

ディビジョン番号	6
ディビジョン名	有機化学

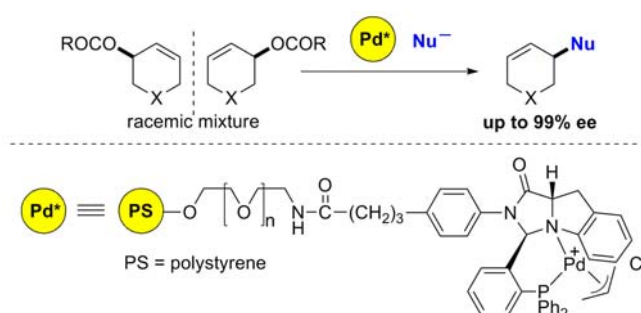
大項目	11. 新合成手法
中項目	11-2. 反応場
小項目	11-2-4. 固相

概要（200字以内）

現状：固相上での有機合成（反応剤は液相）と、試薬・触媒を固相上に固定化（基質は液相）の2タイプ。近年は特に触媒の固相固定化が急速に発展。

最前線：固定化による反応後処理の簡便化、触媒等の回収再利用性の向上、環境負荷物質排出低減化。固定対象はナノ触媒、不斉触媒等の高性能触媒。

将来展開：固相反応場による新たな機能（反応性）の付与。固定化触媒の構造、機能の分子レベルでの精密解析。実用展開。



水中機能性固定化不斉触媒プロセスの例

現状と最前線

固相反応場：シリカなどの無機担体、ポリスチレンなど有機高分子が代表的であり、さらにガラス表面、金表面も利用される。ナノチューブ、 dendリマー、有機—無機ハイブリッド担体なども大きな注目を集めている。ハンドリング条件によって可溶性—不溶性を急激に変化させる担体や、触媒システムに新機能を付与する担体（例えば水中機能性など）も注目される。

固定化法：化学結合によらない古典的な相互作用、共有結合形成、イオン対形成に加えマイクロカプセル化や金属錯体形成工程がそのまま高分子形成（あるいは高分子架橋化）を兼ねる手法も精力的に展開されている。固相上で触媒種（錯体触媒ナノ粒子など）を調製・発生させる「ship-in-a-bottle」的固定化や、予備的な固定化後に固相を修飾（安定化や機能化）する手法も発展しつつある。

固定化対象：触媒としての固定化対象は有機触媒（酸、塩基、求核触媒など）、金属錯体、金属塩（イオン）から最近ではナノ粒子に及ぶ。固定化対象である触媒の機能としては既存の均一系触媒機能の不均一での再現が現状の主課題であるが、とくに不斉触媒の固定化は重要な課題である。ひとつの触媒種が複数工程におよぶ分子変換を執行するマルチ機能触媒、複数の金属種を含む複核錯体、高い機能をもつナノ触媒、などの固定も最前線の研究課題。同一の担体上への複数の触媒種の固定化による多機能固体触媒も研究展開されつつある。

	<p>左図：両親媒性高分子反応場の利用による水中での触媒工程。中央はポリスチレン-ポリエチレングリコール共重合レジン製のSEM像。</p>
<p>ハイスループット合成手法、グリーン化学合成手法、などへの社会的要請の高まりから固相反応場（特に触媒固定化）への期待は増しつつある。これら固定化触媒の機能評価では触媒機能（活性や選択性）のみならず後処理後の回収再利用性や生成物・廃棄物への ppm レベルでの金属漏洩の確認が必要であり、従来の均一系錯体触媒開発以上に機能要求基準は高い。グリーン化では他にイオン性流体、超臨界流体、水、などの未利用媒体の活用が重要技術として認識され検討が進められつつある。</p>	
<p>関連成書： Immobilized Catalyst, <i>Top. Curr. Chem.</i> Vol. 242, Springer (2004).</p>	
<p>将来予測と方向性</p>	
<p>予測と方向性：触媒や試薬の固定化は実用上の優位性にとどまらず、固定化担体が与える付加的な機能の獲得に大きな比重が向けられるであろう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題 <p>固定化触媒構造および動的挙動の精密解析（NMR や顕微鏡技術の革新と普及など）</p> <p>固定化担体の多様化（基礎開発ならびに既存技術の展開を含む）</p> <p>不斉触媒、ナノ触媒などの高機能触媒の固定化（すでに進行中、さらに完成度の高度化）</p> <p>反応のフロー化（カラム化、さらに進んでロボット化、マイクロリアクタへの適用など）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題 <p>固相上での反応サイト分離を利用するマルチ機能固定化反応剤の開発とそれによる固相反応場における「混ぜて濾過するだけ」での他段階精密分子変換の実現</p>	
<p>キーワード</p>	
<p>高分子担体、無機担体、固相合成、グリーン化学合成、固定化触媒</p>	

（執筆者： 魚住泰広 ）