

# A1-04

## イオン液体を用いた省エネ CO<sub>2</sub> 分離回収技術の開発

牧野貴至（産総研 化学プロセス研究部門）

カーボンニュートラルの実現に向けて、2050年時点では世界で76億トンものCO<sub>2</sub>が多様な排出源や大気から回収される必要があると予測されている<sup>1)</sup>。現状のCO<sub>2</sub>分離回収技術は高コスト・高エネルギー消費量という課題があり、これらの課題を解決すべくCO<sub>2</sub>分離回収技術に関する研究が国内外で推進されている。私は、CO<sub>2</sub>分離材料としてイオン液体に注目し、そのガス吸収特性について研究を行ってきた<sup>2)</sup>。イオン液体は室温近傍以下に融点を持つ、不揮発性、難燃性、低比熱等の特徴を有する液体の塩であり、商用CO<sub>2</sub>吸収液の課題を解決できるCO<sub>2</sub>分離材料として期待されている。

研究成果の一例として、大気中のCO<sub>2</sub>を直接回収するDirect Air Capture (DAC)用のイオン液体分離膜を紹介する。膜分離法は低CO<sub>2</sub>分圧ガスからのCO<sub>2</sub>分離回収には不向きであり、 $\sim 10$  kPaでCO<sub>2</sub>分離回収コストは急激に増加する<sup>3)</sup>。コストを低下させるには高CO<sub>2</sub>透過係数・選択率が必要であり、低CO<sub>2</sub>分圧条件下でもCO<sub>2</sub>を多量に吸収できる化学吸収性イオン液体が有効である。分離膜材料としてのイオン液体には、高吸収・放散速度、高吸収量、高拡散速度、低吸収熱が求められる。従来は単一のイオン液体による分子設計が主流であったところ、本研究では2種類のイオン液体の混合によりCO<sub>2</sub>吸収機構を制御することで、イオン液体のCO<sub>2</sub>吸収特性の改善を試みた。本研究で用いたイオン液体の分子構造をFig. 1(a)に示す。分光分析の結果、IL 1及びIL 2ではcarbene-CO<sub>2</sub>及びcarbamateが主な生成物であったのに対して、混合系ではcarbamic acid/zwitterionが主生成物であった。そこで、IL 1とIL 2をモル比9:1で混合したイオン液体のCO<sub>2</sub>吸収特性を測定したところ、IL 1比でCO<sub>2</sub>吸収速度が115倍、CO<sub>2</sub>吸収量が5.5倍に向上し、CO<sub>2</sub>吸収熱が $\sim 0.9$ 倍に抑制されていた。大気中と同じCO<sub>2</sub>分圧(40 Pa)における、各イオン液体分離膜のCO<sub>2</sub>透過係数及び選択率をFig. 1(b)に示す。混合イオン液体膜のCO<sub>2</sub>透過係数及び選択率は従来高分子膜の性能上限<sup>4)</sup>、及び各イオン液体膜の性能を超えており、本コンセプトに基づくイオン液体がDAC用分離膜材料として有望であることが示された。

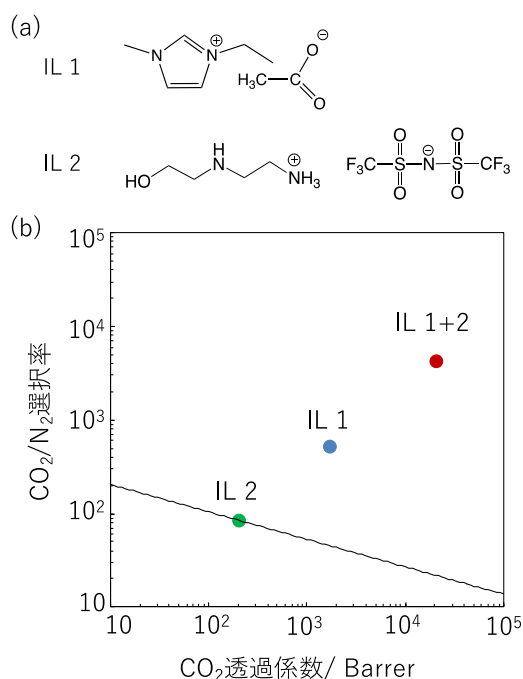


Fig. 1 (a) イオン液体の分子構造. (b) イオン液体膜のCO<sub>2</sub>透過選択性 (図中の実線は従来高分子膜の性能上限<sup>4)</sup>).

1) IEA, Net Zero by 2050, A Roadmap for the Global Energy Sector (2021). 2) Makino and Kanakubo, *New J. Chem.* **2020**, *44*, 20665, Makino et al., *Fluid Phase Equilib.* **2019**, *494*, 1 etc. 3) Hassan et al., *Ind. Eng. Chem. Res.* **2012**, *51*, 15642. 4) Comesaña-Gándara et al., *Energy Environ. Sci.*, **2019**, *12*, 2733.

### PROFILE

牧野貴至（国立研究開発法人産業技術総合研究所 材料・化学領域 化学プロセス研究部門 研究グループ長）

① 2006年9月に大阪大学 大学院基礎工学研究科を修了、2007年4月から2010年3月まで神戸市立工業高等専門学校 応用化学科 助教・講師、2010年4月から産業技術総合研究所に勤務、2020年4月より現職、② 分離工学、CO<sub>2</sub>分離回収技術、③ 2017年10月 溶液化学研究会奨励賞、2020年6月 グリーン・サステイナブルケミストリー賞、2022年3月 トーキン科学技術賞最優秀賞、④ 「イオン液体の科学-新世代液体への挑戦-」、⑤ 化学工学会、溶液化学研究会、イオン液体研究会