

## 4P002

### レーザーアブレーションによる高速 Mg の検出とその起源

(岡山大学院・理) ○池田 直美, 川口 建太郎

【序】レーザーアブレーション法はレーザー光により直接サンプルを蒸発させるため高温条件を必要せず、金属を含む分子のスペクトル測定に適応されている。昨年の本討論会において我々は高分解能フーリエ変換型分光器を用いて、レーザーアブレーションによって生じた Mg 板からのプラズマの赤外発光の測定を報告した。その結果、太陽の吸収スペクトルと同じ Mg 原子からの発光スペクトルを測定できた。発光スペクトル線には線幅の広い成分と狭い成分があり、線幅の広い成分の起源については不明であった。今回、時間変化の詳細な検討の結果、線幅の広い成分は最初、発光として現れるが後に吸収に転じていることがわかった。また、線幅の広い成分の起源を検討した結果、 $Mg_2^+$  と電子の再結合反応によって生じた Mg 原子による可能性が高くなった。

【実験】Nd:YLF レーザーの 2 倍波を用いたアブレーション実験装置を図 1 に示す。レーザーは 527 nm, 1 kHz で最大 14 W (1 パルスあたり 14 mJ) の出力が得られるが、本実験では繰り返し周波数 1.7 kHz, 出力 1-2 mJ を用いた。Nd:YLF レーザー光は焦点距離 25 cm のレンズで、アクチュエータに取り付けたモーターからベルトで伝達して回転する金属円盤上に照射し、生じる発光をフーリエ分光器の絞りに集光した。発光のモニター点は小さなランプを用いることにより調整し、金属板表面から 3-5 mm 離れた点を見るようにしている。FT のスキャナーを 5 kHz の He-Ne レーザー干渉波形に相当するスピードで掃引して、1/3 サンプルングをおこなった。

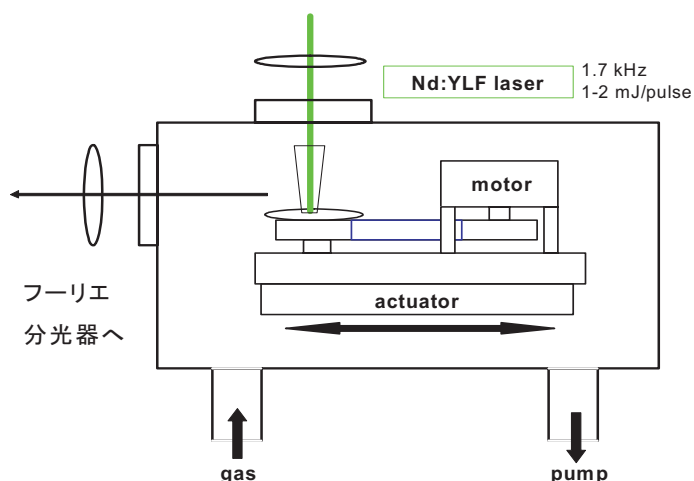


図1 . レーザーアブレーションからの発光観測装置

時間分解能は 1-2  $\mu$ s で 60 または 30

点の時間分解データを波数分解能 0.2  $cm^{-1}$  または 0.017  $cm^{-1}$  で得た。Mg に照射し、Si 検出器で 9000-15800  $cm^{-1}$ 、InSb 検出器で 1850-4000  $cm^{-1}$  の波数領域を観測した。

【結果と考察】図 2 に Mg のスペクトル線形 (5g-4f 遷移) の時間変化を示す。この図からスペクトル線幅の広い成分と狭い成分が存在することがわかる。また線幅の広い成分は最初は発光スペクトルとして観測されるが、26  $\mu$ s 後には吸収として観測されている。図 2 の領域では最大 28 % の吸収が起きている。2586  $cm^{-1}$  における線幅毎のスペクトル線強度の時間変化を図 3 に示す。スペクトル線幅から求めると、広い成分は 6.4 km/s (61487 K)、狭い成分は 0.8 km/s (1024 K) に相当している。狭い成分はアブレーション直後に原子が飛び出したと考えて矛盾のない速度である。広い成分をもつ原子が狭い成分の原子と同じように蒸発してきているのであれば、早い時間に現れるはずである。しかしながら、図 3 に示すように大きな違いはない。このことは広い成

分の Mg 原子がクラスターで蒸発した後、解離によって生じたものと考えられる。遷移の始状態 5g のエネルギーは基底状態から 7.11 eV 高く MgI のイオン化エネルギー 7.65 eV とは 0.54 eV しか差がない。それゆえ、リユードベリ状態の Mg<sub>2</sub> (または Mg<sub>n</sub>) から解離によって生じた Mg 原子では観測された広いスペクトル線幅を説明できなかった。そこでイオン種として蒸発し、電子と再結合して生じる機構を考え、Mg<sup>+</sup> のスペクトル検出をおこなった。図 4 はその観測スペクトルである。このスペクトルは Mg 原子からの発光と異なり、早い時間に現れ 4 μs 後には消えていた。実験に用いたサンプルの消費量を天秤で測定した結果、1 パルスあたり 2×10<sup>14</sup> 個の粒子が生成していると見積もられた。Mg<sup>+</sup> と電子との再結合反応における速度定数は  $k = 2.8 \times 10^{-12} \text{ cm}^3\text{s}^{-1}$  と見積もられているので Mg<sup>+</sup> の再結合反応がおきているとは考えられない。最近の神戸大での質量分析実験によると YAG レーザー光によるアブレーションで Mg<sub>2</sub><sup>+</sup> が Mg<sup>+</sup> と同程度生成していることがわかった。Mg<sub>2</sub><sup>+</sup> と電子との再結合反応の速度定数は  $k = 10^{-7} \text{ cm}^3\text{s}^{-1}$  と予想されるので、Mg<sub>2</sub><sup>+</sup> から生じる Mg 原子が高速 Mg の起源として考えることができる。線幅の広い成分が吸収スペクトルに転じる理由については検討中である。

【私信】

1) 石川春樹,神戸大

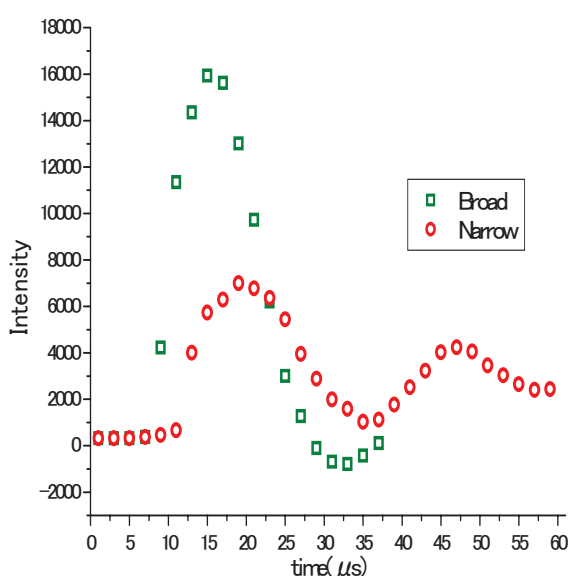


図3 . Mgスペクトル線強度の時間変化

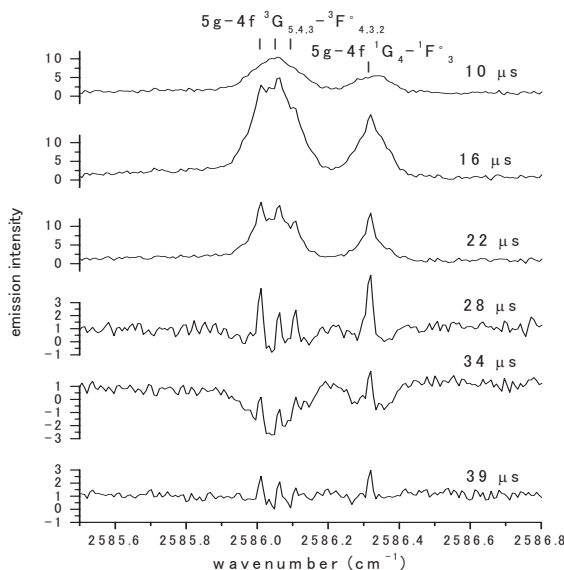


図2 . Mgスペクトル線形の時間変化

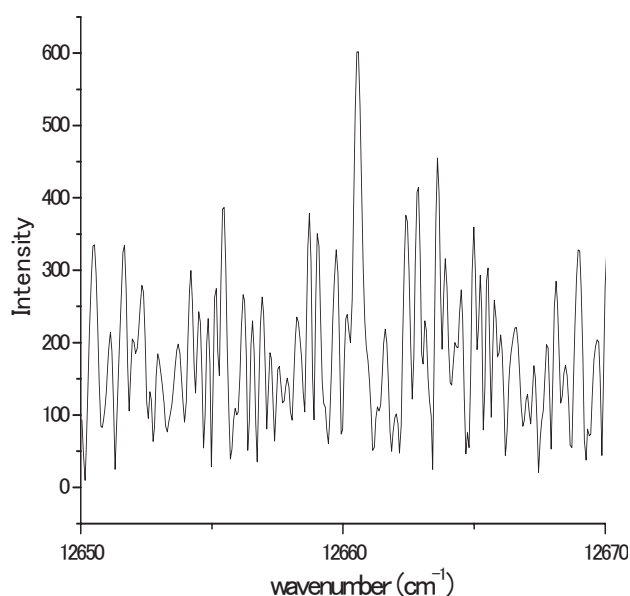


図4 . Mg<sup>+</sup> の発光スペクトル