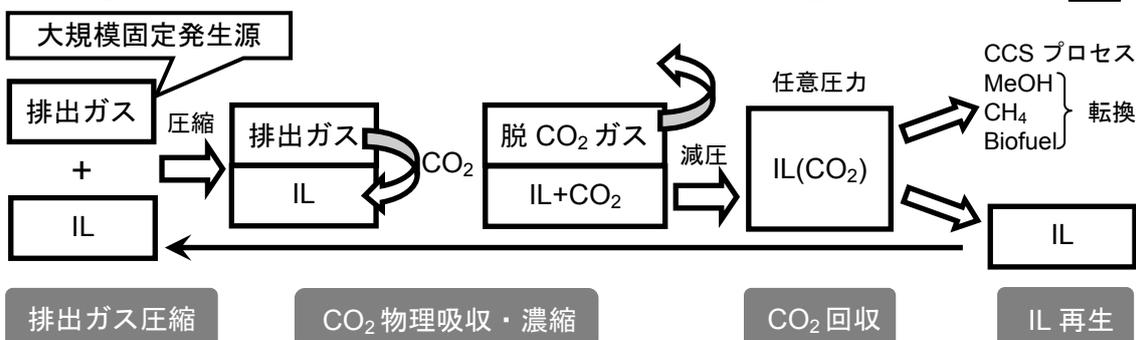


図 1 イオン液体を利用した二酸化炭素物理吸収プロセス概念図

本研究では、室温程度で駆動可能なガス吸収液を合成し、ガス溶解メカニズムを解明するとともに、熱力学物性推算モデルからガス吸収効果や平衡物性と輸送物性との関連性を明らかにする。具体的には、アニオンにリチウム塩を用いたイオン液体を新たに合成し、二酸化炭素溶解メカニズムを解明する。また、イオン液体の粘度を系統的に測定し、平衡物性と輸送物性との関連性を明らかにする。量子化学計算による熱力学物性推算モデルからイオン液体-二酸化炭素系のガス吸収効果について議論し、イオン液体の合成計画に反映させる。アルコールアミン類などを利用した化学吸収法に代わり、イオン液体を利用した低コストで環境負荷の低い二酸化炭素吸収プロセスの構築を目指す。

4. 研究計画・方法

(1) イオン液体-二酸化炭素系の溶解メカニズムの解明

安価で化学的安定性に優れたイオン液体を新規に合成し、二酸化炭素共存下における pVT や溶解度などを測定する。ナノメートルオーダーのドメイン構造とガス吸収量との関係について明らかにするだけでなく、ガス吸収特性データを蓄積し、イオン液体を利用した二酸化炭素物理吸収条件について検討する。

様式21

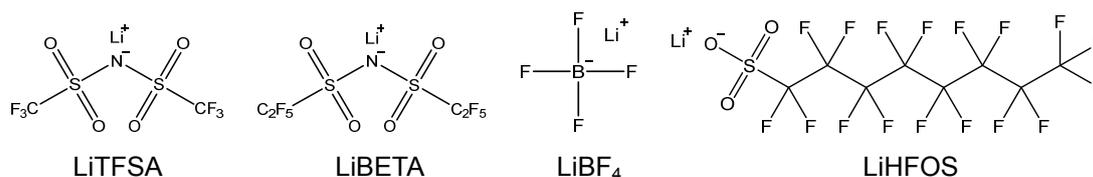


図3 主なリチウム塩の分子構造

約 20 mL の極めて少ない試料量で、密度、粘度、ガス溶解度を同時かつ高精度に実測可能な迅速ガス溶解度測定システム(図4, 本研究で新規製作)を利用し、イオン液体の化学種や構造が物性に及ぼす影響をスクリーニングした後、高圧磁気浮遊天秤や体積可変溶解度測定装置を利用し、体積濃度などを詳細に検討した。例えば、ジグライムに LiTFSA や LiBF₄ を添加すると二酸化炭素溶解度は低下したが、LiBETA を添加すると純ジグライムより二酸化炭素溶解度が若干増加した。LiTFSA や LiBF₄ では塩析の影響が溶解度に大きく寄与したが、LiBETA では、二酸化炭素に対する親和性が高いフッ素の相互作用による効果が大きかったためと考えられる。また、LiHFOS の含フッ素数は多いが、非対称構造で自由度が低く、CO₂ を取り込む空隙が少ないために CO₂ 吸収量が向上しなかった。欧米の研究者による既報では、最も優れる二酸化炭素溶解度を示すアニオンは LiTFSA であったが、本研究によって、さらに優れる二酸化炭素溶解度を示すアニオンが LiBETA であることを初めて明らかにした。一方、単位体積あたりの二酸化炭素濃度(図5)では、LiBETA > LiHFOS > LiTFSA > LiBF₄ の順に二酸化炭素吸収特性に優れた。これらグライム-リチウム塩溶液は、一部商用プラントで利用されている Selexol 液や[BMIM][TFSA]と比較し、数倍優れる二酸化炭素吸収性能を示しており、ガス吸収装置の小型化、CCS のコンプレッサー削減やポンプへの代替が見込まれるだけでなく、二酸化炭素排出総合収支からも大きな優位性がある。なお本研究では、フッ素を含まないアニオンなども検討したが未発表のため公表を差し控える。

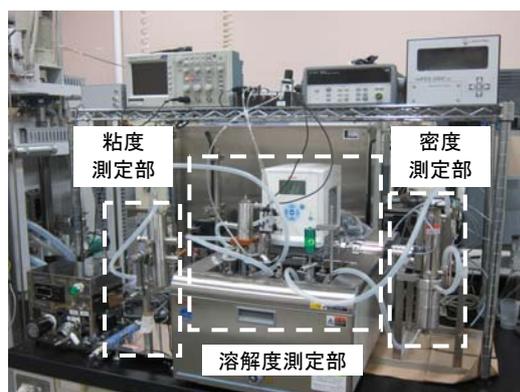


図4 迅速ガス溶解度測定システム

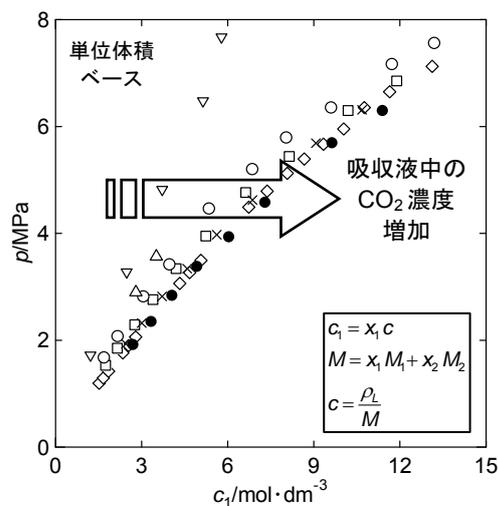


図5 グライム塩溶液の二酸化炭素吸収量
 ●: [Diglyme][LiBETA] (LiBETA: 10.0wt%)
 □: [Diglyme][LiTFSA] (LiTFSA: 10.0wt%)
 ○: [Diglyme][LiBF₄] (LiBF₄: 10.0wt%)
 ×: [Diglyme][LiHFOS] (LiHFOS: 10.0wt%)
 ◇: Diglyme, △: Selexol, ▽: [BMIM][TFSA]

これらグライム-リチウム塩溶液は、一部商用プラントで利用されている Selexol 液や[BMIM][TFSA]と比較し、数倍優れる二酸化炭素吸収性能を示しており、ガス吸収装置の小型化、CCS のコンプレッサー削減やポンプへの代替が見込まれるだけでなく、二酸化炭素排出総合収支からも大きな優位性がある。なお本研究では、フッ素を含まないアニオンなども検討したが未発表のため公表を差し控える。

②ホスホニウム系イオン液体の二酸化炭素吸収特性・電気伝導度

四級ホスホニウムカチオンとトリチウムビス（トリフルオロメタンスルホニル）アミド：TFSA からなるイオン液体（図6）などを合成し、二酸化炭素溶解度や電気伝導度など基礎物性測定を進めた。結果の一例として、図7にホスホニウム系イオン液体の高圧電気伝導度を示す。電気伝導度は、温度上昇に伴い増加し、圧力上昇に伴い減少した。これは、昇温したことでカチオンとアニオンの動きが活発化するために電気伝導度が増加、加圧したことでイオン液体の密度及び粘度が増加したために電気伝導度が減少したと考えられる。また、[P₂₂₂₈][TFSA]は、[P₂₂₂₅][TFSA]より低い電気伝導度を示した。実測値とVFT式やLitoviz式などによる計算値との差は±2%以内で推移しており、高精度に測定データを相関できた。

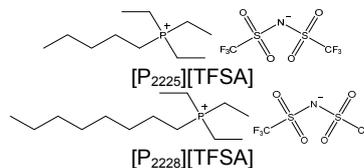


図6 ホスホニウム系イオン液体の化学構造例

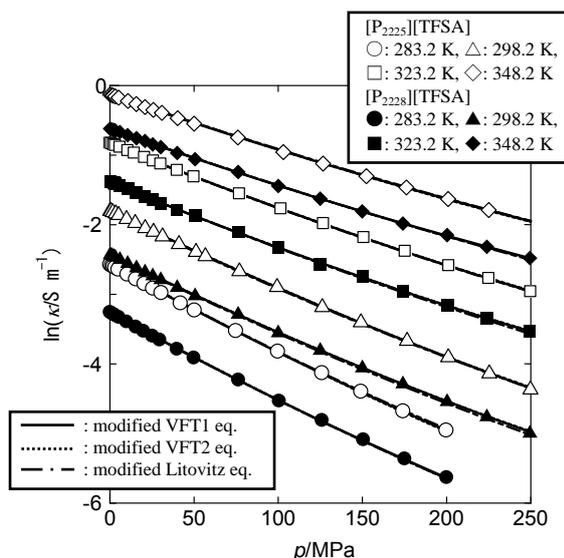


図7 ホスホニウム系イオン液体の高圧電気伝導度

(2) イオン液体－二酸化炭素系の熱力学物性推算モデル構築

①分子シミュレーション・量子化学計算

溶液構造の分子動力学(MD)計算、COSMO 法による溶媒分子の量子化学計算、グループ寄与法や状態方程式などによるガス吸収量の評価を進めてきた。例えば MD 計算では、[BMIM][TFSA]とジグライムとの混合状態について計算した結果、イミダゾリウム環水素原子に対してジグライムの酸素原子が相互作用することを明らかにした。一方、COSMO 法による溶媒分子の量子化学計算では、分子表面の電荷密度分布と溶液中の分子の化学ポテンシャルを算出した後に活量係数を導出した結果、ガス溶解度を高精度に推算できた。また、これら推算モデルと過剰エンタルピーやガス溶解度など実験値との相関性も確認した。

②塩析効果定数による二酸化炭素溶解モデル構築

先に、低分子アルコール-NaOH 溶液へのフロン溶解度を測定した際、NaOH 濃度が増加するとフロン溶解度は減少することを観測した。これに対し塩析モデルを提案し、塩析効果定数と配位数の関係を解明したが、本研究では、イオン液体を含む混合溶液への CO₂ 溶解度を塩析モデルで解析することを試みた。測定データが塩析モデルに従うとすると、塩である[BMIM][TFSA]（以下、下添字 IL）をジグライム（以下、下添字 GL）に添加した時の混合溶液への CO₂ 溶解度 C_{CO₂} は、(1)式で表される。ここで h は CO₂-ジグライム系での塩

析効果定数、 $C_{CO_2}^0$ はイオン液体を添加しない時のジグライム中の CO_2 濃度である。ジグライム-イオン液体溶液中では、イオン液体の周りにジグライム分子が配位し、 CO_2 を溶解させるジグライム分子総量が減少する。その際、イオン液体分子の周りに配位するジグライム分子数を配位数 N_s とすると、 N_s は C_{GL} に比例することが(2)式で導かれる。結果の一例として、**図 8** に溶解度データ (体積濃度) を示す。本系では、圧力によらず h は 0.271 L/mol であり、 C_{IL} から CO_2 溶解度を算出できた。配位数は C_{GL} により異なるが、0.6~1.8 程度である。

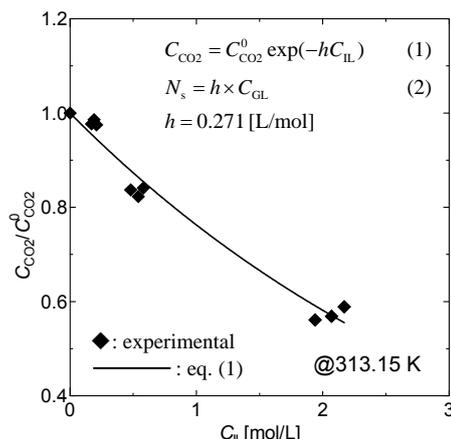


図 8 ジグライム-イオン液体混合溶液の二酸化炭素溶解度塩析効果定数モデル

(3) イオン液体-二酸化炭素系の輸送現象の解明

①イオン液体+分子性液体の物理化学特性

ガス吸収液のコスト低減などを目的に、イミダゾリウム系イオン液体の[BMIM][TFSA]に分子性液体のジグライムやメタノールを添加した溶液を調製し、粘度や拡散係数、密度やガス溶解度を測定した。結果の一例として、**図 9** に[BMIM][TFSA]+ジグライム溶液の粘度・体積濃度を示す。イオン液体にジグライムを添加すると、二酸化炭素溶解度 (体積濃度) を損なうことなく、ガス吸収液の粘度を大幅に低減できた。さらに、[BMIM][TFSA]と分子性液体のジグライムとのマイクロ構造を明らかにするため、密度、粘度、 1H 及び ^{13}C NMR 化学シフトを測定し、[BMIM][TFSA]とジグライムとが任意の割合で混合することを解明した。

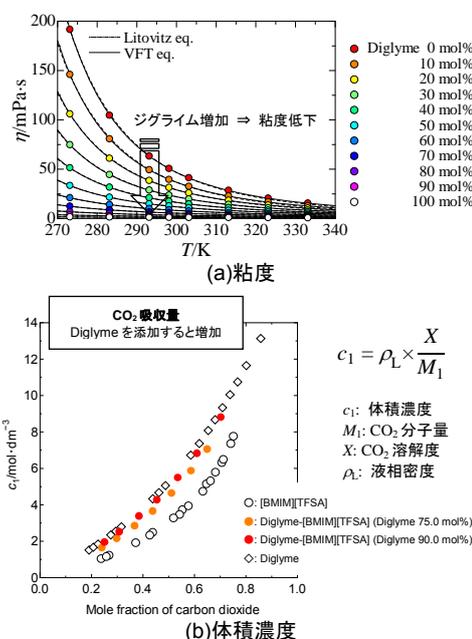


図 9 イミダゾリウム系イオン液体+ジグライム溶液の粘度・体積濃度

②ホスホニウム系イオン液体の粘度・拡散係数

産業技術総合研究所 (産総研) とニューサウスウェールズ大学の協力を得て、高圧下における [P2225][TFSA] 及び [P2228][TFSA] の粘度・拡散係数を測定した。結果の一例として、**図 10** に [P2228][TFSA] 粘度を示す。粘度データは、温度上昇に伴い減少、圧力上昇に伴い増加し、粘度の圧力依存性は温度降下に伴い増加した。VFT 式及び Litovitz 式は、粘度の圧力依存性を高精度に表現できた。

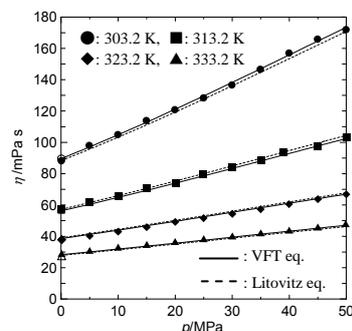


図 10 [P2228][TFSA] の高圧粘度

(4) イオン液体混合溶液のマクロ相分離

①メタンハイドレートの生成促進

メタンハイドレート生成速度に及ぼすイオン液体の添加効果について検討した。その結果、代表的なイミダゾリウム系イオン液体の[BMIM][PF₆]を水に少量添加すると、メタンハイドレートの生成を大きく促進する(図 11)こと、ハイドレート生成前後のフガシティや駆動力に基づいた擬一次反応モデルが、純水及び[BMIM][PF₆]を少量添加した水溶液におけるメタンハイドレート生成に適用可能であることなどを解明した。

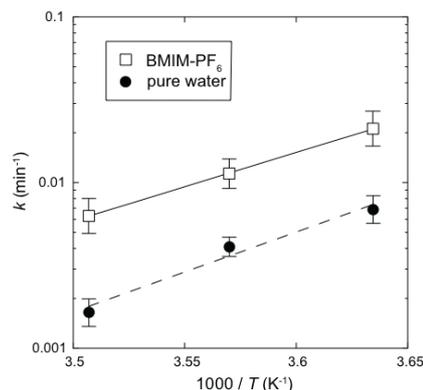


図 11 メタンハイドレート生成時におけるイオン液体の添加促進効果

②多成分混合液体場を利用した微粒子創製やバイオマス抽出

イオン液体と分子性液体からなる二成分混合溶液に、二酸化炭素を作用させた場合のマクロ相分離挙動について検討した結果、Supercritical Anti-Solvent 法と類似し、イオン液体が顕著に貧溶媒化され、医薬品や生理活性物質など微粒子の創製やバイオマスからセルロースの抽出、有機化合物の分離精製や濃縮、晶析の可能性を見出した。

(5) イオン液体物理吸収プロセス実証実験

①プロセスシミュレーション

プロセスシミュレータ ASPEN One により、二酸化炭素物理吸収プロセス全体の評価を実施した。本プロセスは、従来の化学吸収法と比較し 1/3 の二酸化炭素排出量になること、二酸化炭素排出の総合収支での削減率は 22%になることなどを明らかにした。これら計算結果は、前述の二酸化炭素吸収実験などにおけるイオン液体の開発にフィードバックした。

②ラボスケールガス分離性能実験

産総研の協力を得て、実験室レベルで吸収液のガス分離性能試験を実施するとともに、エンジニアリング会社の協力を得てベンチスケールやパイロットスケールでの試算も進めた。窒素-二酸化炭素混合ガス (CO₂ 組成 25mol%) をイオン液体に吸収させた後、大気圧近くまで減圧することで出口ガスを回収する一連の操作を繰り返し行くと、イオン液体は混合ガス中の窒素を吸収せず、二酸化炭素のみを選択的に吸収した。また、二酸化炭素吸収濃度には大きな圧力依存性がないことを明らかにした(図 12)。その際、ガス分離試験前後におけるイオン液体の熱及び化学的な劣化は認められず、繰り返し使用できることを確認した。

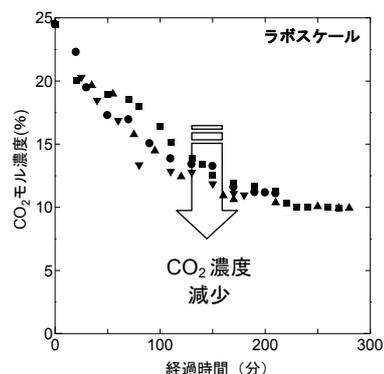


図 12 イオン液体に対する CO₂ 吸収濃度の圧力依存性
●: 1 MPa, ▲: 2 MPa, ▼: 3 MPa
■: 4 MPa

6. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 10 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 3 件 Takashi Kitajima, Naoto Ohtsubo, Shunsuke Hashimoto, Takashi Makino, Daisuke Kodama, Kazunari Ohgaki, “Study on Prompt Methane Hydrate Formation Derived by Addition of Ionic Liquid”, <i>Ame. Chem. Sci. J.</i>, 2(3), 100-110 (2012) ISSN: 2249-0205 URL: http://www.sciencedomain.org/abstract.php?iid=136&id=16&aid=594#.UXd78aK9ByI</p> <p>Daisuke Kodama, Masahiro Kato, Tomoo Kaneko, “Volumetric behavior of carbon dioxide + 2-methyl-1-propanol and carbon dioxide + 2-methyl-2-propanol mixtures at 313.15 K”, <i>Fluid Phase Equilib.</i>, 357, 57-63 (2013) DOI: 10.1016/j.fluid.2013.02.003</p> <p>Hideo Nishiumi, Ken-ichi Ago, Daisuke Kodama, “Effect of solvation with salting effect on solubilities of fluorocarbons in alcohols”, <i>Fluid Phase Equilib.</i>, 362, 187-191 (2014) DOI: 10.1016/j.fluid.2013.10.007</p> <p>(掲載済み一査読無し) 計 4 件 児玉大輔, “カイザーズラウテルン大学滞在記 ～二酸化炭素吸収プロセスの構築を目指して～”, <i>熱物性</i>, 25(4), 217-219 (2011) ISSN: 0913-946X</p> <p>児玉大輔, “イオン液体を利用した二酸化炭素物理吸収プロセスの構築”, <i>化学工学</i>, 76(4), 205-206 (2012) ISSN: 0375-9253</p> <p>佐古猛, 岡島いづみ, 児玉大輔, “亜臨界水・超臨界水の物性の最近の動向と展開”, <i>化学工学</i>, 77(7), 497-500 (2013)</p> <p>下村拓也, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, “イオン液体の溶媒としての利点と物性に及ぼす不純物の影響”, <i>分離技術</i>, 43(4), 210-213 (2013)</p> <p>(未掲載) 計 3 件 児玉大輔, 下村拓也, 牧野貴至, 金久保光央, “イオン液体を利用した二酸化炭素物理吸収プロセスの構築”, <i>分離技術シーズとライセンス</i>, 印刷中</p> <p>栃木勝己, 松田弘幸, 栗原清文, 児玉大輔, 滝島繁樹, “イオン液体系の熱物性とその利用”, <i>化学工学論文集</i>, 印刷中</p> <p>児玉大輔, “9.3 分離・抽出” (化学工学年鑑 2014), <i>化学工学</i>, 印刷中</p>
<p>会議発表 計 82 件</p>	<p>専門家向け 計 77 件 ○児玉大輔, 金久保光央, 橋本諭, 牧野貴至, 梅木辰也, 鈴木明, “グライム-リチウム錯塩溶液の二酸化炭素溶解度”, <i>分離技術会年会 2011</i>, 川崎, 2011 年 6 月 3 日</p> <p>○Daisuke Kodama, Mitsuhiro Kanakubo, Satoshi Hashimoto, Takashi Makino, Tatsuya Umecky, Akira Suzuki, “CO₂ absorption properties of glyme-Li salt complex solutions”, 4th Congress on Ionic Liquids (COIL-4), Washington DC, USA, Jun. 17, 2011</p> <p>○Daisuke Kodama, Mitsuhiro Kanakubo, Kensuke Ohashi, Kenneth R. Harris, Takashi Makino, Tatsuya Umecky, Akira Suzuki, Masashi Sugiyama, Shun Kodama, “Temperature and pressure dependence of the viscosity of phosphonium ionic liquids”, 4th Congress on Ionic Liquids (COIL-4), Washington DC, USA, Jun. 17, 2011</p> <p>○Mitsuhiro Kanakubo, Thomas Sonleitner, Richard Buchner, Daisuke Kodama, Takashi Makino, Tatsuya Umecky, Akira Suzuki, “Physicochemical Properties of Diglyme-Lithium bis(trifluoromethanesulfonyl)amide Solutions”, 32nd International Conference on Solution Chemistry, La Grande Motte, France, Aug. 31, 2011</p>

	<p>○児玉大輔, 金久保光央, 橋本諭, 牧野貴至, 梅木辰也, 鈴木明, “グライム-リチウム錯塩溶液の二酸化炭素吸収特性”, 化学工学会第43回秋季大会, 名古屋, 2011年9月15日</p> <p>○児玉大輔, 金久保光央, 大橋健介, Kenneth R. Harris, 牧野貴至, 梅木辰也, 鈴木明, 杉矢正, 小玉春, “ホスホニウム系イオン液体粘度の温度及び圧力依存性”, 化学工学会第43回秋季大会, 名古屋, 2011年9月15日</p> <p>○Daisuke Kodama, Mitsuhiro Kanakubo, Masaki Kokubo, Satoshi Hashimoto, Takashi Makino, Tatsuya Umecky, Akira Suzuki, Masahiro Kato, “Solubility of Carbon Dioxide in Glymes and Glyme-Li Salt Complex Solutions”, The 9th International Conference on Separation Science and Technology, Cheju, Korea, Nov. 5, 2011</p> <p>○金久保光央, 遠藤康裕, 児玉大輔, Thomas Sonnleitner, Richard Buchner, 牧野貴至, 梅木辰也, 鈴木明, “ジグライム+リチウム塩溶液の輸送現象とCO₂吸収特性”, 第34回溶液化学シンポジウム, 名古屋, 2011年11月15日</p> <p>○児玉大輔, 金久保光央, 橋本諭, 牧野貴至, 梅木辰也, 鈴木明, “グライム-リチウム錯塩溶液のCO₂吸収特性第32回日本熱物性シンポジウム”, 横浜, 2011年11月23日</p> <p>○児玉大輔, “CO₂分離吸収・隔離貯留技術の現状と展望”, 日本大学工学部第54回学術研究報告会, 郡山, 2011年12月3日</p> <p>○大坪直人, 児玉大輔, 牧野貴至, 大垣一成, “メタンハイドレート生成に及ぼすイオン液体の影響”, 第4回化学工学会3支部合同福井大会, 福井, 2011年12月8日</p> <p>○相澤誠矢, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, 鈴木明, 小玉春, 杉矢正, “ホスホニウム系イオン液体の高圧電気伝導度”, 第14回化学工学会学生発表会, 八王子, 2012年3月3日</p> <p>○木村剛, 大橋健介, 相澤誠矢, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, 鈴木明, 小玉春, 杉矢正, “ホスホニウム系イオン液体の密度・粘度特性”, 第14回化学工学会学生発表会, 八王子, 2012年3月3日</p> <p>○新井浩也, 遠藤康裕, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, 鈴木明, “グライム-Li 錯塩溶液の二酸化炭素吸収特性”, 第14回化学工学会学生発表会, 八王子, 2012年3月3日</p> <p>○遠藤康裕, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, 鈴木明, “グライム-Li 錯塩溶液密度・粘度の温度依存性”, 第14回化学工学会学生発表会, 八王子, 2012年3月3日</p> <p>○市川司, 石井祐矢, 坂本廉太郎, 児玉大輔, 根本修克, “四級イミダゾリウム塩を有するポリシロキサン共重合体の合成”, 第61回高分子学会年次大会, 横浜, 2012年5月29日</p> <p>○遠藤康裕, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, 鈴木明, “グライム-リチウム錯塩溶液密度・粘度の温度依存性”, 分離技術会年会2012, 吹田, 2012年6月1日</p> <p>○児玉大輔, 新井浩也, 遠藤康裕, 下村拓也, 牧野貴至, 梅木辰也, 金久保光央, 鈴木明, “ジグライム-リチウム錯塩溶液の二酸化炭素溶解度”, 分離技術会年会2012, 吹田, 2012年6月2日</p> <p>○児玉大輔, “イオン液体を利用した二酸化炭素物理吸収プロセス構築を目指して”(依頼講演), 日本再生に向けた新技術交流会 一日大・産総研合同セミナー, 郡山, 2012年7月12日</p> <p>○市川司, 石井祐矢, 坂本廉太郎, 児玉大輔, 根本修克, “四級イミダゾリウム塩を有するポリシロキサン共重合体の合成”, 第7回ケイ素材料フォーラム, 綾瀬, 2012年8月30日</p>
--	---

	<p>○市川司, 石井祐矢, 児玉大輔, 根本修克, “四級イミダゾリウム塩を有するポリシロキサン共重合体の合成とその物性”, 平成 24 年度化学系学協会東北支部, 秋田, 2012 年 9 月 15 日</p> <p>○石井祐矢, 市川司, 児玉大輔, 根本修克, “四級イミダゾリウム塩を有するポリシロキサン共重合体の合成とその物性”, 第 61 回高分子討論会, 名古屋, 2012 年 9 月 19 日</p> <p>○相澤誠矢, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, 鈴木明, 小玉春, 杉矢正, “ホスホニウム系イオン液体電気伝導度の圧力・温度依存性”, 化学工学会第 44 回秋季大会, 仙台, 2012 年 9 月 20 日</p> <p>○新井浩也, 遠藤康裕, 下村拓也, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, 鈴木明, “グライム-リチウム塩溶液の二酸化炭素吸収特性”, 化学工学会第 44 回秋季大会, 仙台, 2012 年 9 月 20 日</p> <p>○遠藤康裕, 下村拓也, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, 鈴木明, “グライム-リチウム塩溶液密度・粘度の濃度・温度依存性”, 化学工学会第 44 回秋季大会, 仙台, 2012 年 9 月 20 日</p> <p>○Hiroya Arai, Yasuhiro Endo, Takuya Shimomura, Daisuke Kodama, Takashi Makino, Mitsuhiro Kanakubo, Akira Suzuki, “CO₂ absorption properties of glyme-lithium tetrafluoroborate solutions”, 6th International Symposium on Molecular Thermodynamics and Molecular Simulation, Higashihiroshima, Sep. 27, 2012</p> <p>○Yasuhiro Endo, Takuya Shimomura, Daisuke Kodama, Takashi Makino, Mitsuhiro Kanakubo, Akira Suzuki, “Physicochemical properties of diglyme-lithium salt complex solutions”, 6th International Symposium on Molecular Thermodynamics and Molecular Simulation, Higashihiroshima, Sep. 27, 2012</p> <p>○Daisuke Kodama, Masahiro Kato and Tomoo Kaneko, “Volumetric behavior of carbon dioxide + 2-methyl-1-propanol and carbon dioxide + 2-methyl-2-propanol mixtures at 313.15 K”, 6th International Symposium on Molecular Thermodynamics and Molecular Simulation, Higashihiroshima, Sep. 27, 2012</p> <p>○児玉大輔, 金久保光央, 新井浩也, 遠藤康裕, 下村拓也, 牧野貴至, 鈴木明, “グライム-四フッ化ホウ酸リチウム溶液の CO₂ 吸収特性”, 第 33 回日本熱物性シンポジウム, 大阪, 2012 年 10 月 3 日</p> <p>○下村拓也, 児玉大輔, 金久保光央, “イミダゾリウム系イオン液体とグライムとの混合状態”, 第 35 回溶液化学シンポジウム, 東京, 2012 年 11 月 13 日</p> <p>○市川司, 石井祐矢, 児玉大輔, 根本修克, “ポリシロキサンを基盤とする四級イミダゾリウム塩の合成とその物性”, 2012 高分子学会東北支部研究発表会, 仙台, 2012 年 11 月 15 日</p> <p>○相澤誠矢, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, 鈴木明, 小玉春, 杉矢正, “四級ホスホニウム系イオン液体電気伝導度の圧力・温度依存性”, 日本大学工学部第 55 回学術研究報告会, 郡山, 2012 年 12 月 1 日</p> <p>○新井浩也, 遠藤康裕, 下村拓也, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, 鈴木明, “グライム類-リチウム塩溶液の二酸化炭素吸収特性”, 日本大学工学部第 55 回学術研究報告会, 郡山, 2012 年 12 月 1 日</p> <p>○遠藤康裕, 下村拓也, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, 鈴木明, “ジグライム-リチウム塩溶液密度・粘度の濃度・温度依存性”, 日本大学工学部第 55 回学術研究報告会, 郡山, 2012 年 12 月 1 日</p>
--	--

	<p>○木村剛, 大橋健介, 相澤誠矢, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, 鈴木明, 小玉春, 杉矢正, “四級ホスホニウム系イオン液体の密度・粘度特性”, 日本大学工学部第 55 回学術研究報告会, 郡山, 2012 年 12 月 1 日</p> <p>○石井祐矢, 市川司, 児玉大輔, 根本修克, “四級イミダゾリウム塩を有するポリシロキサン共重合体の合成とその物性”, 日本大学工学部第 55 回学術研究報告会, 郡山, 2012 年 12 月 1 日</p> <p>○下村拓也, 児玉大輔, 金久保光央, “イミダゾリウム系イオン液体—ジグライム溶液の混合状態”, 第 3 回イオン液体討論会, 那覇, 2012 年 12 月 8 日</p> <p>○Yuya Ishii, Tsukasa Ichikawa, Daisuke Kodama, Nobukatsu Nemoto, “Synthesis and Properties of Polysiloxane Copolymers with Quaternized Imidazolium Salts”, The 9th SPSJ International Polymer Conference, Kobe, Dec. 13, 2012</p> <p>○児玉大輔, “超臨界流体を含む混合物の相平衡とイオン液体の二酸化炭素溶解度 ～測定技術を中心に～” (招待講演), 2012 年度環境物理化学セミナー, 淡路, 2012 年 12 月 18 日</p> <p>○相澤誠矢, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, 鈴木明, 小玉春, 杉矢正, “四級ホスホニウム系イオン液体電気伝導度の圧力・温度依存性解明”, 第 3 回 CE 福島地区セミナー, 郡山, 2012 年 12 月 22 日</p> <p>○新井浩也, 遠藤康裕, 下村拓也, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, 鈴木明, “グライム-リチウム塩溶液の二酸化炭素吸収特性解明”, 第 3 回 CE 福島地区セミナー, 郡山, 2012 年 12 月 22 日</p> <p>○遠藤康裕, 下村拓也, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, 鈴木明, “グライム-リチウム塩溶液密度・粘度の濃度・温度依存性解明”, 第 3 回 CE 福島地区セミナー, 郡山, 2012 年 12 月 22 日</p> <p>○木村剛, 大橋健介, 相澤誠矢, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, 鈴木明, 小玉春, 杉矢正, “四級ホスホニウム系イオン液体の密度・粘度特性解明”, 第 3 回 CE 福島地区セミナー, 郡山, 2012 年 12 月 22 日</p> <p>○児玉大輔, 新井浩也, 遠藤康裕, 下村拓也, 牧野貴至, 金久保光央, 鈴木明, “グライム-リチウム塩溶液の密度、粘度、二酸化炭素溶解度”, 化学工学会第 78 年会, 豊中, 2013 年 3 月 17 日</p> <p>Daisuke Kodama, Mitsuhiro Kanakubo, Hiroya Arai, Yasuhiro Endo, Takuya Shimomura, ○Takashi Makino, Akira Suzuki, “CO₂ absorption properties of glyme-lithium salt mixtures at 313.15 K”, 5th International Congress on Ionic Liquids (COIL-5), Algarve, Portugal, Apr. 22, 2013</p> <p>○児玉大輔, “イオン液体を利用した二酸化炭素物理吸収プロセスの構築”, 第 1 回物性と状態方程式に関するシンポジウム, 習志野, 2013 年 4 月 30 日</p> <p>○Hideo Nishiumi, Hiroki Ogasawara, Ken-ichi Ago, Daisuke Kodama, “Effect of solvation with salting effect on solubilities of volatile organic compounds”, 13th International Conference on Properties and Phase Equilibria for Product and Process Design (PPEPPD2013), Iguazu Falls, Argentina-Brazil, May 27, 2013</p> <p>○下村拓也, 新井浩也, 遠藤康裕, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, “ジグライムの二酸化炭素吸収特性に及ぼすリチウム塩のアニオン効果”, 分離技術年会 2013, 習志野, 2013 年 5 月 25 日</p> <p>○Takuya Shimomura, Daisuke Kodama, Mitsuhiro Kanakubo, Seiji Tsuzuki, “Mixing State of Imidazolium-Based Ionic Liquid-Diglyme Solutions Studied by NMR and MD Simulations”, 33rd International Conference on Solution Chemistry (33ICSC), Kyoto, Jul. 8, 2013</p>
--	---

	<p>○Yasuhiro Endo, Hiroya Arai, Takuya Shimomura, Daisuke Kodama, Takashi Makino, Mitsuhiro Kanakubo, “Density, Viscosity, CO₂ Solubility of Glyme-Lithium Sulfonate Solutions”, 33rd International Conference on Solution Chemistry Post-symposium on Ionic Liquids From Science to Green Chemical Applications, Tokyo, Jul. 13, 2013</p> <p>○遠藤康裕, 新井浩也, 下村拓也, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, “グライム-スルホン酸リチウム塩溶液の二酸化炭素吸収特性”, 化学工学会盛岡大会 2013, 盛岡, 2013年8月8日</p> <p>○児玉大輔, “イオン液体のガス溶解度、密度、粘度の同時測定 ～測定装置開発を中心に～”, 第2回物性と状態方程式に関するシンポジウム, 郡山, 2013年8月27日</p> <p>○遠藤康裕, 新井浩也, 下村拓也, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, “グライム-スルホン酸リチウム塩溶液の密度・粘度・二酸化炭素溶解度”, 化学工学会第45回秋季大会, 岡山, 2013年9月17日</p> <p>○下村拓也, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, 都築誠二, “イオン液体-グライム混合溶液の物理化学的特性”, 化学工学会第45回秋季大会, 岡山, 2013年9月18日</p> <p>○Daisuke Kodama, “Physical Properties of CO₂ + Ionic Liquid Systems (Guest Speaker)”, International Symposium for the 70th Anniversary of the Tohoku Branch of the Chemical Society, Sendai, Sep. 30, 2013</p> <p>○Takuya Shimomura, Daisuke Kodama, Takashi Makino, Mitsuhiro Kanakubo, Seiji Tsuzuki, “Physicochemical Properties of Imidazolium-Based Ionic Liquid-Glyme Mixtures”, International Symposium for the 70th Anniversary of the Tohoku Branch of the Chemical Society, Sendai, Sep. 30, 2013</p> <p>○Yasuhiro Endo, Hiroya Arai, Takuya Shimomura, Daisuke Kodama, Takashi Makino, Mitsuhiro Kanakubo, “CO₂ Absorption Properties of Glyme-Lithium Sulfonate Solutions”, International Symposium for the 70th Anniversary of the Tohoku Branch of the Chemical Society, Sendai, Sep. 30, 2013</p> <p>○下村拓也, 遠藤康裕, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, “イオン液体-ジグライム混合溶液の二酸化炭素吸収特性”, 第4回イオン液体討論会, 横浜, 2013年11月21日</p> <p>○相澤誠矢, 下村拓也, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, “イミダゾリウム系イオン液体の二酸化炭素溶解エンタルピー測定”, 第4回イオン液体討論会, 横浜, 2013年11月21日</p> <p>○新井浩也, 遠藤康裕, 下村拓也, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, “グライム-リチウム塩溶液の二酸化炭素吸収特性に及ぼす温度依存性”, 第4回イオン液体討論会, 横浜, 2013年11月21日</p> <p>○遠藤康裕, 新井浩也, 下村拓也, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, “ジグライム-リチウム塩溶液の二酸化炭素吸収特性に及ぼすアニオン効果”, 第4回イオン液体討論会, 横浜, 2013年11月21日</p> <p>○木村剛, 下村拓也, 児玉大輔, 牧野貴至, 金久保光央, 小玉春, 杉矢正, “磁気浮遊天秤による四級ホスホニウム系イオン液体の二酸化炭素溶解度測定”, 第4回イオン液体討論会, 横浜, 2013年11月21日</p> <p>○児玉大輔, 遠藤康裕, 新井浩也, 下村拓也, 牧野貴至, 金久保光央, “グライムの二酸化炭素溶解度に及ぼすリチウム塩のアニオン効果”, 第34回日本熱物性シンポジウム, 富山, 2013年11月21日</p> <p>○児玉大輔, “イオン液体+分子性液体の物理化学的特性”, 第3回物性と状態方程式に関するシンポジウム, 習志野, 2013年12月6日</p>
--	--

	<p>○児玉大輔，“イオン液体を利用した二酸化炭素物理吸収プロセスの構築～グリーン・イノベーションの創出と東日本大震災からの復興・再生に向けて～”，日本大学工学部第56回学術研究報告会，郡山，2013年12月14日</p> <p>○下村拓也，遠藤康裕，新井浩也，児玉大輔，牧野貴至，金久保光央，“イミダゾリウム系イオン液体-ジグライム混合溶液の二酸化炭素吸収特性”，日本大学工学部第56回学術研究報告会，郡山，2013年12月14日</p> <p>○菅原稔也，新井浩也，遠藤康裕，下村拓也，児玉大輔，牧野貴至，金久保光央，“Diglyme-LiTFSA 溶液のCO₂吸収特性に及ぼす温度依存性”，第4回CE福島地区セミナー，郡山，2013年12月21日</p> <p>○中村彪，遠藤康裕，下村拓也，児玉大輔，曾谷知弘，松尾成信，“密度・粘度・ガス溶解度同時測定システムの開発”，第4回CE福島地区セミナー，郡山，2013年12月21日</p> <p>○清水智章，山拓司，遠藤康裕，下村拓也，児玉大輔，牧野貴至，金久保光央，“グライム-リチウム塩溶液の密度・粘度に及ぼすアニオン効果”，第4回CE福島地区セミナー，郡山，2013年12月21日</p> <p>○渡邊正輝，木村剛，下村拓也，児玉大輔，牧野貴至，金久保光央，“磁気浮遊天秤を用いたイミダゾリウム系イオン液体のCO₂溶解度測定”，第4回CE福島地区セミナー，郡山，2013年12月21日</p> <p>○山拓司，相澤誠矢，遠藤康裕，下村拓也，児玉大輔，牧野貴至，金久保光央，“イオン液体+分子性液体混合物の密度・粘度挙動”，第4回CE福島地区セミナー，郡山，2013年12月21日</p> <p>○宮下拓也，渡邊正輝，下村拓也，児玉大輔，“COSMO-RS法によるイオン液体のガス溶解度推算”，第4回CE福島地区セミナー，郡山，2013年12月21日</p> <p>○菅原稔也，新井浩也，遠藤康裕，下村拓也，児玉大輔，牧野貴至，金久保光央，“ジグライム-リチウム塩溶液のCO₂吸収特性に及ぼす温度効果”，第16回CE化学工学会学生発表会，東京，2014年3月1日</p> <p>○渡邊正輝，木村剛，下村拓也，児玉大輔，牧野貴至，金久保光央，“磁気浮遊天秤を用いたイミダゾリウム系イオン液体のCO₂溶解度に及ぼすアニオン効果の検証”，第16回CE化学工学会学生発表会，東京，2014年3月1日</p> <p>○西海英雄，遠藤康裕，新井浩也，下村拓也，児玉大輔，“イミダゾリウム系イオン液体-ジグライム混合溶液へのCO₂溶解モデル”，化学工学会第79年会，岐阜，2014年3月19日</p> <p>○下村拓也，遠藤康裕，新井浩也，児玉大輔，“イミダゾリウム系イオン液体-分子性液体混合溶液の二酸化炭素溶解度”，化学工学会第79年会，岐阜，2014年3月19日</p> <p>○遠藤康裕，新井浩也，下村拓也，児玉大輔，牧野貴至，金久保光央，“ジグライムの二酸化炭素溶解度に及ぼすリチウム塩効果”，化学工学会第79年会，岐阜，2014年3月19日</p> <p>一般向け 計5件</p> <p>イオン液体など先端材料の物性と分離技術 ～郡山発の地球温暖化対策を目指して～（研究代表者・児玉が企画開催），郡山，2012年7月20日</p> <p>“イオン液体駆動型バイオマスリファイナー”，高橋 憲司 先生（金沢大学）</p> <p>“イオン液体のガス吸収特性とガス吸収・分離技術への利用”，牧野 貴至 様（産業技術総合研究所）</p> <p>“陽イオン交換体としての配位高分子 ～金属イオン吸着の選択性制御を目指して～”，田崎 友衣子 様（産業技術総合研究所）</p>
--	--

	<p>“色素増感太陽電池の物理化学 –イオン液体中のヨウ素イオンの挙動–”, 加藤 隆二 先生 (日本大学)</p> <p>3rd Green Solvent Mini Symposium (研究代表者・児玉が企画開催), 郡山, 2012年9月29日 “Properties of CO₂ - ionic liquid-cellulose mixtures and the potential for using CO₂ as a viscosity reducing agent for processing lignocellulose materials”, Prof. Richard L. Smith Jr. (Tohoku University)</p> <p>“Applications of ionic liquids in chemical engineering and the potential of deep eutectic solvents as alternatives”, Prof. Cornelis J. Peters (Petroleum Institute, UAE)</p> <p>○<u>児玉大輔</u>, “ロハスの工学によるエネルギー問題の解決に向けて” (依頼講演), 市民公開第2回ロハスの工学シンポジウム～ふくしまの子どもたちの未来のために～, 郡山, 2013年3月2日</p> <p>○<u>児玉大輔</u>, “イオン液体を利用した二酸化炭素物理吸収プロセスの構築に必要な基礎物性データ” (依頼講演), 山形化学工学懇話会・平成25年度技術講演会, 米沢, 2013年12月11日</p> <p>○<u>児玉大輔</u>, “イオン液体を利用した二酸化炭素物理吸収プロセスの構築”, FIRST シンポジウム「科学技術が拓く2030年」へのシナリオ, 新宿, 2014年3月1日</p>
<p>図書</p> <p>計2件</p>	<p>河合塾編, “ポスト3・11 変わる学問 気鋭大学人からの警鐘”, 朝日新聞出版, 2012年3月20日, ISBN: 978-4-02-331042-1</p> <p>栃木勝己, 宮野善盛, 船造俊孝, 鈴木潔光, 辻智也, <u>児玉大輔</u>, 松田弘幸, “化学技術者のための実用熱力学演習”, 化学工業社, 2013年9月17日, ISBN: 978-4-75940003-8</p>
<p>産業財産権</p> <p>出願・取得状況</p> <p>計1件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計1件</p> <p>産業財産権の名称: 低揮発性二酸化炭素吸収液およびガス分離方法 発明者: 金久保光央, 牧野貴至, 梅木辰也, <u>児玉大輔</u> 権利者: 産業技術総合研究所, 日本大学 産業財産権の種類番号: 特開2012-170842 (審査請求中)</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>最先端・次世代研究開発支援プロジェクト, 日本大学研究情報: http://www.nihon-u.ac.jp/research/project/development.html</p> <p>最先端・次世代研究開発支援プログラム, 日本大学工学部広報 PLUS: http://www.ce.nihon-u.ac.jp/koho_plus/2011/12/post-20.html</p> <p>日本大学工学部生命応用化学科環境化学工学研究室: http://ch.ce.nihon-u.ac.jp/kako/index.htm</p> <p>日本大学工学部生命応用化学科環境化学工学研究室 Facebook: https://www.facebook.com/EnvironmentalChemicalEngineeringLab.NihonUniv</p> <p>日本大学新聞学術ニュース「学術振興会の支援プログラム 理工と工2研究採択」: http://www.nu-press.net/archives/article001714.html</p> <p>日本大学新聞学術ニュース「理工 平田教授と工 児玉准教授 先端分野の成果発表」: http://www.nu-press.net/archives/article002500.html</p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>日本大学工学部オープンキャンパス“オープンラボ”, 2012年7月22日, 9月8日 参加者数: 40名 内容: イオン液体の特性などの説明とガス吸収装置の見学</p>

様式21

	<p>郡山市立郡山第二中学校“職場体験”，2013年6月28日 参加者数：5名 内容：二酸化炭素の特性とイオン液体を利用した二酸化炭素回収技術の体験学習</p> <p>日本大学工学部オープンキャンパス“オープンラボ”，2013年8月3,4日,9月8日 参加者数：28名 内容：イオン液体の特性などの説明とガス吸収装置の見学</p>
新聞・一般雑誌等掲載計8件	<p>“学術振興会の支援プログラム 理工と工2研究採択”，<i>日本大学新聞</i>，2011年3月20日</p> <p>“地球環境の未来を見据えて日大発の先端研究を世界に発信する”，<i>2012年度版 卓越する大学</i>，<i>大学通信</i>，86-87, 2011年10月11日</p> <p>“最先端・次世代研究開発支援プログラム，地球温暖化を防止するためにCO₂吸収の新技術開発に挑む”，<i>日本大学工学部広報No. 233, 12</i>, 2011年12月5日</p> <p>“日大工学部と産総研 CO₂吸収液、低コストで”，<i>日経産業新聞</i>，2012年11月19日</p> <p>“次世代技術で二酸化炭素を効率よく吸収”，<i>日本大学広報特別版「研究者だより NU excellence」</i>，2013年6月1日</p> <p>“地球温暖化防止の切り札となる技術 福島から発信する「ロハスの工学」”，<i>大学の約束2013年版 徹底取材！大学の未来力</i>，<i>リクルートホールディングス</i>，96-97, 2013年9月17日</p> <p>“理工 平田教授と工 児玉准教授 先端分野の成果発表”，<i>日本大学新聞</i>，2014年3月20日</p> <p>“CO₂を吸収する「第3の液体」 from NU 未来への懸け橋”，<i>日本大学新聞</i>，2014年4月20日</p>
その他	

7. その他特記事項