

高速点火慣性核融合実験用多チャンネル中性子スペクトロメーターの開発 Development of multichannel neutron spectrometer for The Fast Ignition Experiment

安部勇輝, 細田裕計, 有川安信, 長井隆浩, 小島完興, 酒井浩平, 山ノ井航平,
清水俊彦, 猿倉信彦, 中井光男, 乗松孝好, 疇地宏
Y. Abe, H. Hosoda, Y. Arikawa, T. Nagai, S. Kojima, K. Sakai, K. Yamanoi,
T. Shimizu, N. Sarukura, M. Nakai, T. Norimatsu, H. Azechi

阪大レーザー研
ILE, Osaka-Univ.

高速点火慣性核融合実験では、燃料ターゲットを爆縮したのち、超高強度レーザー(LFEX)を照射し、発生した高速電子によって燃料の加熱を行う。このとき、高速電子の制動放射によって高エネルギーX線が発生し、これが中性子計測の妨げとなっている。特に Time-of-Flight 法を用いる多チャンネル中性子スペクトロメーターでは、この高エネルギーX線によるシンチレーターの残光(afterglow)、光電子増倍管の飽和現象、光核反応(γ, n)中性子の入射によって核融合反応中性子の埋没が問題となり、これまでは加熱レーザーの出力が 500 J を超える高速点火実験での中性子計測は不可能であった。(Fig. 1)

本研究ではまずシンチレーターの afterglow 対策として、afterglow の原因となる三重項励起状態の発光体分子から励起エネルギーを吸収する性質のある酸素分子をシンチレーターに溶かし[1]、酸素濃度や発光材料と溶媒の組み合わせの最適化を行った結果、既存の検出器

の測定位置における DT・DD 中性子到達時刻において、従来のプラスチックシンチレータ(BC408)の 8%・11%まで afterglow を低減することに成功した。また、シンチレーターを小型化し、検出器あたりの X 線入射量を抑制することで光電子増倍管への負荷を緩和した。さらに光核反応(γ, n)中性子対策として計測器前にポリエチレンの中性子コリメーターを設置し、光核反応(γ, n)中性子の遮蔽を行った。

これらの対策の結果、バックグラウンドとなる高エネルギーX線、光核反応(γ, n)中性子による信号を効果的に抑制することに成功し、これまでは計測不能だった加熱レーザー出力 500 J 以上の高速点火実験においても、 10^6 代の中性子のイールド計測が可能になった。(Fig. 2)

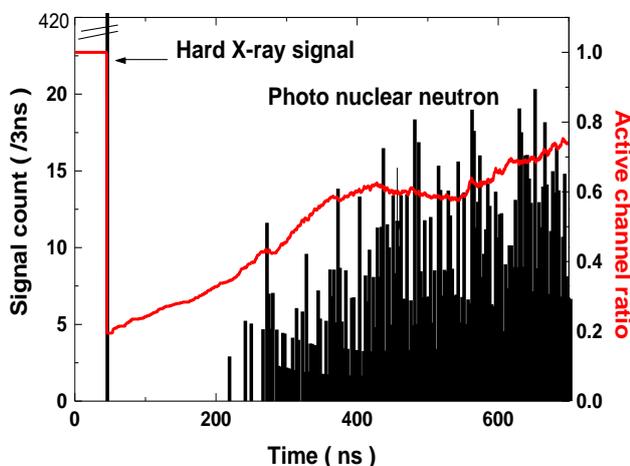


Fig.1 Fast Ignition Experiment in 2010
Heating 486 J on target

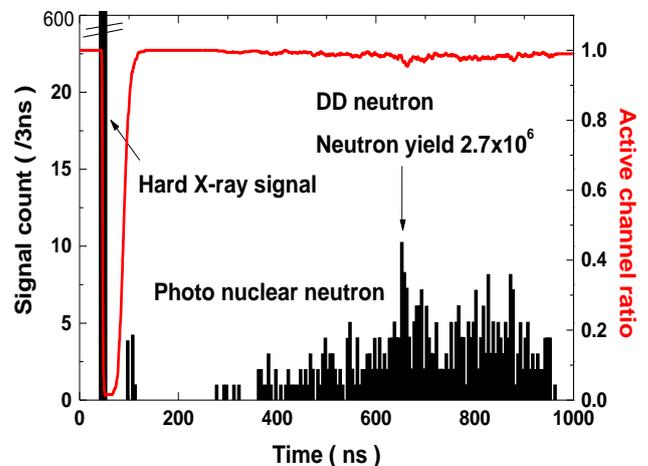


Fig.2 Fast Ignition Experiment in 2012
Heating 791 J on target