

3次元サブミクロントラッキング可能な超微粒子原子核乾板を用いた反跳陽子飛跡検出による中性子スペクトル測定法及びイメージング技術の開発

Development of neutron spectrum measurement and imaging technology by recoil proton track detection with Ultra Fine-grained

Nuclear Emulsion capable of 3D submicron tracking

東邦大理¹, 名大理², ナポリ大学³, 千葉大アイソトープ⁴

◦ 赤松咲耶¹, 白石卓也¹, 中竜大¹, 浅田貴志³, 小林龍太², 久下謙一⁴

Toho Univ.¹ Nagoya Univ.² Napoli Univ.³ Chiba Univ. Isotope⁴ ◦ Saya Akamatsu¹, Takuya Shiraishi¹, Tatsuhiro Naka¹, Takashi Asada³, Ryuta Kobayashi², Kenichi Kuge⁴ E-mail: 6421001a@st.toho-u.jp

中性子測定は、地下実験など極低バックグラウンド実験の背景事象の理解や、加速器中性子源の中性子強度のモニターなど多くの用途がある。超微粒子原子核乾板(以下 NIT)は、検出器内部に AgBr:I 結晶が高密度に分散され、その 1 つ 1 つが荷電粒子に対するセンサーとなる。NIT は sub- μm の空間分解能で中性子が反跳した検出器内部の水素原子核(陽子)飛跡を 3 次元トラッキングが可能な固体飛跡検出器であるため、高い γ 線除去能を持ち、sub-MeV 帯の中性子に対してもエネルギー分解能持つ。さらに、高い位置分解能と方向決定精度を持つため、中性子イメージングにも適している。本解析では $2\mu\text{m}$ ~数 $100\mu\text{m}$ の飛跡を対象とし、0.25~数 MeV の中性子エネルギーに相当する。検出器の性能評価は、産業技術総合研究所(AIST)にて NIT に単色中性子ビームを入射させたサンプルを用いる。自動撮像装置と自動トラッキング解析により Fig.1 のような反跳陽子飛跡を取得する。その飛跡の始点終点の座標から飛跡長とビーム軸に対する散乱角度を得る。取得した陽子のエネルギー $E_p(\text{keV})$ と散乱角度 θ を用いて中性子エネルギー $E_n = E_p / \cos^2 \theta$... (1) を再構成する。Fig.2(a) は 880keV 単色中性子を照射したサンプルの本解析で検出された反跳陽子の散乱角度とエネルギーである。陽子のエネルギーは運動学的な理想曲線に沿って分布している。(b)は反跳陽子エネルギーと散乱角度から再構成した中性子エネルギー (E_n)の分布である。再構成した中性子エネルギーのピーク値は $(852 \pm 44)\text{keV}$ であり、エラーの範囲で照射エネルギーと一致した。その測定精度は半値全幅 32%@880keV であり、これは陽子の反跳エネルギーと散乱角度が高精度で測定出来ている証拠である。今後産総研で再度 200keV 単色中性子ビーム照射を行い、より低エネルギー閾値での中性子測定を予定している。

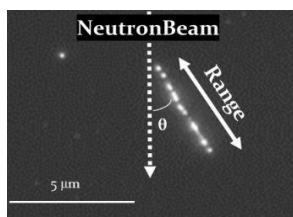


Fig1. Recoil proton track in NIT represents the scattering angle with respect to the beam axis. Range is about $5\mu\text{m}$ ($E_p \approx 500\text{keV}$)

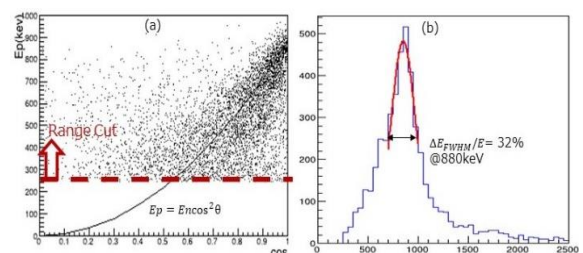


Fig2. (a)Scattering angle vs Proton energy,(b)Neutron energy reconstructed by E_p and $\cos\theta$

[参考文献]

- [1] T. Shiraishi, et al., Prog. Theor. Exp. Phys. ,**2021**, 043H01(2021)
- [2] T. Asada, et al., Prog. Theor. Exp. Phys. **2017**, 063H01 (2017).
- [3] H. Harano, et.al., AIP Conf. Proc. **1099**, 915 (2009).