

01Dp04 中性子照射 Li_2TiO_3 中のトリチウム量定量手法の検討

Study on quantification method of tritium in neutron-irradiated Li_2TiO_3

一本杉 旭人¹、片山 一成¹、星野 毅²
Akito IPPONSUGI¹, Kazunari KATAYAMA¹, Tsuyoshi HOSHINO¹

¹九大院総理工、²量研機構
¹Kyushu University, ²QST

1. 研究背景

核融合炉燃料サイクルを確立するためには、ブランケットトリチウムインベントリ評価とトリチウム放出挙動の理解が必要である。これまでに各種トリチウム増殖材に対する中性子照射実験が行われ、トリチウム放出挙動の観測とそのモデル化が進められてきた[1-3]。しかしながら、原型炉で想定される高温長時間加熱環境でのトリチウム放出特性の理解は十分ではない。

本研究では、QSTで作製された Li_2TiO_3 ペブルに対して長期間の900°C加熱を行い、その後京大炉にて中性子照射試験を実施した。照射後試料を九州大学に移送し、加熱によるトリチウム放出実験を行い、化学形別放出量（HT, HTO）を評価した。さらには、加熱後にペブル内に残留するトリチウムの有無を評価するため、酸溶解実験を行った。

2. 実験方法

試料には有望なトリチウム増殖材料である Li_2TiO_3 （Li/Ti = 2.00）ペブルを用いた。試料を石英管に充填し、1000Pa H_2/Ar 流通下において、900°Cに加熱し、0, 72, 240, 720時間保持した。これらの試料を石英管に真空封入し、京都大学研究用原子炉にて、熱中性子フルエンス約 $1.65 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ で照射した。

照射後試料を九州大学アイソトープ総合センター伊都地区実験室に移送し、加熱によるトリチウム放出挙動を観測した。試料が封入された石英管をアルゴン雰囲気グローブボックス内にて切断開封し、取り出した試料を石英反応管内に充填した。反応管に1000Pa H_2/Ar ガスを流通させながら1000°Cまで5°C/minで等速昇温し、トリチウム放出挙動を電離箱で観測した。電離箱は2つ用意し、各電離箱の出口には水バブラーをセットした。1つ目の電離箱では、HTO

とHTの合計濃度が観測されるが、HTOが水バブラーに捕集されるため、2つ目の電離箱では、HTのみが観測される。HTは酸化銅塔でHTOに変換され、水バブラーに捕集される。

続いて、加熱後試料をテフロン容器内で酸性溶液（硝酸とフッ酸の混酸）に浸し、150°Cでマイクロ波加熱することで、試料の酸溶解を試みた。容器外に漏れたトリチウムはパージガスにより水バブラーへ輸送・捕集された。酸溶液内とバブラー内のトリチウムは液体シンチレーションカウンターで測定された。

3. 結果と考察

事前加熱時間の異なる4つの試料とも、化学吸着水由来のトリチウムの放出ピークが300°C付近に現れた。非加熱及び72時間加熱試料については、 H_2 添加Arガスによるパージを行っているにもかかわらず、1000°C付近でHTOのピークが現れた。放出開始時間は、非加熱試料よりも、72時間加熱試料の方が遅かった。240及び720時間加熱試料からは、加熱継続時間内にはHTOピークは確認されなかった。高温長時間加熱では、Li蒸発と粒成長が生じる。事前加熱時間が長いほど、粒成長が進みトリチウム放出速度がおそくなったと考えられる。

加熱後試料を酸溶解したところ、いずれの試料からもトリチウムが検出された。1000°C加熱においても生成トリチウムを全量回収することは難しいことがわかった。

参考文献

- [1] M. Nishikawa et al., J. Nucl. Mater., 325 (2004) 87-93.
- [2] T. Kinjyo et al., Fusion Eng. Des., 82 (2008) 580-587.
- [3] T. Hoshino et al., Fusion Sci. Technol., 67 (2015) 386-389.