

## 高速中性子測定のための原子核乾板自動解析法の開発

Development of Automatic Readout and Recognition of Recoiled Proton Track  
in Nuclear Emulsion for Fast Neutron Measurement

名大・工<sup>1</sup>, 名大・理<sup>2</sup>, 核融合研<sup>3</sup>, 原子力機構<sup>4</sup> ○(MIC)坂井 陽介<sup>1</sup>, 湊 春奈<sup>1</sup>,  
石原 康平<sup>1</sup>, 富田 英生<sup>1</sup>, 河原林 順<sup>1</sup>, 井口 哲夫<sup>1</sup>, 中 竜大<sup>2</sup>, 浅田 貴志<sup>2</sup>,  
森島 邦博<sup>2</sup>, 中野 敏行<sup>2</sup>, 中村 光廣<sup>2</sup>, 磯部 光孝<sup>3</sup>, 前田 茂貴<sup>4</sup>, 落合 謙太郎<sup>4</sup>

Graduate Sch. of Eng., Nagoya Univ.<sup>1</sup>, Graduate Sch. of Sci., Nagoya Univ.<sup>2</sup>, NIFS<sup>3</sup>, JAEA<sup>4</sup>

○(MIC) Yosuke SAKAI<sup>1</sup>, Haruna MINATO<sup>1</sup>, Kohei ISHIHARA<sup>1</sup>, Hideki TOMITA<sup>1</sup>,

Jun KAWARABAYASHI<sup>1</sup>, Tetsuo IGUCHI<sup>1</sup>, Tatsuhiko NAKA<sup>2</sup>, Takashi ASADA<sup>2</sup>,

Kunihiro MORISHIMA<sup>2</sup>, Toshiyuki NAKANO<sup>2</sup>, Mitsuhiro NAKAMURA<sup>2</sup>, Mitsutaka ISOBE<sup>3</sup>,  
Shigetaka MAEDA<sup>4</sup>, Kentaro OCHIAI<sup>4</sup>

E-mail: sakai.yosuke@f.mbox.nagoya-u.ac.jp

## 1. はじめに

原子核乾板は、乳剤中に荷電粒子の 3 次元飛跡を高空間分解能 (数  $\mu\text{m}$ ) で記録できる固体飛跡検出器であり、記録された飛跡を解析することで、荷電粒子の線種やエネルギーなどの情報が得られる。エネルギーが数百 keV~十数 MeV 程度的高速中性子に対しては、乾板中の水素原子核との弾性散乱によって生成される反跳陽子の飛跡長分布を解析することで、入射中性子のエネルギースペクトルなどの測定が可能となる。近年の画像処理技術の発展により、積層された乾板を複数枚にわたり貫通するような高エネルギーミューオン飛跡に特化した高速自動飛跡読み取り装置が開発されているが、乾板中に記録された数~数十  $\mu\text{m}$  の反跳陽子飛跡長を自動解析する手法はまだ確立されていない。そこで、原子核乾板による高速中性子測定のために、乾板中に記録された高速中性子起因反跳陽子飛跡の自動解析手法の開発を行った。

## 2. 高速中性子起因反跳陽子飛跡の自動解析

日本原子力研究開発機構 核融合中性子源 (FNS) にて 14MeV DT 中性子を原子核乾板 (NGITA<sup>[1]</sup>) に照射し、記録された反跳陽子飛跡の自動解析を行った。図 1 に原子核乾板断層画像取得方法の概要を示す。1 視野ごとに顕微鏡の対物レンズを乳剤の厚さ (Z) 方向に走査しながら、CCD カメラで断層像を撮影して一連の断層像を得た後、XY ステージにより隣接する視野を移動し、同様の撮影を繰り返した。図 2 に断層像の一例を示すが、中性子起因反跳陽子飛跡は線上に連なった離散的な輝点群と記録されるため、断層像に対して二値化、膨張、収縮処理による輝点抽出した後に直線状に存在する輝点の連結を行い、断層画像内の飛跡片とした。これを乳剤の厚さ方向の断層像に対し繰り返し、かつ、視野間をまたぐ飛跡片を結合することで、反跳陽子飛跡を抽出した。上記の自動解析、および目視によって得られた反跳陽子飛跡長分布を図 3 に示す。また、重イオン輸送統合コードシステム PHITS を用いたモンテカルロシミュレーション計算にて得られた飛跡長分布もあわせて示す。目視と自動読み取り及びシミュレーションで飛跡長分布の形状がおよそ一致することが確認され、目視と比較して解析時間は 1/60 となることがわかった。

## 3. まとめと今後の課題

14MeV 中性子を用いた基礎実験により、目視と自動解析により得られた反跳陽子飛跡長分布がモデル計算結果とおよそ一致することが確認された。また自動解析により乾板内の反跳陽子飛跡長解析時間を少なくとも 1 桁短縮できることが明らかとなった。今後、中性子標準場等の準単色中性子源を用い、原子核乾板の高速中性子に対する応答関数を評価するとともに、高速中性子エネルギースペクトル測定の実証を行う予定である。

[1] K. Ishihara *et al.*, "Fast neutron detection under intense gamma-ray fields with novel nuclear emulsion technique", Radiation Measurements, *in press*.

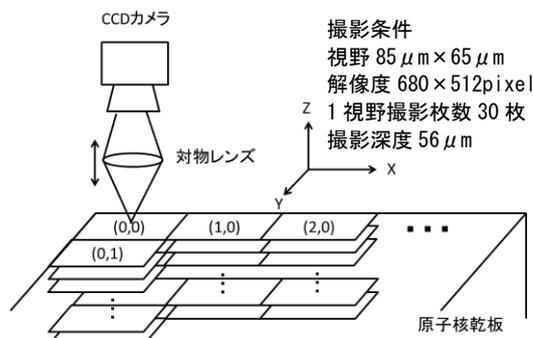


図 1 断層画像取得方法の概要

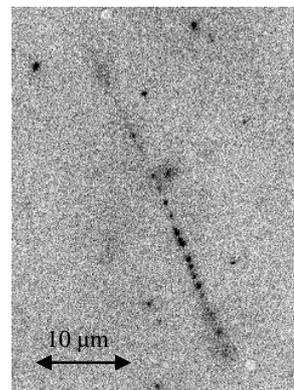


図 2 断層像の一例

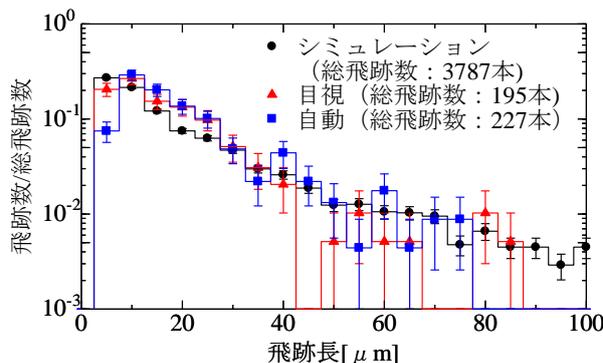


Fig.3 原子核乾板内の飛跡長分布