

# 単結晶CVDダイヤモンド検出器を用いた核融合炉ブランケットにおける 高速中性子とトリチウム増殖率の同時計測手法の開発

## Development of a simultaneous measurement method for fast neutron and tritium generation in the fusion reactor blanket

\*小林真<sup>1,2</sup>、吉橋幸子<sup>3</sup>、小川国大<sup>1,2</sup>、磯部光孝<sup>1,2</sup>、Siriyaorn Sangaroon<sup>1,4</sup>、神尾修治<sup>1</sup>、  
三輪美沙子<sup>5</sup>、遠山翔<sup>5</sup>、松山成男<sup>5</sup>、瓜谷章<sup>3</sup>、長壁正樹<sup>1,2</sup>

KOBAYASHI Makoto<sup>1,2</sup>, YOSHIHASHI Sachiko<sup>3</sup>, OGAWA Kunihiro<sup>1,2</sup>, ISOBE Mitsutaka<sup>1,2</sup>, SANGAROON Siriyaorn<sup>1,4</sup>,  
KAMIO Shuji<sup>1</sup>, MIWA Misako<sup>5</sup>, TOYAMA Sho<sup>5</sup>, MATSUYAMA Shigeo<sup>5</sup>, URITANI Akira<sup>3</sup>, OSAKABE Masaki<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>核融合研、<sup>2</sup>総研大、<sup>3</sup>名古屋大、<sup>4</sup>Maharashtra Univ. <sup>5</sup>東北大

<sup>1</sup>NIFS, <sup>2</sup>SOKENDAI, <sup>3</sup>Nagoya Univ., <sup>4</sup>Maharashtra Univ. <sup>5</sup>Tohoku Univ.

### 背景

単結晶ダイヤモンド検出器は核融合炉における高速中性子やトリチウム増殖率の実時間測定のための有用なモニタとして期待されるが、これらの粒子を、同時に入射するガンマ線の影響を排除しながら計測する手法の確立が必要となる。そこで本研究では、リチウム箔を付した単結晶CVDダイヤモンドへの高速中性子照射を行い、高速中性子及び中性子トリチウムとの核反応で生成するトリトンを発生させ、ガンマ線の影響を取り除くための波形弁別手法を開発し、これらの粒子の計測を行った。

### 実験・解析手法

高速中性子がダイヤモンド内に入射すると、炭素原子との弾性散乱や核反応により電子正孔対が生成し、印加電圧により各電荷が移動して表面電極に到達するまでの間に電流が発生する。例えばアルファ線は飛程が非常に短いため、ダイヤモンド表面にのみ電子正孔対が発生する。表面に負電圧を印加した場合、電子がダイヤモンドの裏面に移動することで幅の広い四角形状のパルスが発生する。また、高速中性子によりダイヤモンド厚みに対して中央付近の領域(Ballistic center region: BCR)で発生した電子正孔対は、各表面電極へ到達する時間が一致することで幅の狭い四角形状のパルスが発生する。この波形はアルファ線やガンマ線では発生せず、中性子の特徴的なパルスである。そこで本研究では、ダイヤモンドのBCR及び表面にて発生した電子正孔対に起因するパルスのみを抽出するアルゴリズムを構築し、前者により高速中性子を、後者によりアルファ線等の高エネルギー荷電粒子を計測した。また、東北大学高速中性子実験室(FNL)にてD-Li反応により発生する最大約15 MeVの中性子照射を行い、構築したアルゴリズムの妥当性評価を実施した。

### 結果・考察

解析において、取得したパルスの1/4値幅(W)とピークトップ電流値(A)、全電荷(Q)を用いることで、波形の四角度( $R=4Q/3AW$ )を評価した。この波形弁別の定義を図1に示す。図1より、Rが1に近いほ

ど四角形状となる。続いて、全てのパルス、及び $R > 0.7$ のパルスの1/4値幅のヒストグラムを図2に示す。Rによる弁別無しの場合と比較して、Rにより四角形状のパルスを抽出することで、3つのピークが出現した。各ピークは、幅の狭い順に、BCR(電子とホールの移動に起因。高速中性子のみで発生)、ダイヤモンド裏側表面(ホールの移動に起因)、ダイヤモンド表側表面(電子の移動に起因。高速中性子及び高エネルギー荷電粒子により発生)におけるイベントに起因すると考察された。この結果から、BCRのパルスを積算することで高速中性子による付与エネルギースペクトルが得られる。さらに、ダイヤモンド表側表面のカウントからBCRのカウントを差し引くことで、高エネルギー荷電粒子中性子に起因するによる付与エネルギースペクトルが得られた。

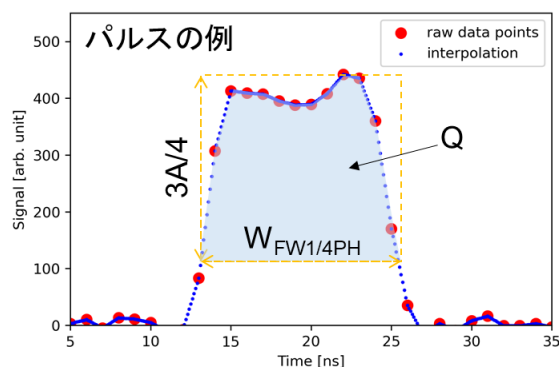


図1 四角度 R の評価方法

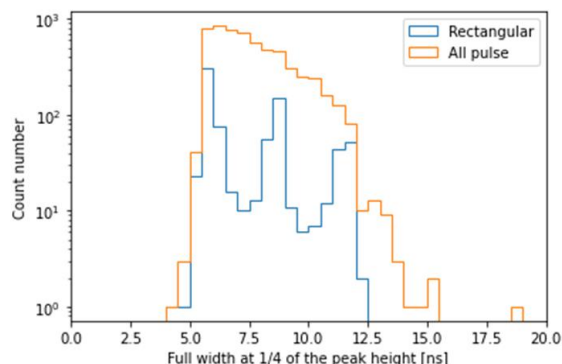


図2 パルスの1/4値幅の分布