

原子炉内における中性子計数の頻度分布に関する実験的検討

Experimental Investigation on Probability Distribution of Neutron Counts in a Nuclear Reactor

*中嶋 國弘¹, 芳原 新也², 左近 敦士², 橋本 憲吾²

¹近畿大学大学院総合理工学研究科, ²近畿大学原子力研究所

原子炉内に設置した中性子計数管の計数の頻度分布は、負の二項分布に従うことを実験的に確認した。この負の二項分布の二つのパラメータは、計数の平均と分散により決定することができる。

キーワード(Keywords): 中性子相関解析(Neutron Correlation Analysis), ファイマン- α (Feynman- α), 近畿大学原子炉(UTR-KINKI)

1. 緒言

原子炉内に設置した中性子計数管の頻度分布はゲート時間幅が極めて短い場合、ポアソン分布に従う。ゲート時間幅を広げると標本の分散は平均に対して増加し、頻度分布はポアソン分布からずれてくる。G. I. Bell^[1]は、原子炉内の中性子数の確率分布がガンマ分布で表現できることを示した。しかし、ガンマ分布は計数0の確率が0となるため、低計数率の頻度分布を再現できない。A.Szeless^ら^[2]は、ある条件下では、この確率分布をガンマ分布の離散型である負の二項分布により近似できることを理論的に示した。本研究では、熱中性子炉体系における負の二項分布近似の妥当性とその範囲について検討を行った。

2. 実験条件

中性子源が挿入された未臨界状態（未臨界度 0.3~1.6% $\Delta k/k$ ）の近畿大学原子炉の中央ストリンガー孔内に ³He 計数管を設置し、中性子検出器計数の時系列データを約30分間測定した。この時系列データから複数のゲート時間幅に対する計数の頻度分布を作成し、ポアソン分布、正規分布、ガンマ分布、負の二項分布の4つの確率分布に対してカイ二乗検定を実施した。

3. 結果

ゲート時間幅 0.1sec 及び 0.01sec の頻度分布と各確率頻度分布の比較を図1、図2に示す。ゲート時間幅が長い場合は、ガンマ分布および負の二項分布は実験で得られた頻度分布をよく再現し、カイ二乗検定により採択される。ゲート時間幅が短い場合、ガンマ分布は棄却されるが、負の二項分布はよく再現する。ポアソン分布、正規分布については、全ての条件下において棄却された。

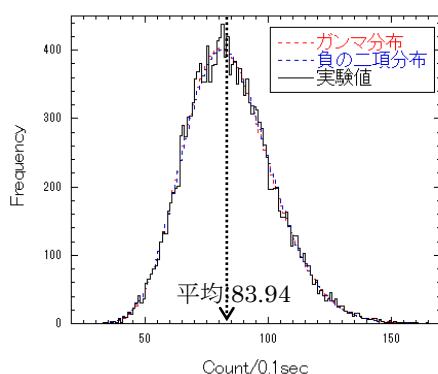


図1：ゲート時間幅 0.1sec の頻度分布

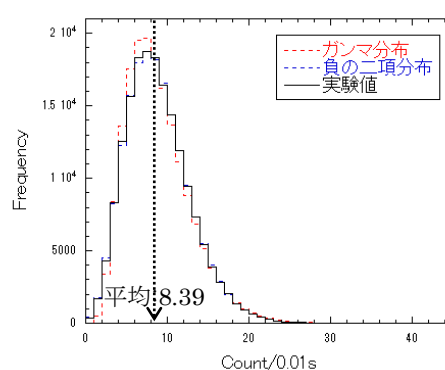


図2：ゲート時間幅 0.01sec の頻度分布

参考文献

- [1] G. I. Bell, "Probability Distribution of Neutrons and Precursors in a Multiplying Assembly", *Ann.Phys.* **21**, 243-283 (1963).
- [2] A.Szeless and L.Ruby, "The Exact Probability Distribution of Reactor Neutron Noise", *Nucl.Sci.Engng.* **45**, 7-13 (1971).

*Kunihiro Nakajima¹, Sin-ya Hohara², Atsushi Sakon² and Kengo Hashimoto² (¹Interdisciplinary Graduate School of Science and Technology, Kindai University, ²Atomic Energy Research Institute, Kindai University)