

2026 年 8 月 24 日

豊橋技術科学大学長 殿

応用化学・生命工学専攻
学位審査委員会
委員長 高島 和則



論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	MD RABIUL ALAM		学籍番号	第 229401 号
申請学位	博士（工学）	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 応用化学・生命工学 専攻	
博士学位論文名	Development of Sulfonic Acid-Functionalized Polymer Microspheres via Precipitation Polymerization (沈殿重合法を用いた含スルホン酸高分子微粒子の開発)			
論文審査の期間	2026 年 1 月 15 日 ～ 2026 年 8 月 24 日			
公開審査会の日	2026 年 8 月 24 日	最終試験の実施日	2026 年 8 月 24 日	
論文審査の結果※	合格		最終試験の結果※	合格
審査委員会(学位規程第6条) 学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。 委員長 柴富 一孝 印 委 員 荒川 優樹 印 原口 直樹 印 印 印				

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

本論文は、高分子微粒子の精密合成が可能な沈殿重合法を用いて、スルホン酸部位を有する各種高分子微粒子の新たな合成法の開発についてまとめたものである。沈殿重合における各種重合条件、ならびにその後の架橋切断反応および官能基再生反応の条件を検討することにより、従来合成が困難であった低架橋型高分子微粒子に加え、コアシェル型および中空型高分子微粒子を精密に合成するための分子設計法を開発している。さらに、本研究で合成した各種含スルホン酸高分子微粒子を触媒的有機反応に適用し、その触媒機能についての評価結果をまとめている。論文は以下の5章から構成されている。

第1章では、本研究の背景として、沈殿重合法および官能基化高分子微粒子の特徴について概説するとともに、高分子微粒子の更なる機能向上には、官能基を有する各種高分子微粒子の精密合成法の開発が重要であることを述べている。第2章では、沈殿重合法と低架橋化反応および官能基再生反応を組み合わせることで、スルホン酸部位を均一に導入した低架橋型高分子微粒子の合成に成功している。第3章では、新たに開発した架橋モノマーをシェル層形成に用いることにより、二次粒子の生成を抑制し、粒子径の均一な含スルホン酸コアシェル型高分子微粒子の合成に成功している。また、コアシェル型高分子微粒子をエステル化反応の触媒として用い、その触媒性能を評価している。第4章では、中空型高分子微粒子の新規合成法を確立するとともに、得られた中空型微粒子触媒がエステル化反応において高い触媒活性を示すことを見出している。第5章では、本研究で得られた成果を総括するとともに、その意義と今後の展望について考察している。

審査結果の要旨

本論文は、広い工業的用途を有する含スルホン酸高分子微粒子の新たな合成法の開発に関する研究をまとめたものである。官能基化高分子微粒子は塗料・コーティング材料、接着剤・ゴム改質剤、医薬品、化粧品、分離・分析担体、触媒ならびに電子・情報材料など幅広い分野で利用されており、新たな含スルホン酸高分子微粒子の合成法を確立することは、機能性材料としての性能を向上につながるものと期待される。

本研究では、架橋モノマーとしての機能とスルホン酸の保護基としての機能を併せ持つ、2つのスルホン酸エステル部位を有するスチレン二量体を新たに合成し、安定剤を必要とせず単分散高分子微粒子を得ることができる沈殿重合法を用いて、スルホン酸を有する低架橋型、コアシェル型および中空型高分子微粒子の合成法を確立している。まず、架橋高分子微粒子に対する低架橋化反応と官能基再生反応を同一行程で進行させることにより、含スルホン酸低架橋高分子微粒子の合成にはじめて成功している。さらに、コアシェル型高分子微粒子の合成においては、シード沈殿重合に架橋モノマーを用いることで二次粒子の生成を大幅に抑制し、粒径の揃ったコアシェル型微粒子の合成を実現している。加えて、架橋高分子からなるコアシェル高分子微粒子において、コア部を選択的に脱架橋することにより、含スルホン酸中空型高分子微粒子の新規合成法を開発している。また、重合条件の検討では、モノマーの種類および組成比、全モノマー濃度、開始剤の種類・濃度、重合溶媒および重合時間などを詳細に検討し、粒子径、モノマー種類・組成、スルホン酸含有量、シェル厚を精密に制御できることを明らかにしている。以上の成果から、官能基あるいはその保護基を有する架橋モノマーを沈殿重合法に効果的に適用することで、官能基化高分子微粒子の多様な分子設計が可能であることを示した。

さらに、本研究で開発された含スルホン酸高分子微粒子をエステル化反応における固体酸触媒として用い、その触媒性能を評価した結果、市販触媒および既報の不均一系固体酸触媒と比較して優れた触媒活性を示すことを明らかにしている。また、これらの高分子微粒子は、不溶性および高い分散性を有することから、フローシステムの連続自動合成プロセスにおける触媒担体としての利用に加え、キラル有機分子触媒の高分子担体や分離・分析システムにおける固相材料としても有用であり、医薬品およびその中間体の製造技術の発展に大きく貢献することが期待される。

以上により、本論文は博士（工学）の学位論文に相当するものと判定した。

(各要旨は1ページ以上可)