

1P026

光解離画像観測のための反射型飛行時間質量分析計の開発と 金属分子クラスターの配位構造の研究

(電通大院情理工)○齋藤 広大, 下川原 翔太, 山北 佳宏

Development of a photodissociation reflectron imaging spectrometer and study of coordination structures in metal-molecule clusters

(Univ. of Electro-Communications)

○Koudai Saito, Shota Shimokawawra, and Yoshihiro Yamakita

【序】気相光解離反応の画像観測実験からは解離種の質量や運動エネルギー放出だけでなく放出方向の角度分布を知ることができ、励起状態ポテンシャル曲面や反応動力学の知見を得ることができる。われわれは、反射型飛行時間型質量分析計(リフレクトロン)を用い、親イオンを質量選別したうえでパルスレーザーで反射前に光解離させ、解離イオンを画像観測する装置を製作した。本研究では、 MgAr^+ [1]と $\text{Mg}^+(\text{CH}_3\text{COCH}_3)$ [2]について行った光解離実験について報告する。

【実験】図1に示すようなリフレクトロンイメージング装置[3]を開発した。金属を含むクラスターイオンは、金属ロッドを 532 nm のパルスレーザー(Spectra-Physics GCR-12T(S))で蒸発させ、超音速断熱膨張した試料気体と相互作用させることにより生成した。これらのイオンを内径 2 mm のスキマー1で切り出したのち加速電極で加速し、さらにクラスターイオンの分子線を整形するため内径 2 mm のスキマー2で切り出した。飛行時間で親イオンの質量選別を行い、親イオンに反射電極手前で 266 nm または 355 nm のパルスレーザー(Continuum Powerlite 9010)を照射し、光解離イオンは反射電極で反射された後にゲート動作させている $\phi 40$ の位置敏感検出器(2D-PSD, Photonis, P47)で観測した。画像は市販の汎用モノクロ CCD カメラ(Watec, 480×640 pixel)で撮影し、National Instruments LabVIEW で制御したアナログイメージングボード(National Instruments PCI-1409)を経由して PC に取り込み、重心演算カウンティングモードで測定を行った[4]。図1で、解離レーザーが紙面内方向のときは、反射電極内部の電場は偏光に垂直とみなせるため、侵入深さの違いはあるものの、解離イオンの速度成分の円筒対称

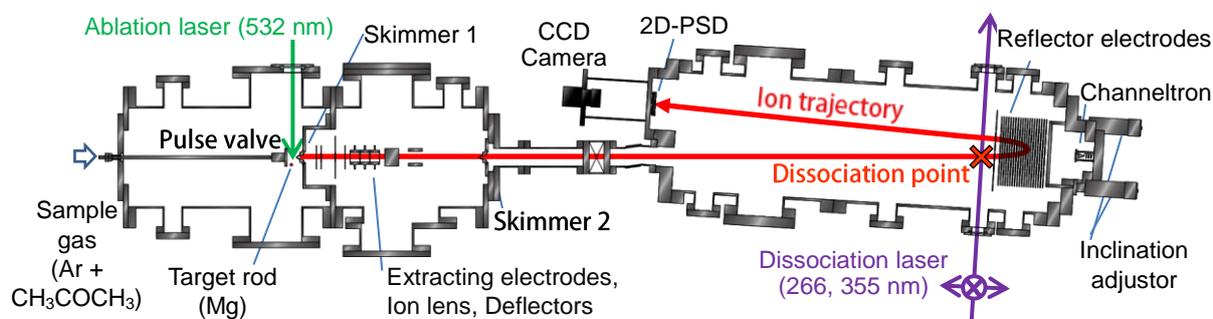


図1. リフレクトロンイメージング装置図。

赤の矢印はクラスターイオンの飛行経路、橙の×印は解離点を示す。

性は保存される。偏光が紙面外方向のときは、反射電極内部の電場が偏光に対して平行でかつ一様であり、やはり解離イオンの速度成分は円筒対称とみなすことができると考えられる。

【結果・考察】 MgAr^+ , $\text{Mg}^+(\text{CH}_3\text{COCH}_3)$ を質量選別し、それぞれについて266 nmのレーザー光で光解離させたときについて画像観測をした。図2(a), (b)に MgAr^+ クラスターイオンの画像観測の結果をそれぞれ示す。(a)は親クラスターイオン MgAr^+ の画像である。(b)は MgAr^+ を分子線に垂直な偏光のレーザーで光解離させた時の解離イオンの画像である。2つの分布が見られるが、右側の分布が解離イオン Mg^+ によるものであり、左側の分布は飛行時間がほとんど重なる Mg_2^+ によるものと考えられる。解離イオン Mg^+ は親クラスターイオン MgAr^+ よりも質量の分だけ並進エネルギーが小さいので反射電極内への侵入が浅くなり、親イオンよりも中心位置がずれている。つまり、解離イオンの質量に依存した中心位置が得られている。

図3に $\text{Mg}^+(\text{CH}_3\text{COCH}_3)$ の解離種の飛行時間スペクトルを示す。これは解離レーザーを照射し

ない時のスペクトルを引いた差分スペクトルである。(a)は分子線に対して解離レーザーの偏光が平行のとき($E//Z$)、(b)は垂直のとき($E\perp Z$)を表している。解離フラグメント Mg^+ が48 μs 付近に観測された。Duncanらによって355 nmの解離光を用いたとき報告されていた MgCH_3^+ や CH_3CO^+ は検出されなかった[2]。また、両偏光条件について解離種のスペクトルに変化は見られなかった。

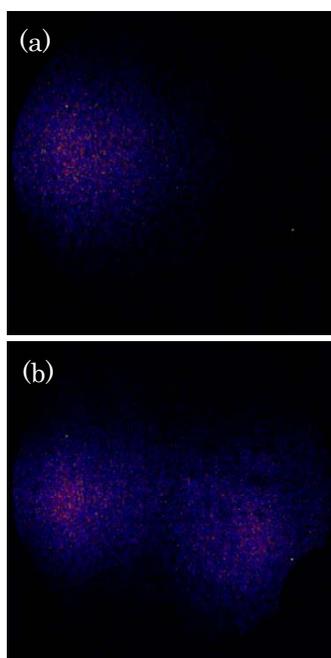


図2. (a) MgAr^+ の観測画像。(b) MgAr^+ の解離フラグメント(右側)の観測画像。 Mg_2^+ が左側に見える。

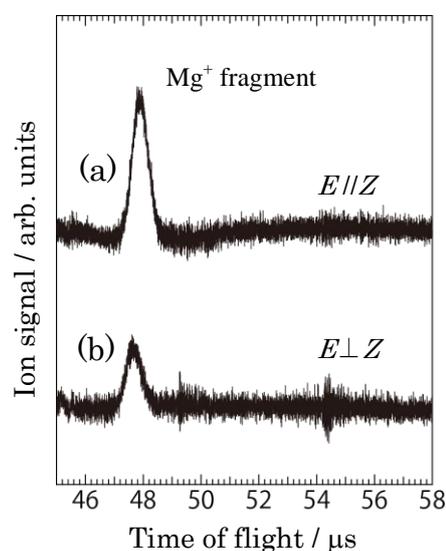


図3. $\text{Mg}^+(\text{CH}_3\text{COCH}_3)$ の解離フラグメントの飛行時間スペクトル。分子線に対して解離レーザーの偏光が(a)は平行、(b)は垂直のときである。

- [1] 星野浩志, 山北佳宏, 鈴木良知, 齊藤雅嵩, 小安喜一郎, 美齊津文典, 第5回分子科学討論会, 3A07 (2011).
- [2] C. S. Yeh, K.F. Willey, D. L. Robbins, and M. A. Duncan, *Int. J. Mass Spectrom. Ion Processes* **131**, 307 (1994).
- [3] B. D. Leskiw, M. H. Kim, G. E. Hall, and A. G. Suits, *Rev. Sci. Instrum.* **76**, 104101 (2005).
- [4] W. Li, S. D. Chambreau, S. A. Lahankar, and A. G. Suits, *Rev. Sci. Instrum.* **76**, 063106 (2005).