

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名：ナノクラスターポリ酸を用いた分子機械の構築

2. 研究代表者名：山瀬 利博（東京工業大学資源化学研究所 教授）

3. 研究概要

金属酸化物クラスターイオンであるポリ酸の骨格構造は、多岐にわたっていてほとんど全ての原子をヘテロ原子として骨格に取り込むことが可能である。約1 nmのサイズのポリ酸の応用範囲は分子カプセル、電子素子、発光素子、光学素子、医薬と幅広い分野に及ぶ。研究代表者は、ポリ酸が光化学的にナノサイズのスーパーポリ酸へと自己集合化することを発見している。この研究では、新規な構造を持つナノサイズスーパーポリ酸を創製するとともに、電子材料から医薬までのそれぞれの機能発現に要求されるポリ酸の分子設計を行い、更にこれらの統合による分子機械あるいは分子素子の構築を目指している。このためスーパーポリ酸の創製およびその基礎となる自己集合メカニズムの解明、構造化学、電磁気物性、光物性、生物活性を追求している。その中でナリング、ナノチューブ、ナノクラウンのポリ酸、新規分子磁石、有望な抗腫瘍剤、抗ウイルス剤、抗バクテリア剤の開発へと展開し、特に無機創薬としての抗腫瘍剤の実現に向かいつつある。

4. 中間評価結果

4 - 1. 研究の進捗状況と今後の見込み

当初の計画は、スーパーポリ酸の創製、自己縮合反応機構の解明、新規物性、無機創薬を目標としており、スーパーポリ酸の合成分野においては、当初の想定を超える結果が得られている。即ち、ブロック分子とリンカーの開発により、種々のポリ酸の合成を可能にしている。この結果、世界的に見ても非常にユニークな多くのポリ酸が合成され、構造が解析された。これらは、このチームの合成や構造解析の技術の高さを示すものである。一方、新規物性の分野においては、分子磁性の発見という重要な知見を得たが、展開はこれからである。無機創薬についても、基礎的な抗菌、抗腫瘍効果が判明した段階であり、本格的な検討は今後の研究に待たなければならない。チームとしては合成等基礎研究のウェイトが高いが、今後更に応用分野の研究者との連携を深め、実用的に意味のある成果を上げていくことを期待したい。

4 - 2. 研究成果の現状と今後の見込み

スーパーポリ酸の基本的な構造設計が順調に進み、タングステンのビルディングブロックと希土類金属のリンカーを開発している。これらの組み合わせにより種々のポリ酸が合成出来ることを明らかにした。この結果、ナリング、チューブ、チェーン等種々のスーパーポリ酸が合成可能になったものである。また、光化学的に反応を制御することによって、困難であるとされていた自己集合のメカニズムを明ら

かにすることにも成功している。

新たな展開として(VO)₃三角スピル系でのポリ酸の分子磁性の発見という興味深い発見がある。これは新しい発見であり、今後の展開が期待される。

Mo₇O₂₄骨格を持つポリ酸が幅広い抗腫瘍活性を示すことを明らかにしており、無機医薬への展開の可能性を示すものとして注目に値するものである。ただし、まだ基礎データの段階であり、今後の研究により実用に向けた成果を上げていくことを期待したい。

4 - 3 . 今後の研究に向けて

前半の3年間では、基礎的な研究面での進展は著しいものがあり、新規ポリ酸の合成や新規物性の発見など、興味深い結果が得られている。しかしながら、今後の進展を考えるならば、現在世界に先駆けている合成などの研究をより深めることも重要であるが、応用分野への展開がより重要となる。応用分野の研究者との連携強化が必要不可欠となる。多岐にわたりがちな基礎的研究課題を絞り込み、研究体制を目的指向的に再編成する必要がある。

4 - 4 . 戦略目標に向けての展望

新規ポリ酸の合成や構造解析については、世界的に見てもトップクラスにあるが、無機創薬は、今までほとんど実績のないものであるだけに、高いハードルが存在するものと思われる。研究の体制を再編し、可能性を見極めていく必要がある。新規に発見された物性等についても、応用分野を見据えつつ、課題を絞り込んでいく必要がある。

4 - 5 . 総合的評価

国際的に見ても独創的な研究であり、着実に進んでいると言える。山瀬グループの基礎研究面、特にポリ酸の合成技術のレベルの高さは、注目に値するものである。尾関グループについても、構造解析において、山瀬グループを補佐しており、研究は堅実に進行している。

得られた興味深い成果は多いが、すぐ実用化に結びつくものでもない様である。有用性を見極めながら、取捨選択し絞り込んでいく段階に来ているようである。