

中性子インビームメスバウアー分光法による鉄化合物の原子核反応生成物の挙動の研究

A Neutron In-beam Mossbauer Spectroscopic Study on the Behaviors of Nuclear Reaction Products of Iron Compounds

久保 謙哉¹⁾ 長友 傑¹⁾ 小林 義男²⁾ 山田 康洋³⁾ 佐藤 渉⁴⁾
荘司 準⁵⁾ 松江 秀明⁶⁾

Kenya KUBO Takashi NAGATOMO Yoshio KOBAYASHI Yasuhiro YAMADA Wataru SATO
Hitoshi SHOJI Hideaki MATSUE

¹⁾国際基督教大学 ²⁾理化学研究所 ³⁾東京理科大学 ⁴⁾金沢大学
⁵⁾首都大学東京 ⁶⁾原子力機構

JRR3 ビームホールの中性子ビームを利用して、 $^{56}\text{Fe}(n, \gamma)^{57}\text{Fe}$ 反応で生成した ^{57}Fe のその場メスバウアー分光を行った。雑音低減のために検出器を金属リチウムで覆って散乱中性子の入射を防ぐことにより、S/N 比が向上できることが判明した。その成果を用いてフッ化鉄の中性子インビームメスバウアースペクトルの測定に成功した。

キーワード：メスバウアー分光、インビーム、中性子、フッ化鉄

1. 目的

中性子捕獲反応による固体中の生成物のキャラクタリゼーションは、核反応による材料変化や損傷の初期過程の情報として重要である。熱中性子捕獲反応によって生成した化学種の、高度に励起された状態から、熱平衡へと緩和していく過程とその生成物をインビームメスバウアー分光法によって非破壊的に追跡することが本研究の目的である。今年度はノイズ低減のために、検出器前方および周囲に散乱中性子しゃへい材として金属リチウムを置くことの効果を検討することを目的とした。また中性子捕獲反応生成物のキャラクタリゼーションを目的として、単純な鉄化合物であるフッ化鉄を試料として ^{57}Fe のインビームメスバウアー分光測定を行った。

2. 方法

JRR3 ビームホールの PGA 装置のセットアップを用い、独自に開発してきた中性子インビームメスバウアー分光装置を設置した。まずステンレス箔を試料として、試料と線検出器(PPAC)の間に種々厚みの金属リチウムをポリ袋に封じて設置し、試料から散乱される中性子が PPAC に入射することによるノイズの低減を試みた。その成果の上に、フッ化鉄(FeF_2)を試料として中性子室温と 100K でのインビームメスバウアースペクトルを測定した。

3. 研究成果

ステンレス箔を試料とした中性子しゃへい材としてのリチウム設置については、10mm 厚の金属リチウムで検出器を覆うことにより、S/N 比が 2 倍に向上することを見出した。これはこれまで試料からの散乱中性子によって、PPAC がノイズを出していたことを明らかにした。フッ化鉄は、室温・78K とともに 2 組のダブルレットで解析されるスペクトルを示した。いずれのダブルレットも異性体シフトから鉄は 2 価であり、また低温では電場勾配の大きさが小さくなる傾向が見られた。電場勾配の大きなダブルレットが吸収法でみられるフッ化鉄のスペクトルに一致したことから、電場勾配の小さなダブルレットはホットアトム効果で生成した新奇鉄化合物であることがわかった。また二成分の強度比は、低温ではほぼ等しいのに対して、室温では新奇化合物が少なくなり、新奇化合物は熱的に不安定であり、室温では中性子捕獲からメスバウアースペクトル測定までの 140ns の間により安定な親化合物に変化するものと推定された。

4. 結論・考察

試料が水素を含むような中性子散乱能の高い物質では、これまで質のよいスペクトルを得られなかったが、今後リチウムによる中性子しゃへいで、測定可能な試料の範囲が大きく広がるものと期待される。

フッ化鉄のスペクトルからは、ホットアトム効果による新奇化合物の生成が認められ、中性子捕獲反応後の生成物のその場観察に成功した。

5. 引用(参照)文献等

なし