

表面・界面効果を考慮した溶融燃料中の揮発性核分裂生成物の挙動評価 (1) 研究の背景、内容、主な成果

Behavior characterization of volatile fission products in meltdown nuclear fuels by a method in consideration of surface and interface effects

(1) Background, contents, and main achievements of the project

*黒崎 健^{1,2}, 大石 佑治¹, 牟田 浩明¹, 山中 伸介^{1,3}, 鈴木 賢紀¹, 田中 敏宏¹,
村上 幸弘³, 宇埜 正美³

¹大阪大学大学院工学研究科, ²JST さきがけ, ³福井大学附属国際原子力工学研究所

文部科学省原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブにより実施された「表面・界面効果を考慮した溶融燃料中の揮発性核分裂生成物の挙動評価」について、研究の背景、内容、主な成果等を紹介する。

キーワード：表面効果，揮発性核分裂生成物，熱力学データ，相状態

シビアアクシデント時における溶融燃料からの核分裂生成物 (FP) の放出挙動の本質を理解するためには、燃料表面あるいは燃料と異相との界面における FP の化学形態を正確に評価することが最優先課題となる。なぜなら、物質の表面・界面近傍においては、系全体の自由エネルギーに対して表面及び界面における過剰エネルギーの寄与が相対的に大きくなり、通常のパルクスケールとは異なる相状態を示すようになるからである。我々は、文部科学省原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブにより実施された「表面・界面効果を考慮した溶融燃料中の揮発性核分裂生成物の挙動評価」において、代表的な揮発性 FP であるセシウム (Cs) とヨウ素 (I) について、溶融燃料の表面・界面における相状態や熱力学的性質の評価を通じて、表面・界面効果がこれら揮発性 FP の挙動に与える影響を定量的に評価してきた。本研究で実施した研究項目とその主な成果を、表 1 に示す。当日は、本研究の背景、内容、主な成果等を紹介する。本研究は、文部科学省原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブにより実施された「表面・界面効果を考慮した溶融燃料中の揮発性核分裂生成物の挙動評価」の成果である。

表 1 本研究で実施した研究項目とその主な成果

番号	研究項目	主な成果
①	溶融燃料中に含まれる FP 化合物の作製と熱力学量の評価	FP 化合物としてヨウ化セシウム (CsI) を取り上げ、その各種熱力学量を正確に測定・評価した。
②	溶融燃料系の熱力学データベースの構築とバルクスケール化学平衡計算	①で得られた CsI の熱力学量に関する実測データならびに溶融燃料体系に存在するとされる種々の化学種の熱力学量の最新情報を反映させた熱力学データベースを構築した。構築した熱力学データベースを用いてバルクスケール化学平衡計算を行い、データベースの有効性を確認した。
③	Cs、I 化合物と異相との界面エネルギーの評価	二酸化ウラン (UO ₂) 固体と CsI 液相間の界面エネルギーを、二面角法と静滴法という二つの方法で測定・評価した。
④	表面・界面効果を考慮した溶融燃料中の核分裂生成物の相状態評価	③で求めた界面エネルギーを考慮した化学平衡計算を実施し、UO ₂ と CsI の系の熱力学特性、とりわけ、CsI の揮発特性に及ぼす表面ならびに異相界面の影響を定量的に明らかにした。
⑤	ソースタームコードの高度化に向けての検討	過去に研究されている FP の放出挙動評価を伴うシビアアクシデント事象進展研究の成果の概要をレビューするとともに、それを踏まえて、Cs と I の放出挙動に及ぼす表面・界面効果の影響を考察した。

*Ken Kurosaki^{1,2}, Yuji Ohishi¹, Hiroaki Muta¹, Shinsuke Yamanaka^{1,3}, Masanori Suzuki¹, Toshihiro Tanaka¹, Yukihiro Murakami³ and Masayoshi Uno³

¹Osaka University, ²JST PRESTO, ³University of Fukui