

## 原型炉NBIの概念設計

### Conceptual design of the neutral beam injection system for JA DEMO

梅田尚孝、坂本宜照、宇藤裕康、染谷洋二

Umeda Naotaka, Sakamoto Yoshiteru, Utoh Hiroyasu, Someya Yoji

量研  
QST

#### 1. 緒言

日本の原型炉用中性粒子入射装置(NBI)の概念設計を進めている。日本の原型炉の主要な特徴は、定常運転と発電である。トカマク型核融合炉の定常運転には非誘導電流駆動が必要であり、NBIは電流駆動装置として原型炉に必須の機器である。また、十分な発電量を確保するためには、高い核融合出力を得るとともに、所内で消費する電力を極力低減することが必要である。そのためには、NBIで消費する電力の低減、すなわち高いシステム効率のNBIが求められる。

#### 2. 原型炉NBIの設計要求条件

原型炉NBIの概念設計を進めるうえで、まず原型炉NBIの設計要求条件を整理する。現状のJA-DEMO仕様に対して、プラズマの電流駆動効率やビーム突き抜け等の観点から、NBIのビームエネルギーを1.5MeV、入射パワーを100MWとした。原型炉を年オーダーで定常運転するため、NBIも年オーダーの定常入射が必要である。一方、中性子線量や放射化の観点から、NBI入射ポートは3ポートに制限されている。そのため、1ポート当たり33MWの中性粒子ビーム入射が必要となり、ITER NBI(16.5MW/ポート)の2倍のパワーの入射が必要である。図1に原型炉NBIの入射ポートのCAD図を示す。入射ポートの開口部サイズはITERと同じ幅1.2m、高さ0.6mである。また、第一壁から生体遮蔽までのポート長は17.5mであり、イオン源から第

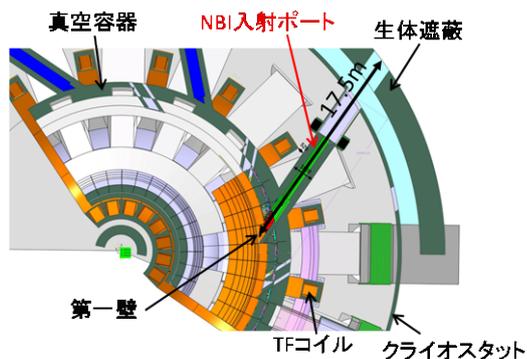


図1 原型炉 NBI の入射ポートの CAD 図

一壁までの距離はITERより10m以上長くなる。ポートでのビーム損失を抑え、入射効率の低下を抑制するためにはビームの発散をITERよりも小さくしなければならない。

#### 3. 原型NBIの概念設計

このような厳しい要求条件下で成り立つNBIの概念設計を進めている。原型炉NBIシステムに求められる要件は、①高効率のNBIシステム ②定常入射できるNBIシステム ③厳しい放射線環境下での高信頼性のNBIシステムである。高効率のNBIシステムとして、効率50%以上を目標とし、そのための各種効率及び損失の目標値を設定した。

図2に原型炉NBIのビームラインの概略図を示す。このNBIの大きな特徴は、負イオン源・加速器が炉心プラズマを直接見込まないように配置し、負イオンビームを偏向コイルで上下方向に曲げてから中性化し、入射する点である。このシステムでは、加速器～偏向コイル間での負イオンの中性化損失を抑えることも重要である。そのため負イオンビームの空間電荷によるビーム発散をビームプラズマで抑制するとともに、できるだけビームライン圧力を下げることが重要である。加速器内およびビームラインの圧力を下げるとともに、負イオン源へのガス導入量を下げるとともに、光中性化セルの導入が必要である。本講演では、原型炉NBI概念設計の概要と偏向コイルによる負イオンビーム偏向入射の検討などを報告する。

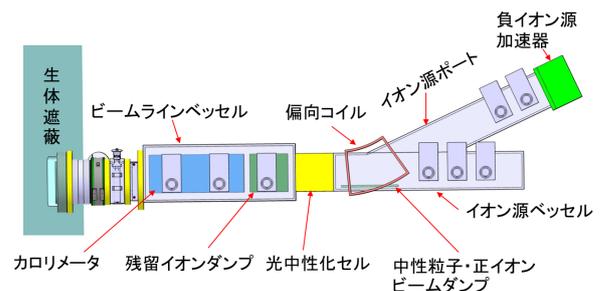


図2 原型炉 NBI のビームライン概略図