J-PARC パルス中性子ビームを利用した鉄鋼材料や植物中のホウ素イメージングの基礎研究

Basic research on the boron imaging in steel and plant using the J-PARC pulsed neutron beam

*木野 幸一[1], 吉岡 拓矢[1]

[1] 北海道大学

J-PARC/MLF/BL04 において、5～500ppm の微量ホウ素を含んだ鉄鋼材料や植物の模擬試料にパルス中性子ビームを照射し、^{10}B (n, α)^{7}Li*反応からの 478keV ガンマ線を Ge スペクトロメータにて検出した。模擬試料にてホウ素を捉えることに成功し、定量的な微量ホウ素イメージングのための基礎データを得た。

キーワード：パルス中性子ビーム、ホウ素、イメージング、鉄鋼、植物、J-PARC、ANNRI

1. 緒言

微量ホウ素を非破壊で定量的にイメージングする事は、鉄鋼業や農業に有益である。例えば、鉄鋼材料の焼き入れの際に微量ホウ素を添加すると焼き入れ性能の向上が得られる[1]。また、ホウ素を排出するタンパク質によって高濃度ホウ素土壌においても生育する遺伝子組み換え作物が研究されている [2]。我々は、鉄鋼材料の焼き入れ性能とホウ素分布の関係や、植物中のホウ素分布の時間変化を、非破壊で定量的に得られれば、これらの研究に貢献できると考える。そこで、細く絞ったパルス中性子ビームをホウ素含有試料に照射して 478keV ガンマ線を Ge 検出器にて検出する方法を考案し、その基礎実験を行った。

2. 実験

J-PARC/MLF/ANNRI において、中性子源から 21.5m の位置にセットした、5～500ppm の濃度でホウ素を含む鉄と水の模擬試料に、直径約 7mm のパルス中性子ビームを照射した。鉄試料は 20×20mm^2, 厚さ 5mm、水試料は 15×15mm^2, 厚さ 1mm の水をアルミ容器に入れたものであり、後者は植物を模擬している。^{10}B (n, α)^{7}Li*反応からの 478keV ガンマ線を Ge スペクトロメータにて検出した。

3. 解析と結果

図 1 に、鉄試料において得られたガンマ線スペクトルを示す。478keV ガンマ線が光電ピークとして観測され、その強度はホウ素濃度におよそ比例している事が見て取れる。また、水試料においても同様に比例関係にある 478keV ガンマ線を検出する事ができた。この事から、ppm オーダーの微量ホウ素であっても、J-PARC/MLF/ANNRI を用いれば定量分析できることが分かった。

本発表では、実験の詳細を説明するとともに、実験データの定量評価、今後試料に対して中性子ビームをスキャンすることでホウ素イメージングを行う計画について紹介する。

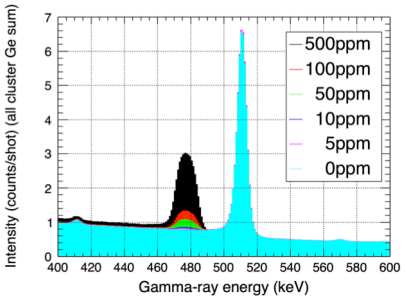


図 1 鉄模擬試料で得られたガンマ線スペクトル。微量ホウ素に起因する 478keV ガンマ線の光電ピークが得られている。

参考文献

[1] 溶接学会論文集　第 20 巻 第 2 号 (2002) 276-282.

[2] K.Miwa et al., SCIENCE 318 (2007) 1417.

*Koichi Kino[1], Takuya Yoshioka[1]

[1]Hokkaido Univ.