

Nuclear Materials Letters

(2014 年 10 月)

(部会ホームページ <http://www.aesj.or.jp/~material/>)

目 次

I.	巻頭言	1
	第 13 代 材料部会長 東北大学 長谷川 晃	
II.	2014 年 春の大会 企画セッション報告.....	3
	「事故耐性燃料・材料開発の国内外の取り組み」の報告 京都大学 檜木 達也	
	(1)炉心燃料の安全性向上に関する技術戦略 京都大学 森下 和功	
	(2)日米民生原子力協力における事故耐性燃料開発 日本原子力研究開発機構 倉田 正輝	
	(3)事故耐性燃料に関する OECD での国際協力の検討 京都大学 檜木 達也	
	(4)軽水炉燃料用事故耐性燃料の開発の取り組み 東京大学 鈴木 晶大	
III.	第 13 回「材料」夏期セミナー報告	30
	日本原子力研究開発機構 永江 勇二	
	参加者の声	
IV.	日韓セミナー報告	34
	日本原子力研究開発機構 野澤 貴史	
	電力中央研究所 野本 明義	
V.	関連する国際会議のリスト	36
VI.	運営委員会 委員名簿	39
VII.	寄稿のお願い	40
VIII.	編集後記	40

I. 巻頭言

第 13 代 材料部会長 東北大学 長谷川 晃



本年度 4 月より材料部会長を務めさせている東北大学の長谷川晃です。一言ご挨拶させていただきます。東日本大震災による大津波で東京電力福島第一原子力発電所が被災し、全電源喪失から炉心溶融に続く水素爆発により、東日本一帯に放射性物質の飛散を引き起こしたあの日からこの 9 月で 3 年半となりました。この間に、地震・津波に直接被災した、しないに関わらず、原子力に携わる人々の人生が変わってしまいました。私自身が仙台でこの震災を経験し、社会インフラが壊滅状態になり関係者の安否確認を進めるなかで、原発事故直後に東海村の RI 施設の管理区域境界の線量が急上昇したとの報に接した際には、停電で使用不能となった専攻の RI 施設の機材を持ち出し、空間線量の測定も行いました。さらにその後、ガソリンが手にはいない状況の中で、専攻の先生方と宮城・福島県境付近での放射能測定におもむき、津波で壊滅的な被害を受けた沿岸部の被害の甚大さに呆然としつつも、県南部の放射性物質飛散の状況の調査を行ったことを思い出します。詳しい状況が分からない中で、原子力を専攻する者として同僚の先生方と事故の原因を議論する中で、何故に水素爆発にまで事態が進展してしまったのか、ジルコニウムという元素の宿命的な特性に思いをはせたものです。

昨年、学会の事故報告書が公表されました。メルトダウンした燃料や圧力容器内の状況が未だに不明な状況の中で、調査報告書作成に関わった関係者の皆様はご苦労されたことと思います。今後、実態が明らかになるに伴って、実際のデブリや溶融した圧力容器の取り扱いが議論されていくものと思います。

材料という立場から原子力に関わってきた者として、また、今後も原子力エネルギーの必要性を信ずる者として、事故の反省とその原因究明によって、より安全性の高い原子力エネルギーシステムとはどうあるべきなのかを考え続け、実際の材料や機器システムの開発に活かして行かなければならないと考えています。材料部会に関わる分野としては、既存の原子炉の材料の劣化診断や保全に関わる材料技術の開発はもとより、最近検討されている事故耐性燃料(Accident Tolerant Fuel)のような新しい概念による燃料被覆管材料の開発や、震災以前から続けられている新型炉や核融合炉な

どの材料の開発といった研究がさらに活発になっていって欲しいと願っています。大学での教育と研究に携わる立場からすると、既存の原子炉の安全性確保や事故原発の廃炉に関わる技術開発は重要なキーワードですが、さらに加えて新しい機器システムの新しい材料の開発は研究活動のアクティビティを上げ、学生や若い研究者、技術者を引き付け、元気づけてくれるキーワードでもあるので、この3年間あまりの原発事故に関する議論や研究の成果を踏まえて、あらたな材料研究の視界が開けていって欲しいと考えております。そのために材料部会としてさまざまな検討や活動を進めて行けたらと考えております。

今後とも部会員の皆様には部会活動へのご協力・ご支援をよろしくお願い申し上げます。

(2014 年 10 月 25 日記)

II. 2014 年 春の大会 企画セッション報告

京都大学 檜木 達也

本大会の企画セッションは、「事故耐性燃料・材料開発の国内外の取り組み」とのタイトルで、日本原子力学会 2014 年春の年会の初日に、核燃料部会、材料部会の合同セッションとして開催された。東北大学 阿部弘亨教授を座長に、事故耐性燃料材料開発の国内外の取り組みについて以下の 4 件の講演が行われた。

- | | |
|------------------------------|-------------------|
| 1. 炉心燃料の安全性向上に関する技術戦略 | 京都大学 森下 和功 |
| 2. 日米民生原子力協力における事故耐性燃料開発 | 日本原子力研究開発機構 倉田 正輝 |
| 3. 事故耐性燃料に関する OECD での国際協力の検討 | 京都大学 檜木 達也 |
| 4. 軽水炉燃料用事故耐性燃料の開発の取り組み | 東京大学 鈴木 晶大 |

会場には多数の聴衆で座席に座りきれない状態であり、講演に熱心に耳を傾けるとともに、活発な質疑が行われ、本セッションの内容の関心の高さがうかがえた。

ここではより多くの学会員に情報を周知するため、3 件の講演については、講演資料を、また 1 件については、講演内容の概要を文章で掲載することで、概要を報告する。

「事故耐性燃料・材料開発の国内外の取り組み」 (1)炉心燃料の安全性向上に関する技術戦略

森下和功¹⁾, 山本泰功²⁾

1) 京都大学エネルギー理工学研究所

2) 京都大学エネルギー科学研究科

1

東京電力福島第一原子力発電所事故

2011年3月11日～

- 地震→津波→外部電源喪失→炉心損傷・貫通→格納容器破損→放射能放出→水素爆発→環境汚染→避難→廃炉→除染→帰還



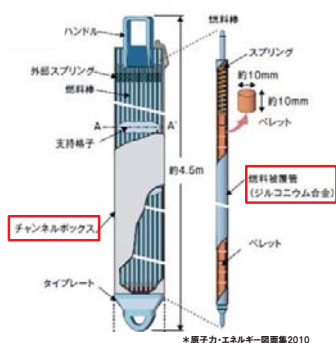
(出典:東京電力)

- 顕在化した課題
 - ・ 原子力発電所の安全(安全学, 失敗学, レジリエンス工学への展開)
 - ・ 絶対安全はない. 安全神話崩壊. リスク評価の重要性. テールリスク
 - ・ 想定を広げることと, 「想定外があることを想定すること」の重要性
 - ・ 事故炉(特定原子力施設)の廃炉に向けた対応. 除染の問題.
 - ・ 今後の人材問題, 研究者に対する信用の失墜
 - ・ エネルギー選択の問題

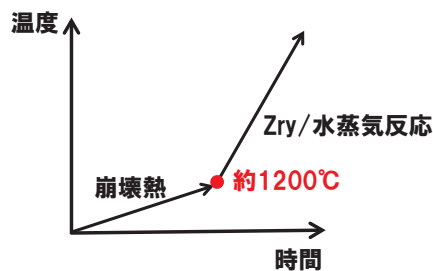
反省を踏まえ、事故耐性に優れた安全設計を確認する。
深層防護概念に照らして、安全対策と実装を再確認する。

2

福島第一原子力発電所事故と軽水炉燃料



燃料被覆管やチャンネルボックスの材料としてジルコニウム合金が多量に使用されており、Zr/水反応が**熱と水素を発生**させる原因となる(**想定内**)。



約1200°C以上では、ジルカロイと水蒸気の反応が急激に進展し、炉心溶融や水素爆発を引き起こす原因となる(**想定内**)。



福島第一原子力発電所1号機
水素爆発(2011年3月12日)
*福島中央テレビ

複数基の水素爆発は、復旧作業を困難にした。想定外のことが起こることを想定して対策を考える必要がある。

- 事故時の燃料健全性は、非常時の**冷却機能性維持**によって担保していたが、十分でなかった(**想定外**)。
- 想定外の材料(燃料)の挙動にシステムが振り回され、また、システムの挙動に材料挙動が影響する。安全率を超えた材料のふるまいがあった。
- 燃料安全の**深層防護**を考え、非常冷却系の強化とともに、**事故耐性燃料ATF**の導入(高温での酸化を防ぐ)や水素結合器の導入が求められている。(多様性)

3

事故耐性燃料ATFに求められる材料特性

* 鈴木昌大、「燃料溶融事故を踏まえた軽水炉燃料に係る研究課題検討」、日本原子力学会「2013年春の年会」核燃料部会セッション「ワーキンググループ(SWG2)活動報告」発表資料

材料特性		ジルカロイ	ステンレス鋼	Ni基合金	Ti合金	Nb合金	V合金	SIC
通常時	核特性							
	中性子経済性	◎	△	×	×	△	×	◎
	放射化	○	△	△	◎	△	◎	○
	力学特性							
	強度	○	○	○	○	×	△	◎
	靱性	○	○	○	◎	○	○	×
事故時	照射特性	○	○	△	△	△	△	△
	腐食特性(運転時)	◎	○	○	○	△	△	△
	水反応による水素発生と発熱(1200°C以上)	×	×	×	△	△	△	◎
	実炉実績	◎	○	—	—	—	—	—

高温強度

⋮

- 新材料に置き換えるには、現行と**同等以上**の性能をもつこと。(物性値レベル?)
- 安全の観点からすれば、満点でなくともよい。**すべてに合格**していることの方が重要。
- 物性値レベルだけでは判断できない。事象の進展、シナリオ、キネティックスが重要。

4

事故においては、想定外の材料(燃料)の挙動にシステムが振り回され、また、システムの挙動に材料挙動が影響する。

～材料学とシステム学の融合が必要～

MAAPコードによるSBO事故(回復措置なし)での水素発生量の評価

Steven C. Johnson et al., Proceedings of ICAPP '12, Paper 12175.

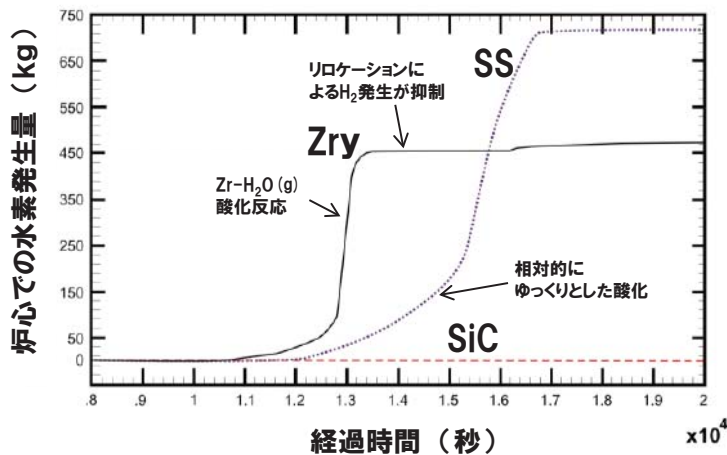


Fig. 9. Mass of hydrogen generated within the core for a station blackout sequence in which hot leg creep rupture has been disabled.

- Zr, SS, SiCのそれぞれの被覆管材料に対する水素発生量の違いを評価。
- Zr-水蒸気反応による激しい酸化と水素発生がある。
- SSは相対的にゆっくりと酸化するが、最終的な発生水素量はZrの場合を超える。
- SiCでは酸化反応を考えていない。(比較的小さいと考えられるが、これは極端な仮定である。)
- 反応のキネティクスと酸化反応生成物の両方を、システムの挙動を**加味しながら**考えるべき。
→もはや材料だけの問題ではない。

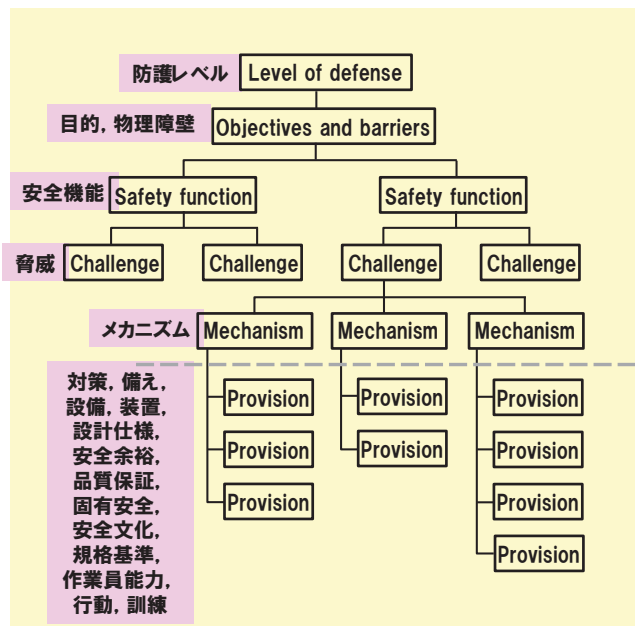
- ・ システム全体を見ること(俯瞰)
- ・ 局所リスクにとらわれることなく、総合的リスクを最小化すること。

7

深層防護の確認に、“オブジェクティブツリー”を使う

【参考】 IAEA Safety Reports Series No. 46, Assessment of defense in depth for nuclear power plants, 2005

目的のツリー(Objective tree)と呼ばれる工学設計手法を用いて、深層防護を評価。



- 防護レベルごとの目的の達成方法を細分化し、**網羅性**や**バランス**をチェック。
- プラントごとに行う**決定論的安全評価**。個々の安全機能に対する脅威を抽出し、それぞれに対する備えを系統的に**スクリーニング**。

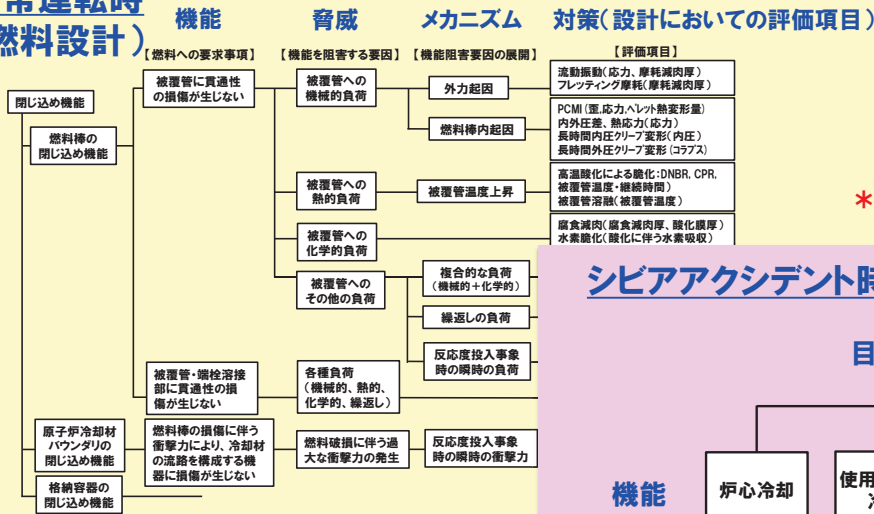
8

深層防護を確認するための”オブジェクティブツリー”

原子力学会標準委(燃料設計)とEPRI(シビアアクシデント)のオブジェクティブツリー

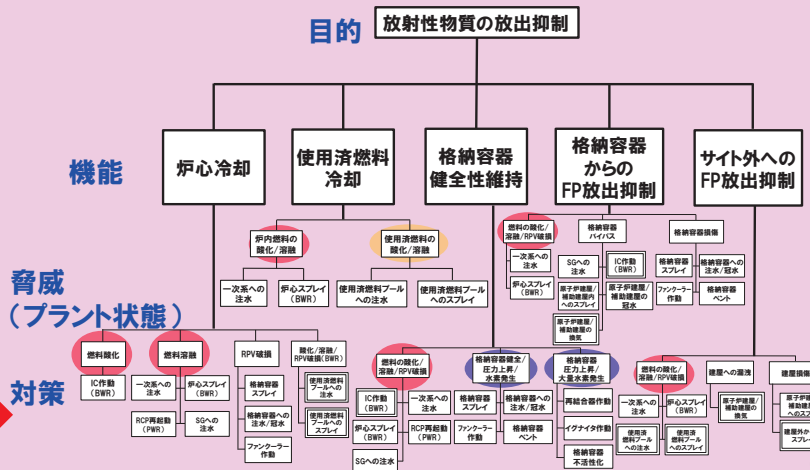
日本原子力学会標準委員会, 発電用軽水型原子炉の炉心及び燃料の安全設計に関する報告書
第1分冊: 炉心及び燃料の安全設計, AESJ-SC-P00X: 201X

通常運転時 (燃料設計)



*EPRI, "SAMG TBR Volume 1", ML12318A079 (NRC Briefing on SAMG TBR) (2012)

シビアアクシデント時

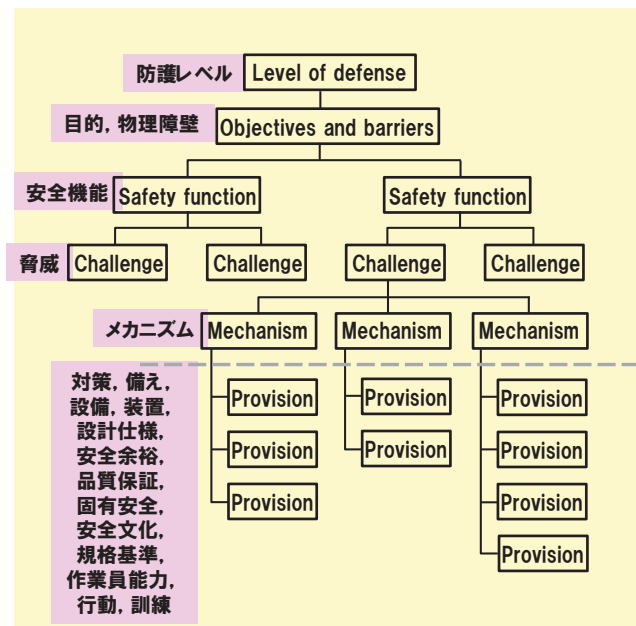


- 燃料に関連する「脅威」に色をつけた
- 脅威発生メカニズムを展開すればほとんどの枝に燃料に関連する事象がハザードとして表れる。

深層防護の確認に、”オブジェクティブツリー”を使う

【参考】 IAEA Safety Reports Series No. 46, Assessment of defense in depth for nuclear power plants, 2005

目的のツリー(Objective tree)と呼ばれる工学設計手法を用いて、深層防護を評価。



- 防護レベルごとの目的の達成方法を細分化し、網羅性やバランスをチェック。
- プラントごとに行う決定論的安全評価。個々の安全機能に対する脅威を抽出し、それぞれに対する備えを系統的にスクリーニング。
- 事故を考えるとときに重要な事象の進展(時間軸)が含まれない。
→事象進展・燃料の状態を踏まえた対策の検討
- 定量化し、対策の重要度分類を行うことが望まれる。
→地震などで用いているリスク評価法の考え方を援用し、対策の重要度を明確にする。
- 定量化のためには、因果関係を明確にする必要がある。
→因果関係ダイアグラムの作成

FP放出につながるメカニズムの展開

目的

機能に対する脅威

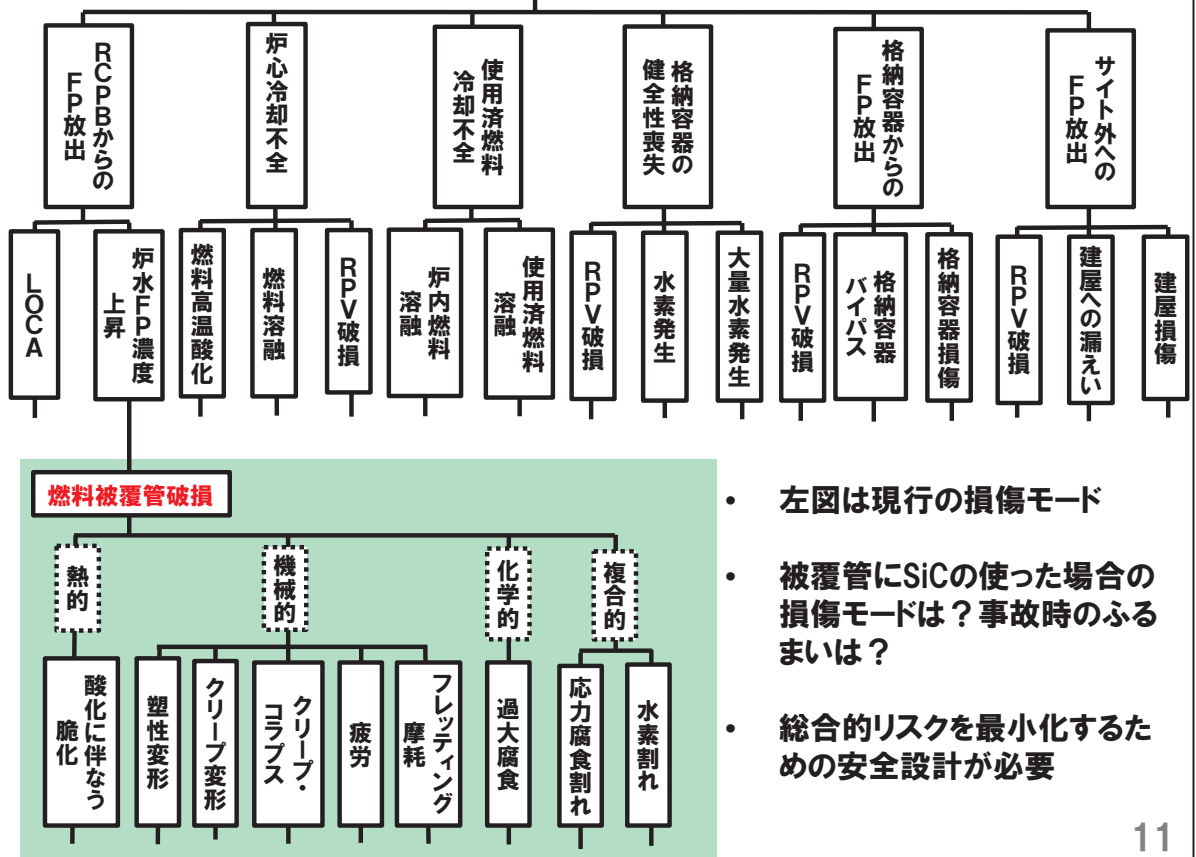
メカニズム

メカニズムの展開

破損原因

損傷モード

放射性物質の放出抑制



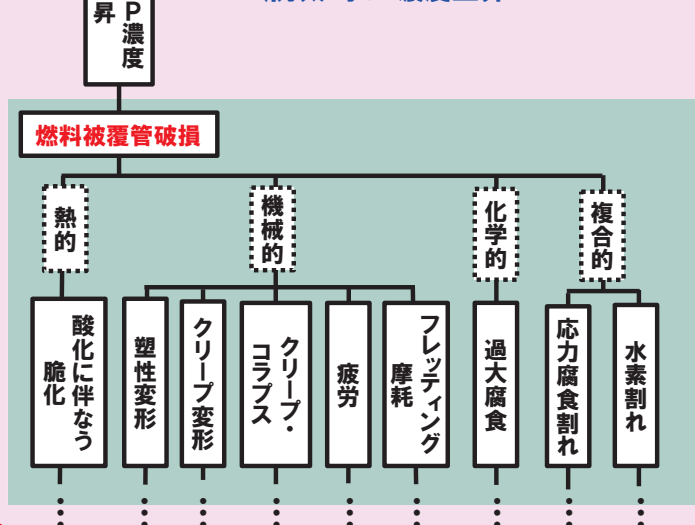
11

①脅威発現のメカニズムの原因を展開(因果関係ダイアグラム)

②因果関係をもとに定量化(リスク評価法の援用)

1

因果関係ダイアグラム (例)炉水FP濃度上昇



結果

(下から上へ)
因果の連鎖

原因

- 定量化のために因果関係を明確化
- 脅威につながる原因を展開する。
(例) 格納容器破損

2

PRA手法(確率論的リスク評価法)を援用して定量化

燃料(ハザード)の状態
および発現する現象

原因

懸念されるリスク

結果

具体的な対策

※リスク評価手法を援用した、リーク燃料の取替え保全の最適化問題については、明日の発表を参照。

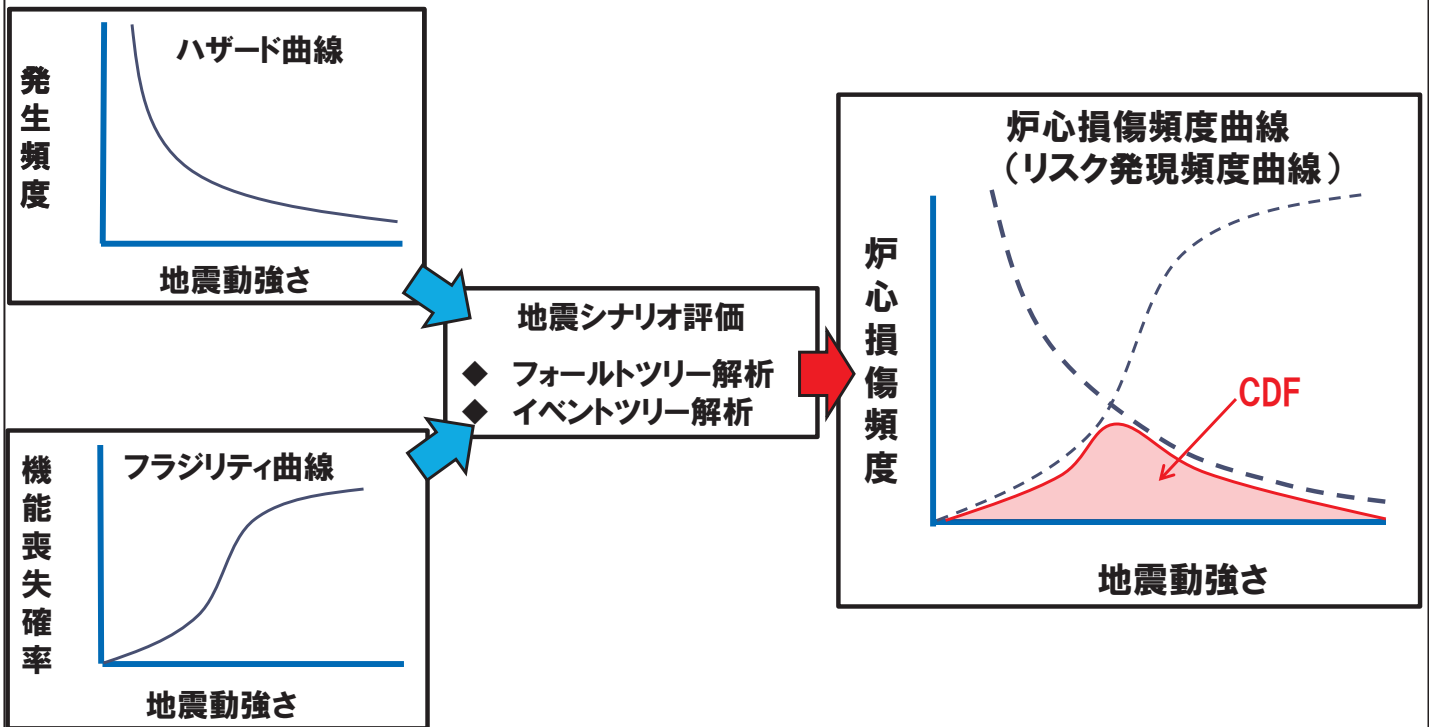
山本泰功博士、他

「確率論的モデルを用いた燃料管理の有効性の評価」(F53)

12

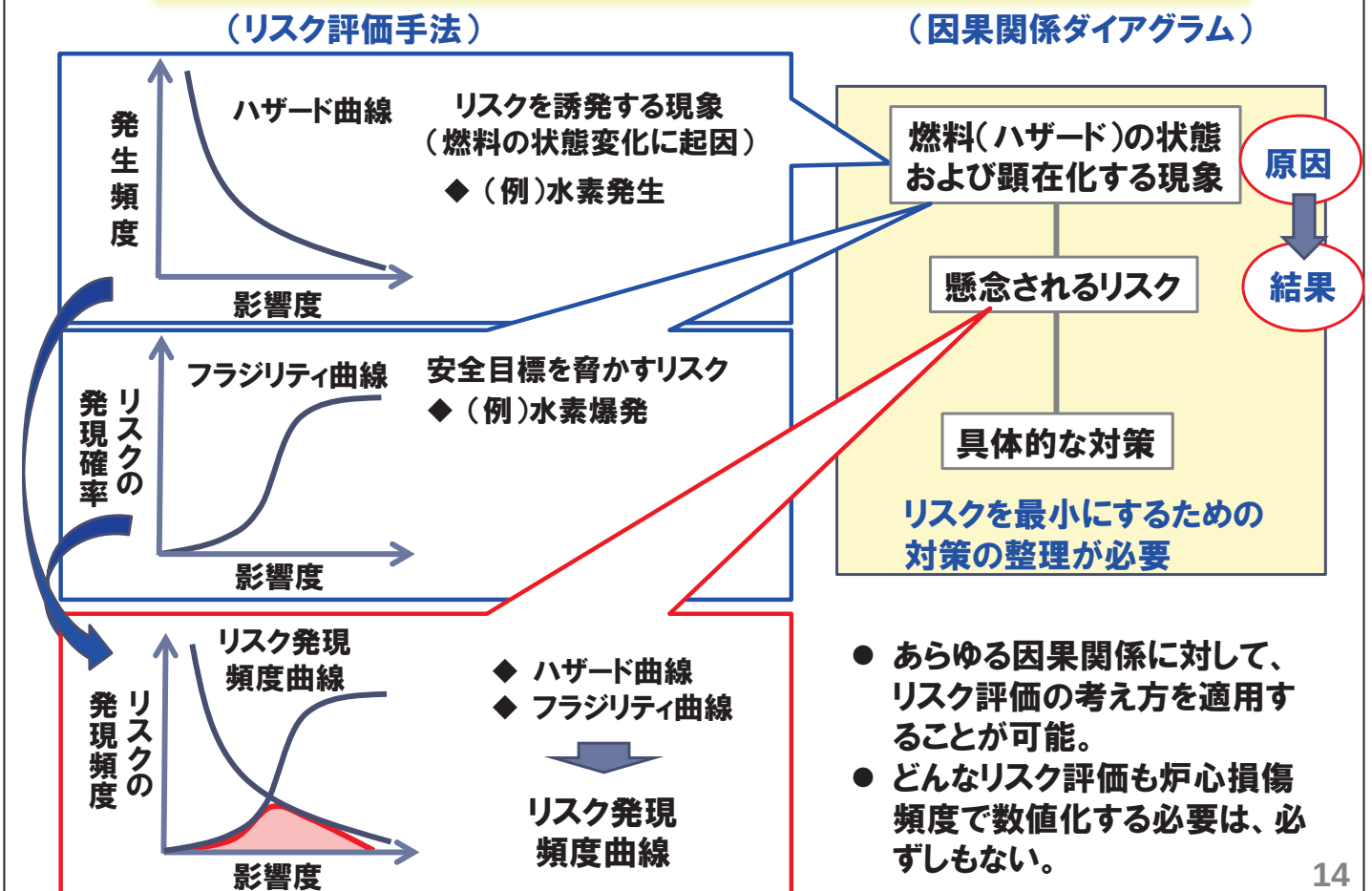
参考)地震PRAの概要

- 地震PRAのロジックを参考に、燃料リークに起因する炉停止頻度の評価法を構築



13

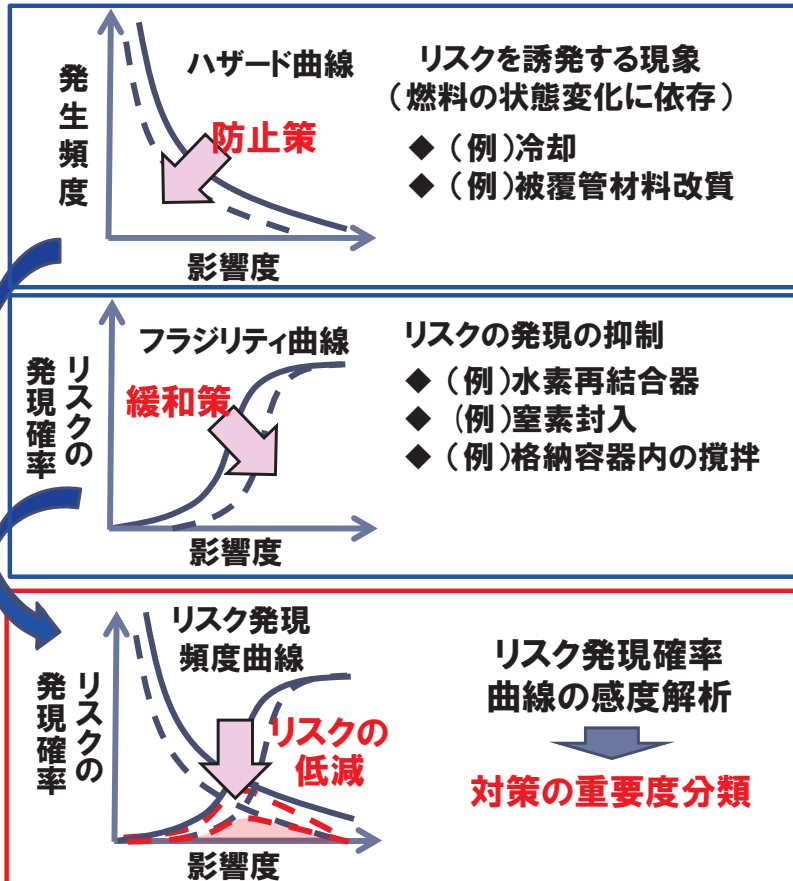
因果関係ダイアグラムとリスク評価手法を結合し、
リスク低減のための対策(防止、緩和)を立てる(1)



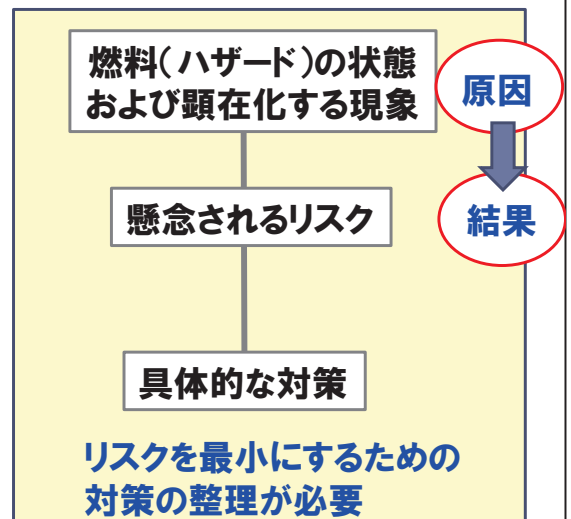
14

因果関係ダイアグラムとリスク評価手法を結合し、
リスク低減のための対策(防止、緩和)を立てる(2)

(リスク評価手法)



(因果関係ダイアグラム)



- ◆ 防止策(ハザードの除去)
- ◆ 緩和策(クリフエッジ対策、スムーズフラジリティ)
- ◆ 回復策(防災、復興)

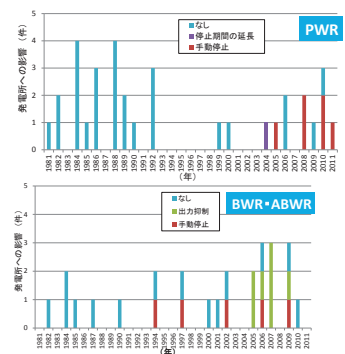
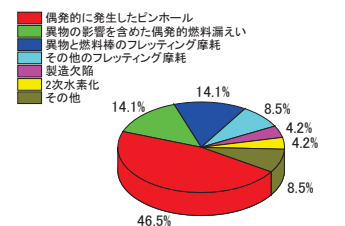
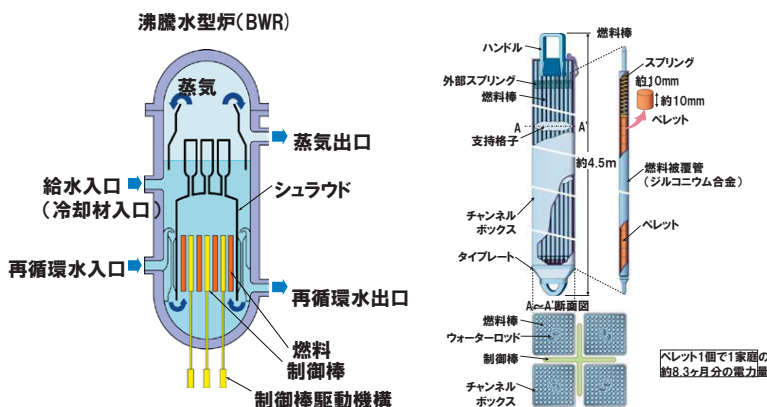
15

新たな保全スキームを燃料リークの問題に適用する。

燃料リーク

燃料被覆管破損→炉水への放射能漏えい→検知→炉停止→燃料取替え

- 保安規定(運転上の制限値(LCO))
⇒炉水中のI-131の濃度で規定
- 燃料リーク対応は近年特に厳しくなっている。リーク燃料の取替のために炉を停止する。
- 燃料リーク対応を定量化するパラメータ(2つ)
 - 炉水濃度のサンプリング頻度(およそ1週間に1度)
 - 炉停止判断のための炉水ヨウ素濃度(管理目標値)



国内で年間2件ほど燃料リークが発生している。

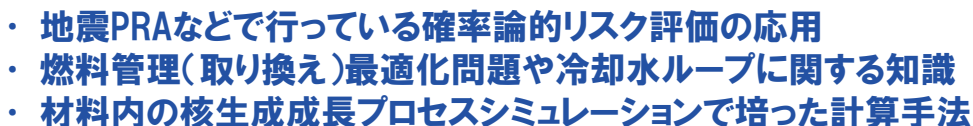
NUCIA, <http://www.nucia.jp>

16

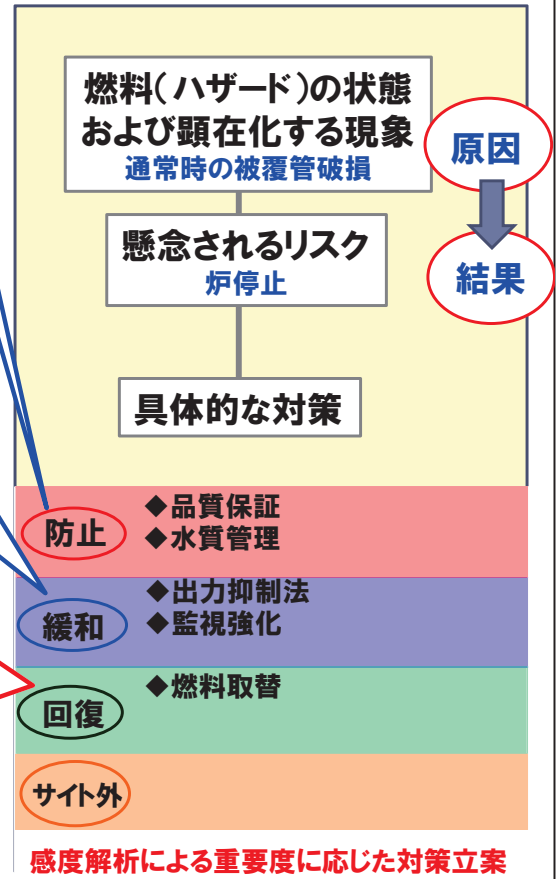
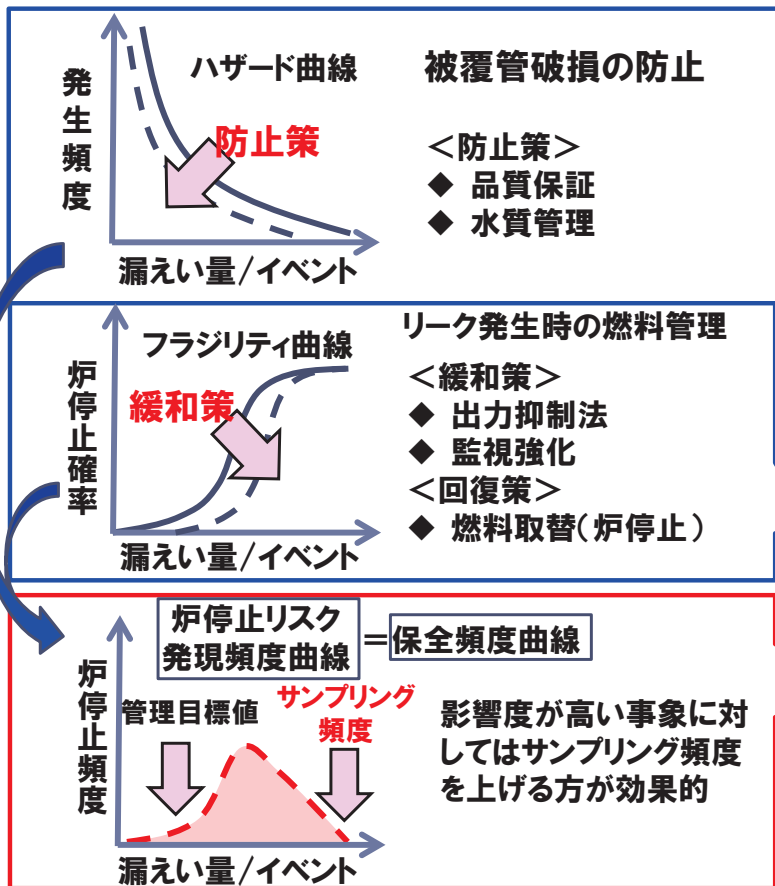
保安規定: 公衆被ばく $<5\text{mSv}$ 以下



ハザード曲線の情報をもとに、炉停止頻度(=保全頻度)を算出できる。

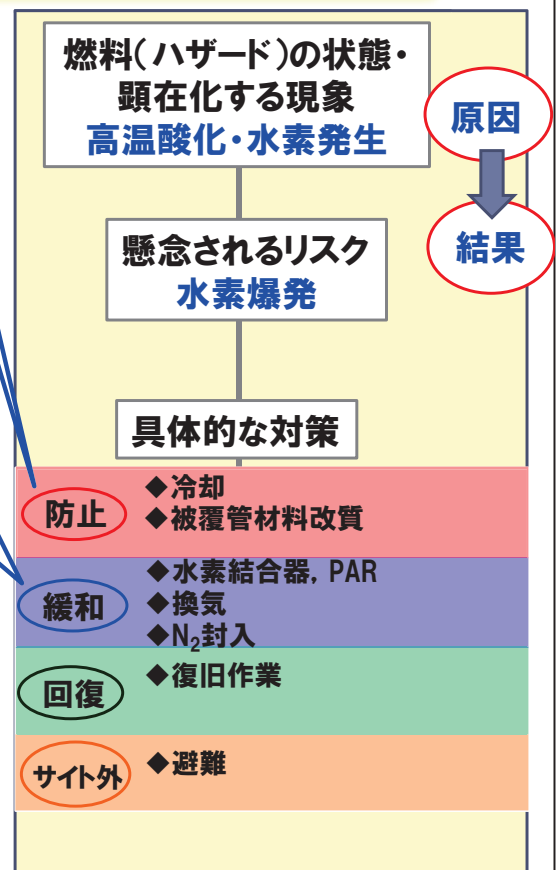
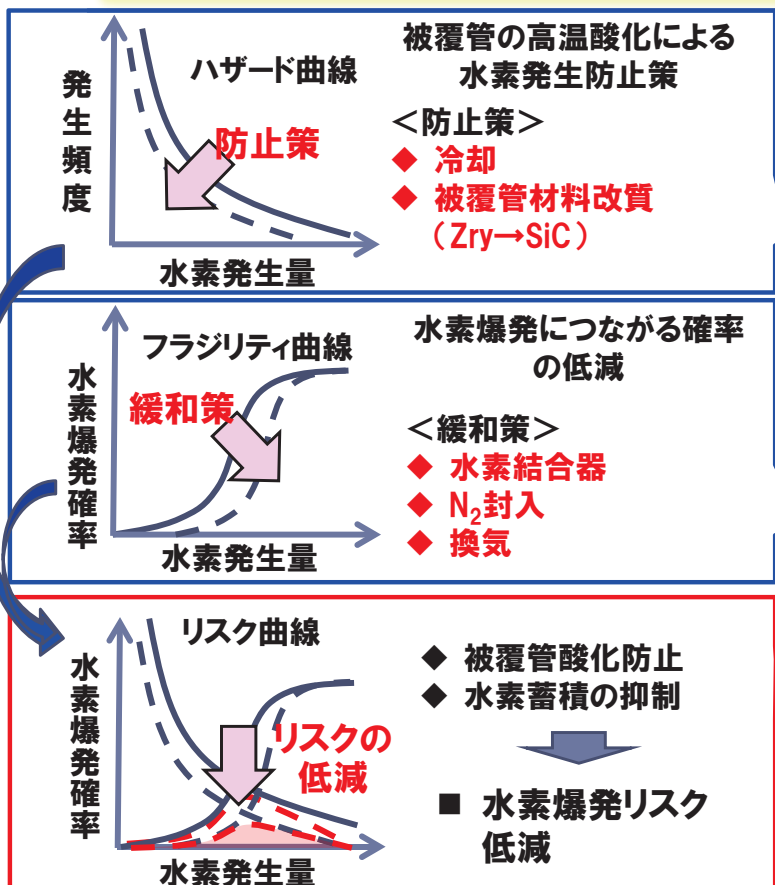


燃料リークへの対策



19

水素爆発への対策の検討



20

まとめ

- ◆ 事故時の酸化発熱や水素発生を抑制する事故耐性燃料被覆材としてSiC材料を中心とした提案が国際的になされている。
- ◆ 事故耐性燃料ATFの導入を検討する上では、通常運転時、異常過渡時、事故時、使用後などあらゆるフェーズに対して、総合的にリスクを考えるべき。全体を俯瞰しながら**総合的リスクを最小化**するように設計・保全計画を立案すべき。
 - 因果関係ダイアグラムを使って**俯瞰**する。
 - リスク-対策ダイアグラム：ハザード曲線、フラジリティ曲線、リスク発現曲線(残余のリスク)を使って**定量化**する。
 - リスク発現曲線の感度解析により、**重要度に応じた最適化**を行う。
- ◆ ATF導入の検討においては、材料だけでなく、構造検討、冷却系検討、規格基準検討など多くの分野に波及し、様々な分野からの協力が必要。(単なる材料の置き換えではすまない。**材料学とシステム学の融合**が必要。)
 - 再結合器やコアキャッチャーとの関係(**深層防護、網羅性、バランス**)
- ◆ 材料開発に期待する部分も大であるが、同時に、**燃料管理(運用、基準に反映)の合理化**に関する議論も重要。ガラパゴス化しないよう**国際動向**にも注視。

事故耐性燃料・材料開発の国内外の取組み

日米民生原子力研究協力における 事故耐性燃料開発

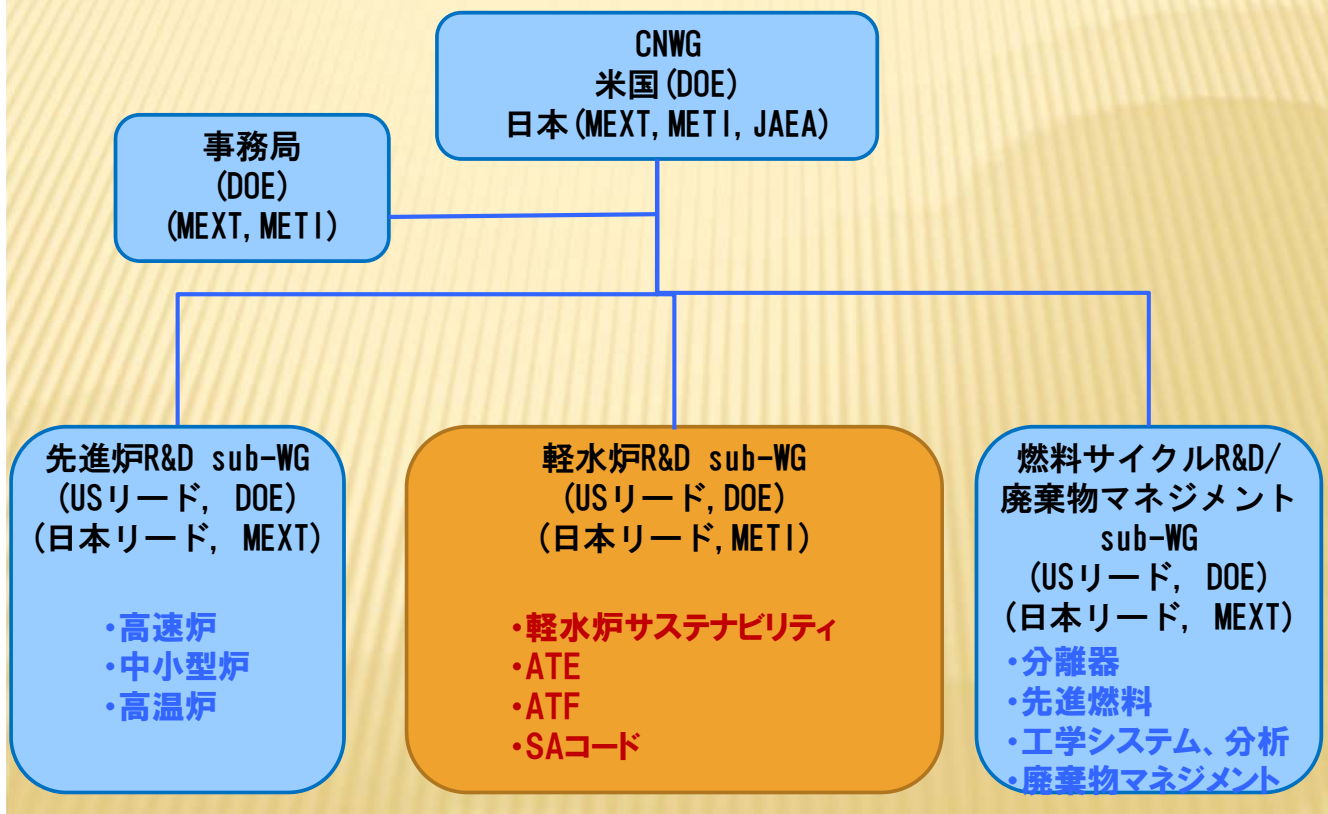
倉田正輝 (JAEA)

日本原子力学会2014春の年会 合同セッション5

はじめに

- ✓ 国内外で、事故耐性燃料 (**ATF: Accident Tolerant Fuel**) の R&Dが、急速に進展している。
- ✓ 特に、米国では、本格的な研究開発プロジェクトが進んでいる。
- ✓ 昨年度より、日米民生原子力研究開発協力 (**CNWG: Civil Nuclear Energy R&D Working Group**) の再編が進んでいる。
- ✓ その中で、米国提案により、従来の高速炉サイクル技術に関する研究協力 (**先進炉R&Dのsub-WG、燃料サイクルR&Dと廃棄物マネジメントのsub-WG**) に加え、**軽水炉R&Dのsub-WG**が設置されることとなった。
- ✓ ATFは、軽水炉R&Dのsub-WGの、4つの技術協力の1つに位置付けられた。(他は、**軽水炉サステナビリティ、事故耐性設備 (ATE: Accident Tolerant Equipment)、SA解析コード**)

CNWGの全体構成



軽水炉R&D sub-WGの構成

全体リード	(DOE)	(METI)
軽水炉 サステナビリティ (技術リード)	(INL)	(IAE)
事故耐性設備 (技術リード)	(ORNL)	(JAEA)
事故耐性燃料 (技術リード)	(INL)	(JAEA)
SA解析コード (技術リード)	(SNL)	(IAE)

技術リードの役割: 米国担当者との技術協力内容の協議
担当分野での国内とりまとめ
(獲得した情報の国内展開)

⇒どのような体制で情報展開するか
METIと協議中
⇒ATFとATEは、JAEAと米国国研の協定
(国内関係者はオブザーバー参加)

ATFに関する情報交換 -Task-

- ✓ ATF分野は、3個のTaskで情報交換を行う。

Task-1: ATF属性、メトリクス評価、及び、効果の定量化

Task-2: ATF要素技術（燃料及び炉心構成要素）

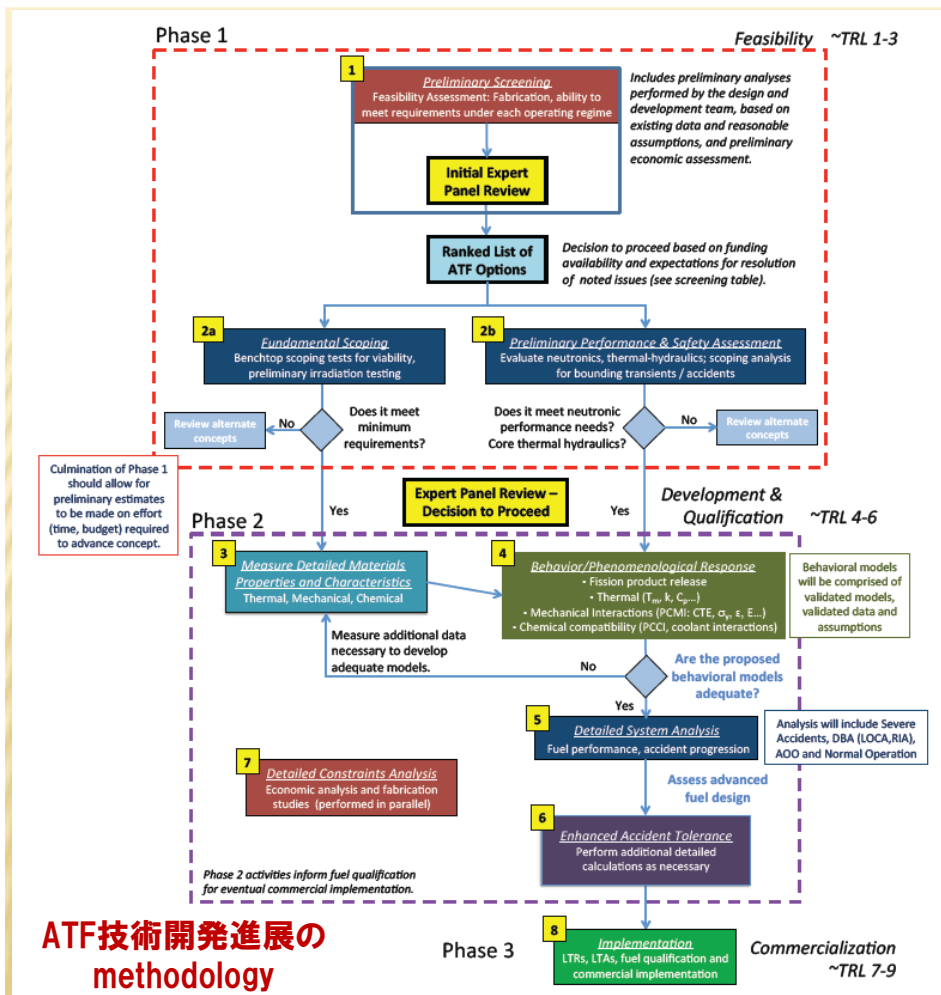
Task-3: ATF試験方法、試験施設、及び、その他リソース

- ✓ 第一フェーズとして、CY2016年末を目途に、公開情報に基づく情報交換、共同報告書作成、二国間専門家会合、等を実施する。（両国の合意があれば、未公開情報の交換も可能）
- ✓ 次回、専門家会合は、2014年9月を予定。

Task-1:

ATF属性、メトリクス評価、効果の定量化

- ✓ ATFのR&Dの第一段階（候補技術のスクリーニング、開発目標の明確化・定義付け）として、事故耐性効果の定量化解析（**Metrics Identification & Quantification**）を行う。
- ✓ Metrics Identification & Quantificationとは、炉心事故解析により定まる、燃料、被覆管、その他による、原子炉事故進展の遅延あるいは抑制に関する効果の定量的な改善の程度を言う。
- ✓ 米国のFCRD公開レポート（Light Water Reactor ATF Performance Metrics, FCRD-FUEL-2013-000264）に基づく、情報交換。
- ✓ ATFの技術成熟度（**TRL: Technology Readiness Level**）評価に関する情報交換。
- ✓ 日米のR&Dプロジェクト全般に関する情報交換。

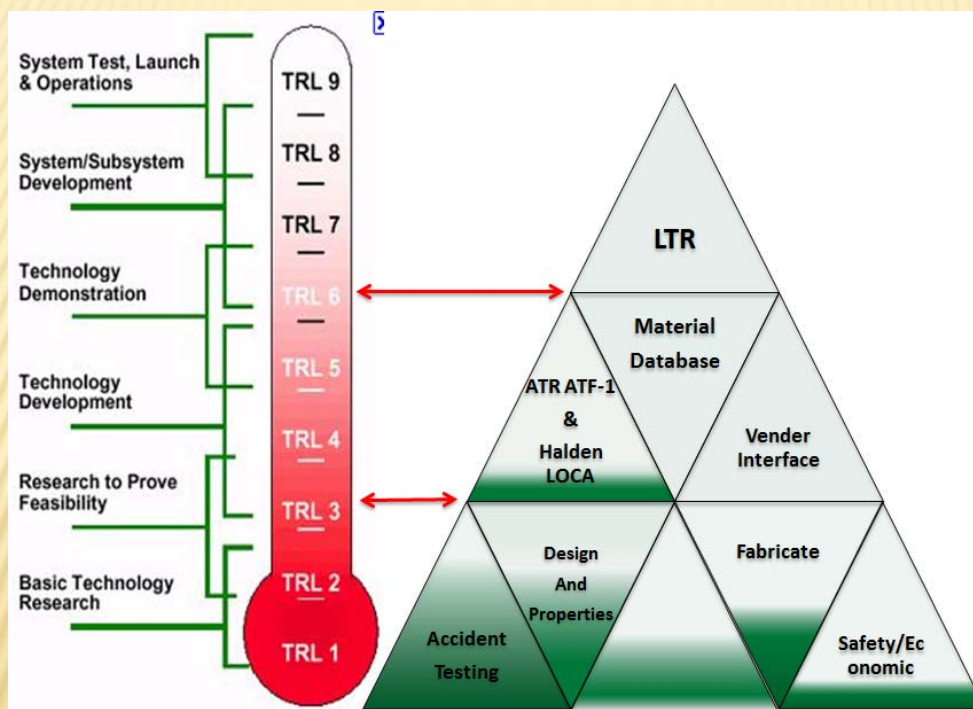


○ Metrics評価

様々な判断ポイントでの評価に必要な(適した)判断条件の指標を与える

○ TRL評価

様々な判断ポイントの到達に必要な技術の成熟度の指標を与える



それぞれのR&D項目の達成度

実用化までに必要なR&D項目

TRL評価のイメージ

Task-2: ATF要素技術

- ✓ 様々な要素技術（燃料、被覆管、チャンネルボックス、その他構造材、これらの組合せ（圧力容器の内部））の情報交換。
- ✓ フィルターベント、コアキャッチャー等は、ATE分野で情報交換。
- ✓ 日米R&Dプロジェクトでの相補的な関係の構築。
- ✓ 要素材料開発（SiC、ステンレス鋼、新型制御棒、等）、燃料性能のモデリング、材料試験、データベース、等。
- ✓ 要素技術の分類（至急課題、中長期的課題）。
- ✓ 至急課題（SiC）での、米国特殊施設を活用した材料試験。日米共同での照射試験。
- ✓ 要素技術開発における、R&D課題の共同抽出。

Task-3: ATF試験方法、試験施設、その他リソース

- ✓ ATF関連の試験方法、試験施設、解析モデル、データベース、等のその他リソースに関する情報交換。
- ✓ 日米共同でのラウンドロビン試験の検討・立案。
- ✓ Task-1やTask-2の実施場所として、これらをサポート

これまでの経緯

- (2013.4) テクニカルリードによる予備会合 (TV会合)
 - ・ATFの国内R&Dプロジェクト紹介
- (2013.11) METI-DOEによる、CNWG sub-WG会合
 - ・研究協力の方向性で合意
 - ・ATFは日米の興味が合致し、両国に有力なR&Dプロジェクトが存在することから、中長期課題から中期課題に格上げ
- (2014.2) ATF専門家会合、CNWG sub-WG会合
 - ・ATFのProject Agreement締結 (DOE-JAEA)
 - ・Taskを3個に再編
- (2014.3) PAに基づき、Metrics評価、TRL評価の米国レポート入手。国内での検討に着手。
- (2014.9) ATF専門家会合を予定

おわりに

- ✓ ATFは世界的に急速に注目度が増している技術分野である。
- ✓ 欧米は、単なるR&Dに留まらず、安全規制や標準化も視野に入れ、国レベルでのプロジェクトが進んでいる。ロシア、中国、韓国、等も参入してきている。
- ✓ 他方、我国では、この分野で先進的なR&Dが行われていたが、震災により、中断・停滞している。(最近、METI/MEXTの公募事業として立ち上りつつある。)
- ✓ CNWGでも、ATFは、人材育成あるいはPAの観点においても、重要なR&Dテーマであると指摘され、日米双方で、この分野の情報交換を活発化することで合意された。(米国は、対欧州の観点で、日本等と協力したい)
- ✓ CNWGでの情報交換を、ぜひ、有効活用して頂きたい。また、運営に関し、ご指導いただけると幸いである。

3. 事故耐性燃料に関する OECD での国際協力の検討

京大エネルギー理工学研究所 檜木 達也

OECD/NEA においては、(Increased Accident Tolerance of Fuels for Light Water Reactors) に関して、第 1 回のワークショップは 2012 年 12 月に開催された。米国、欧州、日本、韓国、ロシア等からの研究機関、大学、政府、プラントメーカーからの参加があり、各機関の最新の状況や成果の発表、事故耐性燃料開発や国際協力に関する議論が行われた。

第 1 回のワークショップにおいては、福島事故で得た教訓、事故耐性燃料に関するデザイン、課題や規格・基準等に関する各機関の発表が行われた。また、ディスカッションでは、安全性の観点から事故耐性燃料の第一の目的として、放射性物質を環境に放出しない、または最小限度にすることであり、具体的には、

- (1) 炉心溶融に伴うようなシビアアクシデントを避けること、
- (2) 冷却できるように炉心形状を保つこと、
- (3) 設計の範囲内の事故に留めること

が重要であるとまとめられた。新たな事故耐性燃料では SBO を想定し、

- (1) どれだけの時間を稼ぐことができるか、
- (2) 可燃性ガスの発生量、
- (3) 放射性物質の排出

の観点で評価していくことが重要であるとまとめられた。新たな事故耐性燃料の試験の優先順位としては、

- (1) 通常運転時における水環境化での腐食、
- (2) 1200℃以上での酸化、
- (3) 高温水蒸気雰囲気での劣化

としてまとめられた。第 1 回のワークショップの発表や議論に関しては、OECD/NEA のプロシーディングスとしてまとめられた。(図 1 参照)

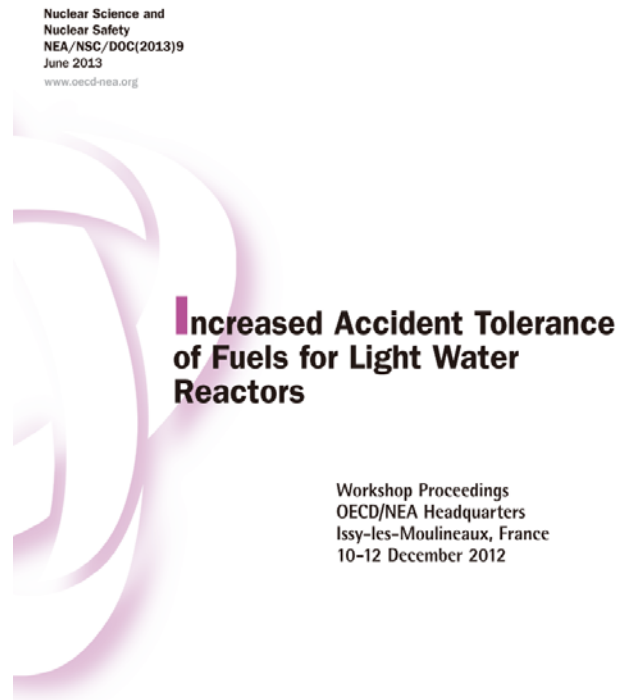


図 1：軽水炉の事故耐性燃料に関する第 1 回のワークショップのプロシーディングス表紙

第 2 回のワークショップは、2013 年 10 月に OECD/NEA の本部で開催された。ここでは、各機関の最新状況の報告とともに、各機関が OECD NEA の枠組みでの国際協力において、どのような概念に貢献できるかという観点での報告があり、これらをまとめ、OECD NEA の枠組みにおいて、軽水炉の事故耐性燃料に関する Expert Group を提案することとなった。事故耐性燃料における対象としては、先進被覆管として、SiC/SiC 複合材料、被覆ジルコニウム合金、改良 SUS 等が挙げられた。また先進燃料として、熱機械特性を向上させた doped UO_2 、U-silicide、U-nitride、被覆粒子燃料が挙げられた。これ以外に、チャンネルボックスや制御棒等も対象となった。これらを対象として、材料特性、モデリング、実験的な検証の必要性に関するレビュー、候補材料の優先順位を付けるための枠組みの構成、事故耐性燃料の有効性を評価するための基準となるシナリオの作成を中心に活動を行なうことが提案された。

(4)軽水炉燃料用事故耐性燃料開発 の取り組み

東京大学 鈴木晶大

溶融事故における核燃料関連の課題検討WG について

福島第一原子力発電所事故により、

- ・溶融燃料挙動理解
- ・シビアアクシデント対策
- ・継続的及び抜本的な安全性向上

が、必要とされている。核燃料部会では、

「溶融事故における核燃料関連の課題検討」WG
を設置し、

今、核燃料研究者がすべきこと

について議論がなされ、2年間の活動を25年度末で終了した。
本講演では、上記WGのもとに設置された「燃料溶融事故を踏
まえた軽水炉燃料に係る研究課題検討」SWGにおける事故
耐性燃料についての議論について概観する。

「燃料溶融事故を踏まえた 軽水炉燃料に係る研究課題検討」SWGについて

- ・既存安全対策について基本に立ち戻っての確認と向上
- ・1F燃料回収とシビアアクシデント時燃料挙動
- ・抜本的な安全対策
- ・周辺環境に応じた分野横断的な安全向上への取り組み

について以下の4分野に分けて検討を行った。

- 1、通常運転時、異常過渡時、事故時における安全性向上
- 2、1F燃料挙動とSA対策
- 3、新材料開発(現行燃料材料、改良燃料材料を超えた対策)
- 4、超長期貯蔵時の燃料挙動

新材料に係る研究課題検討

福島第一原子力発電所事故を踏まえて、
注力すべき新燃料・被覆材に変化があるか。

- ・現行あるいは改良ジルカロイを用いた燃料・被覆材の性能をトータルで超える見込みが必要。
- ・シビアアクシデント時の特に超高温における燃料・被覆材の挙動が、福島第一原子力発電所事故を踏まえて、観点として重要視されている。

新燃料・材料候補に、超高温における挙動という評価項目を追加して検討する必要がある。

現行燃料材料及び新燃料材料についての検討を実施した結果、被覆材の課題解決が大幅な状況改善につながる可能性があるとの結論に至った。

新材料の状況に関する議論

ジルカロイは現行軽水炉に用いられ、実績や各種特性は優れているが、水蒸気との反応により急激に発熱し、水素を発生する

「水素発生と酸化発熱の有無」が材料選定基準としてクローズアップ
 ステンレス鋼は、SBO時に水蒸気反応までの時間がやや稼げ、軽水炉条件での実績がある。改良ステンレス鋼には高温水蒸気共存性が極めてすぐれたものがある

Ni基合金は中性子経済性の点で利用は難しい

Ti合金は代替候補材として検討する価値はあるが、中性子経済性に難点がある

Nb合金は強度が不足しており、利用は難しい

V合金は中性子経済性が劣り、強度がやや劣るため利用は難しい

SiCは靱性が不足しているが、水反応による水素発生、酸化発熱がない。

新材料の議論についてのまとめ

材料特性		ジルカロイ	ステンレス鋼	Ni基合金	Ti合金	Nb合金	V合金	SiC
核特性	中性子経済性	◎	△	×	×	△	×	◎
	放射化	○	△	△	◎	△	◎	○
力学特性	強度	○	○	○	○	×	△	◎
	靱性	○	○	○	◎	○	○	×
照射特性		○	○	△	△	△	△	△
腐食特性 (運転時)		◎	○	○	○	△	△	△
水反応による 水素発生と発熱 (1200℃以上)		×	×	×	△	△	△	◎
実炉実績		◎	○	—	—	—	—	—

◎:非常に優れている、○:優れている、△:改良の必要あり、×:劣っている

SiCの特徴→事故耐性被覆材

<利点>

溶融温度が高い(2730℃)

異常時の緩やかな温度応答

SiC比熱: $690 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

ジルカロイ比熱: $288 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

中性子経済性に優れている

高温での強度に優れている

水反応による水素発生は起こさない

<欠点>

靱性が不足している

SiC/SiC複合材料の開発

脆弱なSiCセラミックスに高強度・高剛性のSiC長繊維を複合化させることで、靱性・信頼性が向上。ただし、複合プロセスに応じて高温水腐食が変化

EPRIではチャンネルとしても有望な材料として提案

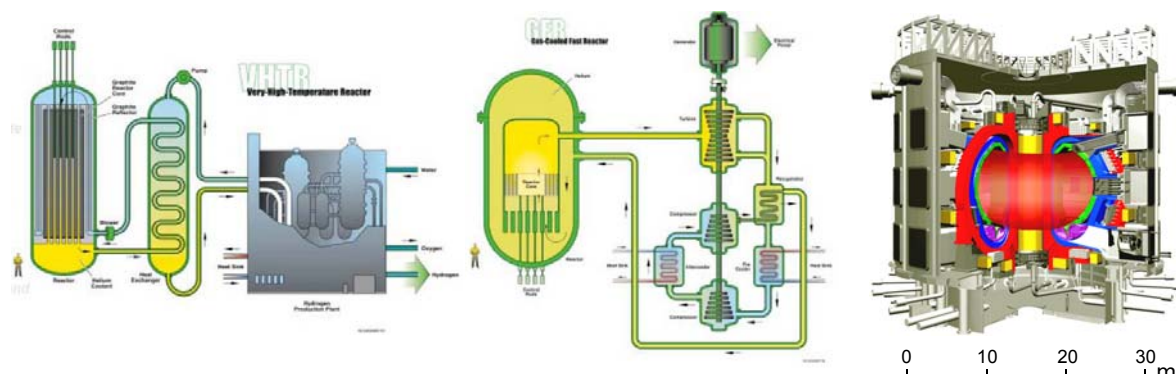
SiC燃料被覆材の可能性と研究課題を言及した論文 (L. Hallstadius et al., Prog. in Nucl. Energy, 57 (2012) 71)

SiC-based composite cladding offers major potential performance improvements in terms of, e.g., parasitic neutron absorption, resistance to irradiation damage, corrosion performance during normal operation, and **high temperature behavior during accident conditions**. However, implementation of SiC-based ceramic cladding will **require significant time and investment**. Key issues that need to be solved are:

1. **Modeling and designing SiCf/SiCm structures** that are both strong and tough.
2. **Cost-effective large-scale manufacturing techniques** for SiC precursors, fibers and composite structures.
3. **Development of phenomenological and mechanistic models with a sound basis in a wide range of high quality data.**
4. Performing **the testing and in-reactor verification** required to assure regulators and commercial operators of the safety and efficacy of the SiC clad, in particular with higher density or enrichment fuel.

SiC/SiC Composites

- SiC/SiC composites are considered as attractive structural materials in fission and fusion energy systems
 - High Temperature properties, High Heat Flux resistance, Radiation Damage tolerance can provide intrinsic safety features to the systems



■ VHTR / NGNP

- Control rods
- Control rod supports
- HX

■ GFR

- Core structures
- Fuel pins
- HX

■ Fusion

- Blanket structures
- Blanket channel liners
- Diverters

SiC材料を軽水炉に適用するための基礎的課題

SiCは極めて優秀な超高温材料＋高い中性子経済性

- ・高温(500~1300℃)での使用しか想定してこなかった。
核融合炉や高温ガス炉での使用
- ・水や水蒸気環境で使用する事を想定してこなかった。
開発段階であり、さまざまな材料が存在する。
- ・SiC bulk、SiCコーティング、CVD SiC/SiC、
NITE SiC/SiC、SiC/p-SiC、金属ライナー材等

SiC被覆管外面部における高温水又は高温水蒸気との共存性
200~500℃、1300℃以上での特性

揮発性FPを閉じ込める気密性

SiC/SiCの場合、破損は気密性低下として現れる。

SiC被覆管燃料集合体作成技術

金属とは全く異なり加工性がない。

設計及び運用に関する規格基準の新規作成

破損モードが金属と大きく異なる。

微細組織変化（大気暴露後）

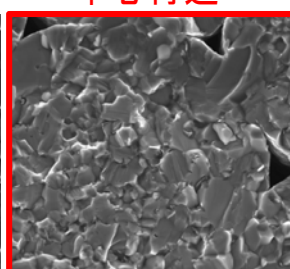
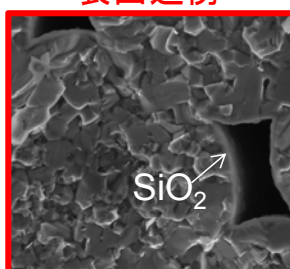
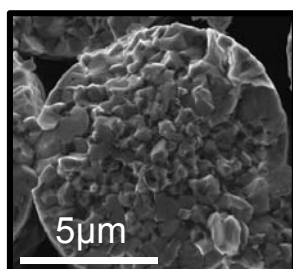
大気暴露前

大気暴露後(1100C, 10h)

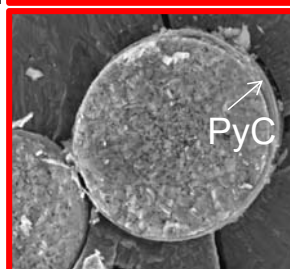
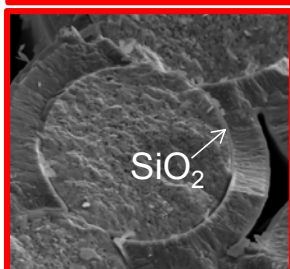
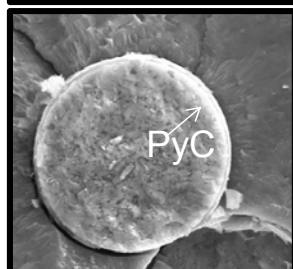
表面近傍

中心付近

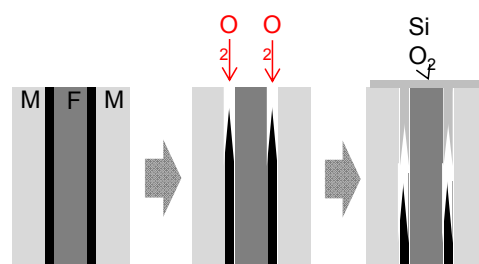
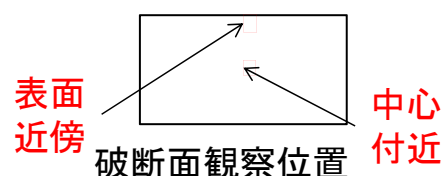
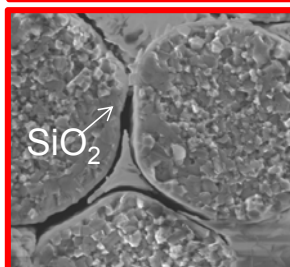
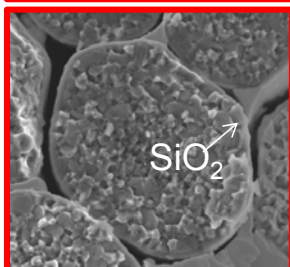
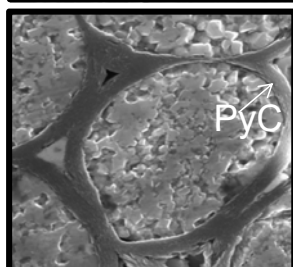
P-SiC



CVI



NITE



→SiO₂相の形成により酸素の透過経路が閉塞し、
中心付近の酸化が抑制

SiC/SiCの課題についての議論

被覆管の封じ切り（端栓設置）が困難

気密性確保が課題

高温水腐食に弱いC界面制御が開発課題

軽水炉条件での照射特性データの取得が必要

高温における熱伝導、電気伝導が基礎特性データとして必要

再処理が可能か、行う場合のプロセスについて検討が必要

集合体に組み上げることを前提とした加工性をどう確保するか

気密性や疑似延性に関し新たな規格基準が必要ではないか。

ジルカロイにSiC等の耐酸化被覆を施す方が現行基準にあう。

SiCの開発課題は多く、規格基準も整備すべきで、比較的遠い将来を見据えた新材料

これ以外にも、実炉での使用実績を踏まえて、近い将来を見据えた新材料として、酸化発熱を抑えた改良SUS等も代替候補材として検討が必要

SiC燃料被覆材開発に関する比較的新しい研究(2012～2013)

1. 燃料被覆材としてのSiC-SiC複合材料の製造 (C.P.Deck et al., Prog. in Nucl. Energy, 57 (2012) 38)
熱・機械的特性に優れた製造プロセスの確立
2. 種々の条件下におけるSiCの高温酸化特性 (M.B.Pichelin et al., Progress in Nuclear Energy, 57 (2012) 38)
SiCの高温における酸化状態を定量的に評価
3. SiC及びSiC-SiC複合材料の各種基礎物性及び照射効果
(M.B.Pichelin et al., J. European Ceramic Soc., 30 (2010) 2653., 30 (2010) 2661., 32 (2012) 485.)
実設計のための照射特性データの取得
4. SiC-SiC複合材料に適用するためのSiCウイスカーの製造と物性評価 (S.Li et al., Ceramic Int., 39 (2013) 449.)
組織と物性との関連性を評価
5. SiC-SiC複合材料の熱伝導率改善のための微細組織設計 (K.Yoshida et al., J. Nucl. Mater., 440 (2013) 539)
微細組織改善で大幅な熱伝導率の向上

- 高温における熱物性等の基礎特性データが蓄積されつつある。
- 靱性を改善したSiC/SiC複合材料の製造プロセスが徐々に確立されつつある。
- 照射特性（スエリング、機械特性）や高温での酸化状態のデータ取得が行われており、そのデータが誤差を持つ式で評価されている等、実設計に向けたデータが整備されつつある。

➤ 集合体に組み上げられるレベルの加工技術を開発することが大きな課題

SiC燃料被覆管実用化に向けた研究課題と最新の研究開発状況

平成24年度「原子力システム研究開発事業 -安全基盤技術研究開発-」 H24～H27の4年間

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)

高熱伝導性に加え高温での化学的安定性に優れ、靱性も補強された**シリコンカーバイト複合材**を炉心材料へ適用することを目指して、被覆技術の開発、製造実現性試験等を行い、原子炉炉心用構造体としての成立性評価を行う。

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)

ナノ含浸遷移共晶相法(NITE 法)を用いた**シリコンカーバイト複合セラミック**燃料被覆管及び燃料ピン製造の基盤技術を開発する。

- **シリコンカーバイト複合材料(SiC/SiC)**は各機関、各社でさまざまな材料が開発される。
- 適切な相互評価、ラウンドロビン試験が必要。

まとめ

・新材料開発

- ・「水素発生と酸化発熱の有無」を材料選定基準としてクローズアップ
- ・SiC材料被覆管、及び改良SUS等に事故耐性被覆管として可能性がある。
- ・SiC開発に向けた開発課題の整理を実施した。

なお、これらの課題を解決するに当たっては以下が重要となる。

- ・研究資源確保
- ・分野横断型研究の推進
- ・国際共同研究の推進
- ・人材育成

Ⅲ. 第13回「材料」夏期セミナー報告

日本原子力研究開発機構 永江 勇二

2014年の第13回「材料」夏期セミナーは、第3回日韓セミナー開催後の開催とし、第3回日韓セミナーは8月4日に、続けて第13回「材料」夏期セミナーは8月5日から6日に、山形県山形市蔵王温泉のホテル樹林にて開催した。日韓セミナーから夏期セミナーを通して参加者はのべ43名であり、そのうち学生は9名であった。今回のセミナーでは、原子力用材料信頼性評価技術開発の現状と今後の展開をテーマとし、日韓セミナーと合わせて4つのセッションが企画された。高原の爽やかな風のもと、活発な議論がなされた。

1日目は、第3回日韓セミナーが開催され、韓国側から4件、日本側から4件の講演がなされた。当セッションの後は、ホテル樹林にて韓国側の講師を含め懇親会を行い、日韓の親睦を深めた。その後、さらに若手セッションとして学生を含む若手研究者による研究紹介がなされ、今後の若手研究者の活躍に期待をこめた厳しい指摘がなされた。

2日目は、「材料特性予測技術」および「材料特性分析並びに検査技術」の二つのセッションが企画された。「材料特性予測技術」では、実験により把握できないような実機条件等での材料特性を把握するためのモデリングやその予測技術について、4件の講演がなされた。アトムプローブによるナノスケール組織観察による材料劣化挙動の解明や酸化局在化特性評価によるSCC発生予測、照射下ミクロ組織発達のモデリングや粒界破壊のマルチスケールモデリングについて講演された。また、「材料特性分析並びに検査技術」では、構造物の健全性を把握するために材料の損傷・劣化状況を分析・検査する技術について、5件の講演がなされた。デジタル画像相関法による材料評価、超音波や電磁気による非破壊検査技術や中性子回折による構造物内部の残留応力測定、ステンレス鋼溶接部の応力腐食割れ特性評価や炉内構造物の破壊靱性評価について講演された。

最終日である3日目は、「福島事故後の材料研究対応状況」と題したセッションであり、福島事故後の材料研究対応状況について、4件の講演があった。汚染水処理廃棄物保管に係る材料腐食や原子力容器鋼の腐食、鉄鋼材料の微生物腐食といった腐食の問題、炉心溶融による原子炉压力容器下部ヘッ드의破損挙動評価について講演された。

なお、日韓セミナー・夏期セミナーに使用したテキストは、日本原子力学会事務局より販売（限定部数）する予定である。

最後に筆者の所感として、原子力用材料信頼性評価技術に関してご講演いただいた研究に限らず多くの研究がなされており、これらの研究成果を集約していくことも重要であると感じた。また、学生の出席が若干少なく、学生の方からの質問が少なかつ

たように感じた。学業や旅費等の関係で学生の出席が少なかったことが一因と考えられ、部会からの旅費補助や日程に留意する必要があると感じた。来年は三部会（核燃料・材料・水化学）合同夏期セミナーを開催する計画であり、今後の研究開発を担っていくと考えられる多くの若手研究者の参加を期待したい。



懇親会の様子



セミナーの様子



2014 年「材料」夏期セミナー参加者

【夏期セミナーに参加した学生からの生の声】

今回参加した夏期セミナーでは、様々な先生方のお話を聞くことができ非常に有意義なものであったと感じております。自分の専門以外の分野も含まれておりましたが、先生方の説明が分かり易く専門以外の分野に触れる良い機会になったと思います。特に「福島事故後の材料研究対応状況」ということで、廃炉に向けての材料の課題についていくつか知ることができ勉強になり、今後解決していくべき課題であると再認識いたしました。

また、他の研究室の学生や他大学の学生と交流を持てたこと、普段会うことのない研究者の方々と少しではありますがお話ができ良い機会となりました。今回夏期セミナーを企画していただきありがとうございました。今後このような機会がありましたら是非参加させていただきと思います。

(東北大学 大学院工学研究科 量子エネルギー工学専攻
渡辺豊研究室 熊谷大介)

材料部会のセミナーには初めて参加させて頂きました。私がセミナーに参加したいと思った経緯は、広く材料に対する知識を得たいと思ったからです。その点に関して、今回のセミナーでは、応力腐食割れの特性評価や先進的な材料の信頼性評価技術など、様々なことを学ばせていただきました。先生方には、原子力用材料で課題となっている点に関して基本的なことから丁寧に説明していただき非常に感謝しています。

今回のセミナーのなかで、特に金属材料の時効挙動に関する研究が印象に残っています。私は、核融合炉の実現に向けた研究を行っていますが、プラズマ照射下における微細組織評価という限定的な視野で研究を行っていたと思います。今回のセミナーを通して、実現している原子炉においても多くの課題があり、その解決に向けて多様なアプローチで研究がなされていることに新鮮さを感じることができ、研究に対する視野を広げることができました。また、材料研究の必要性を改めて感じる機会とすることができました。

これから自身の研究を進めていく中でも、今回の経験を活かし、自身の研究領域にこだわらず、その周辺領域にも関心を持ちながら、広い視野を持って研究に取り組みたいと思います。最後になりますが、このような素晴らしいセミナーを企画・運営して下さった先生方にこの場を借りて厚くお礼申し上げます。

(島根大学 総合理工学研究科 総合理工学専攻
宮本研究室 飯島 信行)

今回初めて夏期セミナーに参加させて頂きましたが、その三日間の中で材料

についてだけでなく、福島第一原発への対応についてなどの講演を聴かせて頂き、大変勉強になりました。私は核融合炉第一壁の材料に関する研究でタングステンへのプラズマ及びイオン照射をしているのですが、今回の講演の中にタングステンへの中性子・鉄イオンの照射に関するものがあり大変参考になると共に自分の不勉強さを実感させられました。福島第一原発に関する講演では、微生物による腐食についての講演がありまして、これまで自分に全くなかった観点からの材料の腐食に関する話であり、特に興味深く聴くことができました。講演全体を通して自分の研究と直接関係のある話だけでなく、様々な研究の現状についての話を聞くことができ、視野を広げることができたと思います。またこれまであまり機会のなかった他大学の学生や多くの研究者の方々との交流ができ非常に有意義な時間を過ごさせて頂きました。今回このような機会を設けて下さった先生方に感謝致します。ありがとうございました。

(島根大学 大学院総合理工学研究科 総合理工学専攻
宮本研究室 三上 聡)

今回の夏期セミナーを通じて、自分の専門分野にとどまらず、照射環境下における様々な材料の特性評価について幅広い知識を得ることができました。セミナーの主題は原子炉（軽水炉、核融合炉）材の劣化評価と福島第一原発事故後の炉材評価であり、今後の材料研究において重要となる課題について講義をして頂きました。軽水炉に関する研究で印象に残っているものは、破壊や応力腐食割れといった材料劣化はとくに炉の溶接部で起こりやすく、その発生プロセスは非常に複雑であるということでした。福島事故後の材料研究という観点では、原子炉冷却に使用した海水やダム水が材料腐食を加速させていること、腐食減量させるためのヒドラジン添加は周囲の環境によってはあまり効力を発揮しないということが印象的でした。

また、このセミナーに参加したことで、普段滅多にお会いする機会のない研究者の方や他大学の先生方や学生ともお話ができ、研究内容のみならず学業や趣味などの話で盛り上がり、大変楽しい時間を過ごすことができました。このような機会を設けてくださいました先生方、ならびに本セミナーでお世話になりました皆様にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

(島根大学 大学院総合理工学研究科 総合理工学専攻
宮本研究室 田中 徳人)

今回初めて夏期セミナーに参加させて頂きましたが、非常に有意義なセミナーであったと感じております。講演内容は専門性が強く難しいものもありましたが、講演された先生方の説明はとても分かり易く、知識が未熟な私でもなん

とか理解を深めることができ、自身の視野を広げることが出来ました。また、原子力材料に関する講演だけでなく、福島第一原発事故への対応など、内容が多岐にわたっていた点も良かったと思います。また、セミナーの中には充実した懇談会も企画されており、学生としては多くのベテラン研究者の方々と知り合え、直接話せる良い機会を頂き、大変感謝しております。

3日間のセミナーを通して、原子力に関する幅広い講演や著名な先生方による活発な議論を聞くことができ、大変有意義な時間を過ごすことができました。このようなセミナーを企画・運営して下さった方々に感謝いたします。ありがとうございました。

(東北大学 大学院工学研究科 量子エネルギー工学専攻
長谷川・野上研究室 宇佐美博士)

今回は昨年に引き続いてセミナーに参加させて頂きましたが、原子力材料に関する講演のみならず、核融合炉材料や福島第一原発事故に関する講演もあり、材料に関する知識を今まで以上に深めることができ、大変勉強になりました。

学生セッションにおいては、材料研究の大先輩方から私の研究に対するアドバイスを直接頂けるというめったにない機会を設けていただき感謝しております。

今回材料部会夏期セミナーを企画して頂き、また参加させて頂けたことで、大変有意義な時間を過ごすことが出来ました。ありがとうございました。

(東北大学 大学院工学研究科 量子エネルギー工学専攻
長谷川・野上研究室 岩田 拓也)

It was very eagerly look forward to attend to this Japan Korea summer seminar. From the first, I learned the developing materials, evaluation the properties of the materials on the stress, and accident of nuclear plant on Fukushima in terms of safety engineering. In particular, I was interested about the method of evaluation on Digital 3D correlation systemVIC-3D+High-Speed Video camera system by doctor Nozawa who is working at JAEA. It could be known where stress load by this system.

I really appreciate you to give me a chance to learn the trends and major knowledge from who work at the national laboratory and professors by the Japan Korea summer seminar.

(東北大学大学院 大学院工学研究科 量子エネルギー工学専攻
長谷川・野上研究室 ファン・テヒョン)

IV. 第3回日韓セミナー報告

原子力研究開発機構 野澤 貴史
電力中央研究所 野本 明義

日韓セミナーは原子力材料の諸課題について、日韓双方の専門家が集い、情報交換と人材交流を進める形で、第1回は2012年3月に原子力学会2012年春の年会（近畿大学）にて、第2回は2013年10月に韓国原子力学会2013年秋の大会（Gyeongju）にて開催され、今回の第3回日韓セミナーは、2014年8月4日（月）に、日本原子力学会材料部会主催の夏期セミナーと同期間に山形県蔵王温泉にて開催された。特に韓国側の強い要望もあり、日韓各4件の講演と総合討論を含む半日規模のセッションが企画された。

今回のセミナーでは、第2回の主テーマであった材料の経年劣化を含め、様々な炉材料に関する材料劣化の諸課題について幅広くテーマを設定した。聴講者は約30名で前回の韓国開催時と比べて決して多くはないが、終始和やかな雰囲気の中、活発な議論が展開された。以下、プログラムの順に各講演の概要を簡単に報告する。

セミナーは主催である材料部会長・長谷川教授（東北大）の開会挨拶により始まり、韓国側2件、日本側2件のレビュー講演と続いた。最初の講演はChang-Heui Jang教授（KAIST）によるGen-IV炉（超高温ガス炉、ナトリウム高速炉）材料に関するレビュー講演であり、材料の酸化挙動、寿命評価を中心に報告された。617合金の表面改質により大幅に耐酸化特性の向上が期待されるとの説明があった。続いて、Young-Bum Chun氏（KAERI）より韓国における低放射化フェライト鋼の開発の現況について報告された。現在、大規模なパラメータスタディを実施し、鋼仕様の改良・最適化を進めているとのこと、例えばZr添加鋼において延性脆性遷移温度（DBTT）シフトの抑制、クリープ特性向上に良い結果を得ているとのことである。続いて鵜飼重治教授（北大）により、日本での氧化物分散強化型鋼（ODS）開発の現況について報告された。材料設計の方法論から添加元素（Al、Ti及びZr）の影響について詳細な解説がなされた。前半セッション最後は、橋爪健一准教授（九大）により、福島事故と関連した軽水炉の燃料と材料の損傷課程について報告された。具体的には、ウラン氧化物燃料やジルカロイ燃料被覆管を対象に、水素効果による材料劣化について概説された。

休憩を挟み後半のセッションでは、各論について、日韓ともに2件ずつの講演があった。Kyung-Hwan Na氏（KHNP/CRI）は、韓国の商用軽水炉で実際に生じた幾つかのき裂進展事象を例に、それらの具体的メカニズムについて報告した。Sung-Woo Kim氏（KAERI）は冷間加工した690合金を対象に、1次冷却水中の環境下における応力腐食割れ（PWSCC）課題に対しての最近の研究成果について報告した。三浦照光氏（INSS）は、粒界強度評価のための微小試験片法の開発現況を解

説し、本手法による粒界型応力腐食割れ（IGSCC）メカニズムの検討結果が紹介された。特に粒界強度への中性子照射影響とヘリウム効果が議論された。最後に、大矢恭久准教授（静大）より、核融合炉材料として近年特に注目されるタングステン材料について、その水素挙動に着目し、劣化機構に関する報告がなされた。

総合討論の間では、日韓の原子力材料に関する草の根的な交流活動は今後も重要との認識が共有され、今後も前向きに検討を進めることが確認された。次回の日韓セミナーは、2015年秋に韓国主催で開催される予定である。

最後に、御多忙の中、講演を快諾頂いた日韓それぞれの講師の先生方に感謝申し上げます。



V. 関連する国際会議のリスト

(1) 17th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-17)

会期：October 12-16, 2015

場所：Eurogress Aachen, Germany

ホームページ：

http://www.fz-juelich.de/conferences/ICFRM2015/EN/Home/home_node.html

申込締切：March 13, 2015

核融合炉材料をテーマに、材料製造技術や照射効果等に関する最新成果が報告される国際会議です。

(2) 12th International Symposium on Fusion Nuclear Technology

会期：September 14-18, 2015

場所：Jeju Island, South Korea

ホームページ：<http://www.isfnt-12.org/>

申込締切：February 14, 2015

核融合技術に焦点を絞った国際会議ではあるが、炉工学に関する材料課題も多く議論される会議です。

(3) 11th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies

会期：August 30-September 4, 2015

場所：Jeju Island, South Korea

ホームページ：<http://www.pacrim11.org/>

申込締切：December 31, 2014

1993年より開始された環太平洋地区のエンジニアリングセラミックスに関する情報交換を目的とした国際会議です。

(4) 17th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems - Water Reactors ENVDEG 2015

会期：August 9-13, 2015

場所：Ottawa, Ontario, Canada

ホームページ：

http://www.envdeg2015.org/envdeg2015_html/envdeg2015_home.html

申込締切：November 21, 2014

軽水炉材料に関する国際会議で、材料劣化及び損傷、照射効果、水化学等に関する最新成果が報告されます。

(5) 2015 ASME Pressure Vessels & Piping Conference (PVP)

会期 : July 19-24, 2015

場所 : Boston Park Plaza, USA

ホームページ : <http://www.asmeconferences.org/PVP2015/>

申込締切 : November 10, 2014

米国機械学会 (ASME) が主催する圧力容器と配管に関する実質的な国際学会です。

(6) 11th CMCEE - 11th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications

会期 : June 14-19, 2015

場所 : Vancouver, Canada

ホームページ :

<http://ceramics.org/meetings/11th-international-symposium-on-ceramic-materials-and-components-for-energy-and-environmental-applications>

申込締切 : 未定

米国セラミックス協会主催の国際会議で、主にエネルギー材料としてのセラミックスの研究開発に関する最新成果が報告されます。

(7) 2015 ANS Annual Meeting

会期 : June 7-11, 2015

場所 : San Antonio, USA

ホームページ : http://www.ans.org/meetings/c_1

申込締切 : January 9, 2015

米国原子力学会 (ANS) が主催する次世代炉向けの燃料材料、構造材料に関する国際学会です。

(8) ICONE 2015 - The 23rd International Conference on Nuclear Engineering (ICONE-23)

会期 : May 17-21, 2015

場所 : Chiba, Japan

ホームページ : <http://www.icone23.org/>

申込締切 : September 20, 2014

日本機械学会 (JSME)、米国機械学会 (ASME)、中国核学会 (CNS) が共催する原子力工学に関する国際会議です。

(9) 2015 International Congress on Advances in Nuclear Power Plants
(ICAPP '15)

会期 : May 3-6, 2015

場所 : Acropolis Congress Center, Nice, France

ホームページ : <https://www.sfen.fr/ICAPP>

申込締切 : September 30, 2014

原子力発電プラントの進歩に関する国際会議で、軽水炉や高速増殖炉等の原子炉と関連する燃料サイクル、燃料材料等の研究開発に関する最新成果が報告されます。

(10) 2015 MRS Spring Meeting & Exhibit

会期 : April 6-10, 2015

場所 : San Francisco, California

ホームページ : <http://www.mrs.org/spring-2015-technical-sessions/>

申込締切 : October 23, 2014

米国材料学会主催の定期大会という位置付けで、年に2回北米で開催（春：西海岸、秋：ボストン）される会合で、米国外からの研究者も多く参加する会議です。

(11) MCARE 2015 - Materials Challenges in Alternative & Renewable Energy
2015

会期 : February 24-27, 2015

場所 : Jeju, Korea

ホームページ : <http://www.mcare2015.org/index.php>

申込締切 : October 8, 2014

米国セラミックス協会主催の国際会議で、代替/再生エネルギー開発に係る材料関連の研究成果が報告されます。

VI. 運営委員会 委員名簿

部会長	長谷川 晃	(東北大学)
副部会長	福谷 耕司	(原子力安全システム研究所)
財務小委員長	金田 潤也	(日立 GE ニュークリア・エナジー)
編集小委員長	鹿野 文寿	(東芝)
編集小委員会委員	宮本 光貴	(島根大学)
広報小委員長	佐藤 智徳	(日本原子力研究開発機構)
広報小委員会委員	大野 直子	(北海道大学)
国内学術小委員長	永江 勇二	(日本原子力研究開発機構)
国内学術小委員会委員	岸本 弘立	(室蘭工業大学)
国際学術小委員長	野沢 貴史	(日本原子力研究開発機構)
国際学術小委員会委員	野本 明義	(電力中央研究所)
庶務幹事	檜木 達也	(京都大学)
庶務幹事	山県 一郎	(日本原子力研究開発機構)
庶務幹事	藪内 聖皓	(東北大学)
庶務幹事	高橋 克仁	(日立製作所)

VII. 寄稿のお願い

材料部会では、部会員の皆さまのご寄稿を歓迎いたします。原子力関連材料についての最近の研究や研究機関・施設・研究会の紹介、会議の案内や報告、国際交流など、気楽に話題提供をお願いいたします。以下の電子メールアドレスあるいはお近くの運営委員までご連絡ください。

○材料部会運営委員会宛メールアドレス

material-sc@material-aesj.sakura.ne.jp

VIII. 編集後記

今回の部会報は、例年どおり秋季大会後の発行とさせていただきました。次号は春季大会後の発行を予定しています。

部会報に対するご意見、ご要望など、どのようなことでも結構ですのでお寄せ頂ければ幸いです。