

## 審査の結果の要旨

氏名 王軍政

ナノテクノロジーの進展に伴い、コロイドナノ粒子系が注目されている。原子をビルディングブロックとして分子が構成されていることに倣い、ナノ粒子を利用した機能性ナノ材料の開発に期待が集まっている。とりわけ、簡便で精度のよいナノ粒子合成法の開発や自己集合プロセスの解明と制御法の開発が重要な研究課題となっている。

本博士論文は、様々な単分散コロイドナノ粒子の合成法とこれらの粒子の精密な配列法に関する研究成果をまとめたものである。

Chapter 1 では、単分散コロイドナノ粒子の合成および配列制御に関する既往の研究成果をまとめ、同分野における現状の問題点を明らかにした上で、本研究の目的と本論文の構成が述べられている。

Chapter 2 では、様々なナノ粒子の合成を検討した結果が報告されている。まず、テトラエチルオルソシリケート (TEOS) をシリカ源に用いた二相反応法によるシリカナノ粒子の合成において、従来必須であった塩基性アミノ酸の代わりに有機アミンを溶解させた水溶液を用いることにより、12–36 nm の均一な球状シリカ粒子の合成が可能であることが報告されている。また二相反応法に界面活性剤を添加した系においては、メソポーラスシリカナノ粒子の合成に成功している。更に N,N-ジメチルヘキサデシルアミンを添加し、pH を調整することで細孔径および細孔容積の制御にも成功している。両親媒性のブロックコポリマー F127 を用いた系で、中空シリカナノ粒子の合成も可能であることが報告されている。

Chapter 3 では、Chapter 2 で得られた均一なシリカナノ粒子を用い、添加物が粒子の三次元配列に与える影響について検討が行われている。アミンや緩衝剤、塩基性アミノ酸を添加した場合に、立方最密充填構造が形成されている。これらの添加が、シリカナノ粒子集合体の充填率に及ぼす影響について、検討が行われている。

Chapter 4 では、塩基性アミノ酸を用いて合成したシリカナノ粒子の一次元配列について検討した結果が報告されている。シリカナノ粒子のコロイド溶液に、塩基性アミノ酸とエタノールを添加すると、ナノ粒子が一次元状に自己集合す

ることが見出されている。更に、粒子配列に影響を与える因子についての検討が行われている。

Chapter 5 では、Chapter 4 の結果を踏まえ、溶液中において形成されるシリカナノ粒子一次元配列体上に、シリカシェルをその場で形成することで異方性シリカナノ粒子の調製が可能であることが報告されている。塩基性アミノ酸やシリカシード、TEOS の濃度を変化させることによって、異方性シリカナノ粒子の長さや太さを精密に制御できることが明らかにされている。また、エタノール以外のアルコールの適用についても検討されている。

Chapter 6 と Chapter 7 では、アミノ酸を用いずに合成されたシリカナノ粒子の F127 を用いた一次元配列についての検討結果が報告されている。アミノ酸を用いて合成した系と比較し、一次元配列の最適条件の pH が異なること、イオン強度の影響が強くなるということが明らかにされている。従来塩酸を加えて pH を調整していたが、これに代わり、透析を用いて pH を調整する方法の有用性が提案されている。加えて、Chapter 2 で得られたメソポーラスシリカナノ粒子の一次元配列に対して、透析法の利用が検討されている。

Chapter 8 では、代表的な結晶性金属酸化物である酸化チタンおよび酸化スズナノ粒子の一次元配列に関する検討結果が報告されている。様々な因子の配列プロセスに与える影響及び配向付着の可能性が検討されている。透析法を利用し、F127 を添加した条件下で、アスペクト比の高い酸化チタンおよび酸化スズの一次元配列体の調製に成功している。

Chapter 9 では水溶性ポリマーであるポリビニルアルコールとポリビニルピロリドンを用いたシリカナノ粒子の一次元配列が検討されている。これらの水溶性ポリマーを利用し、シリカナノ粒子の一次元配列が可能であることが示されている。

Chapter 10 では本研究で得られた成果が総括されている。

以上、本論文では様々な単分散コロイドナノ粒子の合成およびその配列制御について詳細な検討が行われ、新規な合成法および一次元配列法が開発されており、これらの成果は、化学システム工学ならびにコロイド化学の発展に寄与するところが多い。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。