

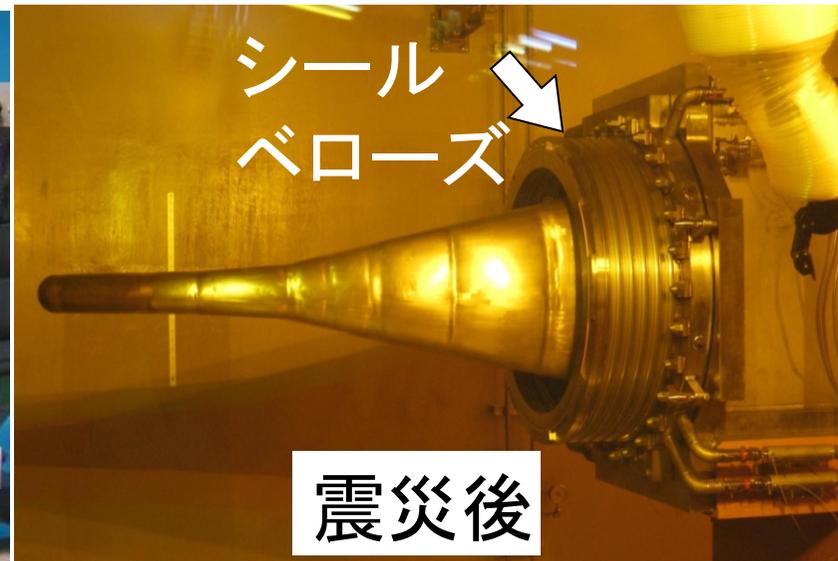
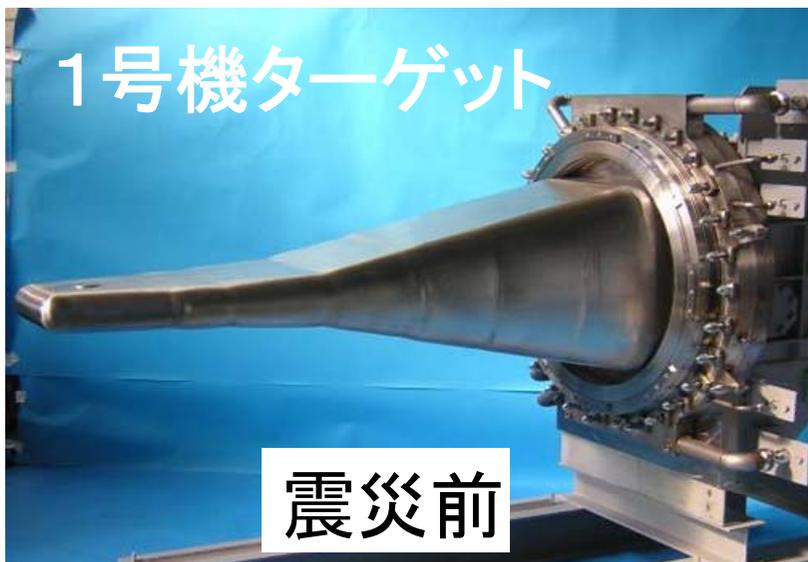
水銀ターゲット容器の損傷計測と 新型ターゲット容器への交換

J-PARCセンター
中性子源セクション

羽賀勝洋、涌井隆、直江崇、粉川広行、木下秀孝、
勅使河原誠、春日井好巳、関正和、花野耕平、
鈴木徹、伊藤学、二川正敏

震災後の状況

- 東日本大震災により、稼働中のターゲット容器のベローズ部が損傷. 使用不能に.
- 予備ターゲット容器、試験片切出し装置を製作中のメーカーも被災. 工程遅延.
- 限られた残り時間の中、12月のビーム運転再開に向けて試験片切り出し、ターゲット交換作業を完遂.



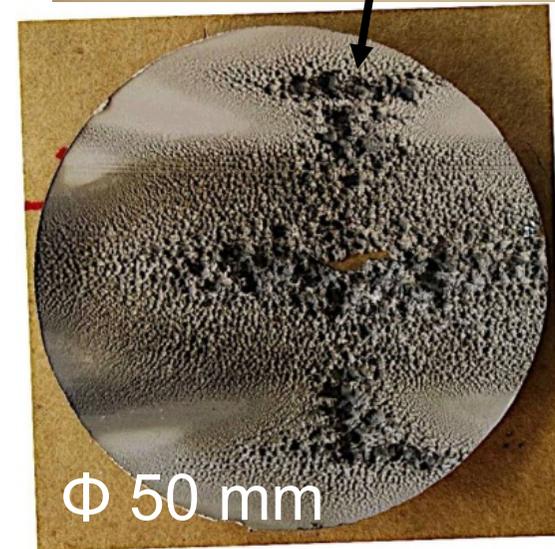
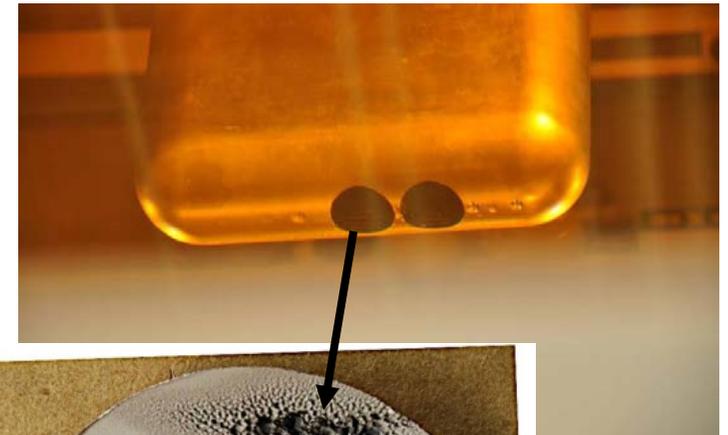
はじめに

- 水銀を標的(ターゲット)とする中性子源
- 水銀ターゲット容器は消耗品
 - 事前の寿命評価に基づく交換時期の設定
 - 2008年5月30日の稼働開始以来、初めてのターゲット容器交換
- 寿命評価のための基礎データは稀少
 - ピッチェング損傷 ⇒ 米国SNSとの共同研究ラボ実験と解析で評価
 - 陽子+中性子による材料照射損傷
 - ⇒ スイスSINQ、SNS等での照射データを活用

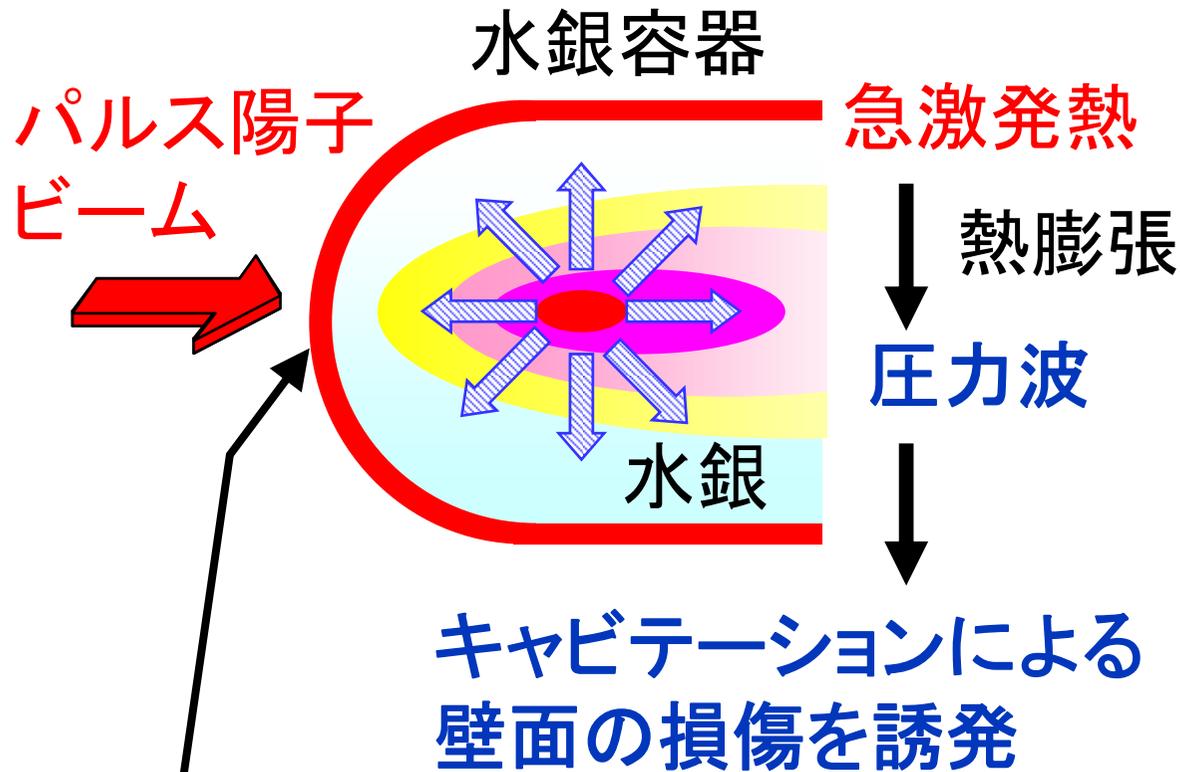
実機での基礎データ取得による寿命予測精度の向上が不可欠

圧力波によるピitting損傷

米国SNSで生じたピitting損傷



壁厚：
3 mm

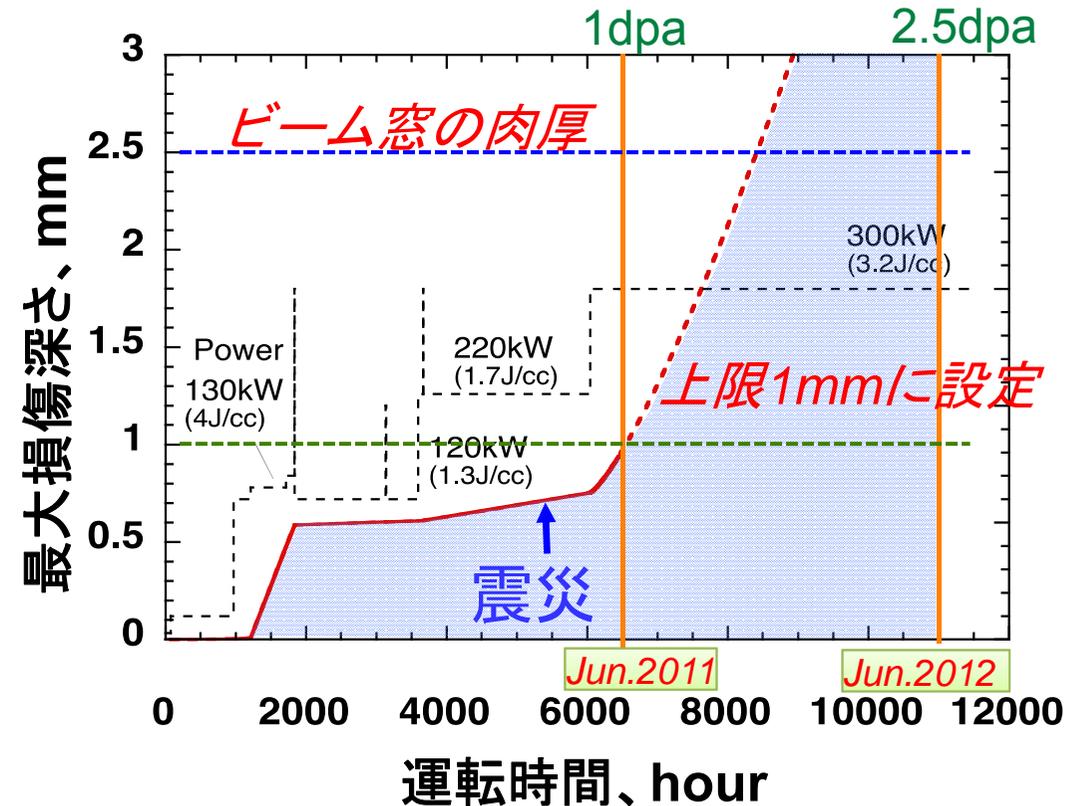


ビーム窓部の壁厚さは2.5mm
最も損傷の影響を受けやすい

Φ 50 mm

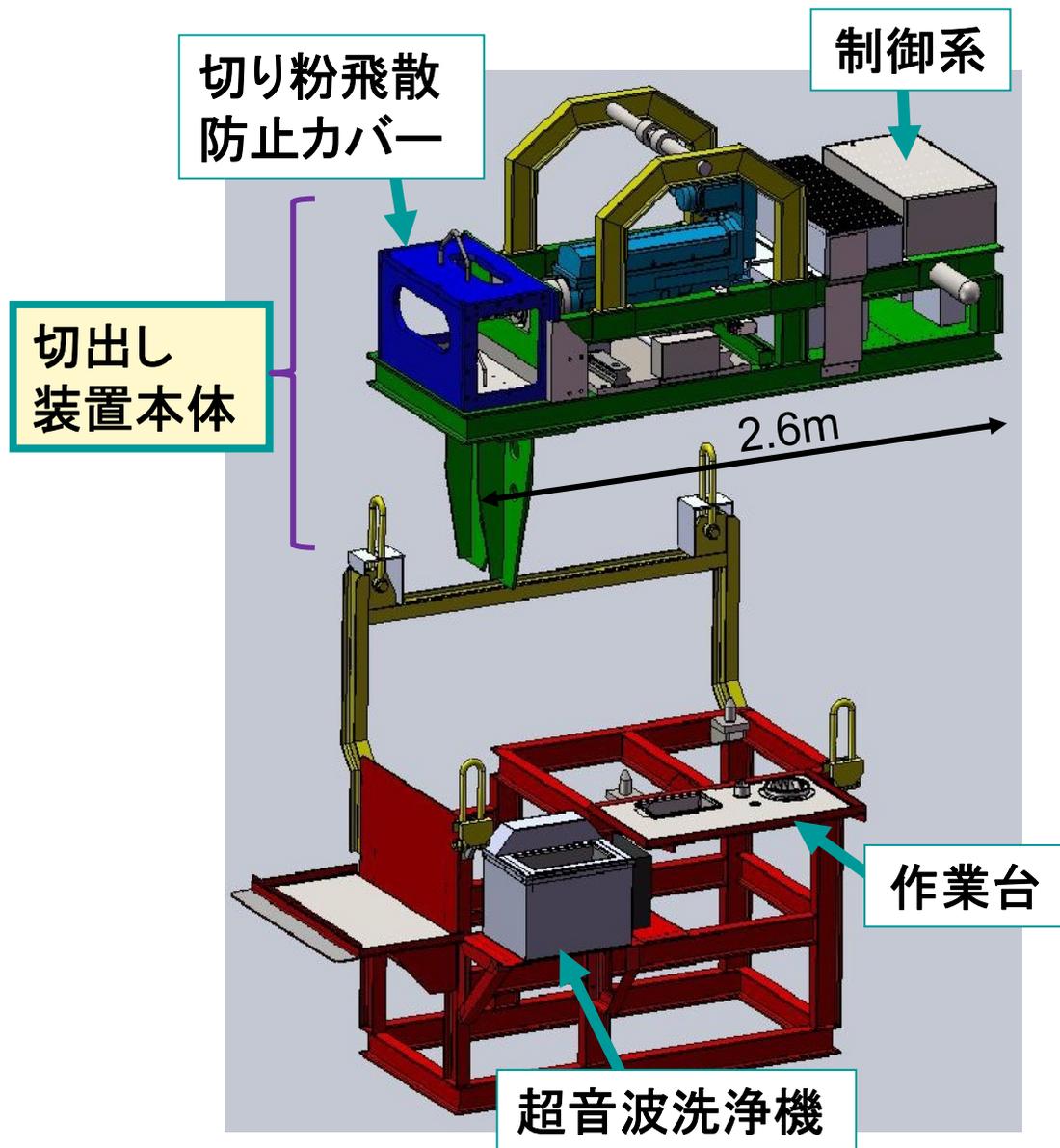
ピitting損傷の評価

- これまでの実験・解析的検討から、最大損傷深さを保守的に評価
現在 約0.7mmと予測
- 水銀流動の効果で損傷が軽減される可能性

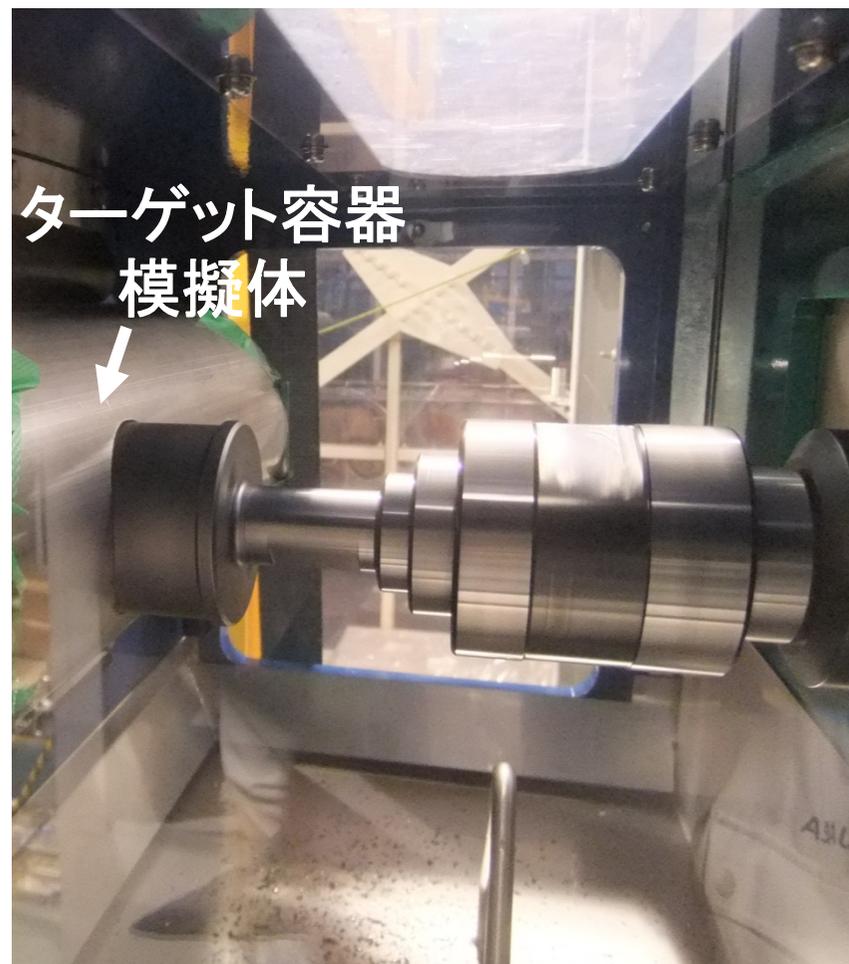


- 試験片の観察・損傷深さ計測
⇒ 損傷評価手法の妥当性を検証
- ターゲット容器内部の観察
⇒ 損傷範囲とエロージョンの状況を確認

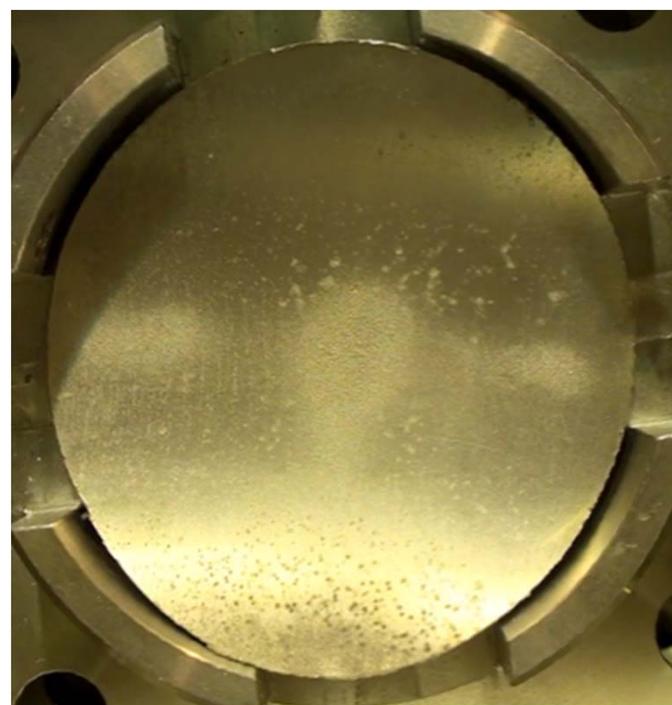
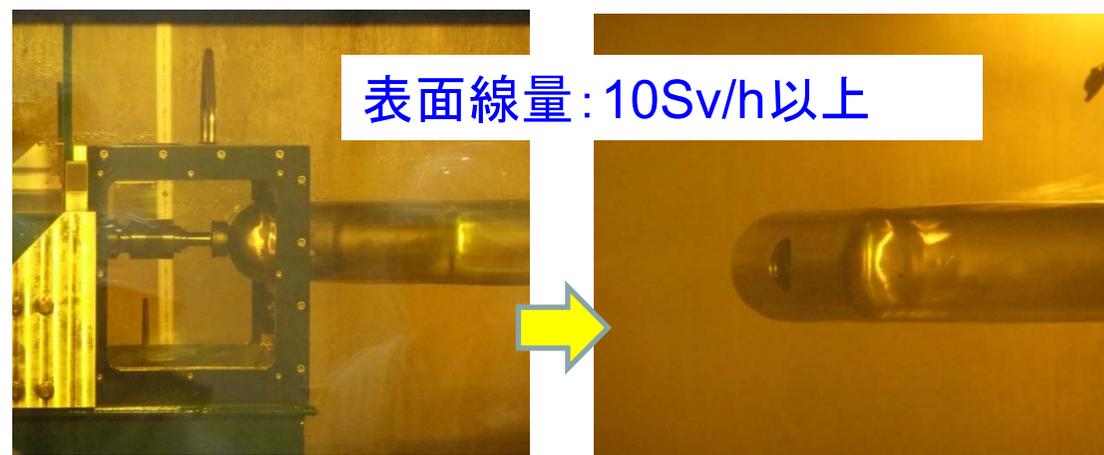
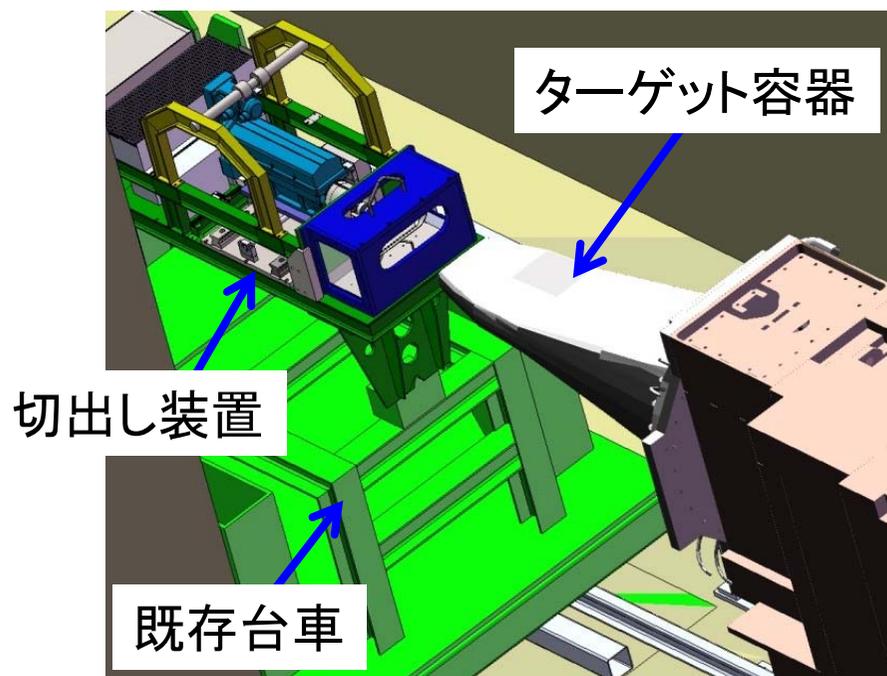
遠隔操作によるPIE試験片切り出し(1)



模擬体を用いた切出し試験



遠隔操作によるPIE試験片切り出し(2)

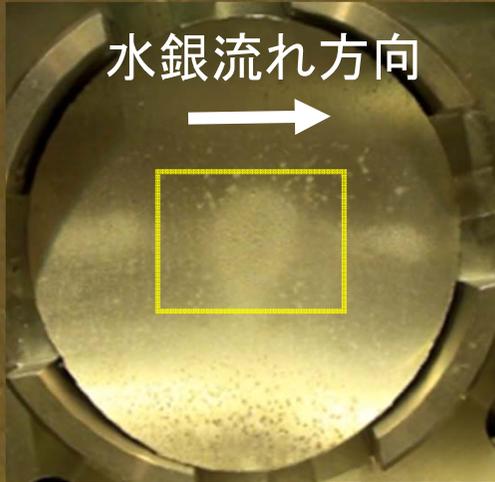


切り出し
所要約15分程度

**Φ50mmの
試験片切
出しに成功**

- 水平設置により放射化水銀の漏出を防止
- 既存の台車と組み合わせることで可動性を向上

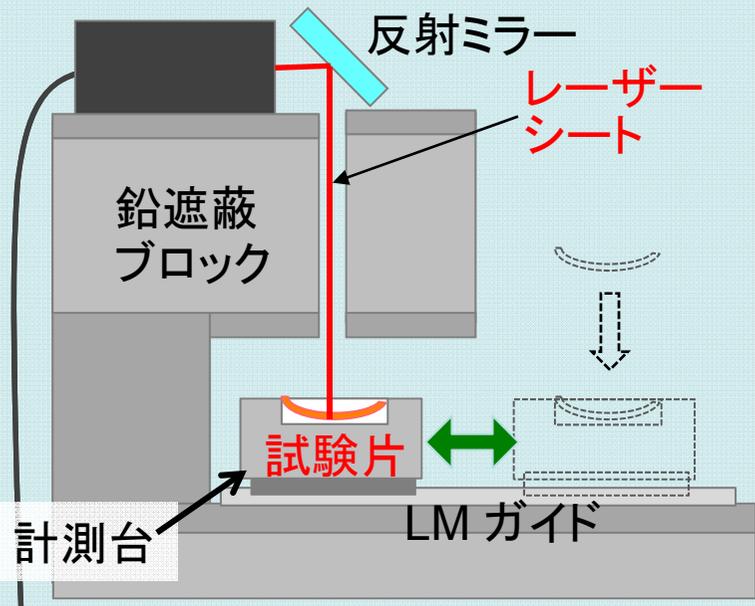
試験片中心



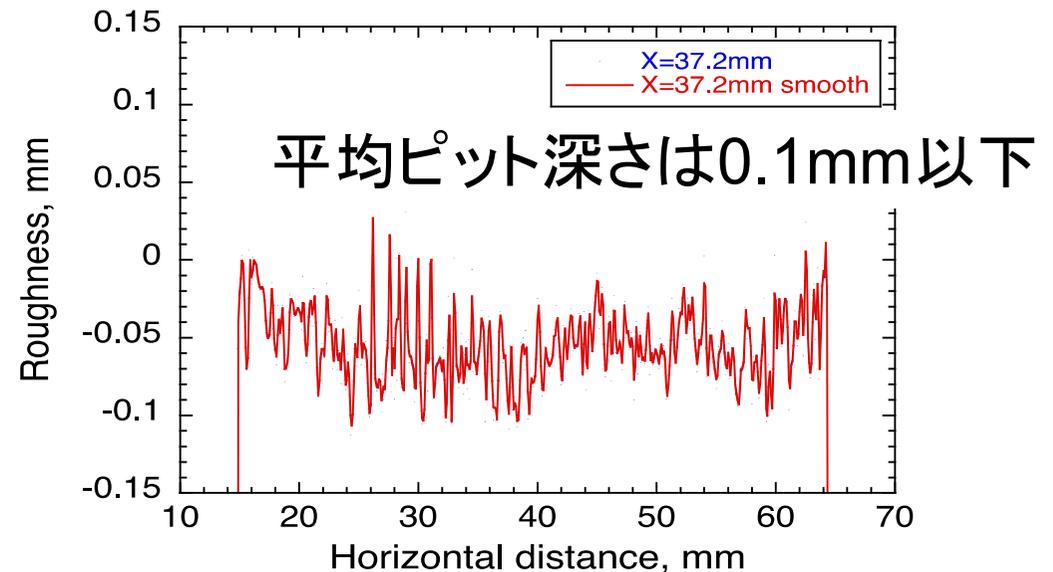
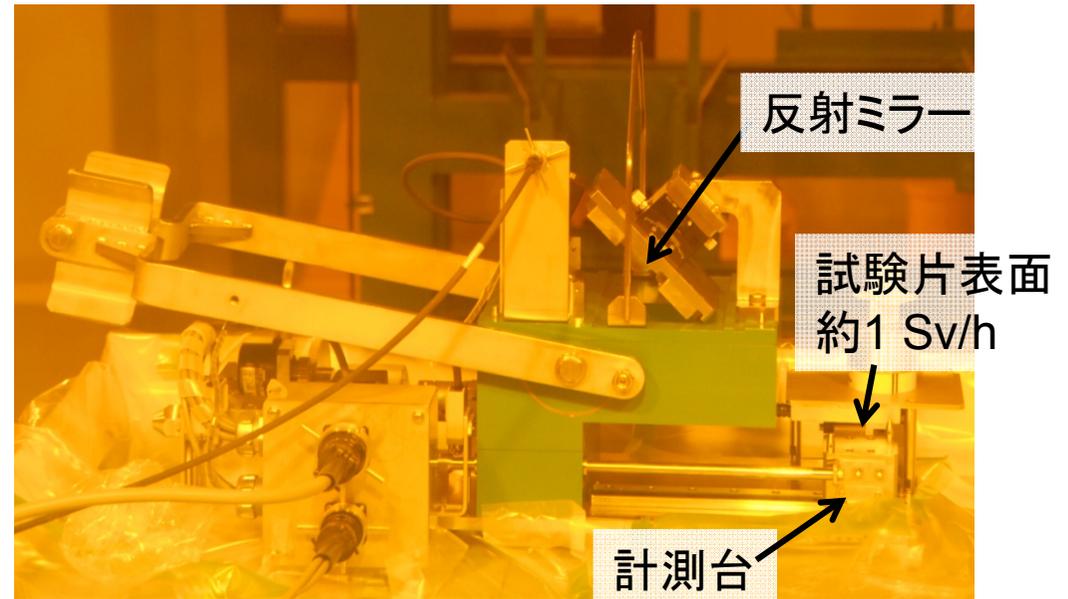
- 中心部、及び上流側と下流側にスポット的なピitting領域を確認
- ピitting領域内に大きなピット痕が存在
- 全体にも散発的にピットと見られる痕が存在

試験片の表面粗さ測定 --レーザー計測-- 9

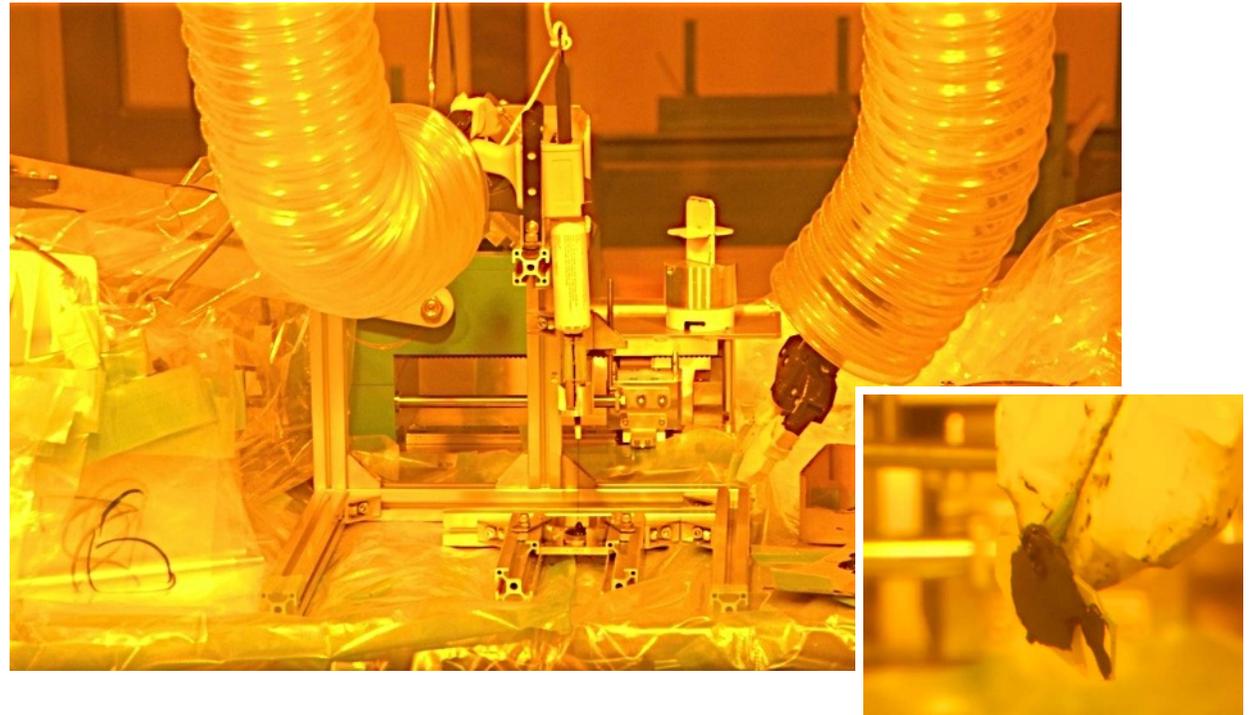
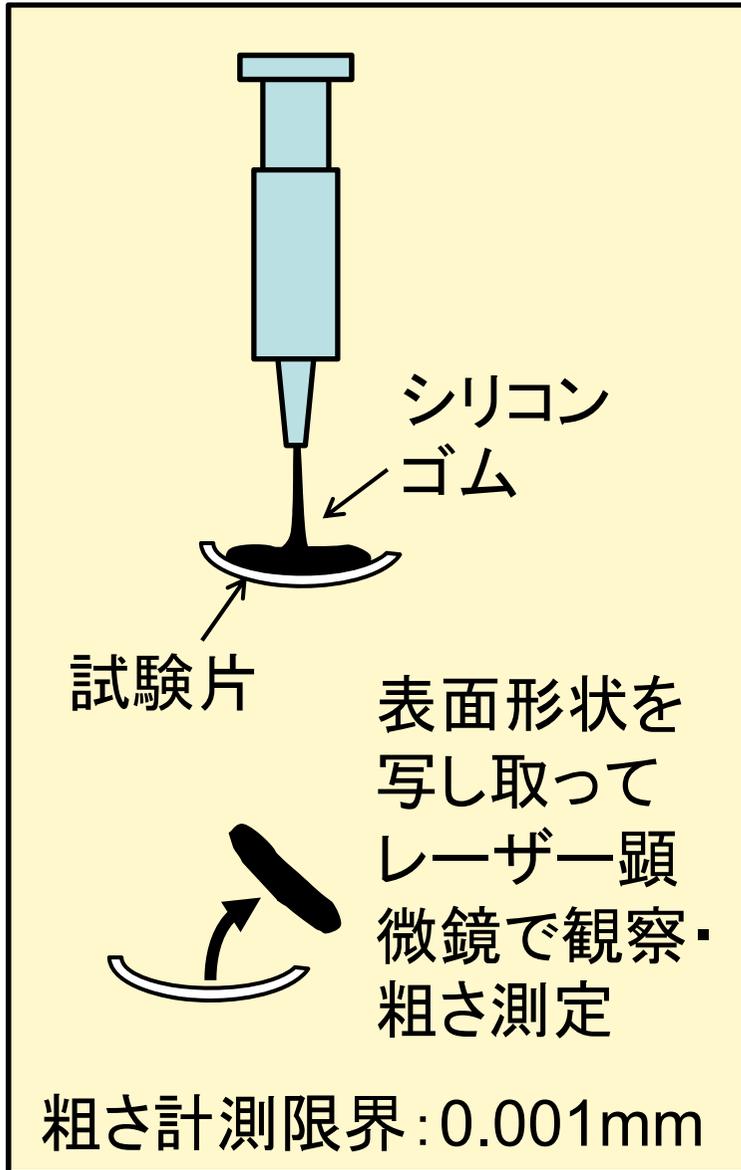
レーザーによる粗さ測定



- 遠隔操作により試験片を計測台に乗せてレーザーを照射
- 粗さ計測限界は0.1mm



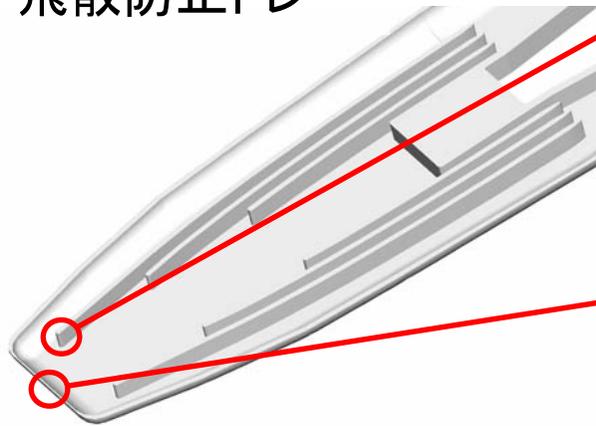
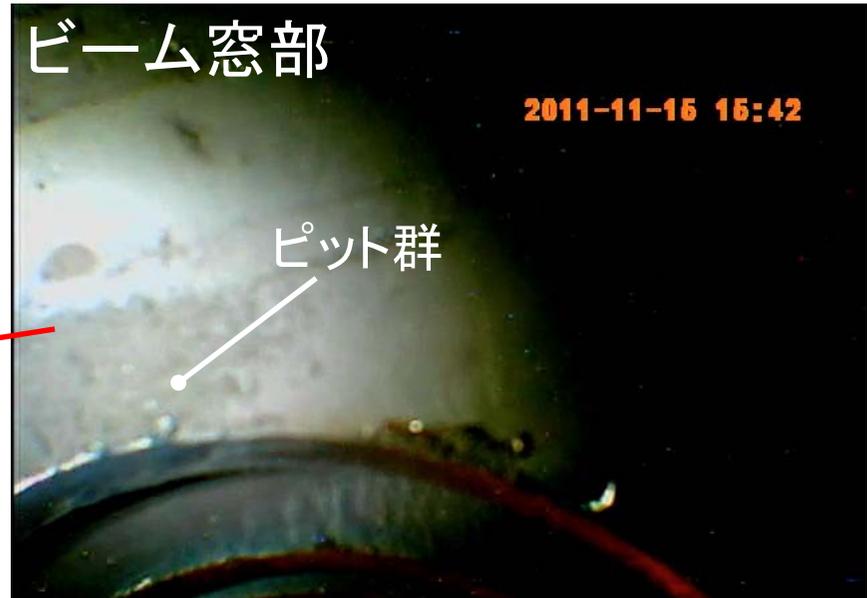
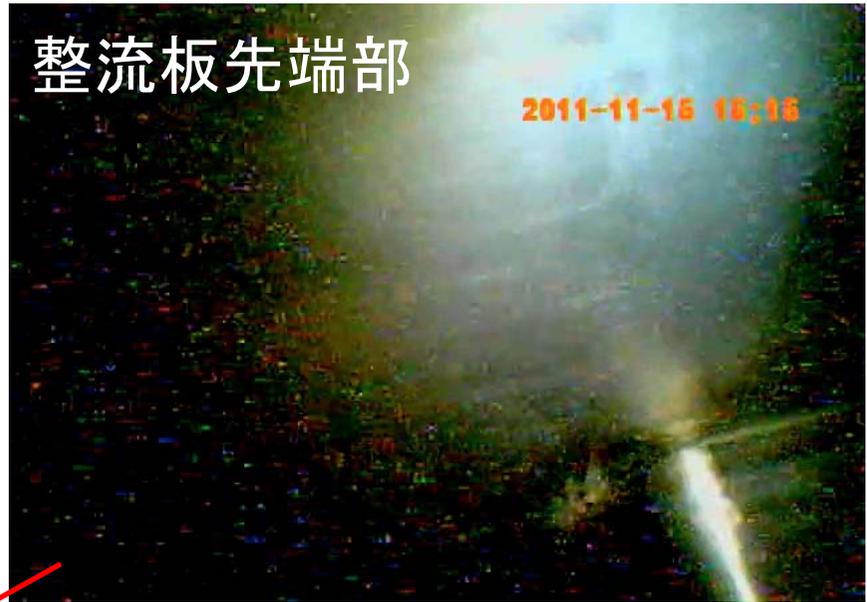
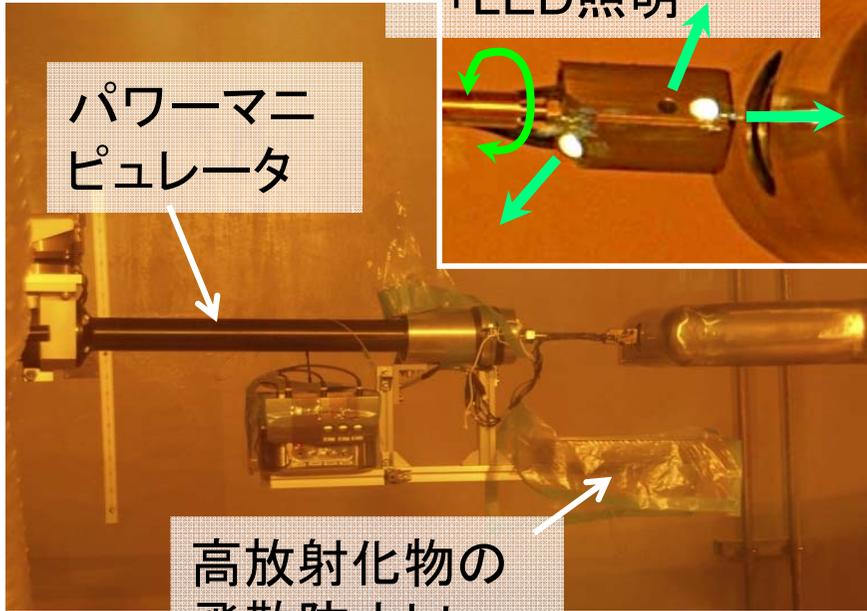
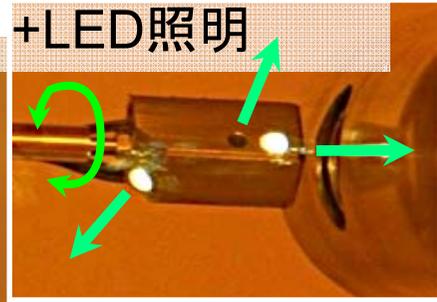
試験片の表面粗さ測定 --レプリカ--



レプリカ表面のトリチウム汚染のため、
観察・計測の準備中

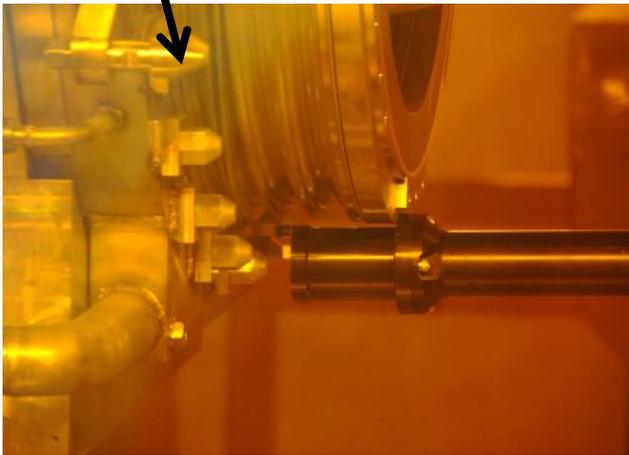
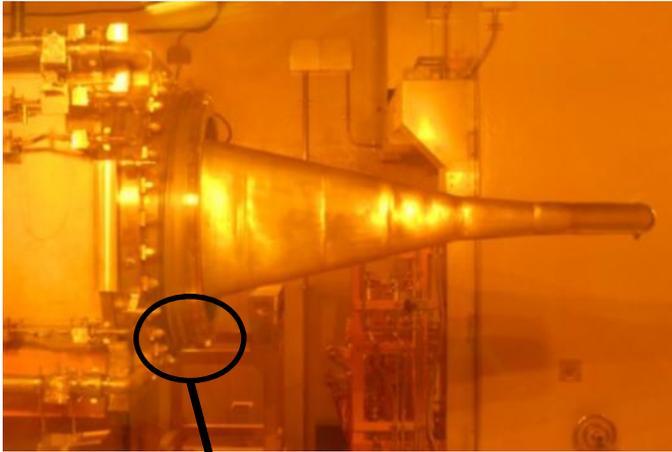
ターゲット容器内観察

小型CMOSカメラ



顕著なエロージョンは観察されず

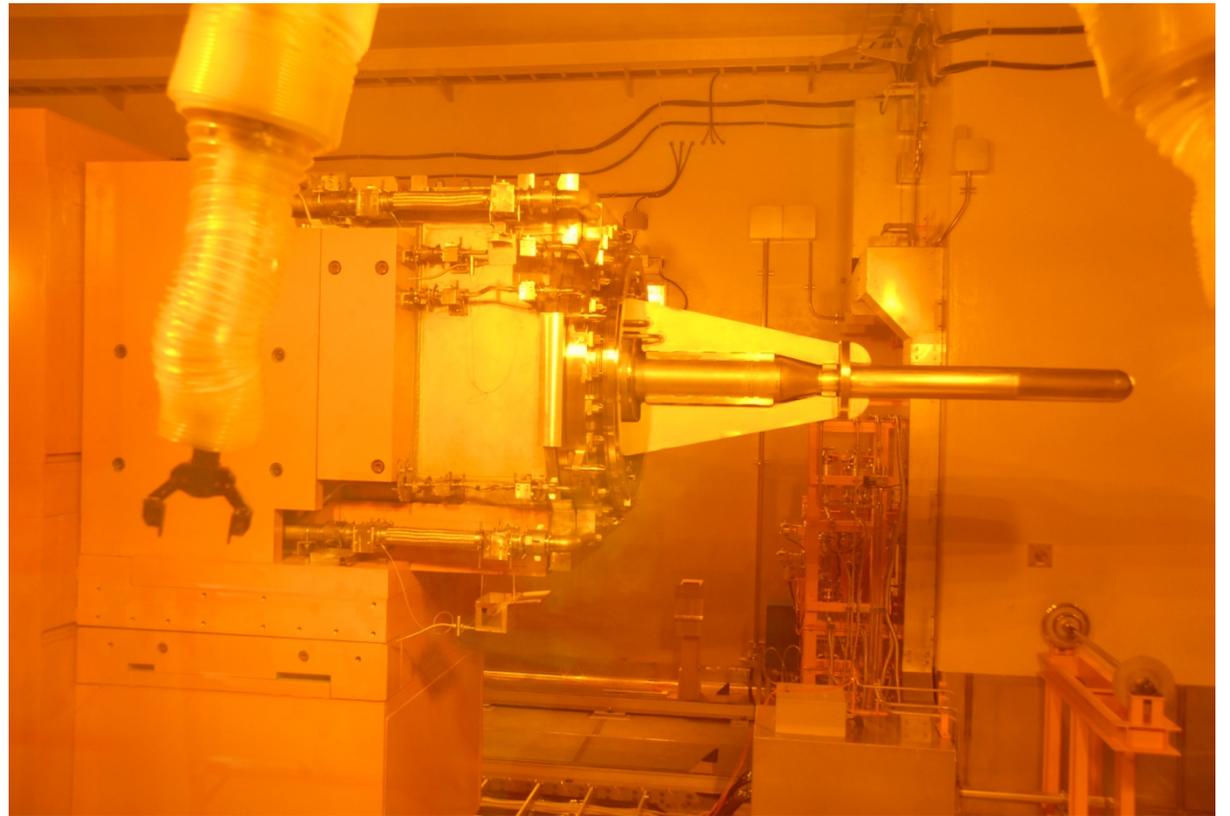
ターゲット容器交換作業



ベローズの伸びにより遠隔ツールがボルトにアクセス不能



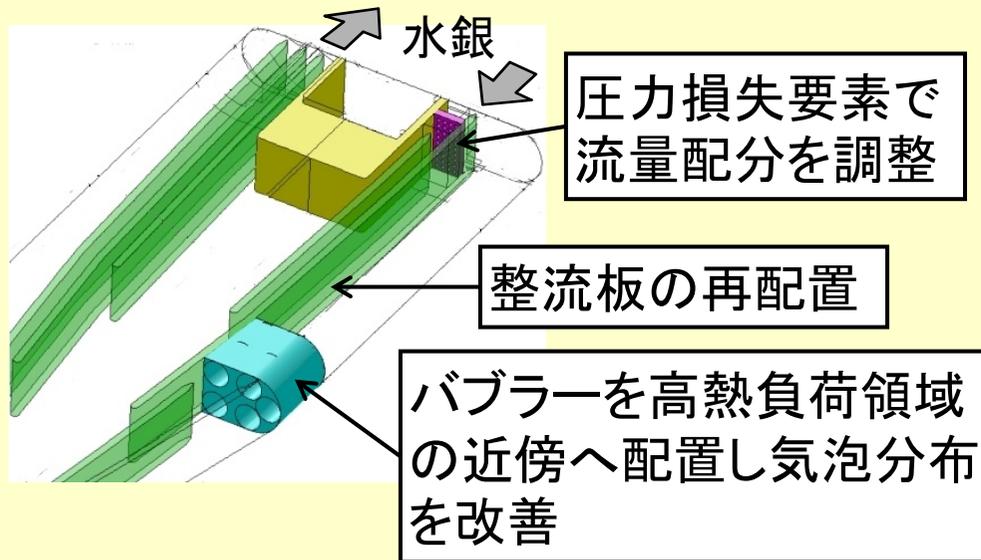
レンチとマスタースレーブマニピュレータでボルト緩め



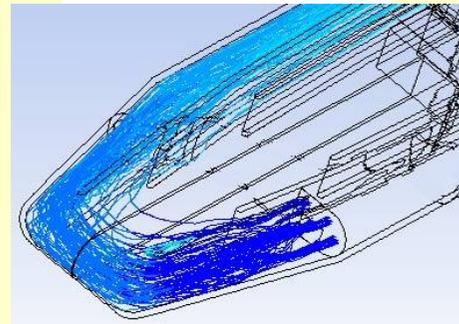
- 11/21～11/30でターゲット容器の交換作業を完了(実質所要日数:7日間)
- 水銀配管系からの放射性ガスの放出について重要な知見を取得
- 放射性ガス処理システムの改良を行う。

水銀流路構造の改良と実機製作

バブラー位置と流路構造の改良

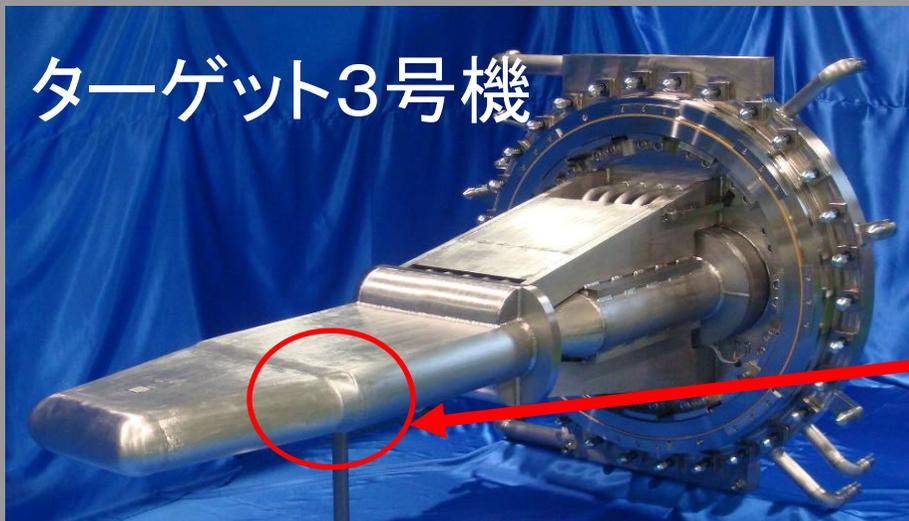


気泡の流れ場



ターゲット高出力化に対応したバブラー付き容器構造を設計し実機を製作

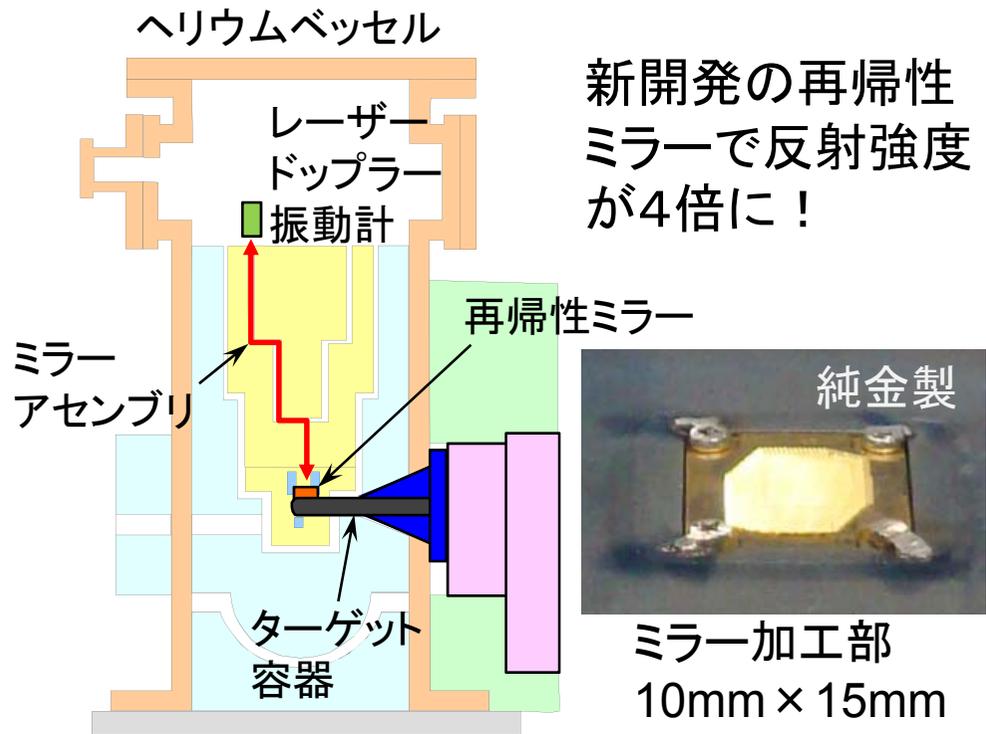
ターゲット3号機



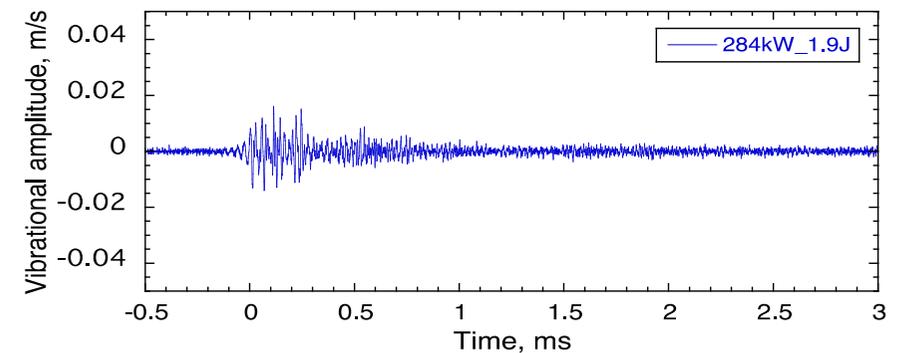
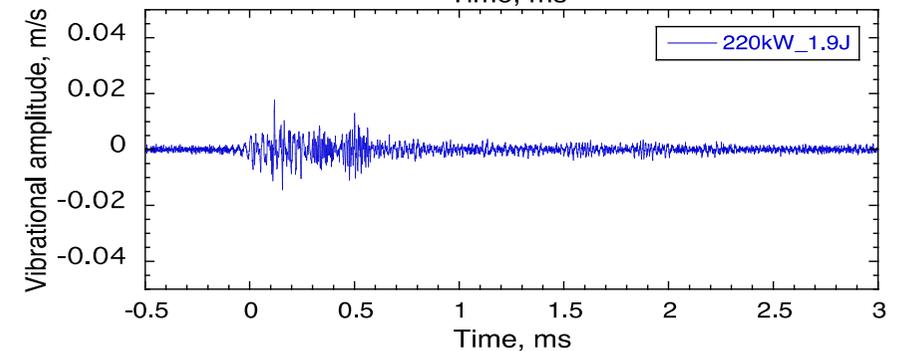
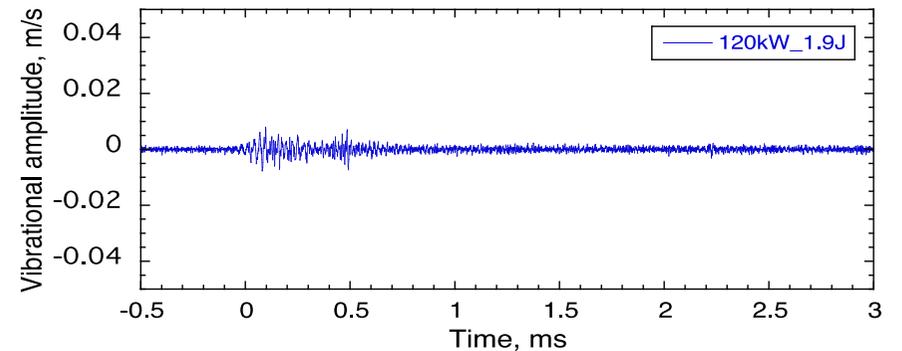
実機バブラーの製作



レーザードップラー振動計による計測に成功



出力依存性 & 水銀キャビテーション由来？
の高周波成分が見て取れる！



まとめ

- J-PARC水銀ターゲット1号機からPIE試験片の切り出しに成功.
- 試験片表面にピitting損傷を確認.
- レーザーによる粗さ計測で損傷深さは0.1mmより小さいことが判明.
- レプリカ採取後、詳細な観察・計測手法を検討中.
- 小型ビデオカメラによる容器内部観察で、顕著なエロージョンは確認されず.
- 遠隔操作による使用済水銀ターゲット容器交換を7日間で完遂.
- 放射性ガスの処理システムの再構築を今後進める.
- バブラーを内蔵した新型ターゲットでは当初設計どおりの流動特性データを取得.
- レーザードップラー振動計によるターゲット応答の計測に成功.
- 今後の運転データを基に、更に高出力化へ向けたターゲットの改良を続ける.