

JT-60U における中性子-ガンマ線弁別多視線計測

石井啓一、岡本敦

東北大学大学院工学研究科

核融合炉においてエネルギー増倍率を評価するためには核融合出力を求める必要がある。核融合出力は中性子発生率の絶対計測によって決定されるため、中性子計測は非常に重要な計測の 1 つである。さらに、中性子計測によって高速イオンの挙動やイオン温度、それらの空間分布を得ることで α 粒子の発生分布やプラズマの輸送係数を知ることができる。

JT-60U ではポロイダル断面に対して斜め方向から扇状に 6 視線、垂直方向に 1 視線の中性子計測用コリメータレイが設置されており、中性子発生量の積分値が計測されてきた。中性子検出器には有機シンチレータであるスチルベン結晶が用いられている。スチルベンは中性子だけでなく γ 線にも感度を有するため、中性子と γ 線とを弁別しなければならない。これまで中性子と γ 線の弁別(n- γ 弁別)には光電子増倍管(PMT)の下流に設置されたアナログの n- γ 弁別回路により行われていたが、このアナログ回路を用いた計測においては、 $\sim 1 \times 10^5$ cps にて計数が飽和する問題があった。この問題を解決するために、2006 年よりデジタル信号処理(DSP)システムが適用された。DSP システムにおいては PMT のアノード信号を直接、高速のアナログ デジタルコンバータ(Flash-ADC)に取り込む。データは計測終了後に PC に転送され、ソフトウェアによってオフラインで解析される。Flash-ADC にて記録される大容量のデータを処理するため、高速に処理できる解析ソフトウェアを整備し、処理されたデータに対する解析手法を確立することが重要である。DSP システムによる n- γ 弁別には電荷積分法が採用されており、ソフトウェアを用いて各パルスに対して 3 つの領域で積分を実行する。各パルスの積分値を 2 次元プロットすることにより、中性子と γ 線を視覚的に弁別することが可能である。図 1 に n- γ 弁別のための 2 次元プロット例を示す。図中には 2 つのグループが確認することができ、n- γ の弁別に成功していることが分かる。DSP システムを用いた計測では同一の検出器を用いて、DD 中性子および DT 中性子それぞれに対する計数率の時間変化を同時に得ることが可能である。図 2 に DD 中性子および DT 中性子の典型的な計数率時間発展波形を示す。本発表では DSP システムを導入したことによって可能となった計数率が高い放電における、中性子計数率の時間変化について紹介する。高計数率での計測が可能となったことにより、統計精度を維持しつつ時間分解能を向上させることができる。

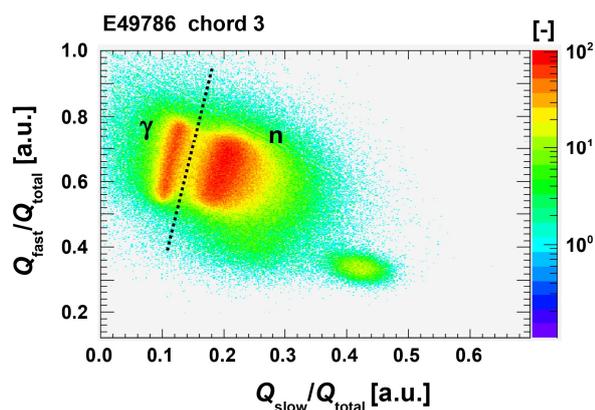
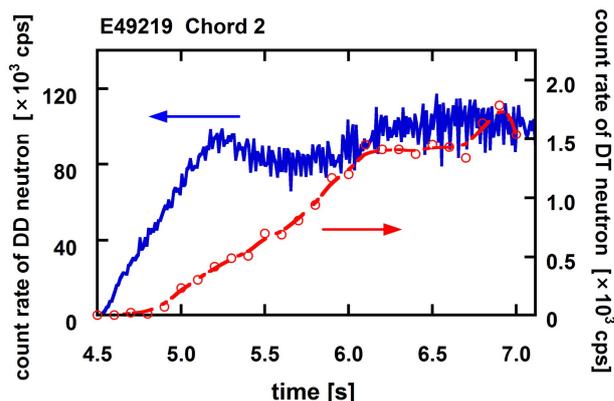
図 1 n- γ 弁別のための 2 次元プロット

図 2 中性子計数率の典型的な時間発展波形