

光核反応 ($\gamma - n$) を用いたレーザー駆動高輝度中性子生成

Laser induced High Intensity Neutron Generation by using Photonuclear Reaction

宇津木卓, 有川安信, 長井隆浩, 安部勇輝, 小島完興, 坂田匠平, 井上裕晶, 益田洋平, 野添宏器,
中井光男, LFEX グループ, 疇地宏

Masaru UTSUGI, Yasunobu ARIKAWA, Takahiro NAGAI, Yuki ABE, Sadaoki KOJIMA, Shouhei
SAKATA, Hiroaki INOUE, Yohei MASUDA, Hiroki NOZOE, Mitsuo NAKAI,
LFEX group, and Hiroshi AZECHI

大阪大学レーザーエネルギー学研究センター
Institute of Laser Engineering, Osaka University

近年、中性子は学術的基礎研究、応用研究、産業・医療への利用が広がりつつある。特に、宇宙核物理分野では中性子捕獲による重い原子核生成のプロセス (s-Process, r-Process) の解明が注目されており、これらのプロセスを実験室で再現するためには、非常に高密度の中性子束を必要としている。しかし、既存の中性子源では r-Process に必要な $10^{22} / \text{cm}^2 \cdot \text{s}$ の中性子束を満たせていない。そこで、我々は高 Z ターゲットに対して超短パルス超高強度レーザーで照射を行い光核反応を用いて高輝度中性子生成を目指した。この方法は、中性子をパルス当たり約 10^{10} 個生成可能であり、しかもそのパルス幅が極短で、中性子発生領域のサイズが極小であることから、瞬間的に中性子強度 ($10^{24} / \text{cm}^2 \cdot \text{s}$) を作る事ができる。現在までに、2012 年 3 月 Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) との電子・陽電子プラズマ生成の共同実験で金の平板 (直径: 1 mm, 厚さ: 1 mm) ターゲットをレーザー核融合用超短パルス超高強度レーザー (LFEX) によってパルス幅 1 ps で照射したところ、最大約 $10^9 / \text{shot}$ の光核反応による中性子数を計測する事に成功した。Fig.1 に LFEX のレーザーエネルギーと発生した中性子数の関係を示す。また、シミュレーション計算によってその中性子スペクトルが、低速中性子領域から 10 MeV 程度までブロードであることを確認した。本研究では、BBQ liquid scintillator[1]、高速リチウムガラスシンチレーター APLF80+3Pr[2]、及び高速 γ 線シンチレーター Pr:LuAG を用いて、金ターゲットから発生する $\gamma - n$ 反応中性子スペクトルを Time Of Flight (TOF) 計測する装置の開発を行った。Fig.2 に Al ターゲットの光核反応中性子を liquid scintillator で計測したときの生データを示す。本発表では、詳細を報告する。

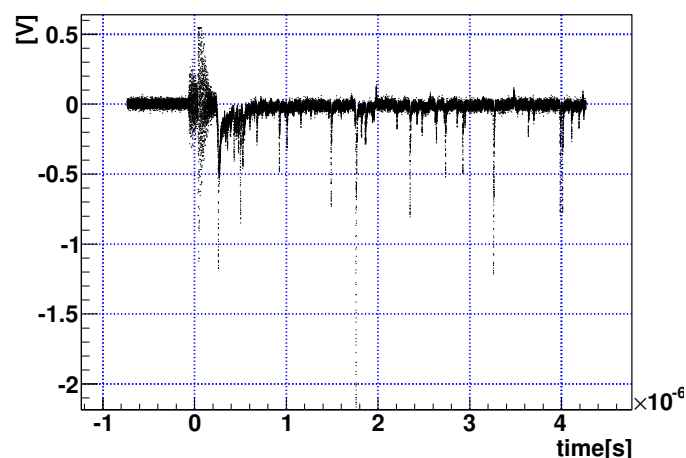
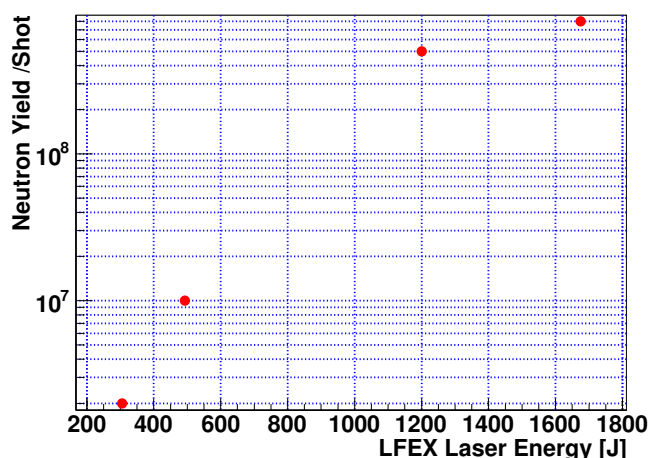


Fig. 1: Neutron Yield / Shot. (Experiment March, 2012) Fig. 2: Photoneutron measured by Liquid Scintillator.

[1] T Nagai, et al., Japanese Journal of Applied Physics **50** 080208 (2011).

[2] Y Arikawa, et al., REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS **80** 113504 (2009).