

PHITS における有機シンチレータの中性子応答解析機能の整備

Development of a new function to analyze neutron responses of organic scintillators in PHITS

*佐藤 大樹¹, 佐藤 達彦¹

¹JAEA

放射線挙動解析コード PHITS において、有機シンチレータの中性子応答および検出効率を精度良く評価するため、SCINFUL-QMD コードに実装された機能を組み込むとともに、水素および炭素原子核に対する断面積データを見直した。得られた計算結果は、実験値および SCINFUL-QMD の計算値と比較した。

キーワード : PHITS, SCINFUL-QMD, 有機シンチレータ, 応答関数, 検出効率, モンテカルロ計算

1. 緒言 有機シンチレータを用いた中性子測定において、シンチレータの応答関数や検出効率を精度よく知ることは極めて重要である。この評価のため、先行研究において SCINFUL-QMD コードが開発され、広く国内外で利用されてきた。しかし、SCINFUL-QMD は計算対象として真空中に配置した円筒形のシンチレータしか取り扱えず、円筒形以外の形状や検出器ハウジングの寄与を含めた評価はできなかった。そこで本研究では、汎用の放射線挙動解析コード PHITS に有機シンチレータの応答関数および検出効率の評価に必要な機能を追加し、その精度を実験データおよび SCINFUL-QMD の計算値と比較し検証する。

2. PHITS の機能拡張 中性子と炭素原子核との核反応計算のため、SCINFUL-QMD で使われた多体崩壊理論に基づくモデルを PHITS に実装した。80MeV 以下の中性子に対し、本モデルは 11 の初期反応チャンネルからの荷電粒子生成を断面積データと乱数を用いて決定する。80~110MeV 領域では、本モデルと既存の高エネルギー核反応モデルをランダムに使用し、滑らかなモデル切替を実現した。また、核反応モデル使用時の水素および炭素原子核の中性子断面積を、既存のデータや系統式から JENDL/HE-2007 の評価値に変更できるようにした。さらに、光出力の算出と応答関数および検出効率の評価を可能とするユーザー定義タリーを整備した。

3. 結果 図 1 に 60.7MeV 中性子入射による ^{12}C からのアルファ粒子生成断面積を示す。PHITS のデフォルトの核反応モデルである INCL に比べ、本研究の結果が高エネルギーアルファ粒子の生成をよく模擬していることが分かる。また、図 2 に直径および厚み 12.7cm の有機シンチレータの中性子検出効率を示す。本研究の成果により、PHITS を用いて有機シンチレータの検出効率を適切に計算できるようになった。

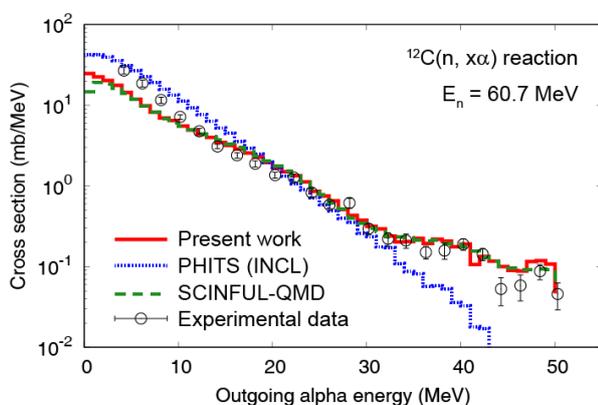


図 1 炭素原子核からのアルファ粒子生成断面積

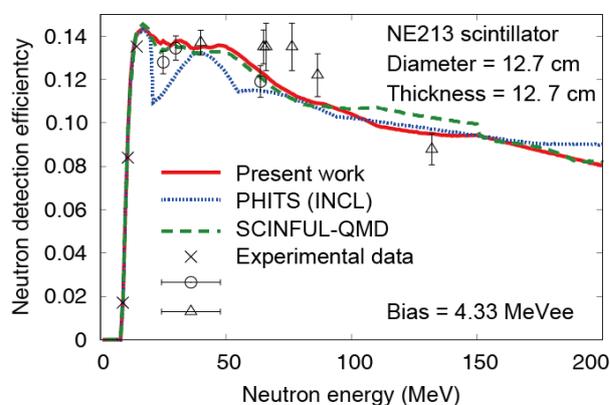


図 2 NE213 シンチレータの中性子検出効率

*Daiki Satoh¹ and Tatsuhiko Sato¹

¹JAEA