



大型ヘリカル装置(LHD)における 第2年次の重水素実験の実施状況 について

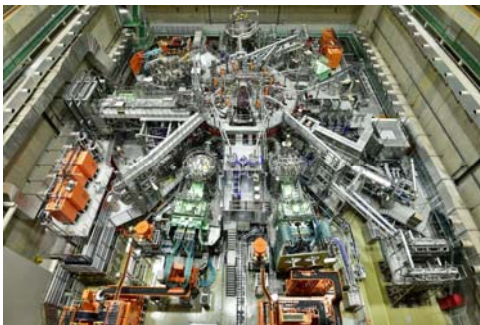
大学共同利用機関法人
自然科学研究機構 核融合科学研究所

1/12

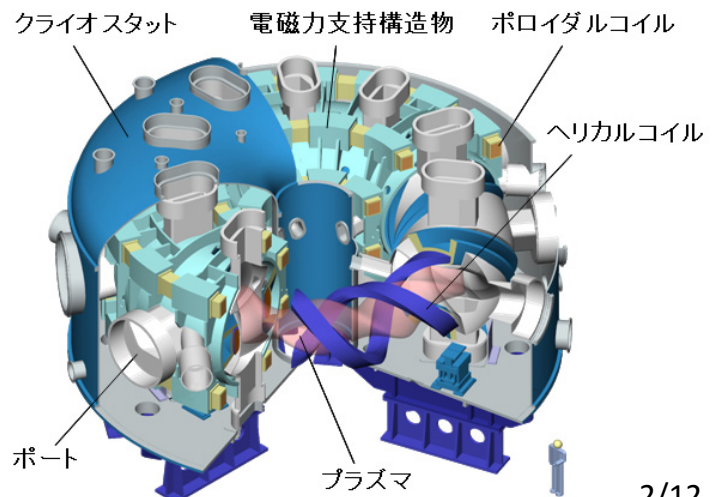


LHD重水素実験の目的

重水素ガスを用いてイオン温度1億2,000万度を達成し、
核融合発電を見通せる高性能プラズマの研究を遂行する。
⇒核融合炉設計につながるデータベースの蓄積と学術基盤の構築を行う。
⇒新たな研究領域の開拓や実験の多様性を拡大する。



- ・世界最大級の超伝導核融合プラズマ実験装置
装置の高さ：約9メートル
装置の直径：約13メートル
装置の重量：約1500トン
- ・平成10年4月 LHD実験開始
- ・平成29年3月 LHD重水素実験開始



2/12



平成30年度(第20サイクル)のLHDプラズマ実験期間の変更について

<当初予定>

- ◆ LHD真空容器真空引き:8月24日~3月8日
- ◆ コイル冷却:9月12日~3月8日
- ◆ ボロニゼーション:10月2日
- ◆ プラズマ実験期間:10月11日~2月14日
 - 重水素ガスを用いた実験(重水素実験):10月11日~1月18日
 - 軽水素ガスを用いた実験(軽水素実験):
 - ✓最後の1ヶ月程度は軽水素ガスを用いた実験を実施して、壁に付着したトリチウムを軽水素に置換。
- ◆ 放射線障害防止法に基づく定期検査:12月17日~18日

<変更後※>

- ◆ プラズマ実験期間:10月23日~2月21日
 - 重水素ガスを用いた実験:10月23日~1月25日
- 研究内容に変更はありません。

※プラズマ実験開始の延期及びプラズマ実験期間の変更につきましては、研究所ホームページ等で公表いたしました。
3/12

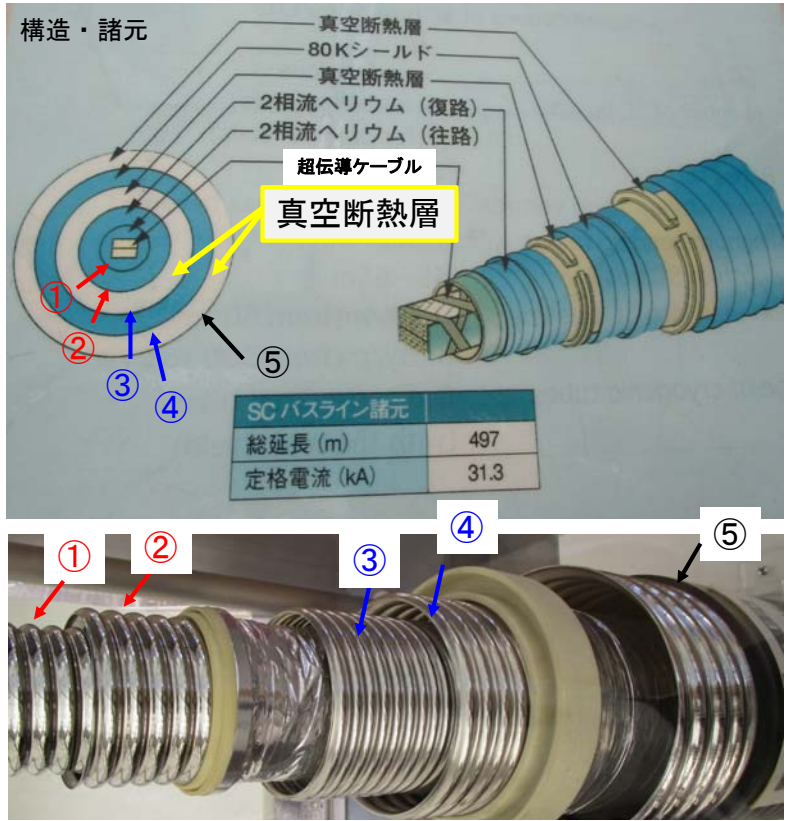
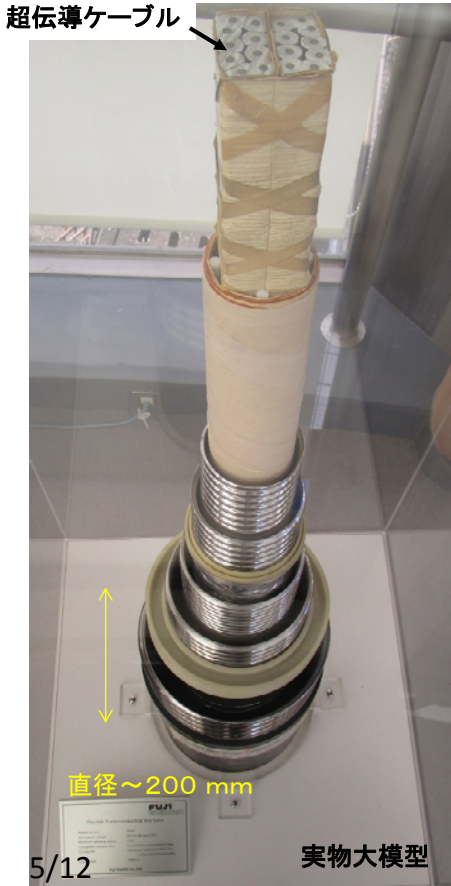


LHDプラズマ実験期間の変更に至った経緯について

- ・平成30年度の大型ヘリカル装置(LHD)のプラズマ実験に向けて、8月24日に真空排気を、その後、超伝導コイルの冷却を9月12日に開始し、10月11日に予定していたプラズマ実験開始に向けて順調に冷却が進行していましたが、10月6日に、LHDの超伝導コイルに電流を供給する超伝導ケーブルの一部で十分に冷却されていない箇所があることが判明しました。
- ・超伝導ケーブルは、液体ヘリウム温度のマイナス269度に冷却することにより超伝導状態にして、超伝導コイルに電流を供給します。超伝導ケーブルの冷却は9月20日に開始しましたが、全9系統のうち1系統の温度がマイナス265度未満に下がらないことから、10月6日に冷却を阻害している場所の特定を行いました。
- ・超伝導ケーブルを冷却するには、魔法瓶のように真空断熱層を有する容器(ケーブル容器)が必要です。10月6日の調査では、IRカメラによってケーブル容器表面の温度を調べ、ケーブル容器の湾曲部に断熱劣化が懸念される場所を見つけました。この場所は、LHDの実験開始当初より、湾曲部の曲率が厳しく、断熱壁の接触による断熱劣化の発生が懸念されていました。このことから、機器の保全性を確保する上で、非破壊検査などの詳細な調査が必要と判断し、当初予定していた10月11日のプラズマ実験開始を延期することといたしました。
- ・真空断熱層の断熱劣化の原因としては、断熱壁の接触の他に、真空度の劣化が考えられることから、詳細な調査として、非破壊検査に加えて、真空排気設備について調査を行いました。その結果、超伝導ケーブル容器の真空断熱層の真空度の若干の低下が確認されました。そこで、真空排気系を調整して、真空排気を十分に行ったところ、真空断熱層の断熱性能が改善され、超伝導ケーブルがマイナス269度まで冷却されました。また、10月12日に非破壊検査を行い、運転に支障が無いことを確認しました。



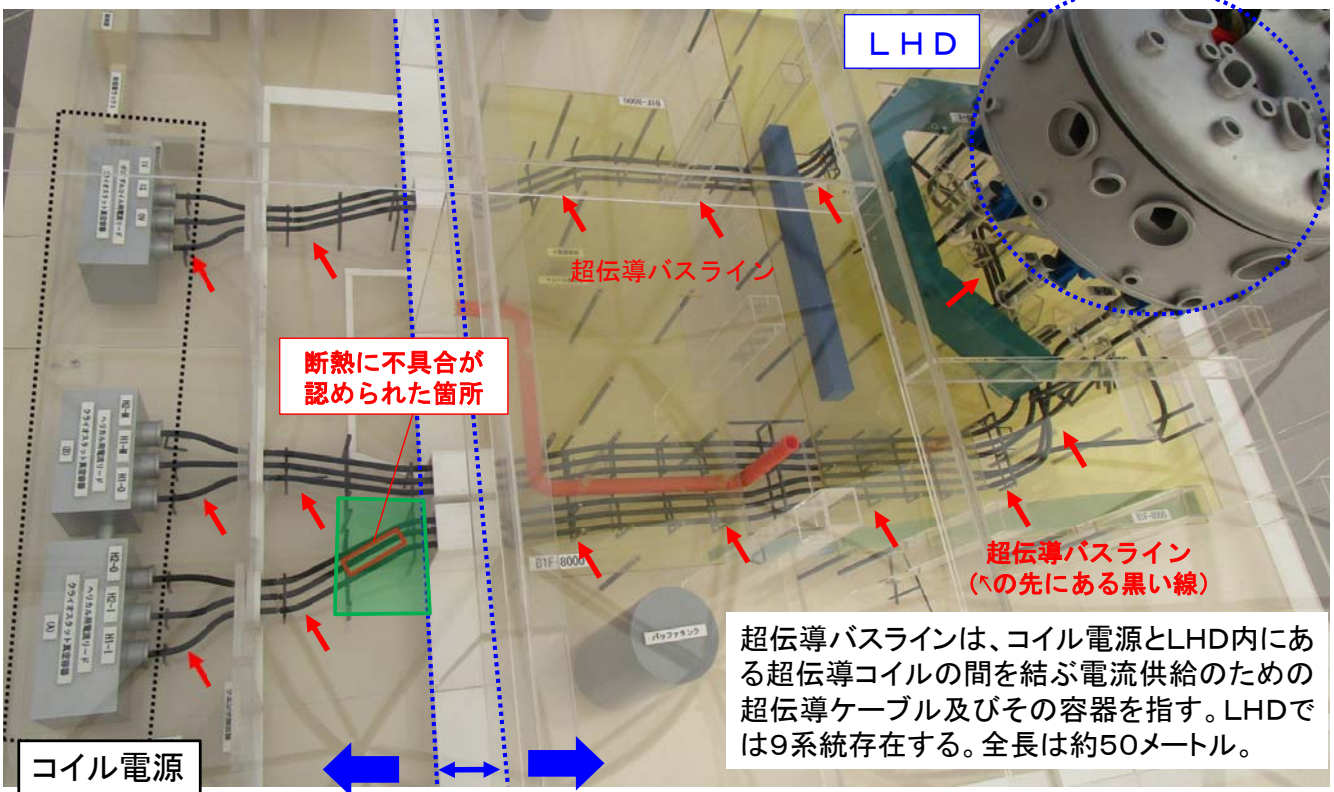
超伝導バスライン(ケーブル及びケーブル容器)の構造



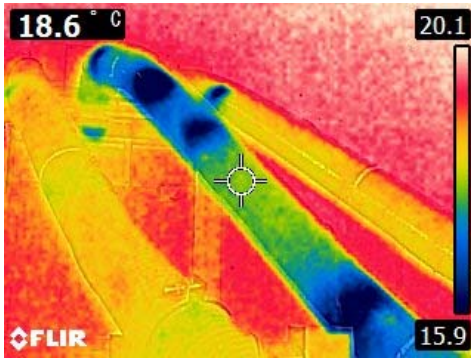
中心の超伝導ケーブルをマイナス269度に冷却するために、②-③及び④-⑤の間に二重の真空断熱層を設けています。ケーブルを柔軟に敷設出来るように容器は五重の金属製の蛇腹管で構成されています。②及び④の外側にある白い円環は真空断熱層の隙間を確保するためのサポートです。



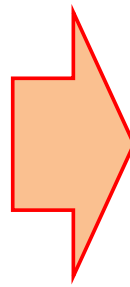
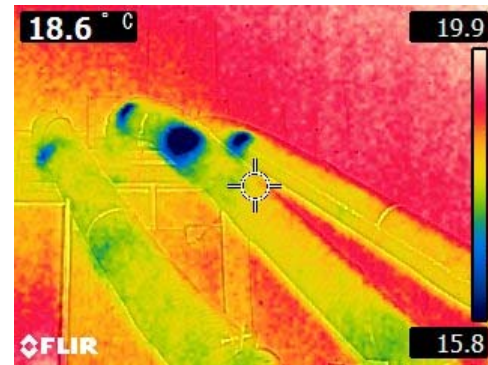
超伝導バスラインの敷設経路



改善前の赤外線カメラ画像



改善後の赤外線カメラ画像



実際の可視画像

- 前ページ緑色部の超伝導バスライン（超伝導ケーブル容器）表面の温度を赤外線カメラで撮影
- 超伝導ケーブル容器の真空断熱層の真空度の調整によって、真空断熱層の断熱性能が改善

- 今回の事案に鑑み、超伝導バスラインの真空断熱層の真空度の監視を強化しました。
- 超伝導ケーブルの温度は従前より常時監視しており、プラズマ実験中に断熱性能劣化等により超伝導ケーブルの温度が上昇した場合には、超伝導ケーブル保護のため、実験を安全に自動停止するインターロックが多重に組み込まれています。
- プラズマ実験中にこのような事案が発生したとしても、周辺的环境に影響を及ぼすことはありません。

7/12

第20サイクルLHDプラズマ実験の実施状況について

- 平成30年度（第20サイクル）LHDプラズマ実験を10月23日に開始しました。
- プラズマ実験は、原則として平日の火曜日から金曜日まで行います。また、月曜日には機器の点検を行います。
- プラズマ実験日においては、朝8:40から実験前ミーティングを行います。次いで、超伝導コイルの励磁を行います。
- プラズマ実験は、18:45までとし、次いで超伝導コイルの減磁を行い、19:00に減磁を完了します。
- その後、翌日の実験内容に応じて真空容器壁の調整等を行うことがあります。

実験初日10月23日における制御室の様子



実験前ミーティング



プラズマ実験

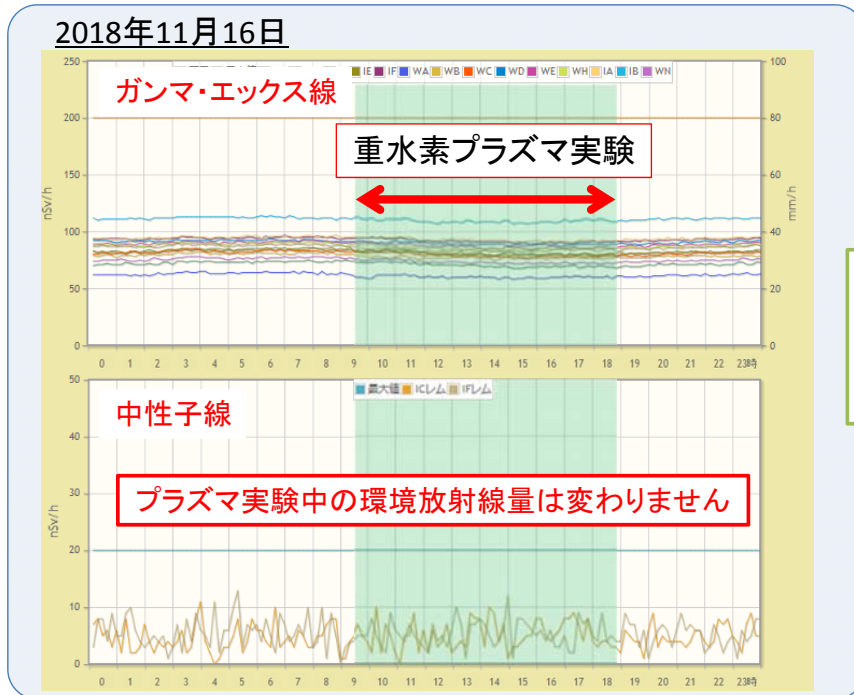
8/12



第20サイクルLHDプラズマ実験の実施状況について(続き)

- ・研究所敷地境界部に9ヶ所、実験棟近傍に5ヶ所の放射線モニタリングポストを設置しています。
- ・各ポストでの環境放射線データは、リアルタイムで研究所ホームページ上で公開しています。

放射線モニタリングシステム(RMSAFE)による環境放射線データ日報トレンドグラフ(全地点)



前サイクルに引き続き、プラズマ実験を実施した時間帯で線量の増加はありません。

9/12



第20サイクルLHDプラズマ実験の実施状況について(続き)

ホームページ(<http://sewhite.nifs.ac.jp/quick/>)上に、中性子総発生量、トリチウム総発生量、敷地境界線量(中性子線、ガンマ・エックス線の合計)、排気中トリチウム濃度の速報値を公開しています。

重水素実験情報公開ページ

速報値

第20サイクルLHD重水素プラズマ実験期間：2018年10月23日～2019年1月25日(予定)

中性子総発生量：研究所管理値；年間 2.1×10^{19} 個
本実験計画期間中の発生量：管理値の**6.5%**

2018年11月30日 現在
(積算期間：2018年10月23日～2018年11月30日)

トリチウム総発生量：研究所管理値；年間37GBq
本実験計画期間中の発生量：管理値の**6.5%**

2018年11月30日 現在
(積算期間：2018年10月23日～2018年11月30日)

敷地境界線量(中性子線、 $\gamma(x)$ 線の合計)：研究所管理値；年間50uSv
本実験計画期間中の積算線量：管理値の**0.2%**

2018年11月30日 現在
(積算期間：2018年10月23日～2018年11月30日)

排気中トリチウム濃度：研究所管理値(3月平均)； 2×10^{-4} Bq/cm³
トリチウム濃度：管理値の**0.0%**

2018年11月19日 現在
(積算期間：2018年10月1日～2018年11月19日)

精密な測定のため、排気中トリチウム濃度については2週間程度の期間を要します

10/12



安全対策と情報公開

実験運転開始前の機器の保守点検を細心の注意を払って確実に実行します。併せて以下の安全対策や情報公開に努めます。

1. 重水素実験に対応した安全講習会を平成28年度より開始し、今年度は5月10日(第1回)と22日(第2回)に実施しました。
2. 危険予知活動の講習会を昨年度に引き続き実施しました。
3. 朝礼、実験前打ち合わせ、現場でのツールボックスミーティング、安全管理者巡視を徹底します。
4. 万が一の事故に備えて、地元自治体への連絡、事故への対応等の訓練を実験開始後に1回以上行います。(研究所全体の防災訓練も毎年実施しています。(今年度は9月19日に実施し、地元石拾地区の方に訓練の様子を見学していただきました。))
5. 放射線関連データについて
 - ①放射線測定速報値をホームページで公開します。
 - ②環境放射線量等の速報値も継続して、ホームページで公開します。
 - ③放射線測定の確定値については、年報としてホームページで公表します。(http://www.nifs.ac.jp/j_plan/180531.pdf)
6. 実験の進行状況については、ホームページで公開します。(http://www.nifs.ac.jp/j_plan/j_005.html)
7. 実験実施期間中は運転監視体制を強化して不測の事態に備えます。



防災訓練
災害対策本部の様子

11/12



重水素実験を進めるにあたって

重水素実験を進めるにあたって

以下を遵守します。

1. 関係法令(放射線障害防止法、同法施行令等)
2. 核融合科学研究所周辺環境の保全等に関する協定書及び同覚書
3. 大型ヘリカル装置における重水素実験の安全管理計画

併せて、岐阜県・3市が設置する「核融合科学研究所安全監視委員会」が行う周辺環境の保全に必要な監視・測定等に最大限協力します。

災害緊急時に備えて

1. 災害・異常時のマニュアルを整備しています。
2. 通年24時間体制で、トリチウム含有水の保管状況等を監視しています。
3. 土岐市南消防署の参加を得て、研究所全員で防災訓練を実施しています。(平成29年11月6日、平成30年9月19日)
4. LHD実験期間中に火災を想定した消火訓練を実施しています。(平成29年2月10日、8月2日、平成30年11月27日)
5. メンテナンス期間中の自主避難訓練を実施しています。(平成30年7月27日)
6. 内閣府(防災担当)及び気象庁が行う緊急地震速報の訓練に参加しています。(平成29年11月1日、平成30年11月1日)
7. 災害等発生時は、危機管理指揮本部を設置して対処します。



内閣府(防災担当)及び気象庁が行う
緊急地震速報の訓練の様子

12/12