

論文審査の結果の要旨

氏名 美尾 樹

本論文は、巨大なナノカーボン分子の効率的な合成のために新たに開発された「多角形組立戦略」を記述している。1,3,5-ベンゼン（フェナイン）の大きなネットワークを形成するこの戦略に基づき、2種のナノカーボン分子が合成され、ナノメートルサイズのナノカーボン分子の構造的特徴や動的挙動などの特性が、実験および理論的手法の組み合わせにより明らかとなった。

本論文は、5章からなる。

第1章では、本研究の背景が紹介されている。曲率をもったナノカーボンの事例が紹介されるとともに、その部分構造を分子として化学合成する試みが紹介されている。とくに、 sp^2 -炭素そのものをネットワーク化するナノカーボン分子合成法の概要と限界がまず議論されている。その後、2017年に新たに導入されたフェナインを用いた合成戦略について紹介され、フェナイン・ナノカーボンの事例が未だ2例のみであり、構造多様性を拡大するために新たな合成戦略が必要となることが論ぜられている。

第2章では、フープ型フェナイン・ナノカーボン分子の合成と構造が論ぜられている。まず、六角形パーツの組立戦略による、3個から5個の六角形パネルを有する3種のフープ状ナノカーボン分子の合成とその同定が論ぜられている。次いで、各種分光法・結晶学的手法・理論計算に基づき、それらの構造や柔軟性についての議論がなされている。さらに、ナノメートルサイズのフープ状の構造的長が活かされた、 C_{70} とのホスト・ゲスト相互作用をJobプロットと結晶学的分析により明らかとしている。

第3章では、半球型フェナイン・ナノカーボン分子の合成と、その動的挙動が論ぜられている。まず、異なる2種の五角形型パーツ6個の組立戦略による半球型フェナイン・ナノカーボン分子の合成とその同定が論ぜられている。続いて、分光法・結晶学的手法・理論計算の組み合わせにより、この分子のナノメートルサイズの構造変化が明らかにされ、大量の欠陥を持つナノカーボン面の柔軟性が示されている。

第4章では、フェナイン・ナノカーボン分子の構造分析のための新たな手法が論ぜられている。この手法は、フェナインユニットの角錐化の程度と、フェナイン間のねじれの程度を定量化することを可能としている。この分析法をフェナイン・ナノカーボン分子に適用することで、それらのナノメートルサイズの構

造変化が引き起こされる構造的要因が説明されている。

第 5 章では、本研究の総括がなされている。

以上、本論文では、多角形組立戦略によりフープ型・半球型の新たな分子が合成され、フェナイン・ナノカーボン分子群に構造的多様性がもたらされた。さらに、合成されたこれらの分子を用いた実験により、フェナイン・ナノカーボンの構造・挙動の詳細が明らかとなり、大型の湾曲ナノカーボンの性質についての知見がもたらされた。これらの知見は、今後のフェナイン・ナノカーボン分子の合成や、それを通じたナノカーボンの理解のための基盤となると考えられる。

なお、本論文の第 2-4 章は、磯部寛之博士（東京大学大学院理学系研究科 教授）・佐藤宗太博士（現 東京大学大学院工学系研究科 特任教授）・孫哲博士（現 天津大学分子+研究院 教授）・池本晃喜（東京大学大学院理学系研究科 講師）との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。