



国立研究開発法人
日本原子力研究開発機構
福島研究開発部門

広報誌

明日へ 向けて

私たちの取組み

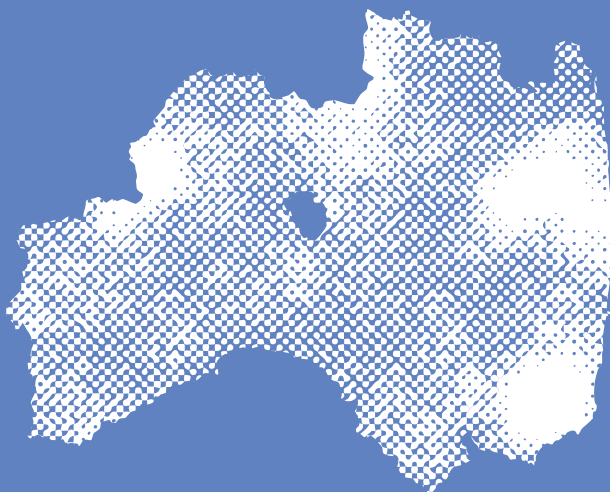
02【特集】廃炉と環境回復～10年後の未来へ～
令和3年度部門成果報告会から

04 Topics福島

- ・河川流域で環境動態研究を学ぶ ― 河川におけるフィールド調査と分析を体験
- ・放射性廃棄物の分析業務を学ぶ ― 福島環境回復と廃炉に向けて

11 ふくしまふるさと散歩みち

令和4年2月
No.20



Sector of Fukushima Research and Development,
Japan Atomic Energy Agency

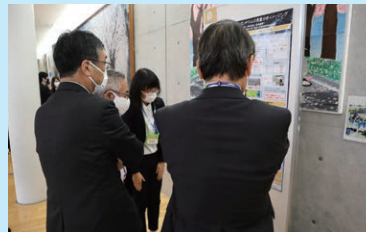
廃炉と環境回復～10年後の未来へ～

令和3年度部門
成果報告会から



日本原子力研究開発機構(以下「原子力機構」という。)福島研究開発部門は、東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所(以下「1F」という。)の廃止措置及び福島県内の環境回復に向けた研究開発等の活動で得られた成果等について、2021年12月7日(火)富岡町の「学びの森」で「令和3年度福島研究開発部門成果報告会」を開催しました。

基調講演や部門報告、パネルディスカッションの他、連携学校である福島大学と福島工業高等専門学校によるポスターセッション(右図)や、隣接する廃炉環境国際共同研究センター(CLADS)国際共同研究棟の施設公開も実施しました。参加者は181名で、コロナ対策を講じた上で、盛況の中で終了することができました。



このうち、部門報告の中からCLADS 岡本センター長の報告を記載します。

福島研究開発部門における研究開発の進め方と次期中長期計画に向けて

廃炉環境国際共同研究センター／センター長 岡本 孝司



福島第一原子力発電所(以下「1F」という。)事故から10年あまり経ち、我々、日本原子力研究開発機構(以下「JAEA」という。)は「次期中長期計画」を策定するタイミングにあります。

JAEAはこれまで放射性物質によって汚染された地域の復興と1Fの廃炉に向け、積極的な研究開発に取り組んできました。福島研究開発部門は福島県内に5つの拠点を設けています。まず、国内外の英知を結集する富岡町の「廃炉環境国際共同研究センター(CLADS)」、大熊町にある放射性廃棄物、燃料デブリの分析・研究を行う「大熊分析・研究センター」、

遠隔操作機器・装置の実証実験が可能な楢葉町の「楢葉遠隔技術開発センター(NARREC)」、さらに三春町と南相馬市には、環境動態・放射線モニタリングを行う研究開発拠点があります。

NARRECは実試験や実物大のモックアップを使った試験を行うことができます。これまでの来訪者数はのべ2万人を超えており、300件以上の研究が進められています。また、まもなく運用が開始される大熊分析・研究センターの第1棟では、鉄セルやグローブボックスなどの設備を使用し、ガレキ類、焼却灰や水処理二次廃棄物などの分析を行うことが可能となります。さらに、燃料デブリを含む高線量の放射性物質を分析することができる第2棟が完成すれば、2つの施設で1Fの廃炉に関するデータ分析も可能になります。

また、地元企業との連携で手のひらサイズの放射線可視化カメラ「コンプトンカメラ」も開発しました。これはドローンに

搭載することで1Fなどの環境をモニタリングすることができ、汚染されている箇所を可視化できるシステムです。さらに地元のふたば未来学園高校や福島高校、安積高校、磐城高校、福島工業高等専門学校、福島大学などと連携しながら、教育を含めた人材育成を行っています。

新たに策定される次期中長期計画では1Fの廃炉や環境回復をより深化させたフェーズに移行していくことになります。JAEAは放射線や核燃料、原子力の専門機関として、東京電力や原子力損害賠償・廃炉等支援機構のサポート役、つまり登山に例えるなら廃炉という頂上へ導くシェルパの役割を果たしていきたいと考えています。



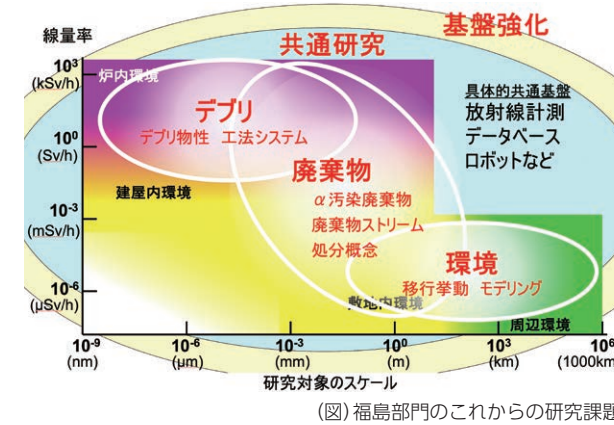
では、今後10年後、20年後においてどのような研究を行っていくかですが、1Fの廃炉は幅広い分野で構成されるため、まず、廃炉に関する研究開発を俯瞰して示すことができる「基礎・基盤研究の全体マップ」を作成しました。
(<https://clads.jaea.go.jp/jp/rd/map/map.html>)

この全体マップでは、汚染水対策、使用済燃料プールからの燃料・燃料デブリ取出し、建屋の解体、輸送・保管・貯蔵、処理・処分・環境回復といった1F廃炉の幅広い分野をカバーしています。1Fはすでに原子炉ではなく放射性物質に汚染された廃棄物と考えることができ、それらの廃棄物を安全に管理しつつ処理・処分をしていくことが重要です。このためマップの中央は「廃棄物」としての流れを明記してあります。

1F廃炉に関する具体的な基礎・基盤研究を俯瞰するためには、日本だけでなく世界中の英知を結集して研究を進めていくことが重要です。一方でJAEAは我が国唯一の原子力に関する総合的な研究開発機関として、特に放射線環境における課題解決に責務を負っています。

30～40年後には1F廃炉は進み、廃棄物は処分されていることが想定されます。比較的線量が低いものは扱いが容易であり早めに処理・処分につながる一方で、燃料デブリのような線量が極めて高いものは扱いが困難であり、時間がかかることが予想されます。

JAEAの役割とチャレンジはどのようなもののでしょうか。放射線量率と空間および時間を整理して1Fの廃炉を含む福島



復興につながる課題を俯瞰して考えると、これからの10年でJAEAは放射性物質や核燃料物質など、放射線に関連する全体を担当していく必要があります。(左図)

具体的には線量率が極めて高い燃料デブリに関する研究開発、高濃度から低濃度まで幅広い放射性廃棄物に関する研究開発、そして発電所敷地内を含む環境回復に関する研究開発がマッピングされます。さらに、これらに共通なロボットや計測といった共通課題に対する研究開発、そしてこれらの研究開発を支える基盤としての設備やデータベースの強化です。これらの5つの柱を基礎として考えていくことが重要です。

JAEAは、放射線に関わる全ての研究領域をカバーしつつ、現場に密着した研究開発を担っていく必要があります。特にリスクの高い燃料デブリや高線量のセシウム廃棄物など、我々の知見と経験が必須の分野を中心として福島復興に繋がる研究開発を推進していくことが必要であると考えています。

また、福島部門だけではなく、JAEAの東海地区や大洗地区などにあるホット施設(放射性物質を取扱う施設)などとの連携を推進し、JAEA全体で研究を推進していくことが重要です。

10年という節目にあたり、次の10年を考えるために技術的な視点だけではなく、社会科学的な視点からも何が求められているのかを総合的に評価し、つなげていくことが重要であると考えます。研究の単なる延長ではなく、本来必要な研究を客観的に評価し、重要な研究に集中するとともに、長期的視点で必要な基礎的研究を推進していくことが求められています。

JAEAは日本国内の様々な研究機関のハブとなり、国内にとどまらず、世界と協力し、世界をリードする研究機関でありたいと考えています。

Topics 福島 (JAEA)



2021.9.21 No.106

河川流域で環境動態研究を学ぶ

河川におけるフィールド調査と分析を体験

日本原子力研究開発機構(以下「原子力機構」という。)福島研究開発部門 廃炉環境国際共同研究センター(以下「CLADS」という。)環境影響研究ディビジョン放射線計測技術開発グループ(三春町:福島県環境創造センター研究棟に駐在)は、全国の大学生、大学院生および高専生を対象に、夏休みの期間中に、福島県の環境中における放射性セシウムの挙動を調査するインターンシップ(夏期休暇実習:以下「実習」という。)を行っています。

2021年度の実習参加者は11名で、その内、筑波大学大学院(3名)、明治大学大学院(1名)、大阪大学大学院(1名)、埼玉大学大学院(1名)および東京都市大学(1名)の学生達が、2021年8月2日(月)～8月6日(金)の期間に亘り、河川を対象とした放射性セシウムの分布を調査する実習に参加しました。

なお、新型コロナウイルス感染症対策のため、学生達には実習開始2週間前から実習終了1週間の期間で検温および行動履歴の記録を作成させるとともに、マスク着用や人同士の距離を保つなど、昨年と同様の「新しい生活様式」に倣い実習を実施しました。

■事前準備から

まずは、河川でのフィールド調査(以下「現場調査」という。)にあたり、学生達はオリエンテーションとして、実習における研究の背景、現場調査の目的、作業手順を学びました。また、安全な現場調査を実施する必要性から、特に熱中症や蜂・蛇に関する対策についての教育の他、現場作業を行うにあたって、何処に危険が潜在しているかを事前に予知する「危険予知活動(KY活動)」を受講しました。その後、センター内の各装置やこれまでの研究成果を学生達に紹介し、使用する装置や本実習の内容について理解を深めました。

特に、河川調査等調査研究で得られたデータや研究開発成果は、現在進めている「FaCE!S=福島総合環境情報サイト」に集約し、一般の方々から専門の研究者までが利用できることを説明し、学生達の注目を集めていました。



「FaCE!S」の一場面(注)

■現場での河川調査



河川流域での土砂採取の様子

河川調査は浪江町の請戸川(うけどがわ)で行い、安全対策としてヘルメット、長袖長ズボンの作業着を着用し、適宜休憩を取りながら実施しました。学生達は2グループに分かれ、放射性セシウムが河川のどこに分布しているかをオリエンテーションで学んだことから

考察し、河川流域の土壌や堆積物、河川水を採取して持ち帰り、翌日からの分析業務に臨みました。



河川の堆積物採取の様子

■前処理から分析作業へ

学生達は、現場調査で採取し持ち帰った試料を各分析に合わせて「ろ過」や粉砕等を行う前処理を行いました。その後、それら試料は、Ge半導体検出器^{*1)}、ICP-MSおよびICP-MS/MS^{*2)}を用いて、放射性セシウムおよび多元素の濃度を計測しました。ICP-MS/MSによる分析では、pptレベル(1兆分の1の大きさ)のごく微量の汚れも検出されるため、試料を汚さないように注意して取り組みました。



デジタルマイクロスコープで試料を観察

また、デジタルマイクロスコープ^{*3)}で試料を観察し、特徴のある鉱物を選定後、電子線プローブマイクロアナライザー(EPMA)^{*4)}を用いて鉱物の元素組成を分析しました。さらに、堆積物に関してはX線回折装置^{*5)}を用いて鉱物の特性を計測しました。



前処理作業の様子

■実習を振り返って

学生達は、各分析データを整理後、実験結果と各グループ内での考察を実習報告として取りまとめ、グループ毎に報告を行いました。実習報告では、河川における放射性セシウムの分布調査について、測定した鉍物のセシウム吸着特性から説明がありました。学生達の報告の後、原子力機構職員から放射性セシウムの分布を考察する上で、分析結果から注目すべき他の元素のアドバイスや感想を述べ、時間の許す限りディスカッションが行われました。

最後に2名の学生が代表で、インタビューに応じ、実習を終えた感想や今後の目標などを述べました。

——— 明治大学大学院 猪瀬 聡史(いのせ さとし)さん

大学では多摩川で放射性セシウムの動態調査をしていますが、ICP-MS/MSなどの分析装置は大学には設置されていません。そのため、データを見ても新鮮で実際に原子力機構の装置を使って分析できたことは貴重な体験でした。また、原子力機構の雰囲気を良く知ることができ、研究の道に進みたい気持ちが強まりました。

——— 筑波大学大学院 井口 啓(いぐち さとし)さん

大学では森林における放射性セシウムの土壌の移行を研究していますが、新しい経験になればと思い、今回の河川での実習に参加しました。実習で学んだ、固体のまま分析する手法を今後の研究に役立てていきたいと思います。また、実習では研究者や参加したほかの学生との交流もあり、視野が広がりました。

CLADSは、今年度参加した学生の皆さんのご意見を始めた実習実績を踏まえてプログラムの充実を図り、引き続き将来を担う人材の育成に努めていくとともに、福島環境回復のための研究開発を進めていきます。

(注) P5に掲載してあります「FaCE!S=福島総合環境情報サイト」の「根拠情報Q&Aサイト」に新たに「廃炉に関する技術開発」を追加しました(2021年12月)。放射性物質の可視化技術や原子炉内部状況の推定などの情報を取り入れてあります。 <https://fukushima.jaea.go.jp/QA/> 参照



【用語解説】

*1) Ge半導体検出器

半導体を利用した放射線検出器であり、放射性物質の濃度を測定する装置。



*2) ICP-MSおよびICP-MS/MS

ICP-MSとは、誘導型結合プラズマ質量分析法(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry: ICP-MS)をいう。アルゴンガスに高周波電力を与えて生成した誘導結合プラズマ(Inductively Coupled Plasma: ICP)をイオン源に用い、ICPに液体試料を霧状にして導入し、プラズマによってイオン化した試料中の元素を質量分析計(MS)によって、分離・検出する手法。この測定では、質量分析部は1つであり、イオン化された成分がそのまま検出されるため同じ質量の核種や分子の分析が困難なケースがある。一方、ICP-MS/MS(右図)は、2台の質量分析計を直列に接続させ、1台目の質量分析計で特定のイオンを選択し、不活性ガスと衝突させた後、2台目の質量分析計で必要なイオンを分離し質量を分析する装置。試料中に含まれる複数の同じ質量の核種や分子の分析において精度向上が見込まれる。



*3) デジタルマイクロスコープ

デジタルカメラを搭載した顕微鏡。顕微鏡は、通常、接眼レンズを直接覗いて肉眼で観察するが、このスコープは、デジタルカメラを通して、より拡大画像をモニタに映し出して観察できる。このため、多人数による同時観察が可能となり、情報共有が図り易いという利点がある。

*4) 電子線プローブマイクロアナライザー(EPMA:(Electron Probe Micro Analyzer))

真空中で細く絞られた電子線を固体試料表面に照射し、表面の組織及び形態の観察とミクロンオーダーの局所元素分析を行う分析機器である。金属材料の分析から始まり、地質鉍物、セラミックス、電子材料、半導体材料、さらには高分子材料や、食品、生体試料など、あらゆる固体試料の微小部分分析に欠かせない装置である。



*5) X線回折装置

X線を試料に当てて、散乱されるX線の角度から土壌などの粉末試料に含まれる鉍物組成を調べる装置。土壌や河川水系の堆積物の中で、放射性セシウムの濃度が比較的高い試料中の鉍物組成を調べている。これにより、放射性セシウムを強く吸着し、河川水系で放射性セシウムを移動させている鉍物を特定し、放射性セシウムの環境中での挙動推定に役立てることができる。



2021.11.11 No.107

放射性廃棄物の分析業務を学ぶ

福島環境回復と廃炉に向けて

日本原子力研究開発機構(以下「原子力機構」という。)は、我が国の原子力への理解促進や原子力(特に廃炉部門関連を含めた)分野への人材育成に資することを目的として、夏期休暇期間中に学生へ例年、幅広いテーマを設定の上、体験実習を含めた多彩なプログラムを用意し、これらに参加を希望する学生を募っています。このような継続的な取組みは、全国の大学や高等専門学校等との交流が広がり、相互連携や協力体制の強化に繋がってきているところです。

福島研究開発部門大熊分析・研究センター^{*1)}(以下「大熊センター」という。)は、今年も新型コロナウイルス感染症予防対策に万全を期した上で実施しており、今回の実習生の受入れに当たっても、事前に抗原検査を実施するなど入念な準備を整えながら行いました。

国が定めた中長期ロードマップに従い、廃炉の取組みが日々進められている東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所(以下「1F」という。)に隣接した大熊センターにおいて、今般、「マニプレータ、グローブボックス及び分析装置に関する実習」をテーマとした体験実習を2021年9月27日(月)から10月1日(金)にかけて行い、茨城大学大学院の学生1名が参加しました。

■まずは、原子力災害からの復興と1Fサイトの現状を正しく知ってもらう



実習初日は、中井センター長から開講の挨拶があり、続いて、原子力機構全体の概要と研究体制やその内容、1F廃止措置に係る機構と福島研究開発部門の役割、部門内の各センターで行っている研究開発、さらには、次世代を担う若者達に期待する将来像について話がありました。

その後、1F事故から丁度10年を経過した福島県の復興のあゆみを理解してもらうため、昨年オープンした「福島県東日本大震災・原子力災害伝承館」で当時の津波被害の状況や刻一刻と変化する原子力事故への対応、国及び自治体等の災害対応や避難の推移、環境回復・復興に向けた取組みを見学し、往復の車窓から浜通りの復興の様子を肌で実感してもらいました。

翌日は、放射性物質を取扱う施設を安全に運用するために基礎となる「放射線安全・防護」に関する講義と、実際の放射線計測装置を扱う放射線管理業務として行っている、施設管理棟内外でのNaIシンチレーションカウンタ^{*2)}を用いた放射線量測定・スミア測定法^{*3)}、ダストサンプラを用いての大気浮遊じん中の放射性物質濃度測定^{*4)}などの実習を行いました(上図)。

続いて、学生はその測定結果をもとに、現在の放射線量測定結果が自分の暮らす地域の線量と比較してどの程度なのか、1F周辺監視区域として設置してあるモニタリングポスト(施設管理棟の北側に隣接)の事故直後の線量と減衰した現在の線量との比較を行い、さらには、年間被ばく線量を算出して実際に計測した測定値の持つ意味を把握することで、現在の施設管理棟の職場が安全であることを理解してもらいました。また、これまでの廃炉や除染、オフサイトで進む中間貯蔵施設の状況など、これまでの福島県内の復興への道のりを正しく理解してもらい、学生からは「これまで断片的であった情報や話が相互に関連づけられ、現在の放射線量の実態もよく理解できた」と述べていました。

■着実な廃炉に向け、分析技術向上を目指す日々の取組みを理解

いよいよ本題の分析関係業務です。まずは、施設管理棟内にあるワークショップにおいて、模擬の鉄セルとグローブボックス装置の役割や機能を学習した後、実際に自分で操作を体験してもらいました。特に、鉄セルでの実習では、マニプレータを用いての遠隔操作となるため、最初はセル内の道具を自分の思い通りに動かせない感じがでしたが、担当職員のアドバイスにより、操作に慣れてくると楽しそうにセル内で自分の腕のように装置を動かしていました(右図)。

第1棟は、建設中であり、現時点で実際の放射性廃棄物の分析を行うことはできませんが、実際に運用が開始されたことを想定し、体表面放射線モニタや入退出管理装置などの機器が設置してあるエリアから第1棟内に入り、試料搬出入から試料調整を経て、分析測定までの流れに沿って施設内を見学しました。試料の



調整については、パネルハウス室、高線量物を取り扱う鉄セル室、中低線量物を取り扱うグローブボックス室、そして分析操作を行うフード室を見学しました(右図)。

最後に放射能濃度などを計測するための測定室では、それぞれの担当者から各測定機器(ICP-MS^{*5)}、HPGe^{*6)}、液体シンチレーションカウンタ^{*7)}、IC/GC^{*8)}等)について詳しい説明を受け、学生は真剣に説明を聞きながら積極的に質問をしていました(冒頭図)。



また、廃炉環境国際共同研究センター(CLADS)で、さらなる分析技術の高度化に向けた取組みを行っており、ICP-MSを用いたMoの回収率測定^{*9)}、固相抽出を用いたSeの分離試験^{*10)}を学びました。

第1棟で始まる本格的な分析業務の実施に向けて、大勢の若手職員がみんなで協力しながら、分析技術の開発に当たっている姿に学生は共感を覚えるとともに、手順を一つ一つ確認しながら慎重に分析試験を進める様子に真剣な眼差しで見入っていました(左図)。



■実習を終えて～多くの若手職員らが福島復興の現場で活躍していることに驚き～

実習では、このように実際に分析業務で使用する装置や測定機器類を現場で確認するだけでなく、一部については、自分で操作するなど、よりリアルな実習を体験しました。実習の最後となる実習報告書をまとめる前に分析課の職員らと各担当業務の経験について意見交換を行い、また、学生と同じ大学の先輩職員らのアドバイスや激励を交わしてもらう時間も設けました。

最後に5日間の実習内容をまとめて関係者の前で発表し、それに基づき職員らとの「実習を終えて」の懇談を行いました。学生からは、次のような意見や目標が述べられました。

——— 茨城大学大学院 齊藤 智幸(さいとう ともゆき)さん

現在大学院では、細胞に放射線を照射し、その影響を調べる研究を行っています。私が福島の復興を強く意識したのは、浪江町の帰還困難区域での森林と山土における放射性セシウムの計測の研究を行った大学4年生の時です。福島関連の仕事、特に、廃炉を進めていく上で重要な燃料デブリの分析は極めて重要な位置付けにあり、大熊分析・研究センターでの業務に少しでも携り、1F廃炉の完遂に向けて頑張りたいと考えています。

廃炉業務が進み、将来完了すれば、福島復興は必ず成り立つと強く信じています。

大熊センターとしては、今後の1F廃炉の進展に向け、各界から多大な期待がかかる中、さらなる分析の技術開発と高度化、得られた知見のスピーディーな展開等の業務に丸くなって取り組んで行くことに加え、次世代の人材育成に向けた取組みについてもその重要性を強く認識しながら、努力を続けてまいります。

【用語解説】

*1) 大熊分析・研究センター

大熊分析・研究センターは、原子力機構福島研究開発部門福島研究開発拠点の組織で、以下の3つの施設で構成される「放射性物質分析・研究施設」を整備している。

- ・居室、会議室、ワークショップ等から構成され、第1棟・第2棟の円滑な設計・建設及び運用に資する「施設管理棟」(2018年3月運用開始)
- ・低中線量のガレキ類、焼却灰や水処理二次廃棄物などの分析を行う「第1棟」(建設中)
- ・燃料デブリを含む高線量の放射性物質を分析する「第2棟」(許認可手続き中)



*2) NaIシンチレーションカウンタ

γ線を検出する検出部にNaI(ヨウ化ナトリウム)を利用した放射線の測定器で、正確で感度も良く、環境レベルから10μSv/h程度のガンマ線空間線量率測定に適している。

*3) スミア測定法

表面汚染の程度を把握するため、一定面積をスミア紙と呼ばれる専用の紙材で表面をふき取り、表面に付着(汚染)した放射性物質(遮へい影響を受けやすい主にβ線放出核種に着目して)単位面積当たりの濃度をGMサーベイメータで算出する方法。

*4) ダストサンプラを用いた大気浮遊じん中の放射性物質濃度

ローボリューム・エア・サンプラ(吸引装置)を用い、一定量の空気を吸引しながら、専用紙に空気中の粉塵等を採取し、得られたろ紙試料から様々な放射線測定機器を利用して、大気中の放射性物質濃度(例えばCs-137等)を測定する。

*5) ICP-MS

ICP-MSとは、誘導型結合プラズマ質量分析法(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry:ICP-MS)をいう。アルゴンガスに高周波電力を与えて生成した誘導結合プラズマ(Inductively Coupled Plasma:ICP)をイオン源に用い、ICPに液体試料を霧状にして導入し、プラズマによってイオン化した試料中の元素を質量分析計(MS)によって、分離・検出する手法。この測定では、質量分析部は1つであり、イオン化された成分がそのまま検出されるため、同じ質量の核種や分子の分析が困難なケースがある。

*6) HPGe

スペクトル分解能がよいため、様々なγ核種を精確に測定できる高純度ゲルマニウム半導体測定装置のこと。

*7) 液体シンチレーションカウンタ

放射線を検出する際、液体のシンチレータ(発光剤)を利用し、液体内の放射線量(主にβ線放出核種)を測定する装置のこと。

*8) IC/GC

イオンクロマトグラフィーと呼ばれる塩素濃度を測定する測定装置のこと。また、ガスフロー・カウンタは測定の際、ガスを一定量で装置内を循環させ、立体角2πの半球空間に単位時間に放出される粒子放射線の率を測定する方法。主にβ線放出核種の測定に用いる。

*9) ICP-MSを用いたMoの回収率測定

放射性物質であるMo-93(モリブデン93)はFP(Uの核分裂により生成する)核種であるが、同様に1F事故に伴い生成したCs-137(セシウム137)やSr-90(ストロンチウム90)に比べ、その生成率は大幅に低く、かつ長半減期核種である。そのため、長半減期核種に対してより感度の優れた質量分析法を用いた分析を検討したが、(同重体の分離等)その分析方法にも大きな困難が伴うのが現状である。このため、質量数93の同重体であるZr,Nb,Mo(ジルコニウム、ニオブ、モリブデン)の分離を効率よく行うため、ZRRレジンをを用いた分析方法をさらに開発し、これらの混合物が入ったカラムに濃度の異なるシュウ酸を順次添加してZrとNbを除去し、目的のMoがどれくらい回収できたかを行う試験。

*10) 固相抽出法を用いたSeの分離

Se-79(セレン79)については、Mo-93と同様に長半減期核種であることから、より感度の高い質量分析法を利用した分析方法を適用したいが、同重体であるBr-79(安定元素:臭素79)と完全に分離する必要がある。これらの分離については、通常では溶媒抽出を繰り返す必要があるため、分析手順が複雑となる懸念があった。このため、より分離機能の高い粒子表面に溶媒を吸着させた固相抽出法を検討し、目的とする分離を確実にする手法を開発した。

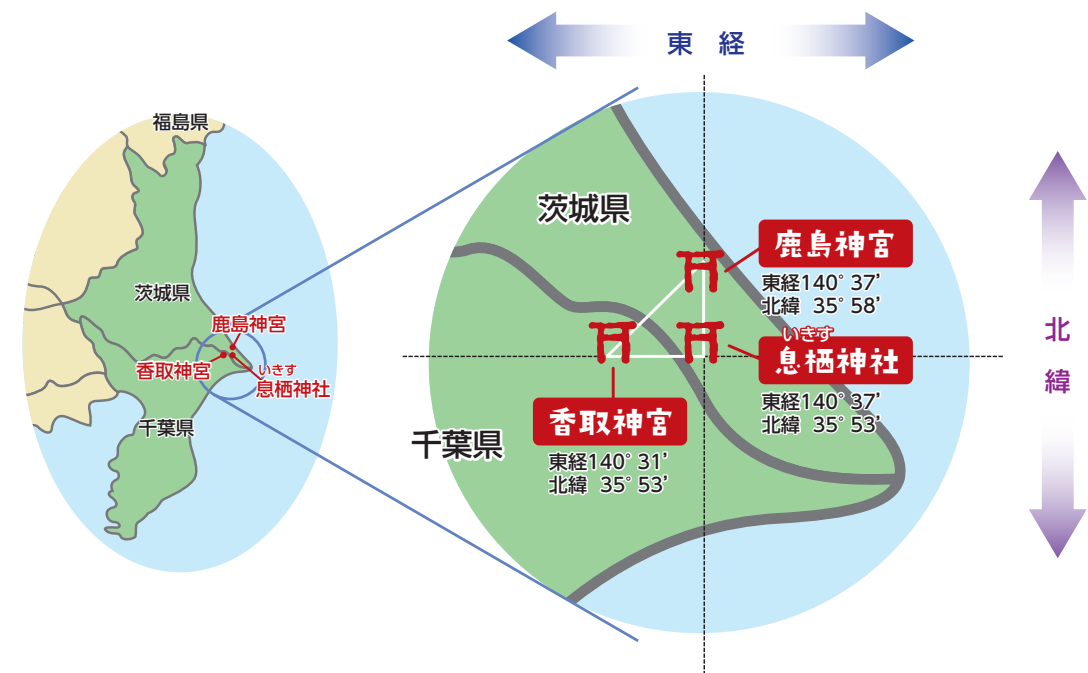


東国三社

福島県内から一旦外れて「東国三社」について記述する。「東国三社」とは、茨城県の**鹿島神宮**、**息栖(いきす)神社**そして千葉県の**香取神宮**の三社をいい、計画的に近接して鎮座している。

全国の神宮や神社が、基本的に鳥居⇒楼門⇒拝殿・本殿が一直線で繋がって配置されているのに対して、鹿島神宮は拝殿・本殿が90°右に配置され北の大地に向かって鎮座している。鹿島神宮は、古くから軍神として祀られ、これは東北の蝦夷を睨んでのことと聞いている。

香取神宮を含めこの地は海路のほか、河川が発達し、兵士や荷物の運搬が容易であったため、大和朝廷は、この海運に恵まれた地を拠点として東夷東征を開始した。東北・関東地方など、多くの鹿島神社は鹿島神宮から勧請して創建されたものである。



ところで、この東国三社は図のように概ね規則正しい二等辺三角形の構図をなしている。

鹿島神宮と息栖神社は東経が同じでほぼ真南(2点間の距離約5.6km)、そして息栖神社と香取神宮は北緯が同じでほぼ東西一直線上に並び(2点間の距離約5.4km)、また、鹿島神宮からはほぼ真南東に香取神宮(2点間の距離約7.8km)が、それぞれ位置しているのは非常に興味深いものである。

一方で、寝ても覚めても、強弱はあるものの、今でも大地は「地震」によって揺れている。昔から「大鯰」が地中に居り、揺れ動くことにより、地震が発生すると言われている。香取神宮の凸型「要石」(かなめいし)と鹿島神宮の凹型「要石」は、その「大鯰」の前後の動きを抑えるために、地中に埋もれ「大鯰」を抑え込んでいると言われている。



**国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
福島研究開発部門**

■福島事業管理部

いわき事務所 〒970-8026 福島県いわき市平字大町7-1 平セントラルビル8F
TEL 0246-35-7650 FAX 0246-24-4031

福島事務所 〒960-8031 福島県福島市栄町6-6 ユニックスビル7F
TEL 024-524-1060 FAX 024-524-1069

■廃炉環境国際共同研究センター(CLADS)

〒979-1151 福島県双葉郡富岡町大字本岡字王塚790-1
TEL 0240-21-3530 FAX 0240-22-0100

〒963-7700 福島県田村郡三春町深作10-2
福島県環境創造センター研究棟内
TEL 0247-61-2910 FAX 0247-62-3650

〒975-0036 福島県南相馬市原町区萱浜字巢掛場45-169
福島県環境創造センター環境放射線センター内
TEL 0244-25-2072 FAX 0244-24-2011
<https://clads.jaea.go.jp/jp/>

■楢葉遠隔技術開発センター(NARREC)

〒979-0513
福島県双葉郡楢葉町大字山田岡字仲丸1-22
TEL 0240-26-1040 FAX 0240-26-1041
<https://naraha.jaea.go.jp/>

■大熊分析・研究センター

〒970-8026
福島県いわき市平字大町7-1
平セントラルビル8F(いわき事務所取扱い)
TEL 080-4651-1911
FAX 0240-32-7630



JAEA福島研究開発部門

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



2022年2月発行