

103 番元素ローレンシウムの揮発性研究のための表面電離イオン源モンテカルロシミュレーション

(原子力機構¹、茨城大院理工²、PSI³) ○佐藤 哲也^{1,2}、Robert Eichler³、永目 諭一郎¹
Monte Carlo Simulation of Surface Ion-source for Adsorption Study of Lawrencium, Element 103 (¹JAEA, ²Ibaraki Univ., ³PSI) ○Tetsuya K. Sato^{1,2}, Robert Eichler³, Yuichiro Nagame¹

Element 103, lawrencium (Lr) has been pointed out that it might have significantly high volatility more than that of lutetium (Lu), the lanthanide homolog of Lr, owing to an influence of the strong relativistic effect¹⁾.

In our previous work, we have measured the first ionization potential of Lr by using the surface ionization method²⁾. In the method, Lr atom was surface ionized on a tantalum surface at a high temperature. If the surface temperature is sufficiently high, the ionization efficiency of Lr can be estimated by the Saha-Langmuir (S-L) equation. However, an adsorption loss of the atoms of interest onto the metal surface could be inevitable at a low temperature. In that case, the apparent ionization efficiency would become smaller than the value predicted from the S-L equation.

In this work, we have developed a Monte Carlo simulation code to estimate the adsorption loss of atoms on the ion-source surface. The simulation code describes the ionization behavior of the atoms by combining the thermal ionization process in the ionizer³⁾ and the adsorption-desorption process on the surface.

Keywords : Lawrencium; Monte Carlo simulation; Volatility; Surface ionization

アクチノイド系列末端に位置する 103 番元素ローレンシウム(Lr)は、大きな原子番号に起因する強い相対論効果の影響によって、ランタノイド系列末端のルテチウム(Lu)に比べて、高い揮発性をもつ可能性が指摘されている¹⁾。

我々はこれまでに、新たに開発した表面電離法を用いて Lr の第一イオン化エネルギー決定にはじめて成功するとともに、理論計算との比較から Lr 原子の電子構造を類推してきた²⁾。この手法では、高温のタンタル金属表面を用いて、Lr 原子の表面電離イオン化をおこなう。金属表面温度が十分高い場合、イオン化効率は Saha-Langmuir 式³⁾によって見積もることができるが、温度が低い場合には、金属表面への対象原子の吸着損失が避けられず、見た目のイオン化効率は S-L 式からの予想値よりも小さくなる。

本研究では、イオン源表面における対象原子の吸着損失を見積もるため、モンテカルロシミュレーションコードの開発をおこなった。本シミュレーションコードでは、熱イオン化過程³⁾と、固体表面における吸着-脱離過程を組み合わせることで、対象原子のイオン化挙動を記述した。

1) B. Eichler et al., Inorg. Chim. Acta **146** (1988) 261-265.

2) T. K. Sato et al., Nature **520** (2015) 209-211.

3) R. Kirchner, Nucl. Instrum. Method A **292** (1990) 203-208.