

講演 5

CCU の社会実装に貢献する無機膜の開発と課題

無機膜研究センター長 中尾 真一

シリカ膜、ゼオライト膜、パラジウム膜などの無機膜は、優れた透過分離性能、機械的強度・耐熱性・耐薬品性等を有している。無機膜を用いた分離技術は、蒸留法や吸着法などの手法と比較して、エネルギー消費量を大幅に削減でき、また、プラントなどの設備を小型にできる可能性を有している。このような優れた特性を踏まえ、革新的生産プロセスを実現できる技術として、ガスや炭化水素等の分離・精製への適用、分離回収されたCO₂の有効利用等の研究が進められている。さらに、水素社会構築に不可欠な水素分離膜としても開発が進められており、温室効果ガスの排出削減に大きく貢献する革新的技術として期待されている。

無機膜研究センターでは、対向拡散CVD法によるシリカ膜、水熱合成法によるゼオライト膜、無電解めっき法による細孔内充填型パラジウム膜など、独自の長を有する無機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膜を用いた革新的環境・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、無機膜研究センターではCO₂とH₂を反応させ、メタノールおよび液体炭化水素燃料を高効率に合成する膜反応器の技術開発を行っている。一方で、いずれも反応により水が生成し、その水が触媒を被毒するなどの反応を阻害する要因となり得る。反応系外に水を選択的に引き抜くことでCO₂転化率の向上と触媒被毒の抑制が期待できる膜反応器が効果的であると考えられる。

メタノール合成については、NEDO「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発」において、JFEスチール株式会社とともに膜反応器の実証に向けた研究開発を進めている。無機膜研究センターでは、これまで開発した新規脱水膜の実用化に向けた検討を行っており、1 m長の脱水膜を再現良く合成できる条件の確立とともに、さらなる高性能化を目指している。

液体炭化水素燃料の合成については、NEDO「ムーンショット型研究開発事業」において、脱水型の膜反応器に加えて、反応場に膜を介して原料を供給するDistributor型の膜反応器の開発を行っている。本プロジェクトでは、FT（フィッシャー・トロプシュ）合成により、液体炭化水素燃料を得るが、一般的にこの合成は反応制御が困難である。そこで、Distributor型の膜反応器を用いると反応場のH₂分圧を精密に制御できるため、FT合成の反応制御が可能になると考えられる。この膜反応器には、無機膜の中でもH₂分離を得意とするシリカ膜を用いることが考えられるが、H₂とCO₂の分離性が重要となってくるとともに、高温の水蒸気に対する耐久性が必要不可欠となる。このような要求を満たすことのできる新規シリカ膜を開発することにも成功した。

また、無機膜を用いた革新的環境・エネルギー技術の実用化・産業化に向け、当センターでは、2016年4月に無機膜・支持体メーカーおよびそのユーザー企業を会員とする「産業化戦略協議会」を設立した。現在の会員数は17社で、ニーズ・シーズをマッチングさせた「研究会」活動、会員からの技術相談の受付、会員限定セミナーや研修会の開催、会員企業へのニーズ・シーズ情報の提供等、多様な活動を行っている。

無機膜研究センターでは、膜分離技術、特に無機膜を用いた技術の開発を強力に推進していくとともに産業化戦略協議会と連携して無機膜を用いたCCUの早期の社会実装を目指していく所存である。今回の報告では、「CCUの社会実装に貢献する無機膜の開発と課題」について紹介する。

中尾 真一



1981年東京大学大学院工学研究科（化学工学専攻）博士課程修了。2012年4月RITE化学研究グループ・グループリーダー。2016年4月よりRITE無機膜研究センター・センター長を兼務。2022年4月より無機膜研究センター・センター長専任。現在、工学院大学客員研究員、東京大学名誉教授、工学院大学名誉教授。

無機膜研究センターの2021年の主な研究活動は研究年報「RITE Today Vol. 17（2022年）」で紹介しています。

