

氏名(国籍)	呂 英 (中国)
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	博甲第1,355号
学位授与年月日	平成7年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
審査研究科	物理研究科
学位論文題目	The Electronic Structure of Xenon Dimer Ions and Photoionization Spectra of Small Xenon Clusters (キセノン・ダイマー・イオンの電子構造と小キセノン・クラスターの光電離スペクトル)
主査	筑波大学教授 理学博士 福谷博仁
副査	筑波大学助教授 理学博士 森岡弓男
副査	高エネルギー物理学研究所助教授 理学博士 伊藤健二
副査	高エネルギー物理学研究所助教授 理学博士 田中健一郎

## 論 文 の 要 旨

本研究ではシンクロトロン放射光を光源として、超音速ノズル、高分解能しきい電子分光法、イオン飛行時間質量分析法及び電子-イオン同時計測法を行い、キセノン・ダイマー・イオン ( $Xe_2^+$ ) の基底及び励起電子状態の研究とキセノン・クラスター ( $Xe_n$ ,  $n \geq 3$ ) の光電離に関する初研究を行った。結果をまとめると、次の3点が上げられる。

(1) 立体角型しきい電子分析器及びしきい電子-イオン同時計測法を用い、キセノン・ダイマー・イオンの基底状態  $A^2\Sigma^+_{1/2u}$  の振動構造を初めて振動量子数  $v'=0$  の準位から観測した。同時に一つの新しい  $Xe_2$  のリュードベルグ系列も観測し、これが  $Xe_2^+$  の  $C^2\Pi_{3/2u}$  の励起状態に収束すると分かった。

(2)  $Xe_2^+$  の励起状態は弱い結合状態であるので振動準位間隔は狭く、その振動構造を観測するためにはより高い分解能のしきい電子分析器が必要である。そのために、新しい型(しみ出し電場型)のしきい電子分析器を組み立て、それにより920-945 Åと1022-1112 Å波長領域において、 $Xe_2$  の高分解能 ( $\Delta E = 2 \text{ meV}$ ) しきい電子スペクトルの観測に成功した。そのスペクトルから、 $Xe_2^+$  の基底状態  $A^2\Sigma^+_{1/2u}$ 、励起状態  $B^2\Pi_{3/2g}$ 、 $C^2\Pi_{3/2u}$ 、 $C^2\Pi_{1/2u}$ 、 $D^2\Sigma^+_{1/2g}$  に関するより詳しい振動構造を観測した。 $A^2\Sigma^+_{1/2u}$  状態について、立体角型しきい電子分析器で得たスペクトルより分解能が高い振動構造を観測し、 $Xe_2$  の最低イオン化ポテンシャル・エネルギー(振動準位  $v'=0$  に対応)を正確に決めた。 $C^2$

$\Pi_{1/2u}$ 状態の振動構造と  $B^2\Pi_{3/2g}$ 状態の低い振動準位も初めて観測した。それらの振動構造から  $A^2\Sigma_{1/2u}^+$ ,  $B^2\Pi_{3/2g}$ ,  $C^2\Pi_{1/2u}$ 状態の振動定数が初めて正確に求められた。 $D^2\Sigma_{1/2g}^+$ 状態について、新しい構造を観測し、この構造から、今まで予想されていた、この状態のエネルギー値より低い値が得られた。

(3)キセノン・クラスター・イオン ( $Xe_n^+$ ,  $n=2-13$ ) の飛行時間スペクトルの観測に成功し、また電子-イオン同時計測法によって、1024-1113 Å波長領域において、 $Xe_3$  (trimer),  $Xe_4$  (tetramer) の光電離スペクトルが初めて得られた。 $Xe_3^+$ と $Xe_4^+$ のスペクトルにはブロードな構造が観測され、それぞれ  $Xe_3$ と  $Xe_4$ の自動電離状態だと考えられる。

本研究では立体角型及びしみ出し電場型の二つの型のしきい電子分析器により、キセノン・ダイマーの高分解能しきい電子スペクトルの観測に成功し、キセノン・ダイマー・イオンの基底及び励起状態に関する基本データとしての振動定数やイオン化ポテンシャル値を提供する。それらのデータは van der Waals 相互作用の理論研究に対して実験根拠を与える。

## 審 査 の 要 旨

希ガス分子イオンについては世界中で長らく研究され、今も様々な面から研究されている。本研究は、この希ガス分子イオンの中でも束縛力が一番弱いキセノン分子イオンについての詳しい情報を提供している。束縛力が弱い故に振動準位間隔が狭く、そのエネルギー分解は今まで不可能であったが装置の改良、実験条件の経験的整合により、この振動準位が初めて分離され、それに伴って振動定数などの物理量が提供された。この結果は2つの論文にまとめられて発表されているが、世界的に評価を得ていると思われる。また小キセノン・クラスターについても世界で初めての情報が提供されている。

以上から本論文は博士論文として十分独創性があり、当該分野に大きく寄与するものと思われ、高く評価できる。

よって著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。