

高速点火原理実証実験における中性子計測

The neutron diagnostics in the fast ignition realization experiment

有川安信, 長井隆浩, 安部勇輝, 小島完興, 坂田匠平, 井上裕晶, 藤岡慎介, 猿倉信彦,
中井光男, 白神宏之, 疇地宏

大阪大学レーザーエネルギー学研究センター

Yasunobu Aikawa, Takahiro Nagai, Yuki Abe, Sadaoki Kojima, Shohei Sakata, Hiroaki Inoue,
Shinsuke Fujioka, Nobuhiko Sarukura, Mitsuo Nakai, Hiroyuki Shiraga, Hiroshi Azechi,
Institute of Laser Engineering, Osaka University

高速点火核融合実験では高強度のX線にバックグラウンド信号があまりにも強大であるために、中性子Time of Flight計測(nTOF計測)は非常に困難であった。中性子はイオン温度計測にとって不可欠であるので、このバックグラウンドノイズの原因を詳細に知り適切な対策を講じる事が重要である。追加熱用レーザーLFEXレーザーが完成してから第一回目の高速点火核融合統合実験シリーズ(2009年)では従来のプラスチックシンチレーター計測器で計測に挑んだが、強大なX線信号によって高電子増倍管が飽和し計測不能であった。第二回目の2010年のシリーズでは新技術である酸素混入型高速液体シンチレーターが導入された。これによって高強度X線による計測器飽和の問題は克服できた。しかしX線信号の後になお残るバックグラウンドノイズが観測された。信号を詳細に分析したところ、これらはターゲット室コンクリート壁で散乱したX線、および高エネルギーX線がチャンバー壁等内で (γ, n) 反応を起こし発生させた中性子である事が明らかになった。前者は計測器の周囲を遮蔽すれば落とせる事、後者は中性子コリメーターで遮蔽出来る事が分かった。2012年の第三回目の実験のために中性子計測器の設置位置は全面的に改定され、中性子コリメーターを開発し配備した。2012年7-9月に行われた高速点火統合実験では2台の液体シンチレーターが新規に設置された。それぞれ中性子コリメーターが設置された。MANDALA (420chの中性子シンチレーターアレー)にも一部のチャンネルに液体シンチレーター試験導入がされ、その他の全てのチャンネルもシンチレーターのサイズダウンによって高電子増倍管への負荷を下げ、飽和が起らないようにした。またMANDALAにも中性子コリメーターの配備を行った。これらの成果によって、2012年の実験では全ての高速点火ショットで中性子イールドを捉えることに成功した。特に1kJの加熱実験において3台の計測器が同じ中性子イールドを示し、これまで困難であった中性子イールドの高精度に計測する事に初めて成功した。

図1に2009年、2010年、2012年の実験における中性子信号を比較する。講演では計測器開発詳細、および2012年実験の中性子計測の結果について発表する。

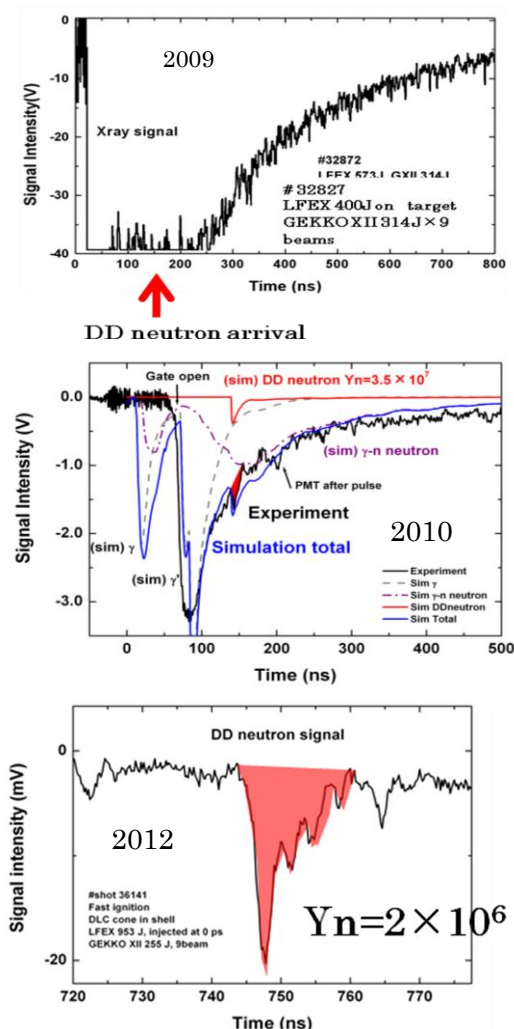


図1 2009年、2010年、2012年高速点火核融合実験における中性子TOF計測器の信号。2010年にX線によるバックグラウンド信号の改善が行われ、2012年に散乱X線と (γ, n) 反応中性子によるバックグラウンド信号の改善がなされ、ついに中性子イールドを高精度に計測することに成功した。