ガンマ線および中性子における実験プログラムの更新

Renewal of the experimental program in gamma-ray and neutron measurements

*齋藤 悟[1], 亀山 高範[1], 吉田 茂生[1], 大江 俊昭[1], 高田 英治[2]
[1]東海大学, [2]富山高等専門学校

東海大学では放射線応用分野の人材育成にも積極的に取り組んでいる。学生のニーズに合わせ、MCA などハードとソフトウェアを専用に作成・使用したガンマ線計測ならびに比例計数管を用いた中性子の減速・吸収と断面積の関連を考察する実験を新たに追加した。その際、富山高専と協力して安価な学生用実験機材を開発し、理論・原理・機材の操作等が明瞭となる実験へ更新した。

キーワード：原子力教育、MCA、NaI(Tl)シンチレーション検出器、^{3}He 比例計数管

1. 緒言

東海大学では学生実験等で放射線に関する基礎を身に付けるとともに、関連施設への見学や他大学との連携を取りながら、放射線分野の人材育成に取り組んでいる。MCA(Multi Channel Analyzer)と NaI(Tl)シンチレーション検出器を使用したガンマ線計測を継続して行っているが、使用機材が古く、機材の操作性や PC 画面の視認性が現行レベルとは言えない。また、中性子計測が諸事情により一時中断している。福島第一原子力発電所事故をきっかけとして、教育の現場でも人材育成には最新の技術と知見を盛り込む必要性も高くなっている。そこで、新たな中性子計測実験を追加し、ガンマ線計測には、富山高専の学生が設計・製作した機材を取り入れ、社会ニーズにも応えられる実験へと追加・修正を行った。

2. 実験体系・方法

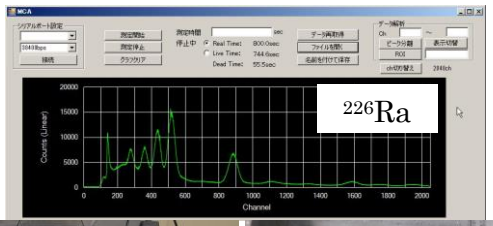
ガンマ線計測(図 1)では ^{22}Na・^{60}Co・^{133}Ba・^{137}Cs 標準線源ならびに富山高専の学生が設計・製作した MCA を用いて、エネルギー校正とピーク効率の特定等を実施し、その後学生は未知線源(^{226}Ra,^{152}Eu 標準線源等)を受け取り、計測結果から核種と放射能を特定する。中性子計測(図 2)では ^{241}Am-Be 線源と ^{3}He 比例計数管を用い、線源－検出器間に設ける減速材(ポリエチレン板)の厚さを変更し、中性子計数率を取得する。その結果から中性子の減速・吸収と減速材中の原子核が持つ断面積の関連を学生は考察する。

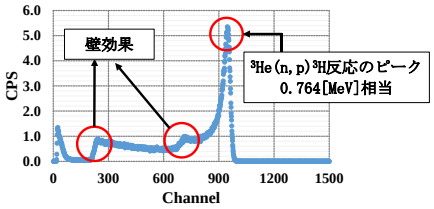
3. 実験結果

ガンマ線計測実験では、実験を通して学生は、NaI(Tl)シンチレーション検出器と接続した MCA が示す波高分布、付随するハード・ソフトウェアの原理や操作、計測データの取扱い等、放射線計測の基礎を習得した。最新機材を導入したことにより、PC の操作性・視認性も学生には好評であり、より正しく核種同定・定量の手法を理解できる環境となった。富山高専では本研究により学生実験用装置の開発を通じて学生は回路制作等の基礎を理解し、さらには、利用者のニーズに対応した課題解決により製品を向上・発展させることの重要性も理解した。

中性子計測では、減速材の厚さ変化による波高分布の変化を通じて、中性子の減速・吸収過程の基本特性を理解するとともに、検出器の形状による波高分布の特性的な「壁効果」について、座学にて学習した発生メカニズムを実際の実験から確認し、理解を深めた。

これまでに追加・修正を行った実験は、学生にとって放射線計測の基盤の理解を深める効果があった。現在、MCA に印加電圧とゲインを学生が容易に調整できる機能ならびに Bluetooth によるデータ通信等の最新技術の導入も進めている。今後、光子・中性子輸送計算コード PHITS2[1]を用いて実験の妥当性を確認する内容や、光ファイバーと LiCAF[2]を組み合わせたシステムによる中性子分布測定実験も追加する計画である。





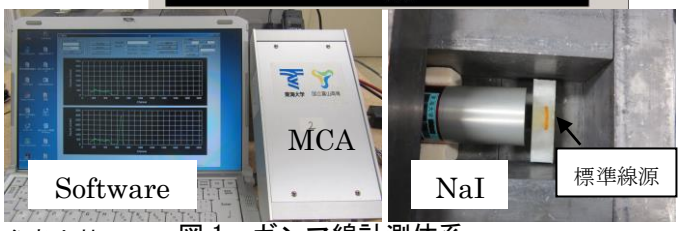


図 1　ガンマ線計測体系.　　図 2　中性子計測体系.

参考文献
[1] Particle and Heavy Ion Transport Code System PHITS, Version 2.52, J. Nucl. Sci. Technol. 50:9, 913-923 (2013).
[2]世界における He-3 検出器の需要と J-PARC における代替検出器開発　日本原子力学会「2015 年秋の大会」　TN05

*SAITOU Satoru[1], KAMEYAMA Takanori[1], YOSHIDA Shigeo[1], OHE Toshiaki[1] and TAKADA Eiji[2]
[1]Tokai University, [2]Toyama Technical College