

ホウ素含有水蒸気条件での非凝縮性ヨウ素の生成促進現象に対する 化学平衡論解析

Chemical equilibrium analysis for the enhancement of gaseous Iodine generation
under the Boron-containing steam

*塩津 弘之, 三輪 周平, 逢坂 正彦, 杉山 智之, 丸山 結

原子力機構

ホウ素含有水蒸気下での非凝縮性ヨウ素の生成促進現象を明らかにするために、原子力機構の FP 放出移行挙動再現実験装置 TeRRa を用いた高温化学反応実験の化学平衡論解析を実施した。その結果、高温領域での CsBO₂ 生成に伴う反応により非凝縮性ヨウ素の生成が促進された可能性があることが分かった。

キーワード：ホウ素, セシウム, ヨウ素, 移行, シビアアクシデント

1. 緒言

軽水炉シビアアクシデント時のソースターム (ST) 評価において、核分裂生成物 (FP) の化学形を理解することは重要である。特にヨウ素 (I) は、原子炉内で主に CsI 等の凝縮性 I になると推定される一方で、BWR 制御材等に由来するホウ素 (B) 存在下では非凝縮性 I の割合が増加することが懸念されている。しかしながら、この生成促進に係る反応機構は十分に理解されておらず、ST 評価への十分な適応が行われていない。そこで本研究では、Cs-I-B 相互作用に着目した個別効果実験 TeRRa を対象に、一般的な化学モデルである化学平衡論に基づく FP 移行挙動解析コード VICTORIA[1]による解析を実施し、非凝縮性 I の生成促進に対する反応機構を推定した。なお TeRRa 実験は、水蒸気雰囲気中で Cs-I-B 試料粉末を加熱炉で蒸発させ、温度勾配管 (TGT) 及び最下流の捕集領域 (フィルター/溶液トラップ) で試料を捕集し、その化学形を分離・定量した実験である [2]。

2. 解析手法

本解析では、試験装置の温度履歴、試料の蒸発速度、キャリアガス流量、の実験値及び推定した流速を境界条件に使用した。また、実験と同様に、CsI のみ、CsI+B₂O₃ を試料として用いた 2 ケースの解析を実施した。

3. 結果・考察

CsI のみを用いた実験の解析では、実験と同様に、約 800 K の TGT 位置での I 沈着ピークと捕集領域へ到達する全ての I がエアロゾル状であることが示された。

また、CsI+B₂O₃ ケースの解析結果は、CsI のみのケースに比べ捕集領域に到達する非凝縮性 I が増加することを示しており、実験との定性的な一致を得た。CsI+B₂O₃ ケースでの装置内を移行するガス状化学形の変化に関する解析結果 (図 1) に着目すると、 ≥ 1000 K の高温部で非凝縮性の HI や I が増加していることが明らかとなった。さらに、非凝縮性 I と等量の CsBO₂ が生成していることから、B 存在下での非凝縮性 I の増加は ≥ 1000 K の高温部の気相反応による CsBO₂ 生成に伴う反応に起因すると推定された。

参考文献

[1] N. E. Bixler, NUREG/CR-6131,1998 [2] 三輪、塩津、他、日本原子力学会 2018 秋の大会予稿集 2P21

本件は、原子力規制庁受託「平成 30 年度原子力施設等防災対策等委託費 (シビアアクシデント時ソースターム評価技術高度化) 事業」の成果である。

*Hiroyuki Shiotsu, Shuhei Miwa, Masahiko Osaka, Tomoyuki Sugiyama and Yu Maruyama

Japan Atomic Energy Agency

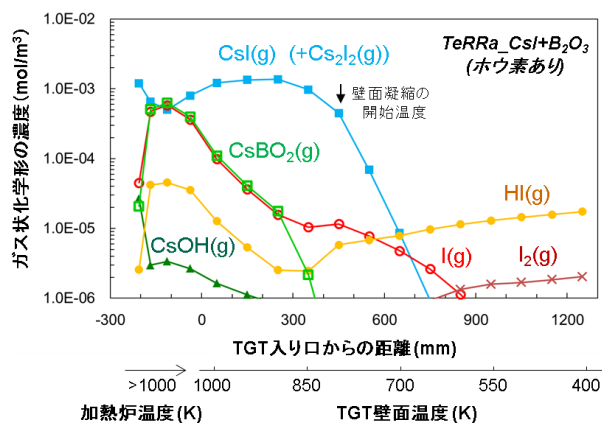


図 1 TeRRa 装置内を移行するガス状化学種