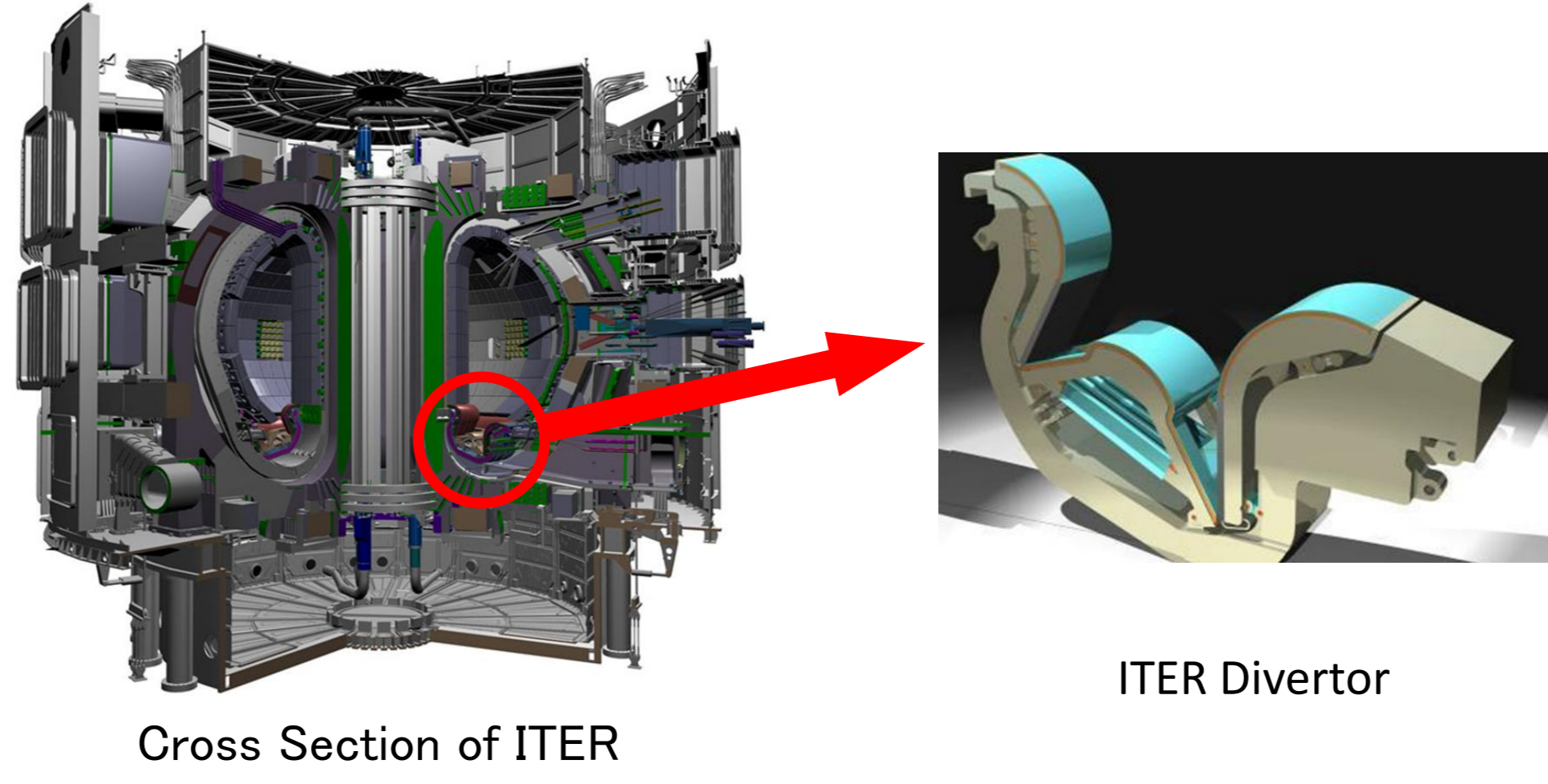


ダイバータ素子の開発のための高熱粒子負荷試験のターゲット部の設計

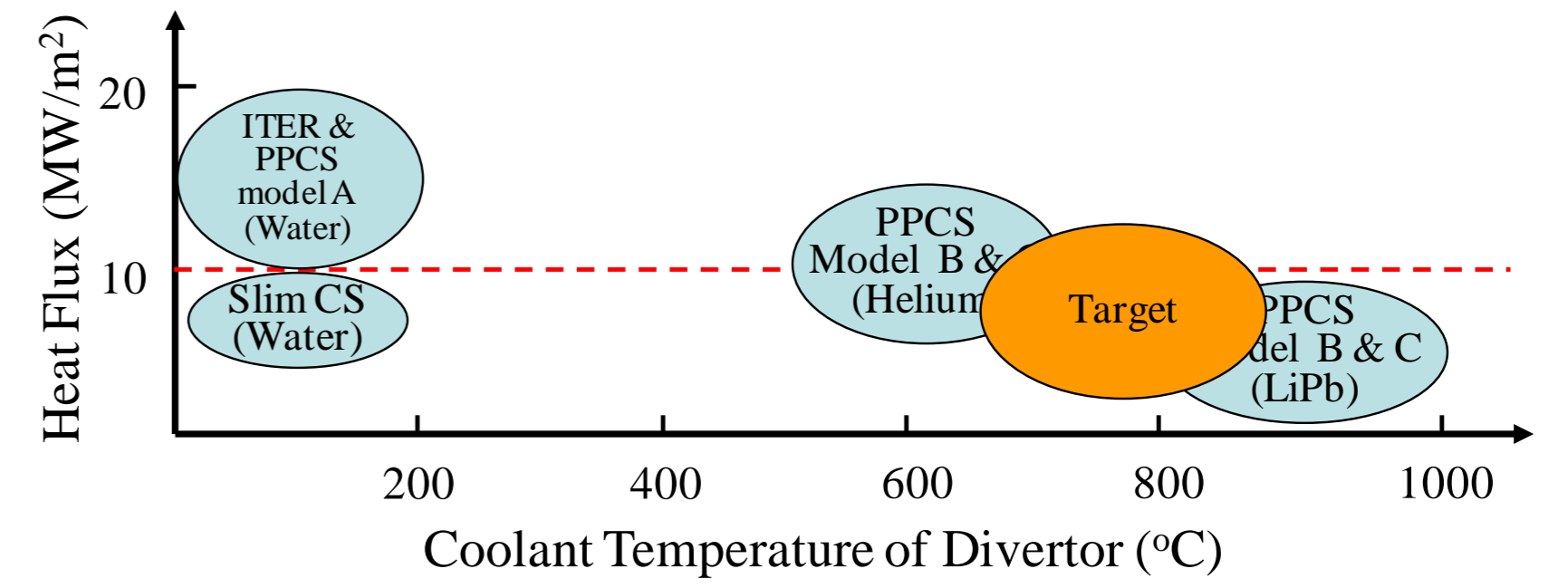
金 度亨、登尾 一幸、山本 靖、小西 哲之 (京大エネ理工研)

背景及び目的

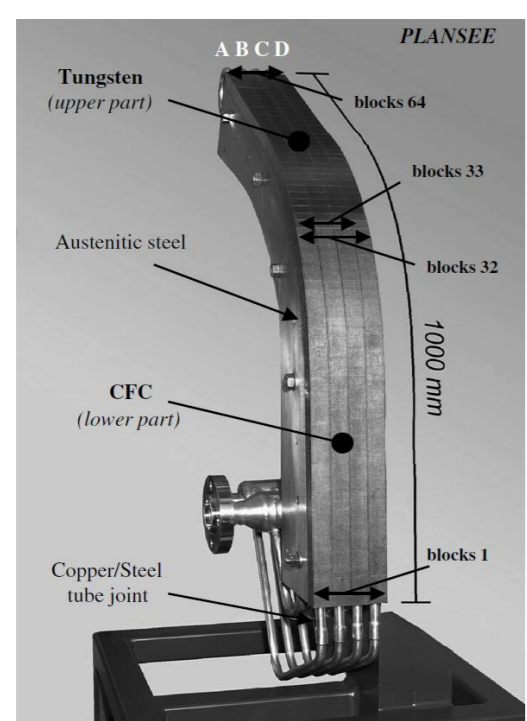
- 核融合炉のダイバータはELM等により、通常運転で10MW/m²規模過渡現象やディスラプションではより大きな熱・粒子負荷を受ける。
- 現在、水、He以外で冷却するダイバータは開発されていない。
- 熱利用のために、高温熱の取り出しが可能なダイバータ概念が必要
→ 液体金属冷却 先進材料ダイバータの検討



- 冷却材にLiPbを想定し、高温熱取り出しを目指し、SiCによるダイバータ素子を開発する。
- 水素イオンビームによる高熱粒子負荷試験装置を用い、性能を評価する。
- ターゲットの設計と評価のための有限要素法計算を行う。



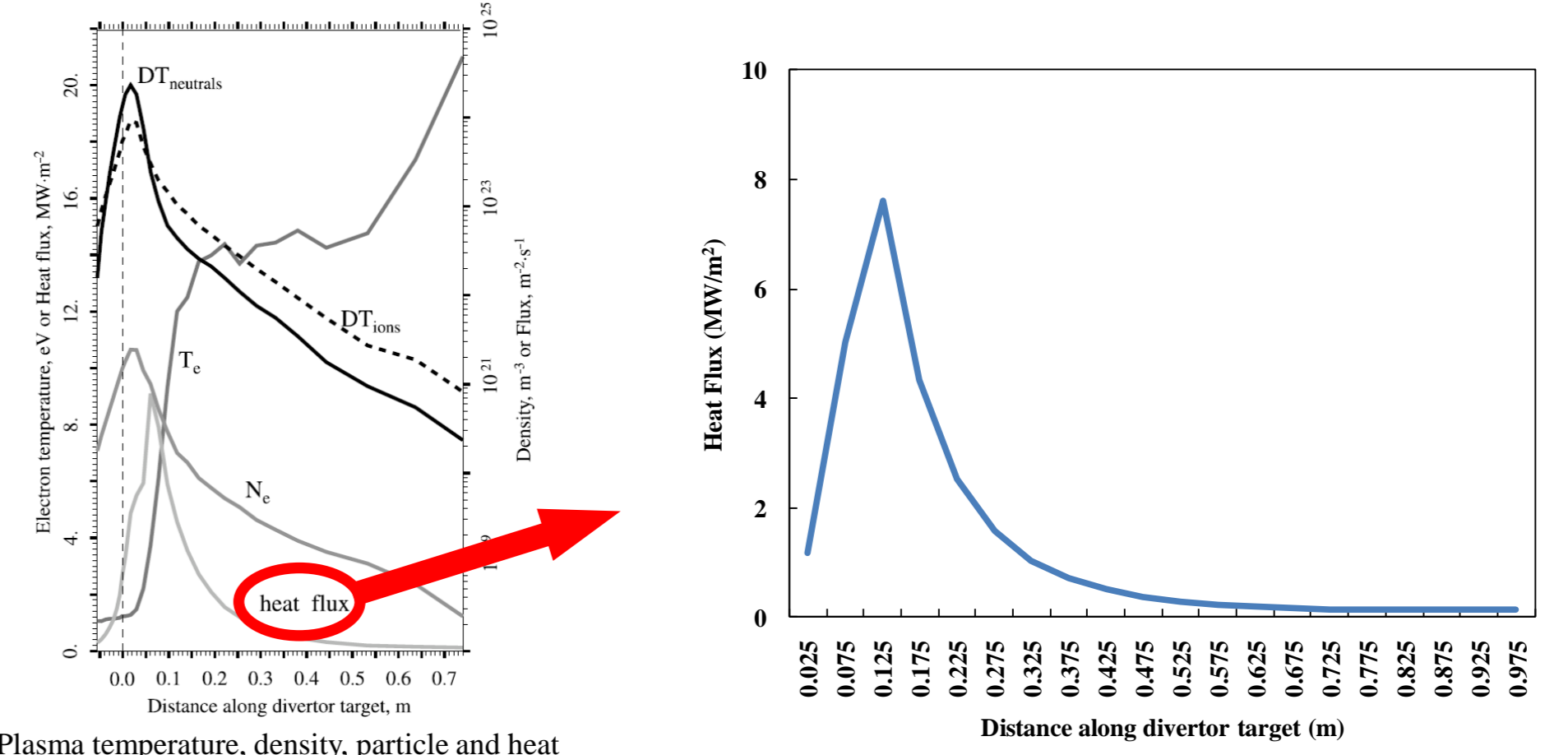
ターゲットの数値モデル (ITERのダイバータを適用した場合)



Vertical target full-scale prototype manufactured by Plansee (high heat flux units) and Ansaldo Ricerche (support structure and integration).

平均熱負荷及び流速計算

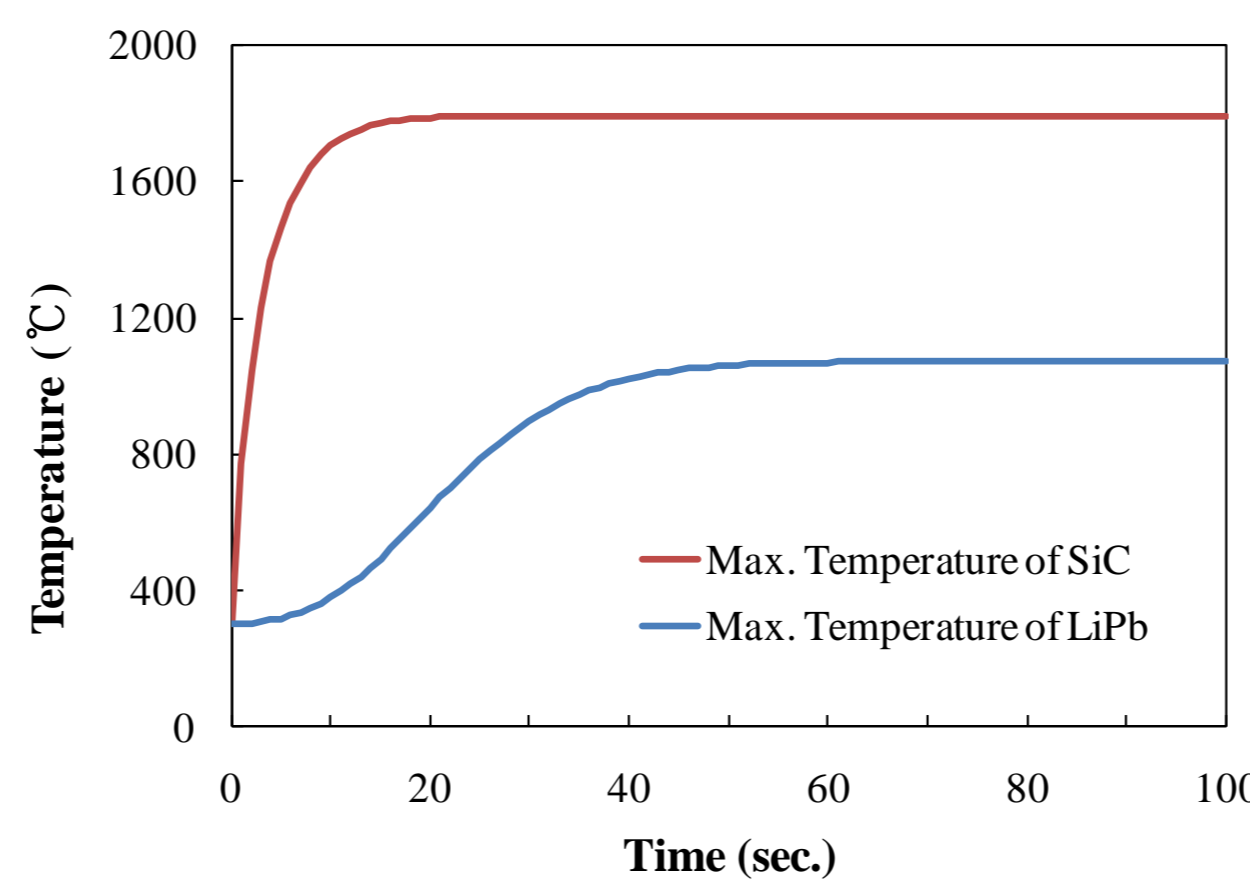
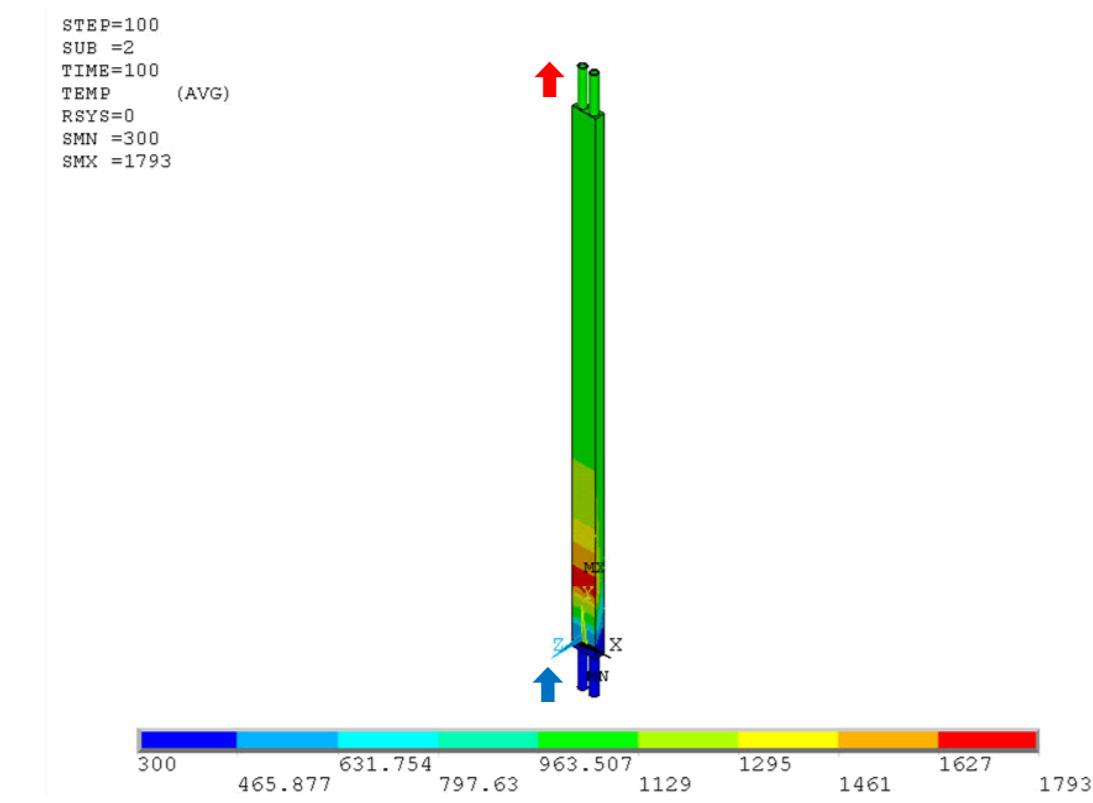
- ダイバータ素子の一つのラインに対するモデル
- Total heat power of ITER outer target : 67MW
- The number of ITER cassette bodies : 54
- The number of monoblock cooling tube of outer target per a cassette body : 27
- Length and width of a unit : 1000mm, 28mm
- 平均熱負荷 1.6412 (MW/m²)
- Plasma facing materialのサイズ: 1000mm * 50mm * 20mm
- Li₁₇Pb₈₃の定圧比熱 : 189.7765J/kg·K
- 冷却材の入口や出口の温度 : 300°C, 900°C
- Pbの比重 : 11.34
- 冷却材の半径 : 6mm
- 流量 : 63.55 cm³/s, 流速 : 28.12cm/s



Plasma temperature, density, particle and heat fluxes along the ITER outer divertor target for a reference semi-detached edge plasma [4].

熱負荷分布

有限要素法のmodel計算

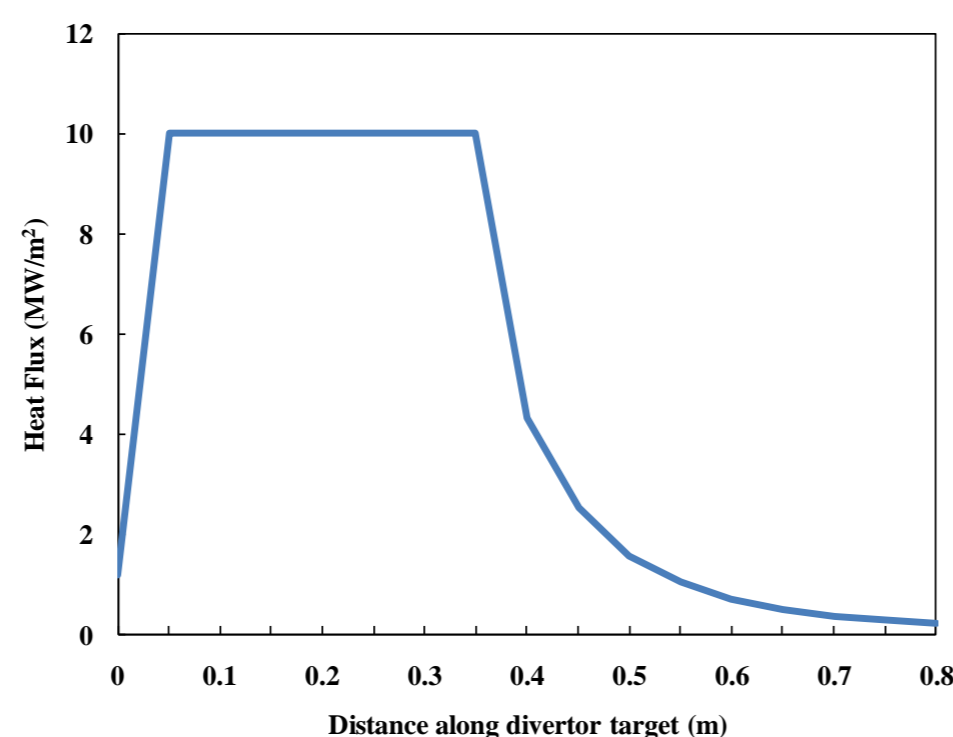


- SiCの最高温度 ; 1793度
- LiPbの出口の最高温度 ; 1072度
- デザインの変更が必要

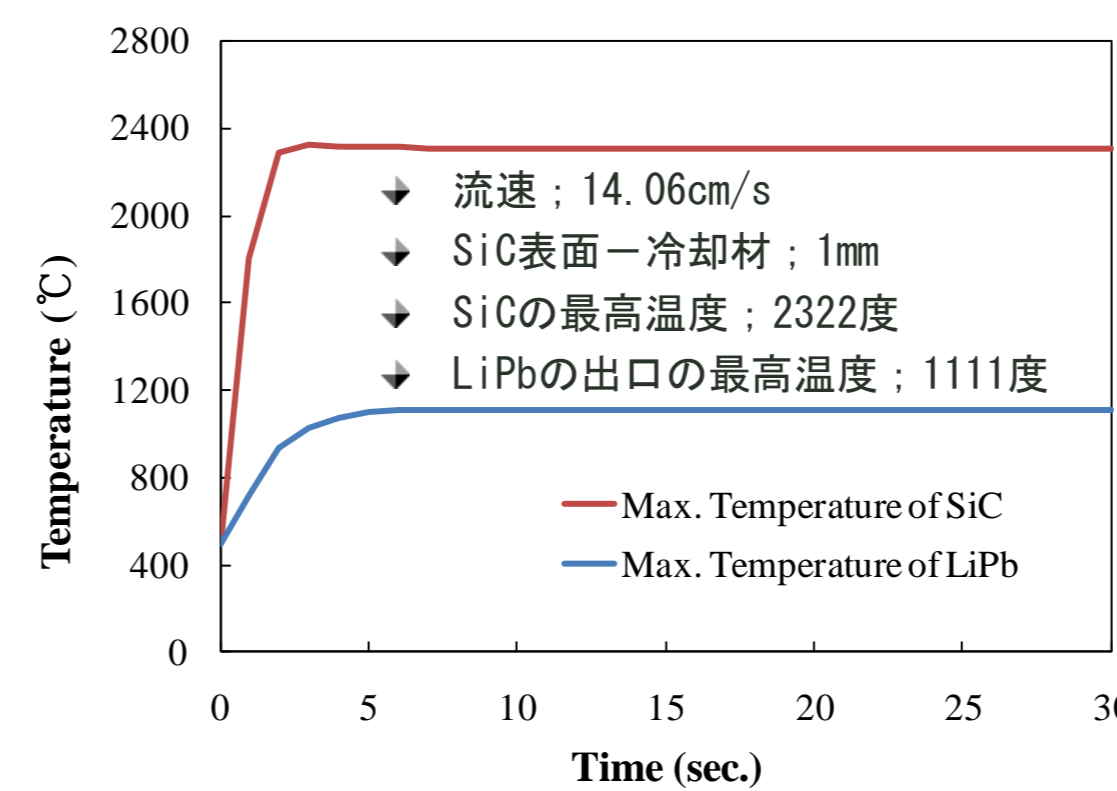
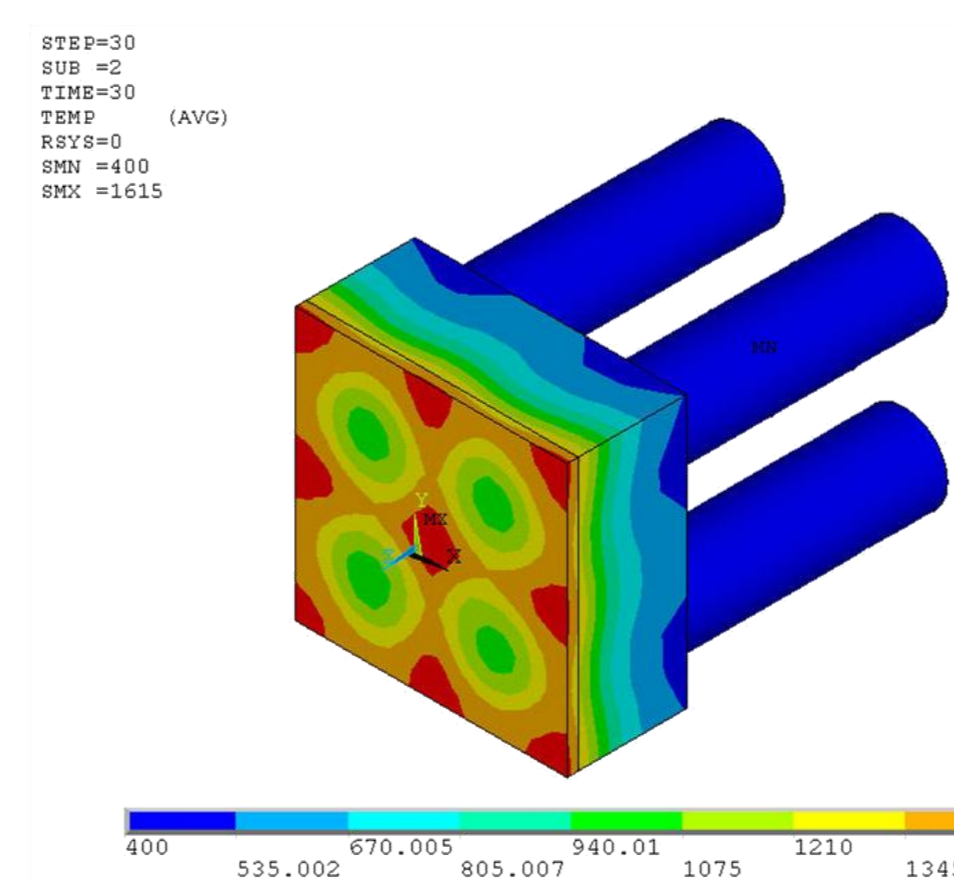
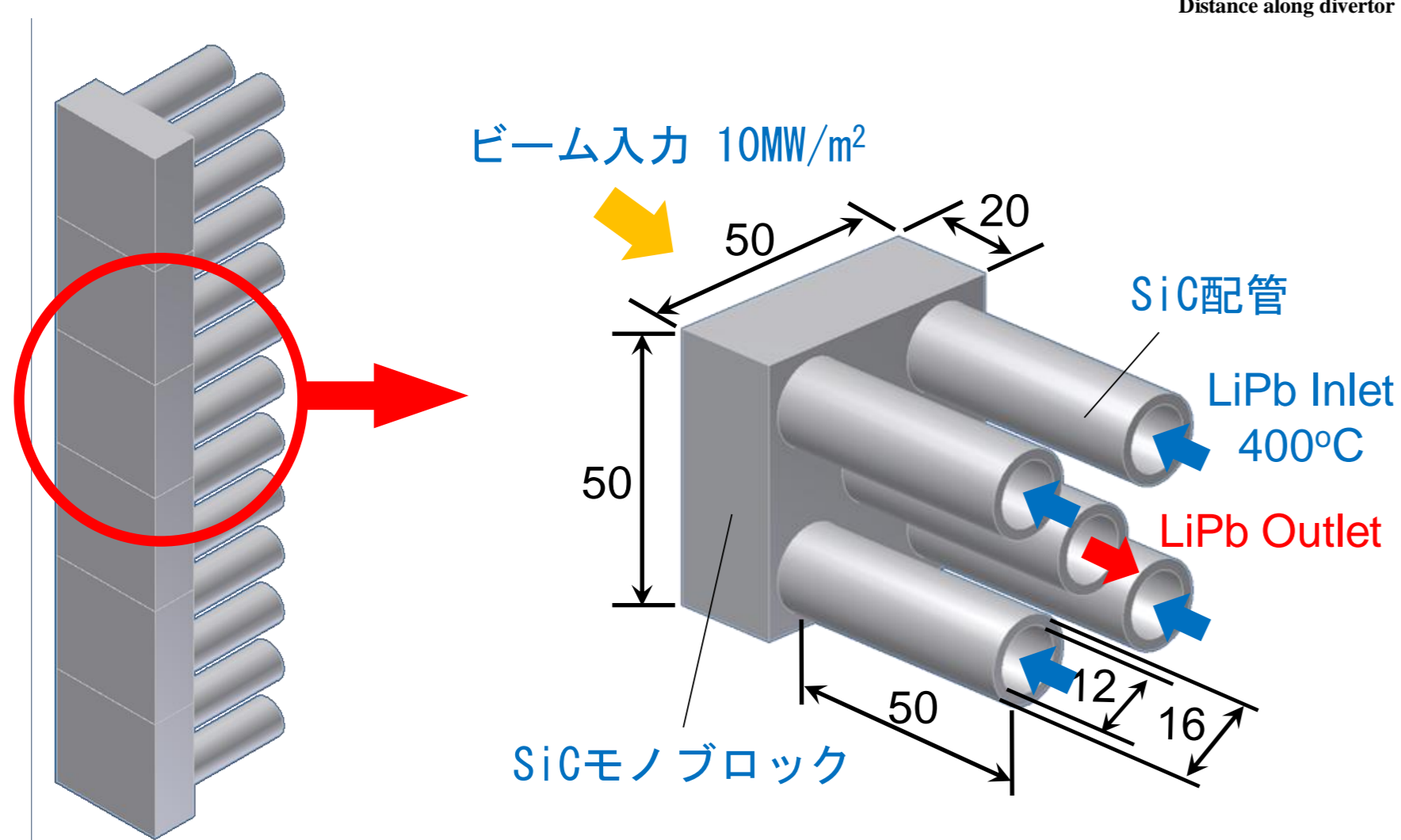
ターゲットの数値モデル (Konishi's Lab.のモデル)

Konishi's Lab. のモデル

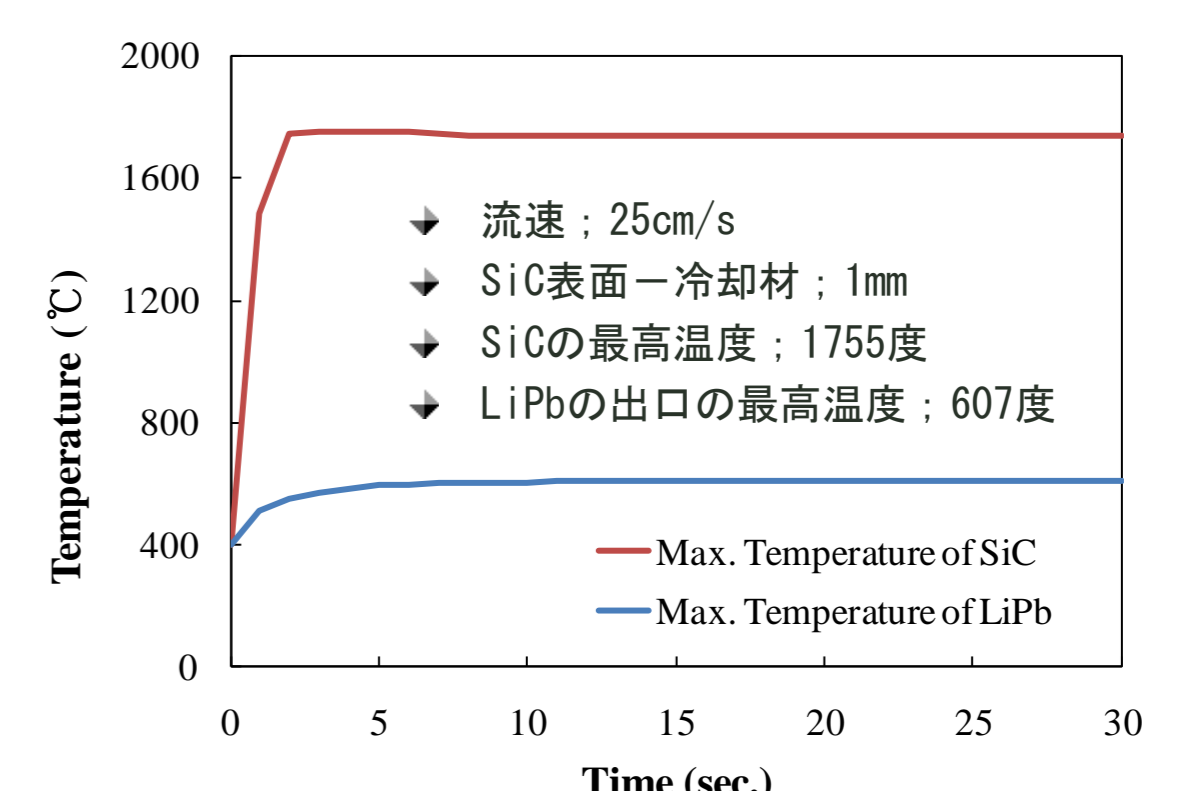
- 小型核融合として、パーティカルターゲットの長さを0.8mで仮定
- パティカルターゲットのの長さの0.3m部分は10MW/m²規模の熱負荷を受ける。



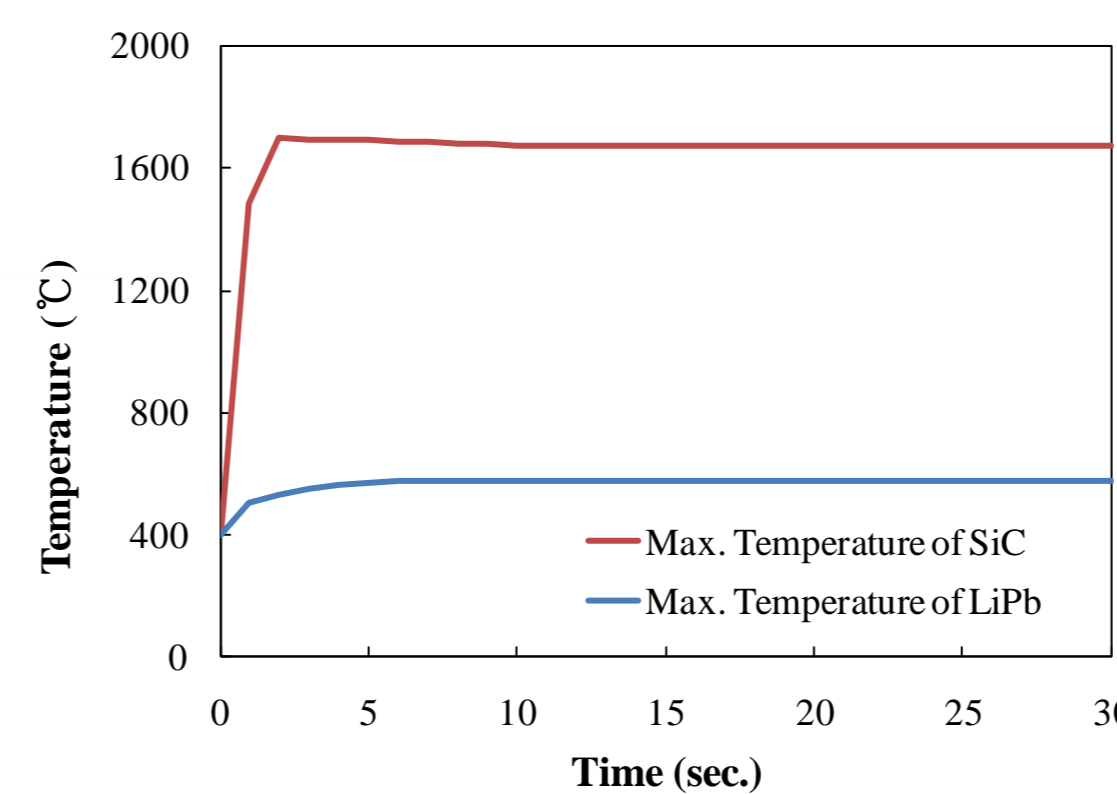
有限要素法のmodel計算



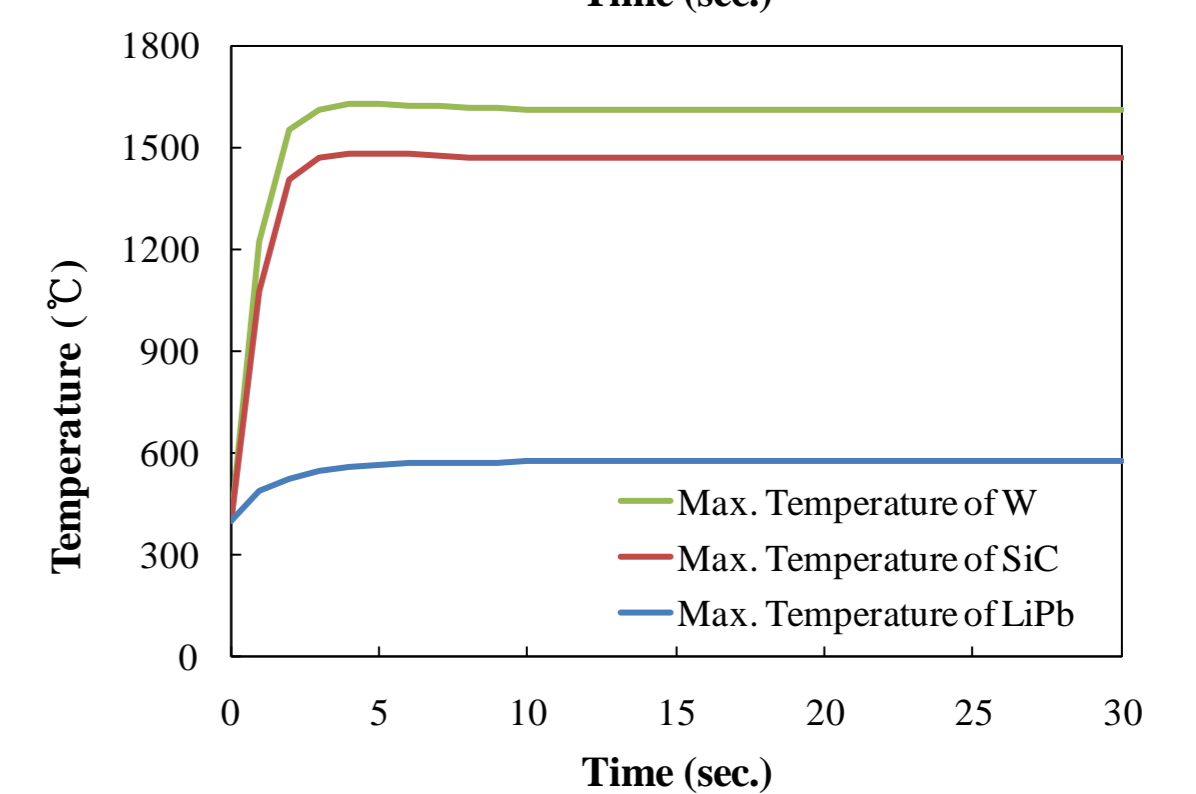
- 流速 ; 14.06cm/s
- SiC表面-冷却材 ; 1mm
- SiCの最高温度 ; 2322度
- LiPbの出口の最高温度 ; 1111度



- 流速 ; 25cm/s
- SiC表面-冷却材 ; 1mm
- SiCの最高温度 ; 1755度
- LiPbの出口の最高温度 ; 607度

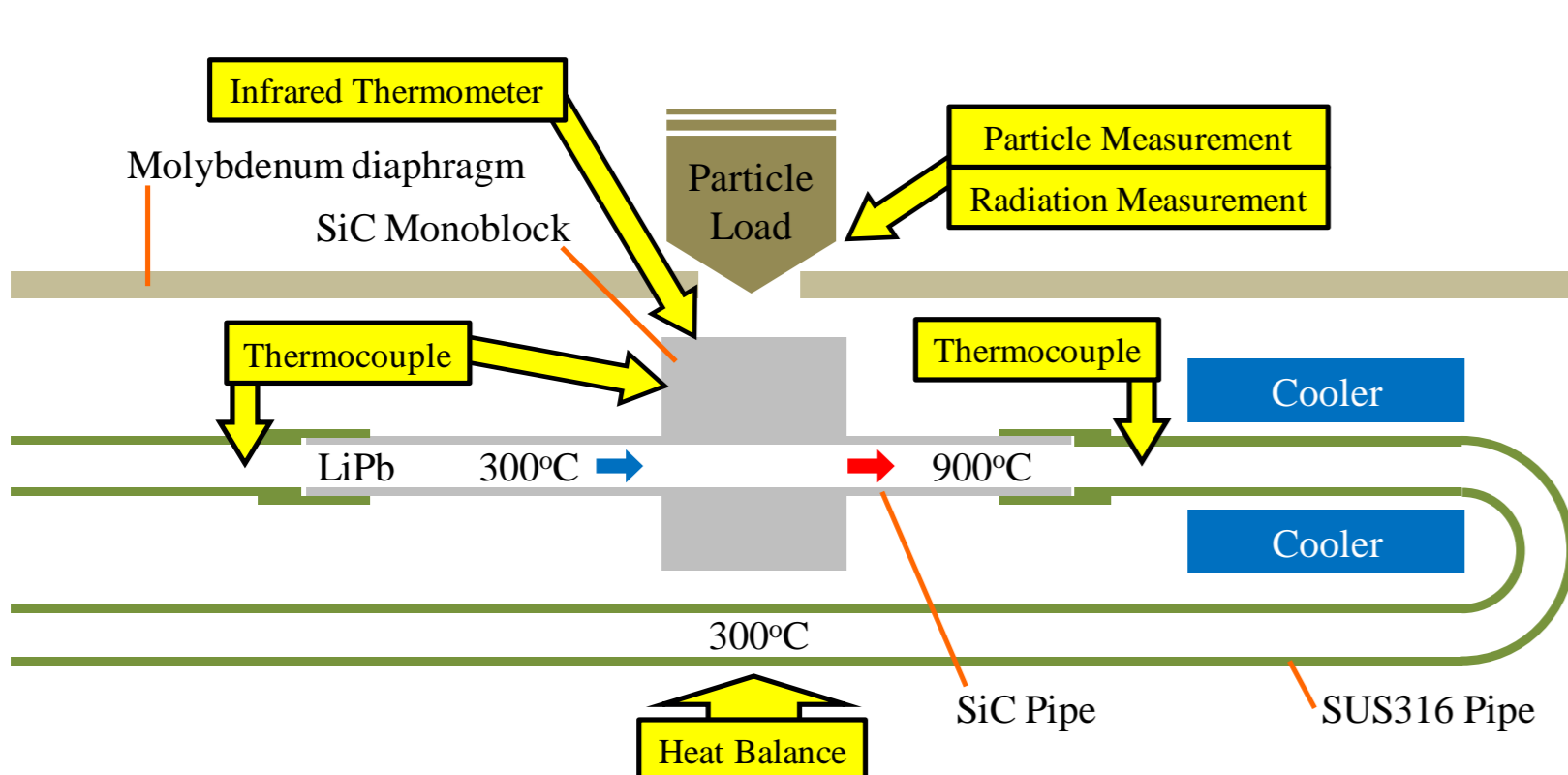


- 流速 ; 30cm/s
- SiC表面-冷却材 ; 1mm
- SiCの最高温度 ; 1700度
- LiPbの出口の最高温度 ; 581度



- 流速 ; 30cm/s
- SiC表面-冷却材 ; 1mm
- Wの厚さ ; 2mm
- Wの最高温度 ; 1630度
- SiCの最高温度 ; 1484度
- LiPbの出口の最高温度 ; 576度

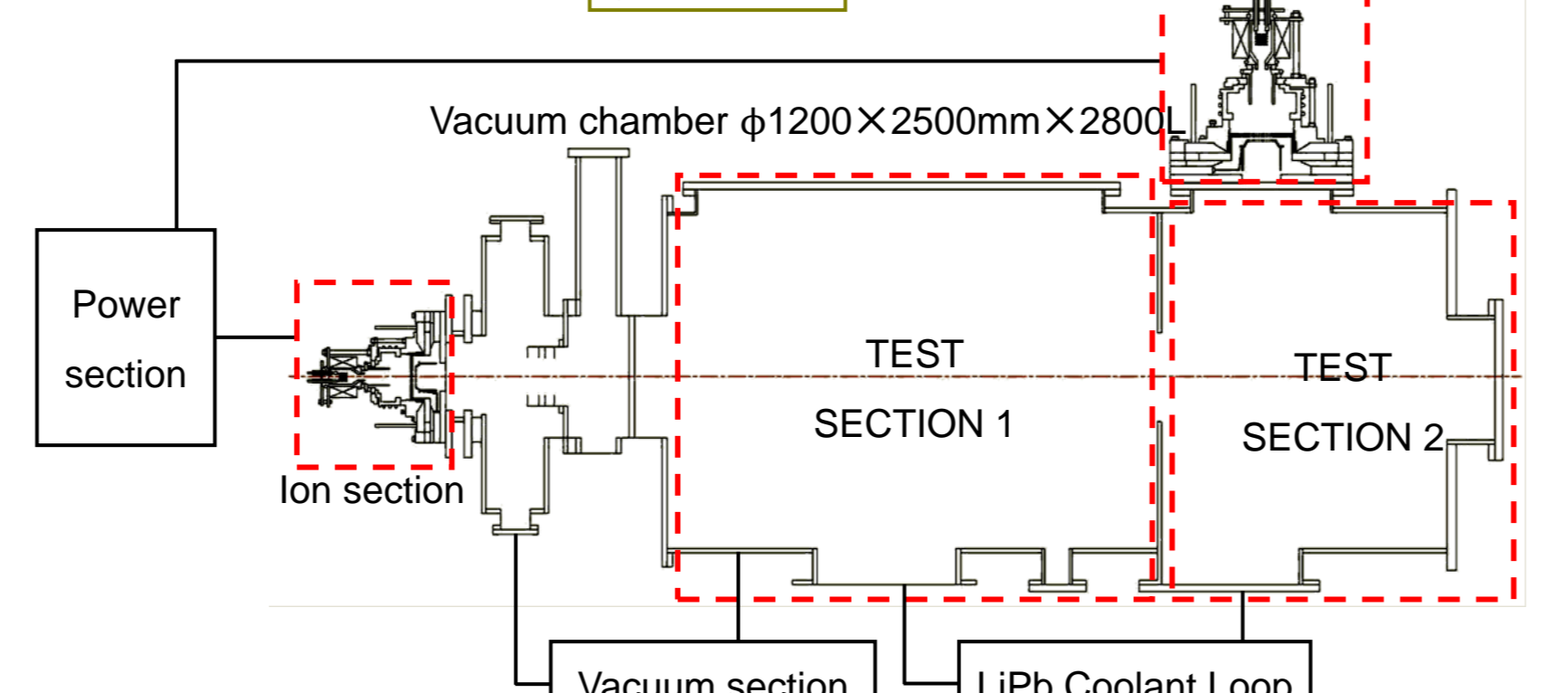
計画中のターゲット



- イオンビームの有効直径 : 40mm
- ダイバータ素子の材料 : SiC又はタングステン

高熱粒子負荷試験装置

装置の概要



- LaB₆ フィラメント
- DuoPIGatron型イオン源
- 8cmφ, 30keV - 6A, 600ms, 1/10duty

まとめ

- SiCによるダイバータ素子を設計し、LiPbを冷却材とする概念を検討した。
- イオンビーム負荷に対する熱的特性を有限要素法を使い、計算した。
- 計算と実験の結果を比較することにより、熱的特性の評価が可能である。

今後の予定

- 設計したダイバータ素子を試作し、イオンビーム照射を実施する。