

## LHD重水素実験のための核融合中性子スペクトロメータシステムの構築 Design of neutron energy spectrometer system for deuterium experiment in LHD

林翔太<sup>1</sup>、大島拓洋<sup>1</sup>、富田英生<sup>1</sup>、磯部光孝<sup>2,3</sup>、MunSeong Cheon<sup>4</sup>、小川国大<sup>2,3</sup>、井口哲夫<sup>1</sup>  
S. Hayashi<sup>1</sup>, T. Ohshima<sup>1</sup>, H. Tomita<sup>1</sup>, M. Isobe<sup>2,3</sup>, M.S. Cheon<sup>4</sup>, K. Ogawa<sup>2,3</sup>, and T. Iguchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>名大・工、<sup>2</sup>核融合研、<sup>3</sup>総研大、<sup>4</sup>韓国 NFRI  
<sup>1</sup>Nagoya Univ. <sup>2</sup>NIFS <sup>3</sup>SOKENDAI <sup>4</sup>Korea NFRI

**1. はじめに** 核融合実験装置における重水素プラズマ実験では、DD核融合反応によりDD中性子が放出される。DD中性子のエネルギーや発生プロファイル計測は、核融合反応の情報を得るために極めて重要である。本研究グループでは、DD中性子のための共役粒子同時計数型中性子エネルギー spektrometa (NES) の開発を行っており、2011年より韓国 National Fusion Research Institute 超伝導トカマク実験装置KSTARにて基礎実験を進めてきた<sup>[1]</sup>。今回は、核融合科学研究所大型ヘリカル装置 (LHD) において計画されている重水素実験に向けた本NESの設計検討、および、KSTAR重水素実験における本NESの基本構成要素に関する動作の検証の結果について報告する。

**2. NESの概要とLHD重水素実験に向けたアレイ化システム** 本NESの概要をFig. 1に示す。第一検出器であるラジエータと後方配置の反跳陽子検出器(RPD)、散乱中性子検出器(SND)によって構成され、3検出器の同時計数を行う。入射中性子とラジエータ中の水素原子との弾性散乱にて生じる反跳陽子と散乱中性子について、反跳陽子のエネルギー( $E_{rp}$ )はラジエータとRPDの付与エネルギーの和から、散乱中性子のエネルギー( $E_{sn}$ )はラジエータ、SND間の飛行時間から求め、この和により入射中性子のエネルギー( $E_m = E_{rp} + E_{sn}$ )を測定する。各検出器の出力パルス信号の処理においてはデジタル信号処理を適用し、ゲート幅内にあるパルスの総電荷量を波高値に対応する値として取得するとともに、リストモード測定により記録されたパルス検出時間から検出器間における飛行時間を求めた。

LHDへ本NESを導入するために設置位置を検討したところ、LHDの重コンクリート製コリメータ後方2mの位置に設置し、かつ、中性子ビームの広がりを抑制するための追加ポリエチレン製コリメータをNES前方へ設置することが効果的であることが示された。また、検出効率を向上させるために、Fig. 2に示すような4対の反跳陽子検出器と散乱中性子検出器の対で構成されたNESシステムを設計した。

**3. KSTAR重水素実験における動作確認実験** 本NESの各検出器に対するデジタル信号処理をKSTARに設置したプロトタイプNESに適用し、2015年度重水素実験にて動作確認実験を行った。Fig. 3に重水素プラズマ放電 (Shot No. 13911) における、KSTARの既設中性子フラックスモニター (NFM) の計数率とNES構成要素である3検出器の計数率の関係を示す。NESを構成する3検出器とNFMの計数率に相関が確認でき、中性子起因の信号を捉えていることが確認できた。

**4. まとめと今後の課題** KSTARに設置したプロトタイプNESにデジタル信号処理を適用して動作確認実験を行ったところ、NES構成要素の3検出器とNFMの計数率に相関が確認でき、プラズマから放出された中性子起因の信号を捉えていることが確認できた。現在、取得したデータをもとに3検出器間の同時計数によるエネルギースペクトル解析を進めている。今後、アレイ化チャンバーを用いた性能評価実験を行い、検出効率向上の実証を行う予定である。

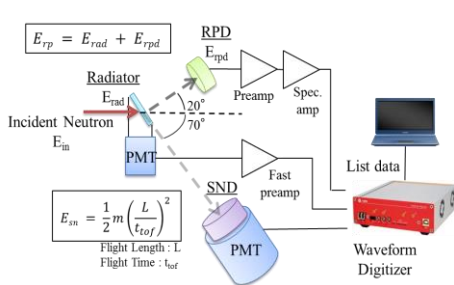


Fig. 1 NES システムの概要

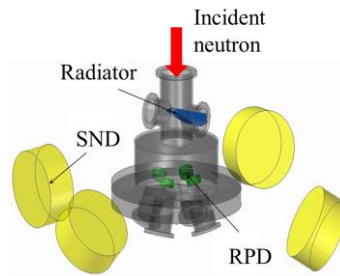


Fig. 2 LHD 重水素実験に向けた NES アレイ化チャンバー

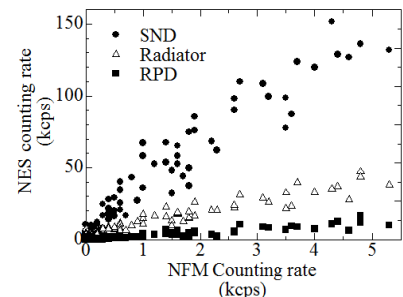


Fig. 3 NFM と NES 検出器の計数率の関係

[1] H. Tomita *et al.*, Rev. Sci. Instrum, **85**, 11E120, (2014). [2] H. Tomita *et al.*, Rev. Sci. Instrum, **81**, 10D309, (2010).