

CO₂ レーザー誘起ブレイクダウン分光：界面活性剤による Cr 価数別検出の要因について

CO₂ laser induced breakdown spectroscopy : Specific factors of speciation analysis of Cr using surface-active agents

福井大教育 北山 誠治, 松本 拓也, 栗原 一嘉

Univ. Fukui Seiji Kitayama, Takuya Matsumoto, Kazuyoshi Kurihara

E-mail: kuri@u-fukui.ac.jp

レーザー誘起ブレイクダウン分光(LIBS)は、レーザーパルスを試料に照射し、ブレイクダウン（絶縁破壊）により生成したプラズマからの発光を分光して、元素分析する測定法である。通常、LIBSは、光源として、波長 1.064 μm のパルス YAG レーザーを用いる (YAG-LIBS) が、我々のグループでは、波長 10.6 μm のパルス CO₂ レーザーを用いている (CO₂-LIBS)。CO₂-LIBS は、YAG-LIBS に比較して光子エネルギーが低いのでブレイクダウンには不利であるが、一旦、ブレイクダウンしてプラズマ生成できれば、プラズマを再加熱する等の利点をもつ。

我々のグループでは、CO₂-LIBS を水溶液中 Cr 分析に応用している。測定試料は、Ni 金属基板に 0.3cc の Cr 水溶液を滴下し、市販のオープンを用いて 200 度程度で加熱し、水分を蒸発させて作製する。この作製法において、Cr 水溶液にドデシル硫酸ナトリウム (SDS) 等のイオン性界面活性剤を添加すると、3 価 Cr (Cr³⁺) と 6 価 Cr (Cr₂O₇²⁻) を区別して検出できることを見出した¹⁾。その主な要因としては、イオンの電荷状態と関係していると考えた。つまり、SDS 等の陰イオン界面活性剤を添加した場合には、質量が小さい、同じ陰イオンの Cr₂O₇²⁻ が蒸発しやすいメカニズム (押し出し効果) が働くと考えた。

今回、新たに測定試料を電子顕微鏡で観察した。濃度 100ppm の 6 価 Cr 水溶液に陰イオン界面活性剤 SDS を添加しない場合 (図 1) と 0.075wt% 添加した場合 (図 2) で明らかな違いが観測された²⁾。添加した場合 (図 2) の方は、試料が細かく枝状に分散された構造を形成しており、レーザーが照射された場合に蒸発しやすい形状であることが確認された。つまり、界面活性剤を添加した場合は、選択的にイオンを蒸発させる押し出し効果の他に、非選択的に測定試料全体を蒸発させやすくするメカニズム (分散効果) が働くと考えられる。このような知見は、LIBS で大きな課題となっているマトリックス効果を明らかにすることにも役立つと思われる。

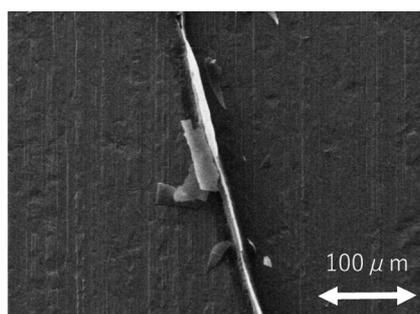


図 1 陰イオン界面活性剤 SDS なしの Cr 測定試料の電子顕微鏡写真

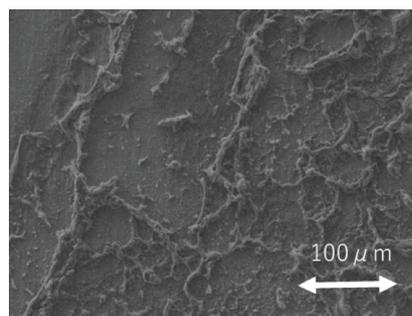


図 2 陰イオン界面活性剤 SDS ありの Cr 測定試料の電子顕微鏡写真

参考文献

- 1) 松本拓也, 青木遥, 栗原一嘉, 第 4 回先端計測技術の応用展開に関するシンポジウム, 2016 年 12 月, pp. 33-35.
- 2) 北山誠治, 松本拓也, 栗原一嘉, 平成 29 年度応用物理学会北陸・信越支部学術講演会, 2017 年 12 月, pp. 41.