連載講座　よくわかる核融合炉のしくみ
第8回　トリチウムを扱う燃料循環システム
—気体状トリチウム燃料の取扱い技術

九州大学　深田　智，日本原子力研究所　林　巧

Ⅰ．トリチウム燃料処理技術

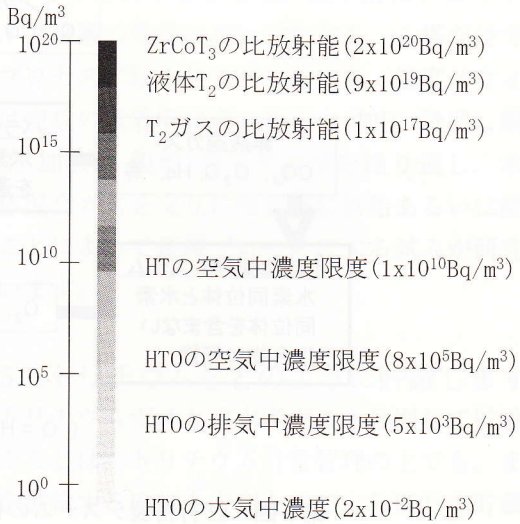
1．核融合炉ではなぜトリチウムを処理する必要がありますか

本特集の「第1回 核融合炉の概要」で，すでに説明がありましたように，核融合炉では重水素のみあるいは重水素とトリチウムの混合ガスをプラズマ状態で燃焼させエネルギーを得ます。燃焼させるにはプラズマ温度を数億度まで加熱する必要がありますが，重水素とトリチウムの混合物の方がより低温で核融合反応します。したがって，最初に実現される自給型核融合炉はD-T核融合炉と考えられています。将来D-D核融合炉が実現された場合でも，炉内ではD-D反応（$D(d,n)^3He$, $D(d,p)^3T$）でトリチウムも生成されますので，放射性同位体トリチウムを取り扱い，処理する必要があります。D-^{3}He核融合炉でもこの主反応に比べて少量ですが，D-D反応も同時に起こりますので，依然としてトリチウムを処理する必要があります。

核融合炉でトリチウムを処理するのは，主に次の2つの理由からです。1つは，磁場閉じ込め，あるいは慣性閉じ込めのいずれの場合にも，核融合反応で消費される燃料が注入量に対して高々数%程度ですので，未反応の燃料を処理して効率よく利用する必要があるためです。そのため，含まれている不純物原子を取り除き，精製し，未燃焼の燃料を抽出し，プラズマに再び供給します。もう1つの理由は，天然にごく微量しか存在しない放射性物質のトリチウムを使用するため，核融合反応で生じる中性子とリチウムの核反応を利用して自己生産し回収する必要があるためです。核融合炉でDTガスを燃焼する間に，一部のトリチウムガスが配管壁や装置接合部を通して漏れないようにするとともに，トリチウムが不純物と一緒に排出されないように回収する必要があります。

第1図でトリチウム比放射能と管理濃度値を比較しています。核融合炉トリチウム工学で現れる濃度は，この図からわかるように10^{20}桁にも及びます。それぞれの領域で関与する物理，化学現象や測定装置も異なります。本稿では，特に核融合炉燃料のトリチウムを取り扱いますので，図の上方の濃度領域に相当しますが，環境トリチウム濃度は比較的下方の領域であって，トリチウム処理，計測と管理について他の工学にはない非常に高い技術が必要になることがわかります。トリチウムの安全性に関しましては，まとめて他の節で説明がありますので，本節では処理技術に着目して説明します。

第2図に示すように，核融合炉燃料としてトリチ



第1図　各種状態のトリチウム放射能の比較

Intelligible Seminar on Fusion Reactors—(8) Fuel cycling system for tritium recovery: Satoshi FUKUDA, Takumi HAYASHI.

（2005年　7月21日　受理）