

2018  
50

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



## JAEA × 「まもる」

99番元素アインスタイニウム  
ターゲット

ビームを迎え撃つ「標的」をつくる

### ロボットが分析の未来を まもる

作業のオートメーション化をめざして

核兵器拡散防止・核軍縮の取組みを通じて

### 平和をまもる

包括的核実験禁止条約 (CTBT) の  
遵守検証能力強化のために

「リケジョ」としての将来を切り拓きたい女子中高生にエールを!  
「Joshikai- II」を開催しました

99番元素 アインスタイニウム

# ビームを迎え撃つ ターゲット 「標的」をつくる



原子番号 99、アインスタイニウム(Es)は、米国のオークリッジ国立研究所(ORNL、米国エネルギー省 DOE 管轄)にある世界で唯一の特殊な原子炉の中で、ごく微量しかできず、原子特性や物理特性などがほとんど分かっていない、未だに「謎が多い元素」です。原子力機構は ORNL から国外に初めて提供された、微量の Es を使った研究を行っています。これは、強力な加速器を利用して、Es にビームを当て、その構造、つまり「Es とは何者か」を明らかにする、あるいは Es より重い元素の合成に利用し、更に重い元素の性質を明らかにするためのものです。世界でも類を見ないユニークな実験装置と技術を有する原子力機構は、少ない試料から最大限の結果を得ることができるだろうと期待され、Es の提供先に選ばれました。実験を行うには、目に見えないほど微量の Es を、ビームを受け止める「標的」に変える技術が必要となります。原子力機構の研究者に長年継承されてきた「匠の技」が、謎多き物質に挑みました。



Cover  
commentary

世界約 300 か所の観測所では地震波、水中音波、放射性核種などを測定し、核実験の監視を行っています。今号ではこうした「平和をまもる」取り組みをご紹介します。



Tokimeki トキメキサイエンス  
SCIENCE



## お月見

昔から日本には、お団子やススキを供えて美しい月を眺める「お月見」の風習があります。縄文時代からあった月を愛でる風習が「十五夜の月見」として貴族の間に広まったのは平安時代と言われています。広くお月見の風習が生活に根付いたのは江戸時代からで、収穫間近の時期なので、無事収穫できるようにという願いも込められました。

十五夜は「中秋の名月」とも呼ばれよく知られていますが、秋のお月見は「後の月」と呼ばれる十三夜、「田の神さまが山に帰る日」と言われる十日夜(とうかんや)と3回あり、3回お月見をすると縁起がいいと言われています。

ところで、月は45億年前、原始地球に巨大な星が衝突し、飛び散った物質が集まってできたと言われています。月があるおかげで地球は安定的に23.4度の地軸の傾きを保つことができ、現在のように様々な生命が繁栄できたと考えられています。もし月がなければ月の引力による潮の満ち引きもないので、地球の自転速度が1日5時間ととても速くなってしまいか。

今年は、十五夜が9月24日(月)、十三夜は10月21日(日)、十日夜は11月17日(土)です。お月見の日の月は必ずしも満月とは限りませんが、澄んだ空気の中で美しく輝く月の存在そのものにも深く感謝を捧げたいものです。

## Contents

01 99番元素アインスタイニウム  
ビームを迎え撃つ  
ターゲット  
「標的」をつくる

04 ロボットが分析の未来を  
「まもる」  
—作業のオートメーション化をめざして—

07 核兵器拡散防止・核軍縮の取組みを通じて  
平和を「まもる」  
包括的核実験禁止条約(CTBT)の  
順守検証能力強化のために

10 「リケジョ」としての将来を切り拓きたい女子中高生にエールを!  
「Joshikai-II」を開催しました

12 PLAZA  
読者アンケートはがきなど

大学4年の時にアインスタイニウムを加速器で超微量作り観測する先輩の研究に参加しました。アインスタイニウムとは不思議な縁を感じます。



Kazuaki Tsukada

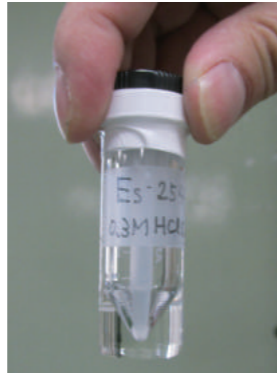
原子力科学研究部門  
先端基礎研究センター  
重元素核科学研究グループ

つかだ かずあき  
塚田 和明 研究主席

ターゲット  
「標的」をつくる

塚田 まずは、この世界初を目指す「アインスタイニウム(Es)実験」に関して、私たちのグループが何をしたかということから説明します。

原子力機構は世界に数ある大型加速器の中でも類を見ない1mmという細さの重粒子線ビームが出せるタンデム型の加速器を原子力科学研究所(茨城県東海村)内に所有しています。この細いビームを使えば、ごく微量のEsでユニークな実験ができるのでは?ということ



完成した放射光用試料

「まさか」が起きる

豊嶋 ところが、順調だったSpring-8実験の喜びも冷めないうちに、次のタンデム加速器用の試料の製作で問題が起きてしまいました。この実験では直径0.8mmのとても小さなターゲットを作る必要があったのですが、不純物の影響か、実験に耐える十分な「薄さ」と「純粋さ」が足りませんでした。

塚田 純粋な試料ができたかどうかは、試料を固体にするという最後の工程までわからず、1度失敗すると、再溶解してもとに戻すのに2週間、そこ

2017年、0.5μgのEsが私たちのものに到着しました。  
ただ、到着したEsをそのまま装置にセットできるわけはありません。タンデムという弓の名手がいても、その矢を受け止めるための的がしっかりしていなければ、良い結果は得られません。しかも、的を作るための材料(Es)はものすごく少なく、私たちはいわば「標的」づくりの「職人技」を持った研究者としてこの実験に関わってきました。

「匠の技」が挑むべきこと

豊嶋 Esを利用して生成する同位元素の特性を探るため、重粒子線のビームを当てるタンデム加速器と、X線のビームを当てEsの特性そのものを探るSpring-8(兵庫県佐用郡佐用町)という2つの実験施設が使われましたが、X線は水を通る性質を持つ一方、重粒子線は紙ほどの薄い固体も通りません。そのため、Spring-8用の試料は溶液、タンデム用の試料は紙よりももっと薄くするなど、装置に適した試料づくりが必要でした。

そして、「標的」の良し悪しを決めるポイントのひとつが「不純物をどれだけ取り除けているか」です。Esに限らず、放射性物質には「半減期」がありますよね。Esの半減期は275日です。これは、275日後にはEsの量が半分に

からまた試料を作るのに2週間、次の結果を出すまでにあつという間に1ヶ月かかってしまいます。この工程を繰り返して、結果的に数ヶ月の停滞によって2割ほどEsが減ってしまうという事態となりました。  
分離手法などを変更・追加したり、実験器具を新たに製作し、最終的には目標とする標的を無事作り上げられましたが、Esの試料作製は単純にこれまでの手法の延長では対応できない領域だったのだと改めて痛感しました。

Kentaro Hirose

原子力科学研究部門  
先端基礎研究センター  
重元素核科学研究グループ(核物理)

ひろせ けんたろう  
廣瀬 健太郎 研究副主幹

今回は放射線量の高さも量もどれをとってもギリギリ、限界に近いところでの試料作りでした。



なってしまうという意味ですが、「消える」のではなく「別の物質に変化してしまう」ため、量が減ってしまうのです。Esの場合は98番元素のカリホルニウムという元素に変わりますのでこれに気付かず目的を作ってしまったと、Esの実験結果に別の物質の特性が混ざりこみ、正確なデータを得ることができなくなってしまうのです。  
塚田 そこで、Esとカリホルニウムを正確に、確実に分離させることが必要です。分離は、Esを酸で溶かし様々な種類の薬品を添加しながら段階的にわけて行うのですが、薬品の種類、順番など、組み合わせの選択によって試料の出来が大きく左右されます。ここが、私たち「匠」の腕の見せ所でした。

「たった2滴」の勝負

塚田 Esの試料づくりを難しくする要因は「時間」と「量」です。

厄介なことに、Esとカリホルニウムの性質はとてもよく似ていて、分離がとても大変です。これまで私たちが



ピペットと3cmのピーカーを使っての手作業

実験の土台を作る  
「職人的」な研究者として

廣瀬 実は、Esが到着する前は、この物質を入手するということが自体が半信半疑でした。それにもかかわらず、チームとして未知の物質を扱いきったという事は非常に貴重な経験となりました。こういうワクワクする実験は、今後のモチベーションにもなります。

豊嶋 Esに限らず、こういった重い元素を扱う技術は、世界的に見てもごく稀ですが、原子力分野にとって欠かせない技術です。経験の積み重ねが必要なのですが、原子力機構の中でも高度な技術を持った人の数は相当少なくなっているというのが現実です。

一方で、燃料デブリの取り出しなど、これから重い元素と向き合っていく必要

扱った元素の中で最も寿命の短い研究対象は、先ほどの話にも登場したカリホルニウム249でした。この半減期は35年。半減期275日のEsでは、標的づくりに相当なスピード感が要求されたことが分かっていただけかと思えます。  
廣瀬 そして量。私たちが良く使うピペットの1滴がおおよそ25μlですが、Esは50μlの酸に溶解したので、スタートの時点でたったの2滴。当然、「1滴こぼしてしまった」は許されない状況です。

アインスタイニウムを扱うことができたのは、一生に一度あるかないかの大きな経験でした。

Atsushi Toyoshima

原子力科学研究部門  
先端基礎研究センター  
重元素核科学研究グループ

とよしま あつし  
豊嶋 厚史 研究副主幹  
(2018年8月より大阪大学教授)

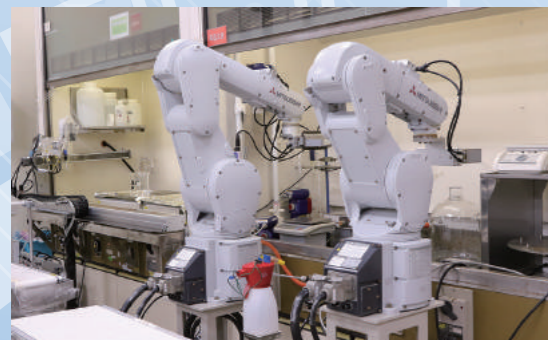


要性が急激に高まっています。私が培ってきた技術・知識を若い研究者に伝え、人材を育成していくことも重要な使命のひとつだと思っています。  
塚田 Esについても、これで終わりではなく、さらに次の実験や研究の可能性もあるのです。私たちの技術をまた新たな実験にも使ってみたいです。世界中の研究所と協力して、Esのさらにその先の元素にもチャレンジ出来たらという思いもあります。  
Spring-8、タンデム、そして試料作りなど、今回の実験については今年中にいろいろな世界的な成果が発表されると思うので、ぜひ楽しみにしていってください。



チームワークを支えられたアインスタイニウムの試料作り

## ウェットケミストリー “Wet chemistry”という難題

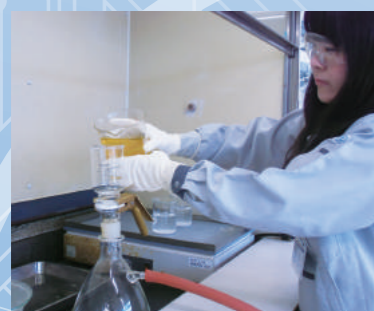


自動化学分離システム。2本のアームで分析作業を行う。

**大澤** まずはじめに、なぜ放射性ストロンチウムに目を付けたのかというと、分析がとて難しく、人手が足りないという現状があるためです。

化学分析には、大きく分けて「ドライケミストリー」と「ウェットケミストリー」と呼ばれる2種類の方法があります。名前のとおり、前者は乾燥状態で行う分析、後者は溶液などを用いる分析です。核種ごとの特徴をいかした分析をしなければならぬので、どちらの方法をとるかは核種によって異なります。

放射性ストロンチウムは後者、「ウェット」な状態で行う分析が必要で、



作業によるろ過作業

**松原** 具体的には、対象物を硝酸や塩酸などの強酸での煮沸、沈殿生成、ろ過分離など、数にして約10もの工程が必要で、「職人技」の分析が必要な核種のひとつになるかと思えます。強酸で煮込むわけですから、沸騰時に酸が作業者に飛びはねないよう慎重に分析を進める必要があります。分析ができる人も少なく、分析量にも限界が出てきてしまっているという現状です。

**永岡** 東京電力福島第一原子力発電所(1F)の事故以降、セシウムのデータが比較的早く公表されたのに対し、ストロンチウムのデータがなかなか出てきませんでした。測定機器の中で対象物をセットして「ドライ」な状態でガンマ線を測定するセシウムに対し、ストロンチウムは、ベータ線を測定するため、試料を溶液化して「ウェット」な状態にしたうえで分離を行う必要があり、分析に非常に手間と時間がかかっていた、というわけです。

# ロボットが分析の未来を 「まもる」

—作業のオートメーション化をめざして—



物質科学研究センター  
中性子材料解析研究ディビジョン  
イメージング・分析技術研究グループ

おおさわ たかひと  
**大澤 崇人**  
研究主幹



核燃料サイクル工学研究所  
放射線管理部 環境監視課

ながおか みか  
**永岡 美佳**  
主査



核燃料サイクル工学研究所  
放射線管理部 環境監視課

まつばら なつみ  
**松原 菜摘**

「ロボット」の可能性は無限大です。

介護のためのロボット、工場のラインで動くロボットなど、人手不足を補うように、すでに社会へ溶け込み始めているロボットたちもいます。

原子力機構が開発したのは放射性ストロンチウムを自動分析するロボットです。放射性ストロンチウムは、核実験や原子力発電などで人工的に作られるウランの核分裂生成物で、カルシウムと化学的性質が似ているため、体内に入ると骨や歯に蓄積しやすいという特徴があります。半減期が約30年と長いので、人体への内部被ばくの影響を見ていくときに、注視していかなければならない核種のひとつです。開発したのは複雑な分析を自動的に行うシステムです。放射性ストロンチウムのみならず、今後いろいろな核種への応用が期待されています。

## “Robot”に 人間と同じ動きを



**大澤** 分析の煩雑さを解消するために目を付けたのがロボットです。もともと私は研究用原子炉の即発ガンマ線分析を担当していました。しかし、2011年に1F事故が起きてからは、研究用原子炉の稼働が停止し、人員も予算も削減されたことから、現状ではこの大型実験装置を私一人で管理せざるを得ない状態です。そこで、いざ再稼働するときの管理の負担を考えてロボットを導入し、ほとんどの作業を自動化しました。この技術が、ほかの分析にも応用できないか、という考えが、今回の成果のスタートになっています。

にとても沸騰で飛びはねた液や蒸気を浴びれば、故障の原因となるだけでなく、分析そのものが不正確になってしまいます。

**永岡** そこで、「突沸」つまり、いきなり激しく沸騰する現象をそもそも起こさなければ、ロボットに酸がかかることはなくなるのではないかと考えました。

**大澤** この課題をクリアするためには、2つの技術を組み合わせることにしました。1つ目は温度制御。外部制御できるホットプレートを開発することで、突沸しないように事前に温度を制御できるようにしました。もうひとつの技術が画像認識です。突沸する前の液面の変化をカメラで捉え、突沸の前兆を捉えることに成功しました。

核兵器拡散防止・核軍縮の取組みを通じて

# 平和を「まもる」

包括的核実験禁止条約（CTBT）の  
遵守検証能力強化のために

包括的核実験禁止条約（以下CTBT）とは、宇宙空間、大気圏内、水中、地下などのあらゆる空間での核実験を禁止し、加盟国がそれを遵守していることを検証する体制の確立を規定した条約で、1996年9月に国連総会で採択されました。またCTBT本来の枠組みとは異なるプロジェクトとして、度重なる北朝鮮の核実験を踏まえ、核実験検知能力を強化するために、CTBTO（包括的核実験禁止条約機関準備委員会）からの依頼により、原子力機構では、本年、北日本に2ヶ所の臨時的観測点を増設し観測を開始しました。原子力機構は核兵器の拡散防止を通じて平和を守るために、世界中と協力した取組みを進めています。

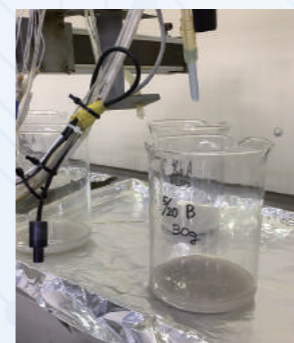
## ロボットが分析の未来を「まもる」

—作業のオートメーション化をめざして—

**永岡** うどんを茹でていて、鍋から吹きこぼれそうになったときに水をちよっと入れたらかき混ぜたりすると液面が落ち着きますよね。同じように、突沸の前兆を捉えたロボットが自動的にピーカー内に圧縮空気をプシューと入れ、ピーカーの中に余計なものを入れずにかき混ぜることで突沸を防ぐことに成功しました。

**松原** 私は実際にこの自動分析システムを使って、魚の骨にどれくらい放射性ストロンチウムが含まれているか調べました。試料に合わせて温度の上げ方を調整するなど、初めの段階での設定は必要ですが、その後は効率的にデータを得ることができました。これまでご紹介したとおり、人の手による分析の煩雑さから、放射性ストロンチウムの分析データは多くありません。魚の骨もその一例ですが、ロボットが良い動きをしてくれることで、これまでできなかった試料の分析を積極的に行うことができるというメリットがあります。

### ストロンチウムの自動分析システム



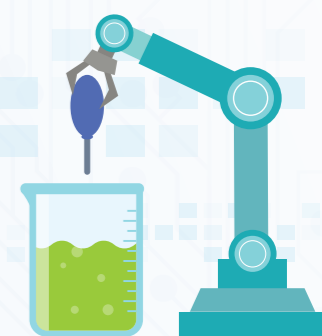
①有機物分解  
環境試料中に含まれる有機物を硝酸などの強酸で分解する。



②沈殿生成・試薬の添加  
自動で試薬を添加し、沈殿をつくる。



③ろ過  
②で生成した沈殿物とろ液を分離する。



### オートメーション “Automation”への期待

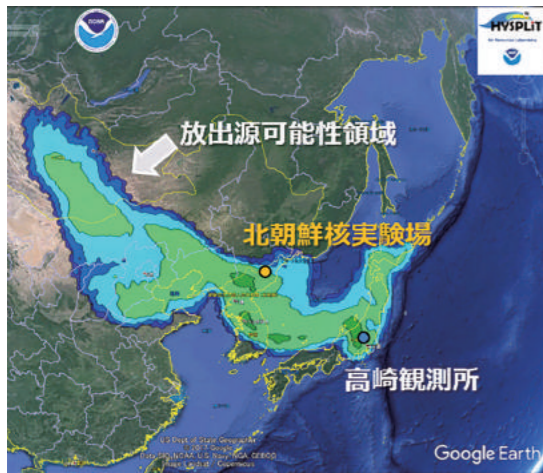


**大澤** 分析を「オートメーション化」、つまりロボットによる自動分析をするということは、データの「量」の確保が期待できるということと、「職人技」でしかできなかった分析のデータがたくさん取れることになり、量を確保することはデータの信頼度を上げることに直結しますし、これまで分析作業にかかりきりになっていた「職人」たちの時間を、その先の研究や技術開発に充てられるというのも大きなメリットかと思えます。

**永岡** ロボットの仕様を変えれば、ストロンチウムだけでなく他の核種の分析に応用できます。放射線量が

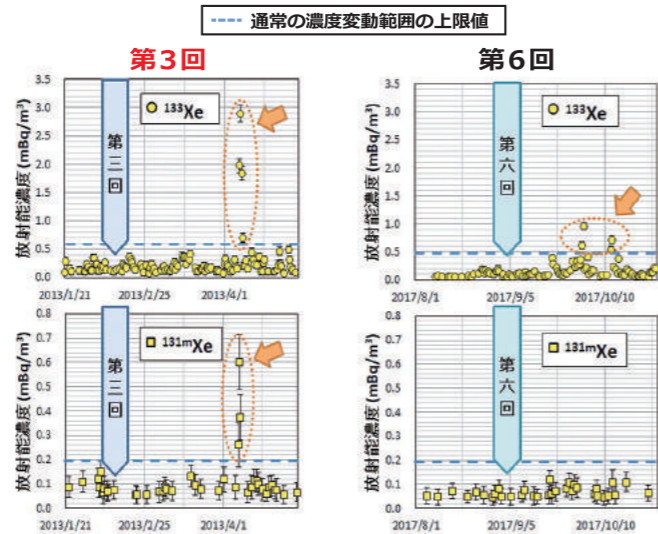
高い試料を扱う場合なども作業者を被ばくから守れます。分析の自動化によって、作業者をこうした危険から守るのも重要なことだと思えます。

**大澤** 1Fの事故以降、様々な種類の核種の分析ニーズが高まっています。また、廃止措置を進めるうえで発生する廃棄物についても、今後さらに分析の必要性が増してくることが想定されます。分析をする作業者の安全を確保しながら、信頼性の高いデータを確実に集めていくための環境を整えていくことは、これからも私たちが挑んでいかなければならない課題だと考えています。



第3回、第6回ともに、検出された放射性キセノンの放出源推定解析により、北朝鮮核実験場が放出源

高崎観測所観測データの解析結果

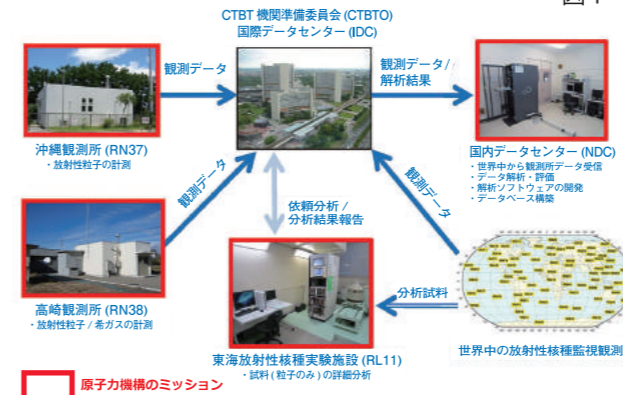


	核実験実施日	検出状況
過去の北朝鮮核実験と放射性核種監視観測所による検知の実績	第3回 2013年2月12日	高崎観測所で4月8、9日の大気捕集試料から <sup>133</sup> Xeと <sup>131m</sup> Xeを通常と比べ高い放射能濃度で同時検出。その放射能比や放出源推定解析結果等から、核実験由来と判定。
	第6回 2017年9月3日	未検出(9月下旬と10月上旬に高崎観測所にて核実験起源の可能性がある <sup>133</sup> Xeを検出)。

核兵器拡散防止・核軍縮の取組みを通じて

# 平和を「まもる」

包括的核実験禁止条約(CTBT)の遵守検証能力強化のために



原子力機構はCTBT国際検証体制において、放射性核種監視観測所、放射性核種実験施設、及び国内データセンター(NDC)という3つの役割を担っています(図1)。

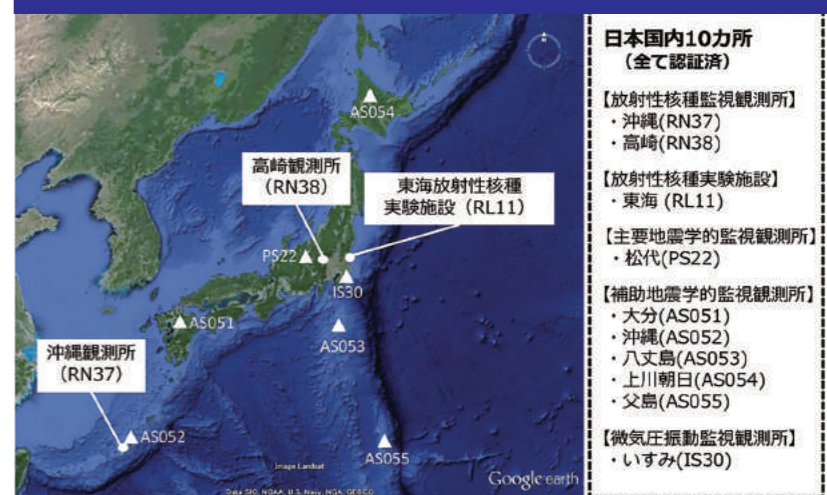
## 核不拡散・核セキュリティ総合支援センター 技術開発推進室



**CTBTとは?**  
 包括的核実験禁止条約(CTBT)では、加盟国が条約を守っていることを実際に検証する具体的な体制が条文中で決められています。  
 現在、署名国は183か国、批准国は166か国ですが、一定レベルの原子力施設を持つ発効要件国44か国のうち、米国、中国、インド、イスラエル、イランは署名済・未批准で、インド、パキスタン、北朝鮮は署名済・未批准です。発効には発効要件国すべての批准が必要とされるので、実際は条約としては未発効という状況となり、また条約としての効力はありません。  
 しかし、CTBTが発効したらず核実験の監視体制が機能する必要があります。そのため、発効前であってもすでに検証のためのシステム作りをCTBTが中心となって進められているのです。  
**CTBTの検証体制**  
 山本 具体的には、世界中に32か所の観測所を作って、核実験が行われたかどうかのデータを検知しようということになっています。  
 観測所での検出対象は、地震波、微気圧振動、水中音波、または放射性核種のいずれかです。地震は地下核実験などで発生する地面の振動、微気圧振動というのは人が感じないような大気の極低周波の振動です。なお、我が国では一般財団法人日本気象協会がこの2つの監視を、原子力機構が放射性核種の監視を行っています。水中音波の監視は日本では行っていません。  
 富田 放射性核種は、他の検出対象の観測と違い、観測所に加えて放射性核種実験施設の設置も併せて指定されています。この実験施設では、観測所から送られてきた放射性核種試料の詳細分析や観測データがCTBTの品質基準に則ったものであるかチェックしています。原子力機構では、世界に16か所ある実験施設のなかの1つとして、世界中から送られてくる観測所試料の分析を行いデータの品質をチェックしています。

**放射性希ガスの観測プロジェクト**  
 木島 放射性核種監視観測所は全世界80か所に設置し、放射性粒子の観測を行うことが条約で定められています。さらに、そのうちの40か所では放射性希ガスの観測も行うことになっています。  
 1950年代は核実験の場所は気圏内が主でしたが、1960年代にはほぼ全てが地下核実験に移行しました。地下核実験の場合、放射性粒子は地下空間に閉じられ、地上に漏れ出すことはほとんどありません。しかし、他の物質とほとんど化学反応しない気体である希ガスならば、核爆発により生じた亀裂などから地上に漏れ出る

## 日本国内のCTBT観測所及び放射性核種実験施設



- 日本国内10カ所 (全て認証済)**
- 【放射性核種監視観測所】
    - ・沖縄(RN37)
    - ・高崎(RN38)
  - 【放射性核種実験施設】
    - ・東海(RL11)
  - 【主要地震学的監視観測所】
    - ・松代(PS22)
  - 【補助地震学的監視観測所】
    - ・大分(AS051)
    - ・沖縄(AS052)
    - ・八丈島(AS053)
    - ・上川朝日(AS054)
    - ・父島(AS055)
  - 【微気圧振動監視観測所】
    - ・いずみ(IS30)

\*注 希ガス: 周期表18族に属するヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン の6種類の元素の総称。

可能性があります。そのため、現在は、放射性粒子よりも希ガスの観測が重要視されているのです。  
 CTBTでは、核爆発によって多量に発生する放射性キセノンという希ガスを観測していますが、キセノンの4つの核種を監視対象としています。この4つの核種の半減期は、最長でも約12日と短いことから、検出した場合に核分裂反応により最近生じたものであることが分かります。  
 富田 日本には観測所が高崎と沖縄にあります。特に高崎は大気の流れを考慮すると北朝鮮の核実験の監視に都合の良い位置にあり、しかも放射性粒子と希ガスの両方が検出できるので、世界中のCTBT研究者から非常に注目されています。  
 木島 CTBTからも、高崎は世界で一番重要な観測所だと評価されています。  
 山本 現在のところ核実験を行う可能性が高いのは北朝鮮なので、その監視能力をできるだけ強化するプロジェクトが日本政府からCTBTへ拠出した資金に基づき期限付きで始まりました。このプロジェクトは、CTBT国際検証体制とは別の話としてCTBTから原子力機構に協力が要請されました。その結果、放射性キセノン監視に特化した観測装置が北海道の幌延町と青森県のむつ市に設置され、すでに今年から観測が始まっています。

## CTBTとの希ガス共同観測プロジェクト

- 移動型希ガス観測装置を下記の2ヶ所に設置し、原子力機構が観測
- 北海道の幌延町有地、2018年1月24日から2年間
  - 青森県むつ市の原子力機構大湊施設、2018年3月5日から1年間
- 希ガスの同時監視により、核実験検知能力の向上が期待される。



## 今後の課題

山本 今後、国際貢献を続けていく上ではやはり人材が重要です。現在、原子力機構では3名の職員がCTBTの対応を行っています。  
 あまりなじみのない地道な業務ですが、大切な業務です。是非、こうした業務を知っていただいて、関心を持ってほしいと願っています。  
 富田 日本の放射性核種監視観測所は北朝鮮の核実験を検知できる可能性が

高い場所にあるので、万一の時に備えて稼働率の高い運用体制を維持していくために人材の育成が重要です。  
 木島 希ガスに関して言うと、検出した放射性キセノンが核実験由来であるか原子力施設等からのものであるかを識別する能力の向上のため、放射性キセノンのバックグラウンドに関する研究を今後さらに進めていきたいと思っています。

実験機器の操作体験では、学校ではなかなか扱うことができない研究用の機器などにも触れ、メーカーの方に熱心に質問する参加者もいました。



2018年8月8日、9日の2日間にわたって、将来の科学者のための女子会 II：科学・工学に関する国際メンタリングワークショップ（Joshikai-II for Future Scientists: International Mentoring Workshop in Science and Engineering）を経済協力開発機構／原子力機関（OECD/NEA）と共催で開催しました。昨年7月、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（QST）がOECD/NEAと共催した国際メンタリングワークショップ（Joshikai）を原子力機構が引き継ぎ、更に内容の充実、発展を図ったものです。

理系への進学・就職を目指す女子中高生たちが抱える「理系の仕事ってどんなものがあるの?」「どうやって目指せばいいの?」「仕事と生活のバランスは上手に保てるの?」といった将来への漠然とした不安を、国内外で活躍する女性科学者たち（理系の先輩）と触れ合うことで解消し、少しでも「自分の目指す将来の姿」に近づいていただきたいという思いで開催しました。

第一線で活躍する女性研究者の講義は、普段の授業よりも専門的な分野に踏み込んだ内容。参加者の皆さんは将来の自分の姿をイメージしつつ、メモを取りながら真剣に聴講していました。

また、「将来になりたい自分」をテーマとしたグループディスカッションでは、国外の研究者に、留学や海外の制度について英語で積極的に質問する参加者もいました。

今回は「理系進学を目指す生徒たちを是非応援していただきたい!」ということで、保護者・教員向けのセミナーも実施しました。

女子中高生に年齢に近い若手女性研究者が登場し、研究や普段の生活をご紹介。子どもたちが目指す将来の具体的な姿を実感いただきました。

参加した女子中高生の議論や質問は驚くほど専門的な内容も多く、理系への進学・就職への熱い思いを感じました。「興味のある分野が多すぎて・・・」という参加者へは、海外の科学者から「まだ道一本に絞らず、興味のある分野に色々トライしてみるといい」というエールが送られ、女子中高生たちの進路選択のヒントとなったようです。

原子力機構はこれからも、リケジョを応援してまいります。



「将来の私」をテーマに、グループごとに、ディスカッションの成果を発表しました。



グループディスカッションでは、国内外で活躍する女性科学者が各テーブルにつきました。



### 将来の科学者のための女子会 II： 科学・工学に関する国際メンタリングワークショップ

(Joshikai-II for Future Scientists: International Mentoring Workshop in Science and Engineering)

主催：国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

共催：経済協力開発機構／原子力機関（OECD/NEA）

共同／連携：国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（QST）

国立大学法人福島大学

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

一般社団法人日本分析機器工業会（JAIMA）



## 「リケジョ」としての将来を切り拓きたい女子中高生にエールを！ 「Joshikai-II」を開催しました



# 皆さまの「声」を ご紹介いたします



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。

マイナス1000mの世界は具体的であり、「高レベル」の廃棄物に直結していて、しかも理解しやすかった。  
(愛知県名古屋市 水谷様)

原子炉とナトリウムについて、知りたい。  
(福井県敦賀市 金深様)

「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](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。  
[https://www.jaea.go.jp/atomic\\_portal/jaea\\_channel/](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/50/>

「未来へげんき」  
バックナンバー

[https://www.jaea.go.jp/study\\_results/newsletter/](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

■ お問い合わせ先

HP  
[https://www.jaea.go.jp/about\\_JAEA/fdonation/](https://www.jaea.go.jp/about_JAEA/fdonation/)

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

2018 vol. 50

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)  
①1ページ目「未来へげんき」の「読者の声」  
②ロボットが分析の未来を「まもる」  
③核兵器拡散防止・核軍縮の取組みを通じて平和を「まもる」  
④JAEAの「未来へげんき」を開設しました  
⑤PLAZA  
⑥その他

### 3. 表紙や紙面のデザイン印象

- 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。

(イベント等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:

□ 表紙に記載した住所・お名前宛てに送付を希望する  
送付先住所に変更がございません。お名前がご住所の欄に記入されている場合は、お名前をそのままご住所の欄に記入してください。

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きます。お名前を掲載させていただきます。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す。

## 編集後記

2006年に創刊した「未来へげんき」も、皆様のご支援、ご協力のおかげで、ついに50号を迎えることができました。今号は、シリーズでご紹介しているアインスタイニウム実験のほか、「JAEA×まもる」と題しまして、ロボットを用いた分析のオートメーション化や核不拡散についての話題を選びました。さまざまなものを「まもる」ために進められる研究・技術開発について知っていただければ嬉しいです。

季刊

未来へげんき

Japan Atomic Energy Agency

2018 vol. 50 平成30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

有限会社 オズクリエイティブルーム

# PLAZA

## 主なプレスリリース

### 廃炉国際共同研究センター (CLADS)

- 福島第一原子力発電所の作業現場の汚染箇所を遠隔で検知し仮想空間上に可視化する技術を開発  
福島第一原発原子炉建屋で遠隔ロボットを用いた放射線イメージング測定を実施

### 先端基礎研究センター

- 負のミュオン素粒子で見る物質内部  
世界最高計数速度の負ミュオンビームで長年の夢が実現
- 高速回転で探る磁石中の電子の回転運動の消失  
回転運動の消失による高速磁気デバイスの材料探索に道を拓く

### 原子力基礎工学研究センター

- 日米共同実験により加速器駆動核変換システムの研究開発の進展に期待  
高濃縮ウラン等を用いた新たな日米研究協力体制を構築
- シンチレーション検出器の光出力を決める仕組みを解明  
加速器、宇宙、医療現場などの陽子や重粒子線の正確な計測に向けて

### J-PARCセンター

- 磁気渦の生成・消滅過程を100分の1秒単位で観測  
J-PARC MLFのハレス中性子を用いたストロボ撮影に成功

### システム計算科学センター

- 土壌粘土粒子の表面ナノ構造とセシウム吸着特性との関係を解明  
最も強い吸着を示すのは「まつれたエッジ」と呼ばれるナノ構造であることを計算科学で立証

### 敦賀総合研究開発センター

- 世界初！レーザーコーティング照射条件の施工前予測が可能なシステムを開発  
レーザー加工の職人技を身近な技術に
- 溶かし切る、叩き割る！レーザー光により自在な切断が可能な制御装置を開発  
スマテコ環境を利用した性能実証へ

## トピックス

### 幌延深地層研究センター

「幌延深地層研究計画平成29年度調査研究成果報告」、幌延深地層研究計画札幌報告会2018を開催しました。

### 青森研究開発センター

むつ科学技術館「開館記念イベント」を開催しました。



### 戦略・国際企画室

6月26日に、ワシントン事務所主催により「日米原子力研究開発シンポジウム」がワシントンにて開催されました。



### J-PARCセンター

「J-PARC 施設公開2018」を開催しました。



### 人形峠環境技術センター

【広報誌】  
「にんぎょうとうげ」第90号を発行しました。  
「平成30年度人形峠環境技術センター安全大会を開催」ほか。

## 第13回原子力機構報告会を開催します。

日時：平成30年11月13日(火) 13:30～17:00(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。  
お問い合わせ先：広報部広報課  
電話：029-282-0749  
E-mail: jaea-houkokukai-info@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>



「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で  
ご覧いただけます。

<https://www.jaea.go.jp/>





# 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、原子力の安全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。

料金受取人払郵便

3191190

ひたちなか郵便局承認

222

差出有効期限  
平成31年3月  
31日まで

切手不要

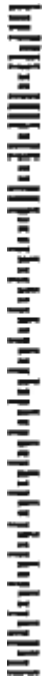
(受取人)

茨城県那珂郡東海村  
大字舟石川1765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



(キリトリ線)

フリガナ	氏名	性別	年齢	電話
		男・女		( )
〒□□□□□□□□	住 所	都 道 府 県	年 齢	電 話

Japan Atomic Energy Agency