

論文審査の結果の要旨

氏名 今尾浩士

本論文は7章と7つの付録からなる。第1章は序論であり、ミュオン触媒核融合(μ CF)に関わるこれまでの研究を概観し、特に本研究と関わりの深い、 μ CF現象における固体効果、及び、そのオルソパラ効果についてのこれまでの研究を詳細にまとめている。第2章は研究の目的とその戦略についてまとめ、第3章で、中性子検出器、重水素分子のオルソパラ変換法、実験装置、特に、重水素の操作系、ラマン分光計、オルソパラ変換のコントロール系、検出装置、データ収集系、を順次記述している。第4章は、本研究で得られたデータリストを、第5章では、データ解析法を記述している。第6章は、固相、液相、気相の全ての相におけるオルソパラ効果についての実験結果を記した本論文の核心部分となっている。第7章は本論文全体の結論である。付録では、ミュオンの性質、ミュオンの原子核への吸収反応、中性子検出器のキャリブレーション、ミュオニック原子やミュオニック分子の特徴、これまでの重水素ミュオン触媒核融合($dd\mu$ CF)に関わるデータ、オルソ状態パラ状態の特徴、及び、ラマン分光法、について本論文を読む際、参考となる事項がまとめられている。以下、本論文の重要な帰結、本審査会の評価について述べる。

負のミュオンを重水素分子標的に打ち込むと、先ず $d\mu^-$ 原子が生成され、これが共鳴的に $dd\mu^-$ 分子を形成する。 $dd\mu^-$ 分子の“原子”間隔は dde^- 分子の場合の約200分の1で、このように $d-d$ 間が近距離に引きつけられるため核融合反応 ($d+d\rightarrow^3\text{He}+n$, 或いは, $d+d\rightarrow p+t$)を引き起こされることになる。核融合後に放出される μ^- は寿命がつかるか核融合生成物の α に捕獲されるまで、この核融合反応を次々と起こす。論文申請者は、この核融合サイクル率を決定している $dd\mu^-$ 形成率の D_2 の相(気相、液相、固相)依存性、さらに、 D_2 のオルソパラ状態を制御することによって回転状態依存性を包括的に研究し、広いパラメータ領域にわたって整合的なデータを得ることに初めて成功した。論文申請者は、この実験を遂行するため、(1) $d-d$ 核融合で放出される中性子の検出器を開発し、(2)大量のオルソ状態重水素を生成する装置を開発し、さらに(3)実験と平行して標的重水素のオルソパラ比を観測するためのラマンレーザー系を開発した。実験は TRIUMF 研究所(バンクーバー、カナダ)で供給される負の DC ミュオンビームを用いて行われた。

以上の実験的研究を通じ、論文申請者は、(1)固相における反応率は理論的に予測されるように下がらず、液相での反応率と同程度であることを確認し、(2)固相でもオルソパラ効果が存在し、オルソ状態では反応率が下がり、孤立系の理論的予想とは逆であることを確認し、(3)液相でも固相と同じオルソパラ効果が存在し、孤立系の理論では説明できないこ

とをはじめで見出し、(4)気相のオルソ状態はノーマル状態より反応率が高いことを確認し、(5)気相のオルソ状態では核融合中性子の時間スペクトルは 200-300ns の領域に異常を示し、指数的に減衰しないこと、を見出している。(2)と(3)は孤立系の理論との違いがこれまで考えられてきたような固体効果ではなく、むしろ凝縮相の効果として説明すべきこと、(5)は気相の現象にもこれまでの理論的取り扱いでは説明できない重要な効果の存在することを示している。論文申請者はこれが $d\mu^-$ 原子の熱化過程と関係しているのではないかと推測している。いずれの結果も信頼性が高く、かつ“驚き”を含んだもので、今後のミュオン触媒核融合研究に重要な貢献をされると考えられる。

本論文はいくつかのグループを含む多数の共同研究者との研究成果であるが、論文提出者が主体となって装置の基本設計から、立ち上げ、実験、分析を進めたもので、論文提出者の寄与が十分であると判断される。

従って、博士（理学）の学位を授与できると認める。