

2004年度 GSC賞 経済産業大臣賞

超臨界流体を利用した環境調和型化成品製造技術の創成

Innovation in Environmentally Benign Organic and Inorganic material Production Using Supercritical Fluids

(独) 産業技術総合研究所 生島 豊

本研究では超臨界水と超臨界二酸化炭素を利用し、新規環境調和型物質製造プロセスを開発することに成功した。超臨界水法は、従来は触媒を使用しない限り進行しない有機反応を、超臨界水を利用するだけで、何等の触媒や有機溶媒を使用・排出することなく、高分子原料やファインケミカルを超高速かつ高選択的に製造できる。超臨界二酸化炭素法は、イオン性液体、マイクロエマルジョン等を導入した多相系反応プロセスを利用し、グリーン度の高い省エネルギー物質製造プロセスを実現した。以上の成果は次世代に向けた“夢の物質製造法”として、化学工業の発展に大きく貢献することが期待される。

本研究では、超臨界水や超臨界二酸化炭素が、反応媒体、触媒、原料として利用され、これにイオン性液体、マイクロエマルジョンが添加された多相系反応場や、これらとマイクロ空間での反応が組み合わされた“ハイブリッド反応場”が開発された。本開発により、有害な化合物や有機溶媒を一切使用・排出することなく、高速でかつ高選択的な反応が実現されている(図参照)。このことより、「超臨界水がブレンステッド、ルイス型の酸および塩基の両機能を発現する」ことが初めて明らかされ、“超臨界水無触媒有機合成技術”が実証された。水は、安全、安価で、最も環境に優しい溶媒なので、革新的な環境調和型製造技術として特筆される。超臨界二酸化炭素の利用の系でも、有機溶媒フリーでグリーンな、省エネルギーを実現した有機合成技術が確立された。

ナイロン6の原料モノマーであるカプロラクタムは、シクロヘキサノンオキシムのベックマン転位反応で製造されているが、既存の方法では濃硫酸を用いることや、硫酸を副生成物として大量に生成する欠点を有している。本技術では、“超臨界水—マイクロ空間反応ハイブリッド”が考案・開発され、原料が瞬時に超臨界状態にまで昇温されることにより副反応が抑制でき、カプロラクタムを高収率、高速で合成できる技術開発に成功している。

一方、本技術は、従来の石油系原料代替技術として、超臨界二酸化炭素を反応媒体としてだけではなく、原料としての利用にも展開されている。すなわち、「超臨界二酸化炭素—イオン性液体」の多相系反応場が考案され、有毒なホスゲンを使用しなくても、二酸化炭素の固定化によるカーボネートやウレタン

が超高速、高収率で合成されることが見出された。更に、「超臨界二酸化炭素—AOTマイクロエマルジョン」の多相系ナノ反応場が開発され、種々の量子ドット金属ナノ粒子合成に初めて成功し、無機化合物製造にも新境地を拓いている。

とくに、超臨界水無触媒下、“マイクロ空間”の導入によるカプロラクタム合成、超臨界二酸化炭素+イオン性液体によるホスゲンフリーの環状カーボネート製造、超臨界二酸化炭素+メソポーラス触媒の多相系を用いた水添反応による不飽和アルコールの位置選択的合成については、数年以内での実用化を目指している。

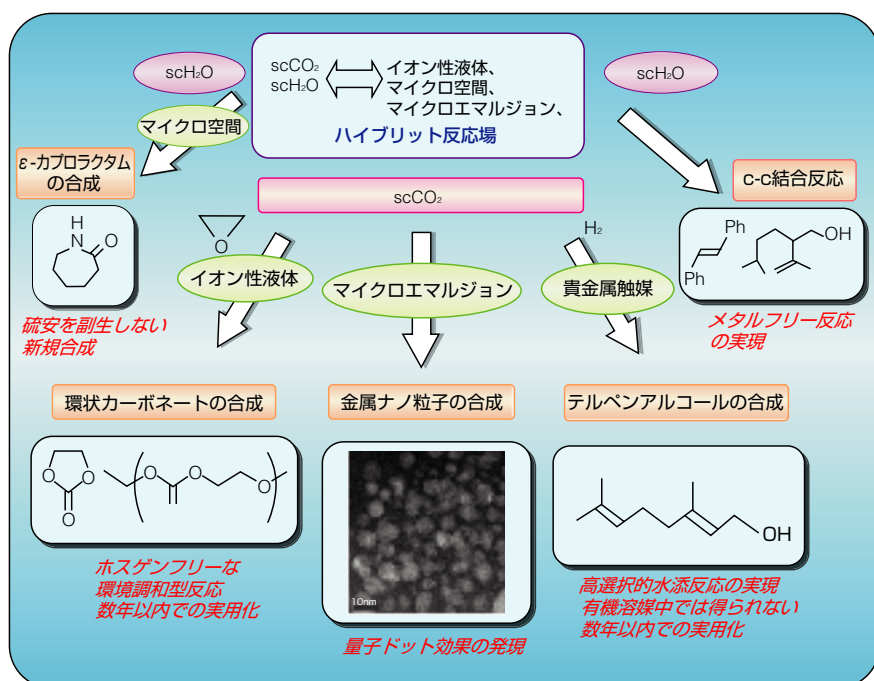


図 本研究で開発された主な物質合成