# レーザー共鳴イオン化質量分析のためのレーザーアブレーション原子化の基礎検討

Fundamental Investigation of Laser Ablation Atomization for Resonance Ionization Mass Spectrometry

*桑原 彬[1]，村上 健太[1]，富田 英生[1,2]，榎田 洋一[1]

[1]名古屋大学，[2]JST さきがけ

レーザー共鳴イオン化質量分析では，サンプルからの原子収率が分析性能に影響する．本研究では，レーザーアブレーションによる原子化の観点から，アブレーションプラズマの時間分解分光計測を試みた．

**キーワード**：同位体分析，レーザー共鳴イオン化質量分析，レーザーアブレーション，原子化

## 1. 緒言

レーザー共鳴イオン化質量分析法（RIMS）を用いた同位体分析では，二酸化ウラン等の高融点化合物の原子化において，原子収率が著しく低下することが報告されている[1]．本研究では，酸化アルミニウム $Al_2O_3$ の原子化にナノ秒パルスレーザーを用いたレーザーアブレーション法を適用し，アブレーションプラズマに対するレーザー吸収分光の時間分解計測[2]により，アルミニウム原子の挙動を明らかにすることを目的とした．

## 2. 実験装置

図 1 にレーザーアブレーションの実験装置の概要を示す．アブレーション用のレーザー光源としてナノ秒パルスレーザー（パルス幅 10 ns，約 50 mJ/pulse）の Nd:YAG レーザー（Spectra Physics, Lab-170-10），プラズマプローブ用のレーザー光源として外部共振型半導体レーザー（TOPTICA, DL Pro）を使用した．アブレーション用レーザーは，平凸レンズ（f=200 mm）で集光してサンプル表面に垂直に照射した．プローブ光はサンプル表面から 1mm 離れた水平位置を通るようアライメントし，透過光を光電子増倍管（浜松ホトニクス，H7732-10）で検出した．

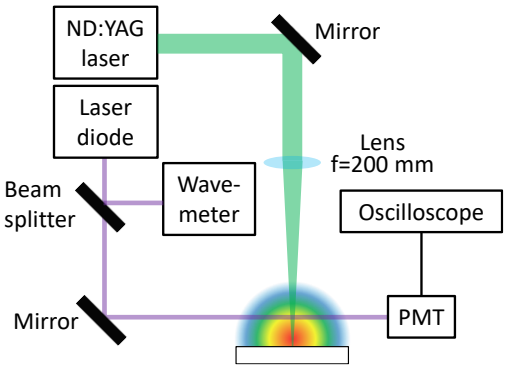


図 1　実験装置の概要図

## 3. 結果と考察

図 2 に雰囲気圧力 500Pa（空気）の条件下におけるアブレーションプラズマ中の Al 原子による吸収率の 2D マップ（波長ー時間）を示す．レーザー吸収分光には Al 原子の電子遷移（$3p\ ^2P_{1/2} \rightarrow 4s\ ^2S_{1/2}$，$\lambda_{air}$ = 394.401 nm）を使用した．図 2(a)の 2D マップより，アブレーションプラズマはパルスレーザー照射から約 2.3 μs 後にプルーム周縁部であるコンタクト層が高さ 1 mm の位置（プローブ用レーザー光の高さ）に到達している．次に，図 2(b)に示すとおり，各時間における吸収プロファイルを再構築し，ガウス関数でフィッティングした結果，プラズマのガス温度は最大で約 7400 K に達し，その後 60 μs で 2000 K まで低下することが確認された．マイクロ秒オーダーで変化するこれらのパラメータ（吸収率及びガス温度）は，雰囲気圧力の影響を大きく受けていると考えられる[2]．

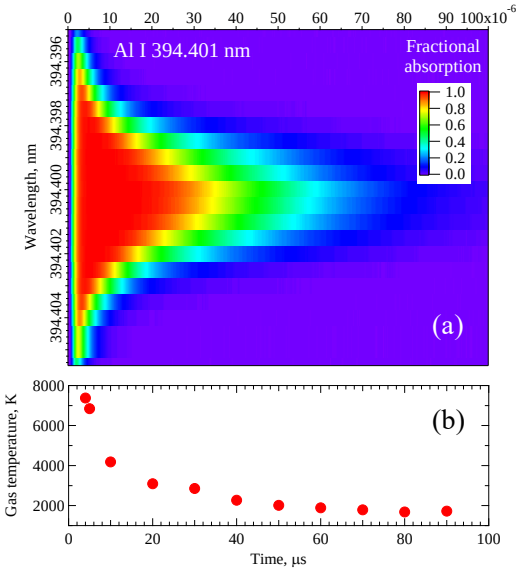


図 2　(a)Al 原子による吸収率 2D マップ及び(b)ガス温度の時間履歴

## 4. 結論

アブレーションプラズマの時間分解分光計測より，サンプル表面近傍では Al 原子による吸収率が 100%に達している一方，ガス温度が 7000 K 以上になることから，今後，共鳴イオン化のレーザー光入射位置及び発振タイミングが分析性能（検出感度及びアバンダンス感度）に与える影響を検討する必要がある．

## 参考文献

[1] M. R. Savina, *et al.*, *Analytical Chemistry*, 2017, **89**, 6224–6231.　[2] S. S. Harilal, *et al.*, *Physical Review E*, 2021, **103**, 013213.

*Akira Kuwahara[1], Kenta Murakami[1], Hideki Tomita[1,2] and Youichi Enokida[1]

[1]Nagoya Univ., [2]JST PRESTO