

中性子照射した $\text{Li}_2\text{TiO}_3\text{-Li}_4\text{SiO}_4$ 混合セラミックにおけるトリチウム放出挙動に及ぼす照射量影響

Effect of irradiation dose on tritium release behavior of neutron irradiated $\text{Li}_2\text{TiO}_3\text{-Li}_4\text{SiO}_4$ mixed ceramic

*周 啓来^{1,2}, 三福寺 旭¹, 譚 広繁^{1,3}, 大矢 恭久¹

¹静岡大学, ²武漢理工大学, ³北京科技大学

核融合炉固体トリチウム増殖材の候補であるリチウムセラミックに対して、中性子照射フルエンス及びフラックスを制御し、トリチウム放出挙動を検討した。照射フラックスが増加するとトリチウム放出温度範囲は狭くなる一方、フルエンスが増えると共にトリチウム放出は低温側にシフトすることがわかっていた。

キーワード: トリチウム増殖材, 核融合, 中性子照射, 水素同位体, リチウムセラミック

1. 緒言

リチウムセラミックは D-T 核融合反応によって生じた中性子と核反応してトリチウムを増殖する。先行研究により Li_2TiO_3 と Li_4SiO_4 は同一中性子照射条件では、異なったトリチウム放出温度、速度および量を持つ [1]。そこで、二つの材料を混合することで、トリチウム放出挙動を制御することが期待できる。そのために、 $\text{Li}_2\text{TiO}_3\text{-Li}_4\text{SiO}_4$ 混合セラミック中のトリチウム移行挙動の理解が不可欠である。本研究では、 $\text{Li}_2\text{TiO}_3\text{-Li}_4\text{SiO}_4$ を用いて中性子照射を行い、照射量変化による材料中のトリチウム放出挙動を検討した。

2. 実験

$\text{Li}_2\text{TiO}_3\text{-Li}_4\text{SiO}_4$ 粉末試料は溶液燃焼合成法により作製し、空気中に 923 K で 2 時間煅焼して水分および炭酸ガスを除去する。その後、アルゴン雰囲気中でポリ袋に封入して、京都大学研究用原子炉 (KUR) の炉心付近に導入し中性子照射を行った。KUR の出力は 5 MW の時、照射フラックスは $2.75 \times 10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 、照射時間をコントロールしてフルエンスは $8.25 \times 10^{15} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ および $9.9 \times 10^{16} \text{ n cm}^{-2}$ に達した。KUR の出力は 1 MW の時、フラックスは $5.5 \times 10^{12} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ に下がって、フルエンスは $3.96 \times 10^{16} \text{ n cm}^{-2}$ にした。照射した試料を静岡大学にて昇温脱離法 (TDS) により種々の昇温速度で 1113 K まで加熱してトリチウム放出挙動を評価した。

3. 結論

図 1 は中性子照射した $\text{Li}_2\text{TiO}_3\text{-Li}_4\text{SiO}_4$ のトリチウム - TDS スペクトルを示す。昇温速度は 30 K min^{-1} である。幅広い温度範囲で放出した TDS スペクトルは低フラックスで照射した試料のトリチウム放出結果である。また、フラックスを $2.75 \times 10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ に上げると、スペクトルの幅は狭くなった。さらに、同一フラックスで、フルエンスを $9.9 \times 10^{16} \text{ n cm}^{-2}$ に増加するとスペクトル形状が変化しないものの、トリチウム放出が低温側にシフトすることが示された。このことから、中性子フラックス及びフルエンスの増加に伴いトリチウムは低温側に集中して放出することが示唆された。

参考文献

[1] Zhou Q, et al. Journal of Nuclear Materials, 2019, 522: 286-293.

*Qilai Zhou^{1,2}, Asahi Sanfukuji¹, Guangfan Tan^{1,3}, Yasuhisa Oya¹

¹Shizuoka Univ., ²Wuhan Univ. of Technol., ³The Univ. of Sci. and Technol. Beijing

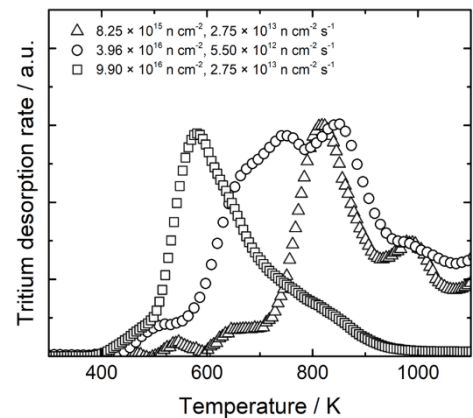


図 1 トリチウム - TDS スペクトル