

慣性炉チェンバー内バッファーガスエアロゾル形成への影響 IFE Reactor Chamber Dynamics: Effects of Buffer Gas on Aerosol Formation

廣岡慶彦¹⁾、柴田 伶²⁾、林 宜章²⁾、藪内俊毅²⁾、田中和夫²⁾
Yoshi HIROOKA¹⁾, Ryo SHIBATA²⁾, Yoshiaki HAYASHI²⁾,
Toshinori YABUUCHI²⁾ and Kazuo A. TANAKA²⁾

核融合研¹⁾、阪大院工²⁾
NIFS¹⁾、Osaka Univ.²⁾

背景・目的

慣性閉じ込め核融合炉ターゲットチェンバー内壁は、ペレット爆縮時に発生する短パルス超高強度 X-線、未燃焼 DT 粒子、ヘリウム灰、ペレット破片に曝され、壁表面層がアブレーションを起こし、材料プラズマ粒子を放出する。これらのプラズマ粒子は、断熱膨張過程を経て冷却され、チェンバーの対称中心で会合衝突してエアロゾルを形成する可能性がある。このエアロゾルが爆縮位置付近に滞留すると、引き続くレーザー光やイオンビームが散乱を受けて、爆縮非対称性を引き起こす。エアロゾル形成は、特に、10Hz 運転を目指す慣性炉 LIFE[1] のような高繰り返し慣性炉で問題となる。最近、炉壁アブレーションを軽減するためバッファーガスを充填することが提案されているが、それ自身がプラズマ化するため更に複雑な現象が起こる可能性がある。本研究は、このようなアブレーションプラズマ粒子同士の衝突によるエアロゾル形成とバッファーガスの影響に関する基礎的知見を得ることを目的とする。

方法

本研究のために、実験室系 3ω -YAG レーザーアブレーション装置：LEAF-CAP を用いた「交差プルーム法」が考案された[2]。このセットアップでは、二つの湾曲ターゲット試料が線集光されたレーザー光の照射を受け発生するプラズマプルームが湾曲中心で会合するように配置されている。

レーザー光照射は 10Hz、そのパワー密度は $10^{8-9}\text{W}/\text{cm}^2$ で、慣性炉内条件に匹敵するものである。ターゲット試料としては、炭素・タンゲステン等の固体壁候補材料及びリチウム・鉛等液体壁候補材を選択した。また、プラズマプルームの衝突挙動は、CCD・ICCD カメラ、質量分析計、水晶発振型膜厚計、ラングミュアプローブ、可視分光器等を用いて観測された。

結果

結果の一例として、図-1 に炭素ターゲットの場合の交差プルームのイオン成分の質量分析結果を示した。これから、実際にプルーム衝突によってクラスターイオンが生成することが示された。これに対して、図-3 に示したように、バッファーガス投入によって C_2 分子・イオンの生成が抑制される可能性が示された。

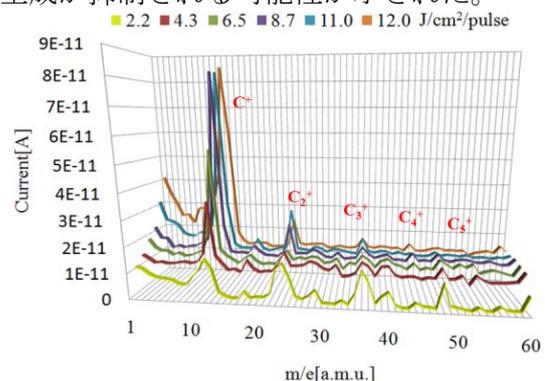


図-1 交差カーボンプルームの質量分析。

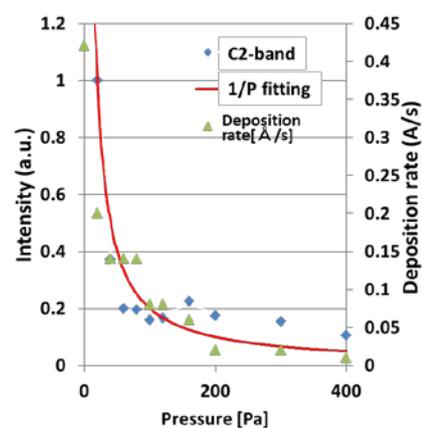


図-2 C2 バンド強度と Ar-圧力の関係。

[1] J. F. Latowski et al. Fusion Sci. & Technol. **60**(2011)54

[2] Y. Hirooka et al. J. Phys. Conf. Ser. **244** (2010)032033.

[3] Y. Hirooka et al., paper presented at IFSA-2013.