

2017
45

国立研究開発法人
日本原子力研究開発機構

GENKI

未来へげんき

Japan Atomic Energy Agency



3mm×6mmの
地球を
実験室に再現

原始地球のコアに
溶け込む「水素」の謎に迫る

万一の原子力事故による
海洋汚染を迅速に
予測するシステムを
世界で初めて開発

イノベーション創出
なぜ、いま
「イノベーション」??

原子力機構の動き

PLAZA

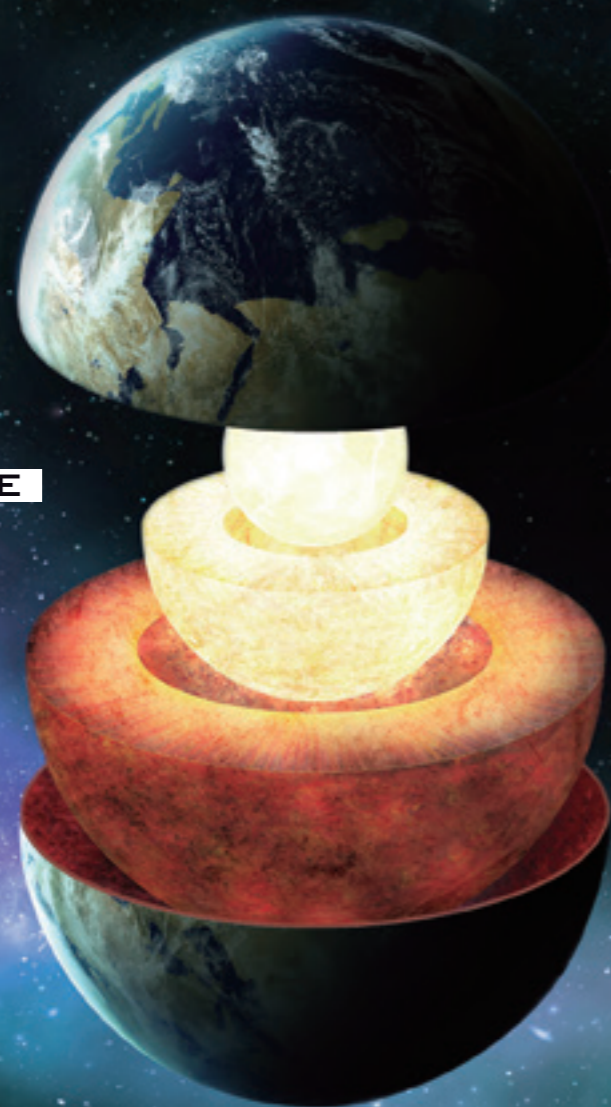
3mm×6mmの地球を 実験室に再現

原始地球のコアに溶け込む「水素」の謎に迫る

地球の中はいったいどうなっているのでしょうか。
私たちはこの地球に暮らしているが、ごくわずかなことしかわかっていません。

地球の一番内側、「核(コア)」と呼ばれる部分の主成分は鉄です。
しかし、地震の波が地球内部を伝わる速さから計算されたコアの密度は、
純粋な鉄に比べて10%ほど小さく、何らかの軽い元素が溶け込んでいるということが分かっています。
では、その元素とは何なのか、軽い元素の代表格である「水素」が有力視されてきましたが、
水素は高温・高圧下でしか鉄に溶け込まない(常温・常圧化では抜け出てしまう)ため、
観察が難しく、その挙動は謎に包まれていました。
東京大学大学院理学系研究科の飯塚理子^{いづかりこ}特任助教をはじめとする研究チームは、
原子力機構J-PARCセンターにある超高温中性子回折装置「PLANET」に3mm×6mmの原始地球を再現。
高温・高圧状況を作り出し、水素が鉄に溶け込む様子のその場観察に挑みました。

EARTH CORE



INNER CORE

OUTER CORE

MANTLE

CRUST



Cover
commentary

地球の内部は、その中心のコア(核)、マントル、地殻の順番で層をなしています。
こうした層構造は、地震が起きたときに伝わる「地震波」の速度を測定することで知ることができます。

Tokimeki
トキメキサイエンス
SCIENCE

天の川銀河

宇宙には無数の銀河が存在します。
その中で、人類の住む地球・太陽系を含む銀河の名称が「天の川銀河」です。
天の川銀河には、自ら光り輝く太陽のような恒星が数千億個、渦を巻くように集まっていると考えられています。

天の川といえば「七夕」、織姫と彦星が天の川にかけられたカササギ(鳥)の橋を渡って、一年一度会うことを許された日です。
織姫星は青白くとても明るく輝くこと座のベガ、彦星はわし座のアルタイル、そしてカササギが白鳥座のデネブです。
これらの星が夏の大きな三角形を作ります。

七夕は7月7日とされていますが、もともとは旧暦の行事です。
旧暦の七夕の日は、必ず上弦の月になります。
七夕のお話に「彦星が月の船(上弦の月)にのって織姫に会いに行った」という言い伝えがあるのはそのためです。
今年の旧暦の七夕は8月28日です。
夜空を仰いで、二度目の七夕を楽しんでみませんか。



Contents

01 3mm×6mmの地球を
実験室に再現

原始地球のコアに溶け込む「水素」の謎に迫る

04 万一の原子力事故による
海洋汚染を迅速に予測する
システムを世界で初めて開発

07 イノベーション創出
なぜ、いま
「イノベーション」??

10 原子力機構の動き

12 PLAZA
読者アンケートはがきなど



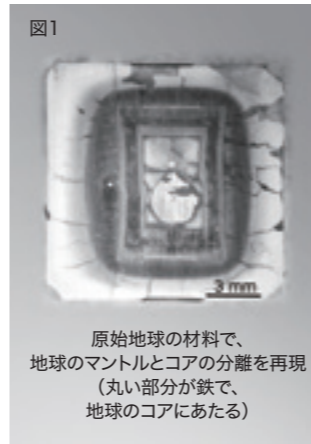
地球コアの謎

飯塚 宇宙は約150億年前、地球は約46億年前に生まれて、徐々に現在のようになりなってきたといわれています。

現在の地球はゆでたまごのように、地殻・マントル・コアといったような層状構造になっています。しかし、地球ができた頃には、マグマがドロドロに溶けた、熱い火の玉のような時期もありました。

どうして層状構造に分かれたのかのヒントを得るため、私たちの研究チームは図1のような小さな「模擬地球」を作りました。鉄や二酸化ケイ素、含水鉱物といった地球を形づくっている物質を炭素のカプセルに閉じ込め、それをしばらく高温高圧下に置いたあとに中を観察したところ、鉄が下のほうに沈んだのです。原始地球もきっと同じように、中身が融けて重い元素である鉄が下へと沈んでいったと予想されます。

実際の地球のコアの中にはどんな元素がどの程度溶け込んでいるのか、という問題は研究者にとって、重大テーマのひとつでした。



固体の鉄に 水素が溶け込む?!

飯塚 私たちは、宇宙の中で一番多く存在している元素である「水素」がコアに溶け込んでいるのではないかと考え、鉄の中に水素が溶け込むことを実証する実験に取り組みました。

高圧化の状態を観測するために、実験ツールとして、これまでは一般に放射光X線が多く使われてきました。しかし、X線は軽い元素に対して敏感ではないために、鉄中の水素を観測するのがとても困難でした。

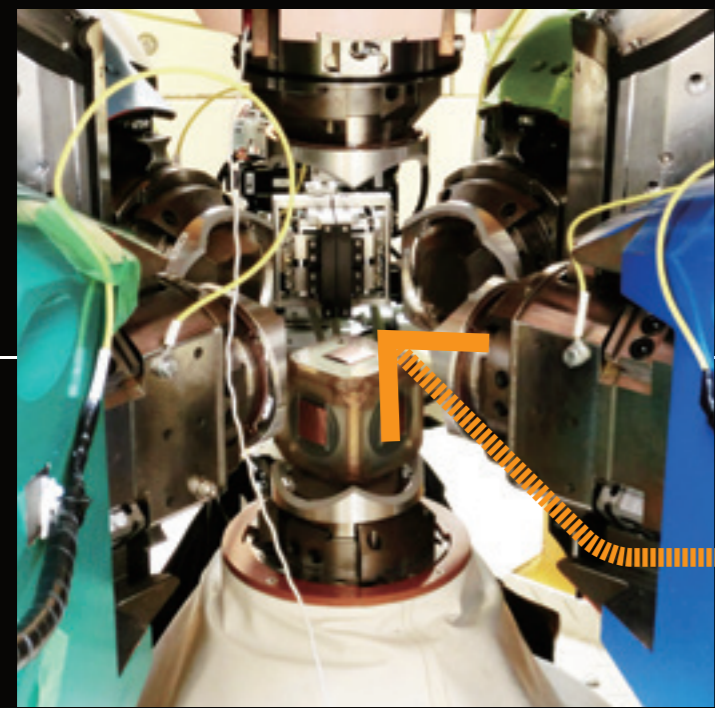
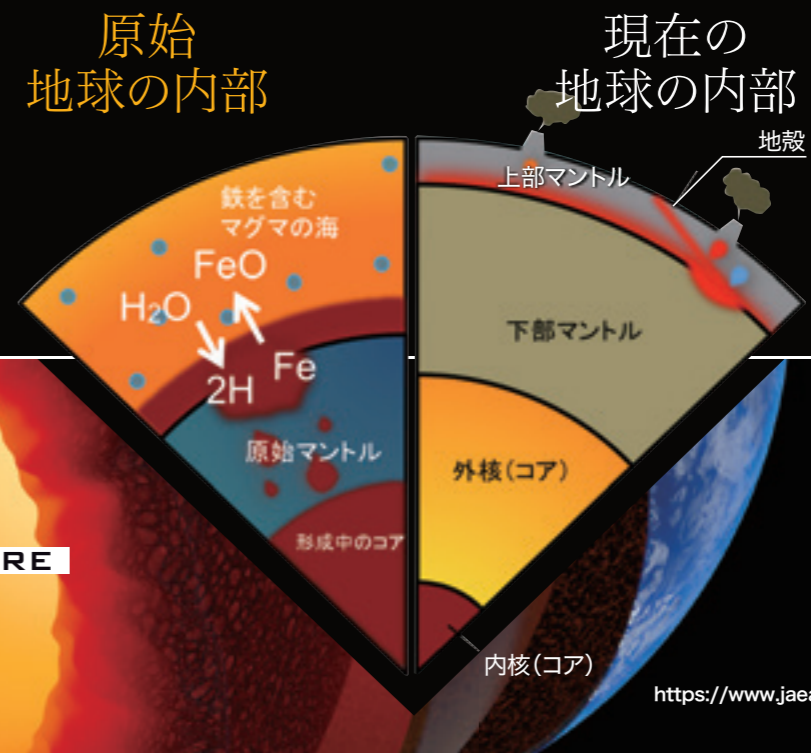
そこで、私たちが利用したのが水素に敏感な中性子です。J-PARCの超高温中性子回折装置「PLANET」では、高温・高圧下での実験を行うことができます。中性子実験と高温・高圧発生技術がコラボレーションしている装置は、世界でもここにしかありません。この装置を使い、高温・高圧下での水素の動きをその場観察できたことが、実験の成功の力を握りました。

観察をはじめると、PLANETでは「模擬地球」を構成する含水鉱物の水が鉄と反応して水素が発生し、鉄の結晶構造に取り込まれる様子を観察することが出来ました。この時水素が取り込まれ始めるのは、鉄が融ける前だということが分かりました。小さな「模擬地球」は、鉄が固体の状態のまま、水素を取り込んでしまったのです。

この結果が示すのは、地球内部の鉄が完全に溶融する前に、水素を取り込んでいたかもしれないということなのです。

これは他の元素に先駆けて、地球のコアをつくる鉄が水素を真っ先に「食べ始めていた」という可能性につながります。

いづか
りこ
飯塚 理子 特任助教
東京大学大学院 理学系研究科
地殻化学実験施設



研究の詳しい内容はこちら
<https://www.jaea.go.jp/02/press2016/p17011302/>

今回の成果をもとに、 原始地球に さらに迫りたい

飯塚 鉄に水素が溶け込むと500度近く融点下がります。つまり、純粋な鉄よりもずっと低い温度で融けてしまうため、水素だけではなく、他の元素も取り込まれやすくなるのが考えられます。また、水素以外の元素については「鉄にどう取り込まれたか」ではなく、「水素を含んだ鉄にどう取り込まれたか」という視点で反応過程を調べることが必要となり、今後の研究の手法や実験条件の設定にも大きな影響を与えることが考えられます。

この研究は、原始地球の構造を知るといって科学的な探求心やロマンを満たすことはもちろんですが、地球上で起こる様々な現象のメカニズムを理解することにもつながります。

たとえば、地球内部の構造がプレート（地殻とマントル上部からなる地球の表層部分）の地球深部への沈み込みにも影響し、地震のメカニズムの常識が変わるかもしれません。地球の奥深くの果てしない話ではなく、地上に暮らす私たちの生活に直結する謎を解き明かすことになるかもしれないのです。

宇宙に行ったことがある人はいても、地球の深部にたどり着いた人はいないので、これから。

水素の他にも、どんな軽元素が地球内部に存在しているのかを突き止め、地球が誕生してからの現在に至る遙かな時間をも超えて、もっともっと原始地球に迫っていきたい、それが今後の展望です。



ジェイパーク
J-PARC
Japan
Proton
Accelerator Research
Complex
素粒子物理、原子核物理、物質科学、生命科学、原子力など幅広い分野の最先端研究を行うための陽子加速器群と実験施設群の呼称です。
<http://j-parc.jp/>

万一の原子力事故による海洋汚染を迅速に予測するシステムを世界で初めて開発

原子力基礎工学研究センター環境動態研究グループは、日本周辺海域の原子力施設等で万一の事故により放射性物質が異常放出された際に、放射性物質の海洋拡散を迅速に予測する新たな計算シミュレーションシステム“STEAMER(スティーマー): Short-Term Emergency Assessment system of Marine Environmental Radioactivity(緊急時海洋環境放射能評価システム)”を完成させました。

STEAMERは、独自に開発した放射性物質の海洋拡散モデルと、気象庁による最新の海象予報オンラインデータを組み合わせて、海水中や海底堆積物中の放射性物質の濃度を1ヵ月先まで予測できるシステムです。

世界初のシステムであるSTEAMERについて、こぼやしたくや小林卓也リーダーに話を聞きました。

システム完成のカギは、海象予報データの公開

小林 STEAMERとは、海水中や海底の堆積物中の放射性物質の濃度を1ヵ月先まで予測できるシミュレーションシステムです。原子力機構が独自に開発した放射性物質の海水中での拡散を予測するモデルに、気象庁の海流等の予報データ(海象予報データ)

とはできませんでした。

このような経験をもとに、数時間で1ヵ月先までの予測ができるシステムを完成させたということが、今回の大きな成果であると言えます。

開発において一番大変だったのは、「いかに短い時間で結果を得られるか」ということでした。当初から我々だけで開発するのは到底無理ということが分かっていたので、外部に協力をお願いするしかないと思いました。

その協力機関が気象庁です。気象庁は皆さんおなじみの天気予報を行っているところですが、実は海の予報も行っています。しかし、そのデータは、一般には公開されていませんでした。

そこで気象庁に問い、海象予報データを公開して頂けるように、我々の研究を説明するとともに、気象庁の担当者と公開に関する課題の解決策について議論を重ねました。その結果、2014年の8月上旬に海象予報データが公開され、誰でも利用することができるようになりました。

この海象予報データを毎日オンラインで受信し、放射性物質の海洋拡散予測に用いることで非常に効率的な計算ができるようになったのです。

海象予報データを使うようになった

を組み合わせることで実現しました。このシステムを使うと、万が一日本を含む東アジア諸国の原子力施設や日本の周辺海域のどこかで、海への放射性物質の排出があった場合、拡散状況を1ヵ月先まで予測することができます。

さらに我々のグループで開発した、放射性物質の大気拡散を予測する“WSPEDD”(世界版緊急時環境線量情報予測システム)と結合させて、大気を経由して海に落ちてくる放射性物質の分布を予測することも可能になっています。



原子力科学研究所 原子力基礎工学研究センター 環境・放射線科学・サイエンス 環境動態研究グループ
こぼやしたくや
小林 卓也 リーダー

STEAMER

Short-Term Emergency Assessment system of Marine Environmental Radioactivity

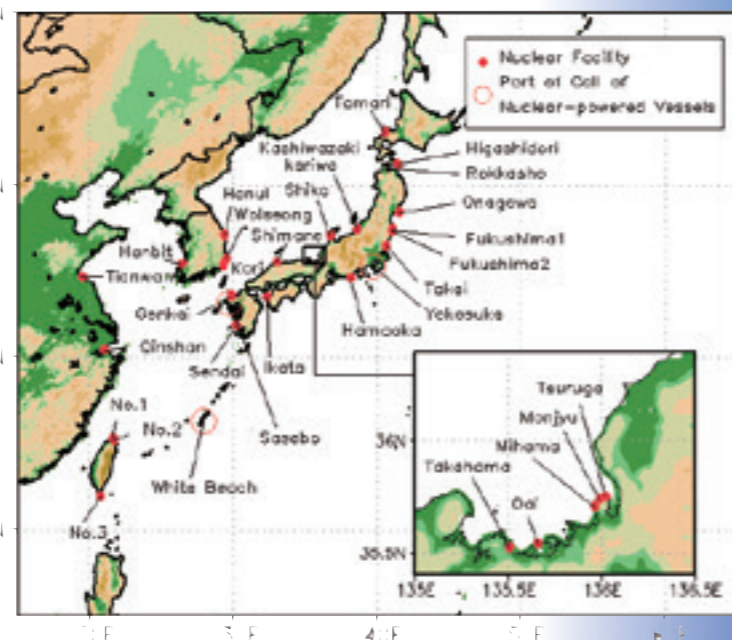
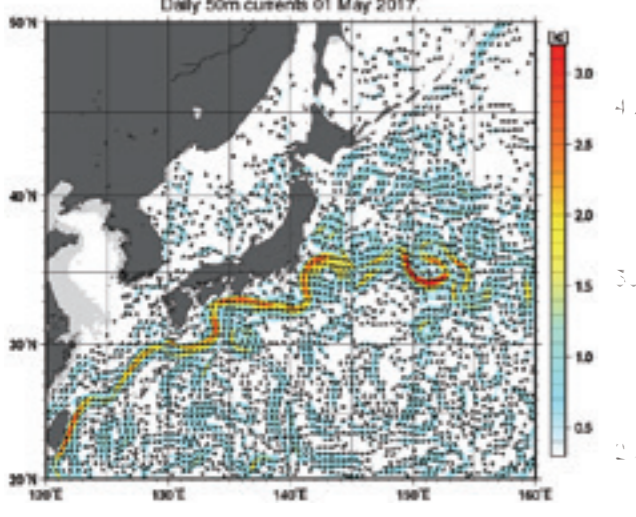


図1 STEAMERに登録されている原子力施設(●)と原子力船舶の停泊港(○)



「日別海流図」(気象庁ホームページより)

たことが、STEAMERを完成させる上で非常に大きなポイントでした。STEAMERは、放射性物質の拡散予測だけではなく、津波の漂流物が外国に漂着するタイミングを予測し、付着した生物によって生態系が破壊されないよう予防することもできますし、重油漏れ事故などにも応用できると考えています。この研究成果が「海」をとりまく、様々な緊急事態に活用できるようなればと願っています。

毎日行っている 予測計算

小林 より迅速に使えるように、このシステムには日本を含むアジアの原子力サイトの位置や、原子力船舶が停泊できる港の位置情報があらかじめ登録されています。(図1)

ですからもしそこでなにか起きた時には、すぐに放射性物質の拡散を予測する計算ができる機能が備わっています。もちろん登録されていない場所でも、緯度・経度・水深、年月日時刻などの情報があれば即座に予測計算ができます。

2年5ヵ月の間、毎日予測計算を行ってこのシステムを完成させました。緊急事態に備えて今でも毎日予測計算を行っています。

なぜいま「イノベーション」??

原子力機構では、原子力に関する研究及び技術の開発について新たな価値を創造すべく、異分野・異種融合を促進するための「イノベーション創出戦略」を策定し、2017年3月31日に公表しました。

イノベーション創出のための知的財産の適切なマネジメントと活用について支援事業を展開している独立行政法人工業所有権情報・研修館^{インピット}（INPIT）の三木俊克理事長にお話を伺いました。



今後の課題 機能追加と運用

小林 このシステムは沿岸に近い場所のデータの精度が粗いことが現時点での問題です。陸地に近い沿岸部でも詳細に予測ができる機能を追加していくことが、これからの重要な課題であり、すでに着手しています。

それから、今後どうしても考えていかなければならないのが、システムの運用についてです。

現状ではSTEAMERの予測結果は一般には公開していません。トラブル等の発生を未然に防ぐためにも十分な検討が必要だからです。しかし、事故などが発生したときに政府機関や自治体などから予測結果の提供を求められた際には、判断材料の一つとして結果を提供することは可能です。また、海洋汚染に国境はないため、国際的な枠組みを構築しようと考えています。具体的にはIAEA（国際原子力機関）やアジアを中心とした各国の研究機関と連携して、このシステムの有効な活用法を検討すべく、現在各所に働きかけをしています。IAEAや各国の研究機関は、万が一の時に放射性物質の拡散予測が必要であることは十分認識しているので、できるだけ多くの方に役立つことができるようにしていきたいと思っています。

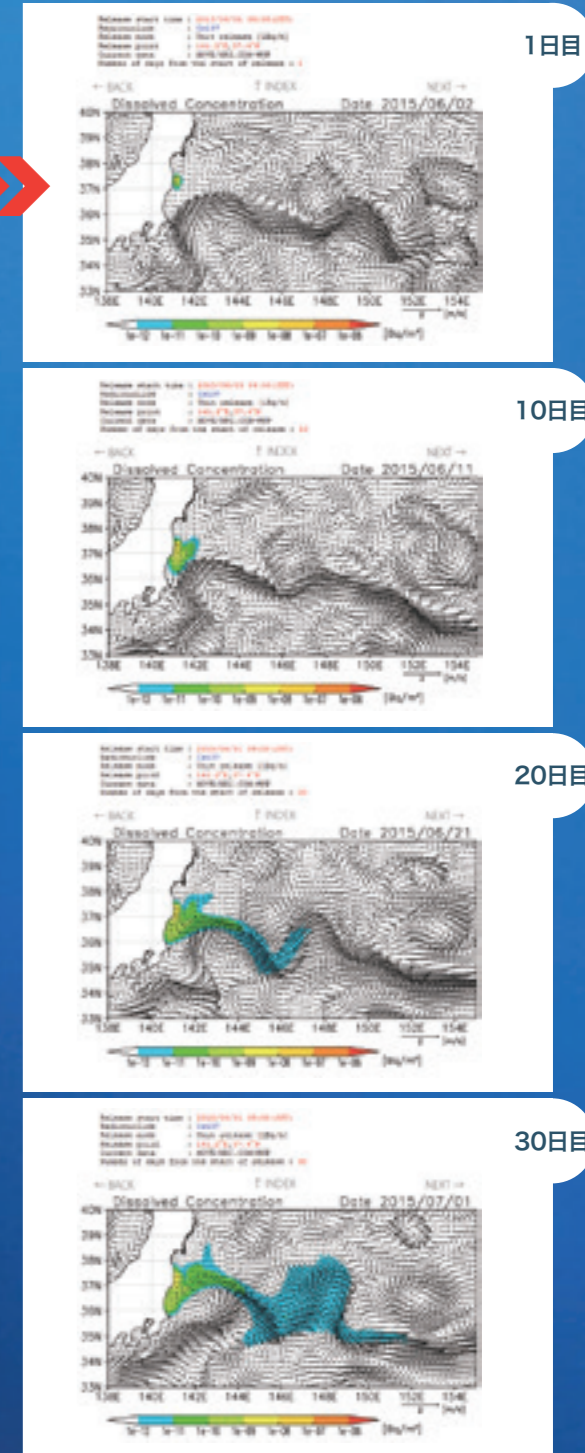


予測計算をするクラスター・マシン

小林 現在、福島第一原発では廃炉作業が行われています。何か突発的なことで海に放射性物質が漏れ出ることなどは、もちろんあってはなりません。万が一の時には即座に予測結果が発信できるように準備はしています。

毎日予測計算を行う意味は他にもあります。たとえば、ある時の海水モニタリング値に異常があった場合、予測計算結果があると原因が推察しやすくなります。

放射能研究の分野において、海洋における緊急時拡散予測研究は今までなかったもので、できるだけ多くの予測計算結果を蓄積すること、重要な知見の集約に繋がります。



1日目

10日目

20日目

30日目



イノベーション創出戦略URL
https://www.jaea.go.jp/about_JAEA/innovation/

今年度の「未来へげんき」では、原子力機構の研究のなかで、イノベーション戦略をリードするいくつかの研究をご紹介します。研究の内容だけではなく、その研究が目指す「夢」をご覧ください。

高温ガス炉

原子力機構の大洗研究開発センターにあるHTTRは日本初の高温ガス炉です。高温ガス炉では核分裂で生じた熱を外に取り出すための冷却材にヘリウムガスを用いています。軽水炉では冷却材として水を使用していますが、1F事故では冷却のための水が蒸発したり、燃料と水蒸気の化学反応で水素が発生したりして、構造上のぜい弱性を抱えていることが広く認知されるようになりました。また、高温ガス炉では耐熱性に優れたセラミック材料を炉心の主な構成材に使用し、燃料溶解を防ぐ仕組みで優れた安全性を持つ原子炉となっています。

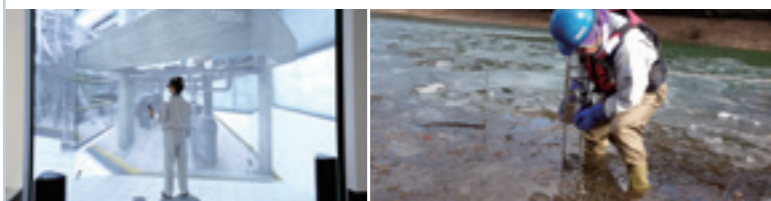


HTTR(高温工学試験研究炉)

HTTR 炉心上部

福島環境回復に向けた取り組み

原子力機構では1Fの事故後、本誌10ページで紹介している廃炉国際共同研究センターをはじめ、福島県内に研究開発の拠点を整備し、廃止措置や環境回復に貢献するための研究及び技術開発を進めています。



遠隔技術開発センターVRシステム

福島での河川調査

イノベーションとは？

イノベーション創出

なぜいま「イノベーション」??



三木 「スマートフォン」が初めて売りに出されたとき、若者を中心に大人気になりましたが、いまでは国籍や若男女を問わずどこに行ってもスマートフォンをいじっている人だらけです。こんな短期間で世界の隅々まで浸透したということは、人々の中に「こんなものがほしい」「あったらいいな」という潜在的なニーズがあったということ。開発者は、まだ誰も気づいていないニーズを想像・洞察しつつ、コンセプトデザイン、コンセプトを実現する技術の開発、試作などを経て製品化し、その結果、人々のライフスタイルの一面をがらりと変えました。イノベーションの典型例です。イノベーションは技術革新であると言いますが、その本質は、既存のものとは異なる新たな社会価値を生み出し、人、組織、社会などに何らかの変化をもたらす点にあります。

従来とは大きく異なる新たな発想や技術にもとづいて大きな社会変化を引き起こす革新的なイノベーションであり、既存のものに部分的な改良を積み重ねる漸進的なイノベーションであり、その原点は「こんなものがあつたらいいな」「こんな世の中になればいいな」という夢・ビジョンから始まります。人類が月に到達できたのは、1961年のジョン・F・ケネディ米大統領の声明がきっかけでしたが、その声明が掲げた夢・ビジョンを宇宙飛

進めていきました。つまり、「開発している炉は世界中でビジネスチャンスがある」と考えていると推測できます。福島の事故の後、原子力分野の研究開発投資に消極的になっているのではないかと危惧しますが、イノベーションにつながる可能性がある次世代技術の開発については、継続的な投資が必要だと思えます。将来の世代が必要とするエネルギーには、自然エネルギー、化石エネルギー、原子力エネルギーなどがあるでしょう。将来の世代は、各分野で生まれるイノベーションの成果を

行士、研究者、エンジニア、そして世界の人々が共有したからこそ実現できたものですよ。

原子力機構の皆さんにも、夢・ビジョンをもった研究開発を進めていくとともに、それを共有する取組をこれまで以上に進めていきたいと思います。

原子力機構における「イノベーション」とは

では、原子力機構が目指すべきイノベーションとはどのようなものなのでしょうか。

原子力機構におけるイノベーションのもととなる「夢・ビジョン」についてお聞きします。

三木 東京電力福島第一原子力発電所(1F)事故の被災被害者の方々の辛苦を和らげるためにあらゆる技術を開発・動員することは特に重要なことだと思えます。それに加え、電源喪失による炉心冷却機能の喪失が被害拡大を招いたことも教訓とすべきことだと思えます。この事故によって、世界で最も使われている軽水炉は「熱暴走」というぜい弱性を抱えていることが世間にも広く認知されることになりました。「熱暴走しない原子炉」、これは大きな「夢・ビジョン」になり得えます。

踏まえて、安全性、地球環境保全、コスト等の観点からも評価して、エネルギーの比率を決めるかもしれません。将来の人々が判断できる多様な選択肢に対する「投資」を確実に行うことは、今に生きる者の責任の一つでしょう。

三木 「投資」を得るには「理解」が欠かせません。そのために必要なのがPR(パブリックリレーション)です。パブリックリレーションを構築するには、一方的なアピールでなく、「夢」と「夢を実現する道筋」を伝えつつ、全ての聞き



INPIT(工業所有権情報・研修館) 三木 俊克 理事長

原子力機構が研究開発している「高温ガス炉」は熱暴走が起りにくい次世代炉だと聞いています。今後多くのハードルをクリアすることが必要なのでしょうが、革新的なイノベーションを起こす可能性をもつものと思えます。

また、放射性廃棄物中の放射性物質を元素変換によって無害化する技術の研究も始まっています。原子力機構が出願に加わっている特許も見たことがあります。こうした新規性が高い分野の研究も「イノベーションの種」になり得るでしょう。

福島の事故の直後から原子力機構が精力的に取り組んできた環境回復活動とその研究開発で生まれたさまざまな技術にも「イノベーションの種」が含まれているでしょう。こんな使い方があつたのかと気づかされるような形で、他の分野のニーズを解決するために使われるかもしれません。福島環境回復は一番大事なことです。ここで培われた技術は原子力以外の分野に応用できるかもしれない。社会を変える新たなイノベーションが生まれることを期待したいですね。

手の考えをしつかり聞いて相互理解を深めることが必要です。伝える側はブラス面だけではなく、マイナ面の情報も伝える、それが最終的な「信頼」の醸成につながります。

原子力エネルギー分野のような比較的規模が大きい分野においては、研究内容を分かりやすく伝えるだけでなく、「こういうことが実現でき、ライフスタイルをこんなふうに変えられる、でもこんなリスクが残るだろう」と、「夢・ビジョン」が実現できたときの絵姿を正しく伝えることも大事だと思

大事なことはPR(パブリックリレーション)

三木 「夢・ビジョン」のほかにも、イノベーションにとって必要なものがあります。それは「投資」です。つまり、お金や人手を投じて続ける必要があるということです。再生医療分野におけるiPS細胞の研究は分かりやすい例だと思えます。医療を大きく変革するであろうこの研究も、早期の「夢・ビジョン」の段階からの継続的な投資がなければ、今日のような実用化目前のステージには至らなかったでしょう。

マイクロソフト社の創業者であるビル・ゲイツ氏は、原子力分野にはイノベーションの可能性があると考え、アメリカのベンチャーが進めている小型で新形式の「進行波炉」(注)という炉の研究開発に投資しているようです。最近、特許情報を調べてみたところ、そのベンチャーはすでに米国だけでなく我が国を含む世界各国への特許取得も

ます。こうしたパブリックリレーション形成の活動は、機構が進める研究の社会的な位置づけをより明確にするためにも役立つかもしれません。

この度、原子力機構がイノベーション戦略を策定したということは、研究開発された成果が社会の価値となる道筋を明確に示し、それに沿って動き始めるということですよ。原子力分野だけでなく、さまざまな分野で「実」は原子力機構の研究成果がルートだったと言われるものが増えていくことを、心から期待しています。

*注 進行波炉(Traveling Wave Reactors) アメリカのベンチャー企業 テラパワー社が開発を進める小型原子炉。劣化ウランを燃料とするため放射性廃棄物の削減が期待でき、緊急時には原子炉を自然停止できるとされている。

原子力機構の動き

「CLADS国際共同研究棟」が完成しました
国際共同研究棟」が完成しました

「CLADS国際共同研究棟」が完成しました
施設中長期計画
国際戦略
ポーランド及び英国との高温ガス炉技術の協力を開始



廃炉国際共同研究センター 国際共同研究棟開所式(平成29年4月23日)

東京電力ホールディングス福島第二原子力発電所(1F)の廃炉に向けた研究開発及び人材育成に取組む中核拠点として、福島県双葉郡富岡町に建設を進めてきた「廃炉国際共同研究センター(CLADS)国際共同研究棟」が完成し、平成29年4月23日に開所式並びに記念講演会を行いました。

開所式では、水落敏栄文部科学副大臣や内堀雅雄福島県知事、宮本皓一富岡町長などによるテープカット、式後には隣接する富岡町文化交流センター「学びの森」において、記念講演会が行われ、地元の方を含めた約250名の方にご参加いただきました。

原子力機構では、今後この施設を国際的な英知の結集拠点として、植葉遠隔隔技術開発センター、大熊分析・研究センター、原子力科学研究所(東海村)などと密接に連携を取りながら、1Fの廃炉に向け、国内外の大学や研究機関、産学官等の人材が交流できるネットワークを形成しつつ、廃止措置に向けた研究開発、人材育成などに取り組んでいきます。

施設中長期計画

原子力機構は、国内唯一の総合的な原子力研究開発機関として、長期にわたり国内の原子力研究開発をリードしてきましたが、研究インフラである原子力施設は、その多くが昭和年代に整備されたものであり、老朽化が進み、近年は高経年化への対応が大きな課題となっています。

これらの施設を、安全を大前提に、将来にわたって高いレベルで原子力に係る研究開発機能を維持・発展させるべく、平成29年度から平成40年度(第4期中長期目標期間末)までを対象に、「施設の集約化・重点化」、「施設の安全確保(新規制基準対応・耐震化対応、高経年化対策、リスク低減対策)」及び「バックエンド対策(廃止措置、廃棄物の処理処分)」を「三位一体」の計画として具体化し、「施設中長期計画」として取りまとめました。今後は計画に従って対応を進めてまいります。

詳細は原子力機構ホームページ内の「施設中長期計画」をご覧ください

国際戦略

原子力機構のミッションである原子力研究開発の実施にあたり、国内だけではなく、海外との連携は必要不可欠です。原子力機構では、これまでも海外の研究機関との共同研究や、人事交流などを行っておりますが、国際協力をより戦略的に推進すべく、その指針となる「国際戦略」を策定しました。

この国際戦略における国際協力とは、研究開発の実施等にあたって、他の国のリソースの活用(狭義の国際協力)、原子力利用にあたり国際原子力コミュニティが取り組むべき共通課題への貢献(国際貢献)、原子力機構が行った研究開発の成果の国際的な普及・展開(国際展開)です。

既に原子力発電を利用しており、原子力に関する研究開発が進む欧米などの「原子力先進国」に対しては、相手国の英知を最大限活用した互恵的な協力をを行い、原子力利用の歴史が浅いか、今後原子力利用の計画を有する「原子力新興国」に対しては、基礎基盤研究や人材育成支援等

を通じた協力をを行います。また、IAEAをはじめとする国際機関への職員の派遣を増大させるなどし、世界の原子力研究に積極的に貢献することも目指します。

ポーランド及び英国との高温ガス炉技術の協力を開始

平成29年5月18日に日・ポーランド外相会談において署名された「日・ポーランド戦略的パートナーシップの実施のための行動計画(2017-2020)」に基づき、ポーランド国立原子力研究センター(NCB)と原子力機構は、高温ガス炉の設計、燃料・材料の照射特性評価等に関する技術の協力を開始しました。

さらに同日にイギリスのURENCO社とも「高温ガス炉技術に関する協力のための覚書」を締結しました。今後は、高温ガス炉の設計、材料、安全評価等の協力を進めていきます。



日・ポーランド外相会談
(平成29年5月18日)

外務省ホームページより

https://www.jaea.go.jp/about_JAEA/facilities_plan/

https://www.jaea.go.jp/about_JAEA/international_strategy/

