高温で水素に曝されたリチウムタイタネート（Li_2TiO_3）の原子組成及び重水素脱離挙動の評価

Evaluation of atomic composition and deuterium desorption behavior of Li_2TiO_3 after hydrogen gas exposure at elevated temperatures

*鈴木　祐太[1]，信太　祐二[1]，山内　有二[1]，星野　毅[2]
[1]北大院工，[2]原子力機構

核融合炉のトリチウム増殖材として期待されるリチウムタイタネート（Li_2TiO_3）を高温で水素曝露し、ブランケット環境下においてどのような原子組成変化が生じるのかを評価した。また、組成変化後の Li_2TiO_3 に対し重水素イオン照射を行い、組成変化が重水素脱離挙動に及ぼす影響を調べた。

キーワード：リチウムタイタネート，表面原子組成，昇温脱離分析法，重水素脱離挙動

1. 目的

核融合炉のトリチウム増殖材として、日本では Li_2TiO_3 が第一候補となっている。ブランケット内では、トリチウム回収速度を促進するため、微量の水素(H_2)を添加したヘリウムガスを流す。したがって、Li_2TiO_3 は高温で水素に曝され、Li 蒸発や Ti 還元などにより原子組成が変化するが、その変化に関する詳細な検討は不十分である。また、原子組成の変化がトリチウム放出特性に影響を及ぼす可能性に関する検討も必要である。本研究では、ブランケット使用環境である高温・H_2 雰囲気中における Li_2TiO_3 の原子組成変化をオージェ電子分光法（AES）で分析し、原子組成安定性を評価した。さらに、組成変化した Li_2TiO_3 に対し重水素イオン照射を行い、組成変化が Li_2TiO_3 の重水素脱離挙動に及ぼす影響を調べた。

2. 実験

試料として、日本原子力研究開発機構で開発された Li_2TiO_3 ペブルを使用した。リチウムとチタンの比（Li/Ti 比）が 2.00 で直径約 1mm の球状試料である。試料に対し 1173K の真空中で 1 時間の脱ガス処理を施した後、1Pa の水素雰囲気下において 1173K で 3～10 時間保持した。その後、試料の表面原子組成をオージェ電子分光法（AES）で分析し、高温・水素雰囲気下における組成変化を評価した。また、同様の条件で脱ガス処理及び高温・水素曝露した後、ECR プラズマ照射装置を用いて重水素イオン照射を行い、保持された重水素の脱離挙動を昇温脱離分析法（TDS）により調べた。

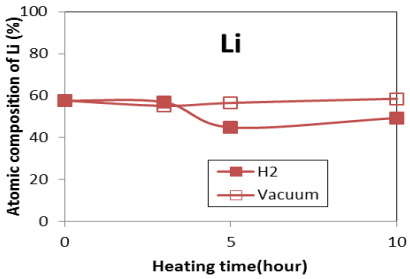

図 1　1173K で加熱した後の Li 組成比の変化

3. 結果と考察

AES 分析で調べた加熱後の Li 組成比の変化を図 1 に示す。真空下よりも水素雰囲気下で加熱した方が Li の組成割合が大きく減少した。これは、水素雰囲気下の方が Li の蒸気圧が一桁程度大きいためと考えられる[1]。また、重水素（D）イオン照射した Li_2TiO_3 の HD ガスの昇温脱離スペクトルを図 2 に示す。真空で脱ガスした試料における 420K のピークは表面吸着した D の脱離、600K 以上の脱離は LiO-D 結合に起因していると考えられる[2]。高温・水素曝露後、600K 以上の脱離率が減少し、420K のピークが大きくなった。この原因は、表面の Li が減少し、LiO-D として捕捉されている D の割合が減少したことが理由の一つとして考えられる。また、蒸発した Li の格子位置に D が吸着されるようになったため 420K のピークが大きくなったと考えられる。

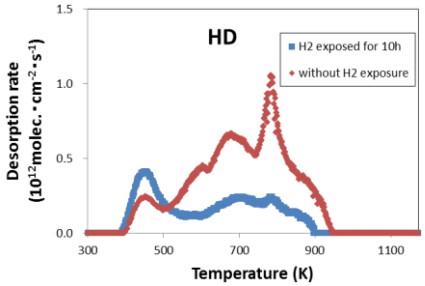

図 2　D イオン照射した後の HD の昇温脱離スペクトル

以上の結果から、水素雰囲気中は真空中より Li 蒸発量が多く、Li の減少が D の脱離挙動に影響を及ぼすことを明らかにし、高温・水素下における Li_2TiO_3 の組成変化が重水素脱離に及ぼす影響について新しい知見を得ることができた。

参考文献

[1] T.Hoshino et al. Fusion Engineering and Design 81 (2006) 555-559
[2] M.Kobayashi et al. Journal of Nuclear Materials 439 (2013) 159-167

*Yuta Suzuki[1], Yuji Nobuta[1], Yuji Yamauchi[1], and Tsuyoshi Hoshino[2]
[1]Hokkaido Univ., [2]JAEA