解　説

J. Jpn. Soc. Colour Mater., **94**〔8〕，231-233（2021）

レーザーアブレーション－誘導結合プラズマ質量分析法による微量元素分析

槇納好岐*,†

*（国研）産業技術総合研究所環境創生研究部門　茨城県つくば市小野川16-1つくば西（〒305-8569）
† Corresponding Author, E-mail: y.makino@aist.go.jp

（2021年6月30日受付，2021年7月9日受理）

要　　旨

無機元素は顔料・インクをはじめさまざまな材料に広く用いられている。添加量の制御あるいは不純物元素の分析は製品開発や品質管理のために重要である。現在，微量元素の分析は酸・アルカリによる分解・溶液化後に原子吸光分析法，誘導結合プラズマ発光分光法，誘導結合プラズマ質量分析法にて分析する手法が用いられている。本稿では近年注目されている固体・液体試料中の無機元素を簡便に分析可能なレーザーアブレーション－誘導結合プラズマ質量分析法による分析原理・応用例を紹介する。

キーワード：元素分析，ICP-MS，Laser ablation

1. はじめに

無機元素の分析はさまざまな材料分野で広く用いられている。また，鉛や水銀，六価クロムといった有害元素に関しては，環境対応の観点から多くの材料において評価が必要不可欠となっている[1,2]。固体・液体試料中の微量無機元素分析では，試料の酸やアルカリによる分解あるいは灰化後，抽出・濃縮・希釈などの処理により酸溶液化したのち原子吸光分析法（Atomic Absorption Spectrometry：AAS），誘導結合プラズマ発光分析法（Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry：ICP-OES），誘導結合プラズマ質量分析法（Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry）などの分析機器分析が行われている[3-5]。上記の手法により，ほとんどの無機元素において主成分（%）から超微量（ppt，ng/L）レベルでの分析が可能である。一方で，前処理では数時間～数日を要することに加え，実験器具や環境，操作が適切でない場合には元素の汚染や損失が生じることから，正確な分析を実施するには専門的な知識と適切な設備・環境を要する[6]。また，上記の手法は試料全体の分析であり，試料中の元素の局在情報は得られない。

近年，固体・液体試料を煩雑な前処理や試薬を用いずに迅速に分析する手法として，レーザーアブレーション－誘導結合プラズマ質量分析法（Laser Ablation-Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry：LA-ICP-MS）が注目されている。次節にLA-ICP-MSの概要について説明する。

〔氏名〕まきの　よしき
〔現職〕（国研）産業技術総合研究所環境創生研究部門環境計測技術研究グループ 研究員
〔趣味〕料理，天体観測
〔経歴〕2015年同志社大学理工学部機能分子・生命化学科卒業。2017年京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻修士課程修了。2019-2020年日本学術振興会特別研究員。2020年東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻博士課程修了，博士（理学）。2020年4月より現職。

【図表について】電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai/-char/ja/

2. レーザーアブレーション－誘導結合プラズマ質量分析法

LA-ICP-MSは，レーザーアブレーションをICP-MSへの試料導入系とした分析手法である。図-1に通常のICP-MSおよびLA-ICP-MSの概略図について示す。

ICP-MSは液体試料の分析法であり，高温の大気圧アルゴンプラズマによって試料を分解・原子化・イオン化し，質量分析

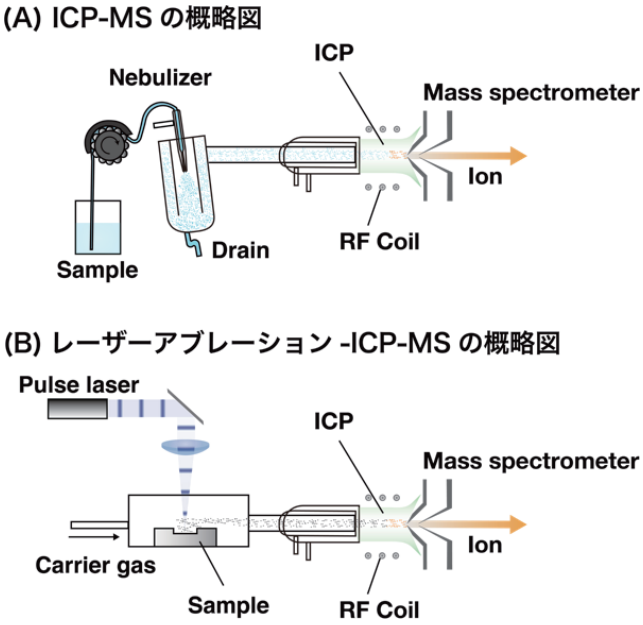

図-1　ICP-MSの概略図（A）およびレーザーアブレーション-ICP-MSの概略図（B）

© 2021 Journal of the Japan Society of Colour Material