

中性子照射Ti粉末混合FLiNaBeからのトリチウム放出化学形評価

市川 亨(Toru Ichikawa)、片山 一成(Kazunari Katayama)、大宅 諒(Makoto Oya) :九大総理工(Kyushu University IGSES)

背景・目的

ブランケットの役割

1. 中性子遮蔽
2. 熱エネルギー変換
3. トリチウム生成

固体ブランケットと液体ブランケットの2種類

液体ブランケットの種類

Li, LiPb

フッ化物溶融塩 FLiBe, FLiNaBe, FLiNaK

フッ化物溶融塩の利点

電気伝導性が低く、MHD圧力損失が少ない
高温でも水や空気と反応をしづらい
トリチウム溶解度が小さくトリチウムの回収が容易

フッ化物溶融塩の欠点

トリチウム溶解度が小さく、漏洩の危険性がある

中性子照射溶融塩から放出されるTFによる構造材の腐食

Beを添加する

BeがF-イオンとBeF₄を形成

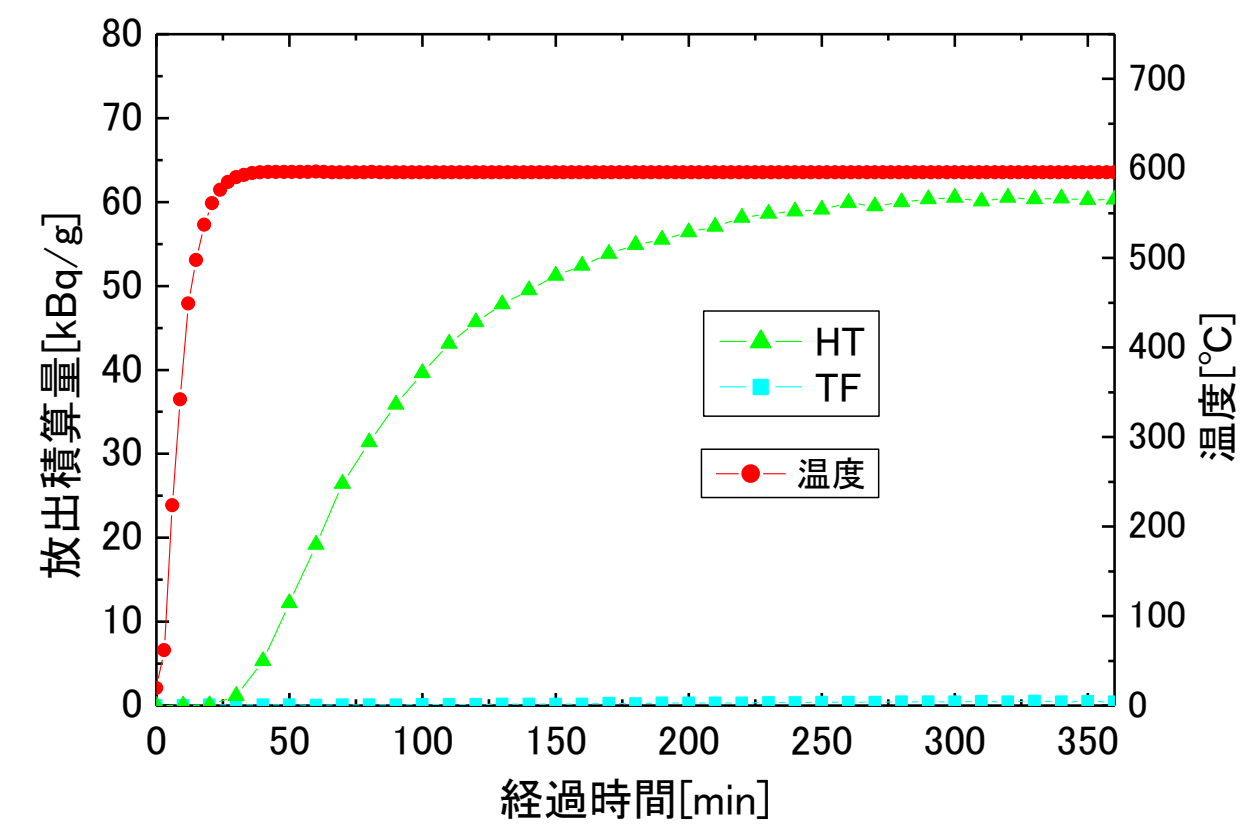
TFは周囲のH₂と同位体交換反応を起こしてHTへと変化する。
中性子照射FLiBeでは周囲のH₂濃度が高いとTFの放出が抑制、
HTの放出が促進される。

フッ化物溶融塩にTiなどの水素吸蔵金属の粉末を加える
フッ化物溶融塩のトリチウム溶解度が上昇

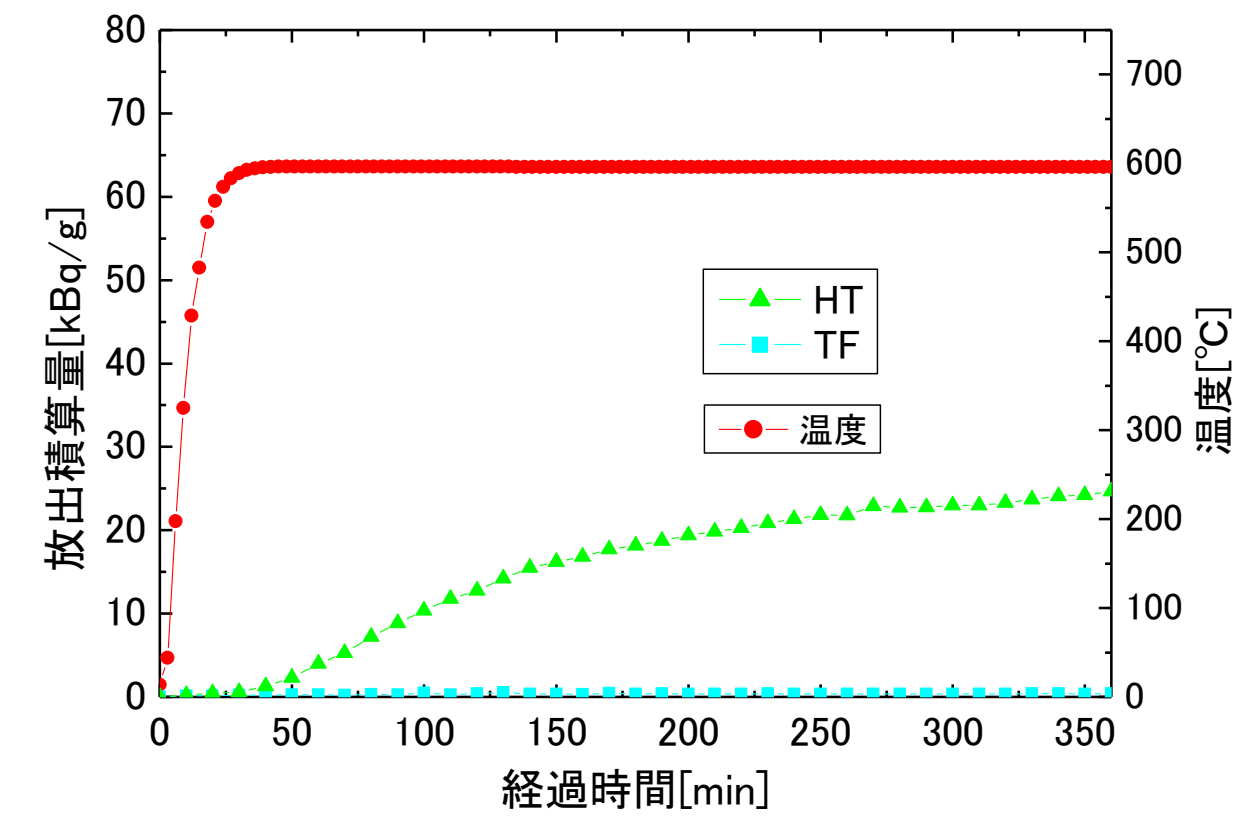
水素吸蔵合金Tiが存在する場合、FLiNaBeのトリチウム放出にどのような影響がでるのかを調べる。

Ti粉末を混合した溶融塩(FLiNaBe)に中性子照射を行い、Ar、H₂/Arガスを流通させ、水素濃度とトリチウムの放出化学形の関係について調べる。

結果・考察



Arガスパージでのトリチウム放出積算量



H₂/Arガスパージでのトリチウム放出積算量

パージガスごとの化学形別トリチウム放出量

パージガス	単位	TF	HT	HTO	総量	HT/TF
Arガス	[kBq/g] (%)	0.389 (0.615)	51.5 (81.0)	11.4 (18.0)	63.2 (100)	132
H ₂ /Arガス	[kBq/g] (%)	0.379 (1.43)	24.7 (93.0)	1.48 (5.57)	26.6 (100)	65.2

中性子照射5wt%Ti粉末混合FLiNaBeでは、H₂濃度が高いとHTの放出は抑制され、TFの放出はほとんど変化しなかった。

実験方法

放出トリチウムの化学形は、TF、HT(T₂)、HTO(T₂O)と推測され、弁別して捕集した。

場所	京都大学複合原子力科学研究所
試料状態(温度)	固体(50°C以下)
平均中性子フラックス	4.88 × 10 ¹² [s · cm ²]
照射時間	5分

実験条件

試料	中性子照射5wt%Ti+FLiNaBe
試料温度	600°C
コールドトラップ	-60~-70°C
リボンヒーター温度	400°C
ガス流量	0.1L/min

実験手順

- ・ 試料をMoのつばに充填し、石英反応管内に設置した。
- ・ Arガスを流し、試料の加熱開始と同時に、反応管を開放した。
- ・ コールドトラップでHTOを、バブラー①でTFを、バブラー②でHT(酸化させHTOの形で)を捕集した。
- ・ バブラー①、②を10分ごとにサンプリングした。
- ・ パージガスをAr+H₂ガスに替え、同様の実験を行う。

H₂がTi粉末表面で、水素吸蔵の妨げになっていた酸化層を取り除いた。

Ti粉末の水素吸蔵能力が向上し、水素(H,T)の吸蔵量が増加した。
結合力の強いTFは吸収しづらく、放出量に大きな変化はなかった。

まとめ

- ・ 化学形ごとにトリチウムを回収することができた。
- ・ 中性子照射Ti粉末混合FLiNaBeでは水素濃度が増加するとHTの放出が抑制されることが分かった。
- ・ 水素によるTi粉末表面酸化層が還元されるからだと考えられる。