

PIGE 分析により得られた陽子ビームの不確かさが PIXE 分析の定量評価に与える影響の研究

Study of the influence of the uncertainty of the proton beam obtained by PIGE analysis on the quantitative evaluation of PIXE analysis

*鎌田 凌河¹, 羽倉 尚人¹, 佐藤 勇¹, 中島 邦久², 河原林 順¹

¹ 東京都市大学, ² 日本原子力研究開発機構

東京都市大学にあるペレトロン・タンデム加速器の陽子ビームを、²⁷Al(p,p’γ)²⁷Al 核反応の共鳴を用いて較正を行った。その結果、約 100 keV の不確かさがあることが分かった。本発表は、陽子ビームのエネルギーに ±5 % の不確かさがあった場合、定量値への影響がどの程度であるか検討した結果を報告する。

キーワード : PIXE 分析, PIGE 分析, スペクトル解析ソフト GUPIX, イオン化断面積, 都市大タンデム加速器

1. 背景・目的

東京都市大学のペレトロン・タンデム加速器は、MeV 級のイオンビームを生成することができ、主に荷電粒子励起 X 線放出 (PIXE) に利用されている。特徴は、高感度かつ同時に多元素の分析を可能とし、あらゆる分野での元素分析に利用できる方法として知られている。また、PIXE 分析の結果から定量値を算出するために、世界的に広く利用されているスペクトル解析ソフト GUPIX を使用した。しかし、加速器で生成される陽子ビームのエネルギーに不確かさがある場合、原子番号が大きい程、イオン化断面積^[1] (X 線の生成確率) に影響を与え、発生する X 線の強度の不確かさに直結する。本研究は、荷電粒子励起 γ 線放出 (Particle Induced Gamma-ray Emission : PIGE) における手法から陽子ビームのエネルギー較正を検討し、エネルギー不確かさが定量値にどの程度影響があるか検討することを目的とした。

2. 実験方法

PIGE 分析の実験体系は、ガラス真空管の中にある Ta バックリング材に Al 箔 (厚さ 0.8μm) を固定し、ビームに対して 90°方向に HPGe 半導体検出器を設置し、γ 線を検出した。また、PIXE 分析を行う試料として、岩石標準試料 JLk-1 を使用した。測定条件は、陽子エネルギー : 2.0 MeV、ビーム電流 : 1.3 nA で測定した。

3. 結果・考察

エネルギー較正の結果、実際の陽子エネルギーが GVM 装置で読み取ったエネルギーよりも約 100 keV 高いことが分かった。図 1 は、陽子エネルギー 2.0 MeV に対して ±5 % のエネルギー不確かさがある場合の定量値の増減比率である。陽子エネルギー 2.0 MeV に対する定量値のばらつきの範囲は、Na ~ S で約 ±2.0 ~ ±5.0 %, K ~ Fe で約 ±7.6 ~ ±19.6 % であった。その結果、PIXE 分析から定量評価する際、原子番号が大きい程、エネルギーの不確かさが定量値に影響を与えることが分かった。それは、エネルギーの不確かさがある場合、原子番号が大きい程、イオン化断面積の値の変化が大きくなるからである。今後は、1F 事故炉において汚染されたコンクリート構造物への Cs 浸透挙動を解明するため、PIXE 分析法を用いて微量な Cs の定量評価を進めていく必要がある。

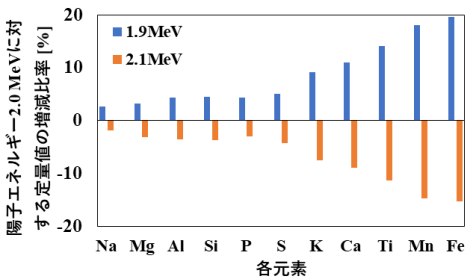


図 1 : 陽子エネルギー 2.0 MeV に対する定量値の増減比率

参考文献

[1] D. D. Cohen and M. Harrigan, Atomic Data and Nuclear Data Tables 33, 255-343 (1985).

*Ryoga Kamata¹, Naoto Hagura¹, Isamu Sato¹, Kuniyoshi Nakajima² and Jun Kawarabayashi¹

¹Tokyo City University., ²Japan Atomic Energy Agency.