

軽水炉重大事故時における Cs と鋼材の化学反応の評価 (3)HAXPES による Cs 吸着化合物の再蒸発挙動評価

Cs chemical reaction with stainless steel under a LWR severe accident

(3)Evaluation of re-evaporation behavior of Cs adsorption compound by HAXPES

*小畠 雅明¹, 岡根 哲夫¹, 中島 邦久¹, 鈴木 恵理子¹, 小林 啓介¹, 逢坂 正彦¹

¹ 日本原子力研究開発機構

軽水炉シビアアクシデント時にセシウム (Cs) が高温の原子炉構造物材(ステンレス鋼)へ化学吸着することにより生成する可能性がある CsFeSiO₄ の蒸発挙動を評価するために、各種条件下で加熱試験を行った試料の Cs の化学状態について硬 X 線光電子分光(HAXPES)により調査した。その結果、還元雰囲気において、Fe が離脱して、Cs-Si-O 化合物に変化することがわかった。

キーワード：硬 X 線光電子分光、軽水炉シビアアクシデント、化学状態、セシウム、再蒸発

1. 緒言

シビアアクシデントを模擬した Cs 吸着挙動の評価実験において、高温に加熱されたステンレス鋼に含まれるケイ素(Si)と放出された Cs が化学吸着反応を起こし、Cs 化合物（主に CsFeSiO₄）が生成されることが明らかになっている[1,2]。さらに、事故進展の過程で吸着生成した Cs 化合物の再蒸発や再反応などが起こる可能性がある。そこで本研究では、CsFeSiO₄ の蒸発挙動の評価のために、合成した CsFeSiO₄ を各種条件下（温度・雰囲気）で加熱試験を行った試料の Cs の化学状態を HAXPES により調査した。

2. 実験方法

加熱試験は、昇温及び降温速度 20℃/min.として各温度(800, 1000℃)まで昇温、1 時間保持後徐冷した。このときの雰囲気は、Ar-5%H₂ または Ar-5%H₂-5%H₂O とした。加熱試験後の試料の Cs の化学状態を BL22XU(SPring-8)に設置した HAXPES 装置を用いて評価した。

3. 結果・考察

図 1 に加熱試験前後の Cs 3d と Fe 2p HAXPES スペクトルを示す。加熱温度に関わらず、温度還元雰囲気(Ar-5% H₂)で加熱試験後の試料において Fe 2p_{3/2} の信号強度が劇的に減少した。これは CsFeSiO₄ が分解して、Fe が離脱したことを示唆している。さらに、Cs 3d のピーク位置が高結合エネルギー側にシフトして、Cs₂Si₂O₅ のピーク位置と一致することから、Cs-Si-O 化合物に変化したと考えられる。一方、水蒸気を含んだ雰囲気では、加熱試験後も Fe の減少や Cs 3d スペクトルのシフトが起こらないことから、CsFeSiO₄ のまま存在していると考えられる。

参考文献

- [1] F.G. Di Lemma et al., Nuclear Engineering and Design 305 (2016) 411–420
- [2] F.G. Di Lemma et al., Journal of Nuclear Materials 484 (2017) 174–182

*Masaaki Kobata¹, Tetsuo Okane¹, Kuniyoshi Nakajima¹, Eriko Suzuki¹, Keisuke Kobayashi¹ and Masahiko Osaka¹

¹Japan Atomic Energy Agency

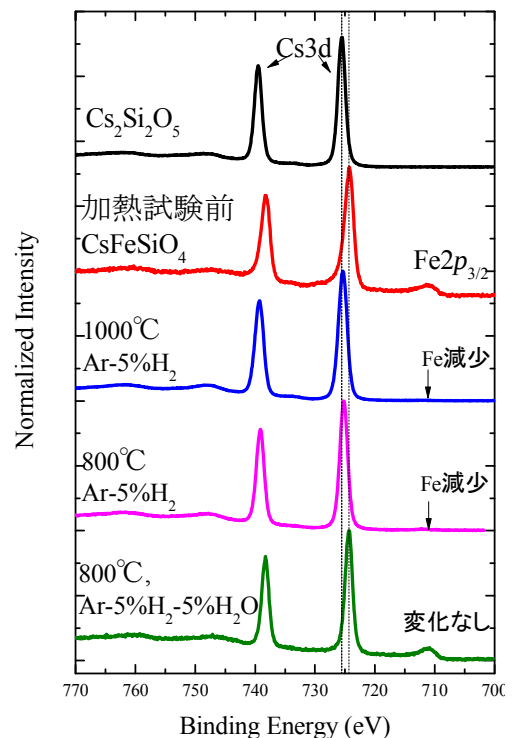


図1 加熱試験前後のHAXPESスペクトル