

多孔質材料を利用した高感度レーザー分析技術の開発

～希薄溶液の微量分析を目指して～

工学研究科 化学工学専攻

◎D1 しまづゆうすけ 島津佑輔、M2 なかのはるか 仲野春香、助教 まつもと あゆむ 松本 歩、教授 や えしんじ 八重真治

キーワード

レーザープラズマ分光, 表面分析, 液体分析, 微量分析, 多孔質シリコン

研究概要

高強度のパルスレーザー光を試料表面に集光照射すると、試料表面が急激に加熱されて原子などが飛び出し、プラズマが生成する。プラズマ中で原子は励起され、エネルギーが低い状態に戻る際、そのエネルギー差に応じた元素固有の波長で発光するため、これを分光することで試料に含まれる元素を同定できる(図1)。この手法は、レーザー誘起ブレイクダウン分光(LIBS)と呼ばれ、試料の元素をその場で瞬時に分析することができる。このような特徴から、福島第一原発の廃炉現場での利用が検討されており、原子炉内の核燃料デブリの組成を分析するために、光ファイバーを用いた遠隔LIBS装置が開発された。我々は、原子炉内に滞留する汚染水のその場分析の実現を目指して、微量液体の分析法の開発に取り組んでいる。これまでに、多孔質シリコン(Si)上で試料溶液を蒸発させ、その乾固物のLIBS分析(蒸発乾固LIBS)を行うことで、従来の平滑基板を用いた場合よりも試料の信号が大幅に増大することを見出した[1]。本研究では、ppb($\mu\text{g/L}$)オーダーのストロンチウム(Sr)を含む微量溶液の蒸発乾固LIBS分析を行った。得られたSrの信号を溶液中のSr濃度に対してプロットすると、Sr濃度が1-200 ppbの範囲で直線的かつ精度の高い検量線が得られた(図2)。このとき、Srの検出限界は1 ppb以下であった[2]。

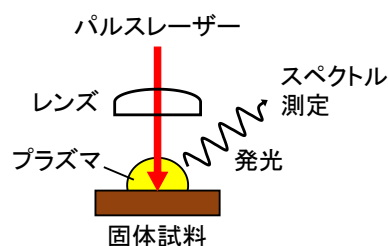


図1 LIBSの原理

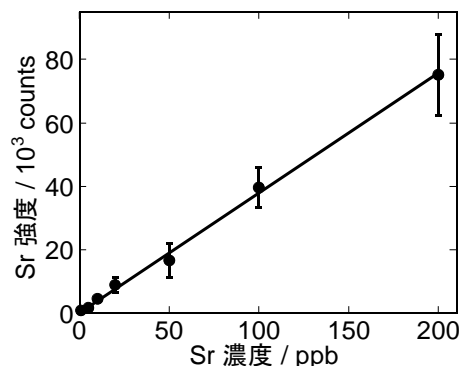


図2 多孔質シリコンを利用した蒸発乾固LIBSによって得られたストロンチウムの検量線[2]

アピールポイント

LIBSは測定環境を選ばず、迅速な多元素同時分析が可能なことから、宇宙や深海など極限雰囲気下でのその場分析技術、材料分析や金属のソーティング技術などへの応用が検討されている。本手法は、特許出願中[3]であり、希薄溶液の微量分析が可能であることから、原子炉内部に滞留する汚染水のその場分析のみならず、半導体洗浄液のモニタリングやめっき廃液の簡易分析、水圏環境の調査など産業分野での幅広い応用展開が期待できる。

[1] A. Matsumoto, Y. Shimazu, S. Yoshizumi, H. Nakano, S. Yae, *J. Anal. At. Spectrom.*, **35**, 2239 (2020).

[2] Y. Shimazu, A. Matsumoto, H. Nakano, S. Yae, *Anal. Sci.*, accepted. (DOI: 10.2116/analsci.21N024)

[3] 松本 歩, 八重真治, 特願 2019-099115.

謝辞 本研究はJSPS 科研費 JP19K05082, JP20K15314, JP20H02764 の助成を受けたものです。