

## 液-固相分離を利用した Direct Air Capture システムの開発

(都立大院理<sup>1</sup>・都立大院都市環境<sup>2</sup>) ○山添 誠司<sup>1,2,3</sup>・吉川 聡一<sup>1,2</sup>・天本 和志<sup>1</sup>・藤木 裕宇<sup>1</sup>・平山 純<sup>1,2</sup>・加藤 玄<sup>4</sup>・三浦 大樹<sup>2,4</sup>・宍戸 哲也<sup>2,4</sup>

Development of Direct Air Capture system using liquid-Solid Phase Separation (<sup>1</sup>Graduate School of Science, Tokyo Metropolitan University, <sup>2</sup>Elements Strategy Initiative for Catalysts & Batteries, Kyoto University, <sup>3</sup>Precursory Research for Embryonic Science and Technology, Japan Science and Technology Agency, <sup>4</sup>Graduate School of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University) ○Seiji Yamazoe<sup>1,2,3</sup>・Soichi Kikkawa<sup>1,2</sup>・Kazushi Amamoto<sup>1</sup>・Yu Fujiki<sup>1</sup>・Jun Hirayama<sup>1,2</sup>・Gen Kato<sup>4</sup>・Hiroki Miura<sup>2,4</sup>・Tetsuya Shishido<sup>2,4</sup>

Liquid-solid phase separation between a liquid amine and the solid carbamic acid exhibited >99% CO<sub>2</sub> removal efficiency under a 400 ppm CO<sub>2</sub> flow system using diamines bearing an aminocyclohexyl group. Among them, isophorone diamine (IPDA) exhibited the highest CO<sub>2</sub> removal efficiency. IPDA reacted with CO<sub>2</sub> in a CO<sub>2</sub>/IPDA molar ratio of  $\geq 1$  even in H<sub>2</sub>O as a solvent. The captured CO<sub>2</sub> was completely desorbed at 333 K because the dissolved carbamate ion releases CO<sub>2</sub> at low temperatures. The reusability of IPDA under CO<sub>2</sub> adsorption and desorption cycles without degradation, the >95% efficiency for 100 h under direct air capture conditions, and the high CO<sub>2</sub> capture rate suggest that the phase separation system using IPDA is robust and durable for practical use.

*Keywords* : Direct Air Capture, DAC, CO<sub>2</sub>, Phase Separation, Amine

現在、気候変動問題を解決するため、CO<sub>2</sub>の回収、利用技術の確立が急務となっている。KOH/Ca(OH)<sub>2</sub>や固体吸着材を用いた低濃度CO<sub>2</sub>(400ppm)を回収する技術(Direct air capture, DAC)による実証実験が行われているが、効率・コストの面で改善の余地があり、新しいDAC技術の開発が望まれている。近年、相分離を利用したCO<sub>2</sub>回収技術が注目を集めており、液-液相分離<sup>1)</sup>や液-固相分離<sup>2)</sup>によるDAC技術が報告されている。本研究では、アミンとCO<sub>2</sub>が反応して生成するカルバミン酸の低い溶解度を利用した液-固相分離による大気中の低濃度CO<sub>2</sub>を吸収・回収できるDAC技術の開発を行った。

種々のアミンを用いてCO<sub>2</sub>の吸収・脱離実験を行った結果、シクロヘキシル環にアミノ基をもつジアミン、特にイソホロンジアミン(IPDA)が本技術に高い性能を示すことを見出した。IPDAを溶かした吸収液を用いたところ、400ppmのCO<sub>2</sub>を95%以上の効率で吸収し、白色沈殿が生成した。また、N<sub>2</sub>流通下、60°Cに加熱したところ、吸収したCO<sub>2</sub>が全て脱離し、元の状態に戻った。IPDAはCO<sub>2</sub>の吸収・脱離を5回繰り返して行っても性能は劣化しなかった。また、100hの連続吸収実験でも性能が落ちなかったこと、水溶媒でも高いCO<sub>2</sub>吸収特性を示したことから、液-固相分離を利用した高効率なDACシステムの開発に成功した<sup>3)</sup>。

- 1) A.I. Papadopoulos, F. Tzirakis, I. Tsivintzelis, P. Seferlis, *Ind. Eng. Chem. Res.* **2019**, *58*, 5088–5111.
- 2) F. Inagaki, C. Matsumoto, T. Iwata, T.; Mukai, *J. Am. Chem. Soc.* **2017**, *139*, 4639–4642.
- 3) S. Kikkawa, K. Amamoto, Y. Fujiki, J. Hirayama, G. Kato, H. Miura, T. Shishido, S. Yamazoe, *ACS Environ. Au*, **2022**, *2*, 354–362.