

チタン混合 FLiNaBe からのトリチウム放出挙動

Tritium release behavior from FLiNaBe mixed with Ti

*片山 一成¹, 瀬戸口祐輝¹, 赤司健太¹, 浜地志憲², 田中照也², 芦川直子³

¹九大,²核融合研,³京都フュージョンエンジニアリング

チタン粉末混合、非混合の中性子照射 FLiNaBe から、水溶性、非水溶性トリチウムに弁別してトリチウム放出挙動を観測した。トリチウムの多くは、水溶性トリチウム (T₂O もしくは TF) で放出された。チタン粉末混合 FLiNaBe からのトリチウム放出量は少なく、チタンによるトリチウム吸収効果が示された。

キーワード：FLiNaBe、トリチウム、チタン

1. 緒言

熔融塩をトリチウム増殖材かつ冷却材として用いる液体ブランケットは、シンプルな構造で高効率発電が期待されるものの、水素溶解度が低い熔融塩の特性から、熱輸送過程におけるトリチウムの外部への透過漏洩や二次冷却系への移行が懸念されている。熔融塩の実効的な水素同位体溶解度を高めるため、水素吸蔵能に優れるチタン(Ti)粉末を混合する手法が提案されている[1]。熔融塩からのトリチウム放出挙動特性の把握は、燃料回収システムの設計や放射線安全対策において重要な課題である。しかしながら、Ti 混合熔融塩に対しては、トリチウム物質移動についての理解は十分には進んでいない。本研究では、熔融塩に混合した状態での Ti のトリチウム吸蔵性能を確かめるため、中性子照射 FLiNaBe に活性化処理を行った Ti 粉末を添加して加熱し、トリチウム放出挙動を観測した。

2. 実験方法

FLiNaBe 試料は、LiF、NaF、BeF₂粉末を等モル比で混合し、Ar ガスを流通させながらニッケル坩堝内で加熱することで作製した。これに Ti 粉末を加えた Ti 混合 FLiNaBe 試料も準備した。Ti 粉末は粒径 45 μm 以下、純度 99.98%のものを使用した。作製した試料は京都大学の研究用原子炉にて、平均熱中性子フラックス $4.88 \times 10^{12} \text{ s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ で 5 分間中子を照射した。照射後試料に対して、活性化処理を施した Ti 粉末を改めて添加し、最終的に試料中の Ti 比率を 5wt%に調整したのもも準備した。活性化処理は、Ti 粉末を 20%H₂/Ar ガスを流通させながら 600°Cに加熱し、水素を吸収させた後、Ar ガスに切り替えて水素を脱離させる操作を 10 回程度繰り返すことで実施した。試料は、モリブデン製のるつぼに充填し、片封じの石英管内に設置した。熱電対を石英管の上部より挿入し、るつぼ内壁に接触させた。Ar ガスを 100 cc/min で流通させながら、電気炉で 600°Cに加熱保持した。試料から放出されるトリチウムの化学形は、TF、T₂ (HT)、T₂O (HTO)の3つが予想される。T₂のみ疎水性を持つことを利用し、T₂O と TF を前置バブラーで捕集し T₂ と分離した後、400°Cに加熱された酸化銅を通すことで T₂を T₂O に転換し後置バブラーで捕集した。バブラー水中トリチウム濃度は液体シンチレーションカウンタで測定した。

3. 結果及び考察

図 1 に中性子照射 FLiNaBe および活性化 Ti 粉末混合 FLiNaBe からのトリチウム放出積算量を示す。Ti 混合 FLiNaBe からのトリチウム放出量は明らかに少なく、Ti による効果が観測された。トリチウムの多くは、水溶性で放出されたが、これまでの実験から TF の放出量は少なく、水蒸気状トリチウムとして放出されたと考えている。

[1]A. Sagara, et al., Fusion Eng. Des. 89 (2014) 2114–2120.

謝辞 本研究は、核融合科学研究所一般共同研究 NIFS23KIEF054 の支援を受けたものである。

*Kazunari Katayama¹, Yuki Setoguchi¹, Kenta Akashi¹, Yukinori Hamaji², Teruya Tanaka², Naoko Ashikawa³

¹Kyushu Univ., ²NIFS, ³Kyoto Fusionengineering

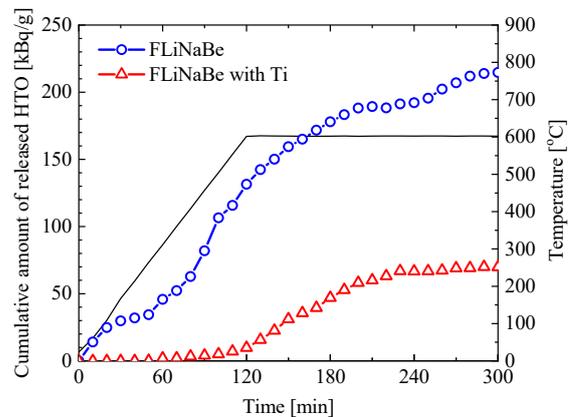


図 1 中性子照射 FLiNaBe および Ti 粉末混合 FLiNaBe からのトリチウム放出挙動