J-PARC たんぱく質専用中性子回折装置用シンチレータ検出器の開発
（１）2.5 mm 位置分解能をもつ大面積型 2 次元検出器の特性評価

2-d scintillation detector for neutron protein diffractometer in J-PARC

(1) Detector performance of the large area prototype detector

*中村 龍也[1]，藤 健太郎[1]，本田 克徳[1]，海老根 守澄[1,2]，美留町 厚[2]，坂佐井 馨[1]

[1]原子力機構 J-PARC、[2]原子力機構 工務技術部

J-PARC に設置予定のたんぱく質専用中性子回折装置のための 2 次元シンチレータ中性子検出器を開発した。発表では 2.5mm の位置分解能をもつように設計したプロトタイプ検出器の試験結果について報告する。

キーワード：シンチレータ，中性子検出器，波長シフトファイバ、J-PARC

1. 緒言

大強度パルス中性子源 J-PARC/MLF では「たんぱく質専用中性子単結晶回折装置」の建設を計画しており数年内の完成を目指している。本装置では試料からの微弱な回折線を効率的かつ精度よく測定するためカメラ半径 80 cm の位置にできるだけ多くの検出器を隙間少なく配置する。検出器 1 台には、位置分解能 1~2 mm、検出効率>50% (熱中性子)、ガンマ線感度<10^{-6}、有感面積 25-50x50cm^2、長期計数安定性、検出器端での最小不感領域、低コスト性、等が要求される。この実現に向けて我々はシンチレータと波長シフトファイバ(WLSF)を用いた検出器を基礎とした 2 つの検出ヘッド方式を検証してきた。ひとつは WLSF を隙間なしでアレイ化し 1 mm 分解能を狙った構造で先の年会でその実現可能性を示した[1)]。もうひとつは WLSF を一定のピッチでギャップをもって配置するもので 2-3 mm の位置分解能、大面積、低コスト性を両立できる。本発表では後者の検出ヘッド方式を採用し、光リフレクタグリッドを組み込んだ構造のプロトタイプ機を試作したので報告する。

2. 光リフレクタグリッドを組み込んだ 2 次元シンチレータ検出器

図 1 に検出ヘッド部の構造を、図 2 にプロトタイプ機の外観を示す。本方式の検出器では中性子誘起のシンチレーション光を下流側に配置された WLSF 群により受光しコインシデンス法により検出位置を特定する。WLSF の張りピッチは要求される位置分解能と機械的制約から 2.5 mm とし X,Y 方向に各 128 本を配置した。各 WLSF 間にはファイバ位置を固定するため光リフレクタグリッドを装填した。これにより検出器のピクセルサイズと位置分解能を厳密に 2.5 mm へ固定し、数年以上に及ぶ長期運用でも正確な検出位置を保持する工夫を施した。ヘッド部製作技術の改良を重ねこれまでで最大の有感面積 320×320 cm^2 と有感面積割合 71%を実現し、分光器遮蔽体、検出器フレームサイズの制約に耐えうる軽量・コンパクトなものとした。市販の ZnS/^{6}LiF(scintacor 社製)を装填して評価したところ位置分解能 2.5 mm、検出効率＞30%、 ガンマ線感度＜10^{-7}（閾値に依存)であることを確認した。

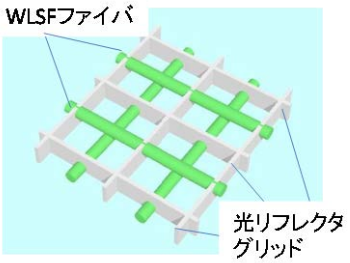

図 1　検出ヘッド部の構造(シンチなし)

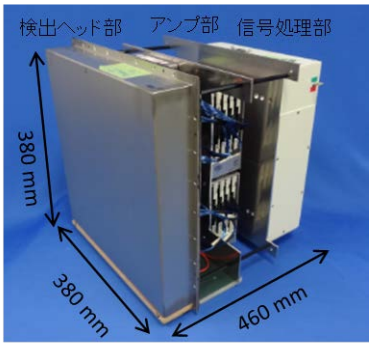

図 2　プロトタイプ機の外観

参考文献

[1] 中村他、原子力学会 2014 春の大会 J53

*Tatsuya Nakamura, Kentaro Toh, Katsunori Honda, Masumi Ebine, Atsushi Birumachi, and Kaoru Sakasai

[1]Japan Atomic Energy Agency, J-PARC, [2]Japan Atomic Energy Agency, Nuclear Science Directorate