



Title	The study on characteristics of mercury cluster ions from sputtering ion source
Author(s)	佐藤, 貴弥
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/43636">https://hdl.handle.net/11094/43636</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	佐藤貴弥
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第16737号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	The study on characteristics of mercury cluster ions from sputtering ion source (スパッター法により生成した水銀クラスターの研究)
論文審査委員	(主査) 教授 交久瀬五雄
	(副査) 教授 赤井 久純 教授 大山 忠司 教授 木下 修一 助教授 石原 盛男

### 論文内容の要旨

本研究では、スパッター法により生成した水銀クラスターの性質について報告した。クラスターとは、原子・分子が数個から数千個集まった集合体であり、原子と固体を結ぶ中間相のひとつである。水銀二量体は、van der Waals結合であり、水銀バルクは、金属結合である。水銀の場合、金属・非金属遷移がクラスターサイズ（クラスターの構成原子数）20程度でおこることが知られている。

本研究の内容は以下の3項目にまとめられる。

#### ①水銀・銀複合クラスターのサイズ分布と分裂パターン

水銀・銀複合クラスター  $Hg_nAg^+$ ,  $Hg_nAg_2^+$  のサイズ分布について調べた。サイズ分布は、クラスターの構造を知る上でのてがかりとなる。その結果、 $Hg_nAg^+$  のサイズ分布は比較的電子の殻構造が反映したものであった。それに対して  $Hg_nAg_2^+$  のなかで安定な構造をもつことがわかった、 $Hg_{18}Ag^+$  は幾何学的な構造であると考えられる。

#### ②2価と3価水銀クラスターにおける fission と evaporation の競合

多価クラスターの場合、分裂経路は大きく2種類に分けられる。すなわち、 $X_n^{i+} \rightarrow X_m^{j+} + X_{n-m}^{(i-j)+}$  ( $i = j$ : evaporation,  $i > j$ : fission) である。一般的に、fission と evaporation は競合過程であり、その2過程が同確率でおこるサイズ (Appearance size) より小さいサイズでは、fission が優勢となる。本研究では、2価と3価水銀クラスターにおける Appearance size を、evaporation と fission を直接観測することにより決定した。また、fission の経路についても調べた。その結果、2価クラスターの経路は、小さいサイズでの van der Waals 結合の影響を大きく受けていることがわかった。

#### ③スパッター法により生成したクラスターの寿命分布

スパッター法では比較的内部エネルギーの高いクラスターが生成することが知られている。KKR理論によれば、クラスターの分裂における寿命  $\tau$  は、内部エネルギー  $E_{int}$  と解離エネルギー  $E_d$  の比の関数として以下のように表される。

$$k=1/\tau = k_0(I-E_d/E_m)^{3n-7} \quad (n: \text{クラスターサイズ})$$

すなわち、寿命分布を調べることにより、クラスターのもつ内部エネルギーについて評価することができる。本研究では、水銀・銀複合クラスター ( $E_d=0.2\text{eV}$ ) と銀クラスター ( $E_d=2\text{eV}$ ) の分裂率の時間依存性を実験的にもとめ、それを用いてクラスターの寿命分布を計算した。その結果、2つのクラスターの分裂率には大きな違いがなく、寿命が広く分布していることがわかった。また水銀・銀複合クラスターについては寿命分布のサイズ依存性から、 $\text{Hg}_{12}\text{Ag}^+$ が比較的安定なクラスターであることがわかった。このクラスターは正二十面体構造であると考えられる。

#### 論文審査の結果の要旨

佐藤君は水銀 ( $\text{Hg}$ ) および銀水銀複合クラスター  $(\text{Hg})_n\text{Ag}^+$  をスパッター法で作製し、質量分析し、諸性質を調べた。

研究内容は

- ① 2 倍、3 倍クラスターのクリティカルサイズを決定した。
- ② 1、2、3 倍クラスターの分裂様式を決定した。
- ③ 分裂寿命を決定し、寿命分布からスパッター法で作製されたクラスターは色々なエネルギーレベルに分布していることを示した。

以上の業績は博士（理学）の学位論文として十分価値のあるものと認める。