

| | |
|----------|------|
| ディビジョン番号 | 1 |
| ディビジョン名 | 物理化学 |

| | |
|-----|-----------------------|
| 大項目 | 3. 凝縮系の物性と機能 |
| 中項目 | 3-4. 超臨界流体 |
| 小項目 | 3-4-9. 多相系反応システムの溶媒機能 |

| | |
|---|--|
| 概要（200字以内） | |
| <p>超臨界流体と液体あるいは固体からなる多相系システムは環境に優しい化学反応プロセスの場として利用が進められている。特に不揮発性のポリマーやイオン液体を用いたシステムでは、液体中に触媒を固定化できるほか、超臨界流体の構成分子が液体中に溶解し、その物理化学的性質を著しく変化することが知られている。これまで溶解度や相挙動などマクロ的な現象の解明が進められているが、今後、その場観察手法の発展を始めとして、ミクロ的な溶媒機能が解明されることが期待される。</p> | |
| 現状と最前線 | |
| <p>超臨界流体と液体あるいは固体からなる多相系システムは、環境に優しい化学プロセスの反応場として注目され様々な分野で利用されている。</p> <p>超臨界流体と液体とからなる多相系システムは、その高い制御性を利用して様々な用途に用いられている。その一つは、超臨界流体を良溶媒あるいは貧溶媒として利用したもので、温度や圧力などの操作により溶質-溶媒系の相平衡を物理的に大きく変化させる方法であり、結晶化技術として広く用いられている。また、近年、蒸気圧が低く超臨界相への溶出が抑えられる低分子のポリマーやイオン液体などを液相とした多相系システムが注目され、化学反応場として利用した研究が盛んに行なわれている。これらの多相系システムでは、液相中に触媒などを固定化できるほか、超臨界流体の構成分子が液相中に溶解して、その物理化学的性質を劇的に変化することが知られている。超臨界流体としては常温常圧で気体のものが一般的であり、それら気体の溶解度や相挙動などが調べられている。これまで、二酸化炭素など一部の気体成分が著しく高い溶解度を示すことが報告されており、気体分離や精製などの応用も期待されている。しかしながら、物理化学的な観点からの現象解明は未だ十分とは言えず、今後、輸送現象、構造、ダイナミクスなど様々な観点から研究が進められ、気体の溶解選択性や溶媒特性が明らかとされることが期待される。</p> | |

一方、超臨界流体と固体とからなる多相系システムは、固体触媒を用いた化学反応場として利用され、反応終了後、固体物質の分離、回収が容易である利点をもつ。近年、ポアラス材料などの利用が盛んに試みられ、ナノメートルオーダーの微小空間場における超臨界流体の挙動が興味をもたれている。一般に微小空間における流体はバルクとは異なる性質を示すが、これまで密度や相状態などマクロ的な研究が中心であり、ミクロ的な現象解明は計算機シミュレーションによるものが主体である。現在、カーボンナノチューブなどを始めとして様々なナノマテリアルが開発されており、微小空間場における超臨界流体の観察手法の開発を始めとして、臨界点のシフトやミクロ的な溶媒機能などが、微小空間のサイズや構造、界面特性などの効果をどのように受けるか明らかとなることが期待される。また、半導体デバイス産業ではナノメートルオーダーの微細構造体の超臨界乾燥や洗浄が次世代製造技術として注目され基礎基盤技術の構築が望まれている。

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

超臨界流体の均一相を観察する実験手法は近年著しく進歩したが、超臨界流体-液体系や超臨界流体-固体系など多相系におけるその場観察手法は今後の発展が期待される。それにより、マクロ的な現象が分子論的なレベルで解明され、超臨界流体と不揮発性液体との組合せで発現される効果などを予想できることが望まれる。

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

物理化学的な知見に基づいた基礎基盤技術のフレームワークが達成され、超臨界流体を主成分とした多相系システムにおける化学反応プロセスの最適化ができることが期待される。

キーワード

超臨界流体、多相系、膨潤液体、ナノ空間、その場観察

(執筆者： 金久保 光央)