

Genki

未来へげんき

2019
54

国立研究開発法人
日本原子力研究開発機構

J
A
E
A
×
「**拓く**」
」

重元素の新たな世界を「拓く」

環境中の放射性セシウムの動きをつかみ
復興への道を「拓く」

微量プルトニウム・微量ウランの
分析能力を向上させる道を「拓く」

紫綬褒章受章インタビュー

世界中の放射線利用を支える
線量評価用データベースの開発

トキメキサイエンス

TOKIMEKI SCIENCE



干し柿 Dried Persimmon

暑さもやわらぎ、朝夕には秋の気配を感じる季節となりました。

この時期の風物詩のひとつに、干し柿があります。

軒下に柿が、まるでオレンジ色のカーテンのようにつるされている風景を
ご覧になったことのある方も多いのではないのでしょうか。

ところで柿は、干すとなぜ甘くなるのでしょうか？

渋柿の渋さのもと「タンニン」という成分で、お茶やワインなどにも含まれる渋み成分です。

タンニンは可溶性の物質であり、唾液と混ざって溶けだすと渋みを感じます。

果実が熟していくと、タンニンはアセトアルデヒドと結合し、

水に溶けない性質（不溶性）に変化します。

そうすると舌は渋みを感じなくなり、逆に甘さを感じるようになるのです。

また、アセトアルデヒドはアルコールや炭酸ガスを使って発生させることができるので、
天日干しにする以外にも、焼酎をヘタの部分につけ、ポリ袋に密封するという方法もあります。

最近では、上質なドライフルーツとして海外でも人気のある干し柿。

日本の暮らしの知恵として取り入れられている「渋柿の化学反応」を、ぜひ試してみてください。

Genki 54

未来へげんき

2019

Cover commentary



19世紀にロシアの科学者、メンデレーエフによって作られた「元素周期表」。近年ではローレンシウム(Lr)の測定やニホニウム(Nh)の発見など、日本人科学者による研究成果が相次ぎ、世界的にも注目を集めています。

Contents

- 01 重元素の新たな世界を「拓く」
- 04 環境中の放射性セシウムの動きをつかみ復興への道を「拓く」
- 07 微量プルトニウム・微量ウランの分析能力を向上させる道を「拓く」
- 10 紫綬褒章受章インタビュー
世界中の放射線利用を支える
線量評価用データベースの開発
- 12 PLAZA
読者アンケートはがきなど

重元素の新たな世界を

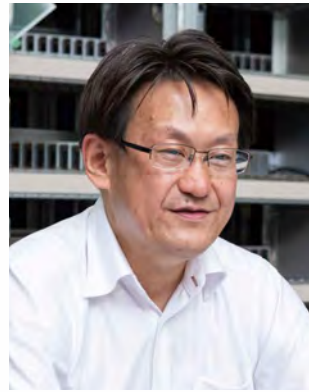
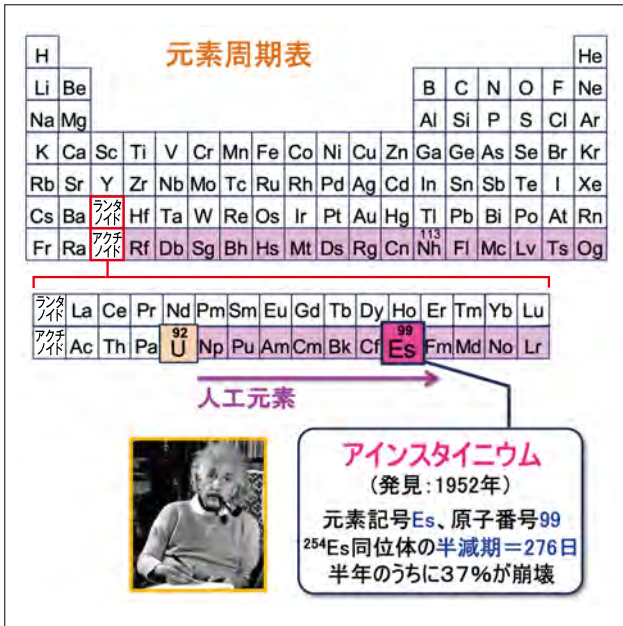
「拓く」

99番元素
アインスタイニウムを
用いた研究

californium 98 Cf [251]	einsteinium 99 Es [252]	fermium 100 Fm [257]
----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------

現代物理学の父・アインシュタイン博士が名前の由来にもなっている
99番元素アインスタイニウム (Es) は、人類が利用できる最も重い元素のひとつ。
重い元素は一般的に、重くなるほど寿命が短く不安定になり、
2つ以上の別な原子核に分裂して安定になろうとする性質を持ちます。
このように原子核が分裂することを「核分裂」というのですが、
実はとても重い元素の中では「その重さの違いによって分裂の仕方が変わる」という
ユニークな現象が発見されていました。
原子力機構が入手したEsはわずか0.5 μ g。
このEsを使って重元素を合成し、この核分裂を調べたところ、
原子核に「温度」を与えた際の分裂の仕方が、ウランと大きく異なることがわかりました。
宇宙で生成され、地球に存在する元素の起源、
さらに自然界で生成される超重元素を知る手がかりになるかもしれません。

図1 Es(アインスタイニウム)



原子力科学研究部門
原子力科学研究所
先端基礎研究センター
重元素核科学研究グループ
マネージャー

にし お かつ ひさ
西尾 勝久



原子力科学研究部門
原子力科学研究所
先端基礎研究センター
重元素核科学研究グループ
研究副主幹

ひろ せ けん た ろ う
廣瀬 健太郎

図2 ウランの核分裂(核分裂片はアンバランスになる)

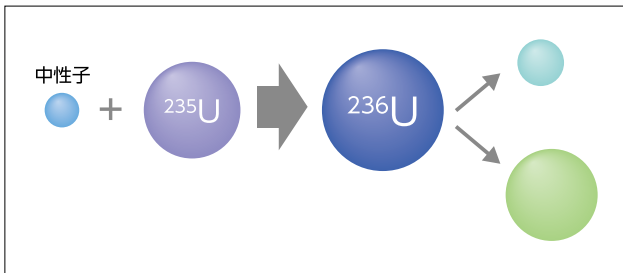
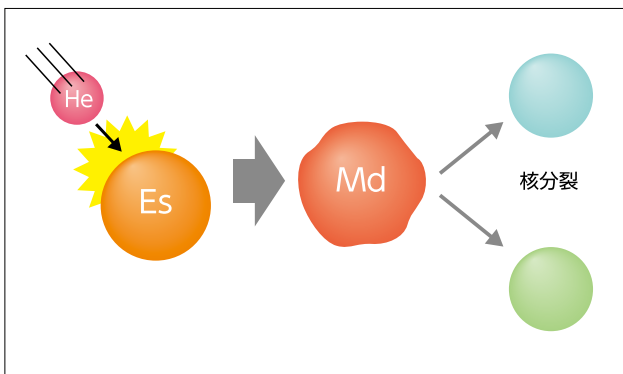


図3 今回の実験の仕組み



原子核同士をぶつけて出来る元素は、ぶつけるボール側の原子核と、それを受け取るミット側の原子核を合わせた重さになります。

つまり、重い原子核を作るにはボールがミットを重くする必要がありますが、ボールが重すぎると、そのエネルギーにミットが耐え切れず構造が崩壊してしまいます。ぶつけるボールは軽く、ミットは重く、というのが理想的な実験環境で、Esは十分な重さを持った特別な材料でした。

廣瀬 ただし、この実験を難しくしている要因もまたEsです。私のミッションのひとつは【図4】のようなビームを当てる標的、つまりボールを受け取

重い元素に隠された「不思議」に迫る

西尾 まずは、Esを用いて私たちが何をしようとしていたかを紹介するところから始めたいと思います。

重元素は一般的に、重くなると寿命が短く不安定になり、2つの別な原子核に分裂して安定になろうとする性質を持ちます。このように原子核が分裂することを「核分裂」といい、核分裂する原子核の代表的なものとしてウランがあります。このウランが核分裂した際、分裂によって生まれる核分裂片は大小異なり、その重さはアンバランスになります【図2】。

一方、40年ほど前、Esよりも原子番号が一つ大きい、100番元素Fm(フェルミウム)という重い原子核でユニークな核分裂が発見されました。Fm同位体(*1)の中で、質量対称、つまりリングを2つに切ったように、等しい重さの核分裂片にキレイに分裂するものが見つかったのです。 ^{256}Fm がウランと同様、質量非対称の分

裂であったのに対し、わずか0.8%だけ重くなった ^{258}Fm では、真つ二つに分かれる対称な核分裂になりました。こんなわずかな違いで核分裂の仕方が変わるといふ不思議は、そのほかの元素でも起きるのだろうか?このようなユニークな分裂は超重元素領域に普遍的に存在するの?

この疑問が、私たちの研究である「Esを用いて重元素の核分裂の仕方の違いを調べてみよう」の出発点です。

アインスタイニウムで

なければならぬ理由

西尾 この実験を行うカギは「とても重い元素を準備しなくてはならない」ということです。

今回の実験を簡単に説明すると、He(ヘリウム)をEsにぶつけてMd(メンデレビウム、101番元素)という重い元素を作り、それがどのような分裂のしかたをするのかを見る、というものです【図3】。

図4 アインスタイニウム(Es) 標的

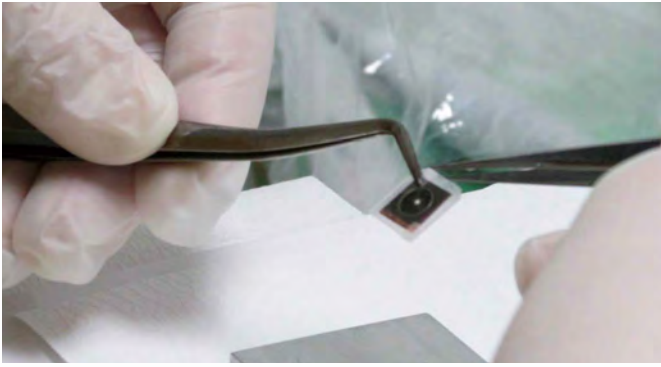
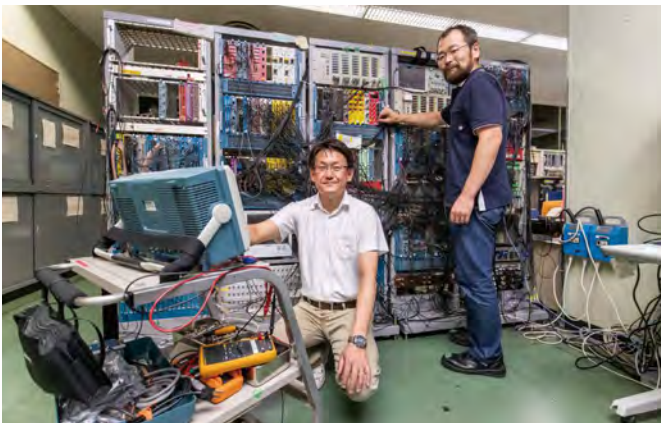
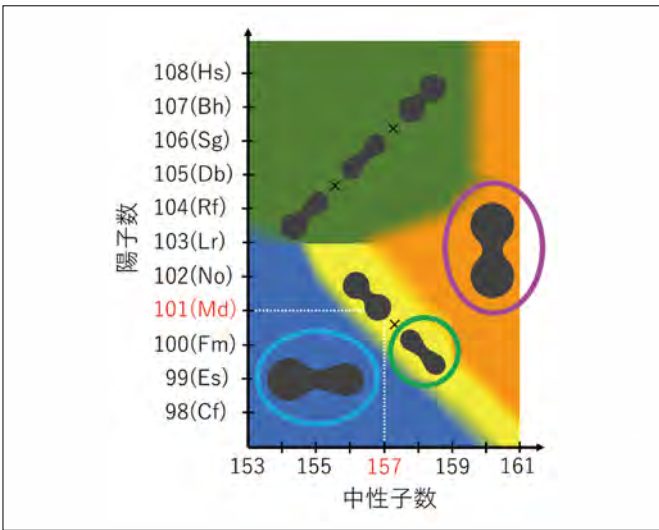


図5 メンデレビウム258の原子核の“ちぎれ方”



実験に用いたタンデム加速器の装置

用語集

(*1) 同位体

原子番号(陽子数)が同じで、質量数(中性子数)が異なる原子核

(*2) 半減期

放射性核種の量が半分になるまでの時間

(*3) タンデム加速器

ペレットチェーンなどに電荷を乗せて高電圧端子に運び上げ、高電圧を発生させてイオンを加速する装置。一つの高電圧で加速イオンの電荷を負から正へ変換して2回加速します。

(*4) 安定の島

超重元素の領域にあって、中性子の数が多く、高い安定性と長い寿命を持つと考えられる原子核群のこと。

超
重
元
素
領
域
に
あ
る
寿
命
の
長
い
原
子
核
の
領
域
を
意
味
し、
い
ま
だ
に
未
到
達
で
あ
り、
核
物
理
学
の
最
大
の
目
標
の
一
つ
と
な
っ
て
い
ま
す。
こ
の
領
域
に
至
る
ま
で
の
核
分
裂
を
調
べ
る
こ
と
で、
自
然
界
で
作
ら
れ
る
最
も
重
い
元
素
を
明
ら
か
に
で
き
る
と
思
い
ま
す。

るEsのミットを作製することですが、Esはとても貴重
な元素で、原子力機構が入手できた量はわずか0.5
μgでした。しかも半減期(*2)は276日と短く、半年
のうちに37%が壊変し他の元素に変わってしまいま
す。圧倒的に材料が少ないうえに実験中もEsが減り続
け、壊変後の別の物質が混じりこんでくるといふ悪条
件でした。しかも失敗すれば、一度すべてを溶かして
Esだけを取り出し、また試料を作り直さなくてはなら
ない。重元素を扱うプロとしての腕が試されました。

初めて観測した「対称」と 「非対称」の逆転

方が大きく変わる」という新事実でした。100番元素Fm
では重さの違いで分裂の仕方が変わることが知られて
いましたが、EsがHeをキャッチしてできたMdは、その
エネルギーの大きさが核分裂の仕方が変わったのです。
廣瀬 EsにHeというボールをぶつけた際に、外からエ
ネルギーを与えられることによって、原子核の温度が
上昇します。外からのエネルギーを大きくする、つま
りHeをぶつけるスピードを上げることにより、原子核
の温度上昇が大きくなるのですが、この温度が少し違
うだけで、対称と非対称の逆転が現れたのです。
西尾 Fm以上の重い元素の核分裂は、これまででは外か
らのエネルギーが与えられない、自発核分裂のみ調
べられてきました。今回、わずかな温度変化で分裂様
式が異なったという結果は非常に驚きでした。未だ分
かっていないことが多い核分裂のメカニズム解明につ
ながる一歩になると期待しています。


超
重
元
素
の
謎、
解
明
を
目
指
し
て

西尾 今回の結果は、核分裂のメカニズムにおける謎
の解明ということだけでなく、さらに、私たちをとり
まく宇宙で生まれる元素の起源の解明にもつながるか
もしれません。

例えば、宇宙では中性子星同士が衝突した際、重い
元素が次々につくられていきます。ここでは、高い温
度状態にある原子核が反応に関与、重い元素では高い
温度からの核分裂が重要になります。つまり、私たち
が明らかにした「エネルギーの大きさが核分裂の仕
方が変わる」という現象により、超重元素を含め、宇宙
での元素の合成の仕方を明らかにできる可能性があります。

廣瀬 宇宙で作られる超重元素をより高い精度で理解
するため、「安定の島」(*4)にむかって核分裂を調
べていきたいと思っています。安定の島は、超
重元素領域にある寿命の長い原子核の領域
を意味し、いまだに未到達であり、核物理
学の最大の目標の一つとなっています。こ
の領域に至るまでの核分裂を調べること
で、自然界で作られる最も重い元素を明ら
かにできると思います。

環境中の放射性セシウムの動きをつかみ 復興への道を「拓く」



東京電力福島第一原子力発電所（1F）事故後、地元住民の方々の帰還や産業の再生を目指し、生活圏の除染が優先的に進められました。一方で、未除染の森林などからの放射性セシウムの移動について、十分に解明されていませんでした。しかし、森林や河川は私たちの生活圏と密接につながっています。大雨が降ったらどうなるのか、落ち葉や川の水によって放射性物質がどの程度生活圏へ移行する可能性があるのか、それらを明らかにすることは、復興にとって非常に重要です。原子力機構は1F事故発生後からこれまで、多くの現地調査とシミュレーション研究を積み重ねてきました。その成果が「福島復興のための環境中の放射性セシウム動態評価手法の開発」の業績として評価され、平成31年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞（開発部門）を受賞いたしました。福島の復興計画の重要な“鍵”となることが期待されています。

地元の「声」からはじまった

飯島 私たちの研究の目標は「未除染の森林から放射性セシウムはどう動くのか」を明らかにすることです。そのために、福島県の森林、河川、ダム、河口域での現地調査やそれに伴う分析等を継続して行っていますが、きっかけは地元からの声でした。

このプロジェクトがスタートしたのは2012年11月です。原子力機構では1F事故後、放射性物質の分布状況等のモニタリングや、様々な除染技術の有効性を検証するモデル事業を行っていたのですが、自治体や住民の方々から「除染した場所でも線量が下がっても、周囲に除染していない場所が残っている」「森林の放射性セシウムが川の水に流され、結局また汚染されるのではないか」という声があがっていました。

1Fの事故、そしてそれに伴う広範囲の除染は前例がないため、このような声に対し、これまでの研究などから「こういう状況が予測される」ということを説明することはできても、科学的根拠となるデータを示して回答することはできませんでした。

このため、自分たちでデータを採取し、「コンピュー



福島研究開発部門 福島研究開発拠点
福島環境安全センター

いいじま かずき
飯島 和毅 副センター長

ターシミュレーションによる予測を行い、福島の復興に役立てられる情報として地元の自治体や住民の方々、関係機関に提供しようという強い思いが今回の研究の出発点でした。

「現場」で見えてきた事実

飯島 研究は「現地調査」と「シミュレーションの開発」という2本の大きな柱で成り立っています。前者は、当時、警戒区域に指定されていた地域の森林や河川などから、土壌や水、植物などの試料を採取し、持ち帰って分析を行うという調査です。経過をしっかりと追うために、「定期的に」「同じ場所」の現地調査を、現在も継続して行っています。

現地調査を積み重ねてみると、当初考えていた想定と違う結果が出ることもありました。私たちも森林から河川水系への放射性セシウムの流れ込みについて、ある程度の量を覚悟していたのですが、実際に測定してみると、1年間に流出する量は、樹種や傾斜に関係なく、当初森林に沈着していた量の「0.数%程度」と、極めて少ないことがわかりました。

また、農産物や水産物への移行を考えると、水中に溶けている放射性セシウムの濃度が重要ですが、時間経過につれて全体的に減っており、現在は全ての河川で1Bq/L未満と非常に低く、食品衛生法上の飲料水の基準値(10Bq/L)と比較しても問題のないレベルです。この濃度減少の際に、夏場は高く、冬場は低い値となる季節変動を示すのが特徴です【図2】。このような変動があることは、現地での調査を行ってはじめて明らかになりましたが、水に溶けている放射性セシウムの起源やプロセスを明らかにする上で重要な手がかりとして、微生物が活発になる時期などと比較しながら、要因を探っているように思われます。

一方で、このように環境中の放射性セシウム濃度が減少している中、淡水魚やキノコなどの濃度が依然高いことも事実として確認されています。今後さらにしっかりと調査・分析し、放射性セシウムが蓄積される要因の特定につなげたいと考えています。

図1 現地調査の様子



復興への道を「拓く」

大雨が降ったら、 水門はいつ閉めるべき？

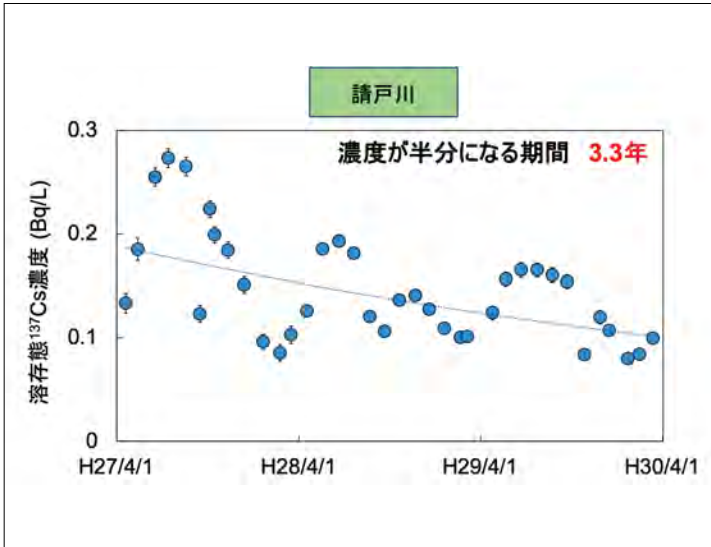
飯島 また、私たちが現地調査と並行して行っているのが「シミュレーションの開発」です。

たとえば「1時間あたり〇ミリの大雨が降った時、放射性セシウムの農地への流入を防ぐために、水門をいつ閉めればいいのか」という問題を考えてみましょう。これまでは「同じような量の雨が△年前に降ったので、その時と同じように放射性セシウムが流れてくるだろう」という過去の情報をもとに予測する統計的な手法が活用されてきました。しかし、この方法では、過去と異なる環境条件を想定することはできません。

そこで私たちが行っているのは、現地で起こっている自然現象を再現するための計算式を組み合わせて、放射性セシウムの動きを予測するシミュレーションを作る、というものです。自然環境は多数の物理・化学現象が関係しあっているため、計算式もとても複雑です。大型計算機を用いて、現地で取得したデータがうまく再現されるよう、開発を進めています。

シミュレーションで、ある水門における放射性セシウムの濃度変化を予測すると、雨が降った場合、濃度のピークが2回あることが分かりました。放射性セシウムは主に土砂の粒子に付着して流れてくるのですが、1回目のピークは比較的沈着量が多い中流域から流出してきたもので、川の濁りがそれほど多くなくても高い濃度の放射性セシウムのピークに到達します。一方、2回目のピークは比較的沈着量が少ない上流域から流出してきたものなので、川の濁りは非常に多くなりますが、放射性セシウムのピークは小さいものです。つまり、農地への影響を少なくするためには、1回目のピークより前に、すなわち、川の水が濁るより前に水門を閉めた

図2 福島県内の河川で測定した河川水に溶けている放射性セシウムの濃度



ほうが良いということになります。

このような調査や解析の結果は、毎年地元自治体などにご報告し、施策の立案に役立てて頂いています。今後も調査データの充実や、再現度を高めるためのシミュレーションの改良を進めてまいります。

「継続」そして「発信」の強化をめざす

飯島 「現地調査」、「シミュレーションの開発」とともに、地元住民の方々の帰還が進み、産業の再生が図られつつある現在の福島において、取り組むべき課題は多く残されており、今後も定期的な調査を続け、その結果をシミュレーションに反映していくことが必要だと考えています。

今回、1F事故後の一連の調査に対して文部科学大臣表彰を頂き大変光栄に受け止めております。しかし、福島復興には若い世代の力がどうしても必要であり、バトンを渡す私たちの責任の重みも感じています。このため、地元の高等専門学校や全国の大学から実習生を積極的に受け入れ、実際の現地調査の経験を通して、私たちが開発した手法や技術を吸収する人材の育成に取り組み継続しているところです。

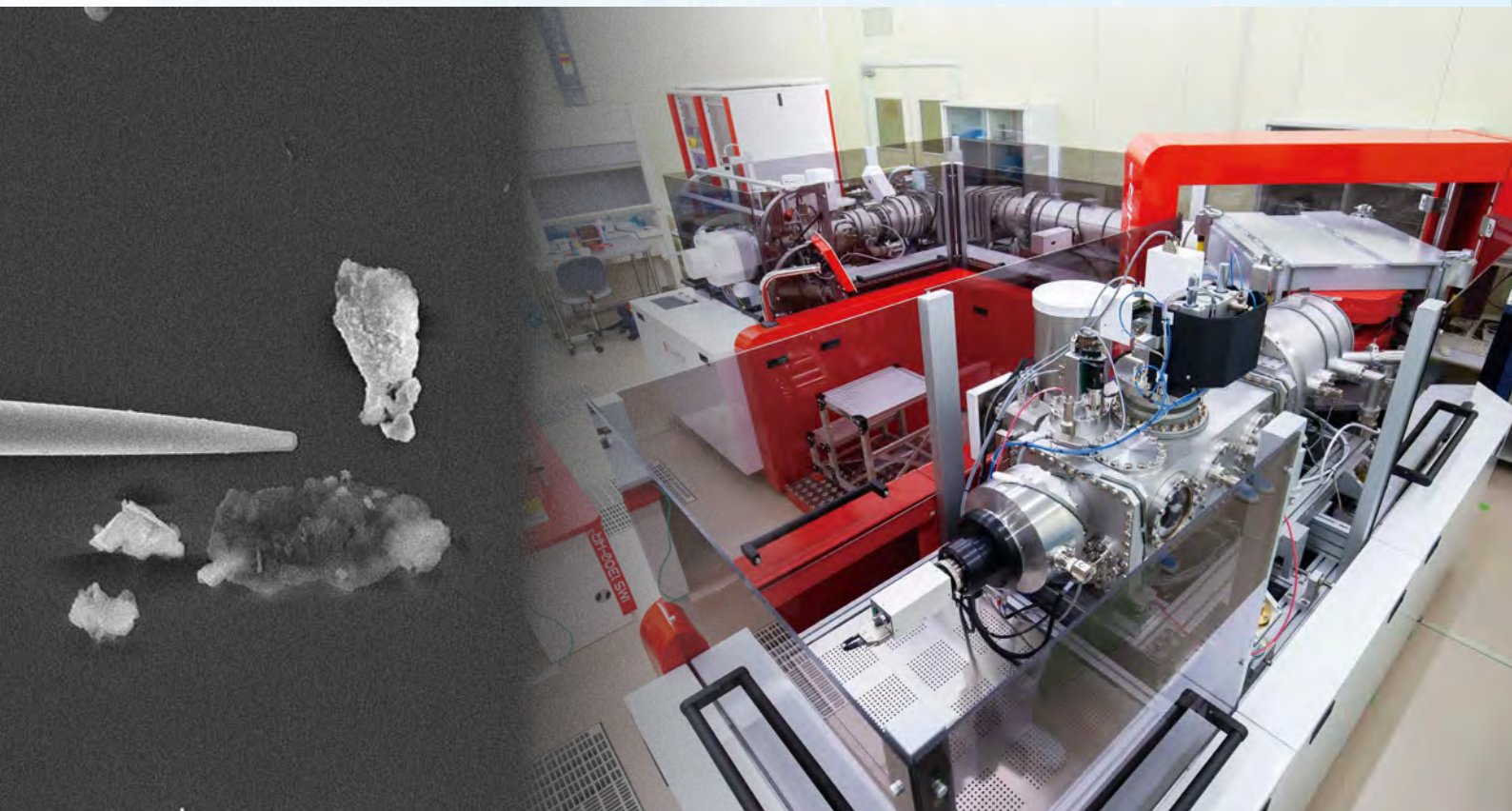
私たち自身も、地元住民の方々が抱える不安を少しでも軽減するために、研究者目線の情報発信ではなく、個々のニーズにしっかりと応えられるような情報の整備を目指しています。自治体や関係機関に情報提供をすることで今後の復興計画の策定に活用していただくとともに、本研究の成果を世界に向けてわかりやすく伝えていきたいと考えています。



本成果で平成31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

分析能力を向上させる道を「拓く」

最新分析技術でIAEAの保障措置に貢献



核開発疑惑やそれに伴う脅威が国際的な課題となるなか、核兵器そのものやその原料となる核物質が拡散しないよう、核物質を扱うことができる施設において

「出所不明の核物質を保有している形跡がないかどうか」を知ることは非常に重要です。

その把握のために、国際原子力機関（IAEA）は、核物質を保有している施設に立ち入り、環境試料を採取して分析するという活動を行っています。

原子力機構では原子力規制庁からの受託事業の一環としてIAEAの査察等で採取された環境試料の分析を過去15年以上にわたって実施してきました。

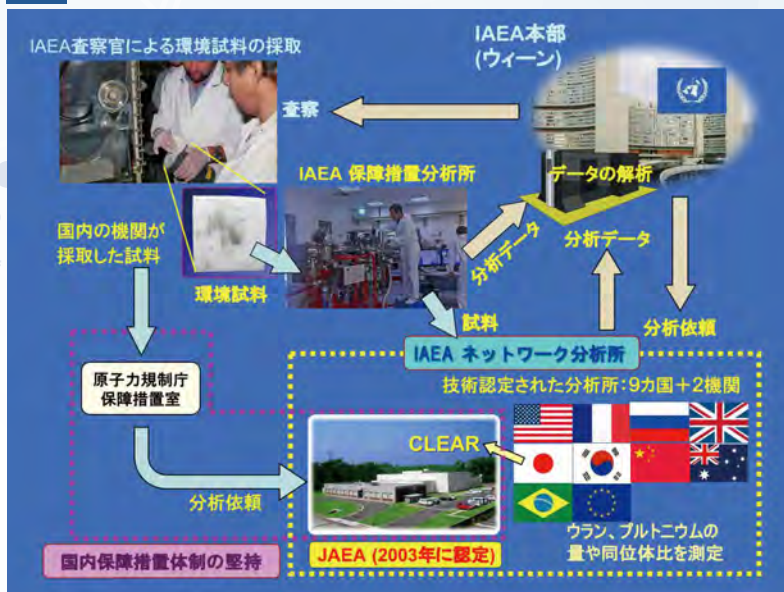
採取される試料は極微量ですが、核兵器の製造等、平和目的以外の利用・開発を未然に防ぐためには、そのわずかな試料から正確な分析データを導き出すことが不可欠です。

今回、これまでに原子力機構が開発してきた試料の処理技術と、高感度かつ高分解能な質量分析装置を利用することにより、個々のウラン粒子の同位体比を効率的かつ正確に分析できる技術を開発。

2019年3月、IAEAによる分析能力の評価試験に合格しました。

分析能力を向上させる道を「拓く」

図1 IAEAとネットワーク分析所の連携



安全研究・防災支援部門
安全研究センター
保障措置分析化学研究グループ
みやもと
宮本 ユタカ
グループリーダー



安全研究・防災支援部門
安全研究センター
保障措置分析化学研究グループ
とみ た りょうへい
富田 涼平



安全研究・防災支援部門
安全研究センター
え さ か ふみ た か
江坂 文孝
研究主幹

「未申告の核物質」という脅威を検知するために

宮本 核の脅威を防ぐためには、核物質を扱う施設で「核物質を決められた目的以外に使用していないか」を定期的に調査することが必要です。国際原子力機関（IAEA）では、ウランやプルトニウムのような核物質が軍事的に利用されないよう確認する「保障措置」という活動において、IAEA査察官が世界各国の核物質保有施設に毎年出向いて、核物質を平和利用の目的以外に使用していないかを様々な方法で調べています。その内の1つとして、査察の際に特別な布で施設内の壁や机などをふき取った試料が分析の対象となります。年々千枚近くの試料をIAEAのみで分析するのは難しいため、技術認定された9カ国・2機関の分析所が「IAEAネットワーク分析所（*1）」として分析に協力しています。日本では原子力機構がその一員として、環境試料の分析を15年以上にわたって行っているのです。

「10億分の1グラム」のヒント

宮本 分析内容を説明する前に、「机や壁をふき取った布」から一体どのように核物質を検知するのかをご紹介します。家の中を掃除するように、査察対象の施設の中をふき取ると、塵やホコリがキャッチされます。核物質を扱う施設の場合、その中に10億分の1グラムから千兆分の1グラムという、極微量のウランやプルトニウムの粒子が含まれていて、これが分析の対象となります。元素には「同位体」といって、原子番号が同じでも中性子の数が異なるため質量が違う原子があり、同位体の割合などで「どんな目的に使われる

物質だと推定できるか」「使用履歴があるか」等を確認することができます。原子力機構をはじめとする分析機関ではそれらの比率や量を分析し、そのデータをIAEAに提供するという仕組みです。こちらが測定したデータの正確性が判断の鍵を握っていますので、査察の試料以外に「既に物質情報が明らかになっている試験試料」が紛れ込まされ、私たちの分析の正確性をチェックする抜き打ちテストも行われています。

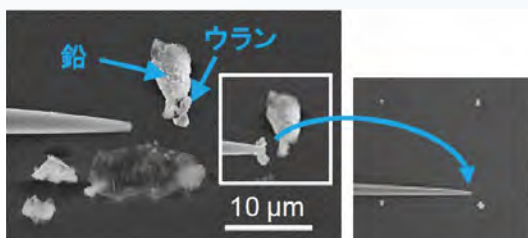
「粒」をキャッチする技術の開発

江坂 分析方法には、大きく分けると化学分析法と粒子分析法の2つがあります。化学分析法は試料を酸で溶かし、その中に含まれるウランやプルトニウムだけを化学的に取り出して量を測るというものです。千兆分の1グラムのプルトニウムを分析できる超高感度な手法なのですが、酸に溶けた全ての粒子が1つの液に混ざってしまうので、粒子を個別に分析することができません。

図2 採取された環境試料(左)とインバクター法で回収した試料(中・右)



図3 電子顕微鏡で観察しながらウラン粒子のみを取り出す



一方、粒子分析法は、試料中の粒子を個別に分析する方法で、多数の粒子中に存在する少数の特性的な粒子の分析に威力を発揮します。ただし、「机や壁をふき取った布」試料から測定する粒子を確実に取り出さなければならぬ、分析の前段階の難しさがありました。

そこで私たちが開発したのが「インパクター法【図2】」という技術です。簡単に言うと、まずはふき取った試料から小型ポンプで粒子を吸い取ります。その先にグリスを塗った試料台を設置して吸い取った粒子を付着させるといふもので、現在ではIAEAや他のネットワーク分析所でも広く採用されています。

この方法は、市販のエアサンプラーと掃除機を組み合わせるといふアイデアから生まれました。構造がシンプルなので安価で作れるだけでなく、特殊な薬品や高度な技術を使うことなく、粒子の回収が誰にでも手軽にできることが特徴です。粒子がバラバラの状態のままですっきりと集めることができるので、その後を集められた粒子から目的の粒子（ウランなど）だけを取り出して、これが正確な分析につながりました。さらに使い捨てタイプも開発して捕集器具を毎回きれいな状態に保つたまま、他の微粒子が混入する可能性を排除し、より正確な分析を行っています。

分析効率を上げる「新」装置

富田 正確な分析に貢献する「インパクター法」ですが、粒子をキャッチしたあとの「目的の粒子を取り出す」作業には課題もありました。電子顕微鏡で観察しながら、「【図3】」のように非常に細い針を使ってウラン粒子を取り出す作業なので、長い時間と熟練した技術が必要なのです。

江坂 そこで今回私たちが導入したのが、大型二次イオン質量分析装置（LG-SIMS）（*2）です【図4】。この装置は原子力機構が世界で初めて導入しました。従来のもとは比べ分析性能が格段に上がり、これまでの「粒子を取り出す作業」をしなくても【図5】のように事前に自動検索でウランの位置を割り出して、分析することが可能になったのです。

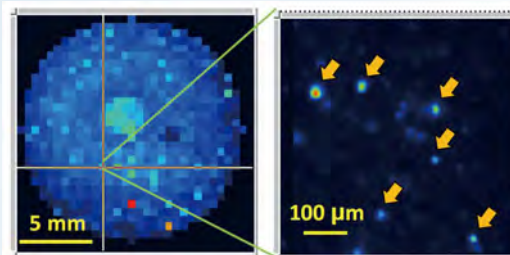
富田 粒子の回収を含めて1週間はかかっていた分析が、約半分の時間に短縮されました。私たちの開発した「インパクター法」に最新の装置がプラスされたことで、正確さに加え効率性も上げることができたのです。

ただし、装置の感度が格段に上がったことで、試料を連続で測定した際に、前に測定したものの影響を受けてしまうこともありました。従来以上に粒子の回収をするたびにきれいに清掃したり、測定試料の管理に気を付けなければなりません。現時点では世界にただ1台しかない装置ですので、私たちがこれから培うノウハウが世界基準の教科

【図4】 高感度・高分解能な大型二次イオン質量分析装置 (LG-SIMS)



【図5】 LG-SIMSによるウラン粒子の自動探索 (右図中、矢印で示した粒子がウランを含む粒子)



書になるという責任感と使命感を持ちつつ、今後分析に臨んでいきたいと思っています。

核物質の分析を通して 世界の平和に貢献したい

宮本 新装置を利用した分析技術は、2019年3月にIAEAによる評価試験に合格しました。分析精度が上がったことで、これまでデータが不確かで信頼性の低かった「 ^{234}U 」「 ^{236}U 」という比率が低い同位体の分析結果も含めて、これまでよりも精度良く取得できるようになり、IAEAからも高い評価を得ています。

「これまで正確でなくても、未申告の核物質かどうか判断できるのでは？」という意見もあります。が、私たちのデータを「証拠」として査察対象の施設に評価が下されるので、正確さを追求することは重要です。核拡散の脅威を防ぐための分析機関として高い技術開発力を示すとともに、結果に対しても高い信頼を維持することは、原子力機構のみならず、日本の国際貢献を示すことにつながると信じています。

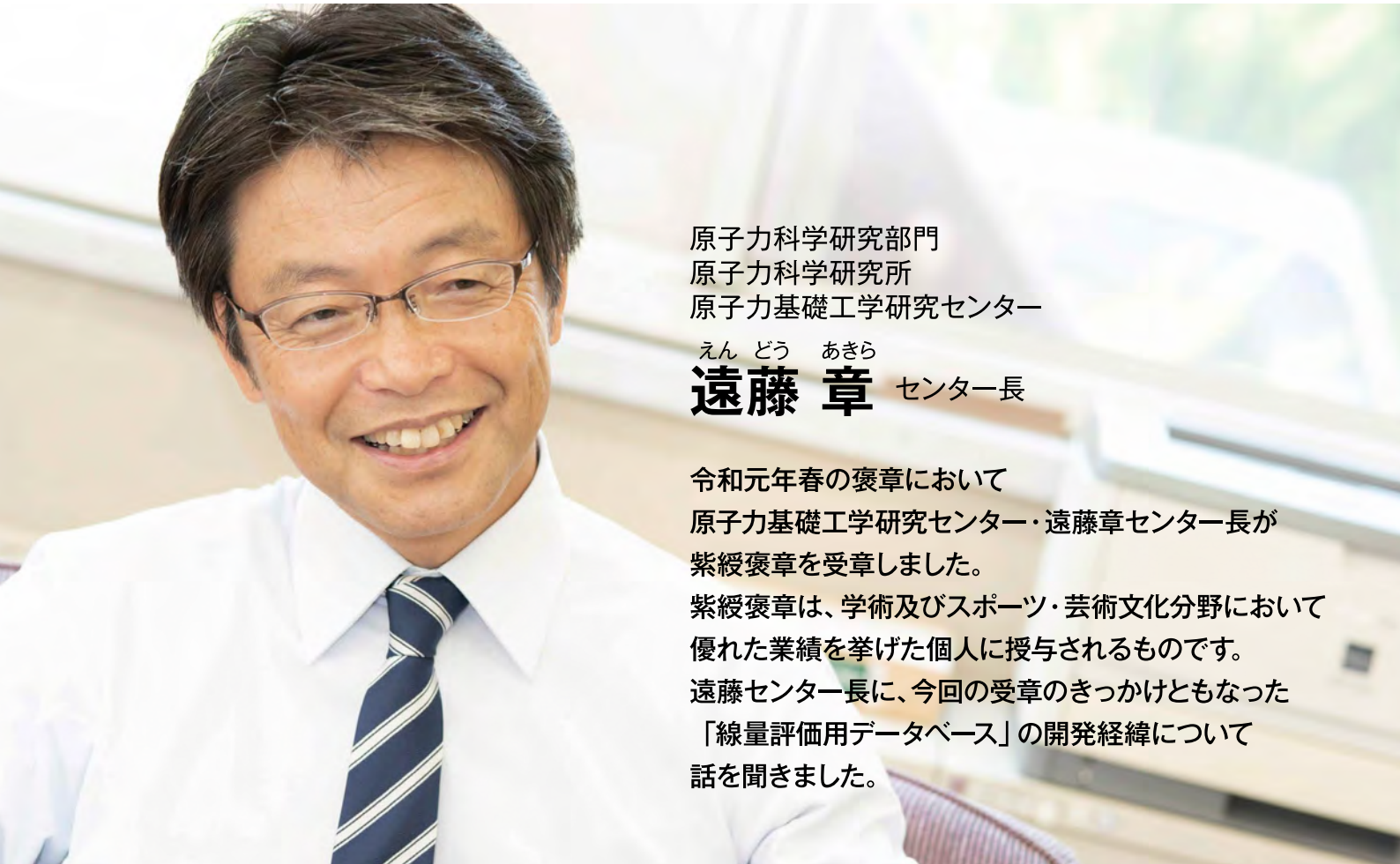
現在はウラン粒子を中心に測定していますが、プルトニウムの分析にも活用したいと考えています。今後も、より信頼性の高い分析結果を提供することにより、IAEAによる査察能力の強化、そして、国際的な核不拡散への貢献を目指していきます。

用語集

(※1) IAEA ネットワーク分析所
環境試料を分析するため、IAEAにより技術認定された分析所。米、仏、露、英、日、韓、中、豪、伯の9か国とEC、IAEAの2機関の分析所から構成されています。

(※2) 大型二次イオン質量分析装置 (LG-SIMS)
酸素などの一次イオンビームを照射し、試料から放出されるウランなどの二次イオンを電磁石などで構成される質量分析計で検出する装置。

世界中の放射線利用を支える 線量評価用データベースの開発



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

えん どう あきら
遠藤 章 センター長

令和元年春の褒章において
原子力基礎工学研究センター・遠藤章センター長が
紫綬褒章を受章しました。
紫綬褒章は、学術及びスポーツ・芸術文化分野において
優れた業績を挙げた個人に授与されるものです。
遠藤センター長に、今回の受章のきっかけともなった
「線量評価用データベース」の開発経緯について
話を聞きました。

Q 受章された「線量評価用データベース」は、
いったいどんな成果なのでしょうか？

遠藤 「放射線」と聞くとなんか怖い浮かぶでしょう
か。現代社会では、危険・怖いといった印象だけ
でなく、体外から放射線をあてる「がん治療」の
ように、医療現場でも重要な道具の一つとなっ
ていることは多くの方に知られています。体外から
だけを狙い撃つという治療もあり、医療・科学の
進歩によって、様々な治療の開発が期待される
ところです。

ただし、このような医療では、狙った治療を行
いつつ人体への悪影響を防止するという視点が必
要です。それぞれの核種が出す放射線の詳細な情
報を、必要とされたときに迅速に引き出せなく
はなりません。

従来使用されてきた計算方法を見直し、「どの核
種がどのような放射線をどのくらい出すのか」「人
体へ影響を与えるエネルギーはどのくらいか」を
より詳しく分析、そして、必要な情報を簡単に検
索できるようにした、というのが紫綬褒章をいた
だいた研究成果です。

Q どのような研究開発が行われたので
しょうか？

遠藤 そもそもデータベースを開発した背景は、
「従来のものが、医学や科学技術の進歩に対応でき
なくなった」というのが大きな理由です。以前の
データベースは1980年代に開発されたもので、
放射性核種から出てくる複数の電子を「まとまっ
たひとつの電子」と想定してエネルギー計算を行
う手法が用いられていましたが、医療の発展にし
たがって求められる、高度な線量評価には対応で

図1 核医学及び放射線防護 線量評価用世界標準データベース



図2 従来の手法との比較

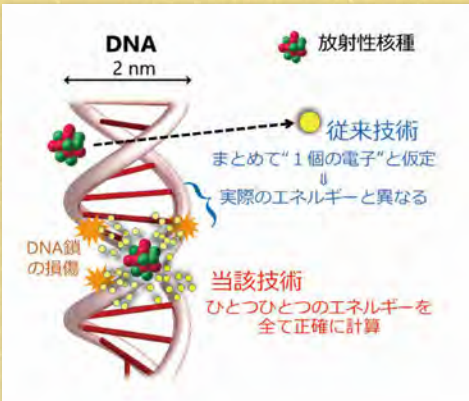


図3 線量評価用データベースを使用する分野

- 国際原子力機関 (IAEA) が定める放射線に対する安全基準 (“国際基本安全基準” (*1))
- 経済規模4.4兆円/年に及ぶ放射線の医療・工業・農業利用、最先端研究を行う加速器の開発・利用において使用
- 放射線利用に伴う患者、公衆及び放射線作業者の安全確保、環境中の放射線による被ばく線量の評価にも利用 (宇宙線による航空機乗務員・乗客や宇宙飛行士の被ばく等)

きないという課題を抱えていました【図2】。

一方で私は、最先端の研究を行う加速器施設で生成される放射性核種に対する被ばく管理のための研究を行っていました。この研究をさらに発展させ、人体の影響をDNAレベルまで評価できる手法を開発し、多くの計算式やデータを用いて行う計算を実施するためのプログラムの開発を行いました。それが、医療の世界が抱えていた課題の

Q

データベースはどのように使われているのですか？

解決に合致したというわけです。

また、宇宙線に対する防護など、様々な高エネルギー放射線に対する線量評価手法も確立しました。



令和元年春の褒章伝達式にて、柴山文部科学大臣(当時)より褒章と章記が手渡されました(2019年5月30日)

遠藤 データベースは、米国核医学・分子イメージング学会 (SNMMI) と国際放射線防護委員会 (ICRP) という、核医学、放射線防護を国際的にリードする組織で推奨され、国際標準データとして利用されています。世界中の医学や放射線防護分野の研究者に「標準となるデータ」として利用していただいているのです。また、新薬の開発、生命科学研究など、私たちには想像がつかなかったような用途でも広く活用されています。

これまで欧米が主導してきた世界標準データベースを日本が開発したことは、当時、驚きをもって受け止められました。このデータベースが世界の

Q

受章のお気持ちと、今後の目標を教えてください。

医療や放射線利用の発展を牽引していることで、日本の評価のさらなる向上につながれば嬉しいです。



「今後は次世代を担う若手人材の育成に尽力したい」と語る、遠藤センター長

用語集

(*1) 国際基本安全基準

放射線被ばくに係るリスクを防ぐための放射線源の安全に対する基本要件として、IAEA理事会が定めた基準。IAEA加盟国171カ国の放射線防護規制で利用されています。

遠藤 受章を大変光栄に思うとともに、「データベースの開発」という、科学の発展を支える、緑の下の研究開発に光を当てていただいたことに、驚きも感じています。

研究者として、自分の研究が一般の方々の生活に届いていることを感じられるのはとても嬉しいことですし、今後も、研究を通して社会に貢献したいという気持ちを変わらず持ち続けたいです。

また、このデータベースの開発とそれを活用した成果が世の中に評価されるまでに約25年がかかりました。長い期間にわたる研究開発で得た経験を次世代に伝え、彼らが活躍できる環境の整備に取り組んでいきたいと思っています。

PLAZA

主なプレスリリース

安全研究センター

- 高圧熱流動実験ループ(HIDRA:ハイドラ)による軽水炉炉心熱伝達実験の開始
過酷な熱水力条件での炉心冷却性能を実験的に確認する

先端基礎研究センター

- 磁石を伝わる磁気の波を数学(トポロジー)で分類
表面波の安定性のメカニズム解明が、情報機器の省エネ・高機能化に新たな道を拓く
- スピン流が機械的な動力を運ぶことを実証
ミクロな量子力学からマクロな機械運動を生み出す新手法

原子力基礎工学研究センター

- 生命が居住可能な系外惑星へのスーパーフレアの影響を算出
ハビタブル惑星における宇宙線被ばくの定量化に成功

J-PARCセンター

- 量子干渉効果と格子欠陥が磁気準粒子に及ぼす作用を中性子散乱で観測
- タンパク質の動きが病気を引き起こす
パーキンソン病の原因タンパク質の分子運動を観測することに成功

トピックス

青森研究開発センター

令和元年度 むつ科学技術館「開館記念イベント」を開催しました。



J-PARCセンター

「J-PARC施設公開2019」を開催しました。



大洗研究所

【広報誌】
「夏海湖の四季」89号を発行しました。「理科授業「いろいろなエネルギーを学ぼう～放射線～」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.123号を発行しました。「燃料体取出しチーム座談会」などを掲載しています。



人形峠環境技術センター

「人形峠環境技術センターからのお知らせ(vol.5)」を発行しました。センターの安全対策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8月号を発行しました。「サイエンス体験イベントを開催しました!」などを掲載しています。



その他のプレスリリースはこちら

<https://www.jaea.go.jp/news/press/results.html>



「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/>

第14回原子力機構報告会を開催します

日時: 令和元年11月12日(火) 13:00~17:00(予定)

場所: 有楽町朝日ホール(東京都千代田区有楽町2-5-1)

参加のお申込みや詳細は、ホームページをご覧ください。

お問合せ先: 広報部広報課 電話: 029-282-0749

E-mail: jaea-houkokukai-info@jaea.go.jp

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。
皆様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。



放射性廃棄物の処分に関する研究はどうなっているのか。(福井県敦賀市 金深様)



廃炉の長期課題をまとめて教えて欲しい。(奈良県生駒市 中塚様)

「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。

※アンケートに記入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

ツイッター

最新の研究成果などをお知らせいたします。
https://twitter.com/jaea_japan

JAEA
チャンネル

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。
https://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/54/>

「未来へげんき」
バックナンバー

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

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

(キリトリ線)

未来へげんき
Japan Atomic Energy Agency
2019 VOL. 54

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 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重元素の新たな世界を「拓く」
②環境中の放射性セシウムの動きをつかみ復興への道を「拓く」
③微量プルトニウム・微量ウランの分析能力を向上させる道を「拓く」
④世界中の放射線利用を支える線量評価用データベースの開発
⑤PLAZA
⑥その他()

3 表紙や紙面のデザインの影響

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希望いたします。

(イベント等で本誌をはじめとお読みになった方)

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:

表紙に記載した住所、お名前宛てに送付を希望する
送付先とご所属に変更がございます場合は、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。

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。

ご紹介の際に、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。

編集後記

今号は「JAEA」×「拓く」をテーマに、アインスタインウムに関する新発見を掲載しました。重元素の新たな世界を開拓するヒントになることが期待されています。

また、福島で継続して行われている調査研究、核物質の平和目的以外の利用を未然に防ぐための研究開発など、JAEAが長い時間をかけて積み重ねてきたデータ・技術を生かした成果についてもご紹介しています。

「JAEAっていったいどんなことをしているの?」という皆様の疑問に少しずつ答えていけるよう、引き続き様々な研究にスポットをあてた記事を掲載していきます。

季刊

未来へげんき

Japan Atomic Energy Agency

2019 VOL. 54 令和元年9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



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

3 1 9 - 1 1 9 0

料金受取人払郵便

ひたちなか
郵便局承認

263

差出有効期間
2020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

(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

