

# 地下深部の謎を 解き明かせ！！

## 日本原子力研究開発機構・幌延深地層研究センター

ゆめ地創館の展望塔から見た幌延深地層研究センターの地下研究施設の全景



### 北の大地で進む研究プロジェクト

連日35℃近くを記録した今年の夏。年間の電力需要がピークを迎える中で発生した新潟県中越沖地震は、柏崎刈羽原子力発電所の運転停止を招き、電力会社による「需給調整」の実施など社会的なニュースになりました。このトラブルによって、社会活動の多くの部分が原子力発電によって支えられていることを多くの国民が改めて認識したのではないのでしょうか。

このような中、北の大地北海道のさらに北の果てで、この原子力発電と深い関わりを持つ巨大な研究プロジェクトが進行しています。

日本では、原子力発電で使用済みとなったウラン燃料を再利用のできるウランやプルトニウムとそれ以外の不要物「高レベル放射性廃棄物」に分けて、資源の



有効活用を行うこととしています。

高レベル放射性廃棄物からは強い放射線が出ますが、長い年月の間に少しずつ減っていきます。そこで、人間に影響がないよう法律により地下深くに埋めて処分すること（地層処分）が決められています。

日本原子力研究開発機構が北海道の幌延町に建設を進めている幌延深地層研究センターは、この地層処分を安全に行うための調査研究を実施する研究施設の一つです。今回のトピックスは、この幌延深地層研究センター取材し、その研究の概要と施設建設の現状を紹介いたします。



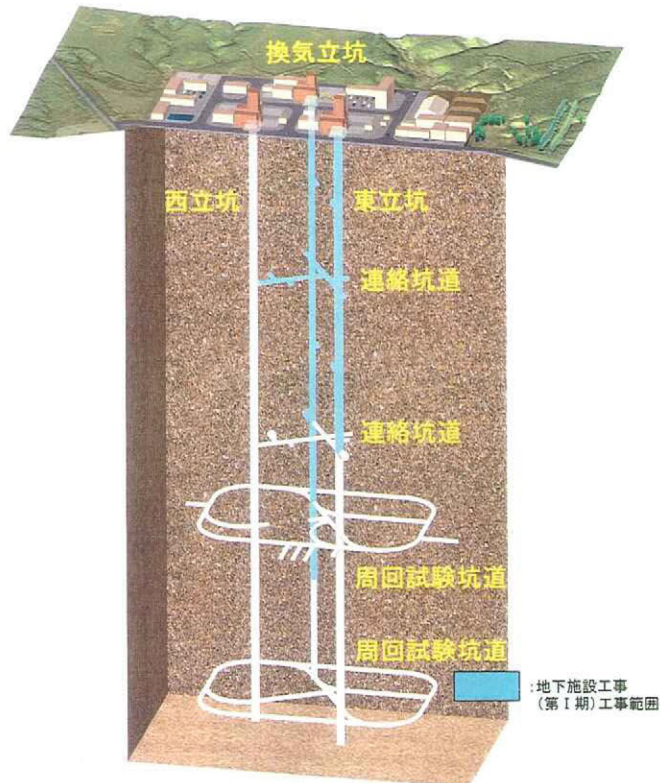
東立坑の外観。冬場の工事に備えて建屋内に納められている

## センター設立の目的

センター設立の目的は大きく二つあり、一つは「地下はどうなっているのか」、「なぜそんな仕組みになっているのか」、「将来どうなるのか」など、地下水や岩盤などの性質を調べることを通じて地下深部の地質環境を把握する深地層の科学的研究です。もう一つは、高レベル放射性廃棄物を処分するシステムの設計・施工を実際の現場で確認・検証する地層処分研究開発です。

また、深地層を実際に体験できる場として整備し、地震のメカニズムの解明やバイオテクノロジーの研究など、他分野の研究開発に施設を提供していくことも目的の一つだそうです。

もちろん、この施設に高レベル放射性廃棄物が実際に持ち込まれることはありませんが、ここで得られた研究成果は、他の研究機関が行っている研究の成果とあわせて、原子力発電環境整備機構が行う処分事業や



幌延深地層研究センターの地下研究施設断面図

国が行う安全規制などに反映されることになります。

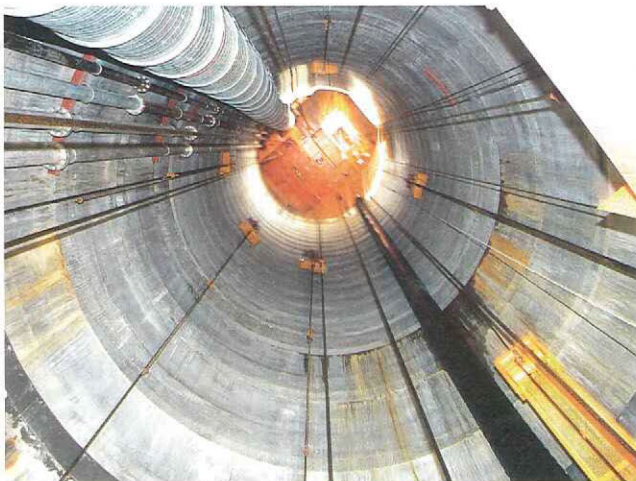
では、実際に現場ではどのようなことが行われているのでしょうか。

## 未知の世界に掘り進む

幌延深地層研究センターは、幌延町の市街地から北東に約3.5 kmに位置しています。総面積19.1haという広大な敷地に、研究管理棟やPR施設などの地上施設とともに、現在建設中の地下施設、掘削土（ズリ）を一時的に保管する掘削土仮置場などがあります。

地下施設は、東西2本の立坑（内径6.5m）と換気立坑（内径4.5m）を深さ約500mまで掘り、途中2カ所で試験坑道と呼ばれる水平坑道によって3本の立坑をつなげる計画です。試験坑道は、その断面が縦3.6m×横4mのアーチ構造で、将来的にはこの坑道を使って、安全で確実な地層処分のための調査・研究が行われるわけです。

3本の立坑は、地下施設エリアと呼ばれる敷地にそれぞれが約70mの距離をおいて正三角形の位置になるように配置されています。現在、東立坑と換気立坑の掘削が行われており、深さにして東立坑は約60m、換



東立坑内部はワイヤーや排水管、換気ダクトなどが並ぶ



スカフォード（足場）から東立坑の掘削現場を見る

気立坑は約88mまで掘り進んでいるとのこと。

掘削にはショートステップ工法が採用されています。この工法は、1回あたり数メートルの掘削を行い、地山を支保工で補強してから覆工コンクリートの打設を繰り返していくもので、ここでは2日で2mを掘り、いったん機械を止めて調査・研究を行ってから、厚さ40cmの無筋コンクリートで覆工しているそうです。また、掘削方法は、東立坑が空圧シャフトジャンボ削



東立坑の掘削に使用されているジャンボ削孔機

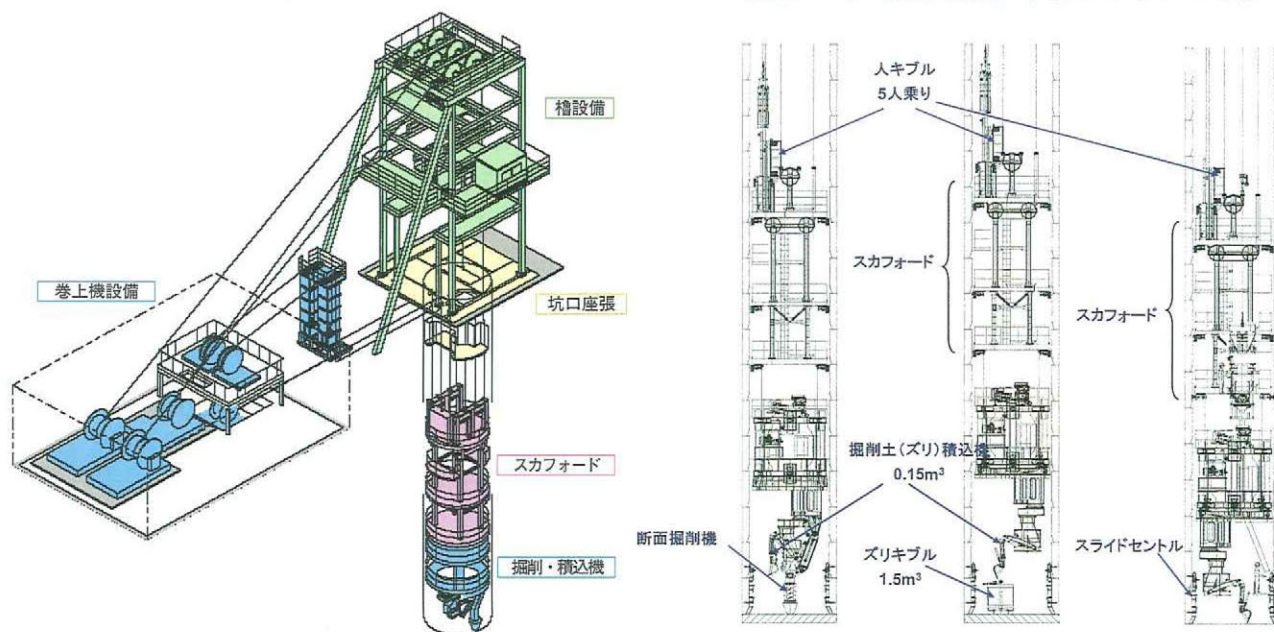
換気立坑で使用されている自由断面掘削機



孔機と発破工法を使用しているのに対し、換気立坑では油圧式のドリルとバックホーを装備した自由断面掘削機を使用するなど、掘削方式にも二つの異なる技術を採用しています。

双方とも立坑の真上に鉄骨の櫓を組み、巨大なウインチのような巻上機から延ばしたワイヤーにスカフォードと呼ばれる足場と掘削機をつるして下へ下へと降ろしながら掘っていくという独特な工法が使われていました。

掘削 → 掘削土搬出 → 覆工コンクリート打設



立坑掘削工法のイメージ図（換気立坑）



直径35.5mmのワイヤーを500m巻き上げる巨大な巻上機



遮蔽シートがかけられたズリ置き場

## 環境への配慮と安全対策

掘削土（ズリ）は、ズリキブルと呼ばれる巨大なバケットをワイヤーで上げ下げしながら坑口まで搬出され、そこから掘削土置場に運搬されます。掘削土置場は2重遮水シート構造となっており、掘削土から出る成分で周りの環境に影響を与えないよう配慮したものとなっています。工事完了までに約10万 $\text{m}^3$ の掘削土の発生が見込まれていることから、新たな掘削土置場の造成も行われていました。

掘削は24時間体制で行われていますが、その際に最も注意を払っているのは土中から噴出するメタンガスと地下水です。もともと海底だった幌延の地層は、珪藻質泥岩と硬質頁岩でできており、内部にメタンガスと海水の四分の一ほどの濃度がある塩水系の地下水を含んでいます。そのため、これら可燃性ガスの監視装置を充実させたり、防爆型のPHSを坑内作業者に常備させたりして徹底した安全対策を施しています。

また、地下水に関しては、施設内にある排水処理設



最新のモニター監視システムが並ぶ中央監視室

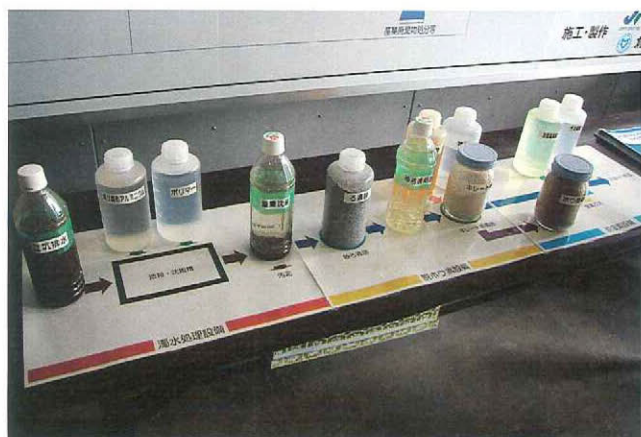


施設内から出る排水に含まれるホウ素を除去するためのキレート吸着塔

備で処理していますが、この地下水は、塩分濃度が高いばかりでなく、多量のホウ素やアンモニア性窒素を含んでいます。そのため、キレート繊維でホウ素を吸着して除去する装置や、次亜塩素酸ソーダで窒素除去を行う反応槽が設けられていました。処理水質には、塩分が残っているため、約8.4km先にある天塩川の下流（汽水域）に専用の排水管で送水し放流しているそうです。

流入量は今のところ13 $\text{m}^3$ /日程度とのことですが、今後さらに増えることが予想されているため、現在の処理能力を400 $\text{m}^3$ /日に対し、最大で750 $\text{m}^3$ /日まで増設できるようにしました。

計画では、平成25年度頃までに現在行われている地下施設の工事を完了させ、それからさらに平成31年度頃まで研究事業が続けられます。研究の最終段階では、放射性廃棄物に見立てた電気ヒーターを炭素鋼のオーバーパックで密封し緩衝材（粘土）で覆った「人工バ



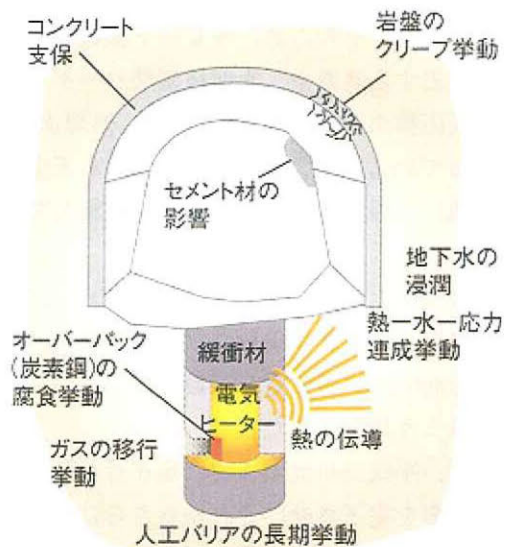
実際の処理水などを使って排水処理のフローを説明

リア」を試験坑道に埋設し、岩盤や地下水、ガスなどにどのような影響を与えるかなど試験坑道を活用した調査研究を行う予定です。

現在は単年度事業費として約30億円、地下施設建設の総事業費としては250億円が見込まれています。研究終了後は、すべての坑道を埋め戻すそうですが、それも研究の一環になっているとのことでした。

## おわりに

日本国内では現在55基の原子力発電施設があり、総電力需要の約三分の一を原子力発電によって賄っています。また、地球温暖化の進行や化石燃料の涸渇が危



試験坑道での調査研究の例



6月にオープンしたPR施設「ゆめ地創館」

展示されている高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の実物大モデル



惧される中、原子力発電への期待が再び世界中で広がりを見せてきています。しかし、そこからは確実に高レベル放射性廃棄物が排出されるわけですから、その安全・確実な処分方法の確立が不可欠なのです。

幌延深地層研究センターでは、事業内容を多くの人に知ってもらうため、施設内にユニークなアイデアを凝らしたPR施設「ゆめ地創館」を今年6月末にオープンさせました。そこに設置された端末では、地下の不思議や研究者のプロフィール、研究紹介など様々な情報が公開されています。また、ホームページでも工事の進捗状況を伝えるとともに、地層処分に関する市民からの質問に対して、丁寧にわかりやすく回答しています。

「今後20年をかけて、技術的な知見を習得するばかりでなく、事業の全てをオープンにしながら、長い時間をかけて国民の理解を得ていく覚悟で日々の研究を行っています」という職員の言葉が印象的でした。

最後になりましたが、取材の際にお世話になった日本原子力研究開発機構・幌延深地層研究センターの皆様がこの場をお借りして御礼申し上げます。