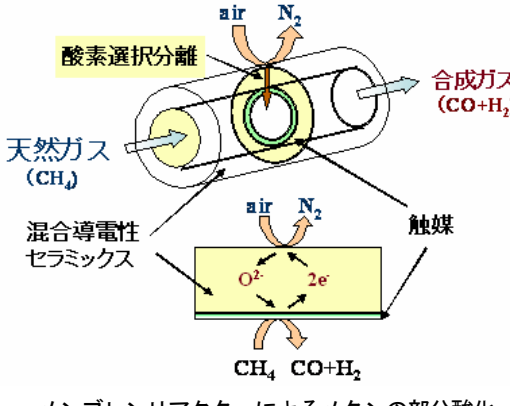


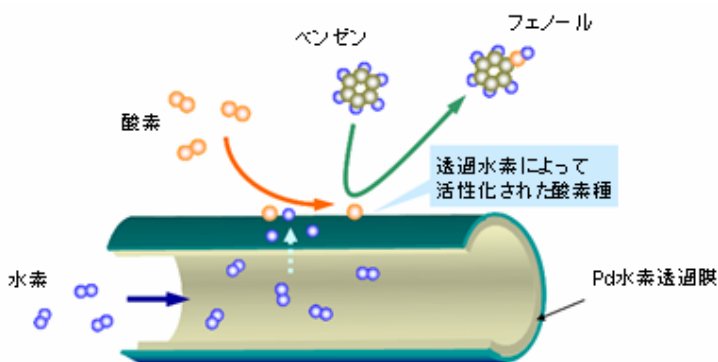
ディビジョン番号	18
ディビジョン名	環境・安全化学・グリーンケミストリー・サステイナブルテクノロジー

大項目	3. 資源・エネルギー
中項目	3-3. 資源化
小項目	3-3-6. メンブレンリアクターによるメタンの部分酸化とフェノールの一段合成

<p>概要（200字以内）</p> <p>メンブレンリアクターによるメタンの部分酸化システムは、天然ガスの液化燃料技術の課題である合成ガス製造工程の大幅な省エネ化とコンパクト化を実現する鍵技術である。当該技術の要素課題である膜材料や触媒の開発、システム化、等については、我が国に高い研究ポテンシャルがある。また、フェノールの一段合成については、機能性化学品の抜本的な合成プロセスの変革をもたらす技術として注目されている。</p>	 <p>メンブレンリアクターによるメタンの部分酸化</p>
<p>現状と最前線</p>	<p>メンブレンリアクターによるメタンの部分酸化：メンブレンリアクターによるメタンの部分酸化システム（Table of contents の図を参照のこと）は、天然ガスの液化燃料技術の課題である合成ガス製造工程の大幅な省エネルギー化とコンパクト化を実現する鍵技術であり、活発な研究開発が行われている。特に、高性能膜材料や触媒の開発並びにシステム化、等について、我が国は優れた研究ポテンシャルを保有している。今後、我が国の研究開発動向が当該技術の実用化のリードタイムに大きく影響するものと思われる。セラミックスメンブレンリアクターに用いる酸素透過膜には、高い酸素透過速度を有していること、メタンのような強還元雰囲気下で熱的、化学的に安定であることなどが求められる。近年、材料開発の進歩に伴って還元雰囲気下でも安定で、高い酸素透過性能を有する材料が見いだされてきている。特に、LaGaO<sub>3</sub>系、BaSrMnFeO<sub>3</sub>系、BaCoNbFeO<sub>3</sub>系、等については、耐還元性を有しつつ、高い酸素透過性能を兼ね備えた材料として注目されている。今後、更なる高性能化に向けて、組成の最適化や薄膜化などの取り組みが緊急の課題となる。また、触媒に関しては、固体触媒の分野を中心として、メタンの部分酸化反応に高い活性を有する触媒の開発が検討されてきている。ここで、メンブレンリアクターへの適用を考えるとメンブレンリアクターに用いる触媒には、通常の触媒特性として求められる高活性と耐コーキング性ばかりでなく、膜材料との化学的安定性や酸素透過を促進する触媒機能も兼ね備える必要がある。現在、従来の触媒研究開発にについてこのようなコンセプトを融合した研究開発が進められている。さらに、実際のプロセスを想定したナンバリングアップや自立型膜長尺管</p>

の開発など、研究フェーズから実用化フェーズに近づけるための取り組みが産学官連携事業を中心に活発に進められている。今後の実機テストなど、耐久性を含めたロングラン運転の実績などが集積されれば、当該技術の実用化への時期が確実に近づくと期待される。

メンブレンリアクターによるフェノールの一段合成：多くの化学品製造プラントは安全性や触媒性能の問題などから多段階プロセスでの操作を余儀なくされている。これらをシンプル化できる新規反応システムの開発は、エネルギー消費量削減等の観点から吃緊の課題である。当該技術は、



パラジウムメンブレンリアクターを用いたフェノールの一段合成

水素透過膜（金属パラジウム膜）から供給される解離水素種によって分子状酸素を効率的に活性化、しかるのちに膜表面（膜表面触媒）においてその活性酸素と有機化合物の反応によって、含酸素化合物を合成するものである。これまでに、多段階プロセスであるフェノールの合成において、ベンゼンから直接合成できることを実証している（収率13%、反応温度423K）。近年では、反応の最適化やナンバリングアップが容易なマイクロ化したメンブレンリアクターについても研究開発が進められている。当該技術は、高効率な酸素の活性化、高価な特殊酸化剤が不要、多段階合成ルートシンプル化などの点に特徴があり、ファインケミカルズの新規な合成ルート開拓のための技術として期待されている。今後は、最適な反応系の抽出と共に安価で耐久性に優れた水素透過膜、高活性な膜表面触媒といった部材の開発、並びにこれらをシステム化した反応装置の開発等が課題となる。

将来予測と方向性

・5年後までに解決・実現が望まれる課題

メタンの部分酸化では、①高い酸素透過性能を有した膜材料の開発と②システム化に向けた基盤技術の確立（触媒開発、触媒とリアクターの化学的安定性、等）

フェノールの一段合成では、①最適反応系の抽出と②システム化に向けた基盤技術の確立（マイクロリアクターシステムの開発、等）

・10年後までに解決・実現が望まれる課題

メタンの部分酸化では、①大型化等によるセルスペックの向上と②システム化技術の確立

フェノールの一段合成では、①複合システム化等によるセルスペックの向上と②実用的プロセス化技術の確立

キーワード

膜分離と化学反応の融合・新反応プロセス・コンパクト化・天然ガス利用・機能性化学品製造

(執筆：濱川 聡)