

講演 5

カーボンリサイクルにおける無機膜の役割とセンターの取り組み

無機膜研究センター 主任研究員 瀬下 雅博

シリカ、ゼオライト、パラジウム膜などに代表される無機系分離膜は、優れた透過分離性能、機械的強度、耐熱・耐薬品性を有しており、近年では蒸留、吸着法などの手法と比較して、エネルギー消費量を低減できる技術として膜分離技術が注目を集めている。さらに“反応”と“分離”を組み合わせたメンブレンリアクター（膜反応器）は、熱力学的平衡制約に支配される反応系において目的物質（あるいは不純物）を、膜を介して反応系外に引き抜くことにより反応を目的物質生成側に反応を促進することが可能となると同時に、従来の触媒充填層型反応器で必要不可欠であった後段の分離精製工程の負荷を低減できる可能性を有しており、革新的生産プロセスを実現できる技術として期待されている。

無機膜研究センターは、2016年に設立されて以来、シリカ膜、ゼオライト膜、パラジウム膜など、それぞれに独自の特徴を有する無機系分離膜について、研究開発を進めるとともに、産業界と連携して無機系分離膜の早期実用化を目的とした産業化戦略協議会を組織し、革新的環境・エネルギー技術としての膜分離技術の実用化・産業化に向けた取り組みを積極的に進めており、現在は“CO₂有効利用技術”を中心として分離膜およびメンブレンリアクターの研究開発を推進している。上述の通り、一般的にメンブレンリアクターと呼ばれるものは目的物質（あるいは不純物）を反応系外に引き抜くタイプの反応器（Extractor型メンブレンリアクター）のことを指すが、反応制御を目的として、膜を介して反応原料を供給するタイプの反応器（Distributor型メンブレンリアクター）も存在する。当センターでは、NEDO事業「ムーンショット型研究開発事業/地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現/大気中からの高効率CO₂分離回収・炭素循環技術の開発」において、大気中からCO₂を回収（Direct Air Capture; DAC）し、回収されたCO₂を原料としたFT合成（Fischer-Tropsch合成）へのメンブレンリアクターの適用を検討している。一般的にFT合成は合成ガス（CO + H₂）を用いて炭化水素を合成する反応である。ディーゼル燃料を対象として製造から燃焼までのライフサイクルアセスメント（LCA）を考えた場合、従来の方法と比較してDAC+FT合成による燃料合成プロセスは1/3程度にまでCO₂排出を抑制することが可能であるとの試算結果もあり、カーボンリサイクルにおいて有望な技術であると考えられる。一方で、FT合成は逐次的に反応し炭素鎖が伸びていき、生成物分布は連鎖成長確率（Anderson-Schulz-Flory則）に支配されるため、反応制御が困難である。さらに、反応により生成する水が触媒を劣化させる原因となることが課題として挙げられる。それらの課題を解決する方法として、メンブレンリアクターの適用が考えられ、FT合成に適した分離膜の開発とメンブレンリアクターの開発を行っている。本講演では、これまで得られた成果を紹介するとともに、カーボンリサイクルにおける無機系分離膜の役割についての私見を述べる。

カーボンニュートラル実現に向けて、今後益々、CO₂分離・回収技術およびCO₂有効利用技術が重要になってくる。その中で、省エネルギー化が期待できる膜分離技術の役割は大きいと考えられる。当センターでは、膜分離技術、特に無機系分離膜を用いた技術の開発を推進していくとともに、まだ一部の実用化にとどまっている“無機膜産業”を興すべく産業化戦略協議会と強力で連携し、早期の社会実装を目指していく所存である。

瀬下 雅博



2010年に東京農工大学工学府応用化学専攻博士後期課程修了、博士（工学）取得し、その後、早稲田大学先進理工学部助教、同学ナノ・ライフ創新研究機構 研究院准教授を経て、2017年にRITEに入所。現在はRITE無機膜研究センター 主任研究員を務める。

無機膜研究センターの2020年の主な研究活動は研究年報「RITE Today Vol. 16（2021年）」で紹介しています。

