

光誘導ドリフトによるセシウムの高効率同位体分離の安定同位体実験

An experimental study with a stable isotope for highly efficient separation of cesium isotopes utilizing light-induced drift

*松岡 雷士¹, 草野 雄也², 西谷 徳高², 吉村 善治², 中野 圭視²,
後藤 仁志², 溝口 亮², 松下 智悟², 結城 謙太², 小林 孝徳²

¹広島工業大学, ²広島大学

熱分布のある原子集団全体に対してレーザーを用いて並進速度を付与できる光誘導ドリフトを実装し、Cs-133のみを用いたセシウム同位体分離模擬実験を行った。波長による光誘導ドリフト方向の目視レベルでの完全な制御に成功し、Cs-133とCs-135の高効率完全同位体分離の実現を示唆する実験結果を得た。

キーワード：核変換，地層処分，レーザー，Cs-135

1. 緒言

Cs-133とCs-135を実用的な効率で同位体分離できれば、核変換の効率化によって地層処分への負担を軽減できる。しかしながらセシウムはレーザーを用いたとしても高効率同位体分離が原理的に困難とされている。我々は熱分布全体に並進速度を同位体選択的に付与できる技術である光誘導ドリフトに着目し、理論研究によってその実現性と効率の高さを実証した[1]。本研究ではCs-133のみを用いた光誘導ドリフト観測実験装置を実際に開発し、発光観測によるドリフトの目視観測とガス種・ガス圧依存性の検証等を行った。

2. 実験方法と結果

光源として波長852nmの半導体レーザーを二台使用し、それぞれ $F''=3$ と $F''=4$ の準位を励起できるように波長を調整した。直径40mmのガラスセルを円盤状の仕切り板で三つのゾーンに区切り、仕切り板の中央にレーザーとセシウム原子を通過させるための直径5mmの穴を作った。蒸気源としてセシウムインゴットを液状にして真ん中のゾーンに流し込んだ。内部の圧力はターボポンプで一端 10^{-4} Paまで排気した後、希ガスを100Paから1000Pa程度充填した。レーザー波長、ガス種、ガス圧を調整しながらIRビューアーと赤外線カメラでセシウムの発光を観測した。Ar、Kr、Xeをバッファガスに用いた際に明瞭な光誘導ドリフトが観測された。ドリフトの方向はレーザー波長の調整によって完全に制御が可能であり、逆方向への噴出しが目視レベルで存在しない状態を実現することが出来た。この結果はCs-135が混在している状態において完全な同位体分離が実現できることを強く示唆する結果である。

3. 結論

本実験によって光誘導ドリフトによるセシウム同位体分離の光プロセス部の実証はほぼ完了した。この先はホット試験に先立ち、セシウム原子の化学的な安定性を長期的に確保する環境構築等が課題となる。

参考文献

[1] Kenta Yuki, Takanori Kobayashi, and Leo Matsuoka, "Numerical analysis of highly efficient laser-based method of radioactive Cs isotope separation utilizing light-induced drift in D_1 and D_2 transitions in rare gases", JOURNAL OF NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGY, **54**, 1240-1250 (2017).

*Leo Matsuoka¹, Yuya Kusano², Noritaka Nishiyama², Yoshiharu Yoshimura², Keishi Nakano², Hitoshi Goto², Ryo Mizoguchi², Tomonori Matsushita², Kenta Yuki², and Takanori Kobayashi²

¹Hiroshima Inst. of Tech., ²Hiroshima Univ.