

## ADS ビーム窓周りの詳細熱流動解析 (3) ノズル形状の影響

Detailed thermal-hydraulics simulation around a beam-window on ADS

(3) Effect of nozzle shape

\*山下 晋<sup>1</sup>, 菅原 隆徳<sup>1</sup>, 西原 健司<sup>1</sup>, 吉田 啓之<sup>1</sup>

<sup>1</sup>原子力機構

ADS ビーム窓周りの熱流動挙動解析に多相多成分詳細流動解析コード JUPITER を適用した。ビーム窓健全性に係るビーム窓の温度分布への影響として、ノズル形状の考慮が重要であることを確認した。

**キーワード**：計算流体力学, ADS, ビーム窓, 熱流動, 大規模計算

**1. 緒言** 原子力機構では、ADS ビーム窓の最適設計のため、JUPITER [1]を用いた詳細熱流動解析を実施している。本報では、ノズル形状をパラメータとして、JUPITER によるビーム窓周りの LBE (Lead Bismuth Eutectic) 非定常熱流動解析を行い、ノズル形状がビーム窓温度分布に与える影響を調べた結果を報告する。

### 2. ノズル形状をパラメータとしたビーム窓周り熱流動解析

ノズル形状がビーム窓温度分布に与える影響を調べることを目的として、図1に示す5つのノズル形状を用いた。計算領域長は水平方向(x-y)に対し620×690 mm、軸方向(z)に対し2340 mmで、格子点数は248×276×936点である。境界条件は、下部及び上部境界を流入、流出条件とし、それ以外は、速度は滑り無し条件、温度は断熱条件とした。流入速度は、ノズル内側で1.96 m/s、外側で0.16 m/s、ビーム窓近傍のLBEの発熱分布は、粒子・重イオン輸送モンテカルロ計算コードPHITS[2]の結果を関数フィッティングして与えた。図2はビーム窓先端からビーム窓曲面に沿った径方向距離を横軸とするビーム窓内側壁面温度分布である。健全性に影響を与える因子として、温度と先端から側面の温度勾配がある。図より温度に着目すると、ビーム窓内側の温度分布に最も寄与した形状はCase 4であることが分かった。この結果は、絞りによりノズル内部のLBEが加速され、衝突流速の増加に伴い除熱性能が向上したためと考えられる。一方、温度勾配において、Case 4は絞り効果により他ケースと比較してより局所的に噴流が衝突するため温度勾配は比較的大きくなること分かる。即ち除熱効果を上げつつ温度勾配を小さくする形状の検討が重要である。以上より、ノズル形状の違いを考慮した熱流動解析から、ビーム窓健全性に影響する因子としてノズル形状の考慮が重要であることを確認した。今後は、ノズル形状によるビーム窓温度変動への影響などについても検討を進める予定である。

**謝辞** 本研究発表の内容は、原子力機構の大型計算機ICE-Xを用いた成果である。

**参考文献** [1] S. Yamashita, et al., Nucl. Eng. and Design, vol. 322, pp. 301-312 (2017).

[2] T. Sugawara, et al., J. Nucl. Sci. Tech., vol. 47, pp. 953-962 (2010).

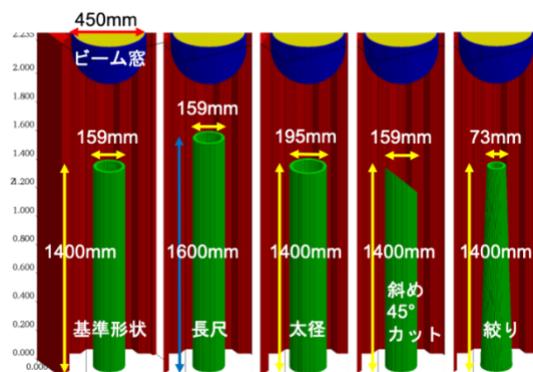


図1 計算体系 (左からケース 0, 1, 2, 3, 4)

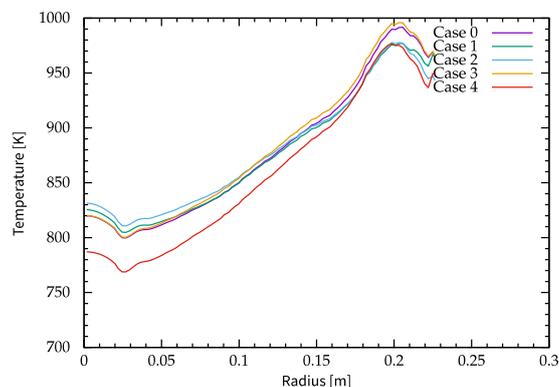


図2 ビーム窓内側の径方向温度分布

\*Susumu Yamashita<sup>1</sup>, Takanori Sugawara<sup>1</sup>, Kenji Nishihara<sup>1</sup> and Hiroyuki Yoshida<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JAEA