

タングステン壁への中性子照射量評価のためのLIBSによる微量レニウム検出 Detection of trace rhenium in tungsten by LIBS for neutron dose evaluation

杉原輝¹、伊庭野健造¹、上田良夫¹、仲野友英²、西島大輔³、押鐘寧¹、山ノ井航平⁴
猿倉信彦⁴、福井優介⁴
H.Sugihara¹, K.Ibano¹, Y.Ueda¹, T.Nakano², D.Nishijima³, Y.Oshikane¹, K.Yamanoi⁴
N.Sarukura⁴, F.Yusuke⁴

¹大阪大学工学研究科、²量子科学技術研究開発機構、³カリフォルニア大学サンディエゴ校、
⁴大阪大学レーザー科学研究所

¹Graduate school of engineering, Osaka University

²National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology

³Univ of California-San Diego ⁴Institute of Laser Engineering, Osaka University

1. 研究背景・目的

核融合炉の安全運転において、炉壁における中性子照射量の計測は必要不可欠である。そこで本研究は、現在壁材料候補として挙げられるタングステンが中性子吸収後ベータ崩壊を経てレニウムに変化する[1]ことに着目し、その変化量から中性子照射量を評価する診断方法の確立を目的としている。

診断方法確立への第一歩として、濃度既知の2種類のタングステン-レニウム合金に対してCF-LIBS法を適用し試料中のレニウム濃度の測定を行った。また、SEMによる表面観察とEDSによる元素分析を行い、比較検討した。

2. 実験方法

濃度既知の試料としてW-10%Re合金とW-1%Re合金の2種類(10mm×10mm×1mm)を用意した。試料は真空チャンバー内の回転台(60rpm)に設置され、雰囲気ガスとしてArを導入した(100Torr)。Nd:YAGレーザー(波長355nm、パルス幅10ns)を試料表面に集光し、アブレーションプラズマを生成した。生成したプラズマの発光は、光ファイバーを通して分光器で観察された。分光器にはゲート機能がついており、レーザー入射初期の連続光を取り除くように(ゲートディレイ230ns,ゲート幅2μs)実験条件を設定した。レーザー1ショット毎の誤差を軽減するために、500ショットの積算としてデータを取得した。得られたデータにCF-LIBS法を適用し、試料の濃度を計測した。その後使用した試料に対して、SEMによる表面観察とEDSによる元素分析を行った。

3. 実験結果

実験で得られたスペクトルの全体像を図1に示す。赤の線が実験値であり、青と緑の線はデータベース[2]から引用したWとReのスペクトルである。図1より実験値とデータベースで各ピークがよく一致していることが分かる。

得られたピークの強度からW-10%Re,W-1%Re試料にCF-LIBS法を適用した結果、それぞれのRe濃度は8.3%,3.1%となった。

各試料に対してEDSによる元素分析を行った結果、W-10%Reでは $9.0 \pm 0.31\%$ 、W-1%Reでは $1.7 \pm 0.86\%$ となった。

CF-LIBSによる微量レニウム検出は達成されたので、今後は精度の向上や検出限界について調査する必要がある。

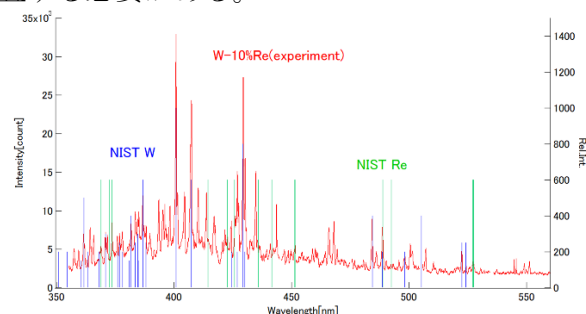


図1.スペクトル全体像(W-10%Re)とNISTdata

4. 参考文献

- [1]T. Noda et al. Journal of Nuclear Materials 258-263 (1998) 934-939.
[2]<https://www.nist.gov/pml/atomic-spectra-database>