

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	2. グリーンケミストリー
中項目	2-2. 反応媒体
小項目	2-2-3. 超臨界反応場の利用

概要（200字以内）

超臨界二酸化炭素と固体触媒を利用する多相系超臨界二酸化炭素システムでは、溶媒が無毒、不燃性であり人体および環境に対する負荷が小さい、反応後の溶媒分離のための蒸留プロセスが不要で省エネルギーシステムであるといった特長を有する。また、溶媒の圧力（密度）をパラメータとすることで反応性の制御が可能なシステムでもある。化学原料や医薬品中間体の合成場としての応用研究が展開されている。

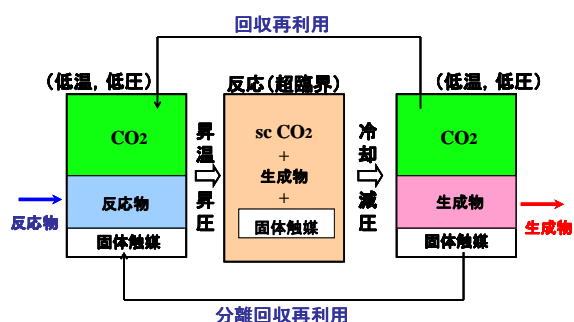


図 多相系超臨界二酸化炭素システム

現状と最前線

物質は臨界点以上の温度、圧力により超臨界状態となる。超臨界状態では、溶解力と拡散力が優れているため反応媒体として期待できる。特に二酸化炭素は臨界温度 31.1℃、臨界圧力 7.38MPa である比較的温和な条件で超臨界状態とすることができる。更に二酸化炭素は無毒、不燃性であることから安全性が高い溶媒である。多相系超臨界二酸化炭素触媒反応システム（概要の図）では、反応器に固体触媒、反応物と二酸化炭素を加え、昇温昇圧することで、超臨界状態で反応を行い、終了後には温度を下げ、二酸化炭素を気体として系外へ除くことにより、生成物（液相）を物理的に分離できる。

化学プロセスの中で水素化反応は非常に重要な位置を占めるが、有機溶媒を利用する液相反応では、水素の溶解度がそれほど高くないため反応の制御が困難であるという欠点がある。多相系超臨界二酸化炭素触媒反応システムでは、二酸化炭素と水素とが完全に混和することから触媒表面上に高濃度の水素を供給できる利点も生じる。以上の利点を用い、多相系超臨界二酸化炭素触媒反応システムを核水素化反応や不飽和アルデヒドの水素化反応に応用したことで、環境負荷低減型の化成品原料や医薬品中間体の合成、水素貯蔵材料製造に関する報告がなされている。

二酸化炭素溶媒を用いる場合は、溶媒の圧力（もしくは密度）がパラメータとなるが、溶媒の圧力により反応の活性や選択性が変化する特異的な挙動も報告されている。また、単に有機溶媒を二酸化炭素に置き換えた報告から、超臨界二酸化炭素溶媒中での最適な触媒開発に関する研究や、溶解度を更に向上させるため、補助溶媒（エントレーナ）を添加する系についての報告などがなされ始めている。今後、触媒や反応系の最適化に関する研究が進行することにより、環境負荷低減媒体としてだけでなく、有用な合成反応場としての開発がなされるものと期待される。

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

in situ キャラクターゼーションによる二酸化炭素溶媒中での反応挙動や作用機構の解明。

エントレーナ利用による溶解度向上や Expanded solution システムを利用した反応性（活性及び選択性）の促進。

超臨界流体利用研究のための法整備（現状では高圧ガス保安法により、大学の基礎レベルでの研究に対しても許可が必要であるなど多くの制約がある）。

高圧技術者の育成。

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

反応後に回収再利用する二酸化炭素精製リサイクルシステム開発。

超臨界二酸化炭素溶媒による分散型連続合成プロセスの実用化。

超臨界流体・超臨界二酸化炭素・多相系触媒反応・脱有機溶媒・環境負荷低減型化学合成

(執筆者：白井 誠之)