

春日井敦, 佐藤聡, 落合謙太郎, 増田開, 太田雅之, 小柳津誠, 権セロム,
長谷川和男, 坂本慶司, 石田真一

KASUGAI Atsushi, SATO Satoshi, OCHIAI Kentaro, MASUDA Kai, OHTA Masayuki,
OYAIIDZU Makoto, KWON Saerom,
HASEGAWA Kazuo, SAKAMOTO Keishi, ISHIDA Shinichi

量研/六ヶ所
OST/Rokkasho

目的として核融合中性子源 A-FNS の概念設計を完了した。

A-FNS は図 1 に示すように重陽子線形加速器、液体リチウムターゲットループ、照射試験システム、照射後試験施設等から構成され、40MeV に加速された重陽子とリチウムの核反応により、原型炉材料照射に必要な He 生成と弾き出し損傷との比が 10 程度の高エネルギー中性子を発生させることが可能である。A-FNS サイトは、六ヶ所核融合研究所に隣接する南側の敷地部分) を候補地として検討している。敷地面積は約 17 ヘクタールで、A-FNS を構成する建屋は本体棟の他、リチウム取扱棟、放射化物保管棟、制御棟等から構成される (図 2)。

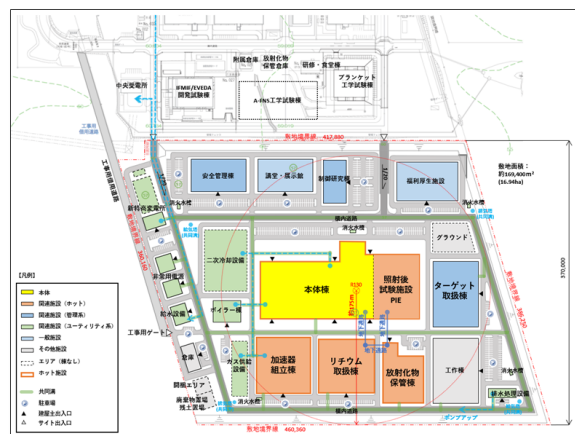
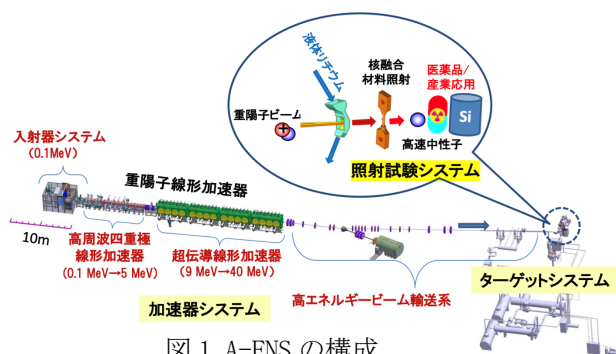


図 2 A-FNS のサイトレイアウト案

日本の原型炉開発のロードマップでは、核融合炉材料に関する初期照射データを 2035 年頃までに取得することを、原型炉建設判断の 1 つの指標にしている。その初期照射データとして、以下の多様な照射データが必要とされている。



- ① ブランケット構造材、ダイバータ機能材、ブランケット機能材の照射データ
- ② ブランケット中のトリチウム挙動に関する照射データ
- ③ ブランケットの核特性データ
- ④ 原型炉の計測機器、制御機器に関する照射データ

これらの多様な照射データを効率的に取得できる試験モジュール概念の確立のため、重陽子とトリチウムとの間の核反応により発生する中性子及びガンマ線の輸送計算等を大型計算機を利用して計算、A-FNS 照射場の中性子及びガンマ線分布を十分に評価し、照射試験体の目的や特性に応じて、以下の9種類の照射試験モジュールに関するA-FNS 中性子照射場での設置適正化を行なった。

- ① ブランケット構造材料照射試験モジュール
- ② ブランケット機能材料照射試験モジュール
- ③ ダイバータ機能材料照射試験モジュール
- ④ 放射性腐食生成物試験モジュール
- ⑤ トリチウム放出回収特性試験モジュール
- ⑥ クリープ疲労試験モジュール
- ⑦ ブランケット核特性試験モジュール
- ⑧ 計測制御機器照射試験モジュール
- ⑨ 中性子束計测试験モジュール

温度特性や目的の異なる照射試験モジュールに対し、中性子及びガンマ線による核特性や熱特性に関する計算シミュレーションを積み重ね、照射試験体の核設計、熱設計、構造設計、遠隔保守設計等を行い、複数の照射試験モジュールを試験できる概念を構築した。図3にA-FNS 照射試験セルの概念、中性子束分布と照射試験モジュールの配置を示す。図4に材料試験片を入れた照射キャプセルと照射モジュールの模式図を示す。A-FNS 用の照射モジュールの共通規格としてハニカム円筒型モジュール概念を考案した。遠隔保守による交換方式・取合い構造の構築を図り、照射条件を均一化させる設計とした。

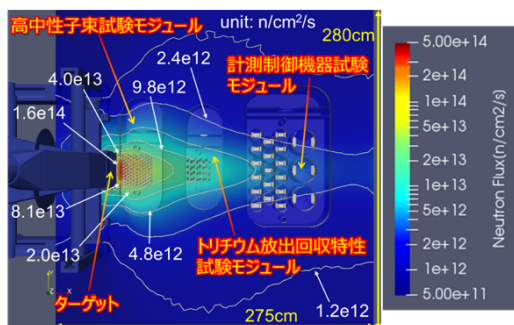


図3 A-FNS の照射試験セルと中性子束分布

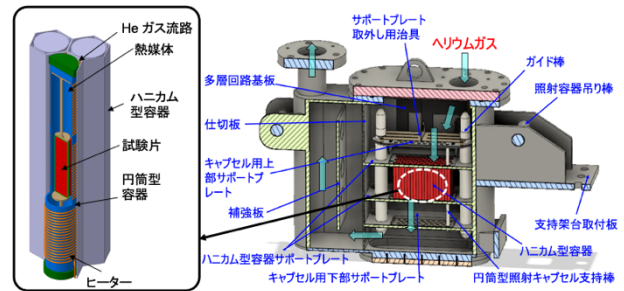


図4 照射キャプセルと照射モジュール

A-FNS 照射試験セルに設置する照射モジュールは中性子により放射化され、照射試験体の放射化レベルは非常に高い。高放射線場で狭隘な空間の照射試験セル内で、遠隔操作による切断・溶接等により、多くの配管やケーブル類の遠隔継手を高精度で分離・接続する方法が必要であり、技術課題が多い。この課題を解決するために、遠隔操作による照射モジュールの交換方式として、照射試験セル側壁に設置する遮蔽プラグと一体に水平方向に照射試験セルから側方アクセスセルへ引き抜く遠隔保守方式を考案した。図5に照射モジュールの遠隔保守方式の概念図を示す。高放射線場で狭隘な空間での照射試験セル内での配管やケーブルの遠隔継手を排除し、側方アクセスセルのホットセル内でマニピュレータを使いながら配管やケーブルの遠隔継手を行う方式を適用することにより、遠隔保守性に優れた遠隔保守方式とした。

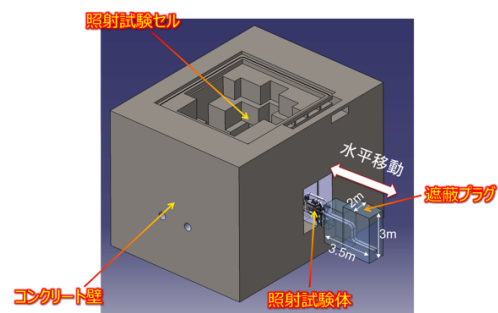


図5 照射モジュールの遠隔保守の概念

A-FNS では、核融合炉材料の照射データ取得に加えて、大量に発生する中性子を利用して産業や学術用の多目的な中性子利用も可能とさせる中性子源を目指している。A-FNS で得られる大強度かつ定常の中性子を用いて、がん治療や検査薬のための医療用アイソトープ製造、農業、半導体製造などの工業分野への応用、医学・科学研究応用など、幅広い利用に道を開くものと期待される。