

## 講演 5

## 無機膜を用いたカーボンリサイクルへの取り組み

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・エネルギー技術の実用化・産業化に向けた取り組みを積極的に進めている。現在、当センターでは“低コスト水素製造技術”と“CO<sub>2</sub>有効利用技術”を2本の柱として研究開発を推進している。水素社会構築のためには如何にして低コスト水素を大量に供給するかが重要であり、水素基本戦略（平成29年12月26日）では「2030年までに水素コストを30円/Nm<sup>3</sup>、将来的に20円/Nm<sup>3</sup>まで低減を目指す」とされている。またCO<sub>2</sub>有効利用（CCU）の観点からも水素の低コスト化は大きな課題のひとつであり、低コストかつCO<sub>2</sub>フリー水素製造方法が望まれる。そこで当センターでは、従来の“水素を製造するための反応”ではなく、“水素と高付加価値製品の同時製造を可能とする反応”に着目し、NEDO委託事業（水素利用等先導研究開発事業）において水素の低コスト化を目指すべく研究開発を行っている。またCCU技術開発では、CO<sub>2</sub>の水素化によるメタノール合成に着目し、反応により生成する水を選択的に除去することが可能な脱水膜を具備したメンブレンリアクターの開発（2017～2019年度；NEDO委託事業「次世代火力等技術開発」、2019年度～；NEDO委託事業「ゼロカーボン・スチール」の実用化に向けた技術開発（再委託））を行っており、本講演では当センターの取り組みの中でもCCUを中心に紹介する。

CO<sub>2</sub>を原料としたメタノール合成（CO<sub>2</sub> + 3H<sub>2</sub> ⇌ CH<sub>3</sub>OH + H<sub>2</sub>O）では、熱力学的平衡制約を強く受ける反応系であると同時に生成する水が触媒の活性劣化の原因となるなどの課題がある。また量論的にはメタノールと水が1：1で生成するため、高純度のメタノールを製造するためには分離精製工程（蒸留塔）が必要不可欠である。一方で、脱水膜を具備したメンブレンリアクターは水を反応系外に除去することにより、ル・シャトリエの原理に基づきメタノール生成側に反応を促進させるとともに、反応器中でメタノールと水を分離することが可能となるため、分離精製工程の負荷を低減することが可能となる。当センターでは、これまでに高い水熱安定性と透過分離性能を兼ね備えた新規脱水膜を開発するとともに、CO<sub>2</sub>を原料としたメタノール合成において膜反応器を適用し、その有用性を示すことができた。

カーボンリサイクル技術が注目を集め、今後益々、低コストかつCO<sub>2</sub>フリー水素製造およびCCU技術が重要になってくると考えられる。当センターでは、それらの技術開発を推進していくとともに、“無機膜産業”を興すべく産業化戦略協議会と密に連携し、無機系分離膜を用いた膜分離技術およびメンブレンリアクターの実用化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。

