



# 超高性能プラズマの定常運転の実証

(大型ヘリカル装置(LHD)による核融合科学研究の推進)

自然科学研究機構 核融合科学研究所

## 概要

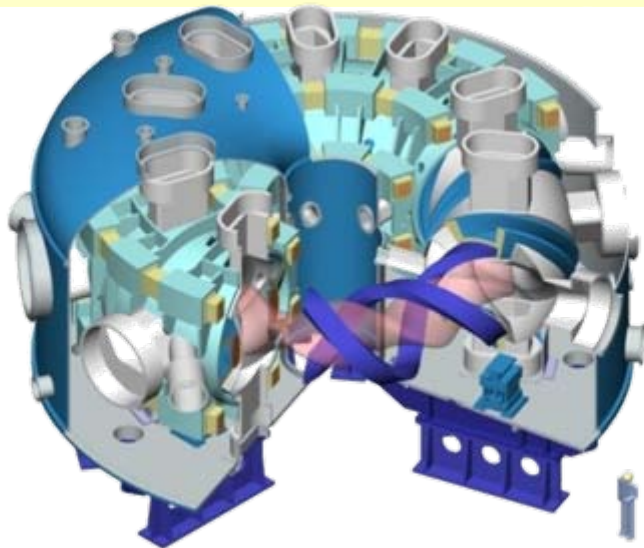
核融合原型炉の早期実現に必要な学理の探求とその体系化を図るため、我が国独自のアイデアに基づくヘリカル方式の超伝導コイルを有する大型実験装置(大型ヘリカル装置(LHD))を用いて、核融合原型炉に近い超高性能プラズマの実現と定常運転の実証などの必要な研究を推進する。

## 世界最大の定常型実験装置

装置本体の外径	13.5m
プラズマの直径	約8m
プラズマの太さ	約1.2m
プラズマの体積	30m <sup>3</sup>
磁場強度	約3万ガウス

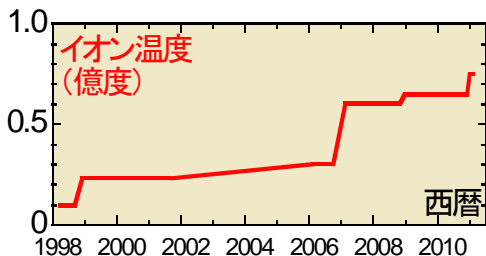
## 経費・経過

建設費総額 約507億円  
(試作開発経費等含む)  
 平成2~9年度 建設8年計画  
 平成10年4月 本格実験開始  
 13年間で10万回のプラズマ実験



## 主な研究目的

- 1) 高い核融合三重積(密度×イオン温度×閉じ込め時間)を実現し、核融合に必要なプラズマ閉じ込めの研究を広範に行う
- 2) 長時間のプラズマ生成実験を行い、定常運転と高い運転安定性を実証する
- 3) プラズマと磁場とのエネルギー比(ベータ値)5%以上を実現し、電磁流体的不安定性、プラズマ輸送等関連する物理を調べる
- 4) トカマクプラズマも含めた環状プラズマの総合的理解を深め、将来の核融合原型炉のためのデータベースと学術基盤を提供する



## イオン温度の向上

(最終目標の1億2千万度に向け進展)

## 主な研究成果

- ・イオン温度 7,500万度 (LHDの最終目標1億2,000万度)
- ・中心密度 1,200兆個/cc (従来型核融合条件の10倍以上)
- ・約1時間の長時間プラズマの生成に成功(平成17年度)
- ・経済的な核融合炉に必要なとされるプラズマの圧力(ベータ値5%)を達成(平成18年度)
- ・1,200兆個/ccの超高密度プラズマの閉じ込めを実現(平成20年度)
- ・イオン温度7,500万度、電子温度2億3,000万度の達成(平成22年度)

## 新たなステージへ

超高性能化により核融合を見通せるプラズマを生成、研究



# 核融合エネルギー実現に向けた大型ヘリカル装置の貢献





# 大型ヘリカル装置計画の課題

## 課題

- 大型ヘリカル装置の超高性能化（イオン温度1億2千万度の実現）
  - ・ 実施計画
    - 真空容器改造 → 高性能排気を実現する「閉構造ダイバータ」
    - 加熱機器増強 → プラズマを加熱するパワーの増大
    - 重水素実験の開始
- 大型ヘリカル装置実験の世界的な位置づけの強化
  - ・ ITER・BAと平行して行うことによる研究の加速戦略
  - ・ ドイツにおいて2015年より同規模のヘリカル方式実験が開始予定
- 重水素実験の前提となる地元との協定書締結に向けて協議中

## 平成22年度の主な成果

- イオン温度7千5百万度の達成



# 大型ヘリカル装置計画の進捗状況

## 大型ヘリカル装置最終目標の7合目に至る

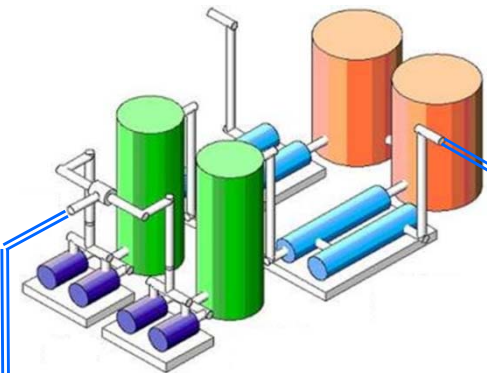
赤字は平成22年度達成

プラズマ性能	大型ヘリカル装置 達成値	大型ヘリカル装置 最終目標値	核融合原型炉 設計条件の目安
イオン温度	7,500万度 (密度16兆個/cc)	1億2千万度 (密度20兆個/cc)	1億2千万度以上 100兆個/cc以上
電子温度	2億3,000万度 (密度2兆個/cc)	1億2千万度 (密度20兆個/cc)	
密度	1,200兆個/cc (温度300万度)	400兆個/cc (1,500万度)	
ベータ値 (プラズマ圧力/ 磁場圧力)	5.1% (磁場0.425 T)	5% (磁場1-2 T)	5%以上 (磁場5 T以上)
定常運転	54分28秒(500kW) 13分20秒(1MW)	1時間(3 MW)	定常(1年)



# 大型ヘリカル装置の超高性能化に向けた機器整備計画

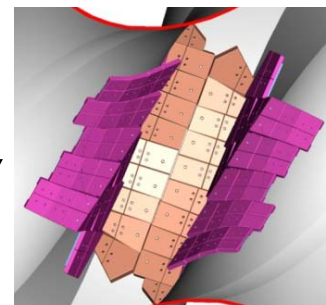
トリチウム除去装置  
(協定締結後)



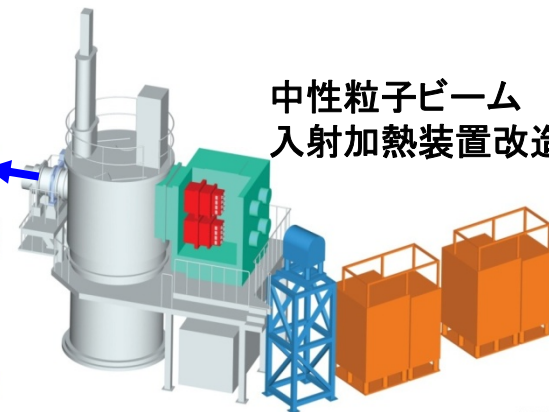
放射線計測・安全監視  
システム



中性粒子ビーム対向壁改造

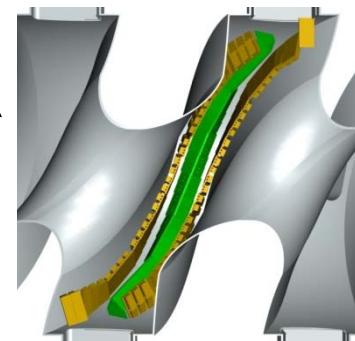


中性粒子ビーム  
入射加熱装置改造

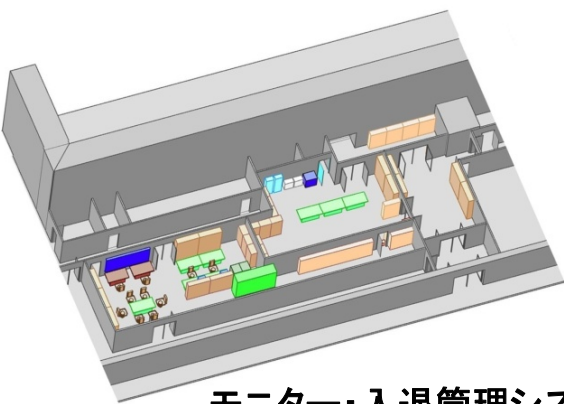


NIFS-PE1022

閉構造  
ダイバータ



真空容器・真空排気系改造



モニター・入退管理システム

中性子計測システム  
(協定締結後)



他：計測機器の整備、電子サイクロtron加熱(ECH)・イオンサイクロtron加熱(ICH)の増強等