

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲／乙第 号	氏 名	増 淵 継之助
論文審査担当者：			
	主査	慶應義塾大学教授	理学博士 中嶋 敦
	副査	慶應義塾大学教授	工学博士 佐藤 徹哉
		慶應義塾大学教授	工学博士 藪下 聡
		慶應義塾大学教授	工学博士 吉岡 直樹
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士(理学), 修士(理学) 増淵継之助君提出の学位請求論文は「レーザー蒸発法によって気相合成された多成分ナノクラスターの物性評価と機能材料への展開」と題し, 7章から構成されている。複数の金属原子と有機分子の結合によって形成される多成分ナノクラスターは, 個々の構成元素の性質を超えた新たな熱力学的, 電磁氣的, および化学的特性を発現することから, 新規機能材料における最小の構成単位として注目されている。多成分ナノクラスターの優れた物性を, ナノクラスター特有の幾何構造や電子状態に基づいて理解することは, ナノクラスターの物性発現機構を解明する上で重要であるばかりでなく, 多成分ナノクラスターを集積させて機能材料を創出する基礎を与える。とりわけ, 多成分ナノクラスターでは原子1個の差異によって物性が大きく変化することから, 原子数を規定して精密に幾何構造や電子状態を明らかにする必要がある。</p> <p>そこで本研究では, 多成分ナノクラスターの物性評価に必要な孤立単一組成を実現する手段として, レーザー蒸発法を用いた多成分ナノクラスターの気相合成に着目している。まず, 幾何異方性を有する遷移金属-ベンゼンクラスターについて, レーザー蒸発法を用いてその負イオンを効率的に気相合成する方法を確立し, 負イオン光電子分光法に量子化学計算を併用することによって, 幾何構造, 電子状態, さらにそれらの電子スピン状態を調べた。また, 多成分ナノクラスターの機能材料化を見据えて, レーザー蒸発法の汎用性を活かして, 単位時間当たりの合成量や連続合成の安定性における問題点を改善した多成分ナノクラスターの気相合成装置の開発を行なった。</p> <p>第1章では, 本研究の背景と各章の内容を概説するとともに, 本論文の目的と意義を述べている。第2章では, レーザー蒸発法による多成分ナノクラスターの気相合成, 負イオン光電子分光法ならびに量子化学計算の原理について詳述している。</p> <p>第3章では, バナジウム(V)-ベンゼン(Bz)クラスター (V_nBz_m) 負イオンの効率的気相合成法の確立と, 実験と計算によるクラスターの幾何構造, 電子状態の解明について述べている。組成が V_nBz_{n+1} のクラスターは, 中性, 負イオンの両方が一次元多層サンドイッチ構造を有し, 磁気モーメントがサイズ加成的に増加することに加え, スピンフィルター機能をもつことを示している。</p> <p>第4章では, V_nBz_{n+1} に比べ Bz が1ないし2分子少ない, V_nBz_n および V_nBz_{n-1} の幾何構造および電子状態について述べている。小さいサイズ ($n \leq 3$) では Bz 数によって構造が大きく異なる一方で, $n \geq 4$ では多層サンドイッチ構造およびそれ由来の電子物性が保持されることを示している。</p> <p>第5章では, 気相合成したマンガン(Mn)-ベンゼンクラスター (Mn_nBz_m) 負イオンの構造と物性について述べている。負イオンが有する新奇な曲線状一次元多層サンドイッチ構造, およびそれに由来する磁性や Mn_1Bz_1 の逐次的積層による独特の生成機構を見出している。</p> <p>第6章では, レーザー蒸発法を用いた新しい多成分ナノクラスターの気相合成装置の開発について述べている。従来に比べて10倍となる100 Hzの繰り返しパルスレーザーを用いて, サイズを制御して遷移金属-シリコン複合クラスターの正イオンを気相合成できることを示している。</p> <p>第7章では, 各章の結論を述べ本研究の成果をまとめている。</p> <p>以上要するに, 本論文は遷移金属-ベンゼンクラスターについてレーザー蒸発法を用いてその負イオンを効率的に気相合成する方法を確立し, 負イオン光電子分光法に量子化学計算を併用することによって, 幾何構造, スピン状態を含めた電子状態を明らかにした。また, 多成分ナノクラスターの機能材料化に資するナノクラスターの大量気相合成装置の開発を行なった。これらの知見と方法論は, ナノクラスターを最小の構成単位とする次世代機能材料の創出に重要な基礎をなすものであり, 物理化学, そしてナノ材料化学の発展への寄与が少なくない。よって, 本論文の著者は博士(理学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。		

※ ○○ ○○には審査担当者氏名、△△△△には、「上記審査会委員」等と記載する。