

受賞報告

法政大学理工学部創生科学科 松尾由賀利

応用物理学会第9回(2015年度)フェロー表彰

「レーザーアブレーションと分光による原子分子基礎過程の研究」

2015年9月13日

研究概要

筆者はレーザーアブレーション法とレーザー分光を組合せることにより、レーザーアブレーション法の種々の応用から、極微の世界である原子や分子の精密レーザー分光を用いた基礎物理まで、物理学および応用物理学の広い領域にまたがる研究を行ってきました。

分光とは、その名のとおり光の波長を分ける学問です。遠くは宇宙の彼方の天体が発する光から、近くは身近にある物質さらにはその構成要素である原子や分子に特有の波長の光まで、それらの波長を詳しく調べることにより対象となる物体の性質を知ることができます。特に、1960年のレーザーの発明以降、レーザーを用いた分光はレーザー技術の進歩とともに飛躍的な発展を遂げてきました。

そして現在、レーザー分光は現代科学において、最も精密な測定を可能とする学問領域となっており、レーザー分光の手法を駆使すれば原子、分子、イオン等の遷移周波数を極めて高い精度で決定することができます。しかし、低温などの特異な環境下で原子、分子、イオンを発生させる、あるいは融点の高い金属や大きな分子を原子化させるには、通常の方法では困難があります。

そこで筆者はレーザーアブレーションを利用した原子化法を用いることで、さまざまな環境下でのレーザー分光を可能にしました。レーザーアブレーションとは、パルスレーザー光を固体ターゲットに集光して瞬間的に高温にすることで蒸発・気化させる手法で、固体表面からは原子、分子、イオン、電子、クラスター等が爆発的に放出されます(図1)。このため低温ガスや液体中など特異な環境下においても原子、分子、イオンの線源とすることができます。加えて固体の微細加工・改質、薄膜・超微細粒子の創成、微量元素分析など非常に広い分野にわたって応用される技術です。

レーザーアブレーションのこの特質を生かして、低温ヘリウムガス、液体ヘリウム環境など、これまで原子の導入が困難であった環境下に原子、分子、イオンを静かに導入することが可能になりました。これら特異な環境下での原子分子のエネルギー準位間隔の精密な測定、エネルギー状態間の移動の研究(文献[1,2])、スペースを取らない簡便なイオン源としてスピン偏極イオン源の生成を行いました(文献[3])。さらに、レーザーアブレーションの発生過程そのものについても、精密レーザー分光の手法を適用することでこれまでに観察されなかった動的現象を解明しました(文献[4])。これらの結果は、超短パルスレーザーアブレーションを用いた質量分析器の設計に生かされ、有機分子の原子化や、分子の解離・重合過程の研究に役立てられています(文献[5,6])。

参考文献

- [1] T. Furukawa, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **96**, 095301 (2006). [2] Y. Fukuyama, *et al.*, Phys. Rev. A **75**, 032725 (2007). [3] Y. Matsuo, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **46**, 1181 (2007). [4] Y. Matsuo, *et al.*, Appl. Phys. A **92**, 993 (2008). [5] M. Kurata-Nishimura, *et al.*, Appl. Phys. Express, **3**, 047002 (2010). [6] T. Kobayashi, *et al.*, Appl. Phys. Express **6**, 06631 (2013).



図1 パルスレーザーで固体表面を照射した際にみられる発光