

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 13113 号
------	---------------

氏 名 KIM Kyusung

論 文 題 目

The Conversion of Pyridine Molecule up to Hetero carbon
Nanomaterial by Solution Plasma
(ソリュションプラズマによるピリジン分子からヘテロカーボンナノ材
料への経路と合成)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	齋藤 永宏
委員	名古屋大学	教授	市野 良一
委員	名古屋大学	教授	後藤 元信
委員	名古屋大学	准教授	神本 祐樹

論文審査の結果の要旨

KIM Kyusung君提出の論文「The Conversion of Pyridine Molecule up to Hetero carbon Nanomaterial by Solution Plasma (ソリュションプラズマによるピリジン分子からヘテロカーボンナノ材料への経路と合成)」は、定量的化学分光分析によるピリジンモノマーからオリゴマーへの高速変換プロセスの解明、その知見に基づくソリュションプラズマを用いたカーボンドットの合成経路の予測と合成を行っている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、カーボンドットを含めたヘテロカーボン材料の従来の合成手法及びそれらの課題について述べている。その比較から、申請者は、ソリュションプラズマ法は、従来手法の熱励起反応による欠点を克服し得る手法であり、ヘテロカーボンナノ材料の合成に適していると述べている。実際に、ソリュションプラズマ法を用いたヘテロカーボンナノ材料合成に関して多くの報告例がある。一方、その反応過程に関する研究は進められていないため、反応制御の段階に至っていない。本論文では、有機モノマーからヘテロカーボンナノ材料への反応メカニズムの解明を試み、ヘテロカーボンナノ材料の設計と実際の合成を行い、反応解析手法の検証を行っている。

第2章では、ソリュションプラズマ反応におけるピリジンモノマーからオリゴマーへの反応過程を明らかにしている。オリゴマーへの反応はヘテロカーボンナノ材料合成プロセスにおける重要な初期反応過程である。ピリジン中で、5秒間のソリュションプラズマ処理によって、ビピリジン、シアノピリジンが主に生成していることを、GC-MS分析及び量子化学計算によって明らかにしている。

第3章では、ソリュションプラズマプロセスにおいて、プラズマ及びガス相、液相、固相の各相に対して、定量分析を実施している。ソリュションプラズマ発生中、プラズマ及びガス相において C_2 分子およびCNラジカルが量的にも重要な因子であることを示している。このCNラジカルは、溶液中の環状分子と反応し、CN官能基導入を進めること示している。一方、液相の解析からは、環状内窒素は重合点にはならず、環状外窒素が重合点になることを明らかにしている。これらから、ピリジンから合成した場合、二次元成長が進まないことを予測した。

第4章では、前章までの結果から、ピリジンからソリュションプラズマ法により窒素ドーブカーボンドットの合成の検証を行っている。ピリジンからは、二次元成長が進展せず、数ナノメートルの窒素ドーブカーボンドットが合成されることを検証している。6 nmサイズの窒素ドーブカーボンドットの場合、UV光に対し410 nmの発光を現象が生じた。この窒素ドーブカーボンドットの応用の検証として、蛍光クエンチングに基づいたトリニトロフェノール分子検出を行い、10.1 nMに及ぶ分子濃度まで検出可能であったことを報告している。

第5章では、本博士論文の結論を総括的に記述している。

以上、本博士論文では、ピリジンから窒素ドーブナノカーボンの合成経路について探求し、その得られた反応過程から、窒素ドーブカーボンドットのような二次元成長が進展しない材料の合成に向いていることを提案している。また、この仮説に対し、合成を実際に行い、仮説の検証を行っている。ここで用いられた反応解析手法と材料設計手法は、カーボン材料の合成に汎用的に応用できる手法であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者であるKIM Kyusung君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。