

Gen-ki

未来へげんき

vol.

61

2022



JAEA × 「捉える」

To the Future 新原子力で目指すSustainableな未来
第16回 原子力機構報告会レポート

福島第一原子力発電所の「燃料デブリ」の性状を「捉える」
材料が溶ける不思議を解明「多成分系での共晶溶融現象」

原子炉の配管が巨大地震で破損する確率を「捉える」
世界で唯一!地震による破損確率解析コード「PASCAL-SP2」

To the Future 新原子力で目指すSustainableな未来

第16回 原子力機構報告会レポート

「第16回 原子力機構報告会」を、2021年11月18日(木)に開催しました。今回は会場及びオンラインを併用するハイブリッド形式で開催し、会場には200名を超える方に来場いただきました。またオンラインでは、1,700を超える視聴をいただきました。機構がこれまで取り組んできたこと、今後どんなことに挑戦しようとしているのかをお届けした報告会の様子を紹介いたします。

開催概要

日時 2021年11月18日(木)

場所 イノホール (東京千代田区)



開催概要や発表資料、ライブ配信のアーカイブは、こちらの二次元コードからご覧いただけます。

発表テーマ

- 基調講演 「第4期中長期目標期間に向けた原子力機構の挑戦」
- 【原子力機構の研究開発】
 - 「カーボンニュートラルに向けた原子力イノベーションの取組」
 - [報告1] 「HTTRの運転再開に向けた取組と今後の展望 ~2050年カーボンニュートラルへ貢献できる高温ガス炉の研究開発~」
 - [報告2] 「レーザーを用いた局所分析による岩石・鉱物の年代学的研究」
 - [報告3] 「新規分離試薬の設計を可能にする元素分離の計算手法の開発」
- トークセッション
「新原子力 × 無限大 ~我々はまだ原子力の可能性の一部しか利用していない~」

当日、会場内ではさまざまな展示が行われました



各部門等の成果展示パネル

成果展示パネルには研究者等による音声解説も。上記二次元コードから展示内容をご覧いただくことが可能です。



観光スポット・特産品紹介

JAEAの研究開発拠点の周辺地域にある、観光スポットや特産品をご紹介します。



VR体験

「ふげん」「もんじゅ」の廃止措置の状況をナレーション付きVRゴーグルで視聴し、現場の臨場感を味わうことができます。

新原子力の実現に向けて

- (1) イノベーション創出(「2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現」等)
- (2) 機構における施設の廃止措置等の取組
- (3) 第3期中長期目標期間中の機構成果の総括的な発信

TOKIMEKI SCIENCE

トキメキサイエンス

「樹氷」



氷と雪が生み出す芸術「樹氷」。

日本ではごく一部の山域でしか見ることができない自然現象で、世界的に見ても大変珍しいものです。

樹氷の形成には、いくつかの気象条件がそろう必要があります。1つ目は、常に一定方向からの強風により多量の過冷却水滴と雪が運ばれること。2つ目は、雪が付着しにくい落葉広葉樹ではなく、常緑針葉樹が自生していること。そして、木々が雪で埋まってしまわない程度の積雪であることの3つです。

特に、山形県と宮城県の県境に位置する蔵王連峰の冬は、平均風速10~15 m毎秒、平均温度はマイナス10℃以下という吹雪の世界。そんな過酷な環境で、霧状になった氷点下の水滴を含む季節風が木々にぶつかって瞬間的に凍りつくことで、どんどん大きく成長していきます。一つとして同じ形ものがないだけでなく、刻々と変化するその姿は繊細かつ雄大。その姿から「スノーモンスター」とも呼ばれています。

CONTENTS

01 To the Future 新原子力で目指すSustainableな未来
第16回 原子力機構報告会レポート

06 福島第一原子力発電所の「燃料デブリ」の性状を「捉える」
材料が溶ける不思議を解明「多成分系での共晶溶融現象」

09 原子炉の配管が巨大地震で破損する確率を「捉える」
世界で唯一!地震による破損確率解析コード「PASCAL-SP2」

12 PLAZA/読者アンケートはがき など

原子力機構の研究開発 〈若手・中堅研究者及び技術者による個別報告〉



高速炉・新型炉研究開発部門 大洗研究所
高温ガス炉研究開発センター
高温工学試験研究炉部 HTTR技術課

ながすみ さとる
長住 達

報告 1 HTTRの運転再開に向けた取組と今後の展望

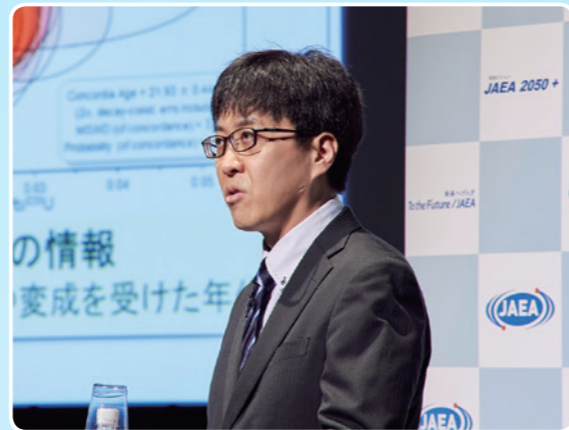
～2050年カーボンニュートラルへ貢献できる高温ガス炉の研究開発～

高温ガス炉は水素製造等の多様な熱利用が可能、優れた安全性により炉心熔融を起こさない設計が可能という2つの大きな特長を有しカーボンニュートラルに貢献できる革新的な原子炉であります。その試験炉である、高温工学試験研究炉「HTTR」は今年7月に運転を再開しました。

国のグリーン成長戦略に基づき、2022年にHTTRにより安全性確認試験を行い高温ガス炉の安全性を実証、2030年までにHTTRと水素製造設備を接続し核熱による水素製造を実証し、2040年以降の高温ガス炉の実用化に向けて研究開発を推進していきます。

報告 2 レーザーを用いた局所分析による岩石・鉱物の年代学的研究

日本では、高レベル放射性廃棄物の適切な処分として、地下300mより深い地層に埋める地層処分が計画されています。地層処分では、「地質環境の長期的な安定性=地層が今後どのくらい動くか」を把握する必要があります。そのために行っている取組の一つが、過去から現在までの自然現象を精度良く把握する、レーザーを用いた局所分析手法の開発です。地層に存在する岩石や鉱物の局所分析が可能で、例えばどのような環境下で結晶が成長したかという段階的な自然現象の解釈が可能です。今後も、国際的にリードできる新しい分析技術の開発・技術を進めていきます。



核燃料・バックエンド研究開発部門
東濃地科学センター 地層科学研究部
年代測定技術開発グループ

よこやま たつのり
横山 立憲

報告 3 新規分離試薬の設計を可能にする元素分離の計算手法の開発

高レベル放射性廃液に含まれる放射性元素を、性質に応じて分離・変換する技術を開発しています。その中で、非常に長い期間の放射性半減期を持つ「マイナーアクチノイド(MA)」と、中性子を吸収する「ランタノイド(Ln)」の分離は非常に困難です。その課題の解決を目指し、MAとLnの分離性能を再現できる新しい計算手法を開発しました。さらに、分離のメカニズムを明らかにすることで、元素分離で用いられる分離試薬の開発を加速することも可能となりました。今後、医療用RI製造やレアメタルの回収等、原子力分野以外での応用にも展望を見据えています。



原子力科学研究部門 原子力科学研究所
原子力基礎工学研究センター
原子力化学ディビジョン 放射化学研究グループ

かね こ まさし
金子 政志

基調講演

第4期中長期目標期間に向けた原子力機構の挑戦

こだま としお
理事長 児玉 敏雄



現在、世界規模でカーボンニュートラルの実現に向けた取組が加速されています。先の見えない不確実な社会状況に対し、持続可能性と強靱性を備えた社会の実現を目指した科学技術分野でのイノベーション創出が不可欠となっており、原子力を取り巻く状況においても、カーボンニュートラルに向けて、脱炭素電源である原子力の技術のイノベーションが期待されています。

技術や知識基盤のプラットフォーム構築し、研究開発成果を産業界へ橋渡しすることが、我々が果たすべき役割と認識して取り組んでいきます。その取組として、JAEAの保有する特許等の知的財産で原子力以外の分野での実用化が期待できる技術解説集を発行したほか、最近ではJAEA発表ベンチャーを認定しており、研究開発成果の社会実装に向けた意識を高めています。今後、次期中長期目標期間では、安全確保を大前提として、前述したようなJAEAが果たすべき役割を認識しながら「研究開発活動」と「廃止措置」を両立して推進していきます。

原子力機構の研究開発 〈講演〉

カーボンニュートラルに向けた原子力イノベーションの取組

理事 大島 宏之

国のグリーン成長戦略等において、原子力は2050年カーボンニュートラルの実現に貢献できる実用段階の脱炭素電源と位置づけられています。そのためJAEAでは、高温ガス炉や高速炉サイクルの開発を加速化しております。

90%近くのエネルギーを海外に依存している日本は、海外の情勢に左右されずに安定かつ安価にエネルギーを長期に確保すると同時に、カーボンニュートラルを達成しなければならぬという課題に直面しています。

これらの課題の解決には、温室効果ガスを排出せず、安定かつ機動性をもってエネルギーを供給できる技術を自国で有することが必要です。高い安全性と経済性を有する高温ガス炉や高速炉といった革新的な原子力システムは、その有力な選択肢と言えるでしょう。高温ガス炉は、カーボンフリーな水素製造や熱

利用により、製造部門や運輸部門等における温室効果ガス排出量削減にも貢献できます。高速炉サイクルは、ウラン資源の飛躍的な利用効率向上のみならず、原子力システムの実装に不可欠な放射性廃棄物の有害度低減・減容化を可能とします。「常陽」「もんじゅ」の建設・運転等を通じて蓄積した世界レベルの知見をベースに、安全性と革新性を両立する技術の確立に向けて民間と連携しながら取り組んでまいります。また、エネルギー分野だけでなく、医療等非エネルギー分野への貢献に向けた原子力イノベーションにも注力してまいります。



山口 医療や宇宙、さまざまな分野で用いられているのです。大井川理事にお聞きしたいのですが、新原子力をどのように捉えていらっしゃるのでしょうか。

大井川 一つは、原子力のエネルギー利用を促進していくために安全性や廃棄物の



国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
研究開発部門 第一研究ユニット 宇宙環境計測領域
研究領域主幹/専門技術リーダー

ながまつ あいこ
永松 愛子 氏

測技術は、宇宙開発で必要なインフラ技

永松 原子力技術から生まれた予測・計測技術は、宇宙開発で必要なインフラ技

**社会インフラとなる技術が
凝縮する原子力を
生活水準向上に役立てたい**

課題を解決して、次のステージに上げていくようなものです。もう一つは、放射線や原子核、といったミクロの世界から身近に役立つ技術を生み出すことです。例えば、JAEAが開発した放射線挙動解析コードPHITS(フィッツ)※は、医療や宇宙の分野にも活用されています。原子力の技術や発想をさまざまな場に応用することが重要だと感じますね。



日本原子力研究開発機構 理事
おおい ひろゆき
大井川 宏之

山口 JAEAには技術、人材、インフラ、研究成果、多くの知恵と知見の蓄積があると思います。永松先生、神田先生の視点で、JAEAの施設や技術に対する印象をお聞かせください。

永松 原子力技術から生まれた予測・計測技術は、宇宙開発で必要なインフラ技

神田 私たちは放射線防護と被ばく医療を中心とした研究・開発に携わっており、専門研究分野は、染色体異常を用いた被ばく線量評価と、日本人の放射線リスク認知調査です。それ以外にも、医療の分野では放射線検査による患者さんの被ばく防護や、放射線防護関連の学会のネットワーク形成にも携わっています。

永松 JAEAにて、ISS船内環境、生物影響、宇宙飛行士の被ばく管理のための宇宙放射線計測、遮蔽防護の研究開発を行ってきました。2022年2月にNASAから打ち上げられる新型ロケット1号機「スペースローンチシステム」に搭載される超小型探査機「OMOTENASHI」には、JAEAが開発した超小型の線量計が用いられます。これは、日本初の月周回軌道における被ばく線量を調査するミッションを担います。今後、国内外のさまざまなプロジェクトにて我々の線量計が用いられる予定です。

大井川 JAEAにて、原子炉における中性子の「ふるまい」の研究と、その応用として長寿命放射性核種の核変換処理

山口 放射線治療もオーダーメイドの時代がくる。「JAEA2050+」でJAEAが掲げるオープンイノベーションの強化がますます重要になります。

大井川 PHITSのユーザーが身近にいることを知り、大変うれしく思います。施設や人材、ソフトウェアを含め、他分野との連携をさらに加速させたいです。

山口 すでに原子力は生活や産業に密着し、将来の社会に貢献できるものです。新しい時代の社会にフィットする新原子力の姿、想像力を膨らませると、さまざまな活用アイデアが出てきそうです。

神田 原子力研究の現場では、偶発的にさまざまな成果が生まれていることを知りました。これからは偶然を必然に変えて研究を続けながら連携いただき、新原子力の分野をけん引してほしいです。

永松 若手研究者の発表や会場に設置された成果展示パネルにて原子力における幅広い技術を拝見し、宇宙開発で重要な潜在的な技術があるのではないかと感じました。今後も場の提供はもちろん、人材や研究の交流から密接な関係を構築できたら、と考えております。

山口 原子力は、エネルギー、放射線、それに加えてこれらを統合した社会インフラとなる技術が凝縮していると言っても過言ではありません。原子力技術を、人々の生活水準の向上に役立てていただくことを期待したいですね。

※ 放射線挙動解析コードPHITS [<https://phits.jaea.go.jp/indexj.html>]

原子力技術は、
医療や宇宙開発の世界へ

トークセッション



トークテーマ **新原子力 × 無限大** ~我々はまだ原子力の可能性の一部しか利用していない~

東京大学の山口彰氏をモデレーターに迎え、量子科学技術研究開発機構の神田玲子氏、宇宙航空研究開発機構(以下、JAXA)の永松愛子氏、そして当機構の理事・大井川宏之を交えてトークセッションを実施しました。

原子力は身近に存在している

山口 私は東京大学で原子力工学・安全工学・リスク学などに関する研究を専門としており、日本原子力学会会長も務めております。みなさまも自己紹介をお願いします。

神田 私は放射線防護と被ばく医療を中心とした研究・開発に携わっており、専門研究分野は、染色体異常を用いた被ばく線量評価と、日本人の放射線リスク認知調査です。それ以外にも、医療の分野では放射線検査による患者さんの被ばく防護や、放射線防護関連の学会のネットワーク形成にも携わっています。

永松 JAEAにて、ISS船内環境、生物影響、宇宙飛行士の被ばく管理のための宇宙放射線計測、遮蔽防護の研究開発を行ってきました。2022年2月にNASAから打ち上げられる新型ロケット1号機「スペースローンチシステム」に搭載される超小型探査機「OMOTENASHI」には、JAEAが開発した超小型の線量計が用いられます。これは、日本初の月周回軌道における被ばく線量を調査するミッションを担います。今後、国内外のさまざまなプロジェクトにて我々の線量計が用いられる予定です。

大井川 JAEAにて、原子炉における中性子の「ふるまい」の研究と、その応用として長寿命放射性核種の核変換処理



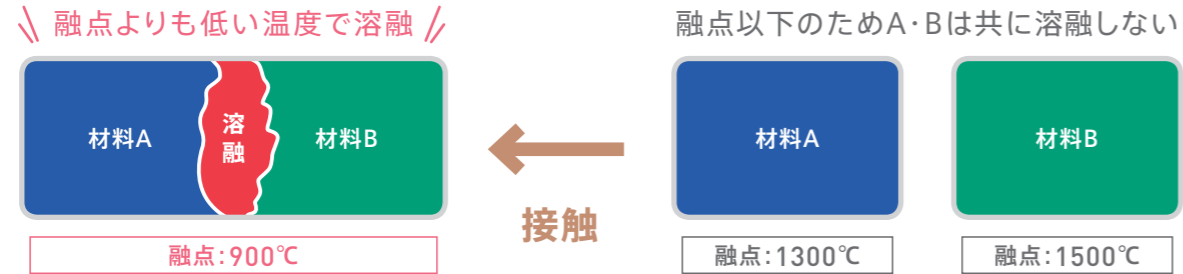
国立大学法人東京大学大学院
工学系研究科 原子力専攻 教授
やまぐち 彰
(モデレーター) **山口 彰** 氏

理の研究に携わってきました。その後、JAEAにおける研究開発の企画・計画推進や、原子力の基礎的・基盤的研究の推進などを担当しています。

山口 自己紹介を伺っただけでも、原子力がさまざまな分野に展開されていることがわかります。まずは医療分野で抱えている課題をお聞かせいただけますか。

神田 医療で用いられる放射線の現場では「怖い」「受けたくない」といった、心理的不安を抱えていらっしゃる方が多く、骨折や虫歯検査等では敬遠される傾向にあります。しかしながら、がん治療、心臓や脳の検査といった、生死に関わる使用は比較的受け入れられる傾向にあります。このことから、放射線診療の便益を最大化し、リスクを最小化する必要性を感じています。現在は小型で高性能の次世代重粒子線がん治療装置「量子メス」を開発中です。まだ課題はありますが、回数や副作用を減らす治療を目指して開発を進めています。

共晶溶融現象のメカニズム (空間温度が1000℃の場合)



燃料デブリの性状を解明するための2つのアプローチ

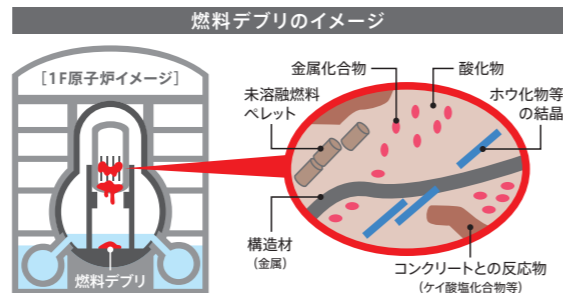
今回の研究 金属溶融のメカニズムから分析

- STEP
- 最初に溶融したのは制御棒(高温融体)であるという仮説を立てる
 - 制御棒(高温融体)が燃料棒(金属ジルコニウム)と共晶溶融した場合、どのような性状となるかを、管理された金属試料で検証
 - 共晶溶融した金属が、どのような構造物を巻き込んで固まったかを推測

主なメリット

- ・段階的な溶融現象を確認できる
- ・幅広い金属材料から数多くのモデルケースを取得できる

燃料デブリを模擬して分析



燃料デブリの性状

1Fの燃料デブリの正体を予測

ケイ酸等を主成分とする

ウランやジルコニウム、ステンレス鋼等の酸化物を主成分とする

ステンレス鋼や炭化ホウ素、金属ジルコニウムを主成分とする

コンクリート系燃料デブリ

酸化物系燃料デブリ

金属系燃料デブリ

福島第一原子力発電所の「燃料デブリ」の性状を「捉える」

材料が溶ける不思議を解明

多成分系での共晶溶融現象



燃料デブリの正体やその特性・性状を明らかにしていきます!

福島研究開発部門 福島研究開発拠点
廃炉環境国際共同研究センター
燃料デブリ研究ディビジョン
燃料デブリ取扱技術開発グループ
研究員

すみた たけひろ
墨田 岳大

東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所(以下、1F)の廃炉作業を進める上で重要な「燃料デブリ」。燃料デブリとは、核燃料や金属材料、コンクリートなど複数の材料が高温で溶融・反応した後に冷えて固まったものです。事故から10年余りが経過しましたが、形成メカニズムの解明や、その性状把握に必要となる基礎的知見は依然として不足しています。そこで原子力機構では、複数の材料からなる燃料デブリの取出しや処置方法等を考慮する上で非常に重要となる「多成分での共晶溶融現象」に関する研究成果を発表しました。この取組から、さらに新たな産業分野への活用の可能性が見えてきました。

Q 今回の研究開発内容のポイントを教えてください。

「共晶溶融現象」とは、金属材料単体の融点よりも低い温度で液化反応が起きる現象のことです。原子力に関わらず、さまざまな科学・産業分野で利用されていますが、単一材料の温度上昇に伴う「単純な溶融現象」と比べると実験の実施やメカニズムの解明が非常に困難で、過去の研究例はあまり多くありません。理論・実験のどちらでも検討が不足しており、共晶溶融現象の多くの部分が未解明のままです。

そこで本研究では、1Fの事故で溶融した燃料被覆管の主成分「金属ジルコニウム」と、制御棒を構成するステンレス鋼と炭化ホウ素からなる「高温融体」に注目し、多成分での共晶溶融現象を実験と理論の両面から検証しました。実験の結果、多成分での共晶溶融現象では、ホウ素や炭素などの軽元素成分のふるまい(拡散や化合物の形成)が、その後の共晶溶融反応の進行に大きな影響を与えることを解明することができました。理論面では、反応速度論と熱力学の融合的発想が必要であることが分かりました。

Q 1Fの廃炉に向けたデブリ取出しにどのように貢献するものですか？

今後1Fの廃炉作業が進む中で、将来的に必ず必要になってくる、放射性物質を含む燃料デブリの適切な処理・処分方法の検討に貢献できます。

これまでの研究によって判明したことは、事故後、最初に溶融したのは制御棒周辺の金属の可能性が高く、さらに、溶融物は周囲の燃料棒被覆管や炉内構造物に接触しながら共晶溶融反応を起こした可能性が高いということです。しかし、燃料デブリの取出し準備が少しずつ進んでいる今でも、それらがどのような物質で構成されているかといった詳細な部分が不明です。それは、燃料デブリの取出し・分析は難易度が高く、莫大な時間と費用がかかってしまうからです。今後、安全かつスピーディーな廃炉を求められる状況下において、燃料デブリの性状を正確に把握することが求められています。

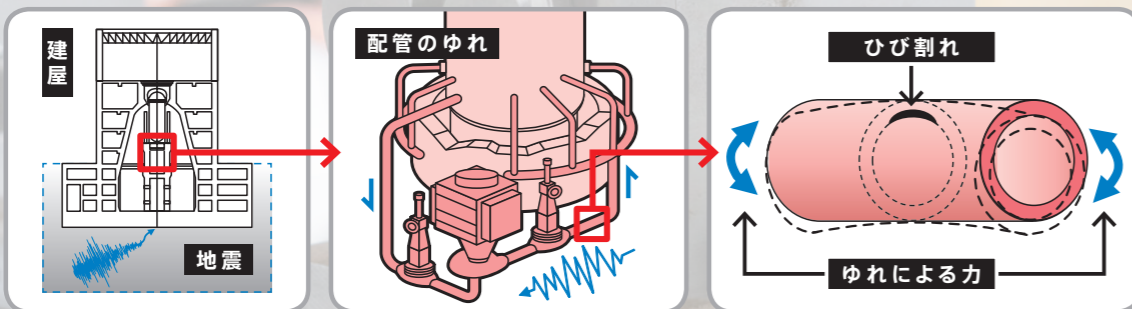
そこで私たちは、制御された環境条件下で調製した金属試料を用いて研究を開始しました。放射性物質を含んでいないため、数多くの金属試料を多角的に分析することが可能です。そうすることで、想定される燃料デブリ(モデルケースを集めた「カタログ」)のようなものを作成できます。あらかじめモデルケースを集積しておけば、1Fから取り出した燃料デブリで実施できる安全かつ比較的容易な分析で、事前に把握した分析データとの共通項目から、燃料デブリの性状を予測することが可能になります。

原子炉の配管が巨大地震で破損する確率を「捉える」

世界で唯一！地震による破損確率解析コード

「PASCAL-SP2」

地震のゆれが配管に及ぼす影響



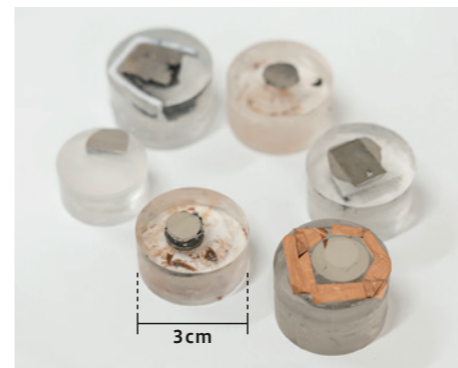
地震大国である日本。巨大地震が発生した際には、そのゆれが原因で原子炉内の配管が破損する可能性があります。原子力機構では構造健全性評価に関する研究の一環として、原子炉配管を対象とした確率論的破壊力学の解析コード「PASCAL-SP」を2010年に開発しました。耐震安全性評価では、使用期間に応じた配管の劣化度合いで地震による破損の確率が変化することを考慮する必要があります。本研究では、この劣化度合いによる亀裂の発生や進展を考慮して、地震による配管の破損確率とその信頼度を算出できる、世界で唯一の解析コード「PASCAL-SP2」を2021年2月に発表。その舞台裏を紹介します。

※本成果は、原子力規制庁からの受託事業「原子力施設等防災対策等委託費（高経年化を考慮した建屋・機器・構造物の耐震安全評価手法の高度化）事業」の成果の一部です。

Q 研究開発を進める上で工夫した点や苦労した点を教えてください。

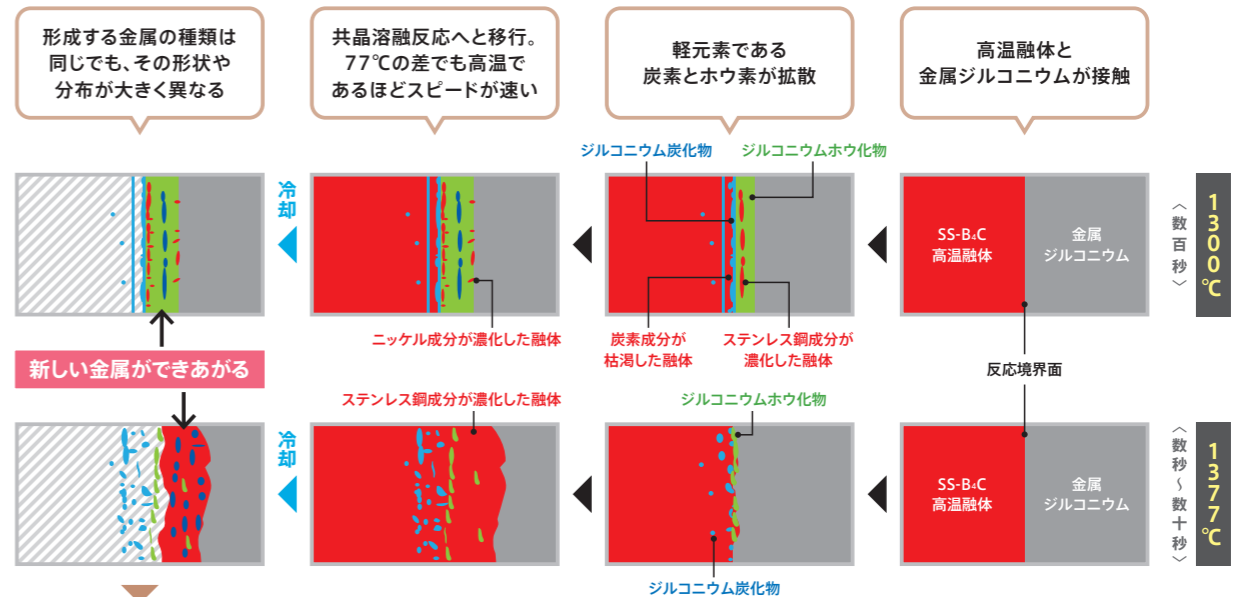
前述のような「燃料デブリのカタログ」を作るため、通常では行わないような多角的かつ高度な分析を行いました。その結果、燃料デブリのような複雑な試料の化学組成や成分分布を包括的に分析できるようにしたことが工夫点です。

苦労点は、共晶溶解の現象を正しく把握するための実験装置の製作に、約1年を費やしたことです。特に、高温融体と金属ジルコニウムだけが反応する実験条件を見つけることに苦労しました。また、高温環境での実験では、装置の内部を容易に観察することができないので、実験が終わるまで成功しているかどうか分かりません。装置の改良を進めることで、当初3割程度であった実験成功率を、6割程度に引き上げることができました。



さまざまな金属試料を用いて、燃料デブリ中の元素分布の推定や、健全性評価のための化学的安定性の推定、コンピュータシミュレーションにおけるモデリングの高度化に必要な情報を収集。

高温融体と金属ジルコニウムの共晶溶解現象で「新しい化合物」ができあがる



温度帯による共晶溶解現象を確認し、燃料デブリを溶解・処理する手法を検討

Q この研究開発は今後どのような分野に活用できると考えますか？

当然のことですが、まず一つは1Fの安全な廃炉に貢献することです。これは、私たちの世代が真剣に向き合いながら解決すべき課題だと、非常に強く認識しています。

そして、もう一つは新しい材料製造や、機能性材料の開発に活用されることを展望しています。鉄単体を溶かす場合は1500°C程度の高温が必要ですが、例えば鉄に炭素を混ぜると1200°C程度で溶けます。要するに、共晶溶解反応を用いれば、より少ないエネルギーで材料を液化させることができ、材料組織を制御できます。

今後も材料学的観点に立脚した基礎研究により、燃料デブリの正体やその特性・性状を明らかにするとともに、高温での液化を伴う材料反応に関する研究を進める予定です。



「高温での実験は普通の環境では観察できないような現象が見られます。苦労することはありますが、とても魅力的な世界です」と墨田研究員。



安全研究・防災支援部門 安全研究センター
構造健全性評価研究グループ 副主任研究員

解析コードを改良することによって、化学プラントや石油プラントなどの一般的な工業用配管の確率論的な耐震安全性評価にも活用可能です。

やまくち よしとむ
山口 義仁



安全研究・防災支援部門 安全研究センター
材料・構造安全研究ディビジョン ディビジョン長

「PASCAL-SP2」は、さまざまな技術が網羅されている解析コードです。各分野の技術者や大学の先生方はもちろん、幅広い研究者に活用していただきたいですね。

り ぎんせい
李 銀生

Q 原子力発電所における耐震安全性評価とは何ですか？

地震時における原子力発電所の、機器や配管、構造物及び系統の安全上重要な機能が確保されていることを確認することです。

この確認では主に次の二つの評価が行われます。一つ目は、設計上想定されている地震を対象とした「決定論的評価手法」による評価です。安全上重要な機能を維持できるかを、設計上の応力などの数値と強度などの数値を比べ、その差異から安全性を担保できる許容範囲に収まるかどうかを確認するものです。

二つ目は、設計上の想定を超える地震を視野に入れた「確率論的リスク評価手法」です。これは、地震の発生頻度や発生時の影響などを定量的に算出して、リスクと安全性の度合いを評価するものです。さまざまな観点から原子力発電所の耐震安全性を評価する有効な手段で、本研究ではその中で重要な「長期間使用され、経年劣化による亀裂の発生や進展が懸念される原子炉配管」を対象に、地震による破損確率を評価する手法、解析するコードを整備しています。

Q 今回開発した解析コードの特長を教えてください。

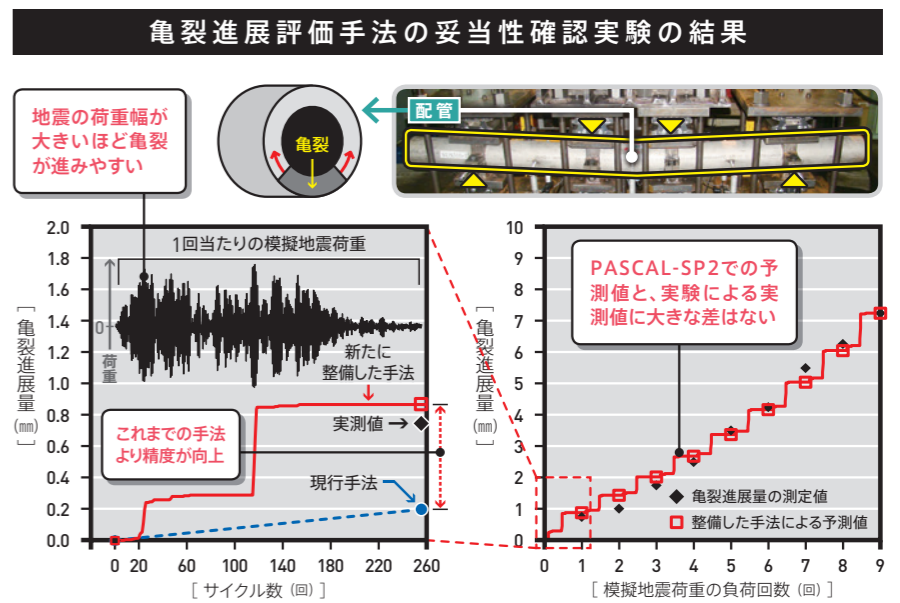
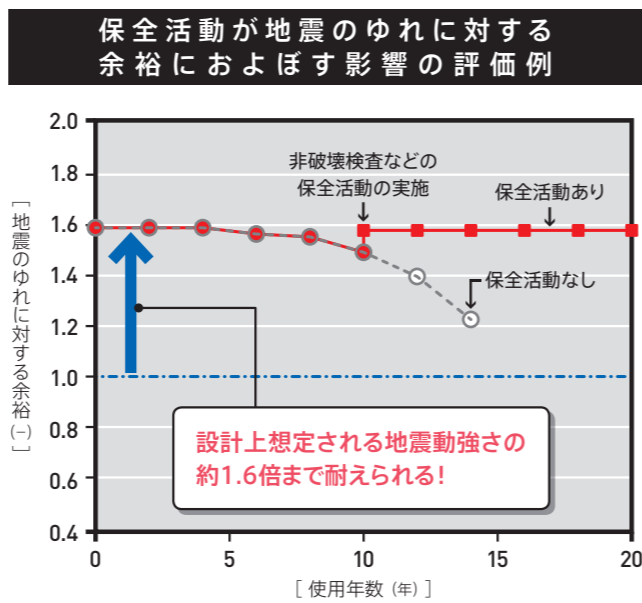
今回開発した解析コード「PASCAL-SP2」には、注目していただきたい特長は四つあります。

一つ目は、配管の溶接部などに力がかかることで引き起こされる「応力腐食割れ」や、繰返し力が加わることで亀裂が進展する「疲労」、長時間にわたる高温にさらされた場合に材料劣化が進行する「熱時

評価するための解析手法や評価要領を世界に先駆けて整備



評価要領はIAEAのウェブサイト (<https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Research-2020-017.pdf>)、解析コードは原子力機構のコンピュータプログラム等検索システムPRODAS (<https://prodas.jaea.go.jp>) を通じて入手できます。



実際の配管を用いた試験。炭素鋼、ステンレス鋼、ニッケル合金など、原子力発電所で用いられる材料を中心に実施。

東京電力福島第一原子力発電所の事故の教訓をふまへ、安全性向上評価に係る事業者の取組や新検査制度の運用がすでに始まっています。長期間使用された配管の耐震安全性評価を可能とした「PASCAL-SP2」及び評価要領は、既設原子炉の現実的なリスク評価にとって重要な成果です。今後は実用化を視野に入れた研究を続けていきます。原子力発電所に対する耐震安全性評価を通じて日本の未来に貢献するため、日々気持ちを新たにに取り組んでいきます。

Q 今後の展望について教えてください。

また「PASCAL-SP2」を利用するには、専門的な知識が必要であることから、今後、利用を希望する人のことを考え、評価手法や手順、それらの技術的根拠をまとめた評価要領を世界に先駆けて整備したことも工夫点の一つです。

Q 研究開発を進める上での工夫した点や苦労した点を教えてください。

特に苦労した点は、実際の配管を用いた実験や数値解析です。整備した手法が多様な配管に適用できるかを実験で確かめる必要性があり、開発には10年を要しました。長期間使用された配管を対象にした地震時の破損確率評価手法の開発には、破壊力学の

「効」など、国内原子炉配管における代表的な劣化現象を考慮できることです。これらに加え、設計上の想定を超えて起こり得るあらゆる大きさの地震のゆれによる亀裂進展を考慮することで、破損確率を算出し、安全性を確認できます。

二つ目は、亀裂の発生、亀裂進展速度、溶接残留応力、破壊評価、非破壊検査における亀裂の検出性などといった影響要素を的確に考慮することで、破損確率の算出を可能にしたことです。

三つ目は、不確かさを有する要因を、材料特性そのものが持つ「ばらつき」に起因する「偶然的な不確かさ」と、知識や認識の不足に起因する「認識論的不確かさ」の二つに区別して考慮したことです。これにより、破損する確率、地震のゆれに対する安全性などを確認できるため、リスク情報の活用などに有用となります。

四つ目は、国内外の比較解析プロジェクトに参加し、「PASCAL-SP2」の有効性を検証したことです。例えば、原子力技術を保有する国ではそれぞれに破損確率を算出する解析コードが存在します。同じ解析条件で実施した他国の解析コードの解析結果が我々の解析コードの結果と同等であることから、我々の解析コードの有効性を確認することができました。

INFORMATION

Twitter

https://twitter.com/jaea_japan

最新の研究成果などをお知らせいたします。

JAEAチャンネル

https://www.jaea.go.jp/atomic_portal/jaea_channel/

研究開発成果を分かりやすく紹介する動画「Project JAEA」などを配信しています。

Webアンケート

https://www.jaea.go.jp/genki/enquete/61/

「未来へげんき」へのご意見・ご感想などをお寄せください。

「未来へげんき」バックナンバー

https://www.jaea.go.jp/study_results/newsletter/

皆さまの「声」をご紹介します

アンケートへのご協力ありがとうございます。皆さまからお寄せいただきましたご意見を一部紹介いたします。



「地下施設から導いた最先端科学の革命」は知らないことばかりで大変興味深く拝見しました。



ガン治療は関心事です。実用化に期待しています。

「未来へげんき」編集部では、皆さまからのご意見を編集に反映させてまいります。今後ともよろしくお願いたします。 ※アンケートに記入いただけます個人情報は、本件以外には使用いたしません。

(キリトリ線)

皆さまの声をお寄せください。今後の編集の参考にさせていただきます。

1 本誌「未来へげんき」をどこで入手されましたか。 ①原子力機構施設など ②公共施設 ③郵送 ④その他

2 今号の記事・読み物で良かったもの (複数回答可) ①第16回 原子力機構報告会レポート ②材料が溶ける不思議を解明「多成分系での共晶熔融現象」 ③世界で唯一!地震による破損確率解析コード「PASCAL-SP2」 ④PLAZA ⑤その他

3 表紙や紙面のデザインの印象 ①良い ②まあ良い ③普通 ④あまり良くない ⑤悪い

4 「未来へげんき」の冊子配送についてお伺いいたします。(イベントなどで本誌をはじめお読みになった方) 本誌は年4回発行しています。今後の郵送を希望される方は送付先のご記入をお願いします。

「未来へげんき」の郵送をご希望の場合
ご住所:
お名前:
 表面に記載した住所・お名前宛てに送付を希望する
送付先やご所属に変更がございます場合も、お手数ですがこちらのハガキにて変更内容をお知らせください。

5 原子力機構および本誌に関するご意見・ご要望をお聞かせください。また、今後取り上げてほしいテーマなどご自由にご記入ください。

Text box for comments and suggestions.

いただいたご意見を、巻末でご紹介させていただいております。ご紹介する際に、お住まい(市町村まで)及び苗字を紹介させていただきますので、ご了承ください。
 お住まい(市町村まで)及び苗字の紹介を許可しない
ご協力ありがとうございました。



当機構の研究・開発へのご支援をお願いします!

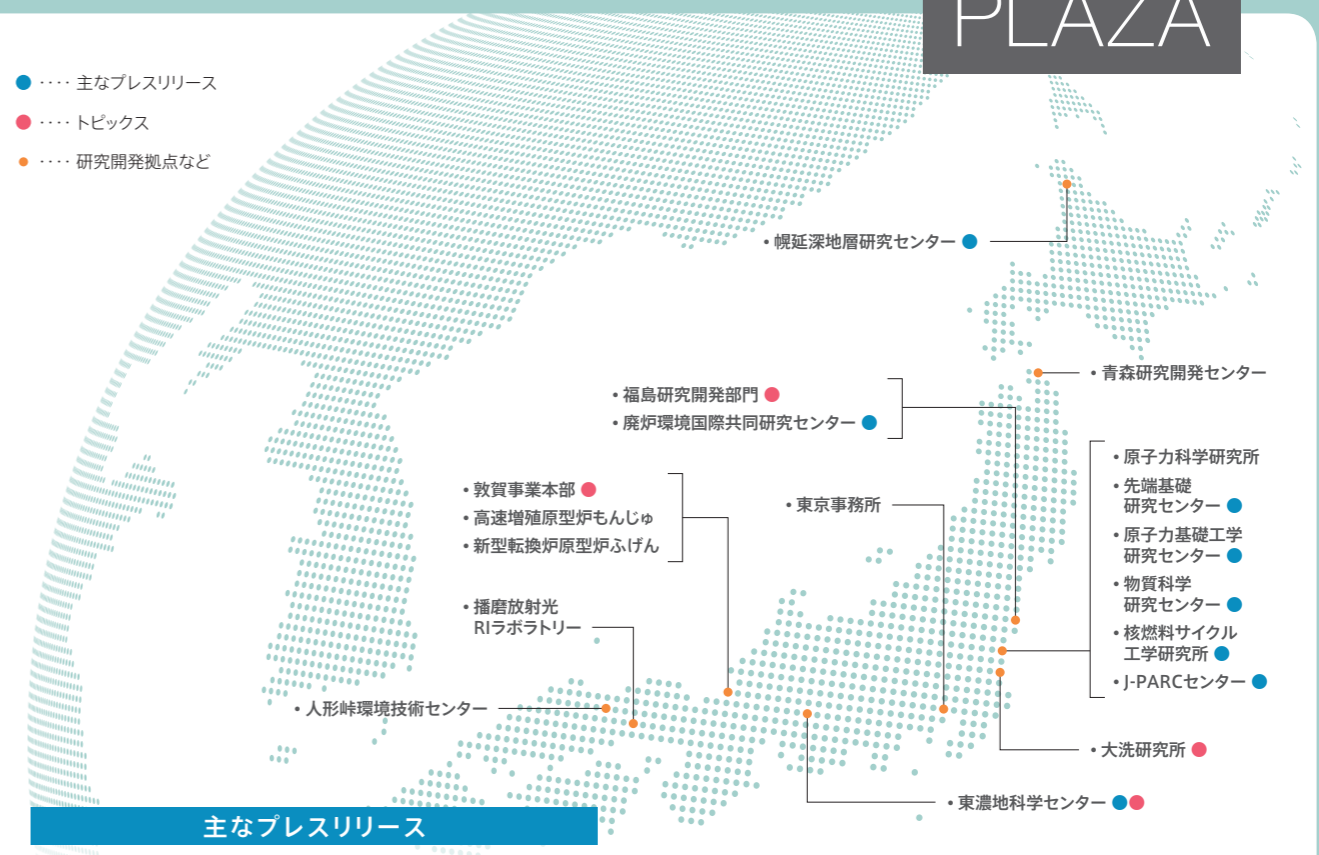
- 寄附金募集
HP: https://www.jaea.go.jp/about_JAEA/fdonation/
■お問い合わせ先
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 財務部寄附金担当
〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字舟石川765番地1
TEL:029-282-4059(寄附金専用窓口)
E-mail:zaimukikaku@jaea.go.jp

編集後記

今回の「未来へげんき」では、「JAEA×『捉える』」をテーマに、1Fの燃料デブリ取り出しでの貢献が期待される研究成果と、原子炉内の配管が破損する確率を求めることができる解析コード「PASCAL-SP2」について紹介しました。「PASCAL-SP2」は、実用化を視野に入れた研究を続けてまいります。これからも「未来へげんき」では、原子力機構の多様な研究開発をご紹介しますので、どうぞよろしくお願いいたします。

季刊 未来へげんき 2022 vol.61
Japan Atomic Energy Agency 令和4年1月

- 編集・発行/日本原子力研究開発機構 広報部広報課
●制作/凸版印刷株式会社 東日本事業本部



主なプレスリリース

廃炉環境国際共同研究センター
●材料が溶ける不思議「多成分系での共晶熔融現象」を解明

先端基礎研究センター
●スピントロニクス的大幅な省電力化につながる新原理を発見
●J-PARC/ハドロン実験施設で奇妙な粒子と陽子の散乱現象を精密に測定

原子力基礎工学研究センター
●福島の森林樹木の放射性セシウム汚染は今後どうなるか?
●原子核の基盤データベースJENDLの最新版を公開
●世界初!あらゆる物質中の放射線の動きを原子サイズで予測

物質科学研究センター
●世界初!元素種を識別して材料のマイクロ構造を解析するノイズ耐性の高い新解析法を開発
●チタン酸バリウムナノキューブの粒径を制御する手法を新たに開発

核燃料サイクル工学研究所
●地下深部の岩盤中の放射性物質の動きをより正確に推定する手法を構築

J-PARCセンター
●ディーブラーニングによって大幅な統計ノイズの低減に成功
●鉄シリコン化合物における新しいトポロジカル表面状態

幌延深地層研究センター
●地下深部の割れ目の水の流れやすさに関わる法則性を発見

東濃地科学センター
●津波防災に貢献できる津波堆積物の特定方法を提案

トピックス

福島研究開発部門
【広報誌】
「明日へ向けて」第19号を発行しました。「【対談】ふくしまの復興を次のステップへ」などを掲載しています。

大洗研究所
【広報誌】
「夏海湖の四季」98号を発行しました。「原子炉施設の状況」などを掲載しています。

敦賀事業本部
【広報誌】
「つるがの四季」No.132を発行しました。「廃止措置の計画的な推進」などを掲載しています。

東濃地科学センター
地層研ニュース12月号を発行しました。「瑞浪超深地層研究所の坑道埋め戻し完了」などを掲載しています。



「PLAZA」と「INFORMATION」で紹介している情報の詳細は原子力機構ホームページをご覧ください。
https://www.jaea.go.jp/



その他のプレスリリースはこちら
https://www.jaea.go.jp/news/press/results.html



国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

日本原子力研究開発機構は、日本で唯一の原子力に関する総合的な研究開発機関として、「原子力の未来を切り拓き、人類社会の福祉に貢献する」をミッションとしています。

主な業務として、東京電力福島第一原子力発電所事故への最優先での対応、原子力の安定性向上のための研究、核燃料サイクルの研究開発、放射性廃棄物処理・処分の技術開発といった分野に重点的に取り組むとともに、これらの研究開発を支え、新たな原子力利用技術を創出する基礎基盤研究と人材育成に取り組んでいます。

(キリトリ線)

郵便はがき



料金受取人払郵便

ひたちなか
郵便局承認

62

差出有効期間
2022年
3月31日まで

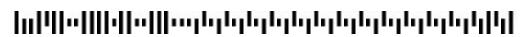
切手不要

3 1 9 - 1 1 9 0

茨城県那珂郡東海村
大字舟石川765番地1

(受取人)

国立研究開発法人
日本原子力研究開発機構
広報部「未来へげんき」係 宛



お名前	年齢 歳 男・女
ご職業	
ご住所	〒
お電話	

