

## ヘリウムクラスター・コバルトクラスター複合体の形成と 赤外光解離分光

<sup>1</sup>コンポン研, <sup>2</sup>豊田工大  
○尾高英穂<sup>1</sup>, 市橋正彦<sup>2</sup>

### Formation of He cluster – Co cluster complexes and their infrared photodissociation spectroscopy

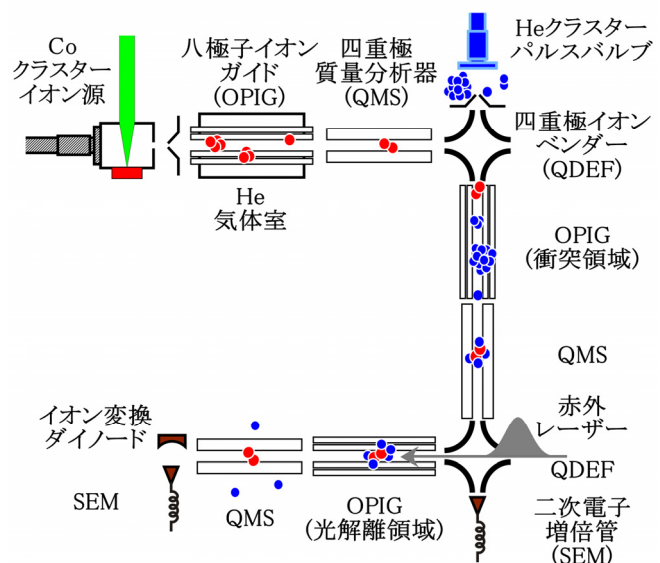
○Hideho Odaka<sup>1</sup>, Masahiko Ichihashi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> East Tokyo Laboratory, Genesis Research Institute, Inc., Japan

<sup>2</sup> Cluster Research Laboratory, Toyota Technological Institute, Japan

**【Abstract】** Spectroscopic measurements of cryogenically cooled metal clusters are very powerful to understand the electronic and geometric structures of the clusters. Cluster complexes ( $\text{Co}_2^+\text{He}_n$ ) were produced by merging pulsed beams of  $\text{He}_N$  and  $\text{Co}_2^+$  synchronously. Irradiation of infrared laser onto the cluster complexes induces the release of He atoms from the complexes. Bare  $\text{Co}_2^+$  ions were detected as the photodissociation products, and the relative intensity was measured as a function of the wavenumber of the infrared laser. The infrared photodissociation spectrum of  $\text{Co}_2^+\text{He}_n$  obtained showed some dissociation peaks, and the origin of these peaks is considered to be electronic transitions of  $\text{Co}_2^+$ .

**【序】** 気相中の金属クラスター上で起こる化学反応機構を明らかにするためには、クラスターを対象とした分光測定が非常に有力な手法である。特に、極低温に冷却したクラスターを用いることで、クラスターの電子構造や幾何構造に関する詳細な知見を得ることができる。我々は極低温に冷却したパルスバルブを用いてヘリウムクラスタービームを生成した。そして、これを金属クラスターイオンビームと合流衝突させることにより、ヘリウムクラスターが金属クラスターを取り込んだクラスター複合体の生成を確認した。さらに、このクラスター複合体に対して波長可変赤外レーザーを照射することでヘリウム原子の脱離を誘起し、コバルトクラスターイオンの赤外光解離スペクトルを測定した。



**【実験】** 実験装置の概要を図1に示す。 図1 実験装置の概要図。

コバルトクラスターイオンはレーザー蒸発法により生成し、ヘリウム気体を満たした気体室を通して並進エネルギー分布を狭めた。続く四重極質量選別器 (QMS) でコバルトクラスターイオンのサイズを選別した後に、四重極イオンベンダー (QDEF) を用いて八極子イオンガイド (OPIG, 衝突領域) へ導いた。一方、ヘリウムクラスターは 16 K に冷却された極低温パルスバルブからヘリウム気体 (純度 99.99995%以上) を押し圧 20 bar, パルス幅 30  $\mu\text{s}$  で噴出させることで生成した。このヘリウムクラスターのビームをスキマーにより切り出した後に衝突領域へ導入した。2つのビームの相対速度は衝突領域の OPIG の直流バイアス電位により制御した。合流衝突により生成したクラスター複合体を 2つめの QMS を用いて選別し、さらに QDEF を用いて OPIG (光解離領域) へ導いた。光解離領域で波長可変赤外レーザーをクラスター複合体へ照射し、ヘリウム原子の脱離を誘起した。脱離によって生じる裸のコバルトクラスターイオンの量をイオン変換ダイノードと組み合わせた二次電子増倍管 (SEM) を用いて波数の関数として測定することで赤外光解離スペクトルを得た。

**【結果・考察】** この測定において明瞭な光解離スペクトルを得るためには、解離前のクラスター複合体強度はきわめて重要である。分光測定に向けて、まずはヘリウムクラスター生成条件の一つである押し圧を変化させ、得られるクラスター複合体の強度を最適化した。ここで、衝突の相対速度は実験上の最適値である  $2.0 \times 10^3$  m/s とした。Co<sub>2</sub><sup>+</sup>を取り込んだクラスター複合体 Co<sub>2</sub><sup>+</sup>He<sub>n</sub> の強度とヘリウム気体の押し圧との関係を図 2 に示す。Co<sub>2</sub><sup>+</sup>He<sub>n</sub> の強度は衝突領域の直進方向にある SEM で測定した。一方、理論的な Co<sub>2</sub><sup>+</sup>He<sub>n</sub> の強度はヘリウムクラスターの平均サイズに依存する幾何学的断面積から見積もられる。高い押し圧領域で実験値が理論値より小さくなる傾向にあるが、これは質量数の大きいクラスター複合体に対して検出器の感度が低下しているためと考えられる。

次に、Co<sub>2</sub><sup>+</sup>He<sub>n</sub> の赤外光解離スペクトルを図 3 に示す。6300 cm<sup>-1</sup> 付近に明確な解離ピークが存在することがわかる。量子化学計算の結果と比較すると、このピークは Co<sub>2</sub><sup>+</sup> の電子遷移に由来することが推測される。発表では測定したスペクトルを詳細に検討し、報告を行う。

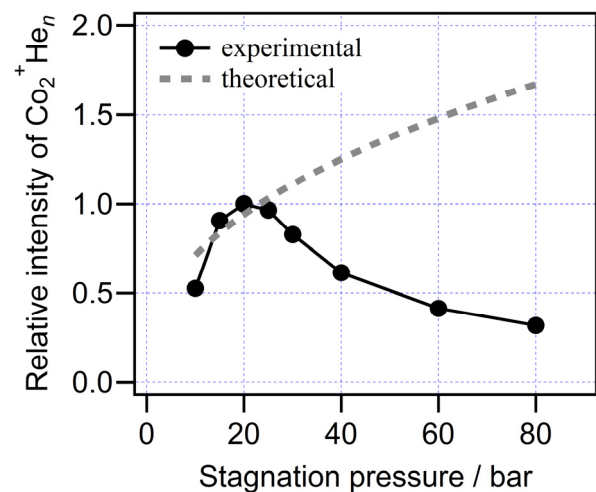


図 3 Co<sub>2</sub><sup>+</sup>He<sub>n</sub> 強度とヘリウム気体の押し圧との関係。実線は実験値，破線は理論値を示す。

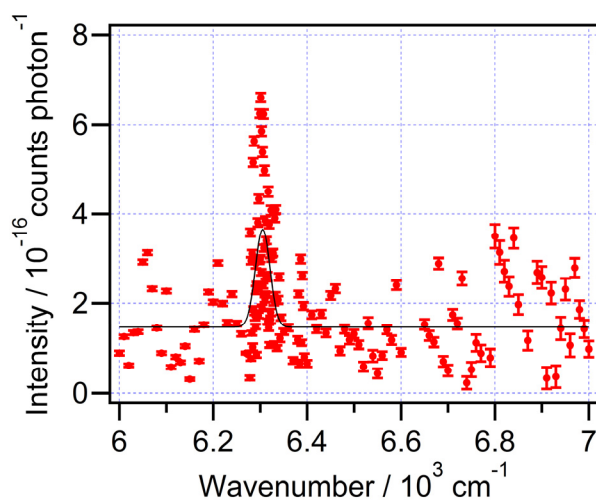


図 2 Co<sub>2</sub><sup>+</sup>He<sub>n</sub> の赤外光解離スペクトル。