

ハドロン実験施設および標的の 対応状況

2014年10月29日
J-PARCセンター

J-PARCハドロン実験施設における
放射性物質漏えい事故検証に係る有識者会議

放射性物質漏えいの発生と再発防止策

今回の漏えい事故を5つの段階に分け、再発防止策を整理

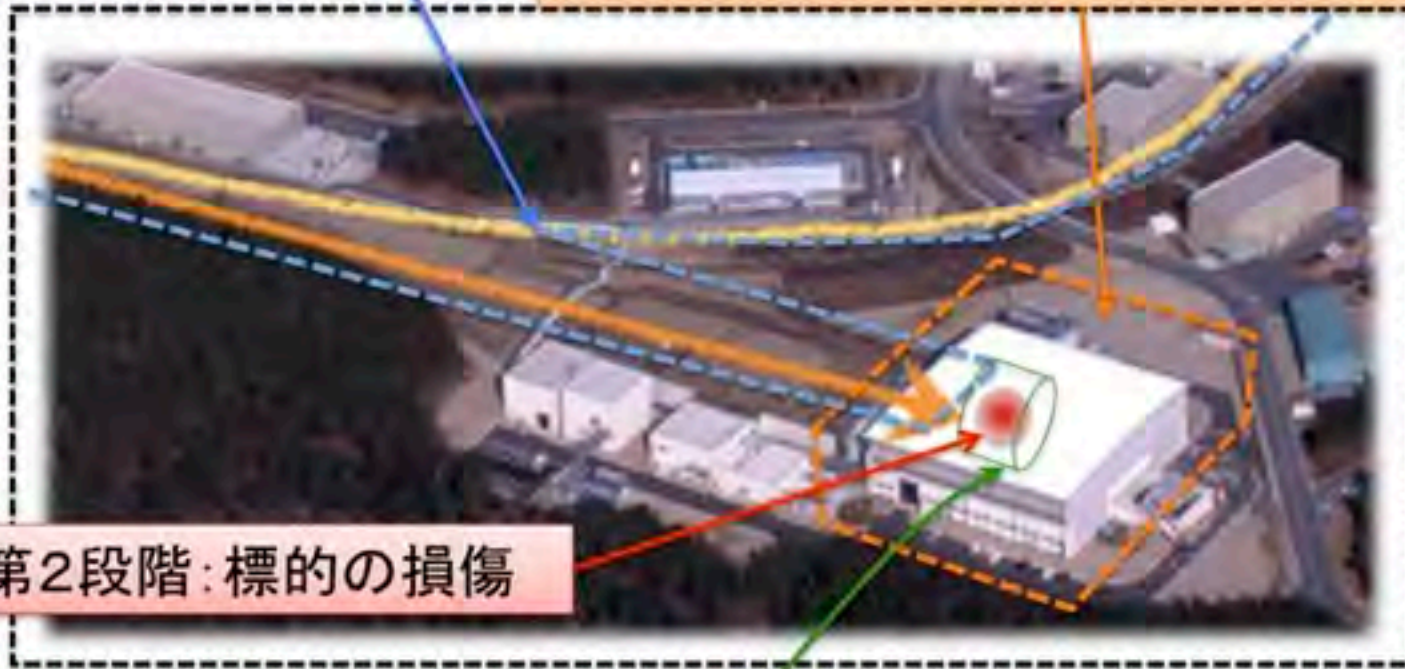
第1段階：異常なビームの取り出し

第4段階：ハドロン実験ホールへの漏えい

第2段階：標的の損傷

第3段階：一次ビームラインへの漏えい

第5段階：ハドロン実験施設外への漏えい



放射性物質漏えいの発生と再発防止策

今回の漏えい事故を5つの段階に分け、再発防止策を整理

第1段階：異常なビームの取り出し

一次ビームライン室の気密強化

第4段階：ハドロン実験ホールへの漏えい

第2段階：標的の損傷

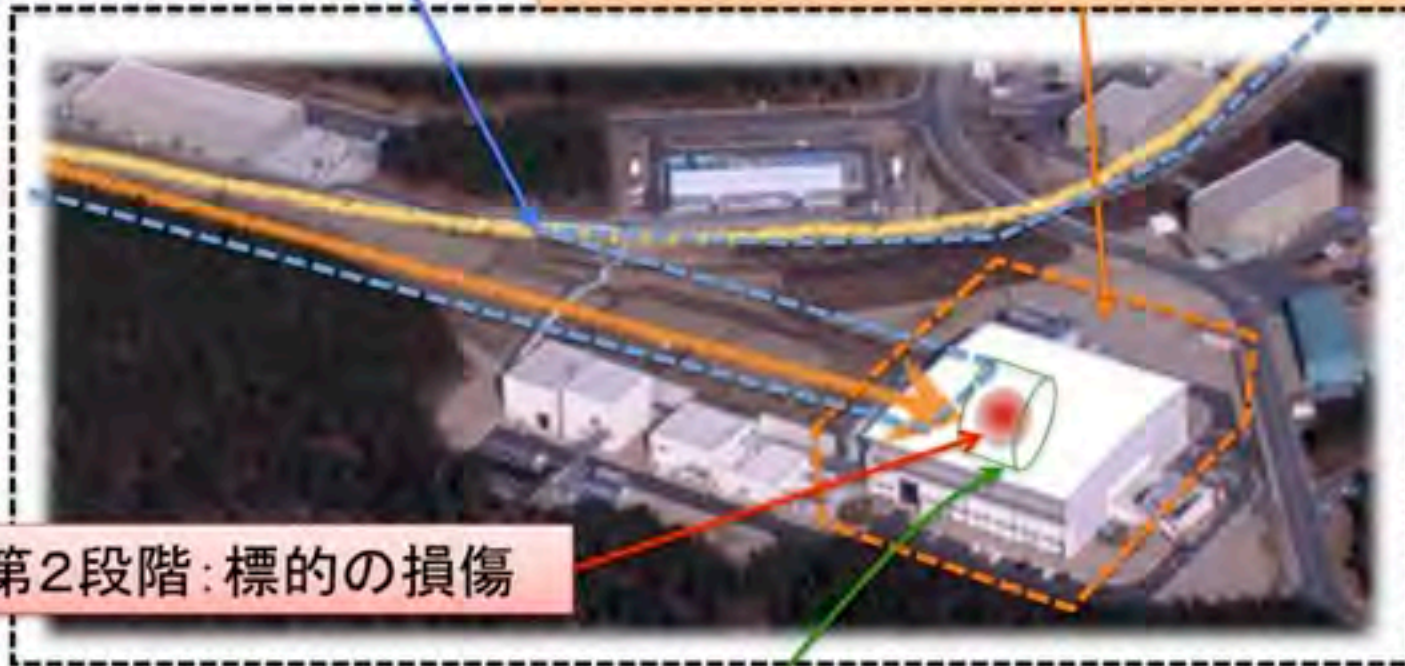
標的の交換

第3段階：一次ビームラインへの漏えい

標的容器の気密化

第5段階：ハドロン実験
施設外への漏えい

ハドロン実験ホールの改修



第3回有識者会議（2013/07/20）資料2-2：作業部会長からの報告 より

施設・機器の改修に向けて

年		
2013	8/22	有識者会議 答申書
	8月~9月	規制委、茨城県、東海村、文科大臣へ報告
	10月 --	“ハドロン改修 Task Force”
	10/8,9	標的等改修に関わる国際評価委員会
	12/12,13	金標的の観察
2014	1月 --	== 改修作業が本格化 ==
	1/29	進捗状況についての報告会
	7/4	進捗を報告



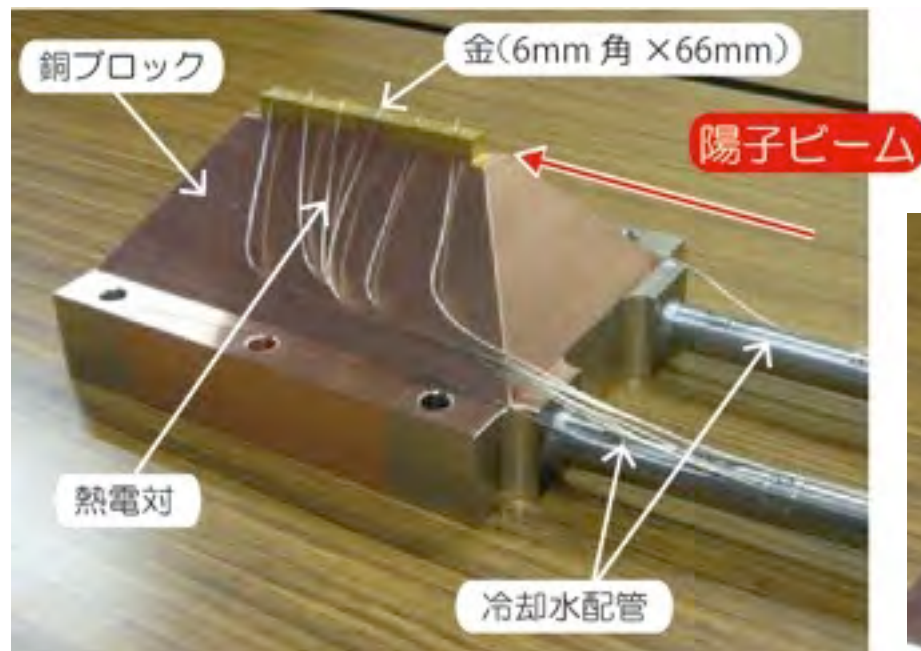
標的等改修に関わる国際評価委員会

委員長 John Haines : ヨーロッパ核破砕施設 (ESS) 標的部門
副委員長 二川 正敏 : J-PARCセンター 物質・生命科学実験施設
委員 Philip Pile : 米国ブルックヘブン研究所 (BNL)
久保 敏幸 : 理化学研究所 仁科加速器研究センター
鬼柳 善明 : 北海道大学大学院 [現: 名古屋大学大学院]

- 事故の再発防止とハドロン実験施設の安全性向上を目指し、とくに標的とその関連設備・施設の改修計画に対して、海外を含む専門家により評価・検討いただき助言を受けることを目的として行いました。
- 「標的システムと施設の改修における再発防止策は正しい方向である。」との評価をいただきました。
- 技術的な詳細についてコメントをいただき、検討項目として取り入れ、具体的な設計や性能の向上に生かしました。



旧標的



金標的部の拡大

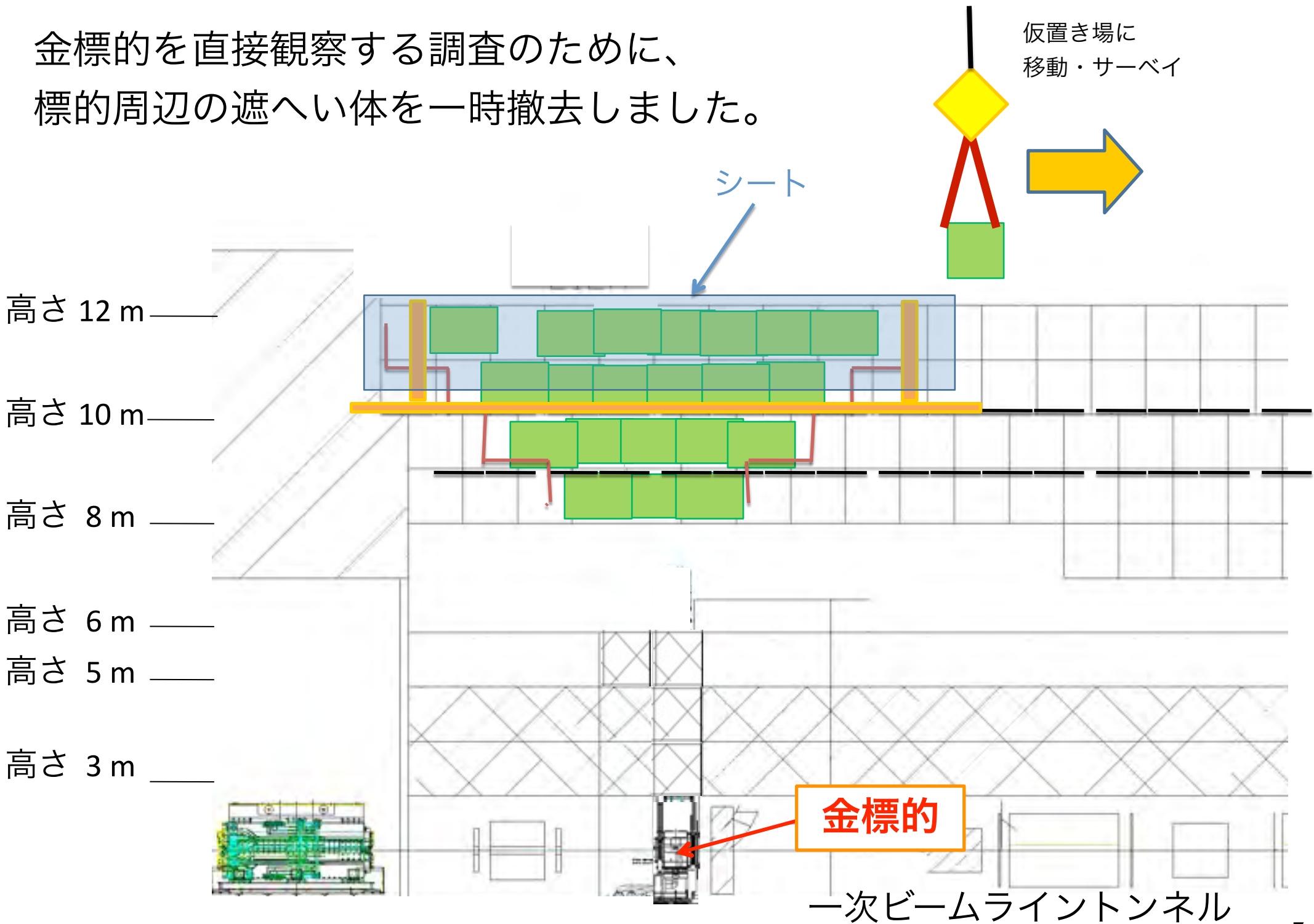


設置前の金標的と冷却用銅ブロック

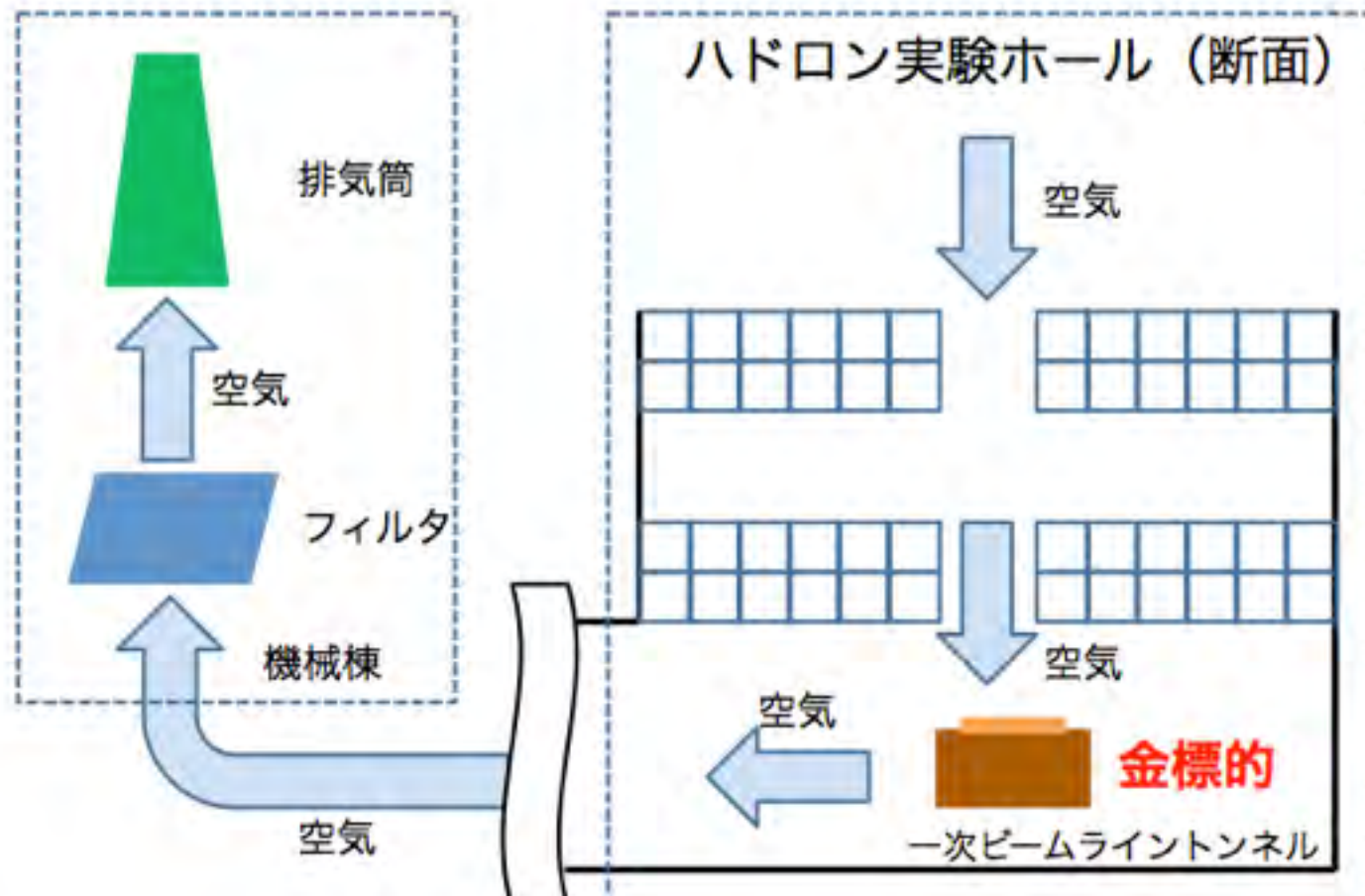


金標的容器

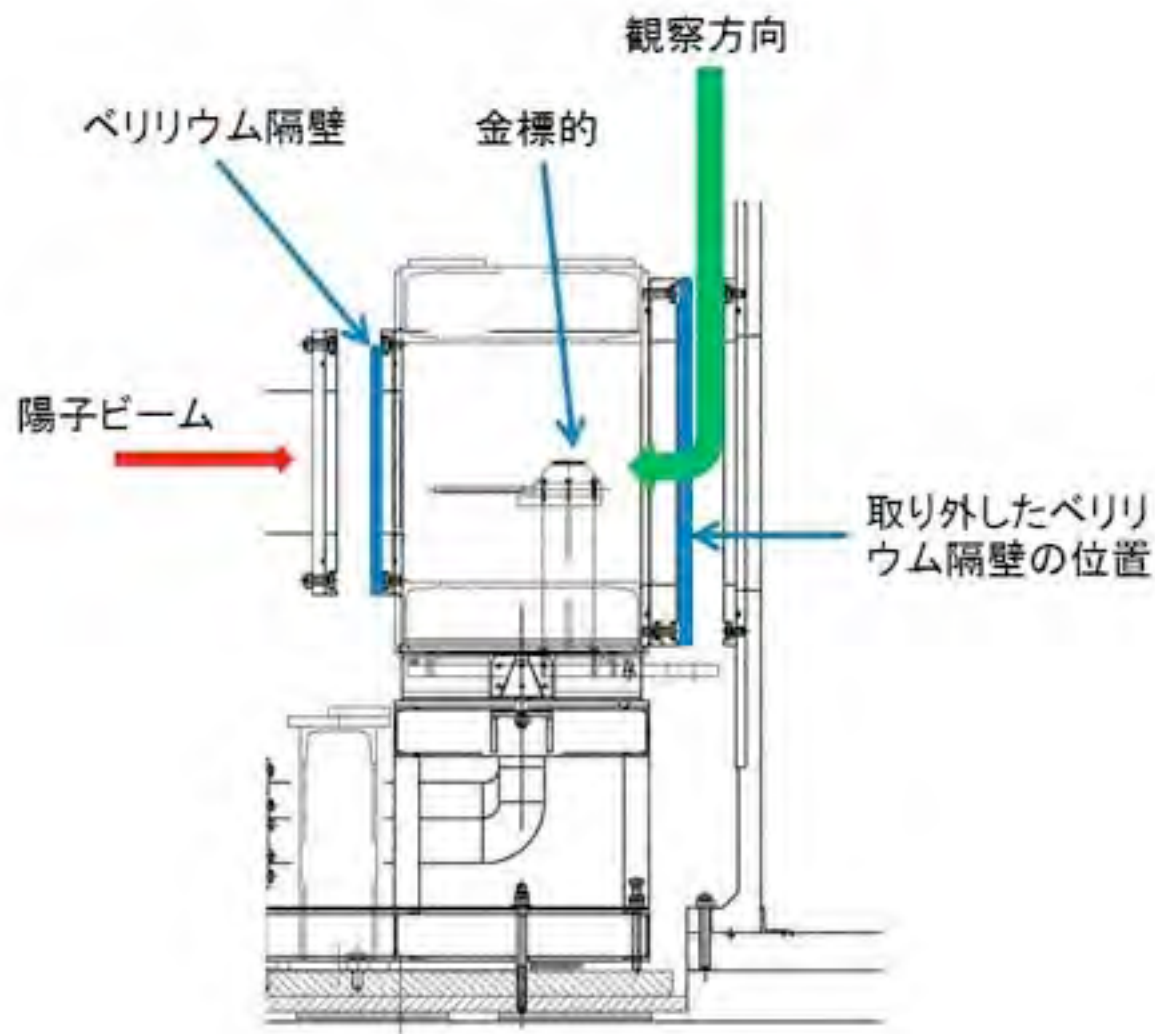
金標的を直接観察する調査のために、
標的周辺の遮へい体を一時撤去しました。



- 標的が置かれている一次ビームライントンネル内の空気については、約半年間（6月から11月まで）フィルタを通して循環させることで、排気中濃度限度の100分の1以下にしました。
- 「金標的観察」のための作業は一次ビームライントンネル内の空気を連続的に排気しながら行いました。
 - 排気はフィルタを通し、監視しながら行いました。



金標的とその周辺の立面図

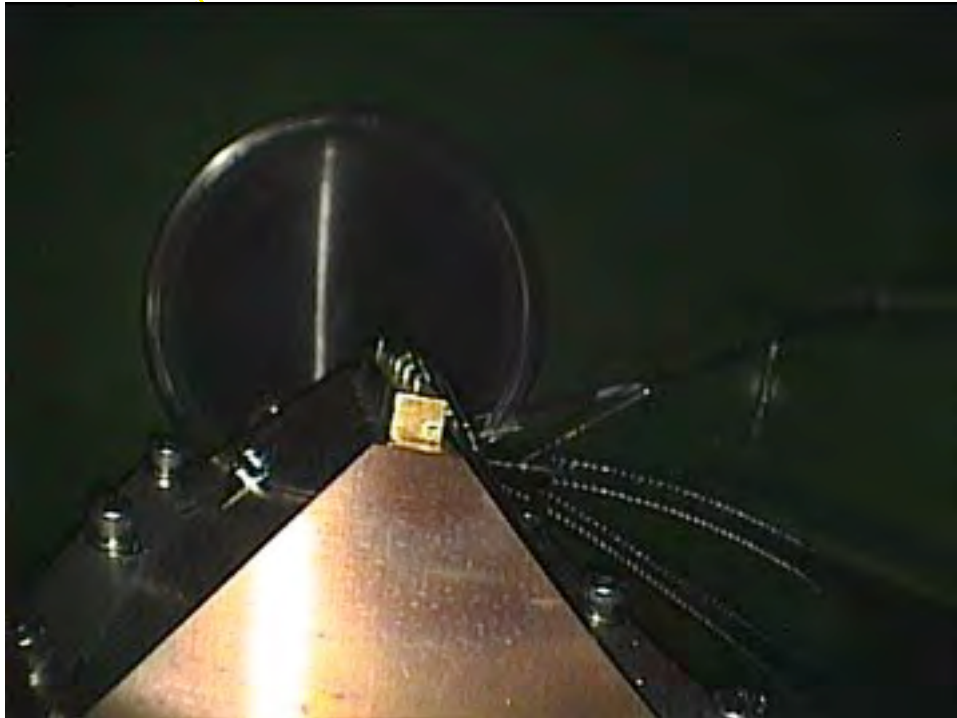


観察 [**2013年12月12日、13日**]は、陽子ビームの下流側からファイバースコープを標的容器内に挿入することによって行いました。

この作業に先立ち、下流側のベリリウム製の隔壁（大気圧の標的容器と下流側にある真空槽を仕切るための隔壁）を取り外しました。

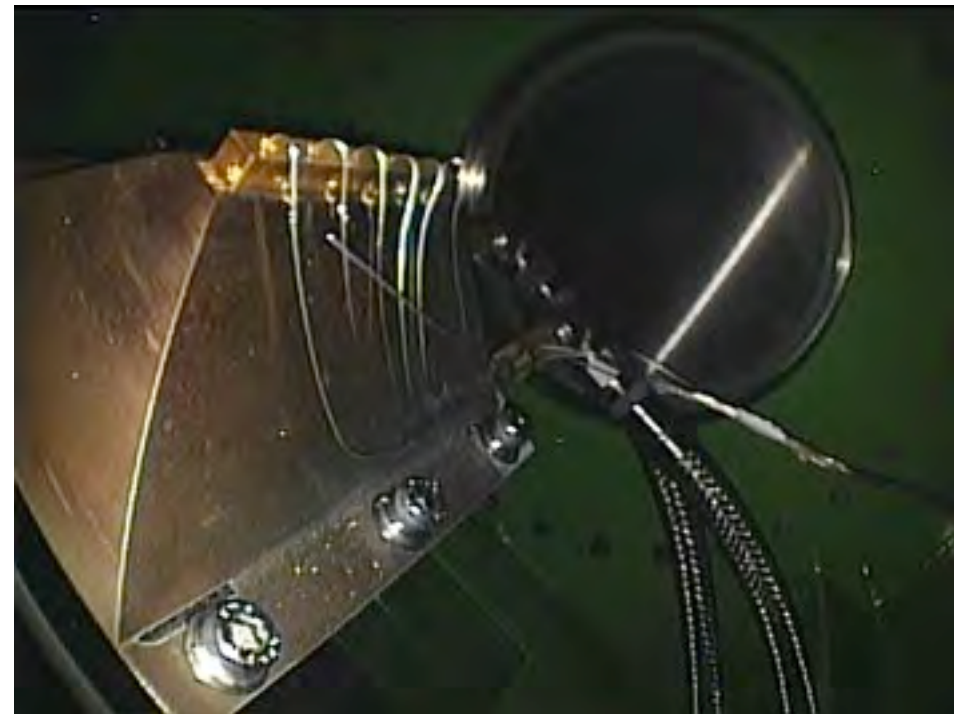
ビーム下流側の端面：

金標的の後方（図で手前側）部分に
直径1mm程度の穴が見えました。



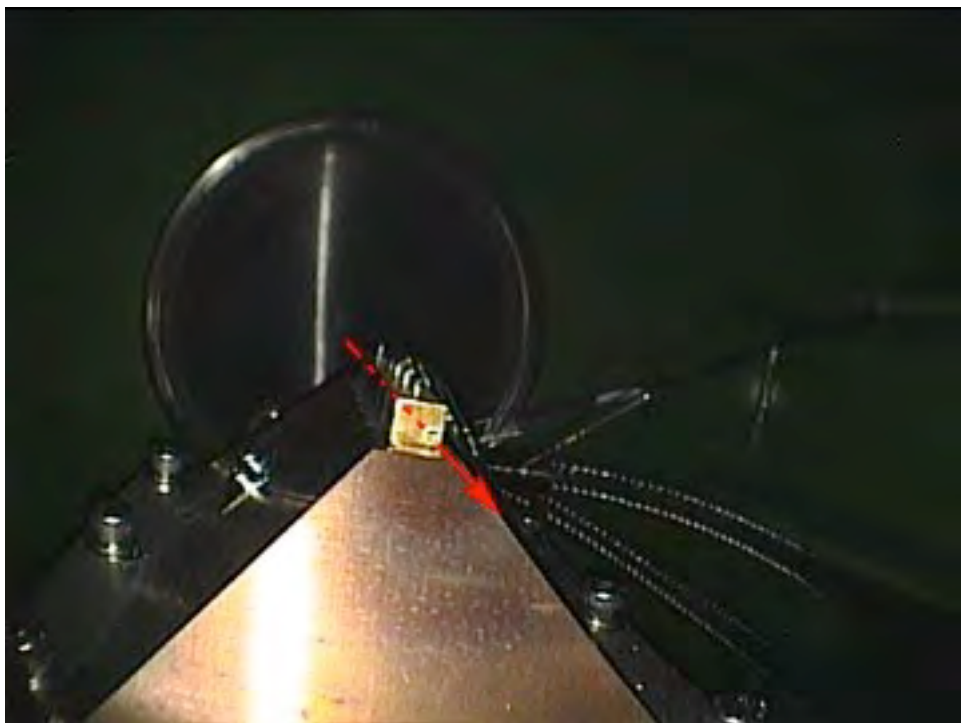
ビーム下流側からみて右側の側面：

標的スリット部分に
少量の金が溶け出たように見えました。
また同台座底面に
金色に光る飛沫のような点が見られました。



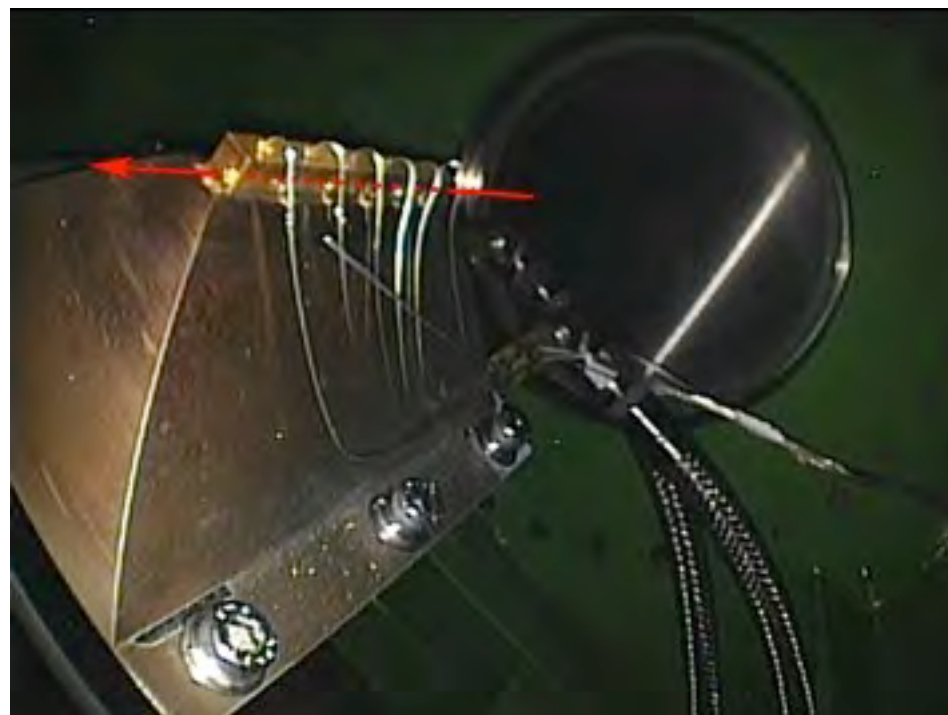
ビーム下流側の端面：

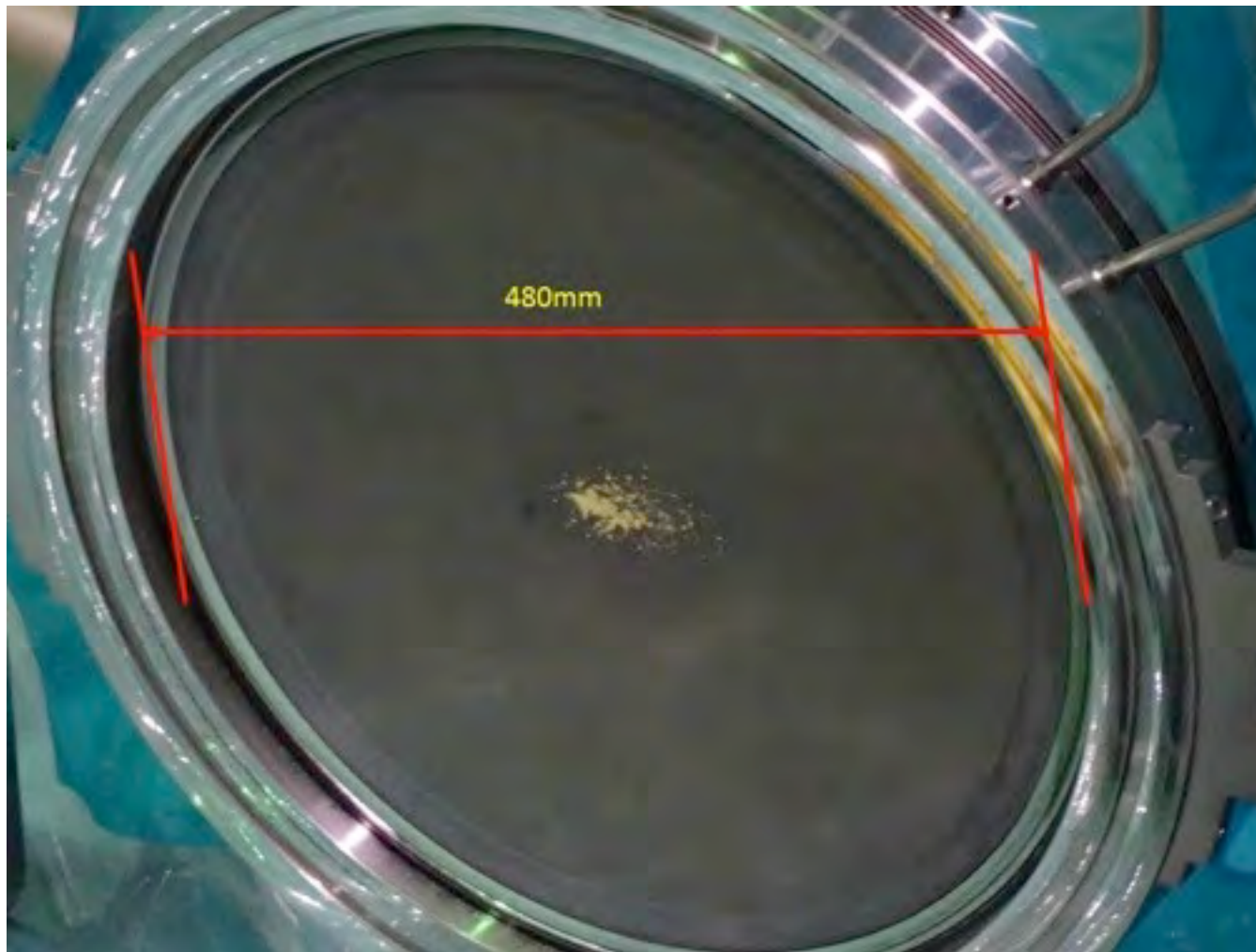
金標的の後方（図で手前側）部分に
直径1mm程度の穴が見えました。



ビーム下流側からみて右側の側面：

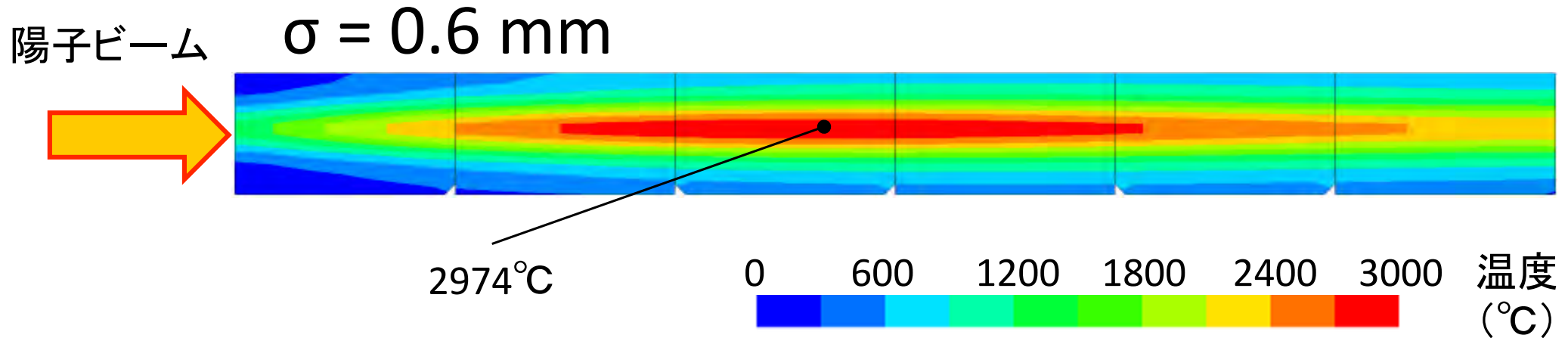
標的スリット部分に
少量の金が溶け出たように見えました。
また同台座底面に
金色に光る飛沫のような点が見られました。





取り外した下流側のベリリウム隔壁（金標的側の様子）：
中心付近に飛散した金と思われる物質が付着していました。

事故時ビームを想定した 標的昇温の熱計算（シミュレーション）結果



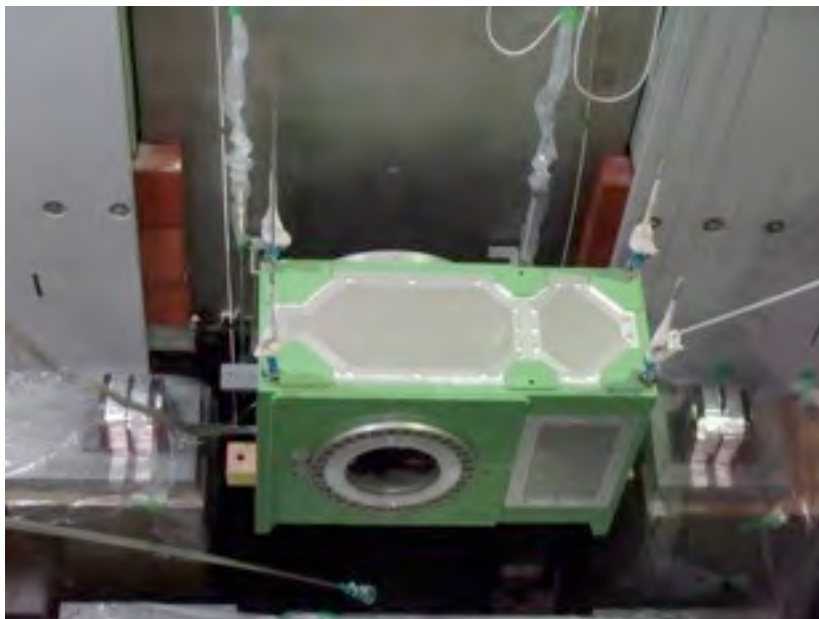
作業部会報告書 図2-4より

金標的が一部溶融し、赤で示した部分のうち、沸点を超えた部分が
気化あるいは昇華したものと推察します。

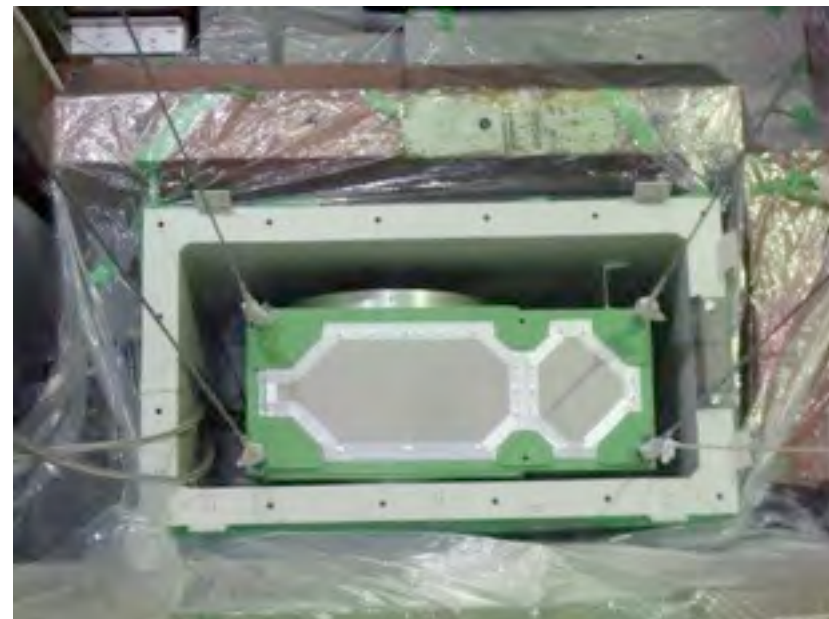
なお、金の融点は摂氏1064度、沸点は摂氏2856度です。

旧標的

旧標的が入った容器を撤去



保管容器内へ収納

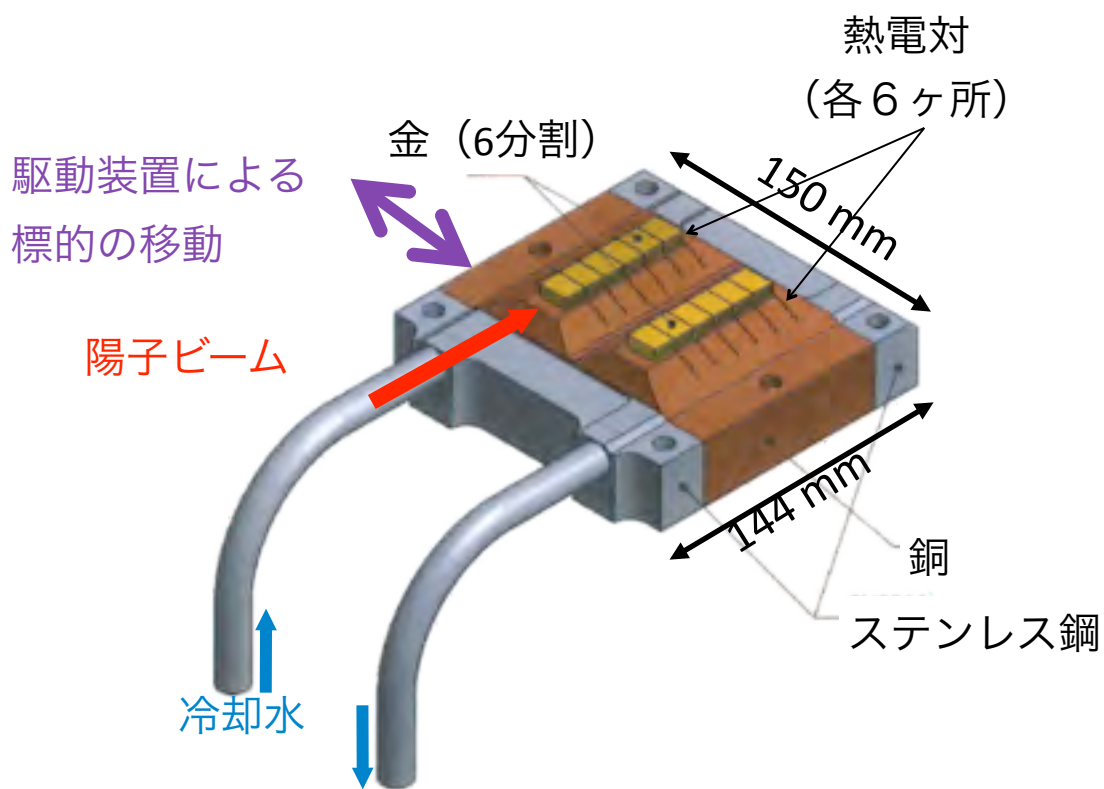


上流側の隔壁を2014年9月17日に、
金標的と容器を9月19日に取り出して
放射化物保管庫に収納しました。

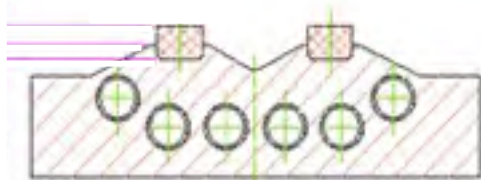


容器を放射化物保管庫へ収納

新しい標的装置



断面図



ビームの幅を広げます。

$$(\sigma_x, \sigma_y) = (0.6 \text{ mm}, 0.6 \text{ mm}) \rightarrow (2.5 \text{ mm}, 1.0 \text{ mm})$$

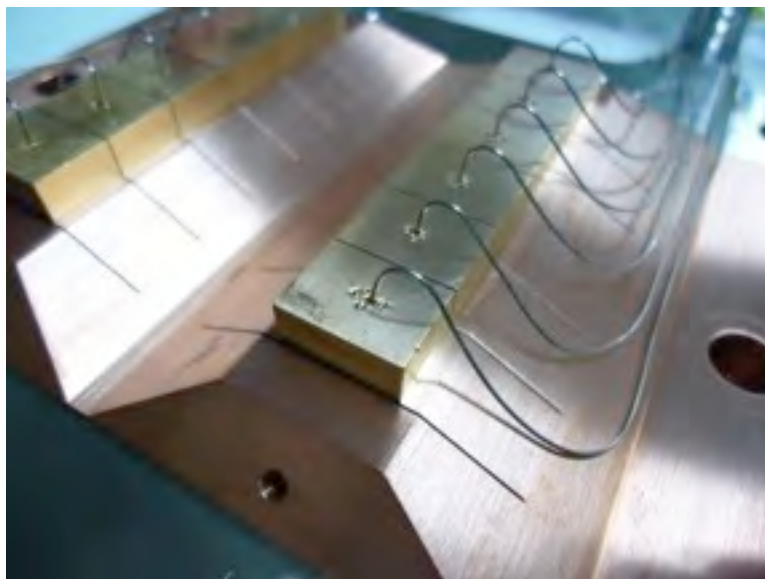
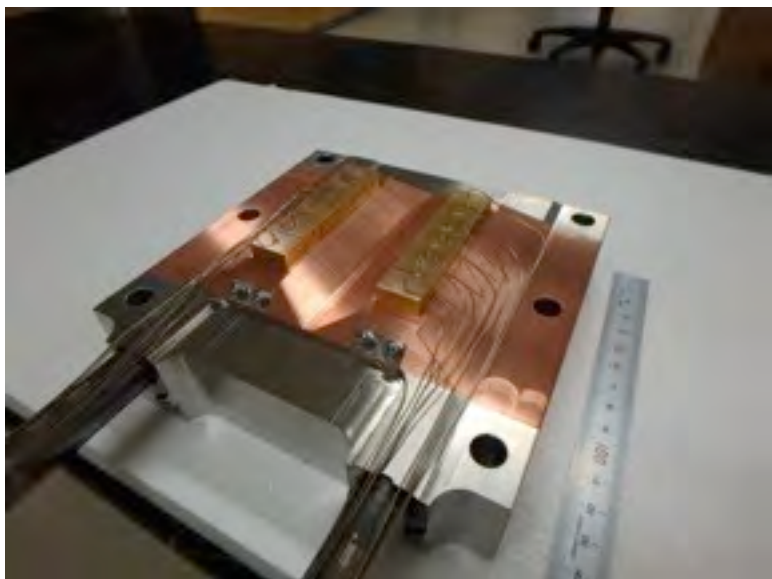
標的の断面積も広げています。

$$6 \text{ mm} \times 6 \text{ mm} \rightarrow 15 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$$

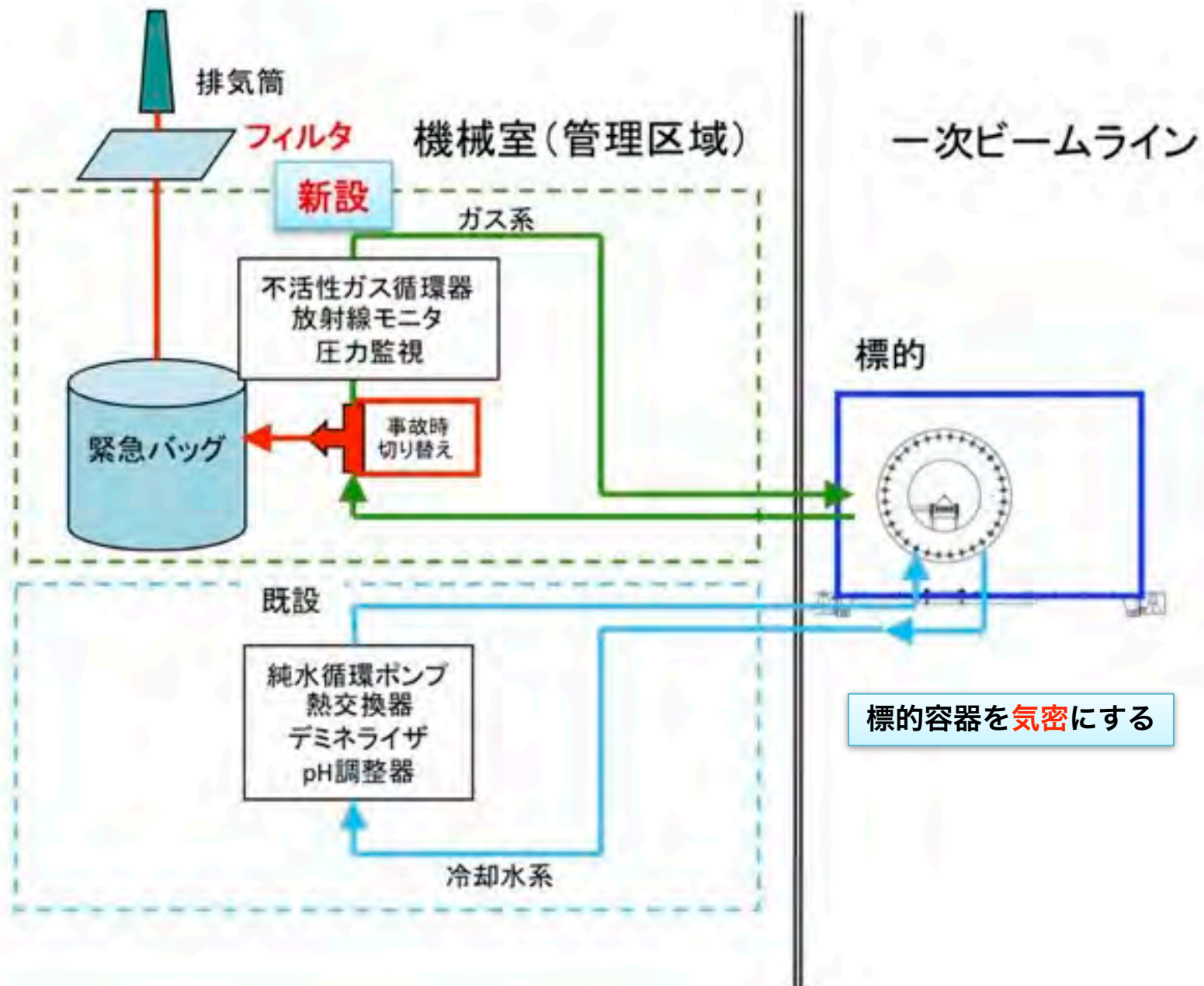
〔事故時の装置からの改善点〕

- 冷却水配管の位置を再検討し冷却効率を改善しました。
- 駆動装置により標的（二山）が移動します。
運転中に標的をモニターしていて冷却効率の悪化が見られた場合は、駆動装置による標的交換を早めに行って故障に至らないようにします。
- 標的溫度の読み出し速度を1秒から0.1秒に高速化しました。

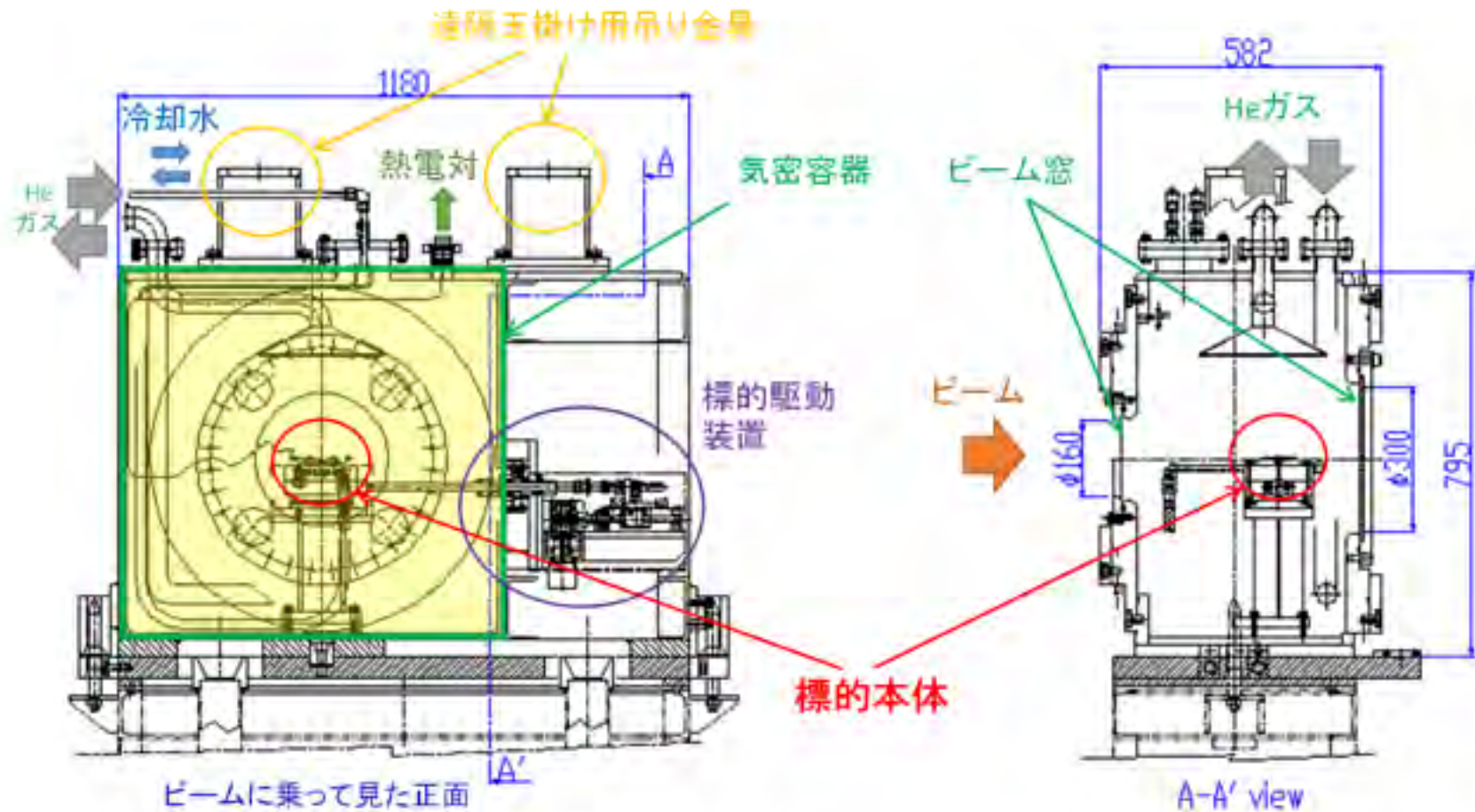
新しい標的



標的容器の気密化 と 監視



気密容器の構造



〔事故時の装置からの改善点〕

- Heガスが循環する気密構造としました。
- 遠隔玉掛け用吊り具を採用しました。

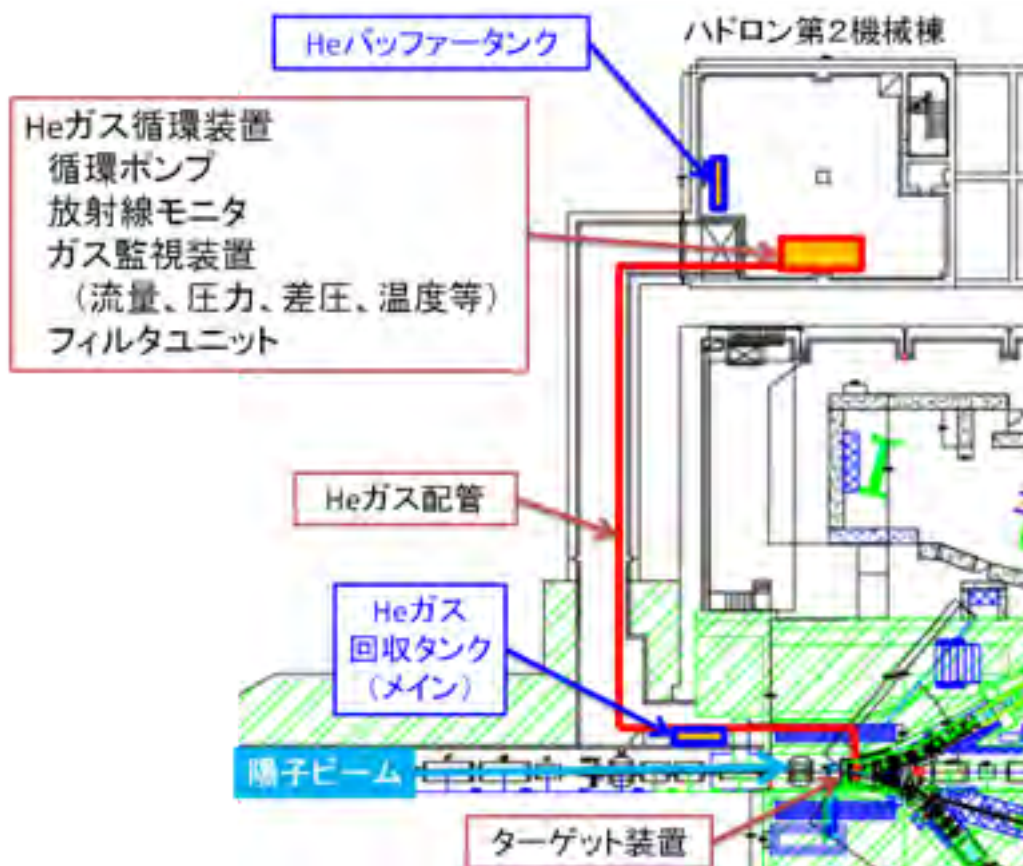
新しい標的



新しい標的が入った気密容器を
9月30日に設置しました。



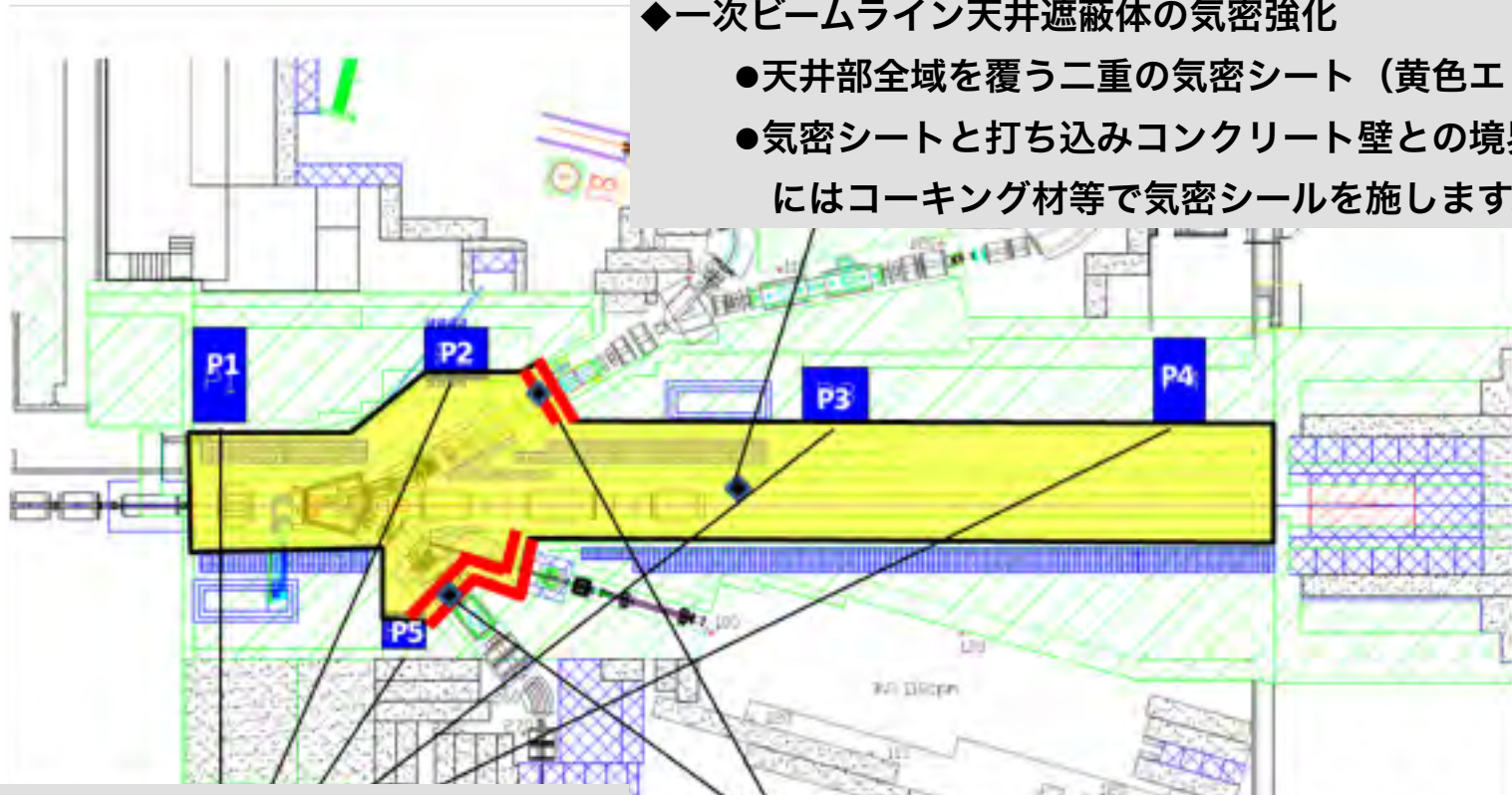
標的の監視： Heガス循環装置



〔Heガス循環装置の新設〕

- Heガス回収タンク（メイン）で標的容器のガスを回収します。
- Heガスの放射能レベルを監視し、標的の異常を検知します。
- Heガス中の不純物や放射性物質をフィルタで除去します。

一次ビームライン室の気密強化



◆一次ビームライン天井遮蔽体の気密強化

- 天井部全域を覆う二重の気密シート（黄色エリア）
- 気密シートと打ち込みコンクリート壁との境界部にはコーキング材等で気密シールを施します。

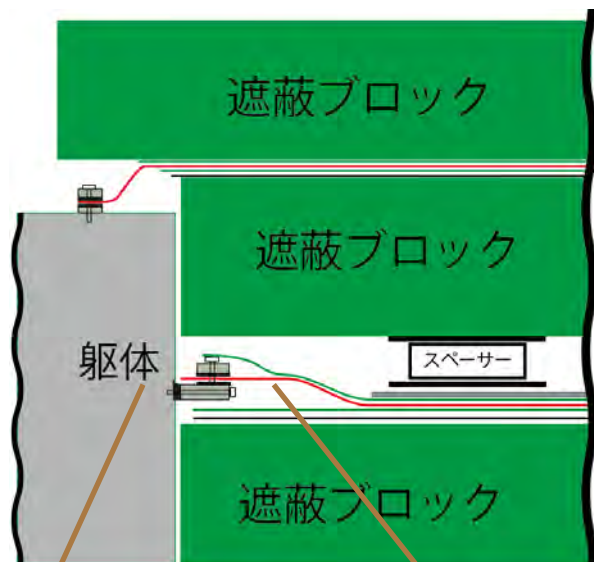
◆配線貫通部の気密強化

- 遮蔽体との境界およびケーブル出入口には気密シールを施します。

◆二次ビームライン開口部の気密の強化

- 空気隔壁の二重化
- 天井部の気密シートや打ち込みコンクリート壁との境界部にはコーキング材等で気密シールを施します。

横から見た層構造

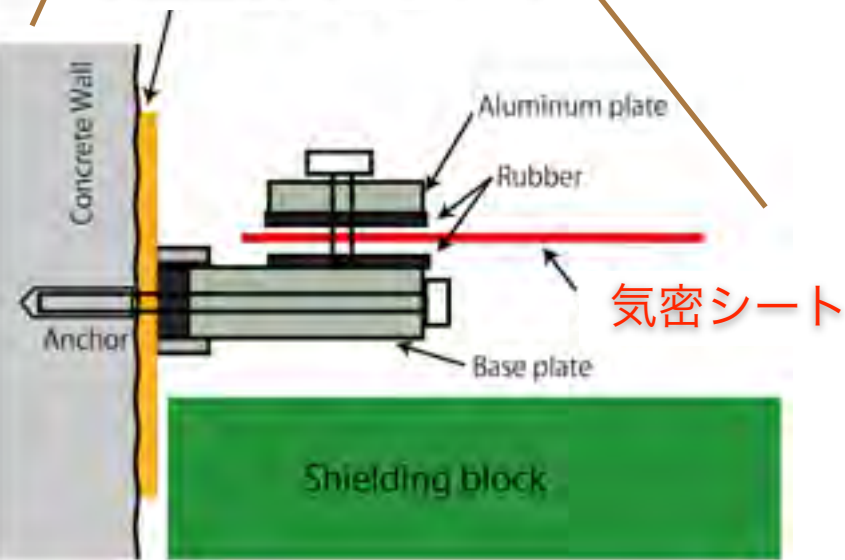


- 鉄板(4.5mmt)
- 保護ゴムシート(2mmt)
- 糸入ビニール(透明)
- 気密シート**
- 糸入りビニール(透明)
- 保護ゴムシート(2mmt)

- 保護ゴムシート(10mmt)
- H鋼(~200mm高さ)
- 保護ゴムシート(10mmt)

- 鉄板(4.5mmt)
- 保護ゴムシート(2mmt)
- 糸入ビニール(透明)
- 気密シート**
- 糸入りビニール(透明)
- 保護ゴムシート(2mmt)

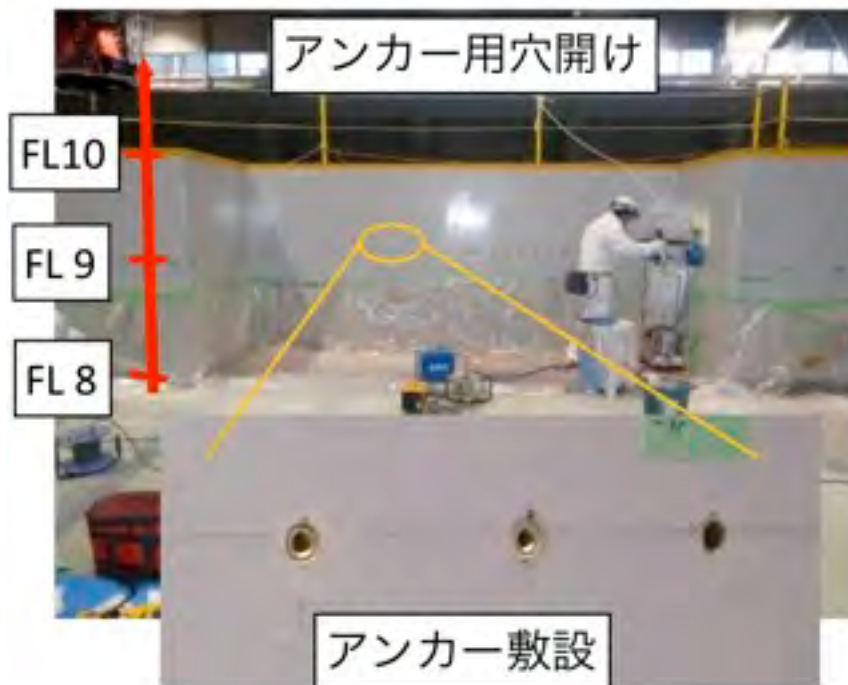
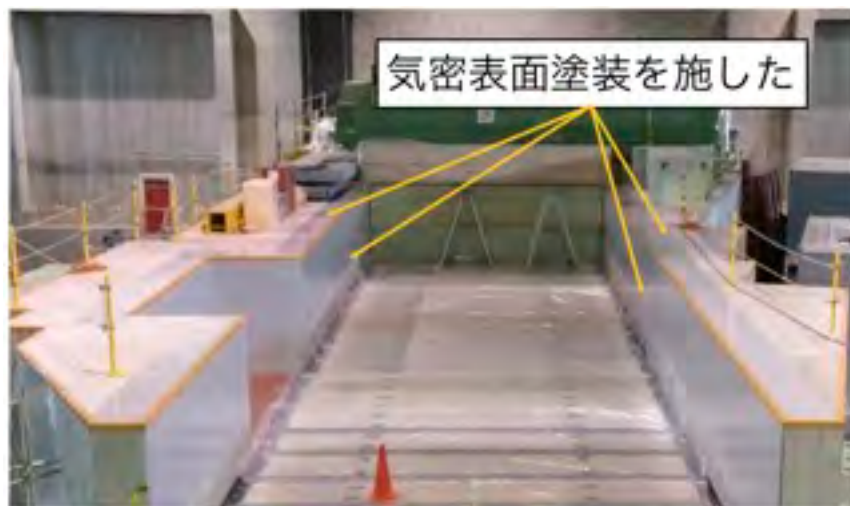
表面塗装 (エポキシ)



天井遮へい体



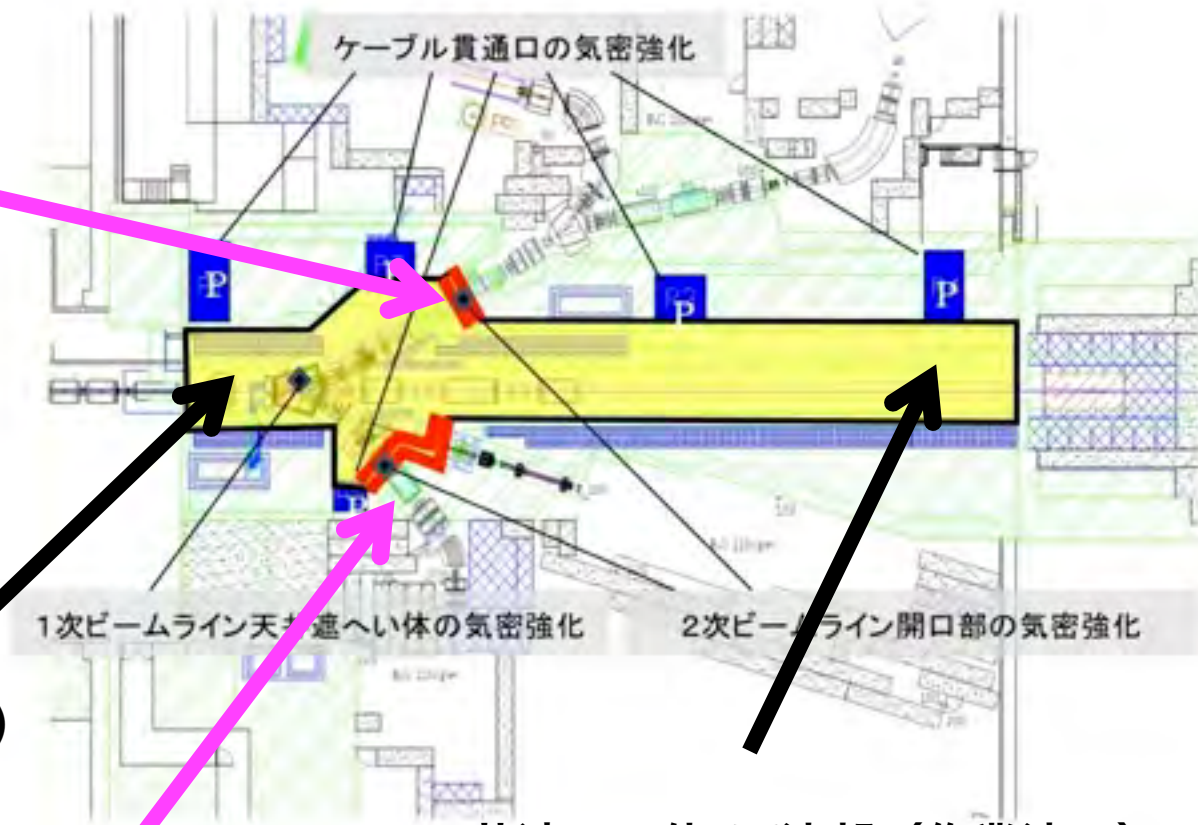
中流部 (作業済み)







北側の開口部（作業中）



天井遮へい体-上流部（作業中）

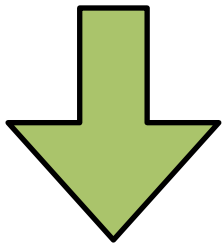
天井遮へい体-下流部（作業済み）



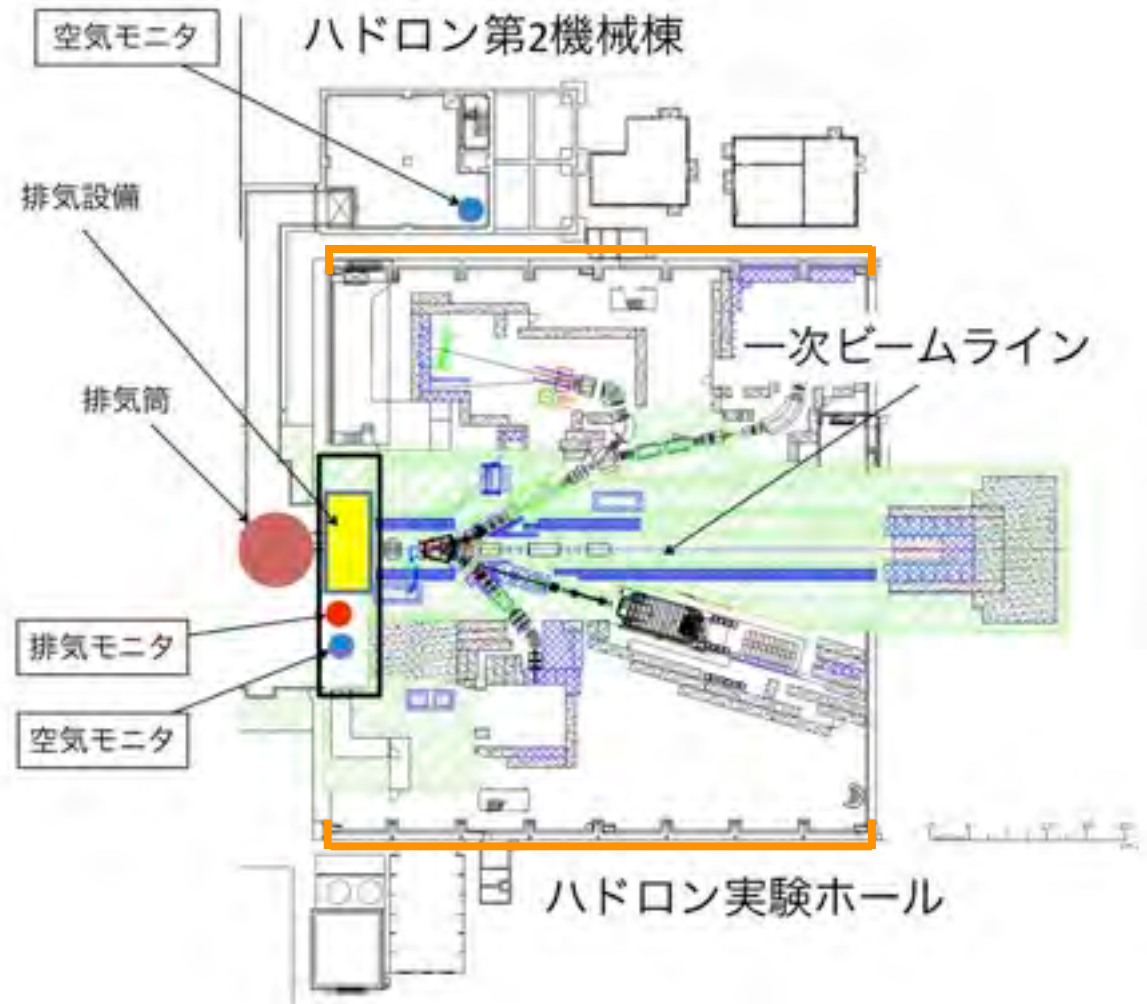
南側の開口部（作業中）



ハドロン実験ホールの改修



すべての排風ファンを
撤去・封止しました（1月10日完了）。



排気筒

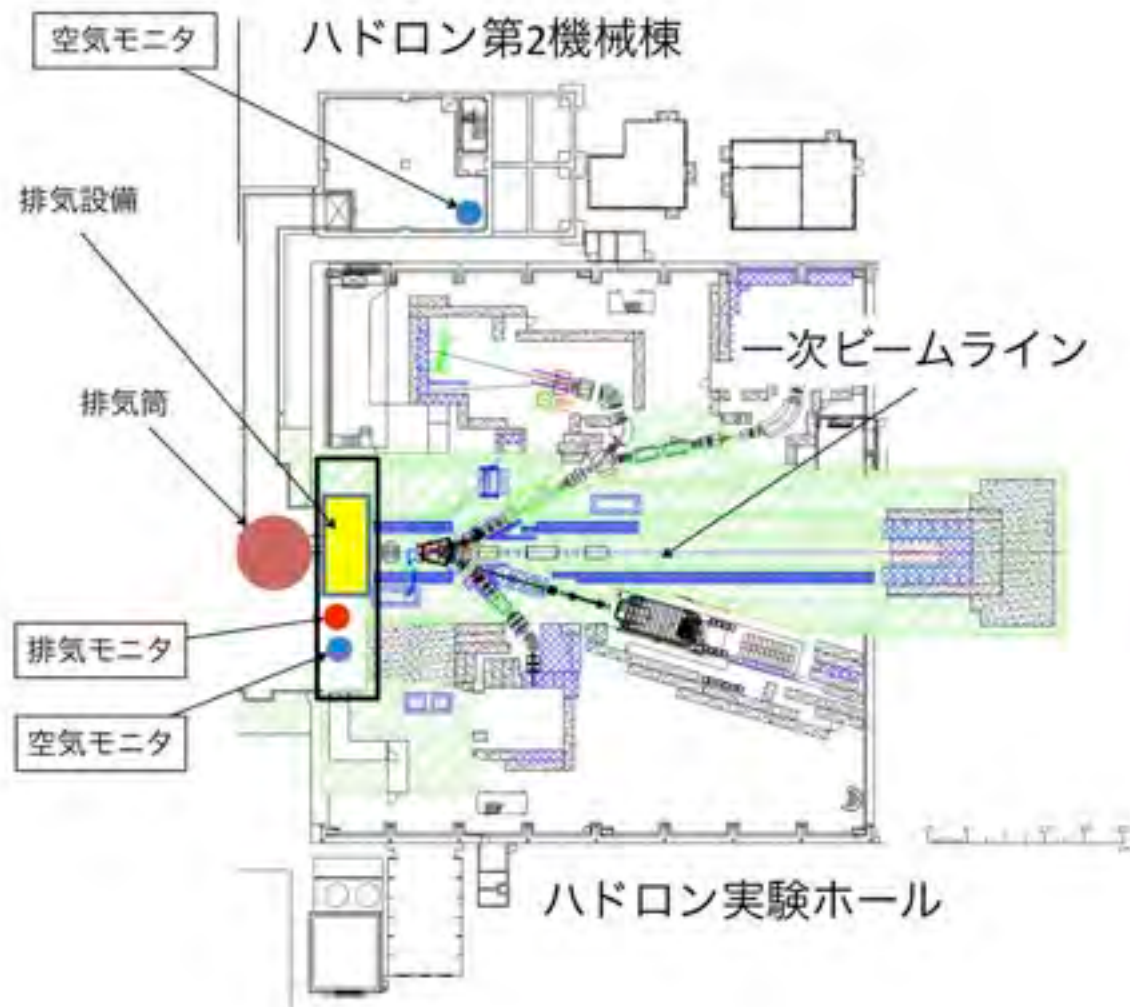


ホールに
排気設備を
設置しました。
(3月19日許可)

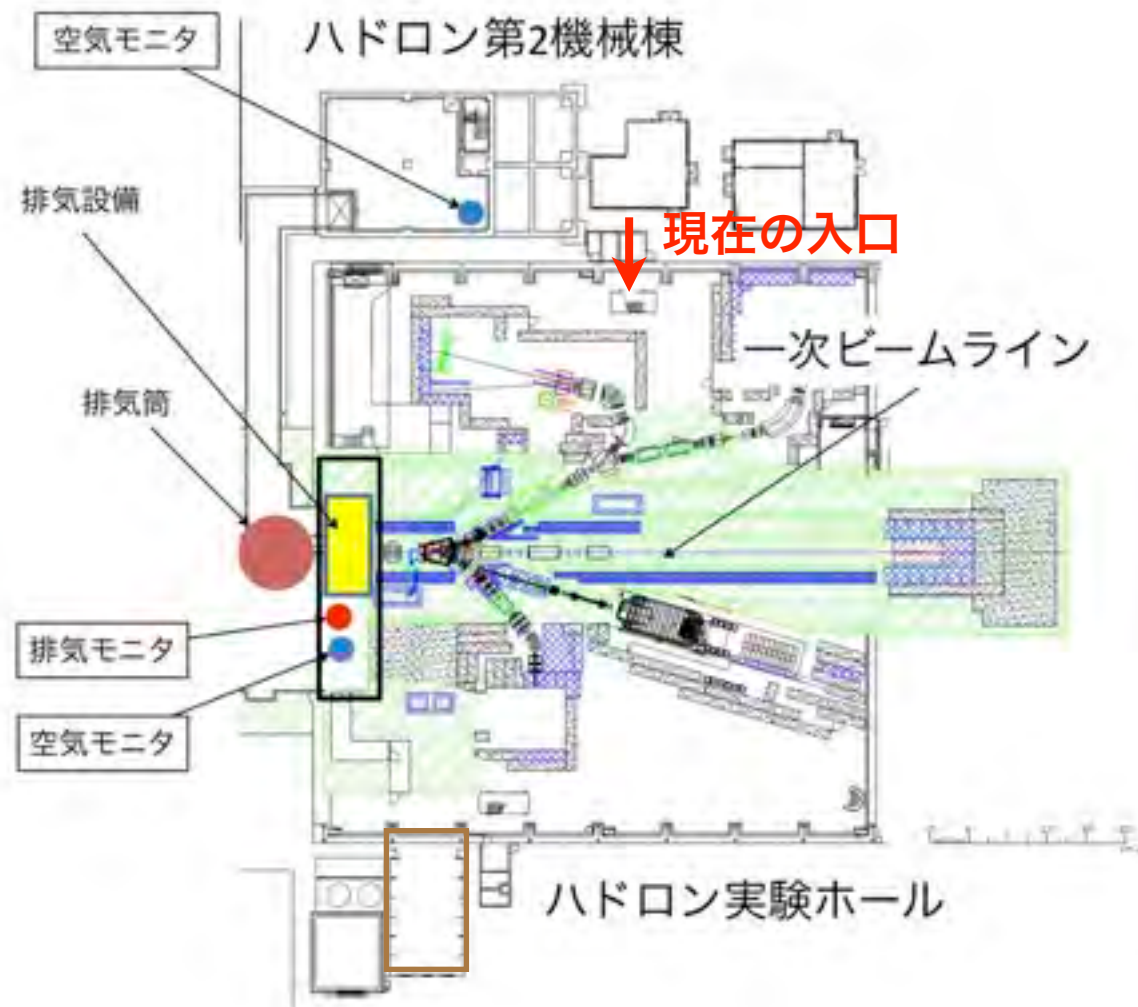
フィルタユニットと
排風機 (10,000 m³/h)



排気ダクト



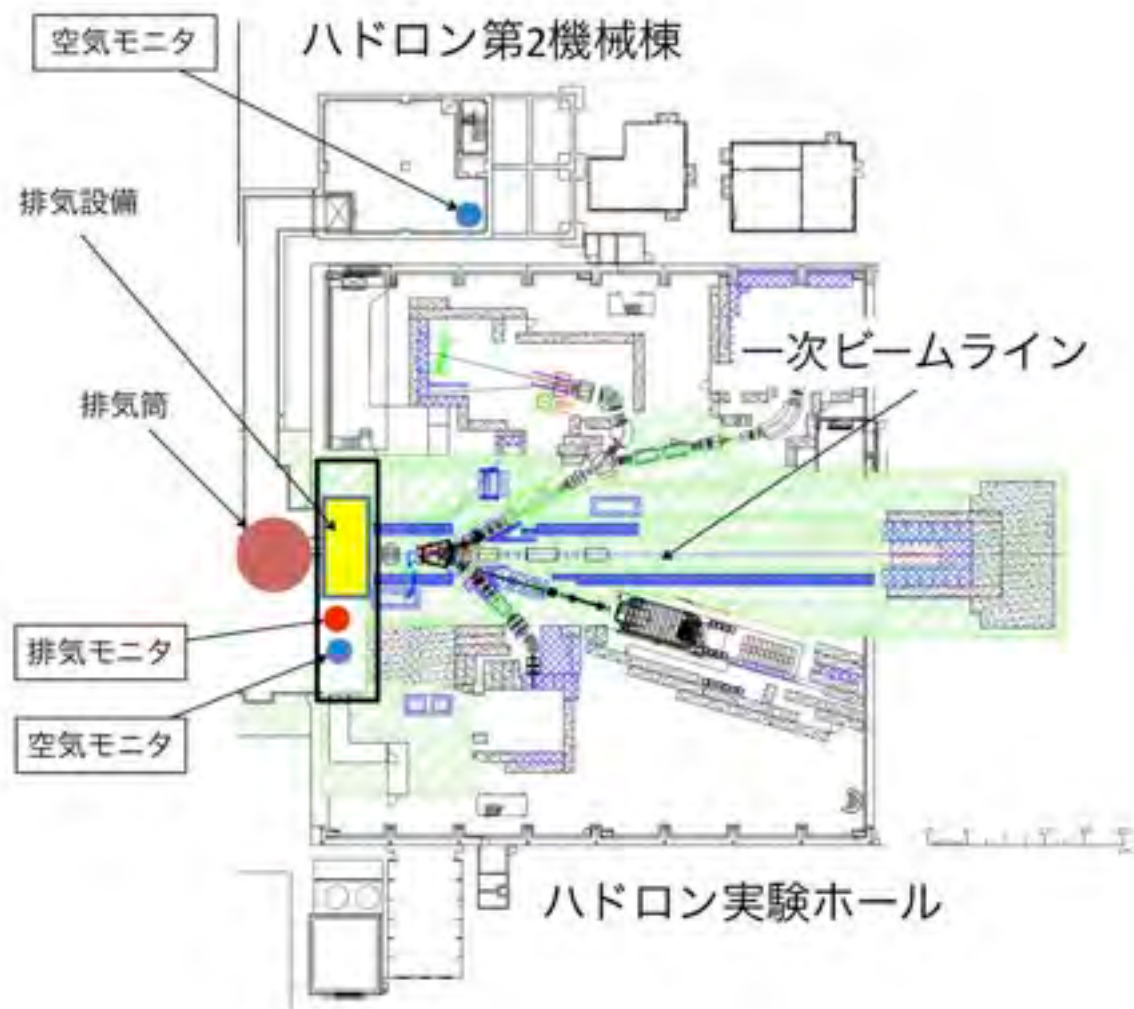
汚染検査を行える設備を備えました。



トラック入出用のテントヤードを設置しました。

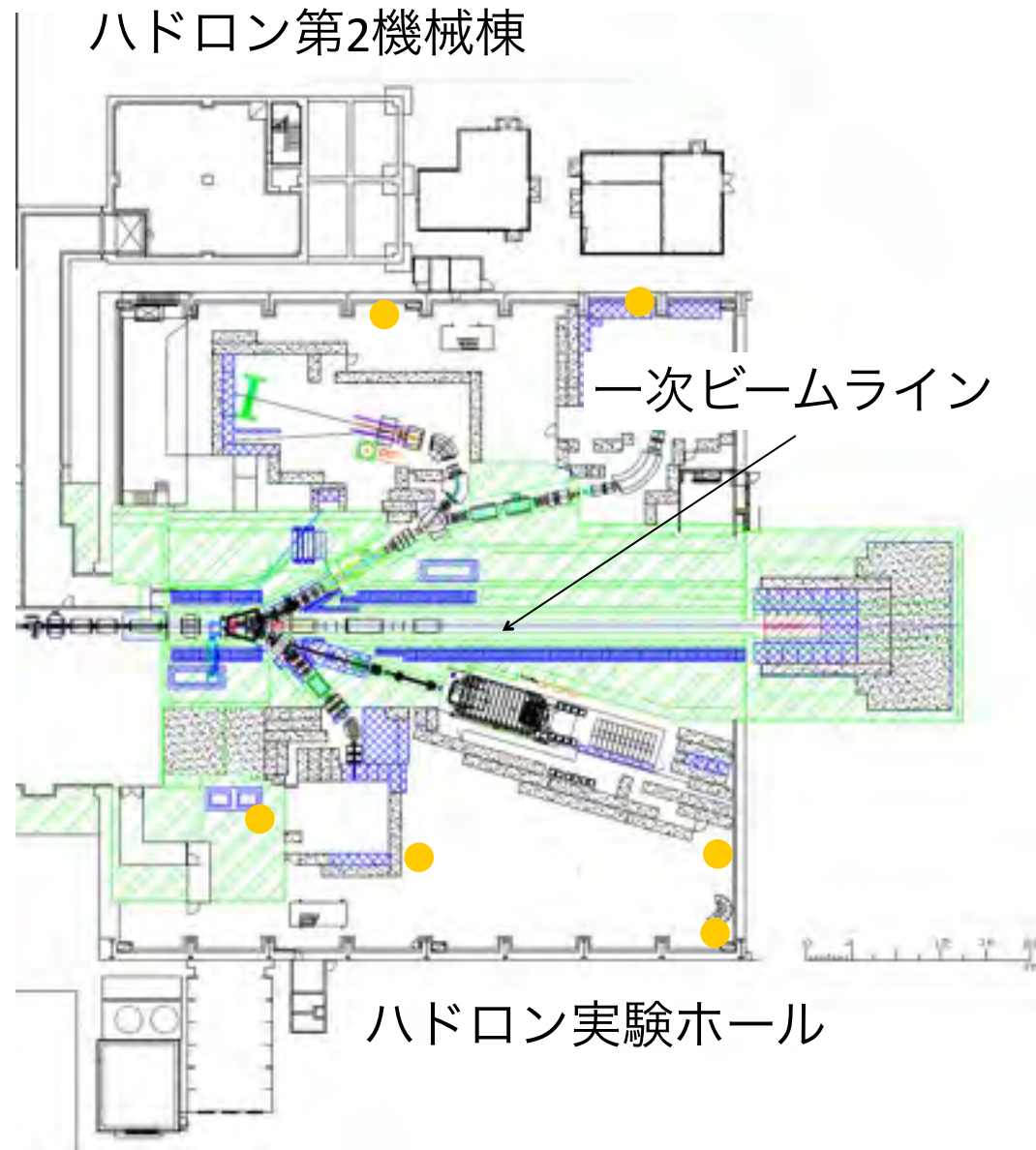
一次ビームライン中、実験ホール内の
空气中放射能レベルを

空気モニタ で常時監視しています。



ハドロン実験施設内に設けている 空間線量モニタの位置

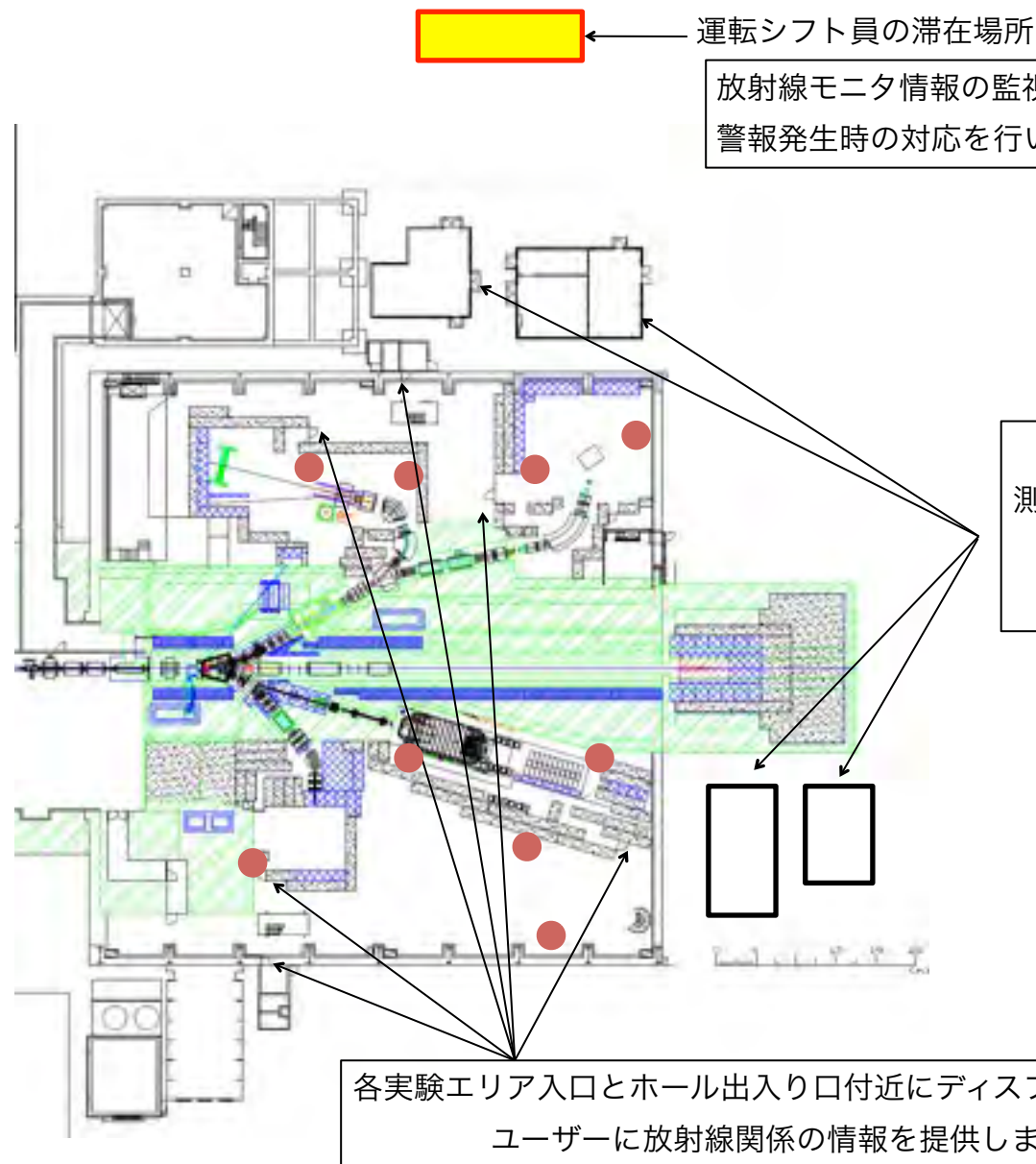
空間線量モニタ
(γ 線・中性子線)



放射線モニタ関係情報のユーザへの提供

中央制御棟にて
放射線モニタ情報を
集約します。
(全体監視)

● フラッシュランプと
スピーカを新設しました。



運転シフト員の滞在場所

放射線モニタ情報の監視、
警報発生時の対応を行います。

ユーザーが滞在する
測定室のディスプレイにおいて
放射線関係情報の閲覧を
可能にします。

各実験エリア入口とホール出入り口付近にディスプレイを設置し
ユーザーに放射線関係の情報を提供します。

ハドロン実験施設における

作業を安全に実施する

安全の確保

- 安全柵（単管パイプによる手すり）の構築、高所安全の徹底、
標識の整備、はしごや脚立の固定、...



ハドロン実験施設における

作業を安全に実施する

安全の確保

- 作業環境の整備：物品整理、作業場所の確保、照明、通路の線引、...



施設・機器の改修（“ハード面”）

年			
2014	1月 --	== 改修作業が本格化 ==	2013 年度
	1/10	排風ファンを撤去・封止	
	3月末	ホールの排気設備、テントヤードを設置	
		== 改修作業を継続 ==	2014 年度
	9/19	旧標的を撤去	
	9/30	気密容器に入った新しい標的を設置	
	11月	放射線モニタ関係の設備の強化を終了	
	12月	気密強化の作業を終了	

ハドロン実験施設および標的の 対応状況 - まとめ

- ✓ 旧標的を撤去し、
気密容器に入れた新しい標的を設置しました。
- ✓ ホールの空気を常に監視し、排気する場合はフィルタを通す設備を
設置して運用しています。
- 一次ビームライン境界の気密を強化する作業を
行っています(12月完了)。
- ホール内の放射線モニタ関係の情報をユーザへ提供します。