

粉ミルクの LIBS スペクトルへのコロナ平衡モデルの適用： 局所熱平衡モデルとの比較

佐々木 浩一，丸山 一沙

北大工

<https://tyche.qe.eng.hokudai.ac.jp/>

レーザー誘起ブレイクダウン分光法 (LIBS) は、レーザー生成プラズマの発光スペクトルに基づいてレーザーアブレーションターゲットの元素組成を求めようとする分析法で、プラズマ分光学の一部であると考えられるが、発光スペクトルの解釈の方法は、LIBS 分野とプラズマ分光学とで異なっている。LIBS 分野では、レーザー生成プラズマの電子密度が McWhirter criterion と呼ばれる境界値 (プラズマ分光学で言う Griem の境界に相当すると考えられる) を超えるとき、電子励起状態の占有密度分布にボルツマン分布 (局所熱平衡状態) を仮定し、定量分析が試みられているが、プラズマ分光学の考え方を適用すれば、局所熱平衡状態の仮定は疑わしい。

この研究では、LIBS スペクトルに基づいて粉ミルクターゲットの Na, Mg, K, Ca の元素組成比を推定する問題を題材として、LIBS 分野の方法とプラズマ分野で標準的な方法を比較した。粉ミルクターゲットに Nd:YAG レーザーパルス照射した直後 ($\leq 5 \mu\text{s}$) のスペクトルに局所熱平衡状態を適用したところ、元素組成比を正しく推定することはできなかった。代替として、レーザーパルス照射してから長時間 ($\geq 25 \mu\text{s}$) が経過した低密度プラズマの発光スペクトルにコロナ平衡状態を適用したところ、元素組成比をほぼ正しく求められることがわかった。LIBS は金属類の分析において需要がある。プラズマ分光学の視点では、通常のレーザー生成プラズマにおいて金属類に関する局所熱平衡状態が満たされることはほぼ無いと考えられ、コロナ平衡状態の適用がその代替となる可能性がある。