

LBEを冷却材兼核破砕ターゲットとして用いる上での課題

- **LBE取扱技術の開発** ← 後程詳しく
- **ビーム窓の開発**(熱・構造設計) ← 後程詳しく

ADSの炉を設計(核設計)する上での課題

- 核設計の合理化
(評価対象:核変換効率、安全上重要な反応度など)
- 核設計の精度向上のための**基礎実験** ← 後程詳しく
- ADS導入によるサイクル全体のマスバランス評価
(評価対象:放射能毒性、**核不拡散性**など) ← 後程詳しく

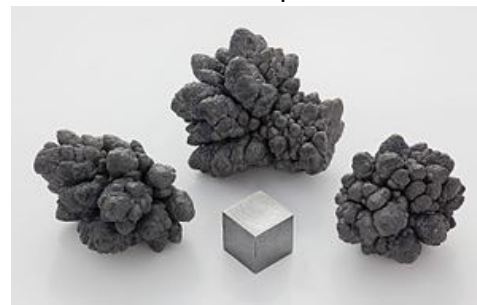
核特性・運転制御性の把握

- 未臨界炉心:未臨界度評価手法の研究
- 加速器:J-PARCでの運転経験の蓄積
- 加速器+炉心: KUCA(京都大学)やMYRRHA(SCK・CEN, ベルギー)

ADSで使用するLBE(液体金属)について



Wikipediaより転載



鉛 45wt.%

Wikipediaより転載

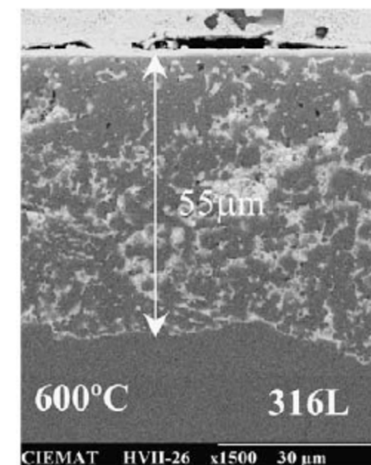


ビスマス 55wt.%

鉛ビスマス共晶合金(略称:LBE)

- ☺ 融点 125°C、沸点 1670°Cであり、常圧下でも液体として取り扱える温度域が広い。
- ☹ 炉を構成する鋼材の成分がLBE中に溶け出し、腐食されてしまう(左図*).

研究目的:
鉛ビスマスによる鋼材腐食の特徴と腐食深さの把握と、腐食の低減方策の提案



*Martín-Muñoz, F.J. et al. (2004), "Oxide Layer Stability in Lead-bismuth at High Temperature", Journal of Nuclear Materials, 335, pp. 194-198.



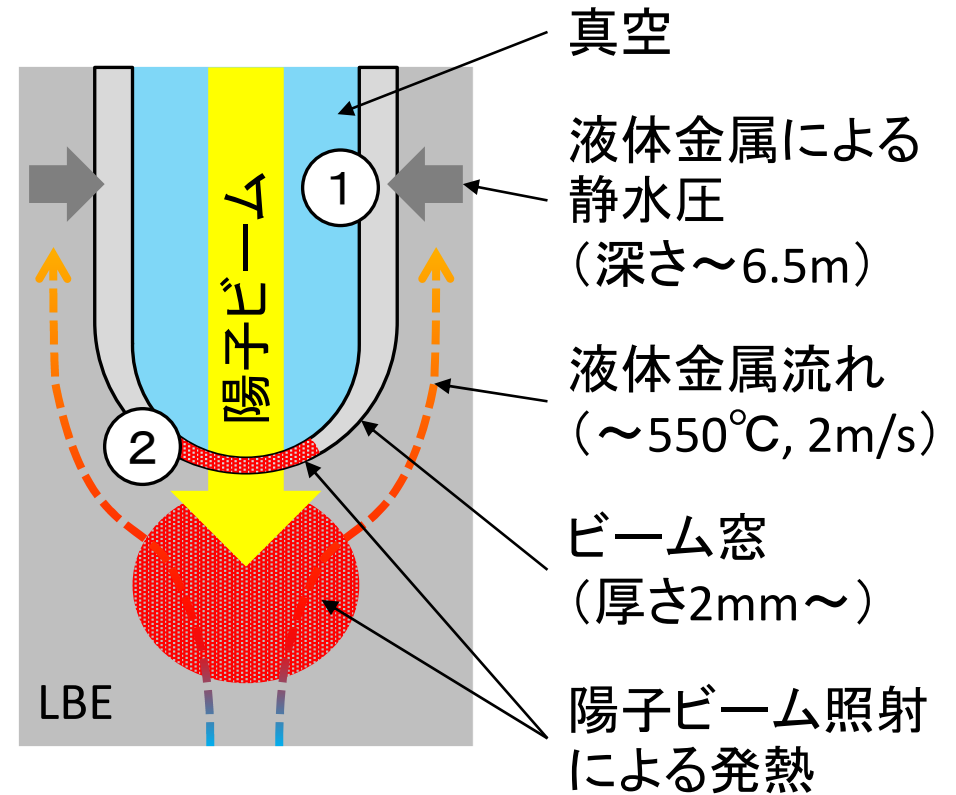
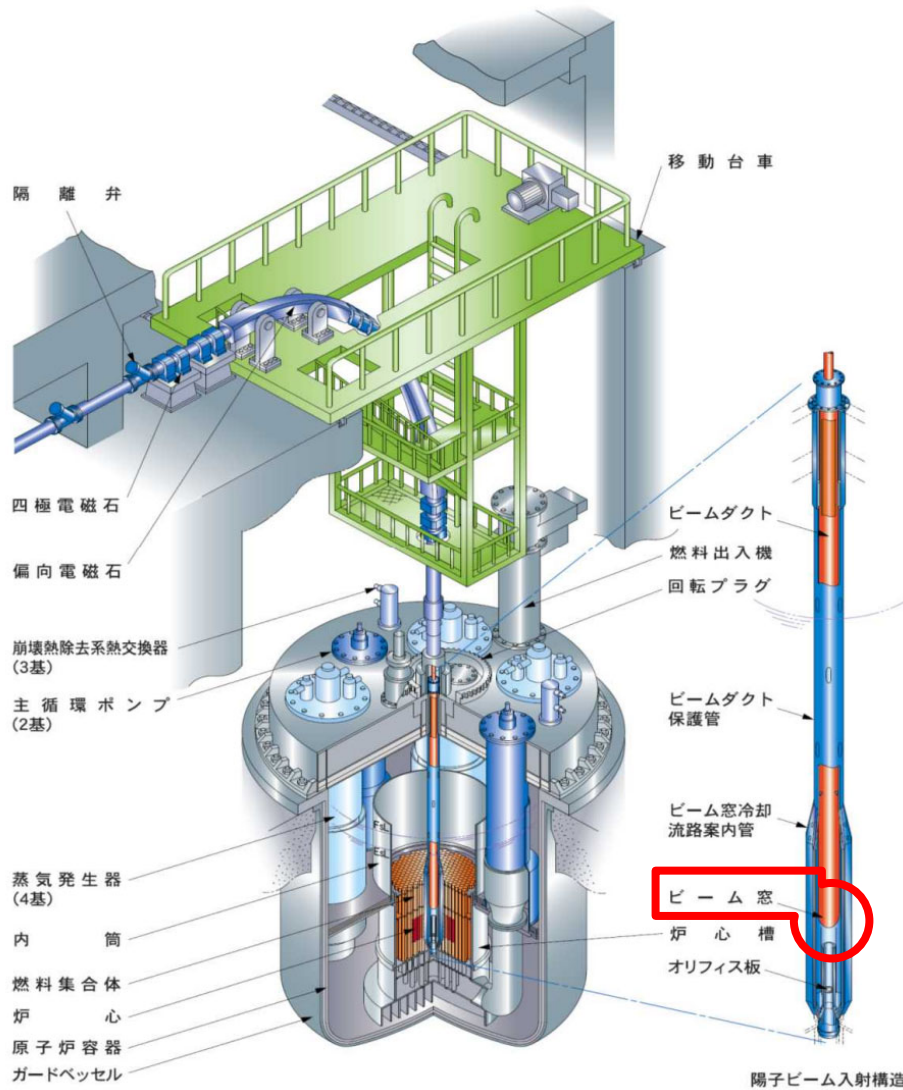
LBE高温腐食ループ
(OLLOCHI)



LBEターゲットモックアップループ
(IMMORTAL)

- 流動する高温LBE中での材料腐食試験
- LBE用の酸素濃度測定・制御技術の開発
- 大型ループでの運転・制御試験など

熱・構造設計上の重要構成要素 - ビーム窓



厳しい運用環境

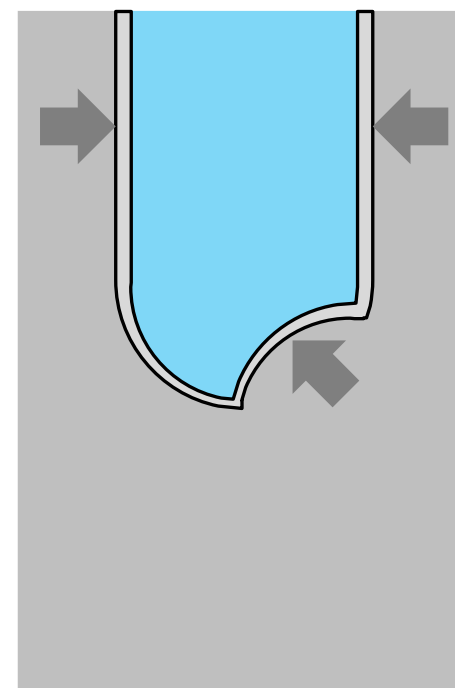
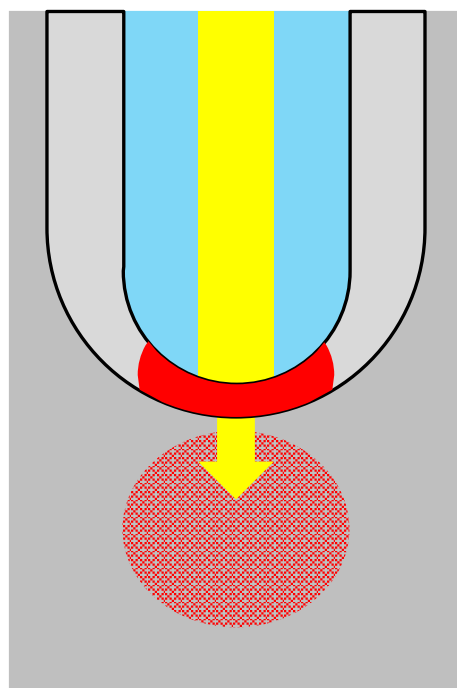
- ① ビーム窓内側と外側の圧力差
- ② 陽子ビームの照射や、高温液体金属の接触による材料劣化

壁厚が厚すぎると...

- ☹ 陽子ビームの透過率が低下
- ☹ ビーム窓の発熱量が増加

壁厚が薄すぎると...

- ☹ ビーム窓の構造強度が低下

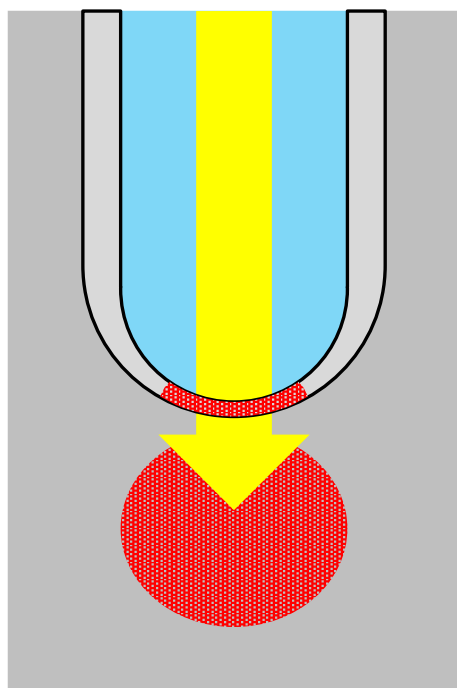


実験による調査
は困難

数値解析を利用して、最適な壁厚を調べる

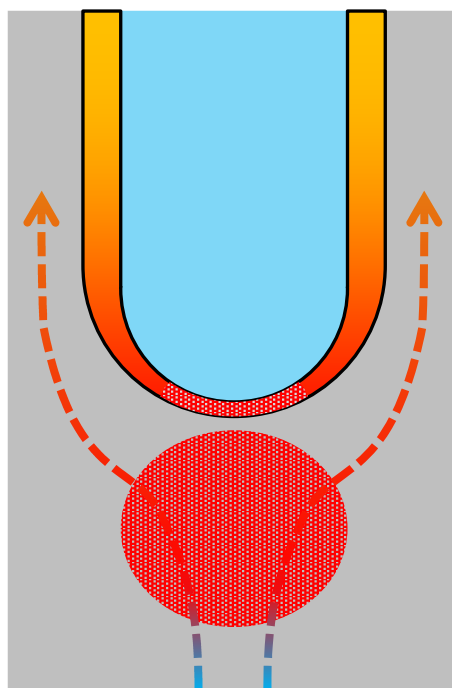
原子力工学
専門分野

陽子ビームの
透過率と
発熱の計算

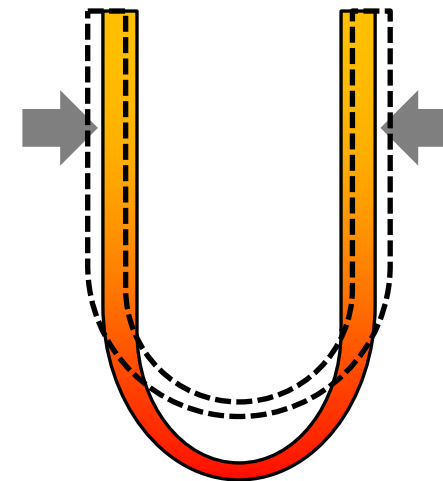


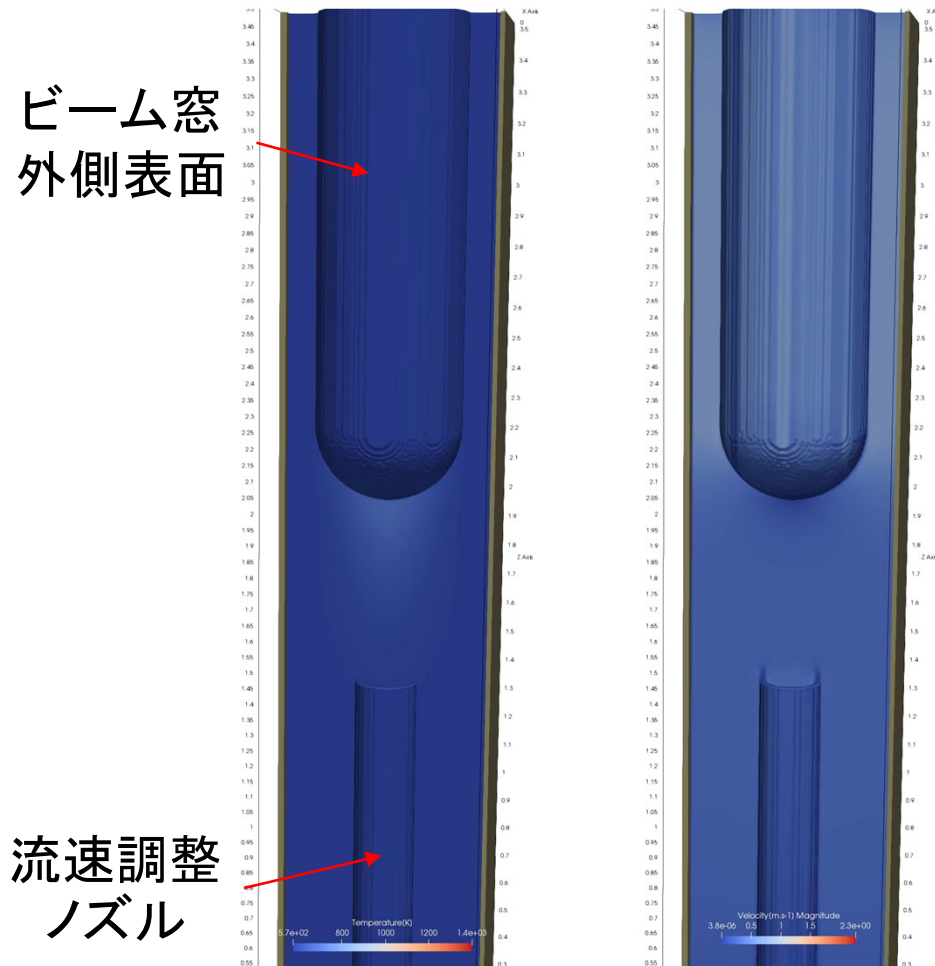
熱・流体・材料力学等、工学分野の基礎を
原子力工学で応用

液体金属による
熱輸送と
ビーム窓の
温度の計算



ビーム窓に
かかる力と
変形量の計算





左: 温度 (高温 ⇔ 低温)

- ビーム窓は先端から徐々に温度が上昇
- 液体金属流れの乱れの様子が温度の高低差に表れている

右: 流速 (高速 ⇔ 低速)

- 液体金属流れはビーム窓先端の曲面に沿って進んだあと、直線部分に入るあたりで大きく乱れている

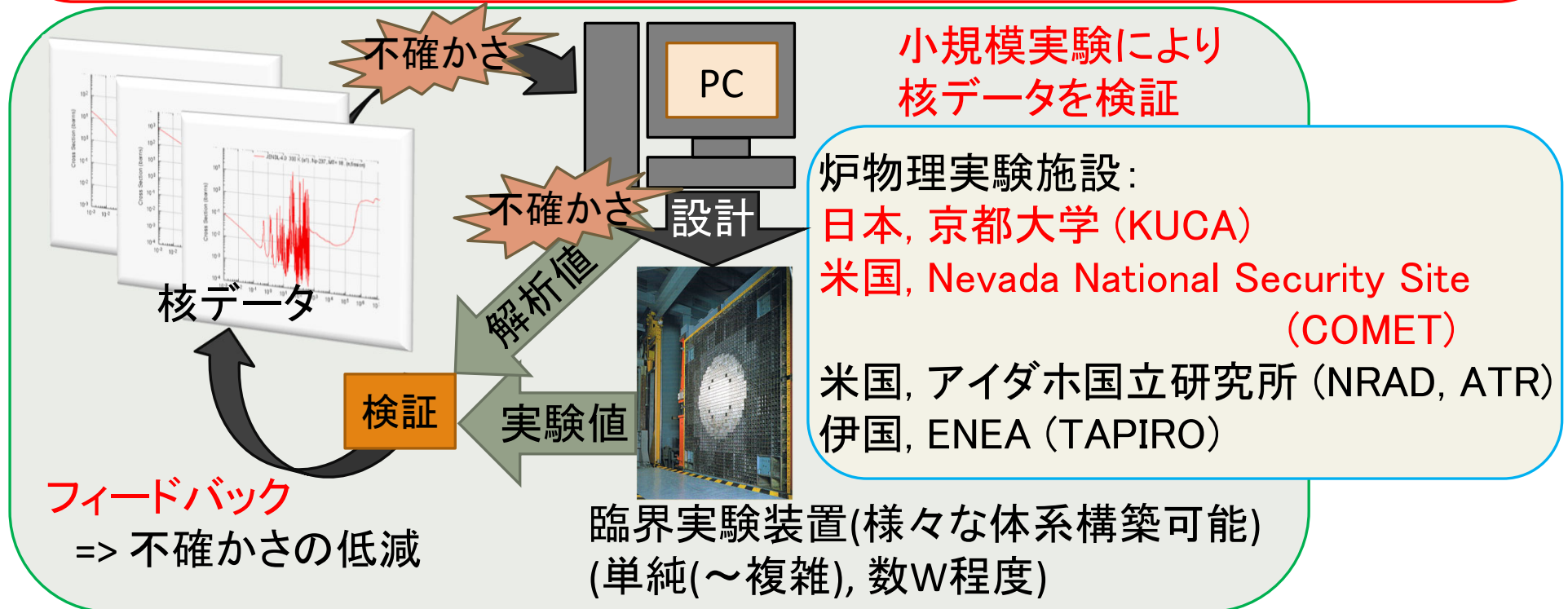
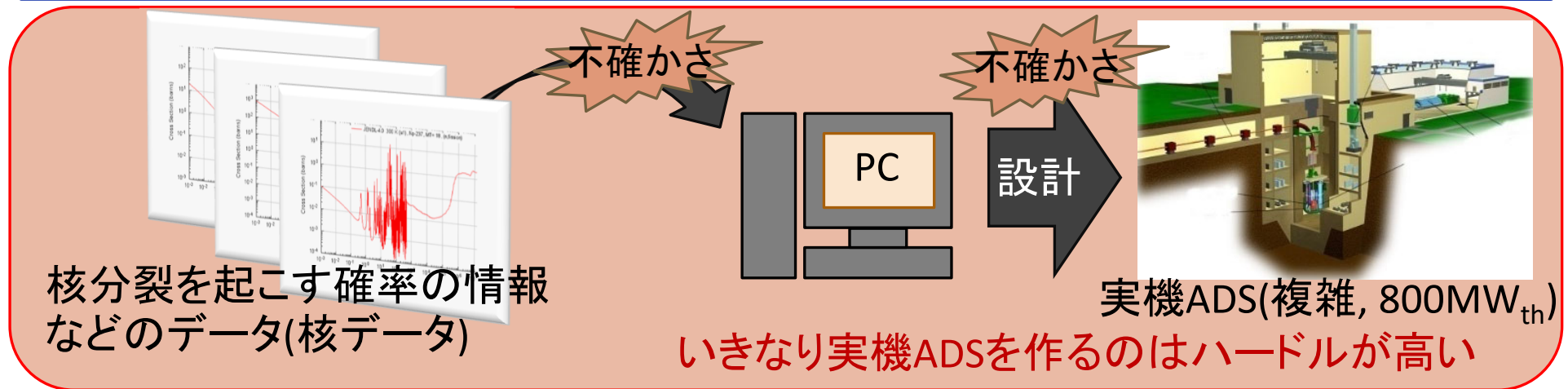
エロージョン・コロージョン(摩耗による腐食)の原因→さらなる検討が必要

多相多成分熱流動解析コード

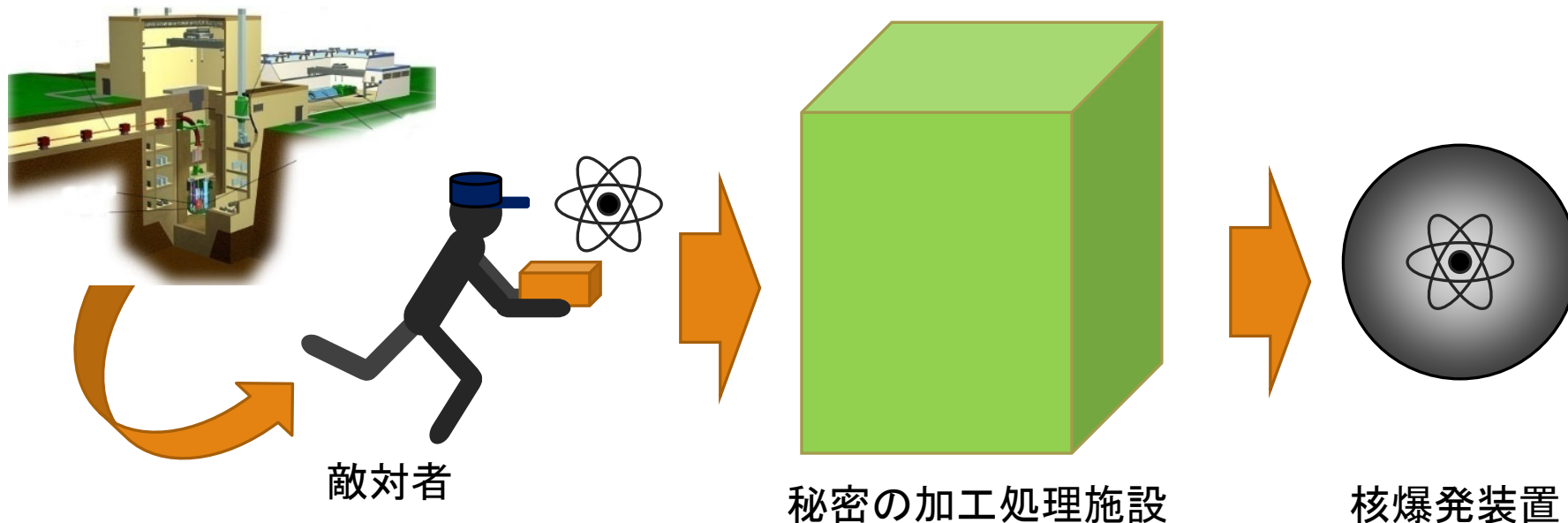
JUPITERによる計算結果*

*S. Yamashita, T. Sugawara, H. Yoshida, "Development of numerical simulation method to evaluate detailed thermal-hydraulics around beam window in ADS", Proc. ICONE27 (2019).

核設計の精度向上のための基礎実験



核不拡散: 核物質や原子力技術の兵器転用の防止



核物質を扱う施設:

敵対者に盗取され、テロ行為等の道具として使用される可能性はゼロではない。

→ Puを扱うADSにおいても、例外ではない。

各施設で扱われる物質に対し、敵対者にとって不正利用価値があるか否かを評価

- 施設の物理的な障壁(核物質防護)の設計
- 核物質の計量管理上許容できる測定誤差の評価