

## 4C10

### 静電型イオン蓄積リングを用いたフラレン負イオンの分光学的研究

(首都大院理工) 後藤基、外川茉実、神野智史<sup>+</sup>、高雄智治、奥野和彦、田沼肇、東俊行、兒玉健、城丸春夫、阿知波洋次

[はじめに]

我々は静電型イオン蓄積リング(TMU E-ring)を建設し、孤立イオンと原子、分子、光子との衝突実験を行っている。これまでにビーム制御技術の開発や原子・分子イオンを対象とした実験について報告した[1,2]。今回はフラレン類を対象とした実験を行った。

多くの場合炭素クラスターイオンは高温状態で生成し、冷却によって構造が決まるので、蒸発や衝突のように比較的急速に冷却した場合複数の異性体が生成する。一方高温のクラスターを冷却する手法として輻射冷却を用いた場合、非常に遅い冷却により最終的に最安定構造に落ち着く可能性がある。そこでTMU E-ringを用いて輻射冷却による構造変化を追跡してクラスターの幾何構造が形成される過程の情報を得るため、まずレーザー脱着で生成した高温のC<sub>60</sub>負イオンの構造および状態を調べる実験を行った。

[実験]

実験の概略図を図1に示す。C<sub>60</sub>のキャスト膜をレーザー脱着することによって生成したC<sub>60</sub>負イオンのパルスビームをリング内の直線部(Line A)に入射し、リング内に蓄積した。レーザー脱着型イオン源に

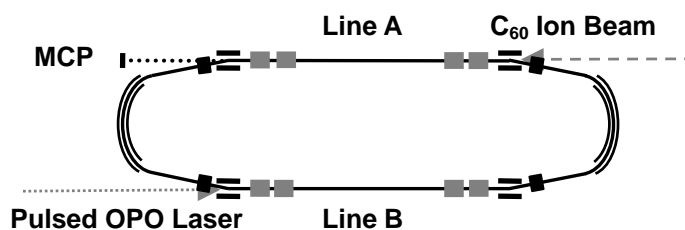


図1 実験の概略図。

は質量選別装置が設置されていないため、イオンの周回と同期してリング内の上下偏向電極にパルス電圧を印加することによって、イオン源において生成したフラグメントイオン等の不純物イオンを除去した。

イオン入射から約75ミリ秒後、もう一方の直線部(Line B)において近赤外波長可変レーザーを負イオンに集光(約2 $\mu$ m)して照射し、生成した中性粒子をLine A下流に設置したMCPを用いて観測した結果を図2に示す。この図からレーザー照射に誘起されて中性粒子が生成していることがわかる。本研究では近赤外領域の光を用いたため、電子脱離や解離により中性粒子を放出するためのエネルギーを得るためには多光子吸収が必要となる。そこで中性粒子の収量の励起波長依存性およびレーザーフルエンス依存性を調べた。

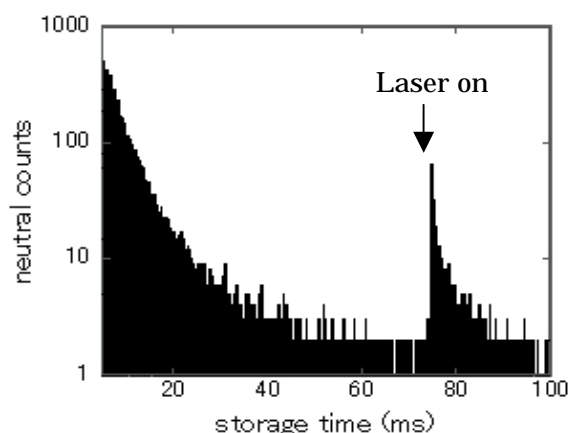


図2 中性粒子検出数の蓄積時間依存性。イオン入射から約75ミリ秒後にレーザーを照射した。

[結果および考察]

負イオンの励起状態とのエネルギー差に対応する波長の光を照射した場合、共鳴的な多光子吸収が起こる確率が増大し、それに伴って生成する中性粒子の収量も増大する。従って、レーザーの波長に対して生成した中性粒子の収量をプロットしたものは負イオンの吸収スペクトルに対応する。測定したスペクトルを図 3(a)に示す。イオンの内部温度が高いため幅広いスペクトルとなったが、吸収帯をはっきりと確認できる。図 3(b)にヘリウムガスフロー中におけるレーザー脱着により生成した高温のC<sub>60</sub> 負イオンを対象とし、one-pass実験によって測定された吸収スペクトル[3]、および図 3(c)にプラズマイオン源で生成した高温のC<sub>60</sub> 負イオンビームを磁場型イオン蓄積リングに入射し、レーザーとの合流実験から得られた吸収スペクトル[4]を示す。これらの異なる実験から得られた結果と今回の結果を比較すると、吸収帯の波長領域はほぼ同一であるがスペクトルの形状は若干異なっていることがわかる。従って、ケージ構造や内部温度の異なるC<sub>60</sub>負イオンが生成している可能性が示唆された。

また、励起波長が 10000 cm<sup>-1</sup>および 9500 cm<sup>-1</sup>におけるレーザーフルエンス依存性を調べた結果を図 4 に示す。この図より、この二つの波長では異なるレーザーフルエンス依存性を示していることがわかる。その理由として、それぞれの波長において内部エネルギーの異なるイオンによる光吸収が起きていると考えられる。

今後はイオン化の条件を変化させることによる吸収スペクトルの変化の有無を調べるとともに、吸収スペクトルの蓄積時間依存性から輻射冷却に伴う構造変化を追跡する事を予定している。

- [1] 城丸他 分子構造総合討論会 2006 1C11.
- [2] 後藤他 分子構造総合討論会 2006 2P125.
- [3] T. Kodama *et al.*, JPC **98**, 10671 (1994).
- [4] K. Hansen *et al.*, EPJD **9**, 351 (1999).

(<sup>†</sup>現所属 千葉大院工)

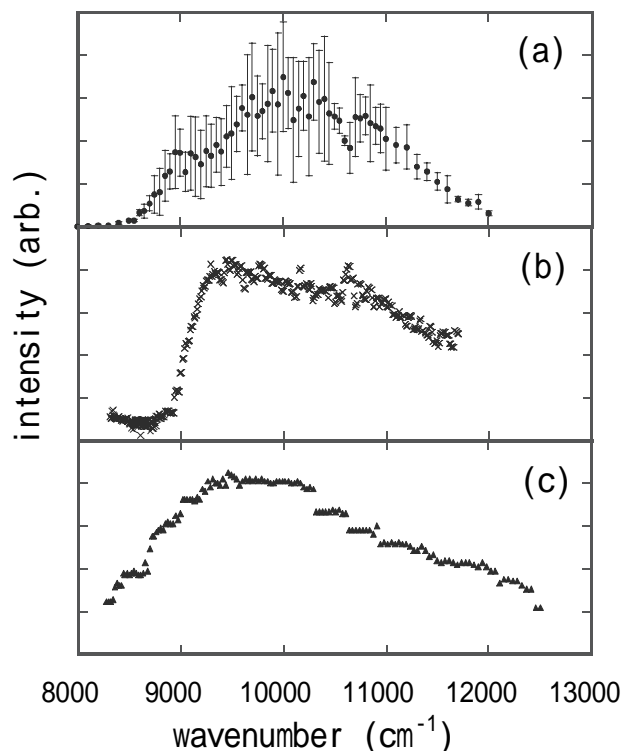


図 3 (a)今回測定した高温C<sub>60</sub>負イオンの吸収スペクトル。(b)(c)過去に報告されている高温C<sub>60</sub>負イオンの吸収スペクトル[3,4]。

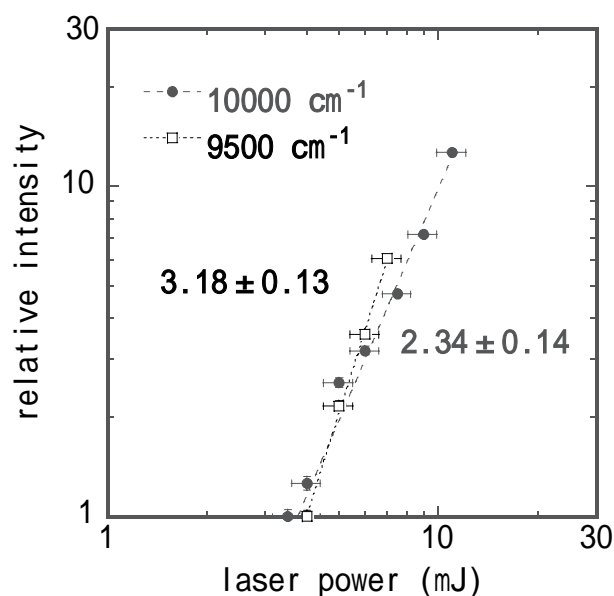


図 4 励起波長が 10000 cm<sup>-1</sup>(●)および 9500 cm<sup>-1</sup>(□)における反応収量とレーザーフルエンス依存性(両対数プロット)。挿入値は傾きを示す。