

## ペブルダイバータ研究におけるこれまでの成果

奥井隆雄 岩本洋太郎 北原崇博 筒井信介 上田良夫 西川雅弘  
大阪大学大学院工学研究科電子情報エネルギー工学専攻

- 1. ペブルダイバータ：**ペブルダイバータは、将来の定常核融合炉におけるダイバータ板に加わる高熱負荷に対応して提案しているダイバータシステムである。このシステムでは、ダイバータプラズマ流に交差するようにペブルを落下させてペブルフローを形成し、そのペブルフローでプラズマからの粒子負荷、熱負荷を受ける仕組みとなっている。また、プラズマからの熱負荷を受けたペブルは回収され、再びダイバータプラズマ中に落下させられことで、ペブルが循環する仕組みとなっている。
- 2. ペブルダイバータ研究のこれまでの取り組み：**我々の研究室では、これまでにペブルにガス吸蔵特性をもたせることを目的として、ペブル表層材として候補にしている炭素のガス吸蔵・放出特性について水素ビーム・ヘリウムビーム照射実をおこない実験的に評価してきた。同時に、ペブルフロー形成のためのペブル落下装置の開発おこない、ペブル付近でのプラズマ挙動の計算モデルを製作することによって、ペブルに印加される熱負荷・粒子負荷の特性を評価した。
- 3. ペブルフローの形成とペブルへの粒子負荷特性：**ペブルフローを形成するためのペブル落下装置としては、底にペブルを落下させるためのトロイダル方向にスリットを設けた矩形の容器トロイダル方向に沿って隙間なく並べたことを考えた。スリット幅とペブル落下流量の関係を計算モデルで示し、その妥当性を実験的に確かめた。直径 1.4mm の試作した多層被覆ペブル(SiC カーネル)の物性パラメータを計算モデルに適用したところ、プラズマ流のペブルフローに対する入射角度が  $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$  と仮定すると、トロイダル方向 1m あたり 9kg/sec 以上の落下流量を確保するときに、プラズマ流を完全に遮蔽することが可能であることが示された。このときのスリット幅は 2cm である。  
また、ペブルへの粒子負荷特性に関しては、プラズマ中でペブルが帯電することによって周囲に電場が発生することを考慮した二次元の計算モデルを作成して評価をおこなった。プラズマ流中にペブルが一個曝された場合を想定して、ITER のダイバータ板付近でのデタッチプラズマ状態の場合とデタッチプラズマ状態でない場合でプラズマパラメータを適用して、ペブルに入射する熱負荷を評価した。デタッチプラズマ状態 ( $T_i=T_e=3\text{eV}$ ,  $n=1 \times 10^{21}\text{m}^{-3}$ ) を考えたときはペブルに入射する熱流束は  $50\text{MW}/\text{m}^2$  程度であり、ペブルは十分に健全性を保つことができる。また、デタッチプラズマ状態でない場合 ( $T_i=T_e=200\text{eV}$ ,  $n=4 \times 10^{19}\text{m}^{-3}$ ) では、ペブルに入射する熱流束は  $700\text{MW}/\text{m}^2$  となる。しかし、入射してくる熱流束でペブル表面から昇華によって発生したガス粒子との衝突によりエネルギーを奪われ、ペブルに印加される熱負荷は大幅に緩和されることが示された。