

[PR] NUMO

地層処分技術を考えるシンポジウム2025

～講演と討論から見えた地層処分技術の歩みと展望～



ステファン・マイヤー氏

国際原子力機関 (IAEA)
原子力局放射性廃棄物処分部門チームリーダー



徳永 朋祥氏

東京大学大学院
新領域創成科学研究科 教授



柴田 雅博氏

原子力発電環境整備機構
理事



千木良 雅弘氏

京都大学 名誉教授
公益財団法人深田地質研究所 顧問



佐藤 努氏

北海道大学大学院
工学研究院 教授



2025年9月23日。北海道札幌市のサッポロファクトリーホールでNUMO(原子力発電環境整備機構)が主催する「地層処分技術を考えるシンポジウム2025」が開催された。

高レベル放射性廃棄物の最終処分は、原子力発電を利用する国にとって避けて通れない課題。このシンポジウムでは、国際的な動向、日本の地質環境や技術開発の現状、候補地選定の考え方、制度や合意形成の在り方について国内外の専門家が講演した。

後半では、パネルディスカッションや質疑応答を通じ、科学的知見と社会的信頼をどう両立させるかという問い合わせに対し、さまざまな角度から議論が行われた。

◆目次

- ・国際的な視点から見た地層処分
- ・地層処分の観点から見た日本の地質環境特性
- ・日本における地層処分技術の進展と現状
- ・パネルディスカッション-日本における地層処分技術はどの程度成熟しているのか-
- ・質疑応答-来場者と専門家の対話-

国際的な視点から見た地層処分



国際原子力機関(IAEA)
原子力局放射性廃棄物処分部門 チームリーダー

ステファン・マイヤー 氏

最初に登壇したマイヤー氏は、世界各国における放射性廃棄物の地層処分の現状と課題を紹介した。

「原子力発電を利用する地球上のすべての国が、高レベル放射性廃棄物を管理する何らかの責任を負っています」。マイヤー氏はこう切り出し、高レベル放射性廃棄物の問題が一国にとどまらず国際社会全体で取り組むべき課題であることを強調した。

講演では、フィンランド、スウェーデン、フランス、カナダ、スイスといった国々の事例を挙げ、各国の進展状況を解説した。

フィンランドでは、使用済燃料処分に向けた世界初となる地層処分場「オンカロ」の試運転を、2024年8月から開始している。スウェーデンでも2025年1月から地上施設の建設がはじまり、プロジェクトは実施に向けて一歩を踏み出した。カナダでは先住民族を含む地域社会と長年の協議を重ね、地下処分場の建設許可の申請準備のための継続的な調査について地域社会の同意を得ることができた。スイスでも国民投票を経て処分場建設に道筋がつき、実施主体であるNagraは候補地として北部レゲレンを提案。最初の許認可手続きに向けた申請書を提出した。

これらの事例からマイヤー氏は、「技術的な準備が整いつつある一方で、いずれの国も地域社会との合意形成が成功の鍵となっています」と指摘した。一方で、地層処分計画は必ずしも順調に進んできたわけではない。1970年代から80年代にかけては、候補地選定が進まず、地元の強い反対により計画の一時凍結や見直しが繰り返された歴史がある。

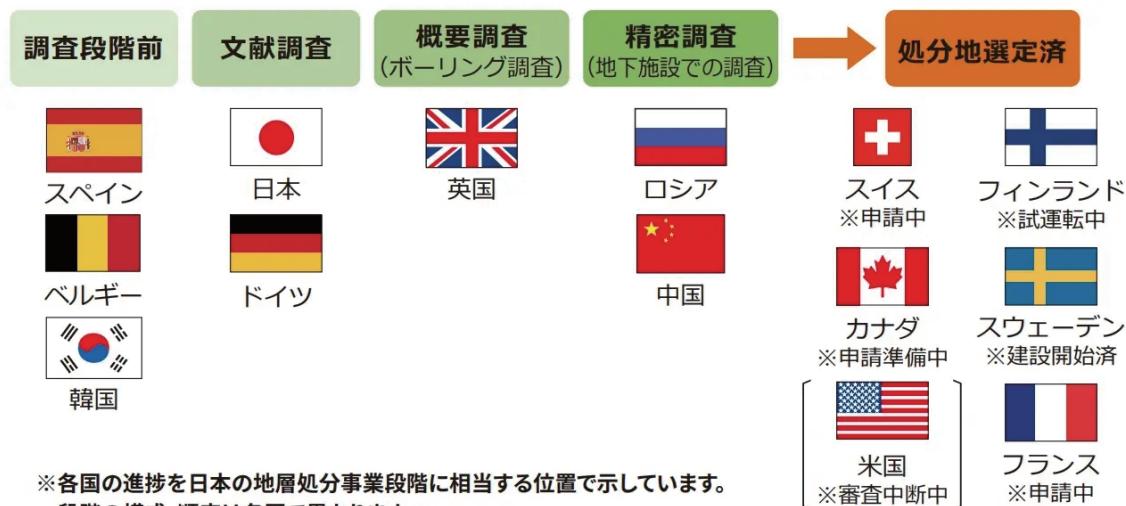
マイヤー氏は「どの国も合意を得るまでに長い時間がかかっています。今は、スウェーデン、フィンランド、フランスで成功例がありますが、合意に至るまで40年に渡ってこの問題に取り組んできました。時間がかかるのです」と振り返る。こうした経験を踏まえ、現在は「反対から理解へ」と市民意識の変化が見られるようになったという。

講演の後半で語られたのは、各国における地質に関する課題であった。フランスは粘土層での処分場建設計画を進め、地質条件に応じた技術開発を進めている。北欧でも、氷河の影響による隆起の問題を抱えるなど、地球上のあらゆる場所で、その場所だけの地質が存在している。マイヤー氏は「IAEAの安全基準は、高い安全性を確保するために国際的に広く受け入れられているアプローチに基づいています。世界各地で地域固有の地質条件は多様ですが、期待される安全水準への信頼を確立することが不可欠です。

その上で、それぞれの地質の特徴を正しく理解し、その特性に応じた対策を取ることが、安全確保の要になります」と述べた。

最後にマイヤー氏は、「対話」と「学び」の大切さを繰り返し強調した。どんな調査が必要なのか、誰がその調査を許可す

るのか——地層処分事業では関係者それぞれに役割があり、意思決定には合意が必要である。「互いに学び合い、共に進めることができ不可欠」と呼びかけ、「今わかっていることがすべてではありません。技術も社会もどんどん変わっていくからこそ、学びには開かれた柔軟な姿勢が求められます」と締めくくった。



※各国の進捗を日本の地層処分事業段階に相当する位置で示しています。

段階の構成・順序は各国で異なります。

※現段階での事業の進捗(2025.1時点)を示しているものの、計画の中止

などで変更があります。

地層処分の観点からみた日本の地質環境特性



東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授

徳永 朋祥 氏

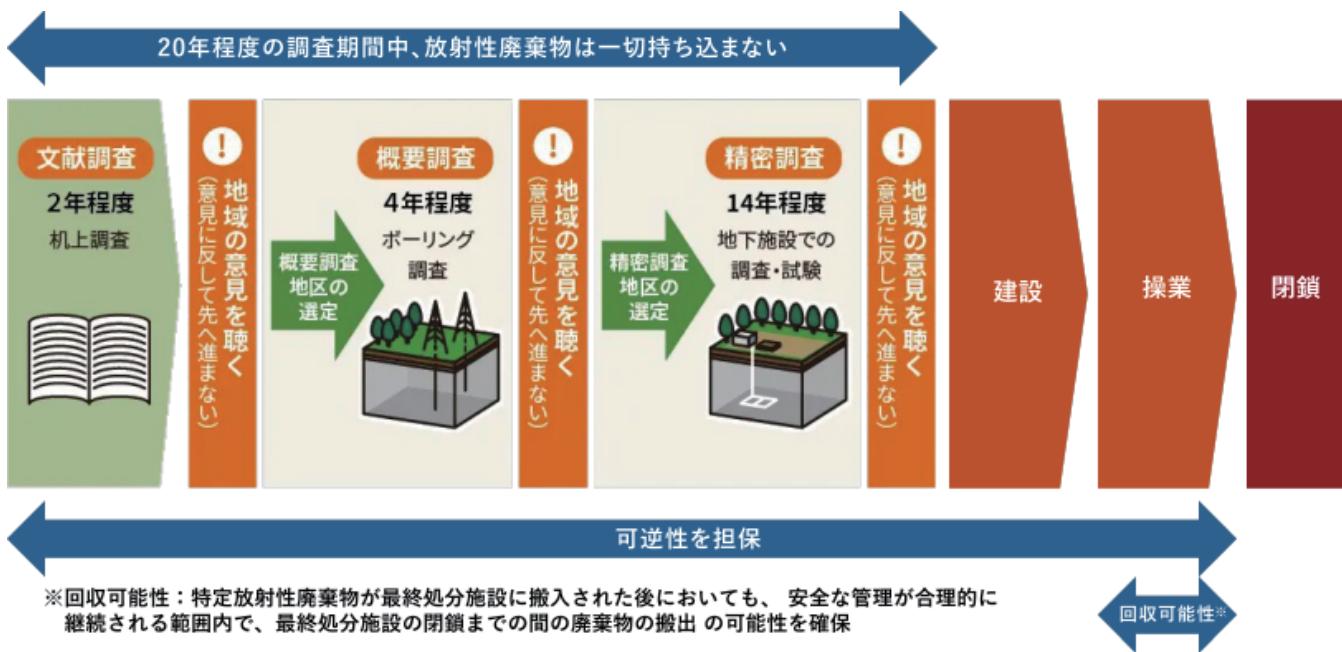
「日本の地質環境の多様性を踏まえた冷静な評価をすることが必要です」。徳永氏はそう呼びかけた。日本に火山や活断層が多いことは事実だが、熱環境・力学場・化学場的に好ましい地域も同時に存在する。「そうした地域を丁寧に見極めていくことで、地層処分を現実的に進めていくことは十分に可能です」と、日本の地質環境特性を総体的に捉える視点の必要性を説いた。一方、地質環境特性が場所により異なる可能性があることに対し、「それは、段階的なサイト調査の進展により蓄積されるデータに基づいて評価をしていくことが必要です」と説明した。

また、徳永氏は日本で地層処分を進めていく際のポイントについて、スウェーデンにおける調査内容の一例を紹介し「いくつかの地域で調査を行い、比較しながら考えることが大切です。日本でも、文献調査や概要調査に入る地域が複数出てきてくれることに対して強く期待しています」と述べた。

その他にも、長期に渡る事業のため、世代を超えて調査の進展や事業の遂行の理解を深めていくことの重要性について述べた上で、そこに関係する大事なポイントとして、国際的に重視される「可逆性(リバーシビリティ)」についても説明。

徳永氏はこの可逆性を担保する過程で重要なのが「立ち止まることができる仕組み」であるとして、「長期にわたるプロジェクトでは、不測の事態や新たな知見が得られることがあり、そのときに計画を修正する、もしくは場合によっては中止できる仕組みを持つことが、信頼を確保するうえで不可欠です」と述べた。

日本では「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針」において可逆性を担保することが決定されており、同様にスイスやカナダでも法律で定められている。今後より良い処分方法が実用化された際に将来世代が最良の処分方法を選択できるようにしている。徳永氏は「恐れずに後戻りをするということもプロセスの中に含めた上で、丁寧な合意と理解を深めていくことが重要です」と述べ、段階性と可逆性を両輪とする意義を強調した。



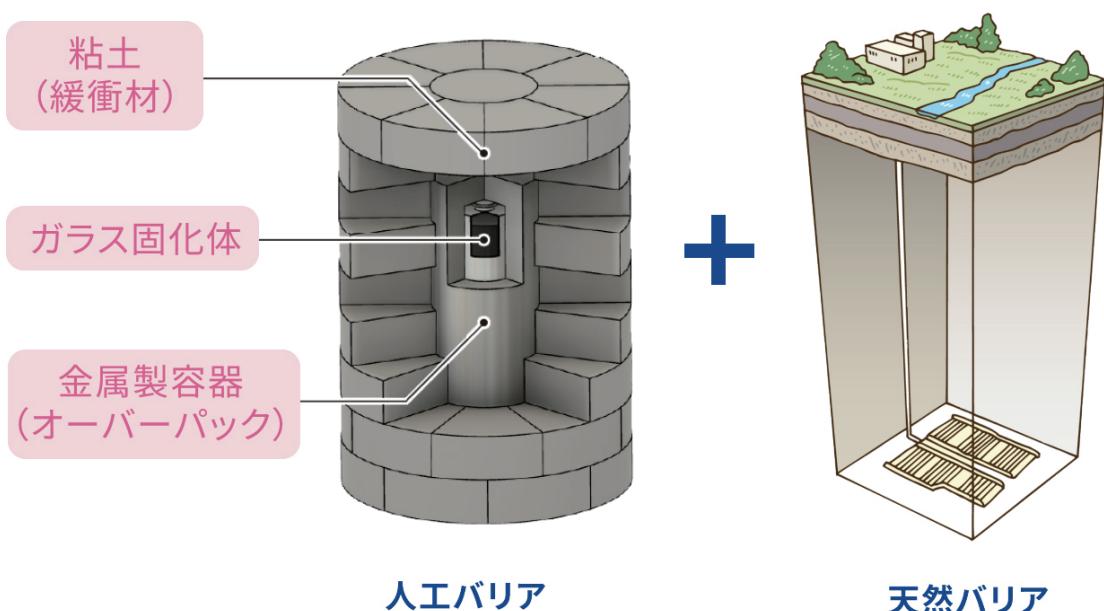
日本における地層処分技術の進展と現状



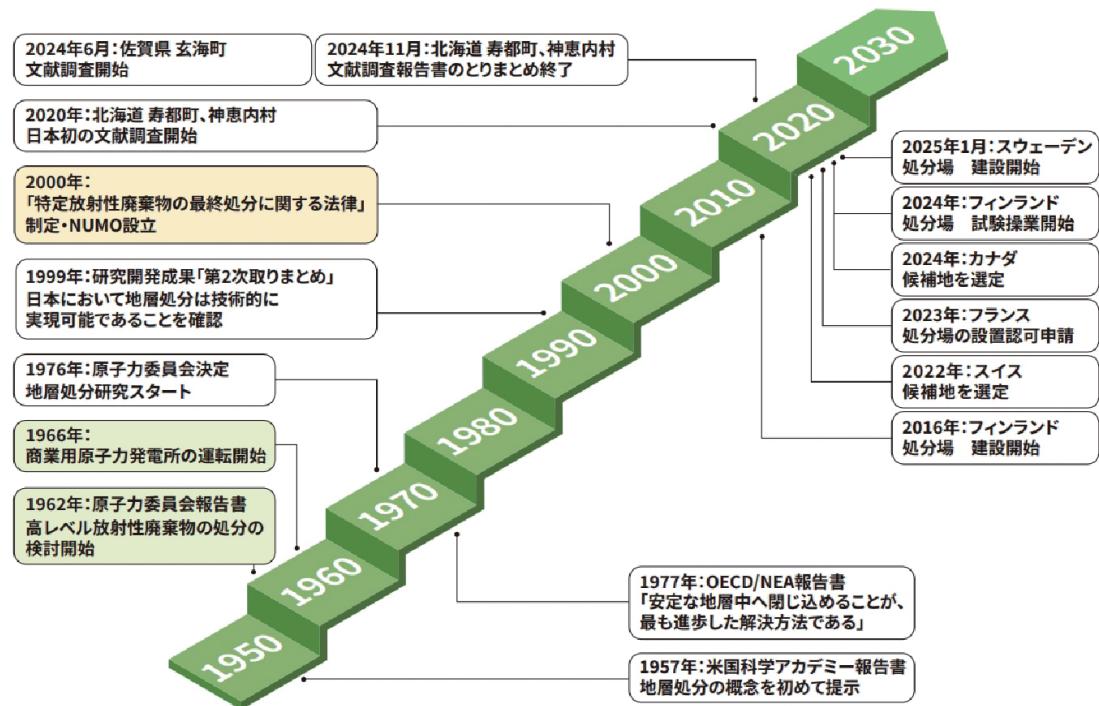
原子力発電環境整備機構 理事

柴田 雅博 氏

柴田氏は、はじめに地層処分の安全確保の考え方を説明した。地層処分とは、放射性廃棄物を地下深くの安定した地層中に、金属容器や粘土からなる人工バリアとともに埋設することで、放射性物質を長期間にわたり安全に人間の生活環境から隔離し閉じ込める処分方法だ。日本においては、1999年に取りまとめられた報告書で、地層処分の技術的信頼性が示されているという。



柴田氏は、2000年以降の技術開発の進め方について触れ、「事業段階における技術開発では、実際の地質環境に対する技術の適用性を確認するなど、より実践的な研究を重ねてきました。国、NUMO、関係機関がそれぞれの役割を担い、連携を強化することで、総合的かつ計画的に開発を進めています」と述べた。



日本原子力研究開発機構幌延深地層研究センターなどの研究施設では、地下環境での長期的な挙動を実際に観測しながら、技術の実証と知見の蓄積が続けられている。柴田氏は「NUMOが包括的技術報告書をまとめることで、NUMOの技術的能力を明確に示すとともに、日本の地質環境に適した安全な処分方法を提示しました。必要な技術基盤は着実に確立しており、実際の環境を対象とした次の段階へ進む準備が整っています」と総括した。

NUMOの取り組みは国際的にも評価を得ている。OECD/NEA(経済協力開発機構／原子力機関)のレビューでは、「NUMOは国際的に認められた手法に基づき、安全に地層処分を担うことができる能力と成熟度を備えている」との評価が示された。日本の地質環境を踏まえたうえで、処分の実現可能性が科学的に確認され、次の段階へ進む準備が整っていると認められている。

さらにNUMOは、IAEAやOECD/NEAなどの国際機関の活動にも積極的に参加し、各国の研究成果や知見を共有している。幌延などの地下研究施設を活用した国際共同プロジェクトへの参加や国際共同研究を通じて、世界の研究者と協働し、技術水準と信頼性をより一層向上させるための取り組みを続けている。

講演の結びで柴田氏は、「最終処分は長い時間をかけて進む事業です。科学的な根拠を積み重ね、社会との信頼関係を築きながら進めていくことが何より重要です」と強調した。



パネルディスカッション 日本における地層処分技術はどの程度成熟しているのか



講演後のパネルディスカッションでは、地層処分技術の成熟度や不確実性の扱い、変動帯における処分の可能性などが議論された。国内外の研究者がそれぞれの立場から意見を交わし、技術的解決と社会的合意形成の双方の重要性を確認する場となった。



京都大学 名誉教授
公益財団法人深田地質研究所 顧問

千木良 雅弘 氏



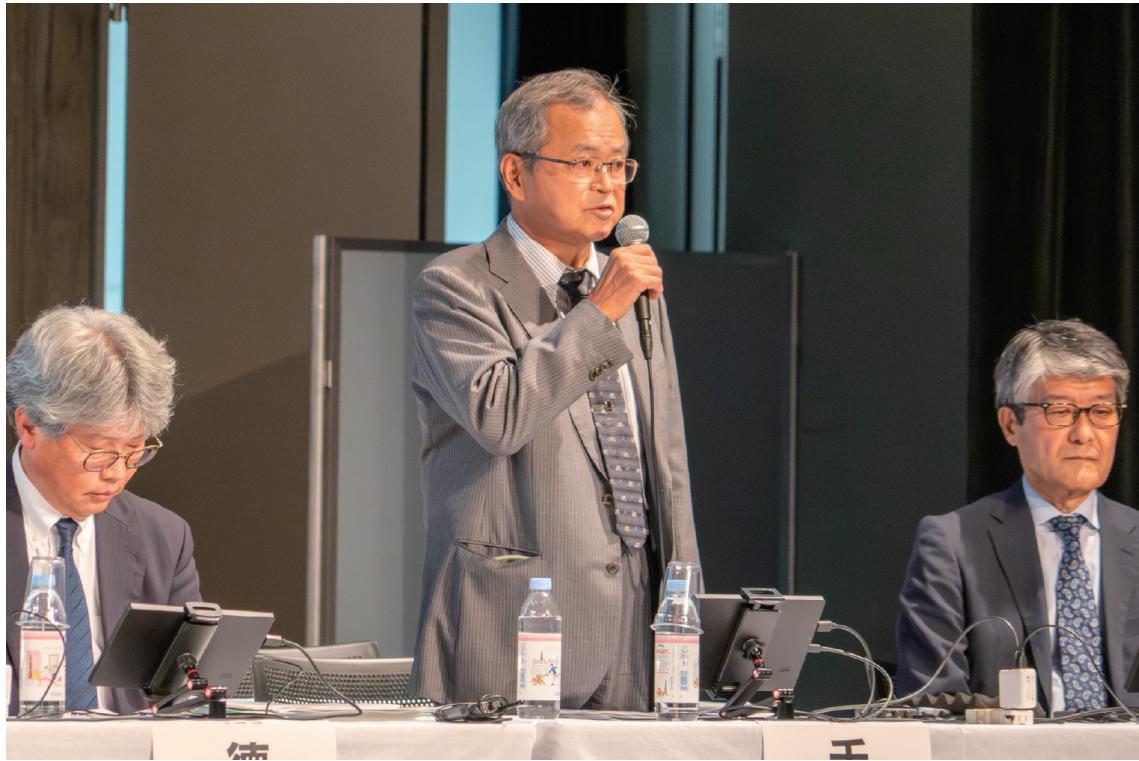
北海道大学大学院工学研究院 教授

佐藤 努 氏

まず、千木良雅弘氏(京都大学名誉教授、公益財団法人深田地質研究所 顧問)が、日本列島の複雑な地質環境が地層処分の大きな課題になると指摘。新第三紀層で強く褶曲した地域などは地層が入り組んでおり、地下水の流れを正確に把握するのが難しいと説明した。泥火山や温泉、断層の出現も地下水挙動に影響し、長期的な安全性を不確実にする要因になるという。

「詳細に調べなければ全体像が分からぬような複雑な場所は、処分地としては避けるべきです」と述べ、講演の締めくくりには「処分地選定は不確実性が高い地層は最初から候補から外す、“君子危うきに近寄らず”的姿勢で臨むべきです」と結んだ。

続いて、講演者に千木良氏を加えた4名と、ファシリテーターに北海道大学大学院工学研究院教授の佐藤努氏を迎えてパネルディスカッションが始まった。



冒頭で千木良氏は、「ボーリングを数多く実施しなければ全体像を把握できない場所や、水の通り道になる断層破碎帯が多数分布するような、地質と地下水に重大な不確実性がある場所は最初から外すべきです。また、処分場としての見通しを得るために地質踏査(歩いて調べる)ことが有効です」と重ねた。

一方で徳永氏は、歩いて調査した結果を丁寧に理解することの重要性に理解を示すとともに、地表調査とボーリングを組み合わせて段階的に理解を深める重要性を示し、柴田氏も「調査の限界を前提に、不確実性を考慮して複数のモデルを適用することなどで、安全性の評価は可能です」と説明。マイヤー氏は「完全に単純な地質は存在せず、不確実性は避けられません」とし、「不確実性を考慮して、長期的なリスクを常に悪い方に見積もることで、より安全に計画を進められます」とフランスやフィンランドの例を挙げながら国際経験を踏まえて語った。

技術面では、柴田氏が「地層処分に必要な技術の多くは特別な新技術ではなく、既に国内で確立されたものを活用します」と述べた。日本は長大トンネルや地下発電所、地熱開発などで高度な地下施工技術を培っており、「これらの知見を組み合わせることで安全な処分施設の構築は十分に可能です」と続けた。マイヤー氏も「日本には岩盤を掘削する優れた技術があり、処分場では岩をできるだけ損なわずに掘り進めることが重要です」とし、地層処分が“技術的に実現可能な段階にある”との見方を示した。

終盤では「日本のような複雑な地質で地層処分は可能なのか」をテーマに進行。徳永氏は「変動帯だからできないではなく、地域の特性を丁寧に理解することが重要です。地層処分場は、仕立服のように、その地域に応じてテーラーメイドで作っていくことになると思っています」と述べた上で、スウェーデンでも地震を考慮に入れる必要があり、日本でも同様により多くの地域で調査し評価を重ねるべきだと説明した。

千木良氏も同様に「変動帯だから即不可能とは言えません。長期間の地下水や核種移行の評価、地震や地殻変動の影響など様々な考慮が必要です」とし、評価を行いやすい地質条件が望ましいとの見解を示した。

最後に、佐藤氏は「地層処分の成熟度というのは、技術的な側面だけではなく、社会的・制度的な側面も含まれるのではないかと思います」と述べ、それに対しマイヤー氏は「難しい問題ですが、多くの人の声に耳を傾けることが重要です」と対話の必要性を伝えた上で、「世界中の様々な分野の専門家と協力しながら取り組んでいく必要があると思います」とディスカッションを結んだ。



質疑応答では、来場者から多くの質問が寄せられた。

Q:不確実性の多さをどう扱うのか

「調査を行い地質的な議論を行うだけでなく、稀頻度事象も考慮して検討を重ねることが安全評価において重要です」(柴田氏)。あえて本来避けるべき事象の火山や活断層が処分場を直撃した場合の影響などの情報も併せて示すことで、処分システムの頑健性を伝えることができると説明。徳永氏も「岩石の種類だけで不適と判断するのではなく、懸念事項を念頭に置いて検証を重ねる姿勢が信頼性を高めます」とした。一方で、千木良氏は「処分場に悪影響を与えるような現象は完全に予測できないと思います。だからこそ、地質構造や地下水の流れの評価が容易な場所で進めるべきです」とした。また、柴田氏は「調査を進めるにあたっては、取得したデータと、そのデータに基づいた評価をお示しして議論をするというプロセスが大事と考えています」と調査結果の公表と対話の重要性を補足した。

Q:可逆性をどのように考えているのか

「可逆性を担保しながら進めていくことが重要です。可逆性とは“必ずやめる”という意味ではなく、問題があれば立ち止まり、より良い方向に進むための判断を段階的に行う考え方です」(徳永氏)と可逆性の原則について説明。「国の基本方針でも将来世代に選択の余地を残すことが明記されています。一度埋設した廃棄物を取り出すための技術開発も進められており、社会制度と技術の両面で“後戻りできる仕組み”が整えられています」(柴田氏)と技術と制度の両面で可逆性を担保すると補足した。

質疑を通じ、登壇者と参加者の双方が、地域ごとの地質環境を踏まえた処分設計の必要性を確認した。不確実性を見据え、複数のモデルで安全性を検証しながら、段階的に理解を深めていく姿勢も共有された。

当日は、他にも処分地の決め方や科学的特性マップなどに関する質問が寄せられ、登壇者と来場者の双方による議論が行われた。

議論の底にあったのは、科学的な検証だけでなく、地域との対話を重ね、社会の理解と信頼を築いていくという共通の認識だった。

シンポジウム全体を通じて浮かび上がったのは、技術的評価と社会的信頼の両立だ。不確実性をどう扱い、どう説明するか。その姿勢が信頼を築き、最終処分の実現につながることが改めて示された。

シンポジウムの動画は以下よりご覧いただけます。



第一部

第二部



10万年以上にわたる地層処分場の安全性

10万年以上にわたる地層処分場の安全性に関して、これまでの研究で得られた知見などを用いて、どのように評価しているのかを視覚的に分かりやすく動画で紹介しています。



原子力発電環境整備機構(NUMO)のホームページ

