

未来へ **げんき**
G E N K I

季刊
NO.34
平成 26 年



未来へ げんき G E N K I

原子力機構では松浦理事長が先頭に立って原子力機構改革に取組み、平成25年10月から平成26年9月までを集中改革期間として抜本的な改革を実施してまいりました。今号では集中改革の取組みについてご紹介するとともに、世界から注目される高温ガス炉をはじめとする研究開発についてお伝えします。

巻頭特集

原子力機構改革 — 集中改革の取組み —

原子力機構では、「もんじゅ」の保守管理上の不備及び大強度陽子加速器施設（J-PARC）の放射性物質の漏えい事故を契機として、2013年9月に原子力機構改革計画を策定し、同年10月から1年間を集中改革期間と定め、役員丸となつて改革に取り組んでまいりました。10月2日にこの改革の成果を文部科学大臣に報告いたしました。

1年間の取組みと成果

集中改革期間においては次のような改革を実施してきました。

まず、2014年4月に「強い経営」の確立を目指して、部門制の導入と経営支援機能の強化を柱とする組織再編を実施しました。また、全職場において、課室長主導による課室単位の業務改善活動を展開しました。

業務の重点化として、「東京電力(株)福島第二原子力発電所事故への対応」や「もんじゅ」への経営資源の重点化を図る一方、合理化として、核融合研究開発及び量子ビーム応用研究(一部)について原子力機構から他法人へ移管統合する検討、東海再処理施設について次期中期目標期間中に廃止措置計画を申請する方向で検討する方針の決定、岐阜県の地下研究施設における必須の課題を現在掘削が終了している深度500mまでの研究坑道で実施できることの確認、研究炉JRR-4など6施設についての廃止措置に関する方針の決定などを行いました。

原子力機構改革の総括

機構の新生に向けた有効な組織変革をほぼ達成

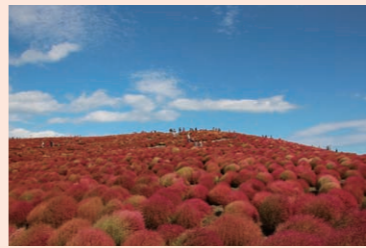
- 集中改革期間における活動を通じて、当初目標とした諸課題への取組を終え一定の成果を確認
- 制度・体制の整備と職員の意識改革の進展により、自律的に改善・改革が進んでいく機構の「自己改革～新生へのみち～」が本格始動
- 「もんじゅ」では残された課題である、保守管理体制及び品質保証体制の再構築の総仕上げを行うため集中改革を継続

今後に向けて

- 機構はこの改革の成果を最大限活かし、社会からの厳しい建設的批判を糧とすることで、本来の使命達成に向けた再挑戦が可能となった
- もんじゅについては改革の完遂・定着に向けて職員の先頭に立って引き続き改革活動に集中

集中改革期間終了後も継続的に改革の定着を目指す
ただし、「もんじゅ」については現中期中期目標期間の間、集中改革を継続

安全文化醸成活動については、これまでの活動を評価し、より実効性のある活動となるよう総点検を行いました。また、安全確保を最優先とする理事長方針の浸透を図るため、役員と職員の直接対話を実施しま



ひたち海浜公園みはらしの丘
鮮やかに紅葉し、秋の新名所として注目されているひたち海浜公園のコキア(一般名:ホウキギ、学名: Kochia scoparia)。和名をホウキグサと言ひ、昔はこの茎を乾燥させてほうきを作っていました。収穫される実は「とんぶり」と呼ばれ「畑のキャビア」として親しまれています。



※日本原子力研究開発機構報告書の詳細はこちら
URL
<http://www.jaea.go.jp/02/press2014/p14100201>



▲ 下村文部科学大臣(右)に報告する松浦原子力機構理事長(左)

した。さらに、理事長提案箱を設置し、現場の意見を理事長に提案しフィードバックする仕組みを整備しました。

J-PARC改革については、ハード対策として放射性物質の漏えい防止や放射線監視強化のための施設の改良を行うとともに、ソフト対策として副センター長(安全統括)の新設など安全管理体制整備や放射性物質の漏えいを想定した訓練を実施しました。

- 「もんじゅ」改革については、
- 保守管理体制の再構築と継続的改善
 - 品質保証体制の再構築と継続的改善
 - 現場技術力の強化
- の3つに課題を整理し、現中期中期目標期間の終了(2015年3月)まで集中改革を継続することとしました。

成果のとりまとめと今後の展開

これらの改革の成果をとりまとめ原子力機構として自己評価を行った上で、2014年9月25日に第4回もんじゅ安

全改革検証委員会を開催し、「もんじゅ」改革について外部有識者による検証を受けました。委員会からは「長期にわたり停止し、原子炉の保守管理をしている状況においても、このような安全管理の問題を抱えている現状は異常なこと」「もんじゅ」職員は強く認識すべき、「保安措置命令に対する総仕上げが必要であり、更なる6ヶ月間集中改革を継続することは適当」「改革を成し遂げ、国民から信頼される組織に再生した上で、本格的な運転再開を目指すことが必要」などの意見が示されました。

また、9月29日に第3回原子力機構改革検証委員会を開催し、原子力機構改革全体について改革の検証を受けました。その結果、原子力機構改革が集中改革期間の1年間を終了し、自律的に改善改革を進めていくことが妥当との検証結果を受けました。

10月2日、集中改革期間における成果と今後の対応を取りまとめ、文部科学大臣に報告しました。

集中改革期間終了後も、継続的に改革の定着を目指していきます。しかし、「もんじゅ」については現中期中期目標期間の間、集中改革を継続とし、改革の完遂・定着に向けて引き続き改革活動に集中していきます。

原子力機構は、我が国唯一の原子力の総合的研究開発機関として、これからも多くの研究開発成果を発信していけるよう努力して参ります。

巻頭特集

01 原子力機構改革

震災対応～私たちの取組み～

02 ため池底の放射性物質の分布を効率的に計測して可視化する技術

特集1

研究開発で世界のトップを走る!

04 高い安全性が注目の高温ガス炉

特集2

08 原子力人材育成センターの取組み

私たちの研究①

画期的なウラン除去技術を開発

10 「エマルションフロー法」の可能性

私たちの研究②

素粒子ミュオンを使った元素分析法で宇宙の謎に迫る

12 物質を透視する新しい“眼”

放射線セミナー

14 広がる放射線の利用

16 PLAZA原子力機構の動き

綴じ込み読者アンケートハガキ

被災地の農業復興に向けた取組み

ため池底の放射性物質の分布を効率的に計測して可視化する技術

原子力機構は、福島県内の農業用ため池底の放射性物質の分布を効率良く測定し可視化する技術を開発しました。その後、水土里ネット福島と技術指導契約を締結し、技術の民間移転を行っています。それらの経緯について、原子力機構と水土里ネット福島の担当者に話を聞きました。

研究の目的や背景について教えてください

眞田 福島県農林水産部農地管理課からの、放射線量が高い地域のため池底の放射性物質の分布の調査依頼が、今回の研究を開始したきっかけです。

ため池とは、農業用水を確保するために人工的に作られた池です。元々水が溜まりやすい地形を利用して作られた場合が多いため、放射性物質も堆積しやすい可能性があります。

ため池底の放射性物質については、既に東北農政局と福島県でも調査をしていましたが、従来の調査方法である、池底の堆積物のサンプリング調査^{※1}では、採取したサンプルが放射性廃棄物になる問題と、全領域の分布を把握するためには大量のサンプルが必要となる問題がありました。

そこで新しい調査・分析方法を開発しました。サンプルを採取せず、直接池底を調べる方法として、P-Scanner^{※2}とJ-SubD^{※3}という技術を採用することにしたのです。

今回開発されたP-ScannerとJ-SubDを併用する理由は何でしょうか

眞田 P-Scannerは検出部に光ファイバーを使用しているため、線状での測定が可能で、これをずらしていくことで効率良く面的な放射線の状況が調査できます。また、機械部分を水中に入れずに、検出部の光ファイバーに防水対策を施すだけで応用できる、というメリットがありました。

一方、J-SubDを開発したのは、スペクトル分析を行うことで、放射性物質の種類を特定するためです。スペクトル分析で、検出した放射線が自然放射線なのか、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故により発生した放射性物質によるものなのかを区別できます。これら二つの調査方法によるデータを補

正し合うことで、より正確な放射性物質の分布状況を測定できることが分かりました。

どのような手法でため池底の放射性物質の分布を可視化したのですか

眞田 まず、可視化とは、放射性物質の量や分布状況を色の違いで表したマップのことで、今回採用したマッピング技術自体は、既に航空機モニタリングで確立していましたので、その手法を応用しています。後は実際にP-ScannerとJ-SubDによる調査で得られたデータを、地図上の位置情報に色の違いで反映させます。

この可視化作業は、水土里ネット福島との共同調査以前に、10箇所の測定結果として実績がありました。

水土里ネット福島での役割を教えてください

佐瀬 水土里ネット福島では、原子力機構が開発した、ため池底の放射性物質の分布を測

業を行っています。

この調査作業がルーチン化されれば、原子力機構は技術の改良をさらに進めることに注力し、その技術を水土里ネット福島は県内で約3,700箇所有ると言われているため池の調査に応用していくことになります。

今回の研究成果は、今後どのように活用されていきますか

鈴木 原子力機構との共同調査は、まず3,700箇所のため池のうち100箇所の調査を目標にしています。その後は、残りのため池に優先順位をつけて、水土里ネット福島で調査を続けることを考えています。優先順位の付け方としては、ため池の使用頻度やその水を利用している田の多さ、またはため

池の形状などを考慮して決めていきます。もちろん、既に福島県が行ったスポット調査の結果も、優先順位を決めるにあたっては参考に使いたいと考えています。

また、次のステップとして何をやるのかについては、明確に決めてあるわけではありません。それは今回の調査結果が出た段階で改めて検討すべきだと考えています。

現在、農家の方々は、自分たちの利用しているため池が、どのような状態にあるのかわからないという不安を持っています。これは作物が出荷可能基準値をクリアしているとしても、常に抱えている不安があるということです。まずはこの不安を払拭したいと考えています。

眞田 原子力機構では、今回開発した調査技術と分析手法を、FTRACE(福島長期環境動態研究)※の調査活動に応用していきたいと考えています。FTRACEでは山か

ら海までの放射性物質の移行状態を把握しようとしており、具体的には規模が大きなダムなどの貯水池や、河川の調査への応用を考えています。

※FTRACEの詳細はこちらをご覧ください。
http://fukushima.jaea.go.jp/initiatives/cato17/entry/06.html

今後、水土里ネット福島が原子力機構に期待することは何ですか

鈴木 水土里ネット福島は地質などの調査は得意ですが、放射線に関する知識や技術は有りません。そのため原子力機構には、今後測定技術や分析手法などに関するアドバイスを続けて欲しいと考えています。現在は一緒に調査を行っていますが、水土里ネット福島で独立して調査を行える段階はいつなのか、といった検討も行っていただきたい

定して可視化する技術と手法を引き継ぎ、未調査のため池を調査しています。

水土里ネット福島の役割は、福島県の農家の方々から寄せられた、ため池に放射性物質がどの程度蓄積されているのか分からないので不安だ、という声に対して、具体的な数値や可視化されたデータを提供することで、その不安を解消し、目に見えない不安を払拭することができ、具体的な対策を検討するための情報提供が可能になるからです。

水土里ネット福島では、今回の調査以前に、福島県からの依頼でため池底の浚渫(しゅんせつ)^{※4}を行っていましたが、従来のサンプリング調査では、浚渫(しゅんせつ)の効果が見えにくいという問題がありました。そこで原子力機構に調査技術や可視化の手法があることを知り、アドバイスを求めたという経緯があります。

眞田 原子力機構から水土里ネット福島へは、調査機器の貸し出しも行っていましたが、実際に難しいのは機器の取り扱い方法や取得したデータの分析方法なのです。そのため、アドバイスと言っても、実際には共同で

です。

また、現在はおため池の調査を行っています。今後これらの調査結果や農家の方々からの要望によっては、河川や田の調査が必要になるかもしれません。その際には改めてアドバイスをいただけることを期待しています。

図① P-Scannerの概念図

● 検出部にファイバーのプラスチックシンチレーターを使用
● 検出部は最大20m
● 陸上で使用実績あり

図② J-SubD概念図

● 検出部にLaBr3(Ce)シンチレーターを使用
● スペクトル分析が可能
● 検出器の応答特性を計算コードを用いて解析し、実際の水底の状況を模擬した評価が可能

図③ ため池底の放射性物質分布のマップ化

放射性物質の濃度が高く出ている位置

P-Scannerによるコンター図と堆積物サンプリングの傾向が良く一致している

図④ 浚渫前と浚渫後の放射性物質分布比較

● 全体的に5,000Bq/kg-wetを超える部分が小さくなっている
● 放射性物質の状況把握等に適用

用語解説

*** 1 サンプリング調査**
従来のため池底調査では、ため池底の堆積物を取り出し、実験室に持ち込んで放射線を測定するという調査方法を行っていました。

*** 2 P-Scanner**
プラスチックシンチレーションファイバ(PSF)という光ファイバーを利用して線状で放射線量を測定する装置です。検出部の光ファイバーは最長20メートルで直線にした状態で池底上をずらしながら測定することで、面的な測定ができます。
※PSFでの陸上測定の様子はこちらをご覧ください。
http://www.jaea.go.jp/fukushima/pdf/121029_fnews4.pdf (4ページ目をご覧ください)

*** 3 J-SubD**
J-SubD(水中用ガンマ線スペクトロメーター)は水中専用の放射線量測定器です。水中300メートルまでの耐水性を持ち、高精度なエネルギースペクトル測定を行えることから、放射性セシウムと他の天然の放射性物質とを区別することができます。
※詳細はこちらをご覧ください。
https://www.jaea.go.jp/fukushima/pdf/topics-fukushima015.pdf

*** 4 浚渫**
一般的には港湾や河川の水深を深くするために水底の土砂などを取り除くことを示しますが、ここでは農業用ため池の底に堆積した放射性物質を取り除く作業を示します。



水土里ネット福島は、土地改良事業を実施する主体の共同組織として設立された公益法人です。詳細はこちらをご覧ください。



福島研究開発部門
http://fukushima.jaea.go.jp/

プレス発表
http://www.jaea.go.jp/02/pres2014/p14070301/

研究開発で世界のトップを走る！ 高い安全性が注目の高温ガス炉

～水素製造や高効率発電など多様な熱利用ができる安全な原子炉の実用化を目指して～

炉心溶融の危険性が極めて低いなど優れた安全性をもち、将来の低炭素社会を支える水素の製造や高効率発電など、多様な熱利用を可能とする高温ガス炉に注目が集まっています。そこで、高温ガス炉研究開発の拠点である、大洗研究開発センター高温工学試験研究炉(HTR)において行われている研究内容や今後の取り組み、高温ガス炉を熱源とした水素製造技術の開発状況について、高温工学試験研究炉部の沢和弘次長と、ISプロセス信頼性確認試験グループの久保真治リーダーに聞きました。



HTRの高温ヘリウムガスを取り出す中間熱交換器

What is HTR?

HTRとは

高温ガス炉は、原子炉の核分裂反応で生じた熱エネルギーを受け取る冷却材に、ヘリウムガスを用いています。軽水炉に比べ、出力密度は10分の1程度と小さいものの、最高で950℃に達する高温の熱を利用して、発電のみならず、水素製造や産業への熱供給などの発電以外の目的にも使うことができます。また、安全性にも優れているため、日本では40年以上前から研究開発が進められてきました(年表)。

1991年、国内初の高温ガス炉の実験炉として「高温工学試験研究炉(HTR)」の建設に着手し、1998年に初臨界を達成しました。そして、2004年には世界に先駆けて、原子炉出口の冷却材温度950℃を達成し、2010年には50日間にわたる950℃の高温連続運転に成功しました。HTRを用いた実証試験や研究開発が着々と進むなかで、2011年3月に東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故が起きました。国民の原子力への懸念を解消し信頼を回復するため、いかなる状況を考慮しても、安全性が保たれる原子炉の開発



原子力科学研究部門
原子力水素熱利用研究センター
水素利用研究開発ユニット
ISプロセス信頼性確認試験グループ
グループリーダー
久保 真治
広島県出身 1993年採用

原子力科学研究部門
大洗研究開発センター
高温工学試験研究炉部 次長
沢 和弘
山形県出身 1984年採用

究極の安全性を試す 実証実験に成功

が求められる中で、安全性が極めて高い高温ガス炉に注目が集まっています。さらに、水素製造などにより、炭酸ガスの排出量削減に貢献する、環境にやさしい原子炉としても期待が高まっています。

高温ガス炉の特徴のひとつは、きわめて高い安全性を備えていることです。

高温ガス炉の燃料に用いられる4重被覆のセラミックス燃料粒子は、耐熱性が高く、1600℃と非常に高温な環境下でも破損しないため、被覆層で核分裂生成物を閉じ込めることができます。

また、炉心を構成する黒鉛材料は、熱容量が大きく熱伝導も高いことから、仮に電源喪失などの異常が起きた場合でも、熱伝導

や熱放射などにより自然に原子炉外へ熱が伝わり、燃料が破損する危険はありません。さらに、冷却材のヘリウムガスは、燃料や構造材である黒鉛と化学反応することがないため、水素爆発などを起こしたりする心配はありません。

こうした特徴を「固有の安全性」と呼んでいます。このため、高温ガス炉は、炉心溶融や大量の放射性物質の放出事故などの危険性が極めて低い安全な原子炉と言えます。

2010年12月に行った安全性実証実験(図①)では、ヘリウムガスの炉心への送り込みを止め、原子炉の停止操作である制御棒の挿入も行いませんでした。それにも関わらず、炉心への冷却材(ヘリウムガス)の流量がゼロになっても、原子炉が自然に停止しました。その後、時間が経過しても燃料温度は安定に保たれたままでした。つまり、HTRにおいては、電源や冷却材の喪失といった重大なトラブルがあった場合でも、何もしなくても安全ということが実証されたのです。

安全性を支える 世界最先端の国産技術

私たちは、ウラン燃料の被覆層の損傷最小化を図っています(図②)。2010年に実施した950℃での高温連続運転において、核分裂生成物の放出が許容値*2のおよそ1万分の1、また、アメリカやドイツの高温ガス炉のおよそ100分の1であることを実証しました。

また、黒鉛構造物については、強度や熱伝導率の等方性を上げるための技術開発を進め、結晶粒の微細化や成型方法の工夫

2010	安全性実証試験(炉心流量喪失試験等)開始 950℃/50日運転実施
2007	850℃/30日運転実施
2004	原子炉出口950℃達成
2002	安全性実証試験開始
2001	定格出力(30MW)、 原子炉出口850℃達成
1998	初臨界
1997	建設
1991	
1990	設置許可申請～取得
1989	
1988	詳細設計
1985	
高温工学試験研究炉	
1984	基本設計
1981	
1980	システム総合設計
1974	
1973	概念設計
1969	

により、国内メーカーと共同で、原子炉用への要求水準を満たす等方性黒鉛*3を実用化しました。高強度、耐照射特性の実

現により黒鉛構造物を長寿命化することができました。

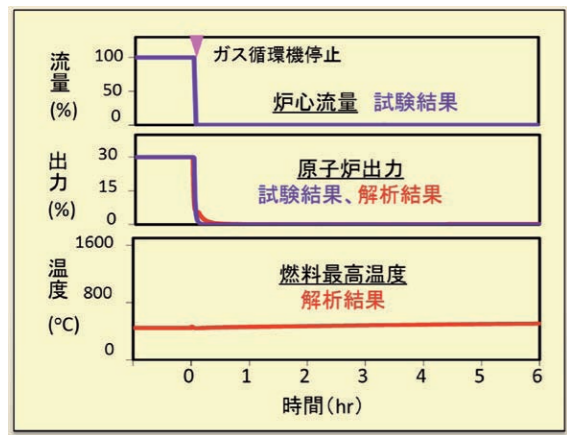
さらに、高温強度や耐腐食性に優れた金属材料の開発を行い、既存の合金をベースに元素の含有量を最適化した新たな合金は、ヘリウムガス環境下で内部腐食を生じないことを実証しています。開発した合金は、HTRの中間熱交換器に採用され、原子炉出口温度950℃の達成に貢献しました。

これらの技術は、すべて原子力機構と国内メーカーが協力して開発した世界最先端の国産技術であり、HTRの優れた安全性は、これらの国産技術に支えられています。

高温熱から低温熱まで 活用する多様な熱利用

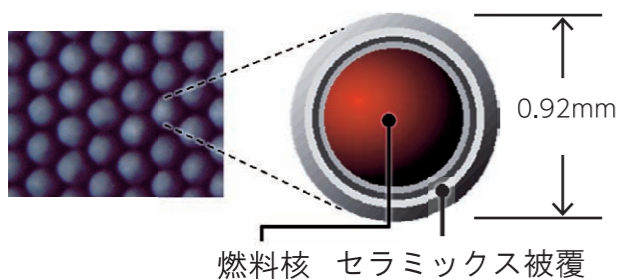
蒸気タービンを使って電気エネルギー

図① 安全性実証実験の結果



図② セラミックス被覆燃料

耐熱性が高く燃料溶融しない





2013年度に製作した連続水素製造試験設備

その意味で、原子力エネルギーで水素を製造するというシステムは、環境問題の改善につながるだけでなく、エネルギーセキュリティを高め、日本経済の安定や人々の暮らし向上にも役立つと考えています。私たちの研究開発がそうした問題解決の一助になればと日々励んでいます。

久保 日本は石油や天然ガスのような一次エネルギー資源に乏しい国です。エネルギー源の多様化を進めることで、もっと安定供給と安全性を高めるべきだと考えます。

その一方で、カザフスタンやインドネシアのように、日本の技術を導入して、自国に高温ガス炉を建設したいと考える国もあります。

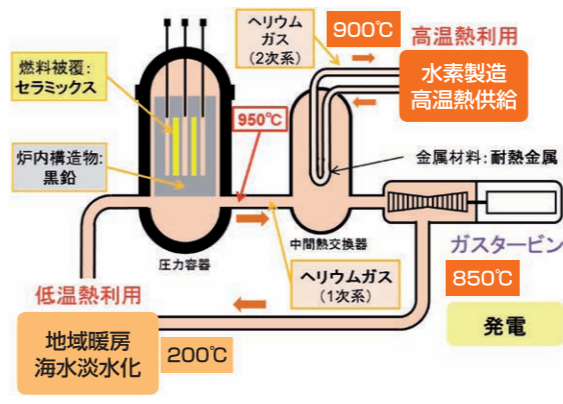
将来の水素需要拡大に向けて研究開発を進め、これに備えておく必要があります。

沢 私たちは、このような高温ガス炉を軸としたエネルギー生産システムは、安全性のみならず、経済性の点からも優れているとの試算を得ています。

高温ガス炉は、大量の電気を使う大都市圏だけでなく、一定の地域単位への電気、水素、熱などの供給にも向いています。工場群に電気を送ったり、水素ステーション用の水素を製造したり、施設や家庭の暖房に低温熱を供給したりと、工業用から民生用までバランスよくまかなうこともできるでしょう。発電にはガスタービンを用いるの

のみを生み出す軽水炉と違い、高温ガス炉は、発電に加えて熱エネルギーも利用できる点に特徴があります。しかも、900℃前後の高温熱から200℃程度の低温熱まで幅広く利用することができるので、80%（通常の軽水炉では30%）と高い熱利用率が実現可能です。

図③ 高温ガス炉熱利用システム



高温のヘリウムガスを使ってガスタービン発電を行ったり、耐熱性の高い中間熱交換器を介して熱供給することで、水素製造を行うたりすることが出来ます。さらに、発電や水素製造に利用され、温度が下がったヘリウムガスについても、その低温の熱を海水の淡水化や、地域暖房などに活用できます。(図③) とくに原子力エネルギーを利用して製造する水素は、地球温暖化の原因と考えられている、炭酸ガスの排出量削減に大きく貢献する可能性があります。

水素は、将来的に利用が期待されている燃料電池車の燃料である他、コークス*4の代わり

3つの熱化学反応を利用

高温ガス炉の熱利用技術のうち、私たちのグループでは、熱化学水素製造法「ISプロセス」の研究開発を進めています。

ISプロセスとは、ヨウ素(I)と硫酸(S)の化合物を利用した3つの化学反応(図④)を組み合わせたことにより、水を熱分解する化学プロセスです。高温ガス炉から供給される400~900℃の熱を用い、硫酸やヨウ化水素を熱分解することにより、水素と酸素を生成させます。水以外のヨウ素、硫酸などの反応物質をプロセス内で繰り返し使用するため、これら有害物質の排出はありません。

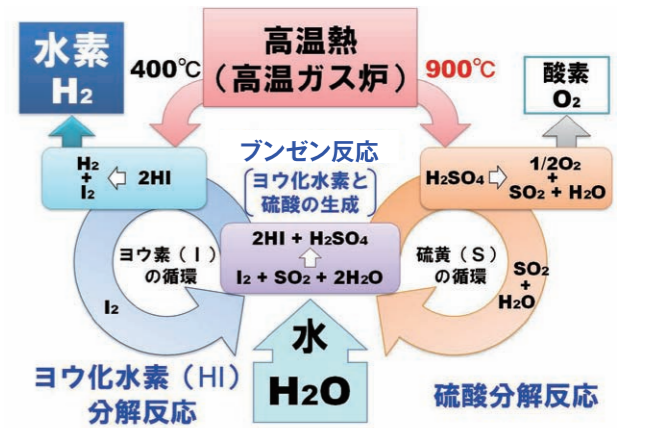
原子力機構の技術を世界標準に

安全性や経済性に加え、環境への貢献も期待できることから、アメリカをはじめ、各国でも高温ガス炉の研究開発が進められています。とくに積極的なのが中国で、蒸気タービンを用いた発電用実証炉が建設中で、2017年には完成予定であり、その先には商業炉の建設も視野に入れています。

国際的な研究協力については、OECD(経済協力開発機構)やAEA(国際原子力機関)などが中心で取り組んでおり、なかでも中国やアメリカが計画推進に積極的です。

しかし、技術面では日本が世界のトップを走っているのは間違いありません。世界で唯一、950℃の高温熱を取り出せるHTTRには、世界から注目が集まっており、各国のニーズに基づき研究にも応じています。

図④ ISプロセスの原理図

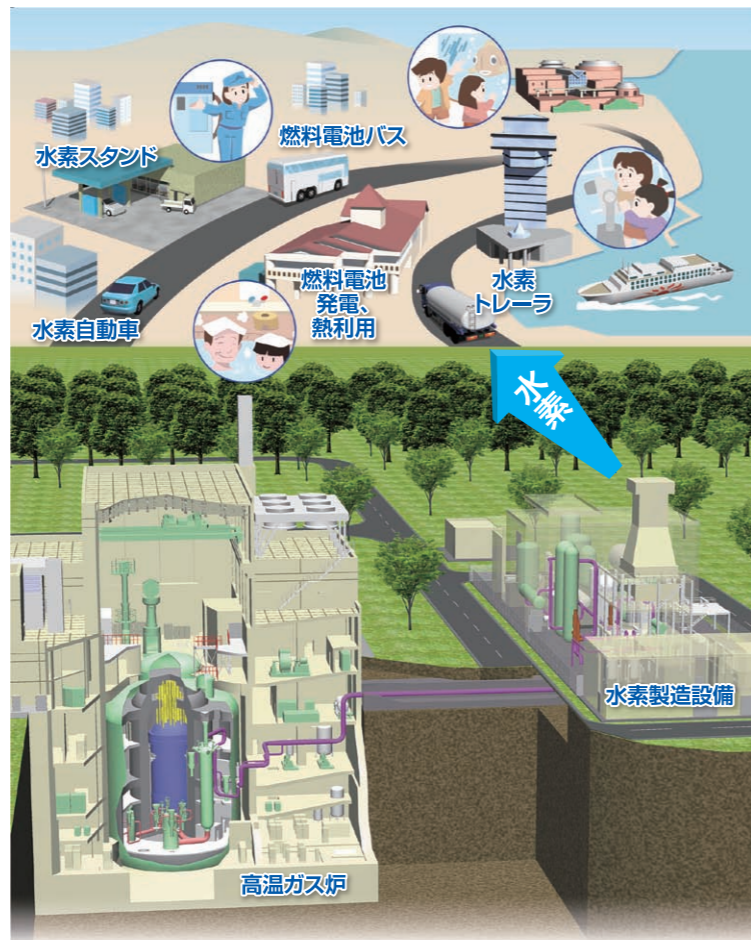


安定した1週間の連続水素製造成功は世界初

久保 原子力機構は、ISプロセスの研究を1980年代から行ってきましたが、当初は、副反応の抑制や凝固しやすいヨウ素の取り扱い、腐食性の強い硫酸やハロゲンなどに対する技術的な知見が不十分だったこともあり、なかなかうまく行きませんでした。

そこで、ISプロセスの反応と分離を、連続かつ安定に行うこと目的を絞った研究に取り組みました。1997年に実験室規模の製造装置で水素製造試験を行い、ISプロセスを用いた水分解による水素製造を確認しました。その後、安定した水素製造を行うための、**ブンゼン反応**と溶液組成の計測及び制御を自動化する手法を

図⑤ 高温ガス炉と水素製造設備を組み合わせた未来のイメージ



「水素社会」の実現に向けHTTRとの接続試験へ

久保 これまで脈々と進めてきたISプロセスの技術開発は、今後、HTTRとの接続試験の段階を迎えます。HTTRに、ガスタービンを用いた高効率発電設備や水素製造設備をつなぎ、実用化に向けた安全性などの検証を行います。過去、高温ガス炉とこのような熱利用設備を接続した例はなく、大きな注目を集めることになるでしょう。

そして近い将来、炭酸ガスを発生しないクリーンな水素エネルギーが主役となる「水素社会」の到来が予想されています。経済産業省の水素燃料電池戦略ロードマップ(2014年6月23日)によると、国内の水素需要は現在の150億Nm³/年程度に加えて、2030年には新たな需要が、最大で220億Nm³/年に達するとの試算もあり

用語解説

- *1 原子炉出口の冷却材温度950℃
一般的な軽水炉の場合、原子炉出口の冷却材(軽水)温度は約300℃。高速炉の冷却材(ナトリウム)温度は約500℃です。
- *2 許容値
核分裂生成物である⁸⁵Krの放出率を1×10⁻⁴以下とすることです。
- *3 等方性黒鉛
微粒子構造で強度が高く、熱膨張率などの特性がすべての方向に均一などの特長を持ちます。
- *4 コークス
石炭などから生産される炭素を主要成分とする固体。製鉄などに利用されます。
- *5 ブンゼン反応
水、二酸化硫黄およびヨウ素からヨウ化水素と硫酸を生成する反応のことです。ドイツの化学者Robert Wilhelm Bunsenが発見しました。

原子力水素・熱利用研究センター
http://www.jaea.go.jp/04/arai/nhc/index.html

HTTR
http://httr.jaea.go.jp/index_top.html

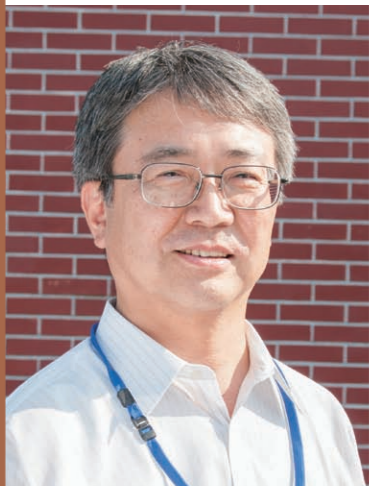
原子力人材育成センターの取組み

NuHRDeC (Nuclear Human Resource Development Center)



▲ 原子力科学研究所にある原子力人材育成センター

次世代を担う技術者や研究者を育成するため原子力人材育成センターでは様々な活動を行っています。村上博幸センター長に話を聞きました。



原子力人材育成センター
センター長
村上 博幸
福岡県出身 1979年採用

原子力技術に関する基礎を学べる場所

原子力人材育成センター（以下、「センター」）は、原子力技術に関する知識や経験を、研修という場を通じて若い世代に伝えていくという役割を担っています。近年では国内研修に加えて、大学での原子力研究への協力や、海外を対象とした国際研修等も、積極的に進めています。

旧法人時代の1958年に開設してから現在に至るまで、センターで国内研修を受けた研修生の数は、国内で約55,000人、国外で1,500人弱になります。センターでは国内外の技術者や学生などを対象とした、基礎的な研修を行っています。原子力機構内には、他にも国際原子力情報・研修センターや、核不拡散・核セキュリティ総合支援センターなど、様々な人材育成部門があります。

最先端の設備と実績ある講師陣

センターで行っている国内研修には、大きく

ひとつは各大学と連携協定を結び、原子力機構の研究者や技術者を大学に派遣する、もしくは原子力機構側が学生を受け入れて研究や実習を行うというものです。

もうひとつは、現在6つの大学と構築している「原子力教育大学連携ネットワーク（JUNEN）」です。TV会議のようなシステムを用いて、各大学共同で講義運営を実施しています。TVシステムを通して専門の教育を受けることができ、さらに単位として認定されるという点で、大学にとっても学生にとっても、一石二鳥の高い取組になっています。

また、学生実習生の受入れなど、原子力機構独自の取組も行っています。一方、海外との連携も積極的に推進しています。現在国際協力という面でも、最も大きな比重を持っているのが、国際原子力機関（IAEA）への協力です。

▼ Japan-IAEA Joint 原子力エネルギー管理スクールの様子



さらにセンターでは、国内外の様々な関係機関等との連携のもと、今後の日本の原子力界を支える人材を確保育成するためのネットワークを構築し、様々な活動を行っています。それが「原子力人材育成ネットワーク」です。

将来を担う原子力人材の育成のために

このネットワークによる具体的な活動のひとつに、「IAEA原子力エネルギー管理スクール」があります。これは世界各国において、将来リーダーとなる人材の育成を目的として開かれてい



▶ 福島でのサーベイ実習

福島での研修とセンターの未来予想図

東京電力（株）福島第一原子力発電所事故を受け、センターでは経済産業省からの受託事業として、放射線測定要員と放射線管理要員の研修を行いました。これは福島第一原子力発電所の現場で働いている作業員と管

国内機関との連携と海外機関との協力体制

国内研修以外にも、国内の各機関と連携しながら「学びの場」を提供する取組を行っています。

る研修コースです。

当初はIAEA主催で行われていましたが、2014年から日本主催となり、原子力人材育成ネットワーク、原子力機構、東京大学原子力専攻及び日本原子力産業協会が協力をしています。

2014年6月に行われた第3回スクールでは、3週間にわたる開催期間中、世界15か国から32人が参加しました。特にグループに分かれた討論では、参加者全員が熱心に議論を繰り広げ、理解を深めただけではなく、世界的な友情と絆の輪が広がりました。

その代表的なものが、大学との連携です。大学との連携協力には、大きく3つあります。



原子力人材育成センター
http://nutec.jaea.go.jp/index.php

私たちの研究

画期的なウラン除去技術を開発

「エマルションフロー法」の可能性

エマルションフロー法
開発のきっかけ

もともと私が行っていたのは、核燃料サイクル*1における化学分離に関する研究でした。例えば核実験により生成された人工的な放射性物質の環境中の濃度を測るためには、前処理としてそれを濃縮し、分析ができるレベルにする必要があります。この前処理の濃縮を迅速に、効率的に行う方法を模索していたときに偶然発見されたのが、今回の「エマルションフロー法*2」です。

微細液滴(細かい液体のつぶ)を噴出させるだけで水と油を簡単に乳濁状態(エマルション)にできること、容器にふくらみを持たせるだけでエマルションが素早く解消されて水と油に戻せることが偶然に見つかり、この方法の基礎になりました。

実際に開発してみると、ウランを含んだ放射性廃液の処理や、廃液からのレアメタルの回収などに利用できる新技術としてのニーズが高いことがわかり、自然とその方向に研究がシフトしていきました。

の改良を重ね、最近になって実用化の目途が見えてきたという状況です。

従来は「カラム分離法」
もしくは「溶媒抽出法」

廃液からウランなどの有害物質を除去する、あるいはレアメタルなどの有価物を回収する方法として、従来よく使われていたのが、「カラム分離法」と「溶媒抽出法」です。

「カラム分離法」は、イオン交換樹脂や吸着材を「カラム」という筒に詰めて使う方法です。非常に簡単な装置で、かつ送液のみで分離ができるので、操作が簡便であるという特徴があります。ただし処理速度が遅く、目的成分を抽出する容量が小さいという欠点もあります。

また、回収すべき目的成分の濃度が高いときには、頻りに樹脂を再生する必要があり、さらに使い終わった樹脂は処分しなければならぬため、コスト面で不利な部分がありました。

一方「溶媒抽出法」は、水の中に溶けてい



原子力科学研究部門
原子力基礎工学研究センター
研究主席 兼
原子力化学ユニット
環境化学研究グループリーダー
長縄 弘親
愛知県出身 1992年採用

処理速度は10倍以上、コストは1/5。
簡便低コスト・高効率を実現する、新しい放射性廃液の処理技術「エマルションフロー法」について、長縄グループリーダーに話を聞きました。



る成分を、水と混ぜり合わない油のような溶媒に抽出するという方法です。この方法には、抽出する容量が大きく、しかも迅速に処理ができるという特徴があります。ただし水と油を攪拌することで混合し、その後水と油を十分に分離しなければならぬため、特殊な装置が必要になります。

しかも操作にはかなりの熟練度が必要とされ、かつ初期コストも大きいため、こちら

も導入するには、それなりの覚悟を要する技術とされてきました(図1)。

驚くべき処理速度と
低コスト・高効率を実現

この2つの方法の問題点を解決し、長所を掛け合わせた方法が、今回開発した「エマルションフロー法」で、カラム分離法の要領で溶媒抽出を行うことができます。

装置の筒状部分(カラム部)の上からは廃液を、下からは水と混ぜり合わない溶

99.9%のウランを回収できることもわかりました。

様々な分野に
広がっていく可能性

人形峠の事例に代表される通り、この「エマルションフロー法」は、ウラン廃液処理など原子力分野での活用に、大きな期待が寄せられています。

また原子力以外の分野でも、工場からの廃水の浄化や、廃液からのレアメタルの回収などに利用できる新技術として、様々な産業分野で注目を集めています。実際にリサイクル会社やメッキ会社などでは既に実証プラントが作られており、実用化に向けて動き出そうとしています。

私自身も、この技術が原子力以外の様々な分野で利用され、実用化が進んでいくことを願っています。

なぜなら、ここで得られた経験は、逆に原子力分野でも応用できるノウハウや知見として還元されることで、より確かな技術として発展する可能性があるからです。「エマルションフロー法」は、まだ試験段階にある新しい技術です。本格的な実用化のためには、これから基礎的な部分をしっかりと把握し、様々な実証実験を重ねていく必要があります。

そして、人形峠だけではなく、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故での廃棄物処理により発生する放射性廃液の処理浄化など、今後この技術が様々な形で、効果的に活用されるよう、研究を進めていきます。

図2 エマルションフロー法における水/油の混合の仕組み

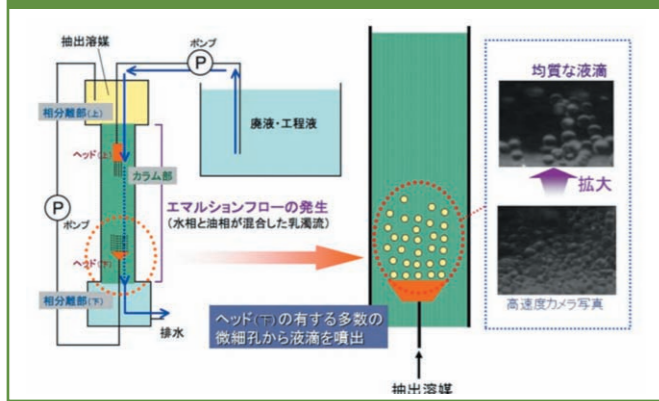
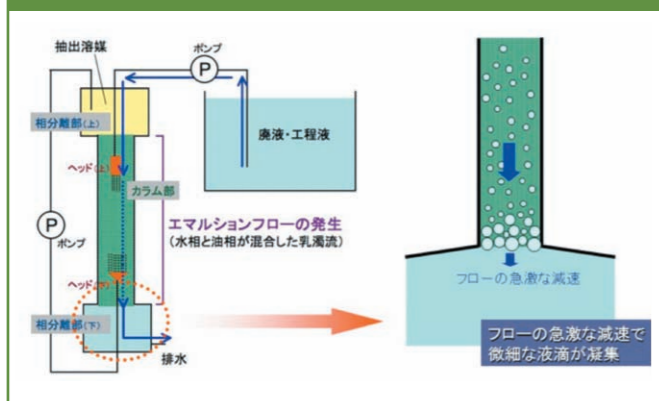


図3 エマルションフロー法における水/油の分離の仕組み



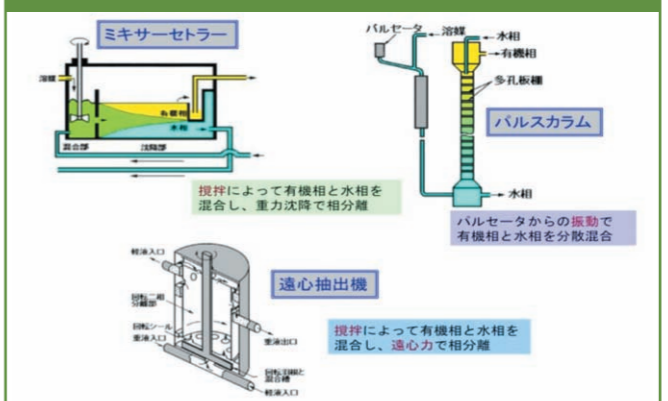
用語解説

- *1 核燃料サイクル
原子力発電所で使い終わった使用済核燃料から、プルトニウムや燃え残ったウランを取り出し(再処理)、再び核燃料として利用する仕組みのことです。
- *2 エマルションフロー法
油のような水と混ぜり合わない溶媒を用いて、水に溶けている溶存成分と水を懸濁させている粒子成分の両方を同時に回収・除去できる、新しい抽出分離法です。
- *3 ミキサーセトラ
攪拌ファンでの攪拌により、水と油を混合・乳濁させ、重力により水と油を分離するという仕組みの溶媒抽出装置です。
- *4 バックエンド研究開発部門 人形峠環境技術センター(岡山県)
ウランの採鉱からウラン濃縮という燃料加工までの技術開発を、2001年3月のウラン濃縮原型プラントの運転を終了するまで、実施してきた施設です。現在は、原子力施設や設備の維持、解体及び関連技術開発などを行っています。
<http://www.jaea.go.jp/04/2ningyo/index.html>

原子力基礎工学研究センター
<http://nsec.jaea.go.jp/index.html>

プレス発表
<http://www.jaea.go.jp/02/press2014/p14050202/>

図1 従来の「溶媒抽出法」



私たちの研究



大阪大学大学院理学研究科 宇宙地球科学専攻 寺田 健太郎 教授



大阪大学大学院理学研究科 化学専攻 二宮 和彦 助教

J・P・A・R・C^{*2}の世界最高強度のパルスミュオンビームを用いて隕石中の元素を分析する方法を世界で初めて確立した、大阪大学の寺田健太郎教授と二宮和彦助教に話を聞きました。

素粒子ミュオン^{*1}を使った元素分析法で宇宙の謎に迫る 物質を透視する新しい“眼”

世界最強度のミュオンビームで隕石の中を調べる

寺田 私の専門分野は、いわゆる「隕石」です。太陽系や地球などの惑星がいつどのように誕生したのか、「生命の起源」はどこから来たのかを、隕石の中の有機物等を分析することで解明しようというのが、主な研究テーマとなっています。

一般的に隕石を調べる際には、電子ビームを当て、発生したX線を検出するという方法がとられています。ただしこの方法で調べられる化学組成は、電子の特性上、隕石の表面のごく浅いところの、炭素や酸素よりも重い元素に限られる、という弱点がありました。

そこで電子の代わりに、素粒子のひとつであるミュオン^{*1}を当てることで、隕石の中にある情報をより詳しく調べる方法を確立できないかと考えたのが、今回の研究のきっかけです。

J・P・A・R・Cだからこそ

二宮 今回の私たちの実験の前には、何十年間という基礎研究がありました。J・P・A・R・Cでは研究者が建設段階から関わり、施設をしっかりと整備・維持してくださっています。だからこそ成し得た研究成果だと思っています。

寺田 これまでは自分の研究、いわば「独創的」な仕事を指してきました。しかし今回のような研究は、私のような「隕石屋さん」だけでもできないし、素粒子や原子核を専門としている「物理屋さん」だけではJ・P・A・R・Cという施設だけでもできません。

「協創的」つまり各分野のスペシャリストが集まって、一緒にひとつのものを創るというところ、それができたというのはとても面白かったです。貴重な経験になりました。日本は宇宙に限らず、海底でも、どこでも、極地に行ってサンプルをとってやることにかけては、独自の高い技術を有しています。しかし分析の段階で用いる装置は、海外製の既存のものを利用することが多く、せっかくの科学的成果が海外へ流出してしまうのではないかと危機感を抱いていました。そこで出会ったのが、J・P・A・R・Cのミュオンビームであり、ミュオンによる分析方法の確立でした。

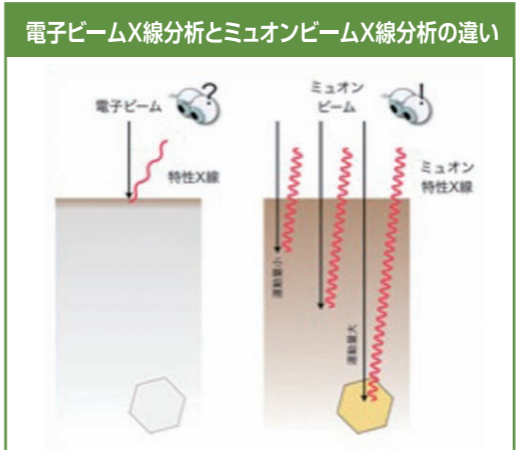
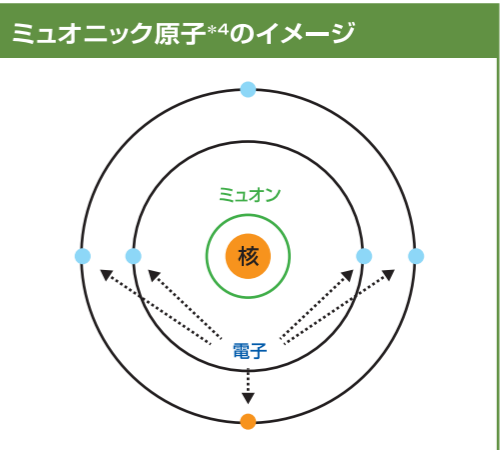
寺田 私たちは隕石の分野でこの技術の応用を考えていますが、今回の共同研究者の中には考古学試料を対象とした分析化学の専門家もいらっしゃいます。また研究者に限らず、産業界にも、何かを透過して中の元素を調べたい、と考えている人はたくさんいるはずです。近い将来は、飛躍的に応用範囲が広がると考えられます。

隕石の奥深くまで透過する「ミュオン」

寺田 ミュオンは電子と同様にマイナスの電荷を持ちながら、質量は電子の約200倍ある、いわば「重い電子」です。原子に取り込まれると原子核に近い軌道を周回しながら、ミュオン特性X線^{*3}を発生させます。このミュオン特性X線は、電子ビームによって発生する特性X線のエネルギー量の200倍ほどになり、そのため物質の透過能力が高いという特徴があります。

はやぶさ2のサンプル解析に活用できるか

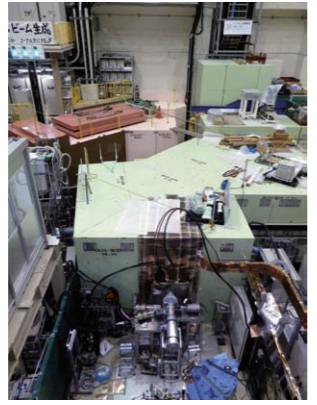
寺田 この実験により、ミュオンビームを用いれば、隕石を削ることなく隕石内部の元素の情報を知ることができるとい



J-PARC http://j-parc.jp/



プレス発表 http://www.jaea.go.jp/02/press2014/p14052701/



▲ 大強度陽子加速器施設J-PARCのミュオン装置群MUSE

用語解説
*1 ミュオン
電子と同じようにマイナスの電荷を持っている素粒子のこと。平均寿命は2.2×10⁻⁶秒で、質量が電子の約200倍と、非常に重いのが特徴です。
*2 J-PARC(Japan Proton Accelerator Research Complex)
高エネルギー加速器研究機構と原子力機構が共同で運営している、大強度陽子加速器施設です(茨城県那珂郡東海村)。
*3 特性X線
ある原子の電子軌道や原子核において、高い電子準位から低い電子準位に遷移する過程で放射されるX線のこと。特性X線のエネルギーは元素に固有であり、特性X線のエネルギーと強度を求めると、測定試料を構成する元素の濃度分析を行うことができます。
*4 ミュオンニック原子
通常の原子は、原子核の周りを電子が回っていますが、電子の代わりにミュオンが回っている原子のような状態のことを指します。
*5 はやぶさ2
太陽系の起源・進化と生命の原材料物質を解明するため、サンプルリターンを目指す小惑星探査機「はやぶさ」の後継機のこと。2014年打ち上げ、小惑星表面から試料を採取し、2020年に地球帰還の予定です。



～家の中でも～

煙感知器

煙感知器の中には、放射線の働きで一定の電気が流れていますが、そこへ煙が入ってくると、電流が減って、火災の発生を感知するしくみになっています。

新酒開発

日本酒の味や香りを左右する酵母菌に放射線を当てて品種改良し、バナナやリンゴと同じ香り成分をもつ新しい酵母菌をつくる研究が進められています。

エックス線写真

胸のエックス線写真は、放射線の物をつらめく作用が骨のところでは少ないために白く、肺の部分では多いために、フィルムが感光して黒く写ります。

発芽防止

ジャガイモは、日にちがたつと芽が出て食べられなくなりますが、放射線を当てて発芽を抑えると、長い期間、保存することができます。

厚み計

食品用ラップやフッキングアルミホイルの厚さは、放射線の物をつらめく作用を利用した厚み計で測って、つねに一定に保たれています。

害虫駆除

沖縄県などで栽培されているゴーヤー(ニガウリ)に寄生していたウリミバエのサナギに放射線を当てて、孵化できなくなるようにして野外に放し、徐々に数を減らすことに成功しています。

年代測定

古代の土器に付いている放射線を出す炭素を調べることで、いつ頃のものかを推定する年代測定をすることができます。

非破壊検査

貴重な文化財の仏像の修復や適切に保存するために、放射線が利用されています。胸のエックス線撮影と同じ原理で、内部の状態やひび割れがないかなど、分解せずにきめ細かく調べられています。

強化和紙

湿気や伸び、縮みに弱い和紙に、放射線を当てて、保水性や伸縮性に優れた材料を混ぜて強度を向上させ、ランプシェードに利用しています。

滅菌

ペットボトルの滅菌に放射線が利用されています。薬剤や水を使いませんので、洗ったり薬剤を流したり、廃液処理する手間がはぶけること、短時間で大量の滅菌ができるようになったことなどが、放射線による滅菌の主な利点です。

新薬の開発

放射線を出す薬を患者に投与してその薬から出る放射線でガン細胞の増殖を止めたり、小さくしたりする新薬の研究・開発が進められています。

消臭剤

消臭剤には、放射線を使って化学変化を起こさせ、トイレや生ごみなど、いやな臭いだけを吸着する物質が使われています。

私たちの身の回りで使われるいろいろなものに放射線が利用されています。

放射線は色も匂いもありませんし、目で直接見ることもできませんが、私たちの身の

広がる放射線の利用

暮らしの中のごんなどころにも

回りには、放射線のだまざまな働きを利用してつくられている製品が数多くあります。また、私たちの体内にも放射性物質*があるように、放射線は身近なものです。今号では、「家の中」にある身近な例を見てください。

研究・開発の成果を
広く社会に役立てるための
活動も進めています。

日本原子力研究開発機構は、原子力の研究開発を幅広く、総合的に進めています。その成果を広く社会に役立てるため、私たちはこれまで蓄積した技術や特許をはじめ、高崎量子応用研究所、大強度陽子加速器(J-PARC)の研究成果を利用していただくなどの産学連携活動を積極的に進めています。

原子力や放射線の利用分野を広げ、新しい産業を生み出すために私どもの研究成果ぜひご利用ください。ご連絡をお待ちしております。



産学連携推進部 高崎量子応用研究所



J-PARCセンター

用語解説
* 体内の放射性物質の量
(体重60kgの日本人の場合)
カリウム 40…4,000ベクレル
炭素 14…2,500ベクレル
ルビジウム 87…500ベクレル
鉛 210・ポロニウム 210…20ベクレル
出典:原子力エネルギー図面集2014

皆さまの「声」をご紹介します

アンケートに多数のご回答をいただき、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させていただきます。「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。

- 改革をしっかりと実行し、もんじゅを早期再開してください。期待しています。(茨城県那珂市 男性)
- 33号は読みごたえがありました。内容も充実していました。(福井県福井市 男性)
- 海外(研究所)で活躍する人の様子を取り上げてほしい。(東京都世田谷区 男性)

※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

メルマガ配信の募集について

原子力機構は、メールマガジンにより情報を配信しています。メールマガジンでは、原子力機構の最新のプレス発表、イベント開催の案内など、情報を随時お知らせいたします。配信を希望される方は、下記ホームページよりお申込みください。

<http://www.jaea.go.jp/mailmagazine/>

ツイッターによる情報発信について

原子力機構は、福島における取組状況や研究開発成果などをツイッターで情報発信しています。

http://twitter.com/JAEA_japan

Webアンケートについて

「未来へげんき」のWebアンケートを開始しました。下記ホームページから、ご意見・ご感想をお寄せください。

<https://www.jaea.go.jp/genki/enquete/34/>



編集後記

2013年10月から始まった1年間の集中改革期間が終了しました。この間に、役員一人ひとりが、常に学ぶ心、改善する心、問いかける心を持って業務に臨み、自己改革に向けて取り組んでいました。私自身、日々の業務を遂行する中で、常に「もっと効率的な方法はないか」、「こうの方が良いのではないか」等、意識しながら臨みました。ただ、これは当たり前なこと、このような改革期間でなくても、社会人として当然意識しなくてはならないことです。

巻頭特集でも宣言しましたが、これで終わりではなく、一人ひとりの改革活動はこれからも継続していきます。社会へ貢献、未来へ繋がる研究・技術開発をこれからも進め、情報発信してまいります。



季刊 未来へげんき NO.34 2014

平成26年
編集・発行 日本原子力研究開発機構
広報部 広報課
JAEA HP <http://www.jaea.go.jp>
広報誌バックナンバー
http://www.jaea.go.jp/study_results/newsletter/
制作 株式会社 毎日映画社



日本原子力研究開発機構 所在地一覧

- 本部**
〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
TEL(029)282-1122(代表)
- 原子力科学研究所**
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4
TEL(029)282-5100(代表)
- 核燃料サイクル工学研究所**
〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松4番地33
TEL(029)282-1111(代表)
- J-PARCセンター**
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4
TEL(029)282-5100(代表)
- 大洗研究開発センター**
〒311-1393 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002番
TEL(029)267-4141(代表)
- 敦賀事業本部**
〒914-8585 福井県敦賀市木崎65号20番
TEL(0770)23-3021(代表)(ダイヤルイン)
- 高速増殖原型炉もんじゅ**
〒919-1279 福井県敦賀市白木2丁目1番地
TEL(0770)39-1031(代表)
- 原子炉廃止措置研究開発センター**
〒914-8510 福井県敦賀市明神町3番地
TEL(0770)26-1221(代表)
- 那珂核融合研究所**
〒311-0193 茨城県那珂市向山801番地1
TEL(029)270-7213(代表)
- 高崎量子応用研究所**
〒370-1292 群馬県高崎市綿貫町1233番地
TEL(027)346-9232(代表)
- 関西光科学研究所**
- 木津**
〒619-0215 京都府木津川市梅美台8丁目1番地7
TEL(0774)71-3000(代表)
- 播磨**
〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都1丁目1番地1号
TEL(0791)58-0822(代表)
- 幌延深地層研究センター**
〒098-3224 北海道天塩郡幌延町北進432番地2
TEL(01632)5-2022(代表)
- 東濃地科学センター**
〒509-5102 岐阜県土岐市泉町定林寺959番地31
TEL(0572)53-0211(代表)
- 瑞浪超深地層研究所**
〒509-6132 岐阜県瑞浪市明世町山野内1番地64
TEL(0572)66-2244(代表)
- 人形峠環境技術センター**
〒708-0698 岡山県苫田郡鏡野町上齋原1550番地
TEL(0868)44-2211(代表)
- 青森研究開発センター**
〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駁字表館2番166
TEL(0175)71-6500(代表)
- 東京事務所**
〒100-8577 東京都千代田区内幸町2丁目2番2号
富国生命ビル19階
TEL(03)3592-2111(代表)
- 原子力緊急時支援・研修センター**
〒311-1206 茨城県ひたちなか市西十三奉行11601番13
TEL(029)265-5111(代表)
- 福島事務所**
〒960-8031 福島県福島市栄町6-6NBFユニックスビル
TEL(024)524-1060



詳細はホームページ
からご覧になれます。



<http://www.jaea.go.jp/02/press2014/p14070102/>



http://www.jaea.go.jp/ab/out_JAEA/financial/

PLAZA

原子力機構の動き

「環境報告書2014」を公表

原子力機構は、環境配慮促進法に基づき、2013年度の環境配慮に関する活動を「環境報告書2014」として取りまとめ、2014年9月26日に公表しました。報告書では、原子力機構の経営理念、中期計画、組織、原子力機構の改革、安全確保の徹底、主要事業の進捗状況などを紹介するとともに、資源の使用量、温室効果ガス排出量などの環境パフォーマンスデー



http://www.jaea.go.jp/ab/out_JAEA/environment/report_2014.html

タやそれぞれの低減対策、広聴・広報活動と情報公開などについて取りまとめました。報告書は、展示コーナーなどへの常備やインターネットホームページによる公開も行っていますので、是非ご覧下さい。

セシウム除去用給水器「クランセル®」の販売開始―安心して水を利用できる環境に―

原子力機構と倉敷繊維加工株式会社は、東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故により被災した地域の飲み水の安心を確保し、早期の復興を促進するため、セシウムを選択的に吸着できる捕集材を共同開発しました。2014年7月から、倉敷繊維加工株式会社がこの捕集材を組み込んだ家庭用給水器「クランセル®」を製品化し、販売を開始しています。

この製品は、沢水などの湧水を生活用水として利用されている各家庭の台所などの蛇口に、容易に取り付けることが可能で、水に含まれるセシウムを取り除くことができる給水器です。この給水器は蛇口に取り付ける本体部分と、水に含まれるセシウムを取り除く捕集材（カートリッジ型フィルター）部分からなっており、各家庭で簡単に取り付けと交換ができるものです。



平成25年度原子力機構の「役員の報酬及び職員の給与の水準」について公表しましたのでお知らせいたします。

職員と国家公務員との給与水準(年額)の比較指標

事務・技術職員	对国家公務員(行政職(-))	108.0
	対他法人	103.1
研究職員	对国家公務員(研究職)	97.9
	対他法人	98.8

(注) 法人の年齢別人員構成をウエイトに用い、法人の給与を国の給与水準(「対他法人」)においては、すべての独立行政法人を一つの法人とみなした場合の給与水準に置き換えた場合の給与水準を100として、法人が現に支給している給与額から算出される指数をい、人事院において算出している。

詳しくは下記のホームページをご覧ください。