

レーザーアブレーションによって生成されるナトリウム蒸気の時間分解吸収分光測定

池田凌* 鶴添文人* 窪寺昌一** 加来昌典*
(*宮崎大学)(**創価大学)

1 はじめに

近年,ナトリウムは真空紫外域において高い透過特性を有する可能性があることが報告されている.[1]そこで我々は,ナトリウムの真空紫外域の光学特性を明らかにしようとしている.しかしナトリウムは反応性が高く,とても取り扱いが難しい物質でもある.そこで我々は真空中でレーザーアブレーションによって生成されるナトリウム蒸気を用いる手法を提案している.しかしながら,レーザーアブレーションによって生成されるナトリウム蒸気は時間的に密度や体積が変化するため,真空紫外域の分光測定に用いるには,それらを明らかにする必要がある.

今回,既知であるナトリウムの D 線(D1: 589.6 nm, D2: 589.0 nm)を用いた時間分解吸収分光測定を行い,ナトリウム蒸気の時間的な変化を測定したので報告する.

2 実験方法

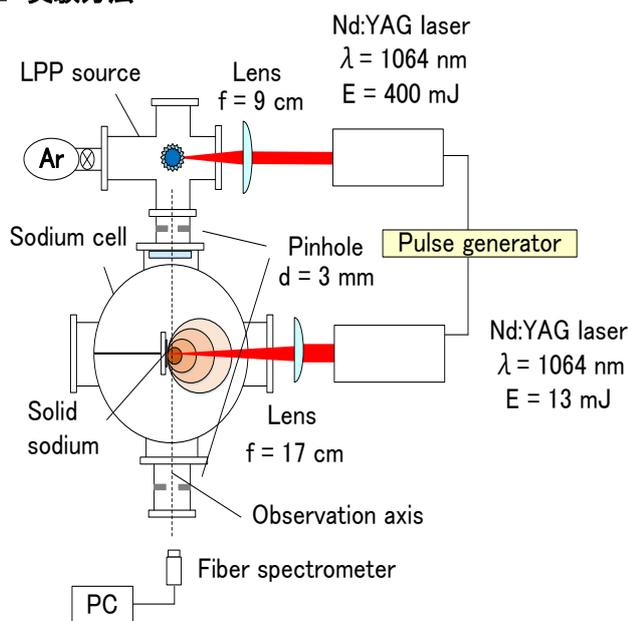


図 1 実験装置概略図

図 1 に実験装置概略図を示す.実験装置は,レーザープラズマ光源部,ナトリウムセル,ファイバー分光器によって構成されている.

光源部では, Nd:YAG レーザーを焦点距離 9 cm の集光レンズを用いて 0.12 MPa のアルゴンガスの封入されたチャンバー内に集光照射することでアルゴンプラズマを生成した. レーザー生成アルゴンプラズマからの可視域全域に亘る広帯域発光を光源として用いた. 同期されたもう一方の Nd:YAG レーザーを焦点距離 17 cm の集光レンズで, 真空のナトリウムセル内に設置した固体ナトリウムに集光照射し, レーザーアブレーションによってナトリウム蒸気を生成した. また観測軸と固体ナトリウムとの距離は 0.1 cm とした. ナトリウムの蒸気を透過した光を可視域用のファイバー分光器を用いて吸収スペクトルの測定を行った. パルスジェネレーターによって二台の Nd:YAG レーザーに任意の遅延時間を与

えた. また 2 つのピンホールを設置し測定軸以外の迷光が分光器に入射するのを防いだ.

3 結果と検討

図 2 にナトリウム蒸気の吸収スペクトルを示す. 横軸は波長, 縦軸は吸光度となっている. ナトリウムの D 線は 2 本 (D1: 589.6 nm, D2: 589.0 nm) 存在するが, 使用したファイバー分光器の波長分解能(約 1 nm)では分離できなかった.

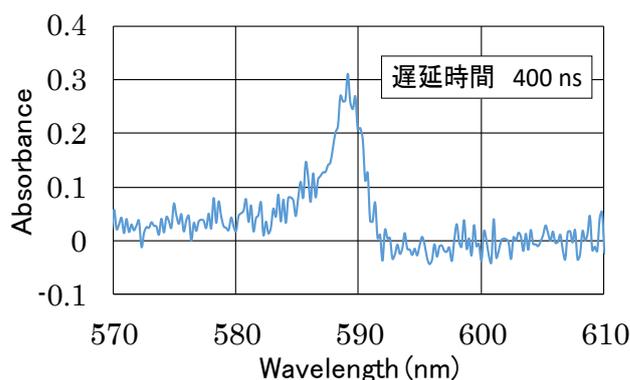


図 2 ナトリウム蒸気の吸収度スペクトル

波長 590 nm 付近のナトリウムの D 線における吸光度は, 遅延時間の増加とともに大きくなり, 400 ns の時に最大 0.3 となった. この吸光度は $\sigma N d$ で与えられ, それぞれ吸収断面積 σ , 蒸気中のナトリウム密度 N , 測定軸上のナトリウム蒸気の吸収長 d である. ここでナトリウム蒸気は, イオンの速度 10^6 cm/s[2]と同程度の速度で膨張し, $\cos\theta$ の広がりを持っていると仮定[3]すると, 遅延時間 400 ns におけるナトリウム密度, および吸収長は, それぞれ $N = 2.9 \times 10^{17}$ cm⁻³, $d = 0.35$ cm と見積もられた. この時, ナトリウムの吸収断面積は, $\sigma = 3.0 \times 10^{-18}$ cm² とした[4]. ナトリウム蒸気を使用する場合, 遅延時間やレーザーの集光形状によって, Nd を制御することが可能である. 今後, 膨張モデルの妥当性を検討し, さらに真空紫外域における分光測定に適したナトリウム蒸気を発錆されるためのレーザーアブレーションの最適化を行う予定である.

参考文献

- [1] H. Daido, et al., "Demonstration of partially transparent thick metallic sodium in the vacuum ultraviolet spectral range", Opt. Exp.21, 28182(2013)
- [2] W. L. Kruer, "The Physics of Laser Plasma Interactions", Addison-Wesley, (1988).
- [3] H. Higashiguchi, et al., "Suppression of suprathreshold ions from a colloidal microjet target containing SnO₂ nanoparticles by using double laser pulses", Appl. Phys. Lett. 91, 151503 (2007).
- [4] A. A. Radzig, et al., "Reference Data on Atoms, Molecules, and Ions", Springer-Verlag, Berlin, New York, (1985).