

【1】しきい光電子-光イオン コインシデンス法による KrXe^+ の振動準位の研究

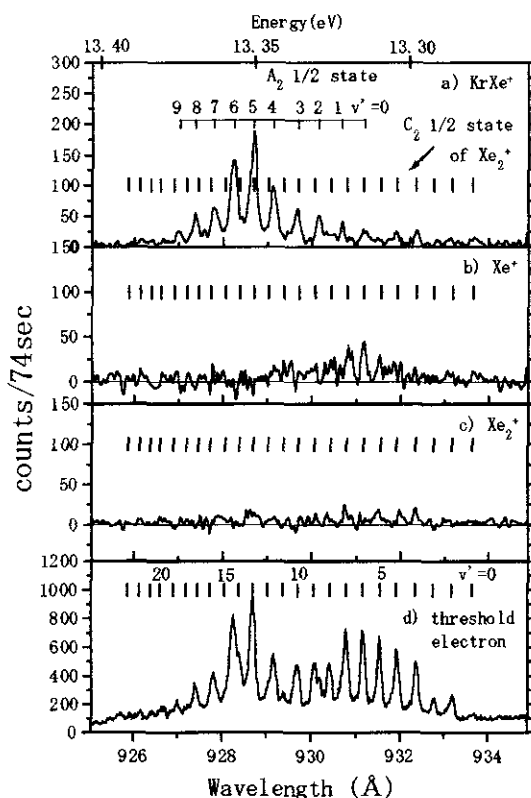
KrXe は、希ガス原子が弱いファンデルワールス力によって結びついた希ガスクラスタと呼ばれるものの一つである。近年、しきい光電子-光イオン コインシデンス法(Threshold PhotoElectron Photolon Coincidence: TPEPICO)によって、希ガスクラスタの、特に二原子分子状になったダイマーの研究が進められている。 KrXe^+ については発光スペクトルによってこれまでに2つの振動状態について振動構造が研究されているが¹⁾、今回の我々の研究によって、 Kr や Xe のイオン化エネルギー領域にある6つの電子状態すべてについて、振動スペクトルが初めて観測され、振動定数が求められ、さらに、Morse 関数を用いてこれらの電子状態のポテンシャルカーブが描かれた。

実験は、高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所のビームライン BL-20A において、3m 直入射型分光器で単色化された VUV を用いて行われた。浸みだし電場型しきい光電子分析器²⁾によって得られたしきい光電子の信号と、イオン飛行時間(Time-Of-Flight: TOF)分析器によって得られたイオンの信号をそれぞれ Time-to-Amplitude-Converter(TAC)のスタートおよびストップ信号として、しきい光電子と光イオンの同時性を取ることにによって、あるイオン種(今回では KrXe) から放出されたしきい光電子のみによるスペクトルを得るのが TPEPICO である³⁾。

右図の a) は KrXe^+ の A_2 1/2 state と呼ばれる状態の TPEPICO スペクトルである。全しきい光電子スペクトル(d)の、927~930 Å 付近のピークが KrXe^+ のスペクトルには観測されているものの、 Xe^+ (b)や、 Xe_2^+ (c)には観測されていないことが分かる。このように、 KrXe^+ の基本的な6つの電子状態について TPEPICO スペクトルを観測し、その振動状態を解析した。日本物理学会の発表では、個々の電子状態についての TPEPICO スペクトルを示し、解析結果を報告した。

References

- 1) M. Tsuji et al. Chem. Phys. Lett. 262 (1996) 349
- 2) Hall R I et al. Meas. Sci. Technol. 3 (1992) 316
- 3) H. Yoshii et al. Photon Factory Activity Report 14 (1996) 416



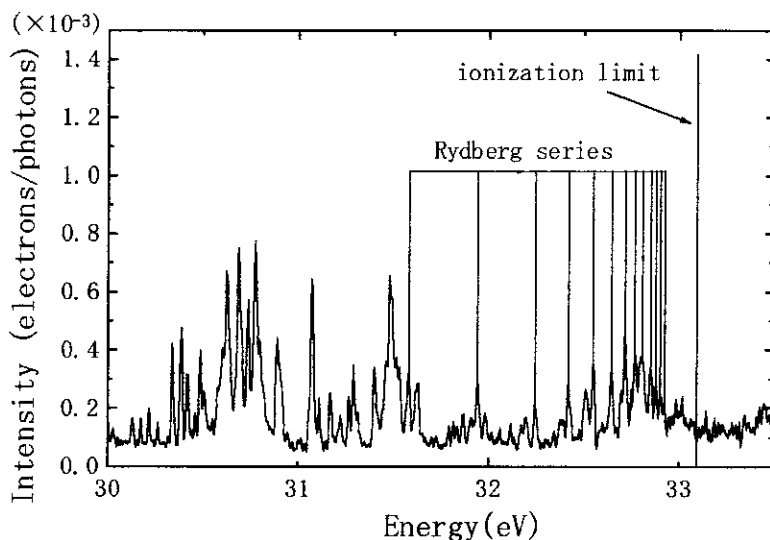
【2】 Ar, Kr, Xe イオンのサテライト

原子のイオン化スペクトル中に見いだされるサテライトスペクトルは、特に希ガスについて多くの研究がなされてきた。われわれは、300~500 Åの領域において Ar、Kr、および Xe のサテライトスペクトルを観測した。

実験は、高エネルギー物理学研究所放射光実験施設（現物質構造科学研究所）のビームライン BL20A において、3m 直入射型分光器で単色化された VUV 光を用いて行われた。実験方法はわれわれがこれまで行ってきたのと同様、しきい光電子分光法である。しきい光電子分析器としては、浸みだし電場型しきい光電子分析器が用いられた。これは、extractor の電場がアースされた screening electrode からわずかに浸みだしてきて、しきい電子だけをレンズシステムの方に引き寄せ、さらに直接レンズシステムの方に放出されたしきい電子でない電子を半球型アナライザーで排除してしきい電子だけを捕獲するというものである。

得られたサテライトスペクトルのピークのうち、大部分は Moore が解析しているが、それでも何本か、今回初めて観測されたピークがあった。また、エネルギーの高い領域については Xe²⁺ に収斂する Rydberg series が Moore に比べてはるかに高い順位まで観測され、これをもとに、Xe の第二イオン化エネルギーが算出された。右図は、その Rydberg series 近傍のものである。

日本物理学会の発表では、この Xe のサテライトスペクトルを中心に、そのほかの希ガス(Ar、Kr)のサテライトスペクトルについても解析結果を報告した。



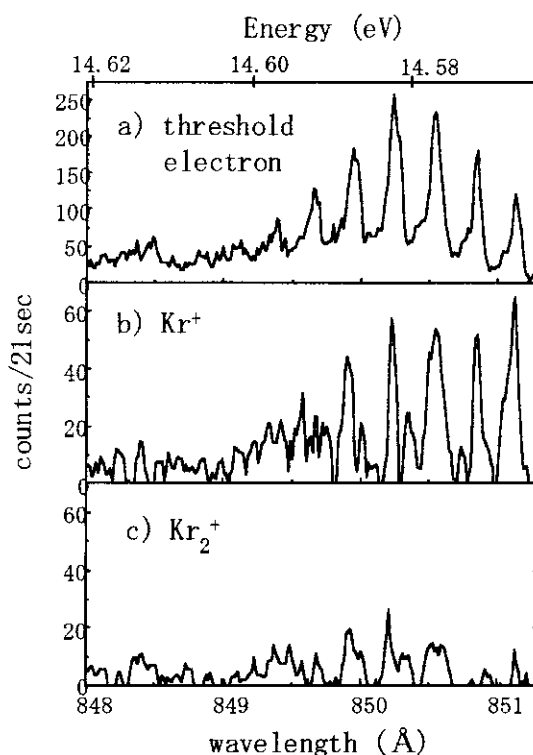
【3】 Kr₂⁺ と Xe₂⁺ の C₂ 1/2 state の前期解離

これまでに我々は様々な希ガスダイマーイオン(Ar₂⁺, Kr₂⁺, Xe₂⁺, KrXe⁺など)の振動スペクトルをしきい光電子分光法によって観測してきた。希ガス等核ダイマーイオンは、第一、第二解離極限に関連する6つの電子状態が存在することが明らかにされているが、これまでの我々の研究によって、そのうち第二解離極限に関連する C₂ 1/2 状態が前期解離を起こしている可能性を指摘されるようになった。そこで、我々は time-of-flight(TOF)イオン質量分析器を用いて、しきい光電子—光イオンコインシデンス(TPEPICO)スペクトルを取ることによって、Kr₂⁺ と Xe₂⁺ の C₂ 1/2 state が前期解離を起こしていることを確認した。

実験は、KEK-PF の BL-20A において行われた。浸みだし電場型しきい光電子分析器によって得られたしきい光電子の信号と、イオン飛行時間分析器によって得られたイオンの信号の同時性を取ることによって、あるイオン種から放出されたしきい光電子のみによるスペクトルが得ら

れた。

観測された Kr_2^+ のTPEPICOスペクトルを右図に示す。(a)は全しきい光電子スペクトルである。この領域には Kr_2^+ の $C_2\ 1/2$ 状態が存在することが理論的に予言されており、そのため我々は以前このスペクトル中の振動プログレッションを Kr_2^+ の $C_2\ 1/2$ stateとして発表した²⁾。ところがTPEPICOスペクトルを取ってみると、このプログレッションは $Kr_2^+(c)$ には観測されず、むしろ $Kr^+(b)$ の方に現れている。この領域に Kr^+ の状態がこのような形で存在するはずはもちろなく、これは Kr_2^+ の $C_2\ 1/2$ stateが前期解離を起こし、 Kr^+ と Kr に分かれてしまったため、 Kr^+ のTPEPICOスペクトル中に現れたものだと考えられる。同様な現象が Xe_2^+ でも起こっているが、 Ar_2^+ では起こっていない。



<論文>

- 1) Y. Morioka, T. Tanaka, H. Yoshii; Vibrationally Resolved TPEPICO Spectra of $ArKr$: J. Chem. Phys. 109, 1324-1328 (1998)
- 2) T. Tanaka, H. Yoshii, Y. Morioka; High Resolution threshold photoelectron spectrum of oxygen in the 18-24 eV region: J. Chem. Phys. 108, 6240-6248 (1998)
- 3) T. Hayaishi, Y. Morioka, et al.; Post-collision interaction effects of threshold photoelectrons in Kr L3-shell photo-ionization: J. Phys. B 32, 1507-1513 (1999)

<報告>

- 1) T. Hayaishi, Y. Morioka: POST-COLLISION INTERACTION EFFECTS INDUCED BY AUGER CASCADES IN INNER-SHELL IONIZATION: Photon Factory Activity Report, 14, (1997) 1998年発行
- 2) H. Yoshii, Y. Morioka, Y. Tanaka; Vibrationally Resolved TPEPICO Spectra of $KrXe$: Photon Factory Activity Report, 1, (1997) 1998年発行
- 3) T. Onuma, Y. Morioka: Pulsed Field Ionization ZEKE Spectrum of Ar_2 : Photon Factory Activity Report, 12, (1997) 1998年発行

<学位論文 (理学博士)>

吉井裕; Vibrationally Resolved TPEPICO Spectra of $KrXe$ And The Predissociation of the $C_2\ 1/2$ States of Kr_2^+ and Xe_2^+

<学位論文 (理学修士) >

尾沼猛儀 ; Pulsed Field Ionization Zero-Kinetic-Energy Photoelectron spectra of Ar₂

<学位論文 (教育修士) >

- 1) 井上光男 ; 高校物理波動分野における音の透過現象を用いた実験教材の開発
- 2) 岩佐隆司 ; 高校物理教育におけるカオス教材
- 3) 青木浩幸 ; CO₂ のパルス電場型しきい光電子分光

<学会講演>

第12回ICVUV(真空紫外光国際会議)

- 1) Multiple Post-Collision Interaction Effects Following Xe L-Shell Ionization:
T.Hayaishi, Y.Morioka et al
- 2) Vibrational Resolved TPEPICO Spectra of Hetero-nuclear Rare gas dimers; Y.Morioka
et al

日本物理学会

- 1) Ar、Kr、Xeイオンのサテライト ; 吉井裕、田中智章、猿田剛、早石達司、伊藤健二、森岡弓男
- 2) パルス電場を用いたAr₂のZEKE分光 ; 尾沼猛儀、吉井裕、石島博、伊藤洋輔、早石達司、伊藤健二、森岡弓男
- 3) しきい光電子—光イオンコインシデンス法によるKrXe⁺の振動準位の研究 ; 吉井裕、石島博、尾沼猛儀、伊藤洋輔、早石達司、伊藤健二、森岡弓男
- 4) H₂とD₂のしきい光電子分光 ; 伊藤洋輔、吉井裕、石島博、尾沼猛儀、早石達司、伊藤健二、森岡弓男

日本放射光学会

- 1) Kr₂⁺とXe₂⁺のC₂ 1/2 stateの前期解離 ; 吉井裕、石島博、尾沼猛儀、伊藤洋輔、早石達司、伊藤健二、森岡弓男
- 2) H₂とD₂のしきい光電子分光 ; 伊藤洋輔、吉井裕、石島博、尾沼猛儀、早石達司、伊藤健二、森岡弓男
- 3) 希ガス分子にZEKE光電子分光 ; 尾沼猛儀、吉井裕、石島博、伊藤洋輔、早石達司、伊藤健二、森岡弓男