

試料の回転運動が中性子共鳴吸収ピーク形状に及ぼす影響

Effect on the shape of a neutron resonance absorption peak due to rotary motion of the sample

* 上地 将斗¹, 加美山 隆^{1,2}, 原 かおる², 長谷美 宏幸², 佐藤 博隆^{1,2}, 大沼 正人^{1,2}

¹北海道大学大学院工学院, ²北海道大学大学院工学研究院

即発 γ 線計数型中性子共鳴吸収分光法による作動中機械部品の温度測定においては、原子の熱振動以外の要因が中性子共鳴吸収ピーク形状に及ぼす影響を調べておく必要がある。本研究では、試料の回転運動による共鳴吸収ピーク形状の変形をシミュレーション計算により調べた。

キーワード：中性子共鳴吸収ピーク, 飛行時間法, PHITS, 温度測定

1. 緒言

即発 γ 線型中性子共鳴吸収分光法は、原子核による中性子の共鳴吸収時に発生する即発 γ 線の計数と中性子の飛行時間分析を組み合わせることで中性子の共鳴吸収スペクトルを測定する手法である。原子の熱振動の影響を受け変化する共鳴吸収ピークの形状を解析することで、非接触・非破壊で物体内部の共鳴核種の温度が測定可能である[1]。この手法の特性を利用して、共鳴核種を箔などの状態で機械部品に取り付け、その核種に対応する共鳴吸収ピークを解析することで機械部品の温度情報を得ることが考えられる。しかし、部品の位置が機械の回転運動に伴い変動することにより共鳴吸収ピークが変形することが予想される。本研究ではモーターを対象として、PHITSを用いた粒子輸送計算により回転の影響を調べた。

2. モーターの回転による影響の検討

回転部品に箔を取り付けたモーターを回転させるとき、モーターの回転運動に伴い箔の位置が変化する。共鳴吸収ピーク形状を変化させる要因として、箔の位置の変動による線源からの距離の変動や測定対象核種の実効厚さ（中性子が通過する厚さ）

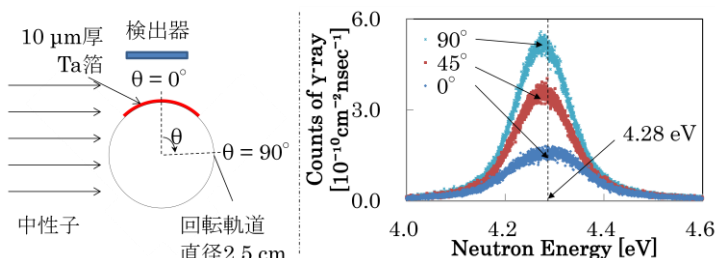


図1. シミュレーション計算の計算体系と結果

の変動が挙げられる。前者では線源からの距離の変動により中性子の飛行時間が変化し、中性子のエネルギー分析に誤差が生じる。また、後者では実効厚さが大きいとき、箔の中性子ビーム上流側で中性子がほとんど吸収されてしまうことで共鳴吸収ピーク形状が変化する。これらの要因を考慮し、実際の実験を模擬した体系で Ta-181 の 4.28 eV のピーク形状をシミュレーション計算した。その計算体系と結果を図1に示す。図の体系において 15° ずつ箔を回転させて計算を行った。その結果、角度によって箔に吸収される中性子の量が変わるため、ピーク強度が変化した。また、線源からの距離の変動により、共鳴吸収ピーク中心のエネルギーが変化した。さらに、回転の角度によってピークの半値全幅に変化が生じた。各角度のピークを平均したときの半値全幅は、厚さによるピーク形状の変化が生じず、かつ回転していない Ta 箔のピークの半値全幅と比較して 0.015 eV 大きくなる。温度測定において、ドップラー幅の式を用いて計算すると、およそ 28 K の誤差が生じることがわかった。この差は、測定したい温度 (373 K 程度) に対して無視できないほど大きい。さらに、それらの影響を確認するための実験を行っており、現在解析中である。

3. 結言

モーターの回転が共鳴吸収ピーク形状に及ぼす影響についてシミュレーション計算によって検討した。その結果、モーターの回転により生じる温度測定への影響が、測定したい温度に対して無視できないほど大きいため、それらによる共鳴吸収ピークへの影響を減少させる実験体系を検討する必要がある。講演では検討結果を発表する。

参考文献

[1] T. Kamiyama, J. Ito, H. Noda, H. Iwasa, Y. Kiyonagi and S. Ikeda, Nucl. Instrum. and Methods Phys. Res. A 542 (2005) 258.

*Masato Uechi¹, Takashi Kamiyama^{1,2}, Kaoru Y. Hara², Hiroyuki Hasemi², Hirotaka Sato^{1,2} and Masato Ohnuma^{1,2}

¹ Graduate School of Engineering, Hokkaido Univ., ² Faculty of Engineering, Hokkaido Univ.