

強力核融合中性子源の液体リチウムビームオンターゲットの熱流動特性
Thermo-fluid characteristics of the liquid lithium “beam-on” target of an intense fusion neutron source

中村 誠
 NAKAMURA Makoto

釧路高専
 NIT, Kushiro College

1. はじめに

核融合炉材料の中性子照射特性研究や材料設計実証のために、核融合中性子源[1]が必要とされている。加速器駆動の核融合中性子源では、Dビームを自由表面液体Liターゲットに照射し、D+Li核反応によりDT核融合中性子のスペクトルを模する中性子を生成する。Dビームがターゲットに入射する時（ビームオン）において液体Liの自由表面の安定性を維持することは装置安全上重要であるが、自由表面液体Liの熱流動特性は、これまでほとんど研究されていない。

本研究の目的は、Dビーム入射等の外力が自由表面液体Liの表面形状に及ぼす影響を、理論シミュレーションにより明らかにすることにある。詳細な流体シミュレーションに先立ち、ビームオンターゲットの自由表面挙動について予備的な理論解析を行った。本講演ではその結果を報告する。

2. 予備的理論解析

ビームオンターゲットの厚さ（すなわち自由表面の形状）の流れ方向分布をモデル化した。液体Li流れを2次元平板モデルで理論解析した（図1）。Li流速の厚さ方向分布、Li圧力の流れ方向分布をそれぞれ線形と仮定した。圧力は静水圧、遠心力、ビーム加圧に分解し、遠心力には金村らのモデル[2]、ビーム加圧には中村らのモデル[3]を用いて定式化した。

垂直型と水平型ターゲットにおけるターゲット厚さの流れ方向分布の評価結果を図2に示す。図2(a)に示すように、ターゲット部入口のLi流速が定格 $u_0 = 15 \text{ m/s}$ から低下するとき、水平型ターゲットにおいてビーム加圧に起因するターゲット厚さの増大が見られる。図2(b)に示すように、垂直型ターゲットについては、設計上想定される u_0 の範囲ではビーム加圧に起因するターゲット厚さの変化は小さい。これは、垂直型ターゲットでは重力の影響がビーム加圧効

果よりも大きいためと考えられる。一方水平型ターゲットでは、流速 u_0 が低下するほどビーム加圧によるターゲット厚さの増大が顕著になる。

3. おわりに

予備的理論解析で得られたビームオンターゲットの厚さ分布は、流体シミュレーションのベンチマークとして活用できる。講演では流体シミュレーションの初期結果も報告する。

- [1] K. Ochiai, et al., Nucl. Fusion, in press. (2021)
- [2] T. Kanemura, et al., Fusion Eng. Des., **98-99** (2015) 1991.
- [3] M. Nakamura, et al., Nucl. Mat. Energy, **15** (2018) 27-31.

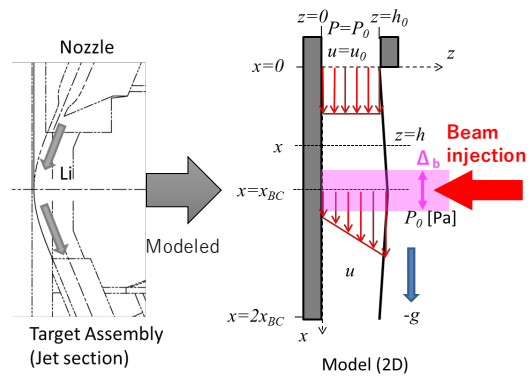


図1 自由表面液体Liターゲットの2次元モデル
 (x軸: 流れ方向, y軸: ターゲット厚さ方向)

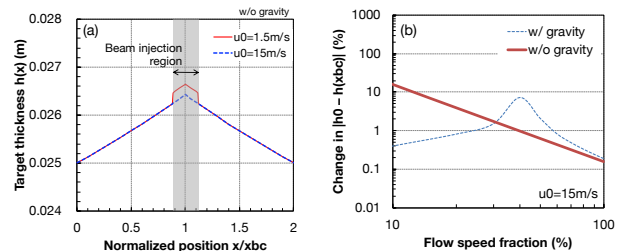


図2 ビームオンターゲットの厚さの理論解析結果
 (a) 水平ターゲット厚さの流れ方向分布
 (b) 垂直・水平ターゲットのビーム中心部におけるビーム加圧による厚さ増大割合の流速依存性