

[22002]

中性子インビームメスバウアー分光法のノイズ低減 Noise Reduction in Neutron In-beam Mössbauer Spectroscopy

国際基督教大^{#A)}, 電通大^{B)}, 金沢大^{C)}, 東京電機大^{D)}, 大阪大^{E)}, 理研^{F)},

M. Kenya Kubo^{#A)}, Yoshio Kobayashi^{B)}, Mio Yoshida^{B)}, Yasuo Watanabe^{B)}, Wataru Sato^{C)}, Jun Miyazaki^{D)},
Mototsugu Mihara^{E)}, Takashi Nagatomo^{F)}

^{A)} International Christian University, ^{B)} University of Electro-Communications, ^{C)} Kanazawa University, ^{D)} Tokyo Denki University, ^{E)} Osaka University, ^{F)} RIKEN

Abstract

Neutron in-beam Mössbauer spectroscopy provides information about the chemical and physical states of the iron atoms within about 1 μ s after the neutron capture reaction. A new noise reduction method developed in the last ten years for in-beam Mössbauer spectroscopy at a heavy ion accelerator facility is aimed to apply for neutron in-beam Mössbauer spectroscopy. Adaptation to the new configuration of the PGA port setup was carried out. A Mössbauer spectrum of a stainless foil was successfully observed.

Keyword: in-beam Mössbauer spectroscopy, t, font

1. はじめに

インビーム分光法のうち、電荷をもたない中性子ビームを用いる方法は、通過経路に放射線損傷を起こさないという大きな特徴がある。そのため試料の化学的性質を損なうことなく、中性子捕獲反応という極端に高励起された原子核をふくむ原子の緩和過程を研究できる。我々は $^{56}\text{Fe}(n,\gamma)^{57}\text{Fe}$ 反応によって生成する寿命 140 ns の ^{57}Fe 励起核を用いるインビーム ^{57}Fe メスバウアー分光法に着目し、2011 年までに世界唯一の中性子インビーム ^{57}Fe メスバウアー分光装置を構築していた[1-4]。JRR3 停止期間中に重イオン加速器施設(HIMAC)で、重イオン核反応によって生成する ^{57}Mn を親核とするインビーム ^{57}Fe インビームメスバウアー分光法においてノイズを低減して SN 比を 10 倍改良する手法を開発し[5]、種々の物質の応用してきた。JRR3 でも同様の手法によってインビームメスバウアー分光法のノイズ低減ができると考えられる。新手法を適用する前に、まず過去の実験データを再現することを試みた。

2. 実験

中性子インビームメスバウアー分光測定は、PGA ポート内部に測定試料のみならず、自作のメスバウアー共鳴内部転換電子検出平行平板電子雪崩検出器を設置し、放射線測定回路系などの接続やメスバウアー測定用測定器駆動リニアモータ等を配置する必要がある。長期休止前と比較して、PGA ポートでの放射化分析の利便性の大きな向上となっている分析試料の自動交換装置および測定制御系の設置によって、ポート周辺機器の種類や配置変更が行われ、インビームメスバウアー測定装置の設置は PGA 自動化装置の解体と、メスバウアー用セットアップの幾何学的配置の工夫、鉛遮蔽の形状と設置位置の適正化、放射線計測系への電源および外部からの電磁ノイズの対策等、中性子インビームメスバウアー分光法研究開始時と同様な試行錯誤が必要となった。

2. 結果と考察

インビームメスバウアー分光法は、イベントレートが低く、一つのデータ集積に数時間以上を要するため、一回の設定変更とデータ集積で半日程度の時間を要しながら、種々測定系を改善していくことにより、Fig. 1 に示すように最初の 1 歩となるシングルピークを示すステンレス箔の ^{57}Fe 中性子インビームスペクトルが得られ 2002 年頃の状況を再現することができた。

来年度以降は、物質科学への応用を進めるために、低温測定用のクライオスタットを設置することと、重イオンビーム施設で用いているプラスチックシンチレータを併用して β 線に起因する雑音を低減する手法に着手する。

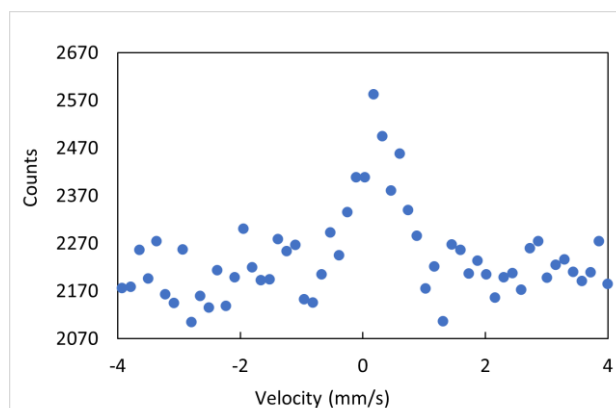


Figure 1. Neutron in-beam Mössbauer spectrum of a stainless foil.

- [1] M. K. Kubo et al., *Hyperfine Interact.*, 166 (2005) 425.
- [2] Y. Kobayashi et al., *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 272 (2007) 623.
- [3] Y. Kobayashi et al., *Hyperfine Interact.*, 182 (2008) 1135.
- [4] Y. Kobayashi et al., *Hyperfine Interact.*, 198 (2010) 173.
- [5] T. Nagatomo et al., *Nucl. Instr. Meth. B*269 (2011) 455.