



未来へげんき

G E N K I

季刊
NO.39
平成27年



郵便はがき

3 1 9 - 1 1 8 4

料金受取人払郵便
ひたちなか
郵便局承認
31

差出有効期間
平成28年3月
31日まで

切手不要

茨城県那珂郡東海村
大字舟石川 765 番地 1

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

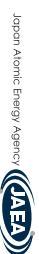


お名前 _____ 年齢 _____ 歳 男・女 _____

ご職業 _____

ご住所 _____ 〒 _____

お電話 _____



未来へ **げんき** G E N K I

東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故後、多くの団体や人々が福島復興に尽力しています。今号では、この原子力事故に対する原子力機構の対応状況と、新たな研究施設の完成により加速が期待される様々な研究開発の現場を紹介し、また、原子力機構が果たすべき役割について、インタビューを行いました。他にも、加速器中性子で製造したテクネチウムの医療への実用化を進める研究などについても取り上げました。



▲福島県環境創造センター本館の外観(福島県三春町)

福島復興に向けて 原子力機構が果たすべき役割

復興という長い道のりを歩き続けている福島。日本原子力研究開発機構は、持てる力を精一杯注ぎ、地元の方々などと協力し、連携して復興のために取り組んでまいりました。こうした取り組みの一例として、福島県環境創造センターと福島工業高等専門学校のプロジェクトをご紹介します。原子力機構が福島の復興のために果たす役割について考えます。

「前例のない原子力災害からの環境回復と創造」という大きなテーマを掲げ設立された福島県環境創造センター。福島県と国の専門機関が一体となって取り組むプロジェクトの柱となる施設です。

一方、復興の中心地とも言えるいわき市に学び舎を構える福島工業高等専門学校は、「地域復興人材育成事業」をスタートさせ、地元のために積極的な行動を開始しました。この2つのプロジェクトについて、福島県環境創造センターの角山茂章所長、福島工業高等専門学校の中村隆行校長に、伺いました。

環境を回復・創造する 総合的な拠点を開設

福島県環境創造センターは10月に本館を開所し、平成28年度には、研究棟・交流棟を含めた全施設がグランドオープンする予定になっています。「モータリング」「調査研究」「情報収集・発信」「教育・研修交流」という大きな4つの役割を担っています。

研究棟には、平成27年4月に締結された「環境創造センターにおける連携協力に関する基本協定」に基づき、原子力に関する総合的な研究開発機関である原子力機構とともに、環境研究に関する中

核的存在である国の機関「国立研究開発法人国立環境研究所」が招致されます。互いに連携協力をして、放射性物質により汚染された福島の環境の回復と創造に向けた研究開発を行っていきます。

地元と国の専門機関が一体となった初めての取り組みの中、福島に住む人々の立場に立ち、その気持ちに沿った活動を行っていくことが最も大切だ、と角山所長は言います。

角山 「私たちは、より多くの人々が故郷・福島で安心して暮らせる環境を回復し創造することが命題だと考えています。だからこそ、県民の理解を第一にしたいと思うのです。特に、情報発信に力を入れていきます。適切な情報と



備中国分寺

備中国分寺(びっちゅうこくぶんじ)は、奈良時代に聖武天皇の詔によって日本各地に建立された国分寺の一つです。岡山県総社市にある真言宗御室派の寺院で、五重塔がシンボリックな建築物となっています。

巻頭特集

01 福島復興に向けて 原子力機構が果たすべき役割

私たちの研究1

06 原子炉から放出された 放射性物質の拡散プロセスの 解明に挑む

私たちの研究2

08 “健康の安全保障”強化に光明 加速器による医学診断用RIの国産化へ大きく前進 病気の早期発見・正確な診断に 貢献したい

シリーズ 地層処分研究開発

10 Vol.3 人工バリアに関する研究開発 —幌延深地層研究センター—

14 原子力機構のコミュニケーション活動 J-PARCセンター

16 PLAZA 原子力機構の動き 読者アンケートハガキ



福島県環境創造センター 所長 角山 茂章

それを支えるデータが重要なのは言うまでもありませんが、それを県民の皆さんに理解してもらうことが大切です。たとえば、空間線量や放射性物質のモニタリングについても、ただ数値を出すだけでは逆に不安を煽ってしまう場合もあります。その数値が示す意味や環境への影響などを納得のいくような説明をしながら発信していくべきだと思います。」

放射線という言葉だけで恐怖を抱く人も多いでしょう。けれど、地球上には誕生の時から元々、宇宙や大地、大気、食物などから出る「自然放射線」が存在しています。**角山** 「たとえば、自然放射線が非常に高い地域として世界的に

有名なインドのケララ州では、日本と中国、インドの共同研究チームが検証を行い、そこに住む人々に健康リスクの上昇はないことが報告されています。こうした実例や科学的裏付けを用いながら、誤解のある部分はそれを解きながら、わかりやすく丁寧にモニタリングや調査研究の結果をお伝えしていきたいと思っています。」

安定した情報発信が理解を深める足掛りに

発信した情報に理解を深めてもらうのは、福島県民に限ったことでは

育成することをモットーとして、復興に必要な人材を育て、送り出す福島高専の取り組みについて、続けてご紹介していきます。

地元の課題に対応する人材の育成を目指して

高等専門学校は、専門的な技術を身につけ即戦力となる人材を育てるといイメージがあります。そうした人材育成の中でも、他に類を見ない取り組みを始めたところがあります。今後、長きに渡り原子力発電所の廃炉に挑み、地元復興の力ぎを握る廃炉に



独立行政法人国立高等専門学校機構 福島工業高等専門学校 校長 中村 隆行

関わる人材を育成しようとしています。

中村 「我が校の目指すところとして、地域に根づく人材という考えがありました。これだけ世界が狭くなった現代でグローバルな視点は不可欠です。しかし、それだけでなく、足元を見つめるローカルな視点もまた必要だと思います。私たちはグローバル人材（グローバルとローカルの両方の視点を併せ持つ人材）と呼んでいます。そうした人材育成を目指すのであれば、原子力発電所に最も近い都市であるいわき市にある我が校は、そこを見つめる必要があると思います。」

中村校長は福島高専に通う学

はありません。日本はもとより世界へ向け、情報を積極的に開示していくことは、未だ残る風評被害を静めていくことにも繋がります。

角山 「風評被害については信頼できるデータを提示することで覆していくしかありません。信頼できるデータにはしっかりとした組織と安定した情報発信が必要で

す。だからこそ、私たちの役割は大きいと感じます。」
例えば、ダム底の放射能がどう環境へと移動していくのか、飲み水や環境水の変化など「安心して暮らせる環境へと繋がるデータを解析し発信するとともに、国際的には食の祭典などイベントによるアピールも構想しています。重要なのは情報発信の仕方です。地元だけでなく、国内外の理解を得るための情報発信が必要となります。

角山 所長曰く「環境全体は穏やかにいい方向へ向かっている」という福島の実状。それを県民へ広め、世界へアピールしていくにはデータとともに、専門家の見地も必要です。そこで力を発揮するのが、原子力機構です。角山所長も大いに期待していると言います。

角山 「県の若い研究員たちには経験値がありません。その部分は原子力機構のプロフェッショナルである原子力機構に期待する部分が大いでしょう。プロの視点か

生にも多くの被災者がいて、廃炉技術に高い関心を寄せていると、言います。そして、就職先として原子力関連企業を選ぶ学生も、少なくありません。それならば、地域が抱える課題に応える人材を育てよう。それがこの事業の始まりでした。

連携ネットワークで人材育成を強化する

福島県、いわき市との連携で始まった「地域復興人材育成事業」は、「再生可能エネルギー」「原子力安全」「減災工学」の3分



▲ロボット制御基板制作風景

らの調査の仕方や評価基準など、若い研究員たちが学ぶことは非常に多いと思います。」

原子力機構が福島県などと連携する意味はまさにそこにあります。これまで原子力機構が積み上げてきた科学的データを、現場で更に検証・発展させ研究成果を上げていく。これこそが今回のプロジェクトの要となりま

す。ここで得られるデータは、これからの科学の発展にも貢献することでしょう。

未来を見据えた人材育成の重要性

もうひとつ、環境創造センターには忘れてはいけない役割があります。それが、未来を支える人材の育成です。**角山** 「私たちの取り組みは5年

野に渡り、安全で安心な社会を目指し、地元福島の復興を支援する人材を育てるものです。地域の産業創出の支援も視野に入れたものであり、その中から、廃炉に関する基礎研究を通じて「創造的人材育成プログラム」が生まれま

中村 「知識詰め込み型教育とは違う創造的人材の育成は、元々、我が校が推進していた方針です。前例のない人類初の技術にチャレンジする人材には、より一層、創造性が求められると思います。だからこそ、地元復興へ特別な思いを持つ福島高専だけでなく、それに協力してくれる他の地域の高専にも呼びかけ、ネットワークを作りました。さらに、大学や民間企業、原子力機構とも連携を図り、廃炉研究を通じた人材育成にチャレンジしようと考えました。」

放射線の基礎知識や除染、リスクコミュニケーションなどを学ぶ一方で、原子力機構と連携して放射線測定の実場に参加するなど、すでに活動も始まっています。

また、太平洋に面した福島浜通りを「安心、安全に暮らせる故郷」として再生させ、復興を担う人材を育てる「グローバル人材育成事業推進協議会」も発足しました。より実践的な高等専門学校ならではの取り組みが続々と



▲交流棟展示室全体図

10年で終わるものではありません。もっと長いスパンで考えるべきこと。だから、人材育成や研修にも力を注ぎます。」

具体的には、交流棟で小学生を中心とした放射線や環境問題への理解促進を行うとともに、国際会議や学会、シンポジウムなどを開催します。また、工業高等専門学校や大学と連携した人材育成など、未来を見据えた取り組みもすでに始まっています。

人材育成という面では、もう一つのプロジェクトの中核である福島工業高等専門学校の取り組みも重要な核となります。「地域に根ざし、地域に貢献できる人材」を



▲ロボコン出場に向けてロボットを組み立てる生徒

形を成しつつあります。

中村 「復興は途中で止めるわけにはいきません。持続可能な発展をするには多くの優秀な人材が必要です。原子力機構などのプロジェクトに触れることで能力を高めていく教育プログラムが、求められる人材を育成していくのです。」

ここで地域を支える人材が育ち、そこから地域に貢献する人材が生まれていきます。

復興はこれからも続きます。日本原子力研究開発機構は、これからも、福島とともに復興の道を歩み続けます。

福島県におけるJAEAの活動拠点(平成27年12月現在)



福島事務所
(福島市)

主な取り組み
福島県内における原子力機構の活動に関する福島県等との調整事務を行う

**福島県環境創造センター
環境放射線センター**(南相馬市)

運用開始

主な取り組み
遠隔モニタリング技術の研究開発業務等を行う

大熊分析・研究センター
(1F敷地隣接、大熊町)

設計中

主な取り組み
1Fのがれき類や燃料デブリ等の分析・研究を行う

**東京電力(株)
福島第一原子力
発電所(1F)**

福島県環境創造センター(三春町)

一部運用開始

*JAEAは平成28年度より活動開始

主な取り組み
環境の回復に向けて、環境動態研究、除染・減容化技術の研究開発等を行う

(完成予想図)

**廃炉国際共同研究センター
国際共同研究棟**(富岡町)

設計中

主な取り組み
1Fの廃炉作業を安全かつ確実に進めるため、国内外の英知を結集し、研究開発と人材育成を行う。

楡葉遠隔技術開発センター(楡葉町)

一部運用開始

主な取り組み
1F廃炉作業の推進に必要な遠隔操作機器(ロボット等)の開発・実証試験を行う

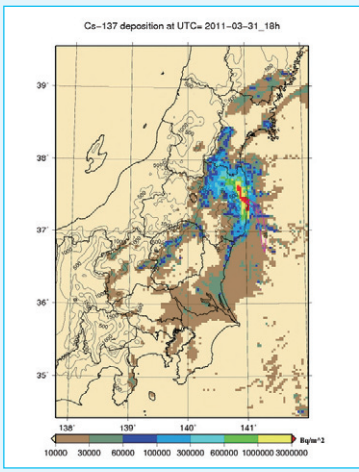
いわき事務所
(いわき市)

主な取り組み
原子力機構の福島対応に関する事務機能を有し、浜通り地方や茨城地区の研究開発施設との連携調整を行う

福島工業高等専門学校(いわき市)

※福島県環境創造センターは福島県が整備した施設にJAEAが入居し、活動

▶気象モデルなどの条件を組み込んで、沈着した放射線物質の量をシミュレーションしたWSPEEDI計算値



高めるための努力を続けてきました。「福島原子力事故による放射性物質の放出拡散で特に問題になったのは、地面へ

一層の精度向上を目指して

もちろん、現在もシステムを改良するための研究開発が進められています。福島原子力事故の規模や一般の被ばく線量などの評価をするには、放射性物質の放出量や、拡散沈着状況の把握が非常に重要な課題となっています。そのため永井たちのグループは原子力事故への対応も行いながら、この間も一貫してシステムの精度をより

たへリコンピュータによる原子力発電所周辺の

この間に新たなデータも出てきています。たとえば福島第一原子力発電所周辺のモニタリングポストは地震と津波で3月11日以降は動いていないと考えられています。それがのちに3月15日ごろまでは動いていたことが分かりました。ただ通信が切断されていたためにデータを取り出せなかったのです。事故からだいぶたって、そのデータを取り出すことができました。

「大気中に放出された放射性物質の存在形態としてガスと粒子がありますが、これが地面に沈着するメカニズムは全く異なります。また、雨や気温などの気象条件や、植物の葉の量など地面状態によっても違ってくる。沈着量を評価するためには、これらを正確に表現することができるといえる。私には、主にその開発を担当しています。」

「私たちが別に原子力機構や東京電力には、炉内の状況を説明しようとしている研究グループがいます。これまではそれぞれ別々に研究をしてきましたが、お互いのデータを持ち寄り、外側と内側の両方からアプローチしていけば、もっといろいろなことがより正確に分かってくるのではないかと考えています。そのため今年の9月に学会で発表し、それぞれの研究の融合を視野に入れた問

「私たちが別に原子力機構や東京電力には、炉内の状況を説明しようとしている研究グループがいます。これまではそれぞれ別々に研究をしてきましたが、お互いのデータを持ち寄り、外側と内側の両方からアプローチしていけば、もっといろいろなことがより正確に分かってくるのではないかと考えています。そのため今年の9月に学会で発表し、それぞれの研究の融合を視野に入れた問

炉内研究グループとの連携を提起

「大気中に放出された放射性物質の存在形態としてガスと粒子がありますが、これが地面に沈着するメカニズムは全く異なります。また、雨や気温などの気象条件や、植物の葉の量など地面状態によっても違ってくる。沈着量を評価するためには、これらを正確に表現することができるといえる。私には、主にその開発を担当しています。」

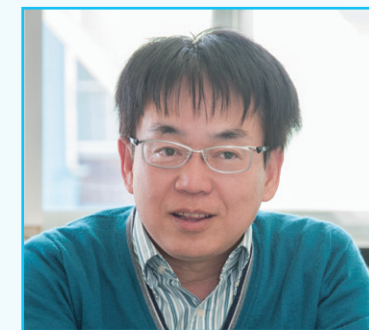
用語解説
*1 SPEEDI(スピーディー)
緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム (System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information). 原子力発電所などの事故で大量の放射性物質が放出されたとき、あるいはその恐れがあるときなどに、放出源の情報や気象条件、地形などに基づき大気中の放射性物質の濃度や周辺環境での被ばく線量などを予測します。黄砂、火山ガス、花粉、PM2.5など放射性物質以外にもさまざまな物質に適用できます。
*2 国連科学委員会
放射線が及ぼす人体や環境への影響を調査・報告するために国連に設置されている委員会。略称はUNSCEAR。2014年には「2011年東日本大震災後の原子力事故による放射線被ばくのレベルとその影響」という報告書を発表しました。

*3 モニタリングポスト
大気中の放射線量を継続的に測定する据え置き型の装置。電力各社が原子力発電所の敷地内に設置しているほか、国も原子力発電所周辺の自治体などに設置しています。測定データはウェブサイトなどで公開されています。
*4 核種
原子核の種類のこと。核の中の陽子の数、中性子の数、核のエネルギー準位により規定されています。
*5 日本学術会議
行政、産業及、国民生活に科学を反映、浸透させることを目的として1949年に設立された日本の科学者の内外に対する代表機関。会員は3年ごとに全国の科学者の選挙によって選ばれます。

原子炉から放出された放射性物質の拡散プロセスの解明に挑む

東京電力(株)福島第一原子力発電所事故では、どれくらいの放射性物質が放出されたのか、現在でも正確な量は解明できていません。原子力発電所の原子炉内でどういったことが起きたのか、どこからどういう種類の放射性物質が漏出したのかということも分かっていません。日本原子力研究開発機構の「WSPEEDI(ダブルスピーディー)開発・解析グループ」は、コンピュータシミュレーション技術と気象学の知見をベースに、それらの解明を目指した研究開発に取り組んでいます。

「緊急時環境線量情報予測システム世界版WSPEEDIの開発」で平成27年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞を受賞



原子力科学研究部門 環境・放射線科学ディビジョン 環境動態研究グループリーダー ながい 晴康



原子力科学研究部門 環境・放射線科学ディビジョン 環境動態研究グループ 寺田 宏明



原子力科学研究部門 環境・放射線科学ディビジョン 環境動態研究グループ つかだ 元喜

WSPEEDIは、大気中などでの放射性物質の動きや広がりをコンピュータ上で再現したり予測したりするシステムです。もともとはWSPEEDI(WSPEEDI)という名称で開発し運用していましたが、1986年にチェルノブイリ原子力発電所事故が起きたのを機に、解析できる範囲を原子力施設周辺から広げようということ、WSPEEDIが開発されました。最初のWは「Worldwide version」を意味しています。

「現状のシステムではまだ放出された放射性物質の量を正確にとらえることはできません。しかしながら、さまざまな数値が発表されている中で、私たちのシミュレーションで計算した数値が現実にもっと近いものと海外でも認識されています。そのため、国連科学委員会にも私たちの数値を使っています。」

1990年代からWSPEEDIの開発に携わり、現在はWSPEEDI開発・解析グループのリーダーを務める永井晴康が明言します。

「世界で最も現実にもっとした放出源情報という評価」

“健康の安全保障”強化に光明
加速器による医学診断用RIの国産化へ大きく前進

病気の早期発見・ 正確な診断に 貢献したい



原子力エネルギー基盤連携センター
加速器中性子利用RI生成技術開発特別グループ
永井 泰樹 グループリーダー

わが国では今後、超高齢化社会に入ることにより、がんをはじめとした生活習慣病や認知症にかかる患者が急激に増えると予想されています。その医学診断に欠かせないのがテクネチウム99mという放射性物質です。従来の製造方法と違い、加速器中性子で生成した親核種のモリブデン99からテクネチウム99mを熱分離精製するという、新しい手法に世界で初めて成功した永井泰樹グループリーダーに話を聞きました。

がんや心臓病の検査に使う
医療用RIの供給不安が
大きなリスクに

がんの診断は、進行度合いや転移の有無によって治療法が異なるため、がん細胞がどの程度広がっているのかが正確に調べることが重要です。医療機関で行われるCTやMRI、超音波検査はもちろん、最近話題のPETなどさまざまな検査方法をご存じの方も多いでしょう。

その中で、放射線を出すラジオアイソトープ(RI)を体内に投与してSPECT(単一光子放射断層撮影)やPETなどを用いて行う検査を「核医学検査」といい、国内では病院を中心に年間140万件も実施されています。認知症の診断にも役立つSPECTは、特定の臓器や細胞に集まりやすい物質とRIを化合させた放射性医薬品を人体に注射し、3時間ほどおいて体外から放射線カメラでRIが出すガンマ線を測定して、病巣部の位置や大きさに加え臓器機能に異常がないかが分かります。そうした核医学検査のうち、年間90万件にも及ぶ診断に使われているRIが、テクネチウム99mという放射性物質です。半減期*1が6時間と短く人体への放射線の影響が少ないこと、いろいろな医薬品と結合しやすいことが特徴で、注射から診断までに必要な3時間程度で身体全体について十分な検査が行えるため、医療用RIとしては理想的な物質といえます。

ただ、テクネチウム99mは地球上にはほとんど存在しませんが、半減期が66時間のモリブデン99から自然に生成されます。原料となるモリブデン99は現在、カナダや欧州などにある5基の研究用原子炉で高濃

縮ウランを用いて製造されていますが(核分裂法)、長期間ストックができないこともあって、わが国は医療現場で使用するモリブデン99の全量を週に数回のペースで航空機により輸入しています。ところが、これらの原子炉が高経年化のため稼働終了が近づいていること、今後航空機輸送のトラブルなどで原料輸入に支障をきたすことも十分考えられることから必要量の一部を国産化し、不測の事態に備える必要があるのです。

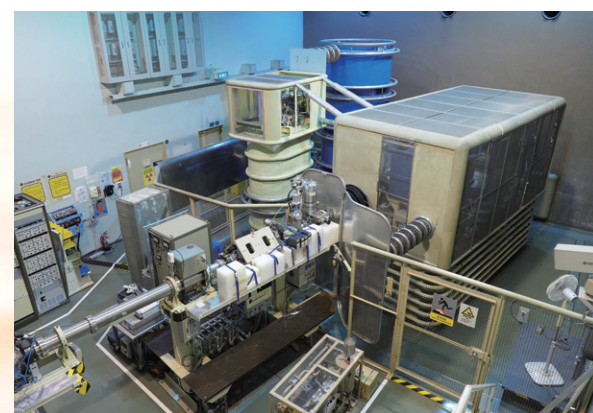
RIの国産化に向け 代替生成法の確立を目指す

テクネチウム99mの原料を全面的に海外からの輸入に頼るのはリスクが高く、その安定確保は国民の健康にかかわるといって観点から、原子力機構はモリブデン99の国産化へ向け新しい生成方法の研究に早くから着手しています。

大洗研究開発センターでは、天然モリブデン中に存在するモリブデン98を原料として、JMTR(材料試験炉)の原子炉で中性子による照射を行い、モリブデン99を製造する計画を進めているところです(中性子放射化法)。この方法だと、ウランを使わないため放射性廃棄物も非常に少なくなります。

一方、私たち原子力エネルギー基盤連携センターでは、加速器を用いてモリブデン99を製造、最終的にテクネチウム製剤として実用化することを目指しています。

この方法を思いついたのは、私が加速器でつくった中性子で宇宙に関する研究を大学で行っていたことがきっかけでした。中性子のエネルギーがほか他の分野で役立つことがないかと考えていたとき、偶然、モリブデンに出



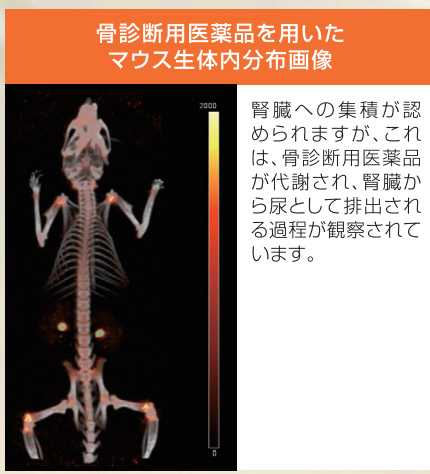
▲重陽子線を試料に照射して中性子を発生させるFNS(核融合中性子源)加速器

会ったのです。さらに、医療用RIであるテクネチウム99mのもととなるモリブデン99が供給不安な状態にあると知らされ、2009年、急いで論文を書き上げました。そして2010年、センター内に加速器中性子利用RI生成技術開発特別グループが発足。現在、原子力機構の9名と、千代田アノル、富士フイルムRFファーマ、住友重機械工業の3社のスタッフで、日本独自の「加速器中性子モリブデン生成法」の実用化に向けた取り組みが続いています。

もちろん、それぞれがRI生成や放射性医薬品、加速器の専門家であり、いわば「プロのかたまり」です。その後、着々と研究成果が積みあがっているのは、こうしたメンバーによる共同研究の賜物といえるでしょう。

実用化への課題を着々クリア 多様なRI生成の研究開発も

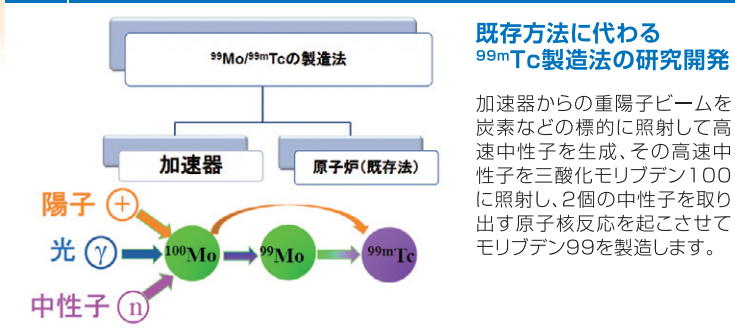
加速器中性子によるRI生成法では、モリブデン99を多量に製造できる中性子が得られるか、放射能濃度が低いモリブデン99から高品質のテクネチウム99mを得られるかが大きな力ぎです。



骨診断用医薬品を用いた
マウス生体内分布画像

腎臓への集積が認められますが、これは、骨診断用医薬品が代謝され、腎臓から尿として排出される過程が観察されています。

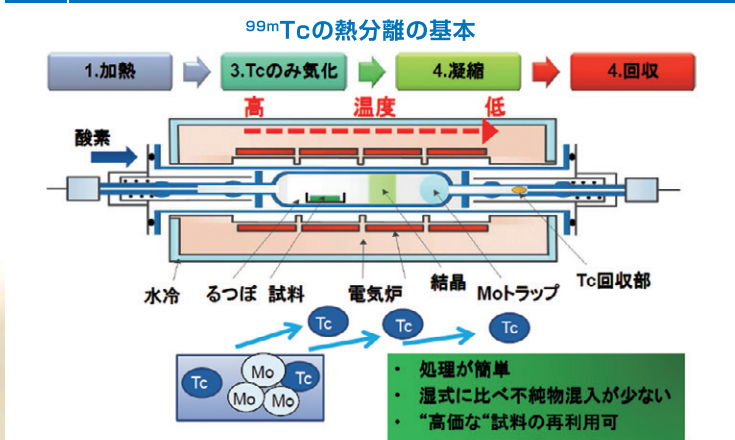
図1 モリブデン/テクネチウムの製造方法



既存方法に代わる
99mTc製造法の研究開発

加速器からの重陽子ビームを炭素などの標的に照射して高速中性子を生成、その高速中性子を三酸化モリブデン100に照射し、2個の中性子を取り出す原子核反応を起こさせてモリブデン99を製造します。

図2 熱分離精製法(電気炉中で生成したテクネチウム99mを蒸発)



- 処理が簡単
- 湿式に比べ不純物混入が少ない
- “高価な”試料の再利用可

研究チームでは、固体の酸化モリブデンと酸化テクネチウムが気体になる時の昇華温度が大きく異なることを利用、加速器で照射したモリブデン99を含む試料を電気炉に封入し、温度を上げてテクネチウム99mを気化させ分離させることで、純度の高いRIの抽出に成功しました。



加速器中性子で製造した
医学診断用テクネチウム99mの
実用化へ大きく前進(お知らせ)
[http://www.jaea.go.jp/02/
press2015/p15062601/](http://www.jaea.go.jp/02/press2015/p15062601/)

用語解説

- *1 半減期
放射性物質の出す放射線の強さが、元の半分になるまでの時間。
- *2 放射性医薬品基準
薬事法の規定により、放射性医薬品の製法、性状、品質、貯法等に関する基準を定めたもの。

日本列島を形づくる岩石は大きく二つに分けられます。一つは石や砂や泥が海底などに積もってきた堆積岩で、も一つは一度溶けた岩石が冷えて固まるなどしてきた、鉱物の結晶からなる結晶質岩です。堆積岩は層状で軟らかく、地下水は岩石を形づくる鉱物の粒子の隙間を流れます。一方の結晶質岩は塊状で硬く、地下水は岩盤の割れ目を流れます。

幌延深地層研究所センターでは深さ350mにある調査坑道などを用いて、堆積岩を対象とした地質構造や地下水についての調査技術、掘削影響のモデル化などに関する研究を行っています。また、瑞浪市にある東濃地科学センター瑞浪超深地層研究所では結晶質岩を対象にして、同様の研究を行っています。

今後、日本では高レベル放射性廃棄物の最終処分候補地が選定されていく予定です。その際に必要な調査や評価を行うためには、これら二つの地質を対象に研究開発を行い、幅広い地質環境に適用できる汎用性の高い技術を開発しておく必要があります。幌延や瑞浪での研究は、その役割を担っています。

2. 日本には2種類の岩石があります

シリーズ 地層処分研究開発



日本の最北端に近い北海道幌延町。広大な牧場で牛がゆったり草を食むこの町の一角の地下350メートルには、地下の実験室があります。原子力機構が地層処分技術に関する研究開発を行うために設けた幌延深地層研究所センターの地下施設が、それです。今回は、この地下施設を中心に展開されている同センターの研究内容について紹介します。

(幌延深地層研究所センター内の「ゆめ地創館」の地下)

図1 なぜ、2つの深地層の研究施設が必要か

- ① 地層処分技術を実際の地質環境に適用して確認
- ② わが国固有の地質環境の理解
- ③ 深地層を体験・理解する場

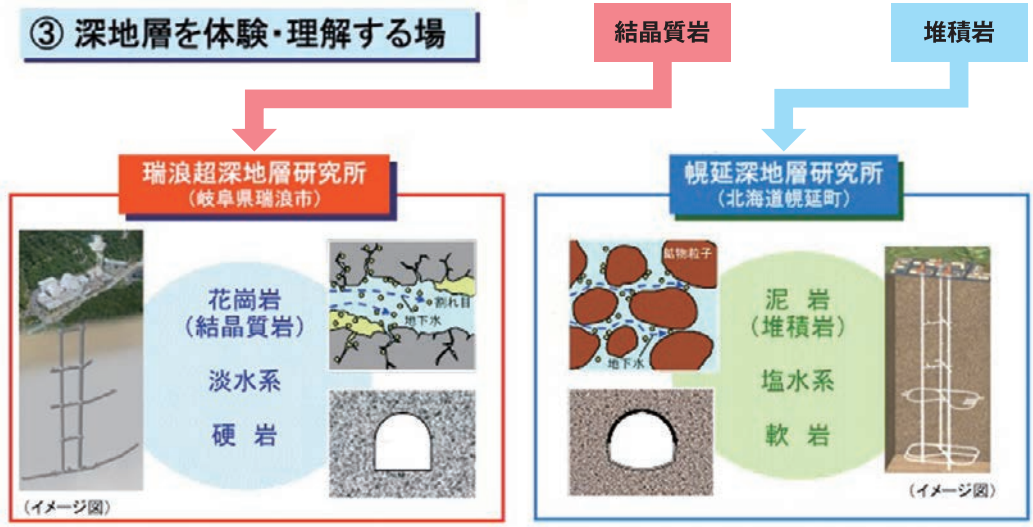
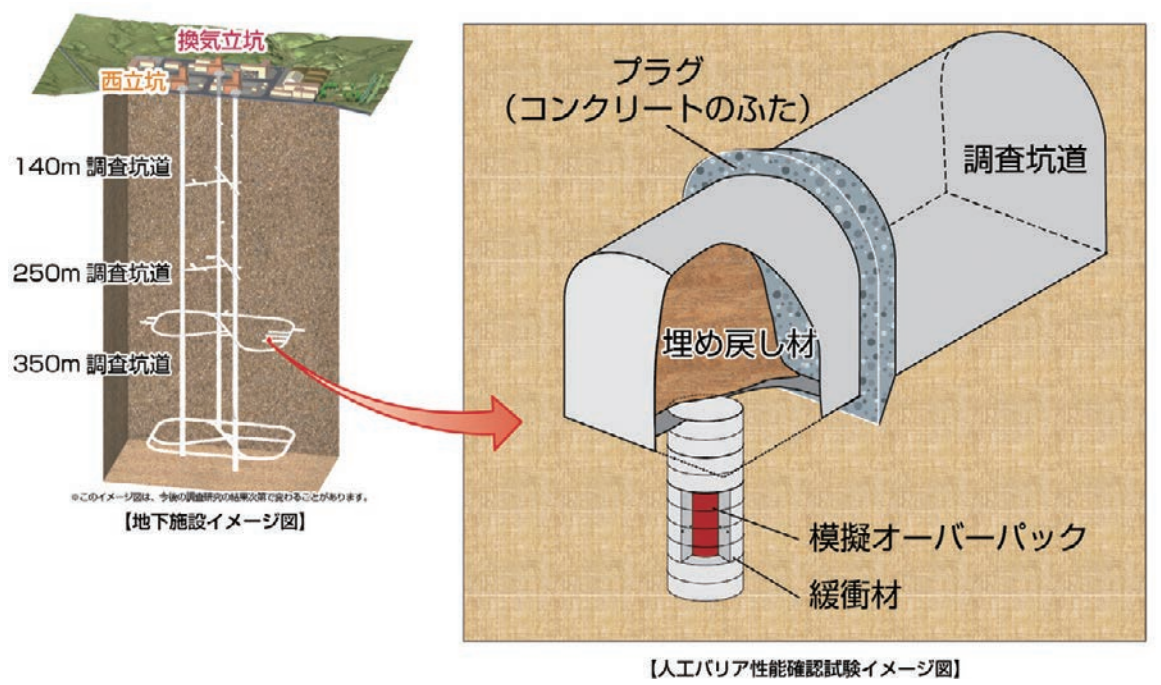


図2 人工バリア性能確認試験とは



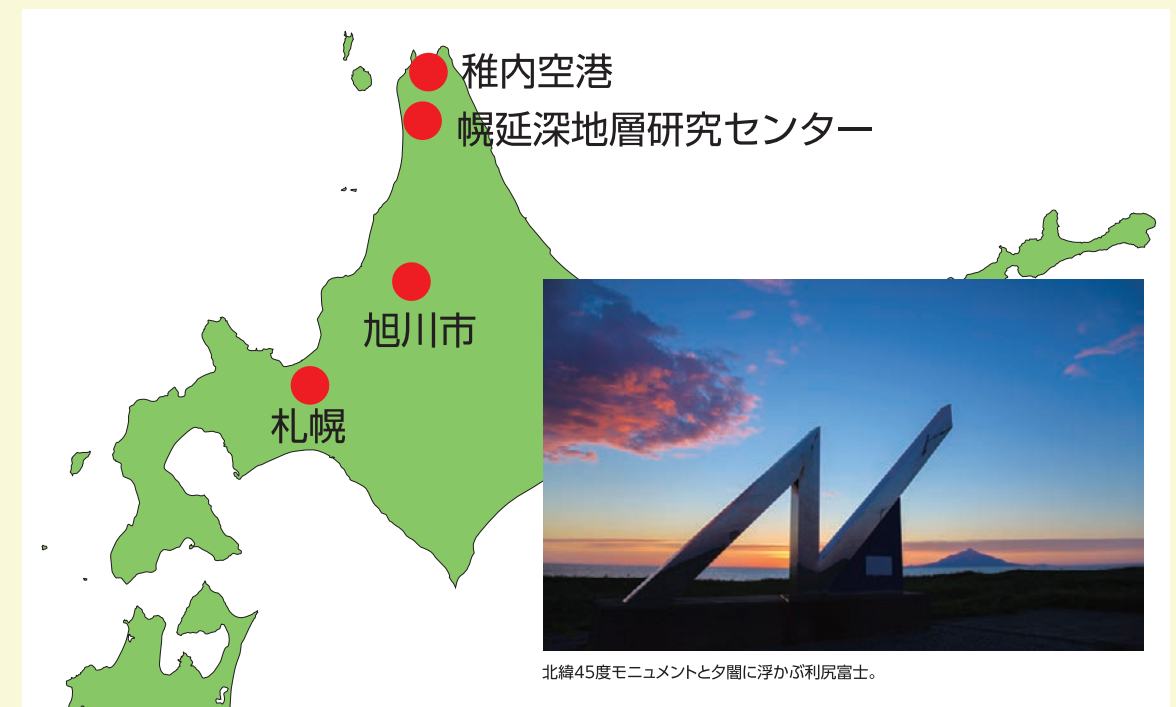
Vol.3 人工バリアに関する研究開発 —幌延深地層研究所センター—

1. 北の大地に広がる地下350メートルの世界

稚内空港から車で約1時間。車窓からは見渡す限りの緑の丘に牧場が広がっています。ここには、幻の花と呼ばれる「ブルーベリー」の栽培地もあります。

この広大な北の大地では、風力発電や太陽光発電などのさまざまなエネルギーに関する研究が行われています。そのひとつ、高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発を行う拠点として、幌延深地層研究所センターは2001年に開所しました。幌延深地層研究所センターが持つ地下施設は、深い地下の世界を体験し理解する場として、一般にも公開されています。

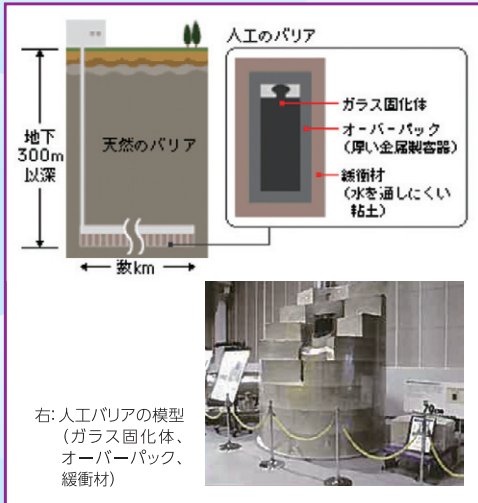
地下深くに研究施設を持つ原子力機構の研究拠点は、岐阜県瑞浪市にもあります。どちらの施設も研究を目的とした施設であり、地元との協



定により実際に放射性廃棄物を持ち込んだり使用したりすることはありません。研究終了後には地上の研究施設を閉鎖し、地下施設を埋め戻すことになっています。

「人工バリア」の機能や、「オーバーパック」について教えてください

「人工バリア」の構成、それぞれの機能について教えてください。



地層処分は、人工バリア（構造物）と天然バリア（地層）からなる多重のバリアによって、放射能を閉じこめるといって考え方に基づいています。「人工バリア」は、ガラス固化体、ガラス固化体を格納する金属製の容器（オーバーパック）、オーバーパックと岩盤との間に充填する粘土（緩衝材）から構成されます。ガラスは主成分であるケイ素やホウ素などの原子が網目のような構造をしており、この網目構造の中に放射性物質を取り込みます。ガラスが割れても取り込んだ成分がガラスの外に出てくることはありません。オーバーパックは厚みのある金属容器で、ガラス固化体が地下水と直接触れることを防ぎます。「緩衝材」は、ベントナイトという吸水性が高い粘土が主成分で、吸水すると大きく膨らんで隙間を埋めることにより、地下水の浸入を防ぎます。

「人工バリア」とは、どのようなものから構成され、どのようにして放射能を閉じ込めるのでしょうか？」

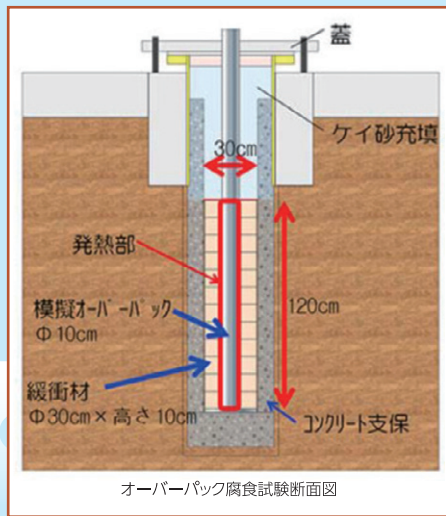
金属製のオーバーパックは、水に触れると錆びてしまうのでは？



オーバーパックは、ガラス固化体に含まれる放射能がある程度低くなるまで、ガラス固化体と地下水が直接触れることがないようにします。地下深くの地下水には、金属を腐食させる酸素が非常に少ないため、腐食は非常にゆっくりとしたものになります。ところが、地下水が接触すれば、オーバーパックは腐食します。そのため、さまざまな実験結果を基に、オーバーパックの厚さは、少なくとも千年間以上は腐食により穴が開いてしまうことはありません。地下深くでは腐食がゆっくりと進むことを確かめる研究の一つとして、鎌倉時代初期の出雲大社境内遺跡より出土した鉄斧の観察を行いました。鉄斧の年代測定や歴史資料から、鉄斧は約七五〇年もの間、地下に埋まっていたことがわかりました。分析の結果から、七五〇年間で鉄斧が表面からたった数ミリメートルしか腐食していないことがわかりました。千年間以上腐食に耐え、ガラス固化体と地下水の接触を防ぐようにオーバーパックを設計することは、十分可能なのです。

「オーバーパックが金属でできているということは、地下水に接触している間に、いずれは錆びて劣化するのではありませんか？」

オーバーパック腐食試験から、どんなことがわかるのですか？



幌延深地層研究センターでは、地下三三〇メートルの研究坑道の一部に模擬の人工バリアを埋め、実際の地下の環境においてオーバーパック表面の腐食がどのような速さで進むのかを観測する試験を実施しています。実際のガラス固化体は発熱していますので、中心部にヒーターを置いて、熱の影響も考慮しています。試験期間は数年間を計画しており、試験期間終了後に模擬オーバーパックを取り出して、腐食の状態や腐食の速さを直接観察します。

「短期間の試験で、オーバーパックの性能に関して、どのようなことが確認できるのですか？」

この試験により、これまで室内での試験結果に基づいて設定された腐食の進み具合（速さや凹凸）と実際の地下の環境での腐食の進み具合を比較します。また、短期間でオーバーパックが腐食により貫通してしまうことが、実際の地下の環境で起こらないかどうかを検証します。これらの試験を通じて、より安全な地層処分技術を確認していきます。

3. 放射性廃棄物を二つのバリアで囲む

幌延深地層研究センターで行われているもう一つの研究が、人工バリアに関する研究です。高レベル放射性廃棄物の地層処分では、放射性物質をガラスの中に閉じ込めたガラス固化体のまわりを、オーバーパックと呼ばれる金属製の容器で囲み、さらに緩衝材と呼ばれる、水を通しにくい締め固めた粘土でまわりをおおいます。これらを入工バリアと言います。さらにそのまわりを囲むのが岩盤で、これは天然バリアと呼ばれます。放射性廃棄物は、これら二つのバリアで人間の生活環境から隔離されます。幌延深地層研究センターでは深さ350mの調査坑道で、人工バリアの性能を確かめる試験も行っています。

もう少し具体的に説明しましょう。この試験では、坑道の床に試験孔を縦に掘り、そこに実物大の模擬オーバーパックと緩衝材、各種センサーを埋設し、模擬オーバーパックに内蔵した電熱ヒーターでオーバーパックの表面の温度が100℃弱になるよう加熱します。加熱するのは、実際のガラス固化体が熱を持っているためです。その上で緩衝材に地下水を注入し、およそ5年間にわたって緩衝材やその周辺の温度・水分・圧力などを観測し続けます。この試験を通じて、緩衝材とその周辺で起こる複雑な現象のモデルを評価します。また、オーバーパックが実際の地下の岩盤や地下水でどのように錆びるかを確認する試験や、人工バリアや天然バリアの中

幌延深地層研究センター



<https://www.jaea.go.jp/04/horonobe/>
幌延深地層研究センターの外観。近隣にはトナカイ観光牧場があります。

で、放射性物質がどのように移動するかを確認するための試験も行っています。今後は、上に示した、実際の地質環境において人工バリアの適用性を確認する研究に加え、深度の違いに伴う岩盤の強度、温度、圧力などの違いを考慮に入れた人工バリアの幅広い設計・施工方法の実証や、地震や断層活動などに伴う地殻変動を柔らかに受け止める堆積岩の能力を明らかにする研究を行っていく予定です。

次号予告 次号は「シリーズ地層処分研究開発」の最終回、茨城県東海村の核燃料サイクル工学研究所について紹介します。



幌延深地層研究センターの調査坑道。工事用エレベーター（キブル）で深度350mまで降りています。



深度350m調査坑道では地下深部の堆積岩を直接見ることもできます。



深度350m調査坑道内に設置されている人工バリアの緩衝材の展示物



運転再開にあたっての説明会

一昨年に起きた事故のあらましと問題点を説明し、その後の再発防止策や安全管理体制、安全意識の向上への取り組みを報告しました。各会場では多くのご質問にお答えしました。また、ご意見やご質問が出尽くすまで十分な時間をとりました。(平成27年4月)

「施設の安全性にご理解をいただく活動」
平成25年にハドロン実験施設で発生した放射性物質漏えい事故については、再発防止策や再構築した安全管理体制などについて、地元の皆様にご説明し、皆様からの疑問や質問に答える会合を計9回開催しました。

「ハローサイエンス」
実験や工作を通じて、子供達に科学への関心を深めてもらうための取り組みとして実施しています。

「サイエンスカフェ」
第一線の研究者や技術者と一般の方々、科学について気軽に語り合える場です。原子力機構でもこの取り組みを行っており、J-PARCセンターの職員も参加しています。

「対話活動にも積極的に取り組んでいます」
J-PARCセンターでは、双方向的な活動も積極的に実施しています。その例をご紹介します。



ハローサイエンス「走る乾電池」
両側に強力磁石を付けた乾電池が、コイルの中を動き回り、コイルの上を走ったり中へもぐったりと、思いがけない動きを見せて、来場者を魅了しました。(平成27年8月)



サイエンスカフェ「中性子が切り拓く未来 ~物質の不思議と生命の謎を茨城で探る」
中性子による研究の内容や研究成果がどのように役立っているのかを紹介しました。(平成27年3月)

リスクコミュニケーション(リスコミ)について

リスクとは、良くないことが起こる可能性のことを言います。例えば、怪我をすることや、経済的な損失を受けることなどを指します。また、リスクとは「これから起こるかもしれない」という未来の可能性に関わる概念であり、「すでに起こったこと」や、「これから確実に起こること」はリスクには含まれません。

一方、この世の中の多くのことは、**長所と短所をもっています。**自動車は便利な乗り物ですが、それに乗れば交通事故にあう可能性が増えます。株式への投資は儲けることも損をすることもあります。原子力発電は電気を生み出しますが、事故を起こす可能性はゼロではありません。

米国学術研究会議(National Research Council)は、その対象がもつ「リスクについての、個人、機関、集団間での情報や意見のやりとりの相互作用的過程」をリスクコミュニケーションと定義しました。このリスコミの定義や適用は、それを使う人や場面によって、さまざまなスタイルがあります。しかし、どの場合においても、リスコミを行う際には以下の必須の条件があります。そしてリスコミは、よりよい信頼関係の構築を目指すものでもあります。

(リスコミの必須条件)

「両面提示」

リスコミでは対象となるものの良い点と悪い点の両方を包み隠さずありったけ述べる。



「双方向性」

情報の送り手と受け手が自由に意見を交換する。



(リスコミの目指すもの)

「信頼醸成」

リスコミは情報の送り手と受け手との間によりよい信頼関係を構築することを目指す。



説明会の様子

原子力機構はさまざまなコミュニケーション活動を行っています。このうち、一般の方々とのコミュニケーション活動は、一方向的なもの、双方向的なものがあります。一方向的な活動にはHPやメルマガ、パンフレットなどの公表や公開、大人数を対象とした講演会があります。双方向のものにはサイエンスカフェや小規模な説明会などがあります。そして、この双方向性をもった取り組みの中には、前述のリスコミを組み込んだものもあります。今回紹介しているJ-PARCセンターの対話活動にもこの要素が含まれています。

原子力機構のリスコミは、まだ発展途上ではありますが、拠点周辺にお住いの地域の方々をはじめ、広く国民の皆様のご意見に耳を傾けながら、よりよいリスコミ活動を進展させていきたいと考えています。

皆様のご意見をお待ちしております。

原子力機構のコミュニケーション活動

茨城県東海村にあるJ-PARCセンター(大強度陽子加速器施設)は、日本原子力研究開発機構(JAEA)と高エネルギー加速器研究機構(KEK)が共同で建設し運営している世界最高性能を持つ研究施設です。

東京ドーム14個分に相当する65万m²の敷地には3台の大型陽子加速器と、種々の実験施設が設置されています。

ここでは宇宙誕生の謎の探究から医薬品の開発研究まで、幅広い分野の研究が行われ、世界中の研究者に利用されています。21世紀の科学や技術の発展に大きく貢献する最先端研究施設です。

J-PARCセンター



J-PARCセンター全景

原子力機構がさまざまな事業を進めるにあたっては、社会からの信頼確保が前提になります。このため私たちは、社会の皆様とのコミュニケーション活動に積極的に取り組んでいます。このうち今回は、J-PARCセンターのコミュニケーション活動について紹介します。

J-PARCセンターの詳細な内容についてはJ-PARCセンターホームページ(<http://j-parc.jp>)をご覧ください。

J-PARCセンターからの情報発信

J-PARCセンターでは、建設段階から積極的に情報発信を行っています。平成13年4月より「大強度陽子加速器計画月報」を、平成17年4月より「J-PARC NEWS」(写真下)を毎月ホームページに掲載しています。さらに分かりやすい構成の広報誌を新たに発行しました。(写真右)



「季刊誌「J-PARC」No.1 2015秋 創刊号」

J-PARCセンターの研究内容をわかりやすく説明した、季刊誌を発行しています。

(http://j-parc.jp/picture/2015/11/magazine_201511.pdf#zoom=100)

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。

- もう少し大きな字にしていただけると読みやすくなる。
「イオンビーム育種の可能性」はもっと深く知りたい。(福井県福井市 海崎様)
- 内容おもしろい。でも、敦賀のもんじゅが元気なのが残念。活動もよくわからなくなってきました。(福井県福井市 林様)
- 原子力機構の本来の目的に対する記事を取り上げてほしい。(兵庫県神戸市 上田様)
- 血圧測定と同様に血糖値を検出する装置は素晴らしい研究成果と評価したい。実用化に向けてさらなる研究を期待しています。(福井県美浜町 山崎様)
- 日本人のノーベル賞受賞者の情報を見て、本機構の現世代への貢献特集を願う。(群馬県伊勢崎市 大和様)

「未来へげんき」編集部では、皆様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。

※アンケートに記載いただきます個人情報は、本件以外には使用いたしません。

INFORMATION

メールマガジン

最新の研究開発成果などをお知らせします。
メールマガジンの配信を希望される方は、ホームページからお申込みください。
<http://www.jaea.go.jp/mailmagazine/>

ツイッター

最新の研究開発成果などをお知らせしています。
https://twitter.com/jaea_japan

JAEAチャンネル

研究開発成果をわかりやすく紹介する動画「Project JAEA」などを配信しています。
http://www.jaea.go.jp/atomic_portal/jaea_channel/

Webアンケート

「未来へげんき」へのご意見、ご感想などをお寄せください。
<https://www.jaea.go.jp/genki/enquete/39/>

「未来へげんき」バックナンバー

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

主なプレスリリース

量子ビーム応用研究センター
東工大研究チームら、クロム酸鉛の「価数の謎」解き明かす - 50年来の常識覆し、巨大負熱膨張材料の開発に手掛かり -

環境報告書2015を公表

「環境報告書2015」を公表しました。原子力機構の2014年度における事業内容、研究開発状況、環境配慮活動などについて報告しています。



「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。
<http://www.jaea.go.jp/info/>

編集後記

今号では、福島復興に向けた原子力機構の役割や、福島県における活動拠点をご紹介します。
福島第一原子力発電所の事故から5年が経とうとしていますが、復興への道はまだまだ続きます。原子力機構は、これからも地元の方々と協力・連携し、一日も早い復興の一助になるよう取り組んで参ります。
「未来へげんき」では、これからも研究成果や活動内容をより分かり易くお伝えできるよう努めていきます。

季刊 未来へげんき NO.39 2015

平成27年12月
編集・発行 日本原子力研究開発機構 広報部 広報課
制作 株式会社 毎日映画社

PLAZA

原子力機構の動き

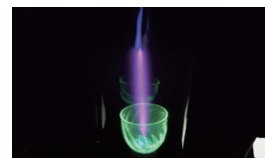
トピックス



人形峠

【広報誌】「にぎょうとうげ」第73号を発行しました。核燃料物質使用施設保安規定に基づく総合訓練を実施しました。

トピックス



関西

関西光科学研究所(木津地区)の施設を公開しました。1,300人を超える多くの方にお越しいただきました。実験施設の見学や工作教室を行い、ご好評をいただきました。

トピックス



敦賀

【広報誌】「つるがの四季」No.109を発行しました。本号では、レーザー共同研究所が参画している国の技術革新プロジェクト(戦略的イノベーション創造プログラム)の取り組みなどを紹介します。

トピックス



東濃

【広報誌】「地層研ニュース」11月号を発行しました。平成27年度地層科学研究 情報・意見交換会を開催しました。

トピックス



幌延

幌延フォーラム2015を開催しました。幌延深地層研究センターの事業内容について、地域の皆様に親しんでいただくことを目的として「幌延フォーラム2015」を開催し、約100名のご参加をいただきました。

トピックス



青森

【広報誌】青森センターニュース第66号を発行しました。北通地区町内会連合会の夏祭りに参加しました。今後も地域の方々に科学技術が持つ魅力を伝えていきます。

トピックス



福島①

【広報誌】「明日へ向けて」第7号を発行しました。巻頭座談会では、福島研究開発の最前線にいる若手職員たちに、ふだんの業務や思いについて聞きました。

トピックス



福島②

楡葉遠隔技術開発センターの開所式を開催しました。10月19日、楡葉遠隔技術開発センターにおいて、研究管理棟が完成し一部運用を開始したことに伴い、開所式を開催しました。

トピックス



高崎

第10回高崎量子応用研究シンポジウムを開催しました。最新の研究開発成果の発表や情報交換などを行い、量子ビーム応用研究の推進と施設の有効利用を図りました。

トピックス



東海

Project JAEA「103番元素(Lr)が解く 周期表のパズル～あの周期表が書き換わる?～」を公開しました。本研究成果は、未来へげんき37号でも掲載しています。

トピックス



那珂

那珂核融合施設見学会を開催しました。お越しいただいた皆様には、現在組立中の超伝導核融合実験装置JT-60SAや関連施設の見学、超伝導体を用いた浮遊実験等を体験していただきました。

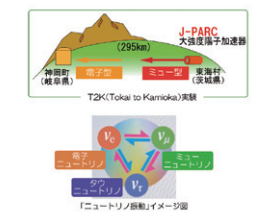
トピックス



大洗

「鉦田うまかつフェスタ'15」、「大洗60祭」に参加しました。原子力機構の出展ブースにはお子様からご年配の方まで多くの方にお越しいただき、放射線パネルクイズやキーホルダーづくりなどを通じて、原子力の理解促進と地域住民との交流を行いました。

トピックス



J-PARC センター

【広報誌】J-PARC NEWS第126号を掲載しました。梶田隆章教授がノーベル物理学賞2015を受賞、おめでとうございます! 放射線安全講演会を実施しました。

主なプレスリリース

先端基礎研究センター

液体金属流から電気エネルギーを取り出せることを解明 - 電子の自転運動を利用した新しい発電機 -

量子ビーム応用研究センター

放射線障害を回避する染色体タンパク質の立体構造の変化を初めて観測 - DNA損傷修復機構の解明と放射線障害の防止に期待 -

J-PARC センター

SPring-8・J-PARC・スーパーコンピュータ「京」を連携活用させたタイヤ用新材料開発技術「ADVANCED 4D NANO DESIGN」を確立 - 低燃費性能・グリップ性能に加え耐摩耗性能200%のタイヤ -

皆様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. どこで入手されましたか。
①原子力機構施設等 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巻頭特集 福島復興に向けて原子力機構が果たすべき役割
②私たちの研究1 原子炉から放出された放射性物質の拡散プロセスの解明に挑む
③私たちの研究2 病気の早期発見・正確な診断に貢献したい
④シリーズ 地層研分研究開発 Vol.3 人工リニアに関する研究開発 -幌延深地層研究センター-
⑤原子力機構のコミュニケーション活動 J-PARCセンター-
⑥PLAZA 原子力機構の動き
⑦その他 ()

3. 表紙や誌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. 原子力機構の震災対応や放射線について
①よく理解できた ②まあ理解できた ③普通
④あまりわからない ⑤わからない

5. 「未来へげんき」の冊子配送についてお伺いします。
(今後の参考のためにお伺いします)
①冊子配送継続 ②冊子配送無し(JAEAホームページでの掲載のみ)

6. 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、取り上げてほしいテーマなどご自由に記入ください。

いただいたご意見を、巻末でご紹介させていただきます。ご紹介する際、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する
ご協力ありがとうございました。

