

JT-60における第一壁研究

正木 圭

日本原子力研究所 那珂研究所

第一壁研究協力

タイルの損耗 / 付着層

タイル中のトリチウム測定

IPを用いた炉内トリチウム分布

堆積層中捕捉D定量分析

黒鉛タイルの強度・靱性

ダスト・タイル中トリチウム化学結合状態、存在状態

ボロニゼーション膜分析

ボロン膜 / 黒鉛水素放出機構

堆積膜厚測定 / 組成分析

第一壁タイル中トリチウム定量分析

について報告。

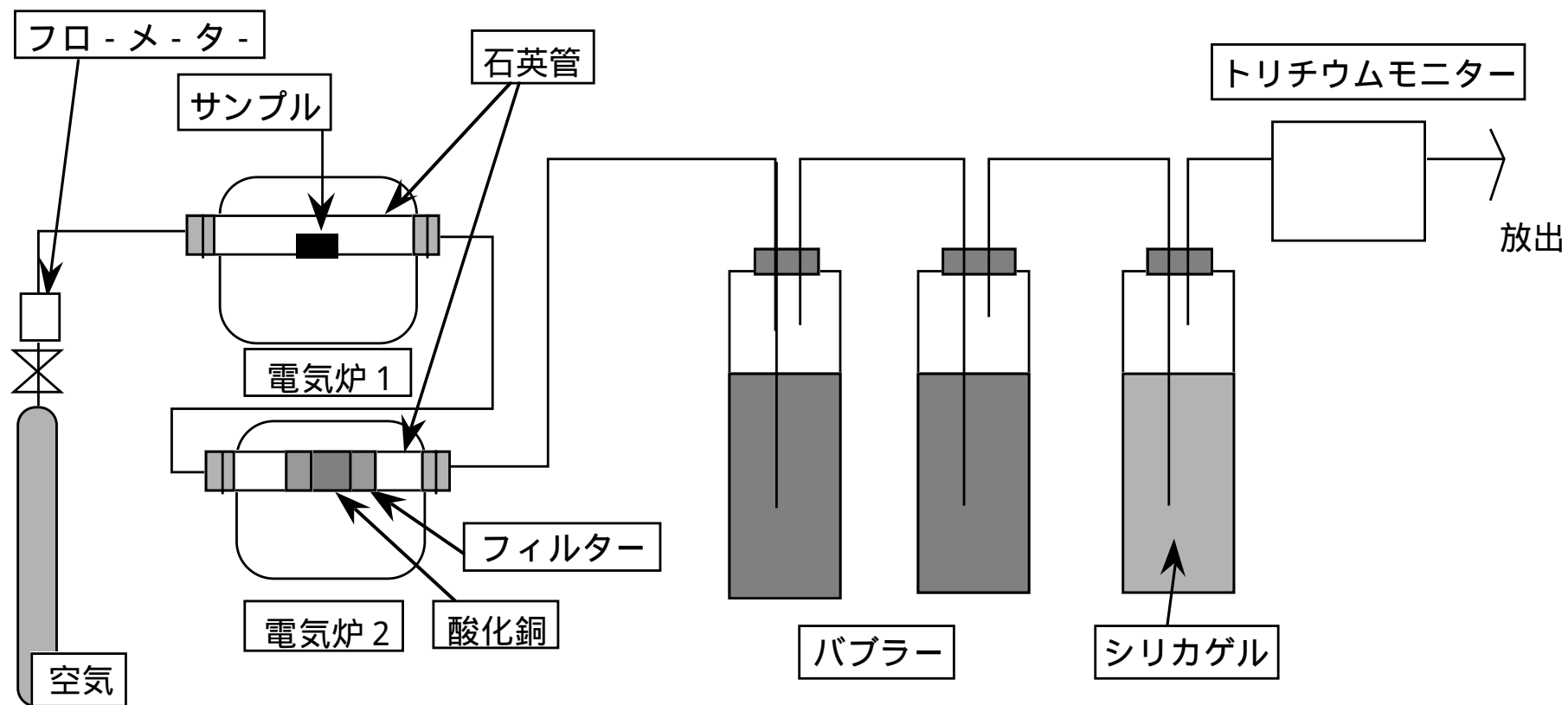
燃焼法によるトリチウム絶対測定

- (1) オープンダイバータ時のトリチウムポロイダル分布
(1991年7月 ~ 1993年10月)
- (2) W型ダイバータ時のトリチウムポロイダル分布
(1997年6月 ~ 1998年10月)

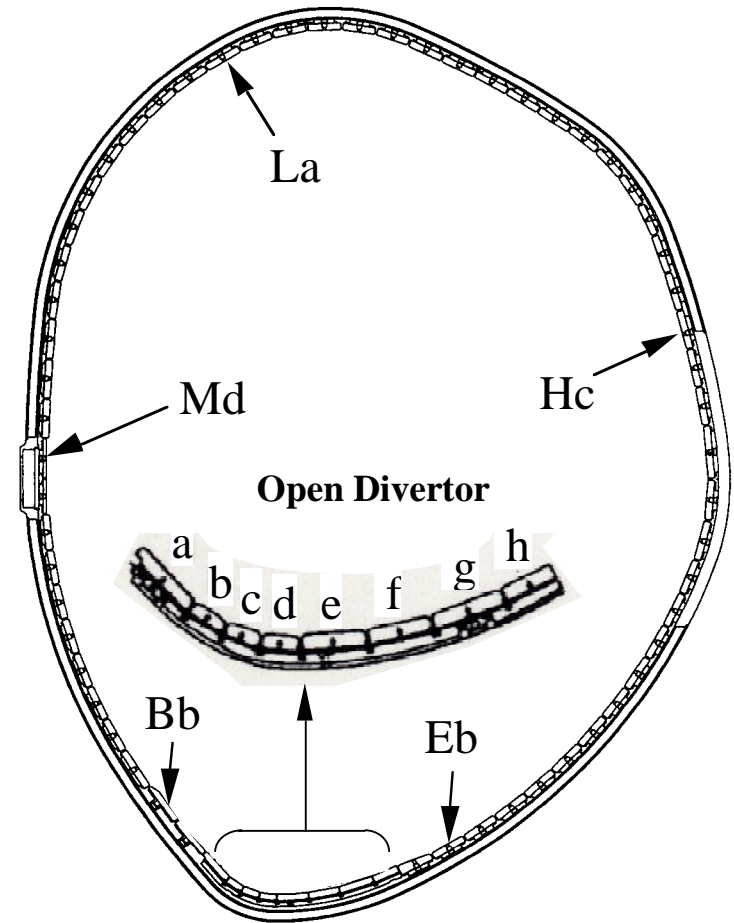
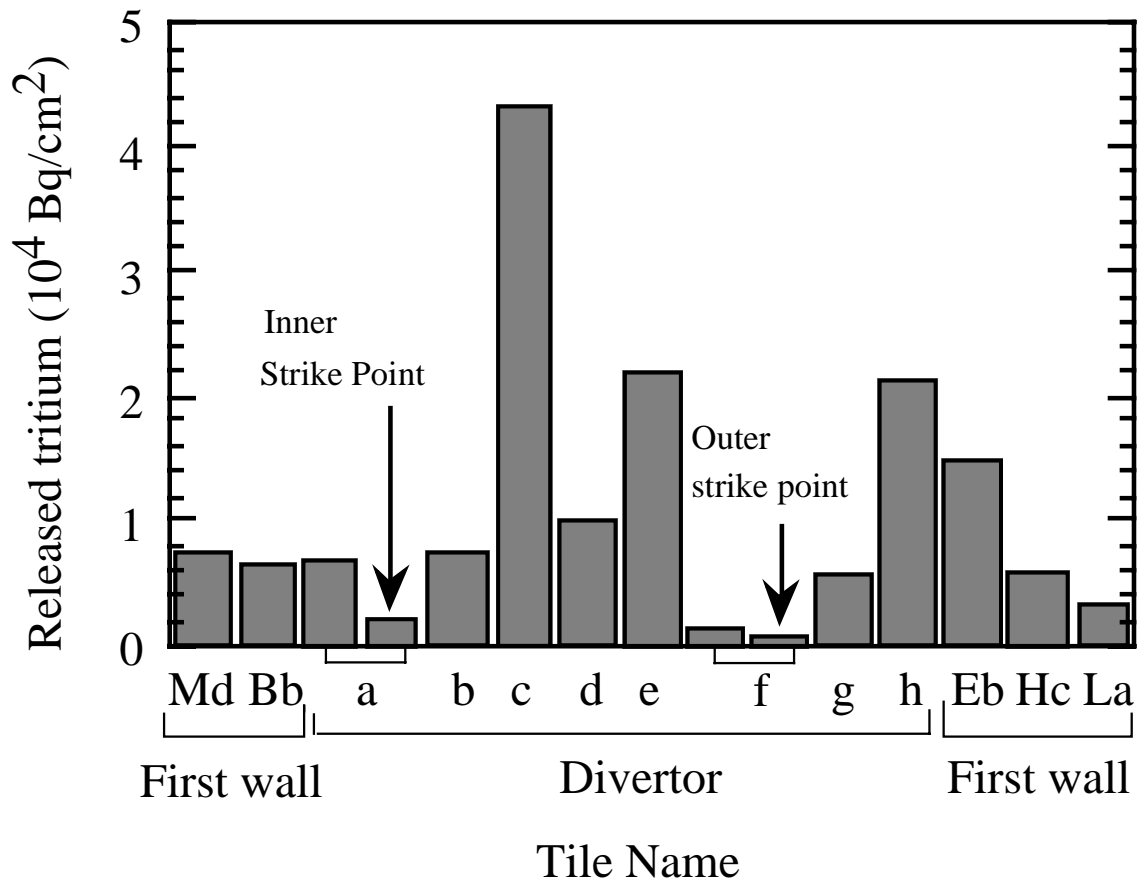
イメージングプレートによるタイル表面のトリチウム測定

- (1) W型ダイバータ時のトリチウムポロイダル分布
(1997年6月 ~ 1998年10月)

トリチウム分析装置（燃焼法）

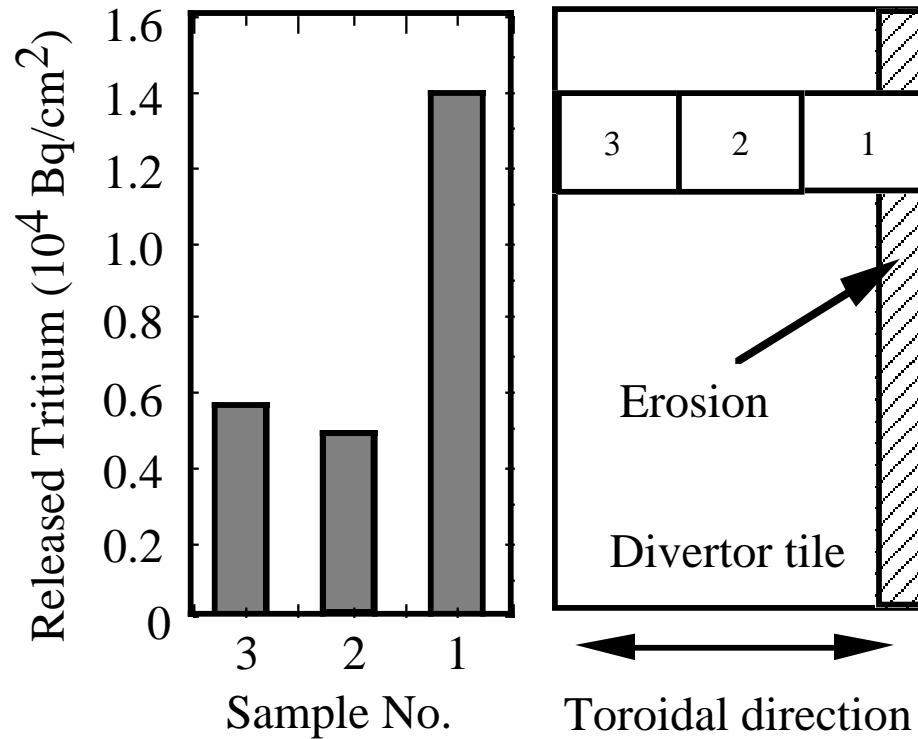


オープンダイバータ時のトリチウムポロイダル分布 (1991年7月～1993年10月)

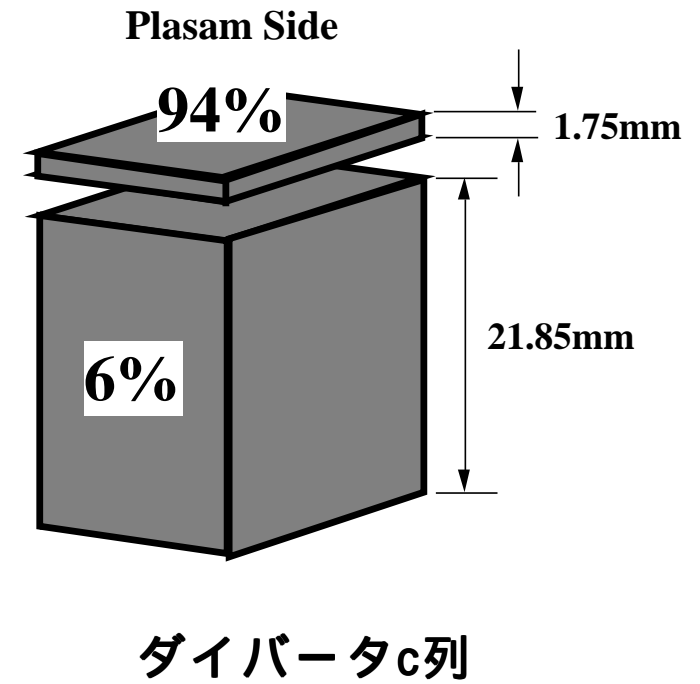


サンプル位置

タイル内のトリチウム分布



ダイバータb列



真空容器内トリチウムインベントリー評価 (1991年～1993年：オープンダイバータ時)

1991年～1993年までに生成されたトリチウム量

中性子発生量： $1.8 \times 10^{19}n$

～トリチウム発生量： $3.2 \times 10^{10}Bq$

第一壁内トリチウム残留量

第一壁： $1.3 \times 10^{10}Bq$

～生成されたトリチウムの約40%

ダイバータ板： 3×10^9Bq

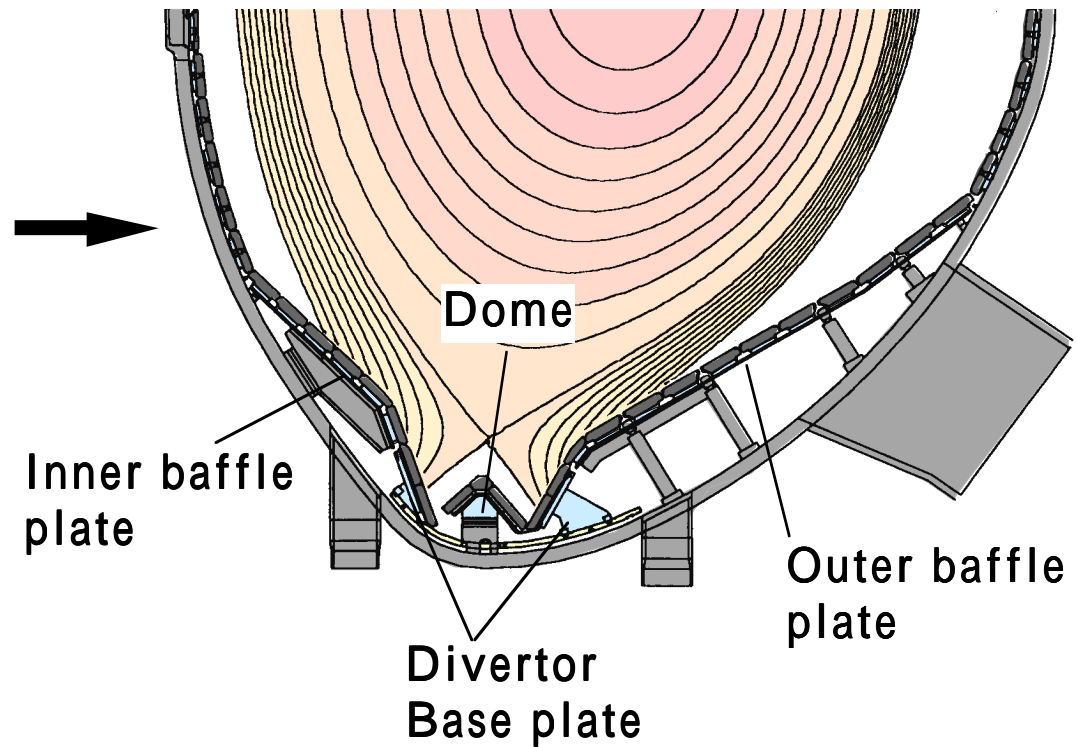
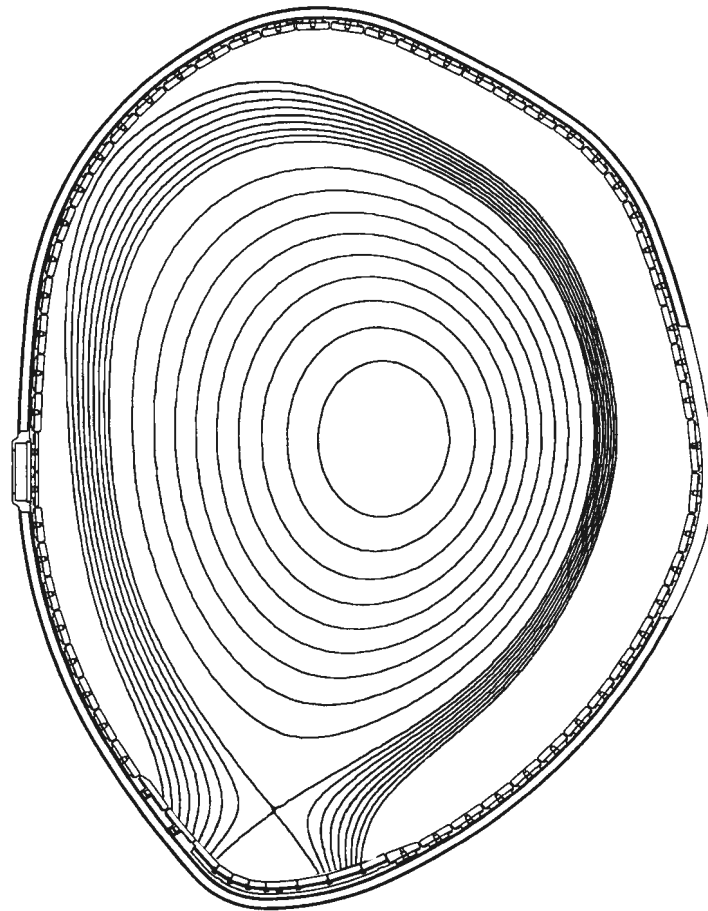
～生成されたトリチウムの約10%

ダイバータ板も含めた第一壁全体： $1.6 \times 10^{10}Bq$

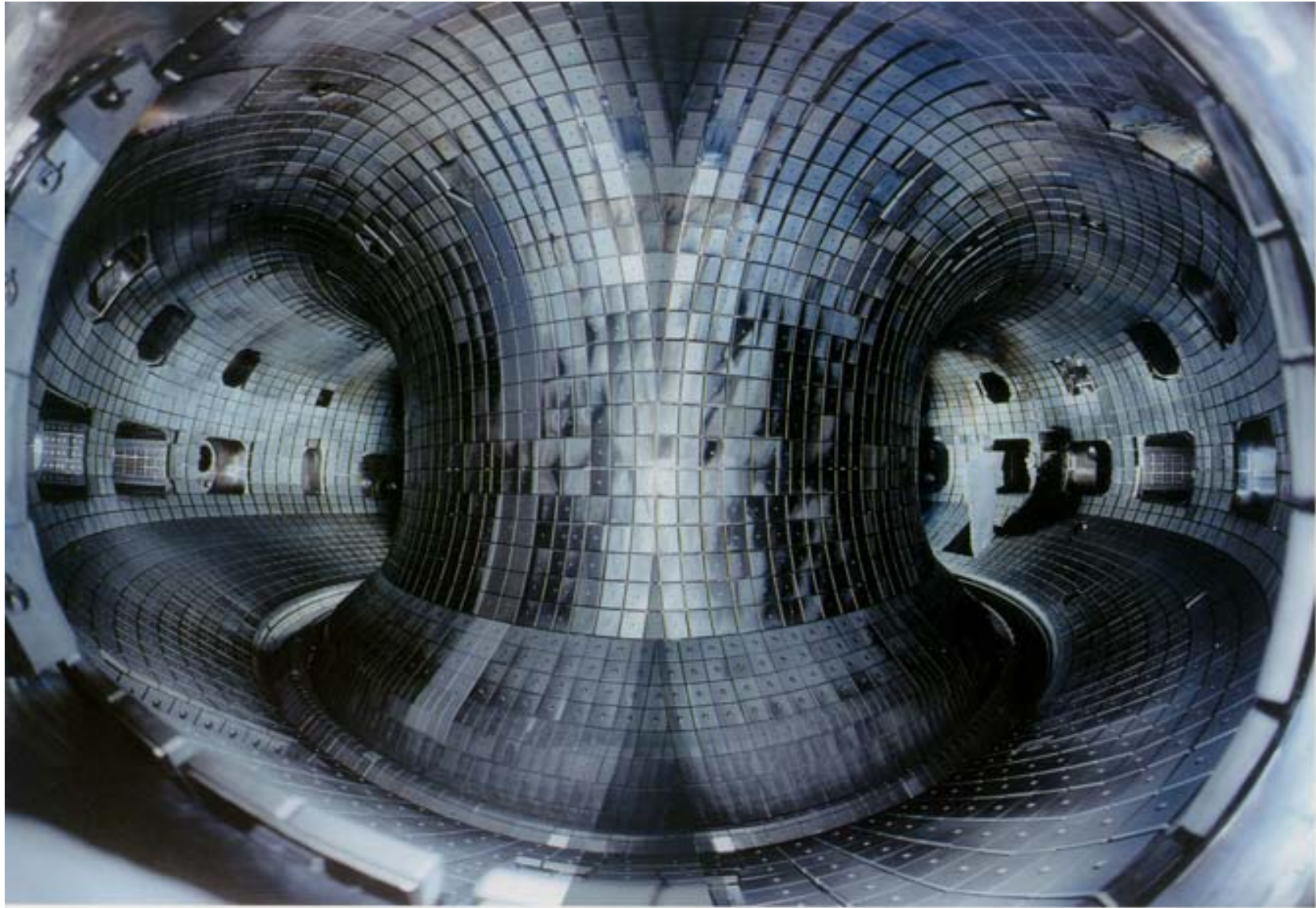
～生成されたトリチウムの約50%

ダイバータ改造

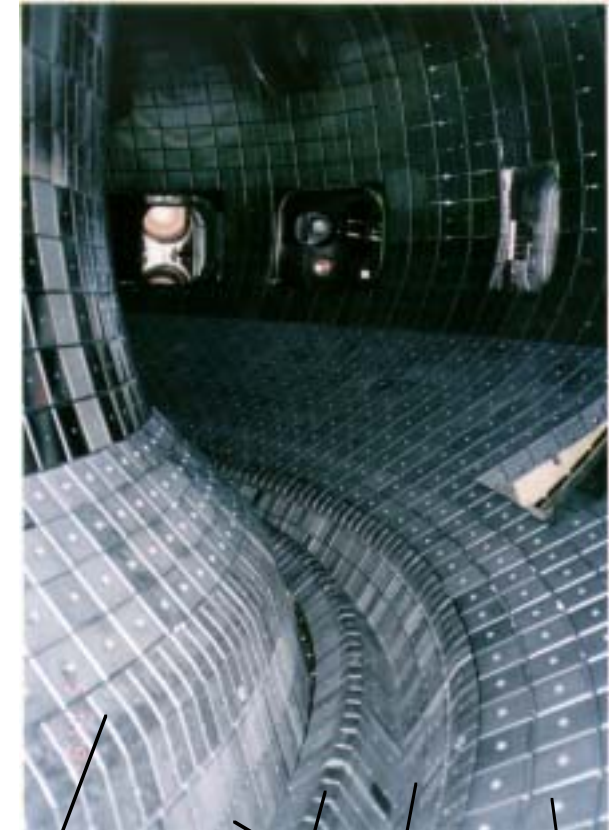
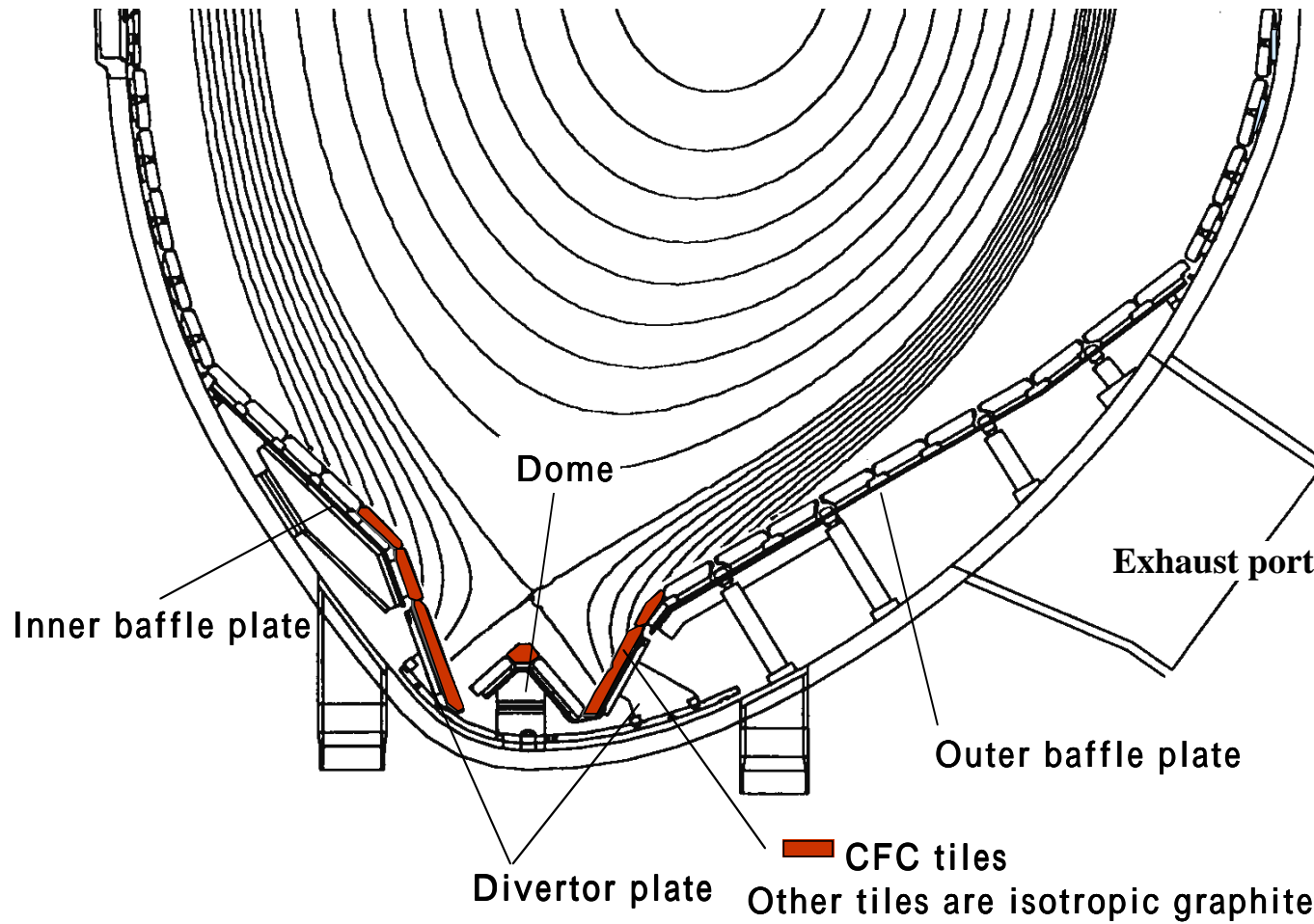
1997年2月 ~ 5月にかけて、放射ダイバータとプラズマの閉じ込め改善とを同時に達成することを目標として、オープン型からW型へのダイバータ改造を行った。



JT-60真空容器内部

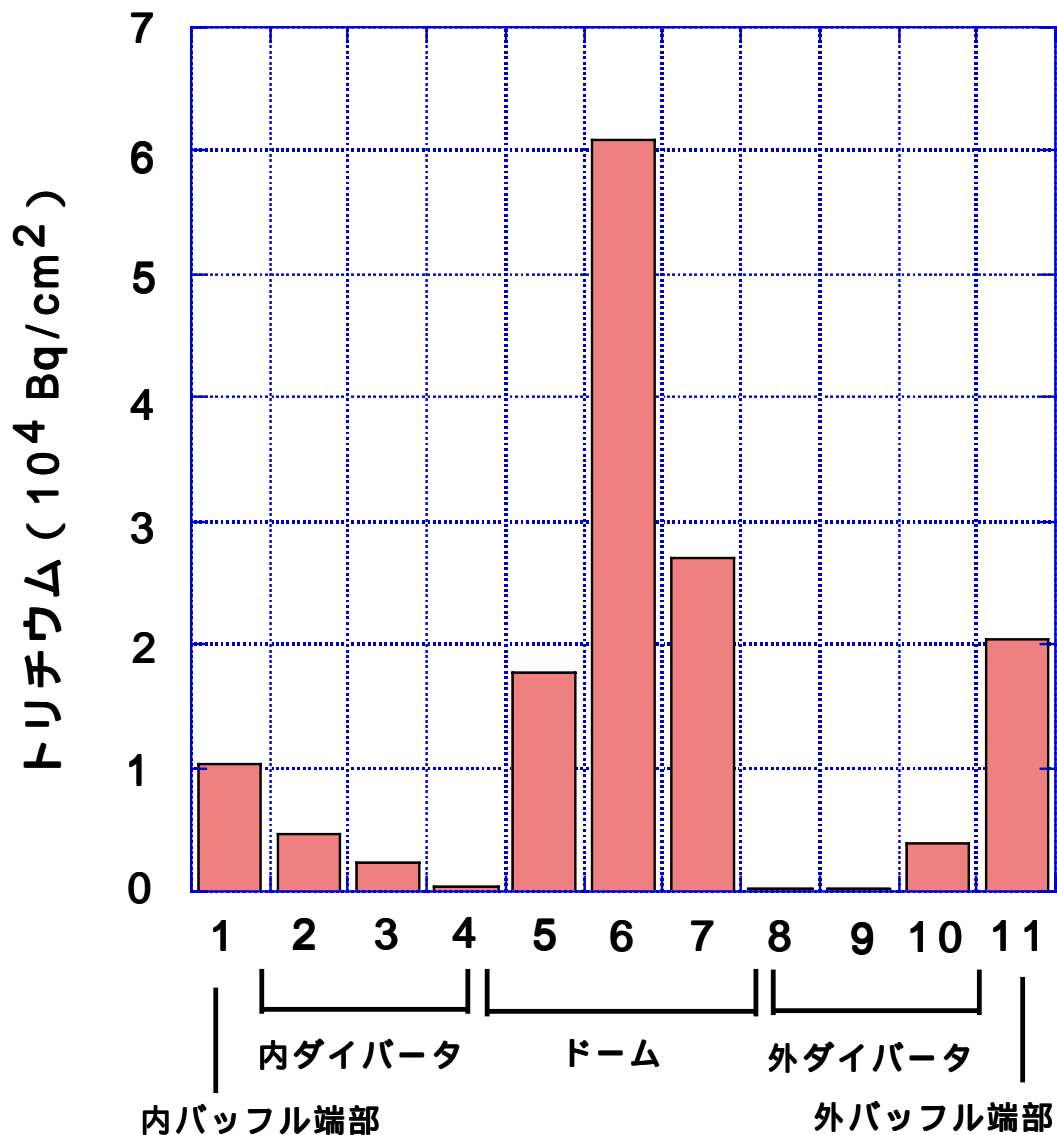
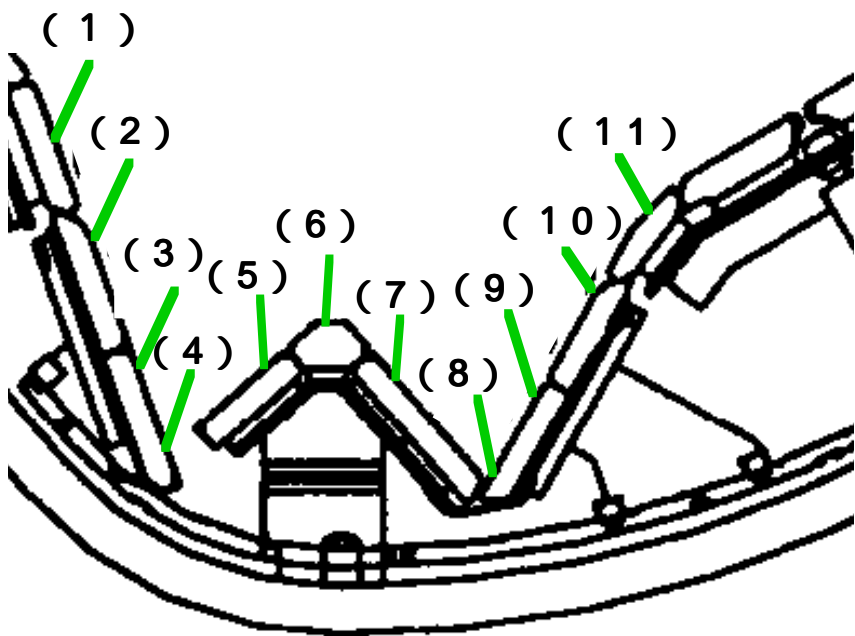


W型ダイバータ構造およびタイル材料



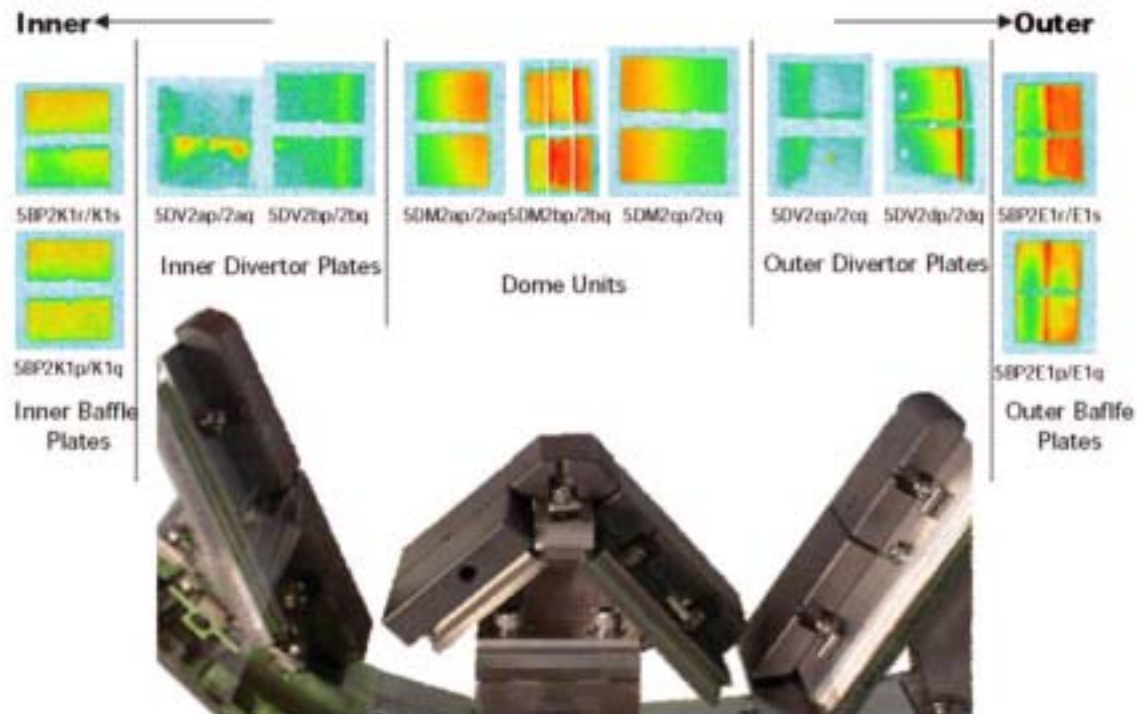
内側バッフル
ドーム
ダイバータ板
外側バッフル

W型ダイバータ時のトリチウムポロイダル分布 (1997年6月～1998年10月)



イメージングプレート技術(IPT)を使った トリチウム分布測定

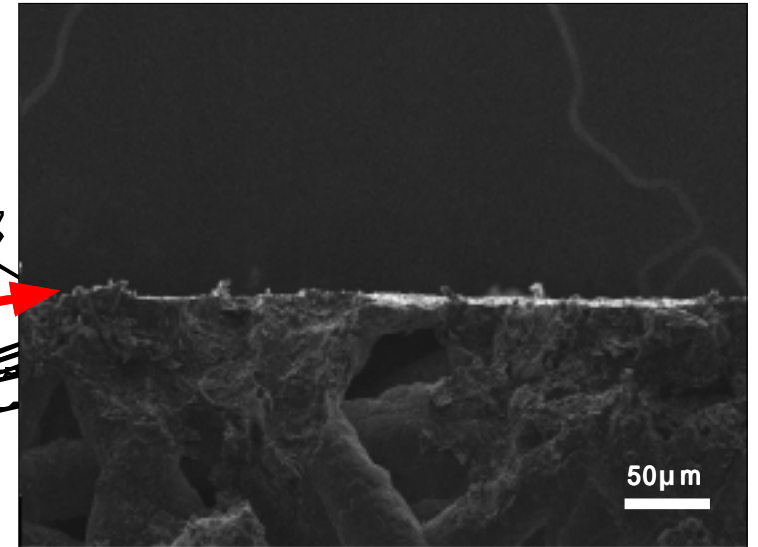
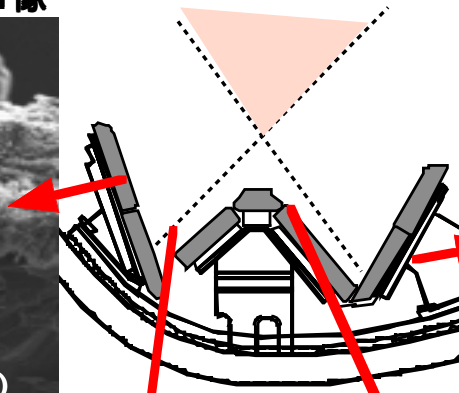
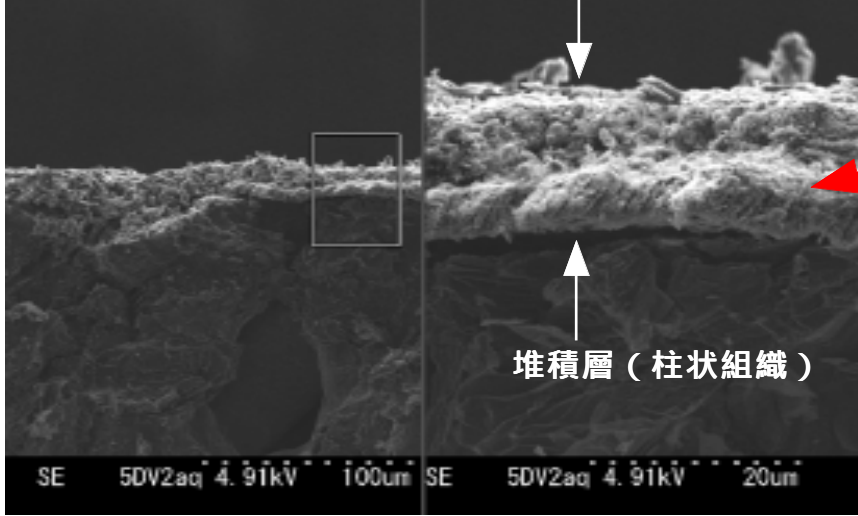
- 1997-1998の重水素実験（発生中性子数 $1 \times 10^{19}n$ ）
- 微量放射線測定用輝尽性発光技術であるIPTを応用
- IPフィルムBAS-TR2025（線に感光）、深さ $3.5 \mu m$
- プラズマの当たらないドームトップで濃度高く、トリチウム残留量に対応



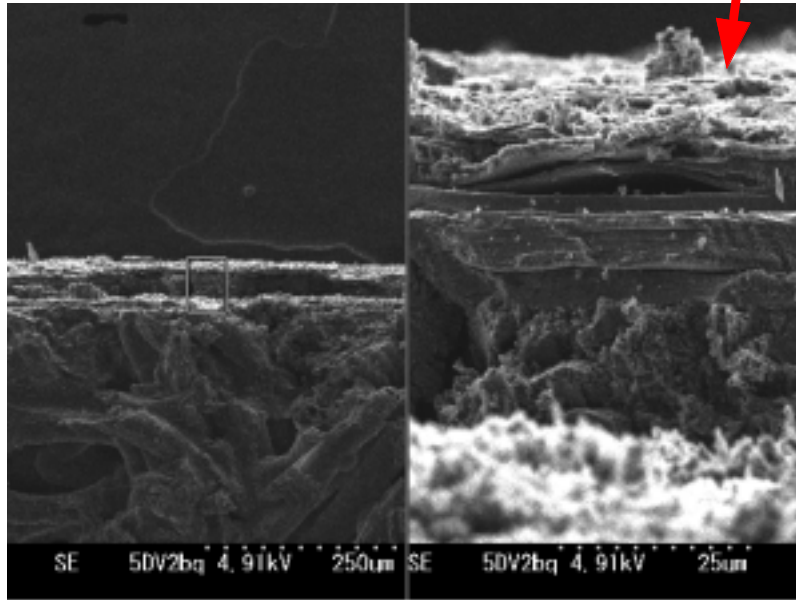
JT-60ダイバータタイル

タイル表面の再付着層

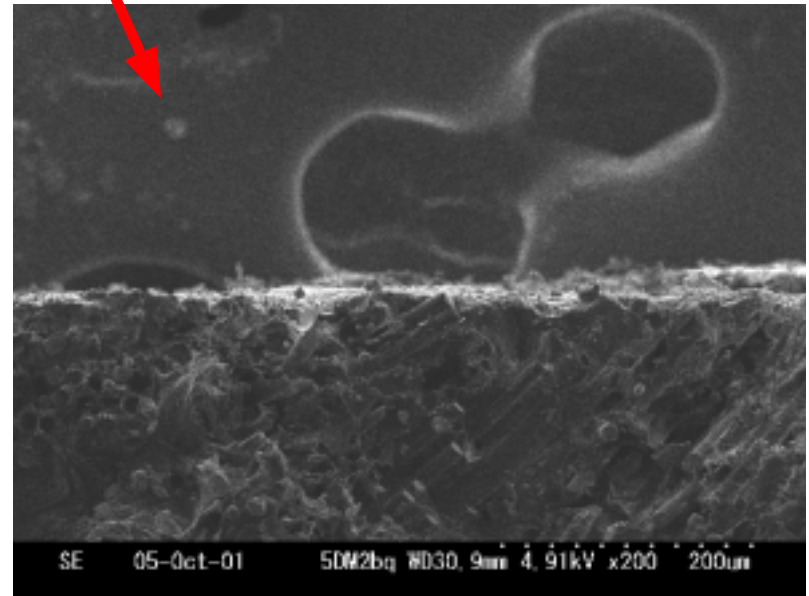
内側ダイバータタイル上部表面層の断面SEM像



外側ダイバータタイル表面層の断面SEM像

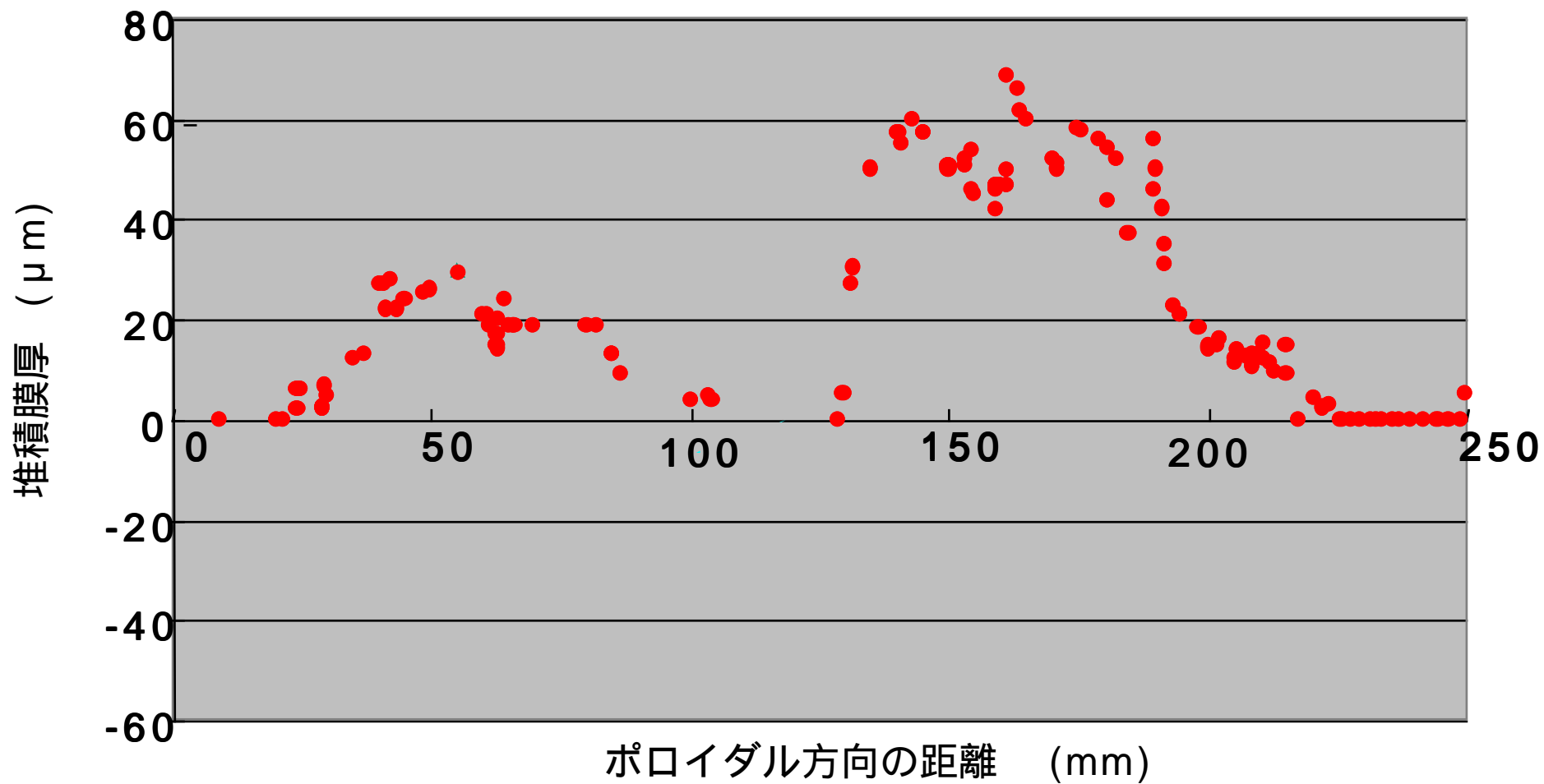


内側ダイバータタイル下部表面層の断面SEM像



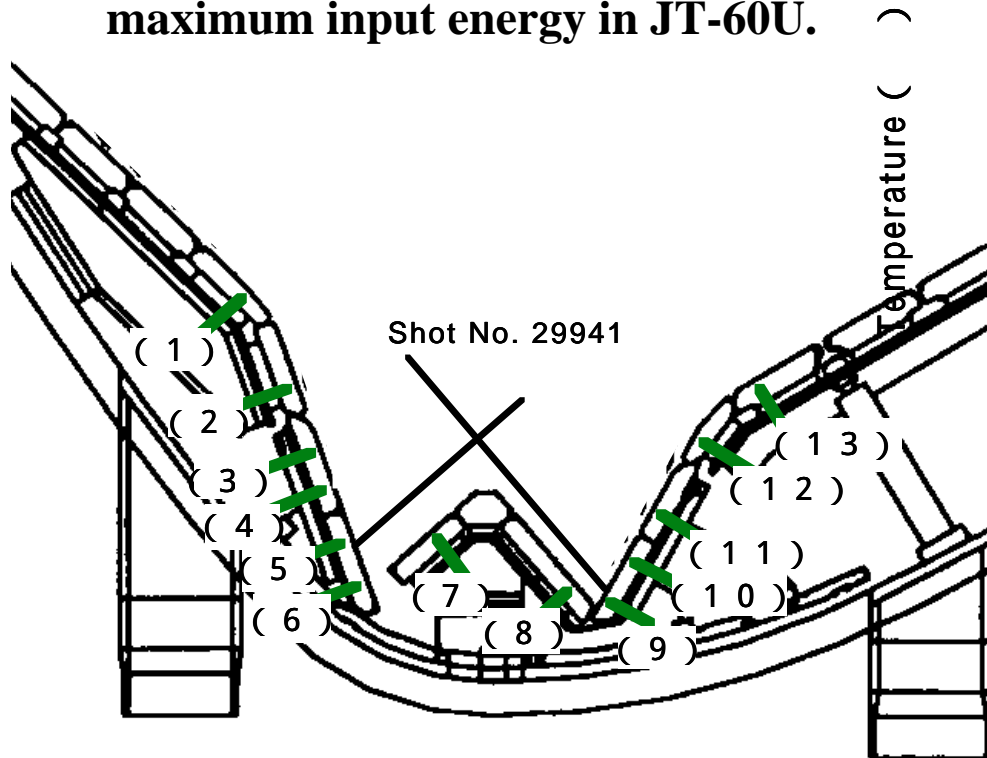
ドームトップタイル表面層の断面SEM像

内側ダイバータタイトルの再堆積膜厚

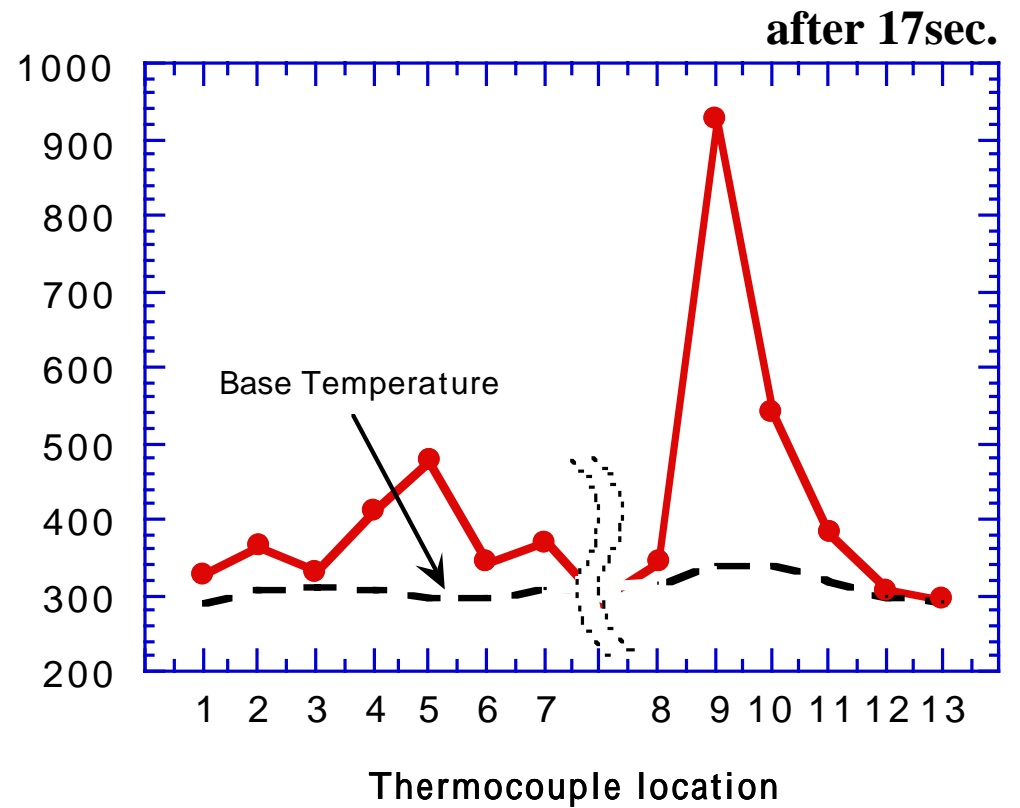


熱電対によるタイルの温度測定

ELMy H-mode was sustained for 9 sec with total input energy of approximately 200 MJ (22 MW x 9 s), which was maximum input energy in JT-60U.



Thermocouple installed in 6mm depth



軌道追跡モンテカルロ (OFMC) コード

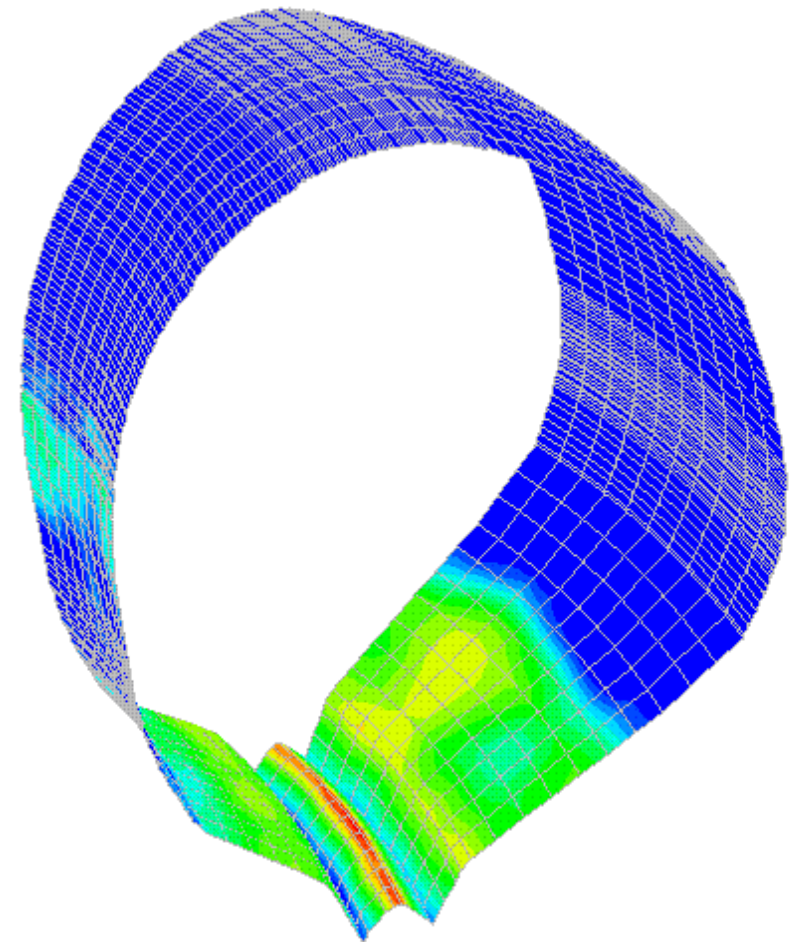
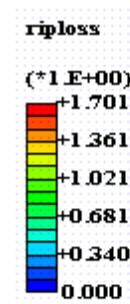
クーロン衝突をモンテカルロで扱いながら、合成磁場中におけるテスト粒子の軌道を、熱化するか、壁に衝突するまで追跡。

T (1MeV) <-- DD反応

熱化せずに逃げる量が問題

トリチウムのポロイダル分布測定結果とほぼ一致

ただし、内外ダイバータ板のトリチウム分布については異なる。



x
 y
 z

CONTOUR. STEP=1 TIME= 0.00000E+00
step.JT60TRITb3.out

まとめ

堆積膜厚分布

内側ダイバータ：最大60 μm 、ストライクポイントでは層状、スクレイプオフ層では柱状

外側ダイバータ：数100nmを越える堆積層はない。損耗が支配的。

ドーム頂部タイル：数100nmを越える堆積層はない。

トリチウムポロイダル分布

ドーム頂部、バッフル板端部に多く残留、トリチウム濃度：ドーム頂部で $\sim 60\text{kBq/cm}^2$
堆積層がないことから、トリチウムが入射されて吸蔵していると考えられる。

内側ダイバータ： $\sim 4\text{kBq/cm}^2$ > 外側ダイバータ： $\sim 250\text{Bq/cm}^2$

タイル材料（炭素不純物）との共堆積により吸蔵していると考えられる。

第一壁内トリチウム残留量

生成されたトリチウムの約50%が第一壁全体に残留してる。

高エネルギートリトンの軌道計算によるトリチウムポロイダル分布の評価

ドーム頂部、バッフル板端部へのデポジションは実測値と一致。（高エネルギー成分）

内外ダイバータのトリチウム分布とは異なる。（熱化したものの分布）