

励起状態衝突緩和を利用した放射性セシウムの 高効率レーザー同位体分離

松岡雷士、結城謙太、小林孝徳、園山裕太郎、西谷徳高、難波慎一

広島大

<http://home.hiroshima-u.ac.jp/plasma/>

放射性セシウムの同位体分離が成功すれば、中性子照射による核変換処理を実効的に行うことが可能となる。しかしながら放射性セシウムCs-135と安定セシウムCs-133は重元素であるが故に質量比が1.015程度であり、質量差を利用した分離はほとんど機能しない。また分光学的な特性も非常に似ており、特定の超微細構造間遷移に着目した場合の同位体シフトはわずか200 MHz程度、しかも近接する別の遷移まで考慮に入れた場合は実際のシフトはわずか30 MHz程度しか利用できない。レーザー冷却などの技術によって少数の原子を選択励起することは十分に可能ではあるが、工業利用が可能な高効率同位体完全分離は例えレーザーを用いたとしても、実現が非常に難しい状況となっている。

ここで我々は1970年代から世界中で盛んに研究されたものの、現在はあまり実験研究が行われていない「光誘起ドリフト」という現象に着目した。光誘起ドリフトはレーザーに共鳴した原子の電子励起状態のみがバッファガス中で衝突緩和(多数回の衝突によって引き起こされる熱分布への速度再分配)を引き起こすことで生ずる原子集団の大規模な流れである(図1)。

我々は光誘起ドリフトを利用して放射性セシウムの分離を行うことを想定し(図2)、これまでにセシウム希ガス間での原子間ポテンシャルの計算[1]、及び、強衝突を仮定したドリフト速度の同位体差の数値計算を行った。理論研究の結果、実験室レベルの小さな装置においても、本手法で年間最大600 g 程度のセシウムが処理できることを明らかにした。

講演では理論研究の詳細に加え、実験装置の開発状況、及び、アルゴンアークジェットプラズマ中での飽和吸収分光によって観測されたシグナルと光誘起ドリフトとの関連性についても紹介する。

[1] Takanori Kobayashi, Kenta Yuki, and Leo Matsuoka, "An Ab Initio Study on Four Low-lying Electronic Potential Energy Curves for Atomic Cesium and Rare Gas Pairs", Chem. Lett., 45 pp.1400–1402 (2016).

