

第七回  
溶融事故における核燃料関連の課題検討ワーキンググループ

## 大学における 溶融燃料に関連する研究の動向

大阪大学 黒崎 健

電力中央研究所本部第4会議室(711区)  
東京都千代田区大手町1-6-1大手町ビル7階  
平成24年12月3日

### 科学研究費補助金採択課題からみる 大学における溶融燃料に関連する研究の状況

- 科学研究費助成事業データベースを用いて調査  
<http://kaken.nii.ac.jp/>
- キーワードは、「溶融燃料」及び「燃料 デブリ」

## 発表内容

1. 科学研究費補助金採択課題からみる大学における溶融燃料に関連する研究の状況
2. 文部科学省公募研究採択課題からみる大学における溶融燃料に関連する研究の状況
3. その他

### 科学研究費補助金採択課題からみる 大学における溶融燃料に関連する研究の状況

- 「溶融燃料」での検索結果  
合計9件 詳細は別添資料参照  
最も古いもので1975年、最も新しいもので1996年  
東京工業大学:4件、九州工業大学:2件  
工学院大学、名古屋大学、東京大学:各1件
- 「燃料 デブリ」での検索結果  
合計10件(内、原子力に係るものは5件) 詳細は別添資料参照  
最も古いもので2000年、最も新しいもので2012年  
北海道大学:2件、東北大学、九州大学、工学院大学:各1件

科学研究費補助金採択課題からみる  
大学における溶融燃料に関連する研究の状況

その他の注目課題

福島原発事故で発生した廃棄物の合理的な処理・処分システム構築に向けた基盤研究

池田 泰久

研究期間: 2012年5月31日～2016年3月31日(予定)

研究分野: 原子力学、研究種目: 基盤研究(S)、研究機関: 東京工業大学

先端ナノ組織分析による事故時加熱環境を考慮した原子炉構造材料の劣化機構解明と予測

永井 康介

研究期間: 2012年4月1日～2015年3月31日(予定)

研究分野: 原子力学、研究種目: 基盤研究(A)、研究機関: 東北大学

文部科学省公募研究採択課題からみる  
大学における溶融燃料に関連する研究の状況

- 平成24年度原子力システム研究開発事業
- 平成23、24年度原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ

これら二つの公募事業における採択課題を確認(別紙参照)

科学研究費補助金採択課題からみる  
大学における溶融燃料に関連する研究の状況

その他の注目課題

融解状態における核燃料の放射率測定装置の開発

有馬 立身

研究期間: 2012年4月1日～2014年3月31日(予定)

研究分野: 原子力学、研究種目: 挑戦的萌芽研究、研究機関: 九州大学

レーザー加熱を利用したアクチニド酸化物の融点測定装置の開発

有馬 立身

研究期間: 2010年度

研究分野: 原子力学、研究種目: 挑戦的萌芽研究、研究機関: 九州大学

文部科学省公募研究採択課題からみる  
大学における溶融燃料に関連する研究の状況

- 平成24年度原子力システム研究開発事業
- 研究機関H24～H27の四年間
- 採択課題数: 11件(内、大学8件、原子力機構1件、民間会社2件)
- 溶融燃料に直接的に関係する課題: 0件
- 軽水炉燃料(材料)の安全性向上に関係する課題: 2件

## 文部科学省公募研究採択課題からみる 大学における熔融燃料に関連する研究の状況

- 軽水炉燃料(材料)の安全性向上に関係する課題:3件

安全性を追求した革新的炉心材料利用技術に関する研究開発  
吉田 紀之(株式会社東芝)

原子炉燃料被覆管の安全設計基準に資する環境劣化評価手法に関する研究開発  
阿部 弘亨(東北大学)

高度の安全性を有する炉心用シリコンカーバイト燃料被覆管等の製造基盤技術に関する研究開発  
香山 晃(室蘭工業大学)

## 文部科学省公募研究採択課題からみる 大学における熔融燃料に関連する研究の状況

- 平成24年度原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ
- 研究機関H24～H26の三年間
- 採択課題数:13件(全件大学)
- 熔融燃料に直接的に関係する課題:2件
- 軽水炉燃料(材料)の安全性向上に関係する課題:0件

原子炉容器下部ヘッドの熔融物挙動の機構論的研究  
岡 芳明(早稲田大学) → 別添資料参照  
表面・界面効果を考慮した熔融燃料中の揮発性核分裂生成物の挙動評価  
黒崎 健(大阪大学)

## 文部科学省公募研究採択課題からみる 大学における熔融燃料に関連する研究の状況

- 平成23年度原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ
- 研究機関H23～H25の三年間
- 採択課題数:4件(内、大学2件、原子力機構1件、産業技術総合研究所1件)
- 熔融燃料に直接的に関係する課題:0件
- 軽水炉燃料(材料)の安全性向上に関係する課題:1件

粒界制御法適用による高信頼性原子炉材料の開発  
渡辺 精一(北海道大学)

## 表面・界面効果を考慮した熔融燃料中の 揮発性核分裂生成物の挙動評価

- 揮発性の高い化学種を有するFP:CsとI
- CsとIのシビアアクシデント時の熔融燃料からの放出挙動評価
  - CsIによる周辺環境汚染とIによる公衆被ばくの程度を評価するうえで、近々で解決すべき重要な研究課題
- とりわけ、放出されるFPの化学形態を理解することは最優先課題
  - 放出後のFPの移行挙動や物性に直接影響を及ぼすため

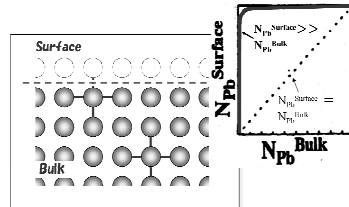
## 表面・界面効果の考慮の必要性

- FPの化学形態  $\leftrightarrow$  熔融燃料中の相状態
  - FPは、熔融燃料表面あるいは異相界面を経路として放出
  - 表面及び異相界面におけるFPの化学形態が重要
  - 表面及び異相界面は相平衡や物質の存在形態に大きな影響を及ぼす(熱力学的に予想し得ない化合物の形成等)

- 代表例: Cu-Pb熔融合金表面のPb成分濃化現象 [1]

- 補足説明資料(24枚目)

[1] T. Tanaka, K. Hack, T. Iida, S. Hara, Z. Metallkunde 87, 380-389 (1996).



## 表面・界面効果の考慮の必要性

- 熔融燃料の表面及び異相界面を含むより現実的な場合での相平衡関係とFPの物質移動



- 表面及び異相界面における過剰エネルギー(注)を考慮した系全体のエネルギーを最小にするような、熱力学的平衡条件の導出  $\rightarrow$  Constrained Free Energy Minimization Method (CFE法) [2]

(注)具体的には、熔融燃料系に存在する種々の物質の表面張力や熔融燃料と異相間の界面エネルギー

[2] P. Koukkari, R. Pajarre, K.Hack, Int. J. Mat. Res. (2007) pp 926-934.

## まとめ

- 大学における熔融燃料に関連する研究の動向を知るために、科学研究費補助金採択課題と文部科学省公募研究採択課題を調査した。
- 科学研究費補助金差宅研究及び文部科学省公募研究いずれにおいても、「熔融燃料」に直接関係するものは少ない
- 科学研究費補助金においては、1970年代から90年代にかけて数件実施例がある。デブリにまで範囲を広げると、2012年以降、関連研究が数件スタートしている。
- 文部科学省公募研究においては、2件のみ。いずれも2012年度から開始。我々に関係する分野においては、熔融燃料というよりは、軽水炉燃料(材料)の安全性向上に関する研究が多い印象。