

モンテカルロ計算に基づくヘリカル型核融合実験装置の 中性子モニタリングシステムの検討

Study on neutron monitoring system in the helical type nuclear fusion experimental device based on Monte Carlo calculations

名大工¹核融合研² ○仲野裕次¹、渡辺賢一¹、山崎淳¹、瓜谷章¹、磯部光孝²、小川国大²

Nagoya Univ.¹, NIFS² ○Yuji NAKANO¹, Kenichi WATANABE¹, Atsushi YAMAZAKI¹,

Akira URITANI¹, Mitsutaka ISOBE², Kunihiro OGAWA²

E-mail: nakano.yuuji@c.mbox.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに 核融合実験装置で発生する中性子は核融合反応の直接的な証拠であり、これをモニタリングすることで核融合反応出力の測定が可能となる。核融合反応の指標である中性子総発生量を評価するためには、その場校正という検出器出力と中性子発生量を結びつける作業が必要である。その場校正では、実際のプラズマから発生する中性子と校正用線源とでスペクトルが異なるが、これらの違いを補正するにはモンテカルロ計算は必要不可欠である。また、モンテカルロ計算では校正実験に要求される実験時間の見積もりや周辺構造物等からの中性子散乱など中性子モニタに影響を与え得る様々な効果に対して検討することが可能である。このため、中性子モニタリングシステムを検討するにあたりMCNP等の中性子輸送モンテカルロ計算コードの役割は非常に重要なものとなっている。これまでヘリカル型の核融合実験装置では複雑ならせん状ヘリカルコイルがあり、その体系をモンテカルロコード内で忠実にモデリングすることは困難であったが、我々の研究グループでは、トロイダル方向に等間隔に体系を分割し、柱状コイルを徐々に回転させていくことで、ヘリカルコイルを近似的に模擬する手法を採用してきた。本研究では、上述の手法で核融合科学研究所にあるLHDの体系を模擬する際、体系を分割する数が計算時間や計算結果に与える影響について検討を進めた。また、校正実験時に使用する中性子源保持用の構造物の影響について検討を行った。

2. シミュレーション 体系の分割数は60, 120, 180, 240, 360, 480, 720の7通りで実施した。結果の一例として、装置外側のOポート付近の中性子フルエンスの平均値の分割数依存性をFig. 1に示す。分割数を増やすことで値が漸近していく様子が確認できる。この原因は、分割数が増加するに従って、ヘリカルコイルの形状が滑らかになっていくことで、コイルにより過剰に中性子が遮られる効果が減少していることが考えられる。また、校正実験の手順として、真空容器内に架台およびレールを敷き、列車に校正用線源を設置し、レール上を走らせる方法が考えられている。架台およびレールが中性子の挙動に及ぼす影響を考慮する必要があるが、一例としてFig. 2に、架台の下の中性子フルエンス分布を示す。架台による中性子フルエンスの減少が確認できる。

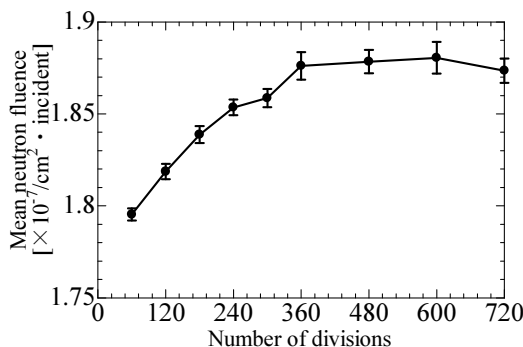


Fig. 1 Dependence on the number of divisions of mean neutron fluence

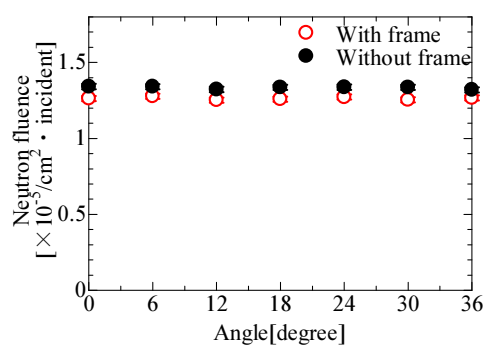


Fig. 2 Neutron fluence distribution under the frame.