

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名：階層的3次元構造・粒子形態制御による高機能ナノ構造体の創出
2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名(研究機関名・職名は研究参加期間終了時点):
研究代表者
水野 哲孝 (東京大学大学院工学系研究科 教授)
主たる共同研究者
山口 猛央 (東京工業大学資源化学研究所 教授)

3. 研究実施概要

本研究では、高機能(触媒・吸着・水素吸蔵・電極・赤外線遮断)固体材料を原子・分子レベルで精密設計し、それらを特異的に自己組織化・集積化させることで空隙体積、細孔径などが精密制御された構造体を構築することを目指した。構造体生成過程の素反応制御による速度論的な集積・凝集形態制御を行い、3次元構造のみならず粒子形態が制御された構造体の合成に成功している。ボトムアップ手法により、マクロレベルで構造制御を行い、触媒機能を制御することにも成功している。

4. 事後評価結果

当初5.5年の研究期間で予定された本研究課題は、最先端研究開発支援プログラム(FIRST プログラム)の「高性能蓄電デバイス創製に向けた革新的基盤研究」(中心研究者:水野哲孝)の中でさらに成果を発展させることとなったため、研究開始から2.5年で終了することになった。したがって、当初構想された全体研究計画書における2.5年経過時点の進捗結果と、それまでに得られた研究成果について評価した。

4-1. 研究の達成状況及び得られた研究成果

自己組織化によって構築したタングステンクラスタの分子鑄型の欠損部位に、活性触媒金属を導入した人工無機酵素とも呼べる固体酸化触媒ポリオキシメタレートを作成し、シクロアルカンの2級C-H結合をヒドロキシル化するなどこれまでにない特異な反応選択性を見出している。

ただ、提案にあったいくつかの汎用性のある水酸化反応の実現にまでは至らなかったのは惜まれる。

構造体生成過程の素反応制御による速度論的な粒子形態の制御については、その方向性を見出している。

応用研究としては、近赤外線遮断材料、水素貯蔵材料、白金低使用量の固体高分子型燃料電池電極などポリオキシメタレートをを用いた機能材料開発において有力な糸口が見えつつある。

Nature Chemistry, *Angew. Chem. Int. Ed.*, *J. Am. Chem. Soc.*などインパクトの高い雑誌に多くの論文が掲載されており、被引用回数も多い。

4-2. 研究成果の科学技術や社会へのインパクト、戦略目標への貢献

固体触媒は、分離回収・再利用しやすい点で、均一系触媒にない優位性をもつ。自己組織化を用いた構造制御、ナノレベルの空隙径と反応基質選択性の関係など、これまでの固体触媒で看過されてきた原理的な機構が明らかになりつつある。

4-3. 総合的評価

当初計画の半分に満たない2年半の短期間で質、量ともに多くの成果が得られており、高く評価される。

研究代表者は、固体酸化触媒ポリオキシメタレートの開発で世界をリードしてきた。

しかし、今後のさらなる展開を考えた場合、基礎的な反応機構解明をさらに進め、反応設計によって目的とする生成物を自在に合成できることを期待したい。

また、近赤外線遮断材料、水素貯蔵材料、白金低使用量の固体高分子型燃料電池電極など社会的インパクトの大きな技術についても実用化を期待したい。