

第1回「幌延深地層研究 確認会議」議事録

1 日 時 令和4年4月26日（火）9：30～12：00

2 場 所 TKP札幌ビジネスセンター赤レンガ前 ホール5C
北海道札幌市中央区北4条西6丁目 毎日札幌会館

3 出席者

○構成員

・北海道経済部環境・エネルギー局	環境・エネルギー局長	水口 伸生
・北海道宗谷総合振興局	産業振興部長	片岡 幸治
・幌延町	副町長	岩川 実樹
・幌延町	企画政策課長	角山 隆一

○専門有識者

・北海道大学大学院工学研究院	教授	石川 達也
・北海学園大学法務研究科	教授	大西 有二
・北海道大学大学院理学研究院	准教授	亀田 純
・北海道科学大学未来デザイン学部	准教授	佐々木 智之
・フリーキャスター		菅井 貴子
・北海道大学大学院工学研究院	准教授	渡邊 直子

○説明者

・日本原子力研究開発機構	幌延深地層研究センター所長	柴田 雅博
・日本原子力研究開発機構	幌延深地層研究センター副所長	佐藤 稔紀
・日本原子力研究開発機構	幌延深地層研究センター 深地層研究部長	岩月 輝希
・日本原子力研究開発機構	幌延深地層研究センター 研究計画調整グループ グループリーダー	杉田 裕
・日本原子力研究開発機構	幌延深地層研究センター 総務・共生課 課長	牧田 伸治
・日本原子力研究開発機構	幌延深地層研究センター 札幌事務所長	納谷 保則
・日本原子力研究開発機構	地層処分研究開発推進部長	瀬尾 俊弘
・日本原子力研究開発機構	地層処分研究開発推進部次長	濱 克宏

4 議事内容

(事務局)

本日はお忙しい中、お集まりいただきまして、誠にありがとうございます。

ただいまから令和4年度第1回確認会議を開催いたします。

私は司会進行を担当させていただきます北海道経済部環境エネルギー課の西村と申します。どうぞよろしくお願いたします。

初めに、配布資料の確認をさせていただきます。

次第の次のページに配布資料一覧がございますので、配布漏れがないかご確認をお願いいたします。よろしいでしょうか

それでは、次第に基づきまして、進めさせていただきます。

まず、確認会議の座長を務めます北海道経済部環境・エネルギー局長の水口より、ご挨拶させていただきます。

(北海道 水口局長)

皆様おはようございます。本日座長を務めさせていただきます北海道経済部環境・エネルギー局長の水口と申します。確認会議の開催に当たりまして、一言ご挨拶を申し上げます。

皆様におかれましては、ご多忙のところご出席いただきまして、誠にありがとうございます。

また、本会議の専門有識者をお引き受けいただきました先生方には、改めてこの場をお借りしまして、お礼を申し上げます。

この確認会議は、幌延深地層研究につきまして、研究が三者協定に則り、研究計画に則して進められているかを確認するものでございまして、その結果を公表していくことにより、道民の皆様の不安や懸念をできる限り小さくしていけるように取り組んでいるところでございます。

今般、日本原子力研究開発機構から幌延町及び道に対しまして、令和4年度の調査研究計画が提出されましたことから、今年度も確認会議を開催させていただくことといたしました。

年度ごとの研究計画や実績などにつきましては、専門的な内容も多いことから専門有識者の皆様からご質問をいただきながら、その内容について確認をしますとともに道民の皆様との情報共有を一層図ってまいりたいと考えておりますので、お力添えをいただきますようお願いを申し上げます。

また、併せて、私ども、道や幌延町への助言もいただければ幸いです。

それでは、本日は、長い時間の会議となりますが、どうぞよろしくお願いたします。

(事務局)

本日の出席者について、私からご紹介させていただきます。
構成員ですが、北海道経済部環境・エネルギー局長の水口でございます。
続きまして、北海道宗谷総合振興局産業振興部長の片岡でございます。
続きまして、幌延町の岩川副町長でございます。

(幌延町 岩川副町長)

岩川です。よろしくお願いいたします。

(事務局)

同じく、幌延町の角山企画政策課長でございます。

(幌延町 角山企画政策課長)

角山です。よろしくお願いいたします。

(事務局)

続きまして、専門有識者をご紹介させていただきます。
北海道大学大学院工学研究院土木工学部門の石川教授でございます。

(石川教授)

石川でございます。よろしくお願いいたします。

(事務局)

続きまして、北海学園大学法務研究科の大西教授でございます。

(大西教授)

大西です。よろしくお願いいたします。

(事務局)

続きまして、北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門の亀田准教授でございます。

(亀田准教授)

亀田です。よろしくお願いいたします。

(事務局)

続きまして、北海道科学大学未来デザイン学部人間社会学科の佐々木准教授でございます。

(佐々木准教授)

佐々木です。よろしくお願いいたします。

(事務局)

続きまして、フリーキャスターの菅井様でございます。

(菅井フリーキャスター)

菅井です。よろしくお願いいたします。

(事務局)

続きまして、北海道大学大学院工学研究院エネルギー環境システム部門の渡邊准教授でございます。

(渡邊准教授)

渡邊です。よろしくお願いいたします。

(事務局)

続きまして、説明者をご紹介します。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構核燃料・バックエンド研究開発部門幌延深地層研究センターの柴田所長でございます。

(原子力機構 柴田所長)

柴田でございます。本日はどうぞよろしくお願いいたします。

(事務局)

同じく、センターの佐藤副所長でございます。

(原子力機構 佐藤副所長)

佐藤です。よろしくお願いいたします。

(事務局)

同じく、センターの岩月深地層研究部長でございます。

(原子力機構 岩月深地層研究部長)
岩月です。よろしくお願いいたします。

(事務局)
同じく、センターの杉田研究計画調整グループグループリーダーでございます。

(原子力機構 杉田グループリーダー)
杉田です。よろしくお願いいたします。

(事務局)
同じく、センターの牧田総務・共生課長でございます。

(原子力機構 牧田総務・共生課長)
牧田です。よろしくお願いいたします。

(事務局)
札幌事務所の納谷所長でございます。

(原子力機構 納谷札幌事務所長)
納谷です。よろしくお願いいたします。

(事務局)
地層処分研究開発推進部の瀬尾部長でございます。

(原子力機構 瀬尾地層処分研究開発推進部長)
瀬尾です。よろしくお願いいたします。

(事務局)
同じく、地層処分研究開発推進部の濱次長でございます。

(原子力機構 濱地層処分研究開発推進部次長)
濱です。よろしくお願いいたします。

(事務局)
本日はどうぞよろしくお願いいたします。
それでは、議事に入らせていただきます。議事は、座長の水口により進行させていた

できます。よろしくお願いします。

(北海道 水口局長)

それでは議事に入らせていただきます。よろしくお願いします。

まず、議事を進めるにあたりまして、皆様にご発言をお願いすることがございますが、本会議ですけれども、会議終了後、議事録作成のために録音させていただいております。

また、報道関係の方や一般の方々も会場とオンラインも含め傍聴されておりますので、ご発言の際は、マイクを使用させていただきますようよろしくお願いいたします。

また、本日の確認会議の時間は、12時までの2時間30分を予定しております。

機構から議題に係る説明を全て受けるために、必要な時間などを考慮いたしまして、まず議事の(2)の計画に関する説明及び質疑は、10時50分までの70分程度、(3)の共同プロジェクトに関する説明及び質疑については、11時30分までの約40分程度、(4)の要請事項の対応などの説明及び質疑に関しましては、11時50分までの20分程度を目安に進めていきたいと思っております。

議事の進捗状況によりまして、質疑の一部を次回確認会議で行うことになる場合もございますので、あらかじめご承知おき願いたいと思います。本日は長い時間となりますがよろしくお願いいたします。

それでは、始めさせていただきます。まず、議事の(1)確認会議について、事務局から説明をお願いいたします。

(事務局)

事務局から説明いたします。資料1に基づきまして、幌延深地層研究の確認会議の開催について、ご説明をさせていただきます。

まず、1の目的でございますが、幌延町における深地層の研究に関する協定、いわゆる三者協定に基づきまして、この確認会議を開催し、研究が三者協定に則り、研究計画に則して進められているかを確認することを目的としております。

構成員といたしましては、北海道から経済部環境・エネルギー局長、宗谷総合振興局産業振興部長、幌延町から副町長、企画政策課長を構成員としております。

3の開催内容につきましては、まず(1)でございますが、今年度につきましては、令和4年度の調査研究計画、令和3年度の成果の概要を含むということと、今回の幌延深地層研究所における国際共同プロジェクトについて確認をしております。

次に、(2)でございますが、令和2年度以降の幌延深地層研究計画案、こちらの受け入れにあたっての回答及びこれまでの確認会議を踏まえた要望により、道が原子力機構に実施を求めています事項についても確認をいたします。

(3)でございます。こちらの確認会議におきましては、原子力機構の出席をいただき説明をお聞きするほか、原子力機構の所管官庁である文部科学省及び経済産業省に対

しても必要に応じて出席を求めることといたしております。

(4) といたしまして、専門有識者の皆様を招聘させていただきまして、道、幌延町とともに研究成果等の内容について疑問点を含めて原子力機構に確認するほか、この確認会議の場におきまして、疑問点、課題について意見、ご発言を求めることとしております。

5 番です。今年度の会議の開催時期と回数でございます。

第1回は本日4月26日、第2回目は5月下旬に開催いたしたいと考えております。第2回目以降、複数回の開催を予定しております。

6番の会議の公開ですが、会議は原則公開としており、開催前にホームページ等により開催の周知をしております。

傍聴につきましては、会議の運営に支障をきたさない範囲において原則として認めるとしております。また、配布資料、議事要旨などはホームページを通じまして公開いたします。ただし、特段の事由により非公開とする場合は、その理由を明示するものとするとしております。

以上、確認会議についての説明は以上でございます。

(北海道 水口局長)

はい、事務局より説明がありましたが、何かご質問等ございますでしょうか。よろしいでしょうか。それでは、次の議事に進めさせていただきます。

議事(2)から(4)の進め方についてですけれども、あらかじめご説明したいと思います。

まずは議題ごとに機構から説明をしていただきまして、質疑を行う形で進めていきたいと思っております。

道、町、専門有識者の方々からのご質問を取りまとめました資料4-1や4-2によりまして質疑応答を進めていきたいと思っております。

質問につきましては、質問者が書いてありますので、質問者の方から簡単に趣旨などをご説明いただきまして、その後、機構に回答をいただくという形で進めたいと思います。

関連する質問がございましたら、ほかの方が質問していただいても構いません。

また、資料にない質問、説明内容の確認などについてもご発言いただいて結構ですので、どうぞよろしくお願いいたします。

また、資料4-1、4-2ですけれども、ある程度分野ごとに区切って質疑を進めたいと思いますので、よろしくお願いいたします。

それでは、(2) 令和4年度調査研究計画についてでございます。機構から説明をお願いいたします。

(原子力機構 岩月深地層研究部長)

はい。それでは、岩月のほうから説明させていただきます。資料3-1の部分です。1ページ目から1, 2, 3と分けられています。

まず、先ほどの説明からもありましたように1のほうについて説明させていただきます。

1の内容ですが、令和3年度の実施内容の成果と令和4年度の計画ということで、1-1から1-6まで書いてあります。

1-1から1-4までが主に研究の内容になっておりまして、1-5が研究に対する外部評価、1-6は令和3年度、令和4年度の内容ではないが、今後の内容ということで、深度500メートルまでの掘削についてご説明をしたいと思います。

3ページ目にいっていただき、まず、最初に1-1「実際の地質環境における人工バリアの適用性確認」という課題について説明します。

これからの説明については、最初に研究開発の目的と令和10年度までの実施内容ということで全体の目的を説明した後、令和3年度の実施内容と代表的な成果、それから令和4年度の計画の順番でそれぞれの課題について説明したいと思います。

3ページ目、人工バリアの性能確認試験という課題です。

この課題は、今年初めての先生もおられますので少し細かく説明しますが、廃棄体の周りに置く粘土材料、金属材料といったものを人工バリアと呼びますが、それらの周辺で起こる現象の理解ということで行っています。

令和3年度の実施内容ですが、幌延で行っている人工バリア性能確認試験というものがあります。

深度350メートルの坑道で実際に廃棄体を模擬した金属容器とか粘土ブロックを置いて坑道を埋め戻してそのまわりの現象理解のための観測をいろいろとやっております。

令和3年度は、これまで行ってきた金属容器を加熱する試験でそのヒーターの加熱を止めて緩衝材中の温度や間隙水圧の変化を観察するというをやっております。

右側に温度や間隙圧の変化の観測例が載っております。こういった結果を得ています。

この結果を用いて緩衝材中のいろいろな現象、再現するシミュレーション、解析をやっていますが、それは、国際共同研究としてやっております。

今回、得られたデータは、国際共同研究に今後、使われることとなります。

めくっていただいて4ページ目、さらに続けてですが、今後、令和8年から9年にかけてこの人工バリア性能確認試験をやっている場所を解体してその中身をいろいろ取り出して確認するというをやっていく予定となっております。

令和3年度は、別の場所に同じような坑道を埋め戻した場所を作ってそれをどうやって解体したらいいのか、あるいは、どうやって資料をとったらいのかという手法の確認を行っています。

ポンチ絵と実際に取られた岩石やコンクリートの写真が載っておりますが、実際の深度 350 メートルの坑道において、こういった場所をつくって解体してサンプルを取り出す手法の確認を行ったということになります。

5 ページ目です。令和 4 年度の計画ということで、基本的には継続ということになります。

この右下の図にあるように模擬オーバーバック、これが金属容器になりますけど、この温度が下がった状態になっておりますので、その温度変化によって周りの緩衝材あるいは、埋め戻し材がどう変わっていくのかという観測を継続するということになります。

それから、昨年度行った解体試験の予備試験に基づいて実際に人工バリア性能確認試験場所の解体に係る方法の検討など行う予定としています。

次に、6 ページ目にいっていただいて、「物質移行試験」というテーマです。

この試験テーマについては、令和 10 年度までに堆積岩における物質移行現象の評価手法の整備ということを行うことを目的としてやっています。

細目を書いてありますが、坑道周りの掘削で傷んだ領域、掘削損傷領域での物質移行試験とか、地下にある有機物や微生物、コロイドというのは、小さな 1 ミクロン以下の小さな粒子ですが、こういったものの影響を考慮した物質移行試験、あるいは、より大きな領域、数メートルから 100 メートル規模、これは、ブロックスケールと呼んでいますが、こういったスケールでの物質移行評価方法を整備することを目的としています。

令和 3 年度の実施内容としては、坑道のまわりの掘削損傷領域で物質移行試験を行ってデータを取得しています。

それから有機物や微生物、コロイドを対象とした原位置試験を今後やっていくということでその準備作業を行っています。

右下の絵にもありますが、東立坑の底からボーリング孔が 2 本掘ってありますが、この 2 本のボーリング孔の間で割れ目を介して物質がどのように動いていくのかというのを確かめる試験を実施して、その解析などを行っています。

7 ページ目にいっていただいて、令和 4 年度の計画ですが、令和 3 年度のいろいろな試験結果に基づいて掘削損傷領域での物質移行評価方法を検討するということと、有機物、微生物、コロイドが物質移行に与える影響を確認する原位置試験を開始することになっております。

この図の中では、坑道の床面に掘ったボーリング孔の中にトレーサーと呼ばれる放射性元素と同じような化学的挙動をする元素を入れてやって、それが岩石や有機物、微生物、コロイド、どのような相互作用をするのかということを確認する試験を行っています。

それからブロックスケールという、より広い領域での物質移行評価を行うためのボーリング調査などを開始する予定となっております。

次に、8 ページ目に人工バリアの定置・品質確認などの方法論に関する実証試験とい

うものがあります。

この大きな目的としては、坑道を閉鎖する時にちゃんと閉鎖されているのかとか、設計評価方法を作るといふことと、閉鎖する前の廃棄体、粘土材料とかをどのように搬送して定置するのか、あるいはそれを回収しないといけなくなった時にどうやって回収するのかといった技術を作るといふのが大目的になります。

令和3年度の実施内容と成果としましては、まず、回収技術として坑道を埋め戻す前に坑道を作っているコンクリート材料などが、どのように劣化していくのかということ調べるための試験を行っています。

右側の写真にもありますけど、坑道のまわりにできる掘削損傷領域を遮断するための止水プラグという手法があります。これは主に坑道の周りを切り欠いて、そこに粘土材料を充填して、割れ目の連続性を遮断するようなイメージになりますが、そのために粘土材料を吹き付けて坑道まわりを埋めるような技術を確認するということをやっています。

9 ページ目にいっていただいて、令和4年度の計画ですが、コンクリート材料などの物性変化に係るデータの取得を継続していきます。

それから昨年度おこなった坑道周りに粘土材料を充填して掘削損傷領域を遮断する試験について、粘土材料を吹き付けた後の品質がどうなっているかを確認していきます。

右側の絵にもありますが、坑道を掘るときに直径 10cm 程度の細長いボーリング孔を開けたりしますが、その孔をそのままにしておくと物質が流れる経路になりますので、そのボーリング孔も塞がないといけないということで、その閉塞技術を確認するための現場での試験を行うことを予定しています。

この図では、ボーリング孔の中に粘土ブロックを充填して、その粘土ブロックが膨潤してボーリング孔自体を埋めていくようなイメージになります。

10 ページ目にいっていただいて、次のテーマが、高温 100℃以上などの限界条件下での人工バリア性能確認試験というテーマになります。

廃棄体自体は通常 100℃以下になるまで地上で保管してそれから地下に処分するということになっていますが、想定外の事象によって、地下に置いた後に 100℃以上になってしまうようなことがあった場合に、周りのその人工バリア材料が、どのようになるのかを確認する試験になります。

令和3年度は、主に同じような試験をやっている海外の機関がありますので、そこで得られている計測データにより、実際どれぐらいの温度で何が起こるのかを整理したということになります。緩衝材、周りの粘土の温度が 130℃ぐらいまでに収まれば、1000年後においてもその緩衝材が変質する割合が小さいということが推定されたという結果になります。

令和4年度は、引き続きこれらの先行事例の調査を行うということと、どういう現象が起こるのかシナリオを整理して、現場で試験しないといけないことがあるかどうかを

確認していくということになります。

次に、11 ページ目ですが、これは地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証というテーマです。

その中に水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証定量化という小項目のテーマがあり、地殻変動が地層の透水性にどのような影響を与えるのかという研究になります。

令和 10 年度までの目標としては、地殻変動が透水性にどれぐらい影響を与えるのかということ推測する手法を整備するという事で、これまで、実際に地下にある割れ目に水圧を大きくかけて、その割れ目をずらしてみ、水の流れやすさがどれぐらい変わるのかという試験、あるいは解析をやっています。

令和 3 年度は、それらの試験、あるいは解析の結果を整理して、割れ目を流れる水の流れやすさが、岩石にかかっている力、あるいは硬さ、それから割れ目の噛み合わせという三つの要素で決まるということ明らかにし、自然の法則性があることを確認したということが大きな成果になります。

次の 12 ページ目について、令和 4 年度の計画ですが、まず令和 3 年度に明らかにした法則性を確認するために水圧擾乱試験、割れ目に水圧をかける試験の結果と、さらに比較検証を継続していくということと、地盤が隆起、どんどん浅くなっている時に、これは何万年何十万年という時間スケールのお話ですが、地面がどんどん浅くなっていった時にその割れ目が開いて、水の流れやすさがどのように変わるのかを評価する手法について検討していきます。

それから、次の 13 ページ目について、こちらは地下水の流れが非常に遅い領域で、そういった領域の分布をその評価、あるいは調査する技術の高度化というテーマになります。

幌延町の地下には、化石海水といって、何百万年も地下に留まったままの海水があるということで、そういった場所は水がほとんど流れていないということになりますので、そういった場所を調べるための技術をつくる、あるいは、実際どれぐらい留まっているのかその年代を計る、そういった技術の開発を目的としています。

令和 3 年度の実施内容と成果ですが、まず、幌延地域の深いところに化石海水がどのように分布しているのか、ある程度これまで調べてきていますが、それをより正確、あるいは簡便に調べる手法ということで、地上から地面の中の電気の流れやすさを測ったり、あるいはボーリングで掘って調べたりということをやっています。

それらの結果を再解析して、地層の分布と電気の流れやすさに相関性があるということを確認したということ、あるいはそれに基づいて化石海水がどのように分布しているのかを確認しています。昨年度は、深度 200 メートルまでボーリング孔を地上から掘って確認しています。

次の 14 ページについて、令和 4 年度の計画としては、このボーリング孔を延長して深いところまで掘っていきます。

500メートルぐらいまでボーリング孔を掘って地下の岩石や地下水をとって、化石海水の分布を調べるということをやります。

電気の流れやすさなどに基づいて、化石海水の分布をいろいろ解析していますが、令和4年度まででこの研究を5年間やっていますので、それらを体系的に取りまとめるということを計画しています。

次の15ページ目についていただいて、地殻変動による人工バリアへの影響、回復挙動試験というテーマになります。

これは、坑道を閉鎖した後に、坑道の周りの損傷領域の水の流れやすさがどうなるのかを推測する方法を作るという課題になります。

令和3年度の実施内容と成果ですが、まず坑道の周りに小さな割れ目ができたりして、損傷領域というのができますが、その割れ目に樹脂を注入して、どのように割れ目が分布しているのか、あるいはどういうサイズの割れ目があるのかを調べています。それを検証するための解析も行っています。

実際には坑道を掘ることで割れ目ができたりずれたりするのですが、割れ目が多少ずれても、割れ目の開いている幅自体はあまり変わらないということを確認することができました。

地下では大きな圧力がかかっていますので、割れ目がずれてもそれが開いたりして水がより流れるようになるとか、そういったことが、深いところではないということが確認できたということになります。

次の16ページ目についていただいて、令和4年度の計画ですが、まず掘削損傷領域です、ここに水圧をかけてやって、割れ目を無理やり開かせるような試験もやっています。

それに基づいて、坑道の埋め戻しに使う粘土材料が膨潤して岩盤を押し返した時に、割れ目が開いたり、閉じたりして水の流れやすさに、どれぐらい影響するのかを解析する方法を検討していく予定になっています。

下の図、分かりにくい図で申し訳ないですが、これは坑道の周りに水圧を段階的にかけてあげて行って、その時に水の流れやすさがどのように変わるのかという試験をやっています。

こういったことで、坑道を埋め戻した時に埋め戻し材によって岩盤の周りの透水性がどのように変わるのかを解析する手法を作ろうとしています。

それから17ページ目についていただいて、処分システムの設計施工や安全評価に係る基礎情報の取得ということで、地下施設の周りにいろいろなモニタリング機器を配置して継続的にその環境がどうなっているのかというのを観測しています。

岩盤、あるいは地下水の状態を絶えず観測して、試験を行っている背景情報として取得するというので、これまでも継続していますけれども、今後も同じように観測を継続します。

次の 18 ページ目にいっていただいて、研究に対する評価です、まず私ども外部委員会というものを持ってしまして、技術的な内容の確認評価を毎年いただいております。

令和 3 年度の成果並びに令和 4 年度の計画ということで、深地層の研究施設計画検討委員会というところで、評価をいただいております。

赤字で書いてありますが、令和 3 年度の成果については目標達成に向けて必要なデータ、知見が着実に得られていると評価していただいております。それから、これまでに得られている地質環境特性のデータが工学技術、あるいは安全評価に関する研究開発に有効に活用されており、信頼性の向上に寄与しているという評価をいただいております。

令和 4 年度の計画については、それぞれの坑道における研究計画内容が総合的、かつ、効果的に進められる内容となっているということで、妥当であるという評価をいただいております。

19 ページ目にいっていただいて、先ほどの委員会の上部委員会で、地層処分研究開発・評価委員会という委員会があります。

これは、技術的な内容に加えて、もう少し大きな視点から見た研究計画の運営の仕方とかに関わる評価を頂く場になっております。

幌延の研究所だけではなくて、他の場所、拠点の評価もいろいろあるのですが、まず幌延については、赤字で示していますが、幌延深地層研究センターの稚内層深度 500 メートルでの研究や国際拠点化に向けた取り組みが、さらなる技術基盤の強化につながるとともに、将来の研究開発の展開に大きく寄与するものであるという評価を頂いております。

それから、次の令和 4 年度から令和 10 年度までの第 4 期中長期計画ということで、その計画の内容に係る事前評価というものを頂いております、幌延の部分だけを抜粋しておりますが、まず、幌延の研究施設については、地層処分技術を実証するプラットフォームとして、国内外に広く提供、活用するというところで、我が国の地層処分計画に必要な技術基盤の信頼性を向上するのみならず、国際的にも広く貢献できるという評価をいただいております。

次の 20 ページにいっていただいて、令和 3 年度、令和 4 年度の話ではないのですが、令和 5 年度以降のお話ということで、深度 500 メートルまでの掘削について現在の進捗状況についてです。

深度 500 メートルまでの掘削は、主に PFI 事業として行うことで調整を進めております。

これまでの令和 3 年度までの内容と今後の予定ということで書いてありますが、PFI 事業は、令和 5 年の 4 月に契約を結んで事業を開始するということを目指して、いろいろな調整をこれまで進めてきておまして、令和 4 年の 4 月に入札公告をして、今後、入札書、提案書の受付とか落札者の決定を経て、令和 5 年 4 月に開始するという計画になっております。

次の 21 ページ目にあっていただいて、PFI の事業スケジュールということで、まず施設整備ですが、深度 500 メートルまで坑道を掘削完成させるのが令和 5 年の 4 月から令和 8 年の 3 月の 3 年間でやることになっています。

これと並行して、基本的な施設の維持管理、空気を入れて人間が入れるようにしたりとか、あるいは排水を処理したりとか、そういった施設管理業務が令和 10 年まで続きます。

それから研究支援業務ということで、工事に合わせてやったほうが効率的な作業については研究支援業務ということで、研究のための整備を行います。これも令和 5 年度から令和 10 年末までです。

坑道の想定整備範囲ということで、右側に坑道の絵が描いていますが、この図の白い部分、未建設の部分、これを整備するというのが、この PFI 事業の主要な業務になります。

22 ページ目にあっていただいて、研究支援の内容ということで、これは PFI 事業で支援する内容ということで、研究全体の話ではなくて、この契約の中でやる内容ということで、主に 250 から 500 メートルの坑道でやる研究に係る支援の内容が書いてあります。

まず、令和 2 年度以降の研究テーマに沿っていくと、実際の地質環境における人工バリアの適用性確認に係る研究支援業務ということで、人工バリア性能確認試験、先ほど説明した解体作業とか、そういった作業です。それから物質移行試験ということで、ボーリングを掘ったりする作業が入っています。

それから処分概念オプションの実証に変わる研究支援業務ということで、先ほどの粘土を吹き付けて坑道周りの損傷領域を塞ぐという研究の内容を説明しましたが、それに関わるような坑道回りの粘土を吹き付けるための「きりかき」を作る工事、掘削影響試験ということで、坑道を掘ったときの周りの環境がどのように変わっていくのかを調べるためのボーリング、そういったものが入っています。

それから初期値圧測定ということで、これは主に 500 メートルになりますけど、坑道の深いところを掘ったときに、岩盤の地圧がどのように変わるのかといった測定です。

それからトレーサー試験ということで、これは主に体系化に関わる試験になってきますが、廃棄体設置の判断の間隔の設定に必要な情報を得るために、これは 250 メートルでの話となりますけれども、トレーサー試験を行うというものが、この PFI 契約に入っております。繰り返しになりますが、これが全てということではなくて、これ以外にも PFI でやらない研究は別途あるということになります。

1 の部分についての説明は以上になります。

(北海道 水口局長)

はい、ありがとうございます。

それでは、あらかじめ皆様からご質問をいただいておりますものを、資料4-1でまとめさせていただいております。

今日説明のあった資料3に関しての質問は受けておりませんが、もしご質問等ありましたら、併せてお願いできればと思います。

資料4-1ですけれども、資料2-1で配っております計画書本体のページの順番で主に並べております。

黒い四角で、質問者が道ですとか、有識者の方と書いていまして、その後に括弧書きで該当する部分のページを参考までに記載させていただいております。

この括弧で、研究スケジュールですとか、地質環境における人工バリアというのが一つの大きな塊ごとで整理していまして、この塊ごとでご質問して、一旦区切って、追加の質問という形で進めたいと思います。

それでは始めさせていただきたいと思います。

まず初めに、研究スケジュールの関係で、道からの質問でございます。

計画書の資料の5ページや68ページですけれども、68ページを見ていただいたほうがよろしいかと思っております。

ここの人工バリアの性能確認試験のところ、研究機関のスケジュールで令和2年から令和10年までのスケジュールが載っているのですが、前回の3年度研究計画では、ここの68ページに三つのスケジュールがあるのですが、一番上の④-1となっている部分のスケジュールと、一番下、三つめの④-2のスケジュールが、実施する期間が令和2年から令和5年までの実施予定だったので、今回の計画で令和4年度までになって、令和8年と令和9年に実施するというふうに変更になっています。

その理由とこの変更により研究計画に遅れが生じるものではないのかというのを確認させていただきます。ご説明をお願いします。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

原子力機構の杉田からご説明します。回答のほうを読ませていただきます。

稚内層深部、深度500メートルにおける研究の実施に関する検討について、深度500メートルにおける研究を行ったとしても、令和2年度以降の研究期間の研究工程に収まるかスケジュールの検討をいたしております。

この結果として、人工バリア性能確認試験については、材料の水分量や密度、腐食の度合いなど詳細なデータを取得するための解体調査を、当初、令和5、6年度に予定していましたが、500メートル掘削中、これは令和5年度から令和7年度になりますが、安全管理上、作業は2カ所までに限定され、規模の大きな作業は困難になるため、令和8年と令和9年度に実施することとしました。これが、スケジュールの黒い部分が後ろにずれているということになります。

令和8年度と令和9年度に人工バリア解体施工を実施して、もし、情報の不足などがあつた場合に、追加で試験や解析を実施する期間が令和10年度の1年のみとなりますけれども、想定される追加の試験などは、岩石や地下水試料のサンプリングや室内における分析であるため、短期間で行うことが可能なものです。1年間の期間があれば十分に行えると想定しています。このため、令和2年度以降の幌延深地層研究計画として研究計画に遅れが生じるものではないというふうに考えております。

(北海道 水口局長)

はい。ありがとうございます。

令和10年度の1年間があるということと、研究計画が長くかかるものではなく、大量にあるということではないので、遅れは生じないということですね。分かりました。

この部分に関しまして、何かお気づきの点、ご質問等あれば、併せてお願いしたいと思いますが、いかがでしょうか。後ほど、まとめてご質問も追加でお受けします。

次に、三つある大きな研究テーマのうちの一つですけれども、実際の地質環境における人工バリアの適用性確認に関しましての質問をしていきたいと思ひます。

計画書資料2-1でいきますと6ページ、9ページから10ページ、細かくは16ページから23ページに記載されているところもでございます。

それぞれご質問をいただいております。

有識者の大西先生からご質問をいただいております。趣旨等、お願いします。

(大西教授)

大西でございます。計画書の6ページ、最初の大きな段落の最後の2行。「事前に樹脂を注入することで・・・一体として採取できる」という確認事項が述べられているのですけれども、これにどんな意義があるのか、どんなメリットがあるのかということのご説明をいただきたかったというのが質問の趣旨です。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

埋め戻し材、コンクリート、岩盤の境界面を一体化したサンプリングは、埋め戻し材や周辺岩盤へのセメント材料の影響、セメント相互作用を確認するために必要となります。通常、試料のサンプリングは金属などのチューブを対象部位に挿入して引き抜く方法で行いますが、チューブ内から試料を取り出す際に境界面などでバラバラになる可能性があります。

人工バリア性能確認試験の解体調査では、試料間の化学成分の分布状況などを確認することになるため、境界面の接触状態を維持した状態、一体化された状態で取得することが必要となります。そこで、本検討では事前に樹脂を充填することで境界面を固定化した上で、チューブを挿入して採取する方法が適用できるかを確認しました。その結果、

境界面を保持したまま一体として採取できたことから、実際の解体でも同様の方法でサンプリングが可能な見通しが得られております。

このように、今回の調査は異なる材料が接触した部分をねらい、分析試料の取得方法について確認したものでありまして、人工バリアの能力などに関わる調査ではありません。今後予定している人工バリア性能確認試験の解体調査では、模擬オーバーパック、緩衝材、埋め戻し材、コンクリート、周辺岩盤やそれらの境界面などの分析を実施し、境界部の密着の状況なども含めて調査する予定です。境界面での変質の有無とその程度や範囲などを調べることで材料間の相互作用による人工バリア性能などへの影響を評価するための知見が得られることとなります。

(北海道 水口局長)

ありがとうございます。大西先生、この後段の部分も合わせて機構が答えましたけれども、人工バリアとしての能力が高いことになるのかという部分も答えがありましたけれども、よろしいでしょうか。

(大西教授)

はい、分かりました。

(北海道 水口局長)

続きまして、資料の4-1の2ページに行きたいと思います。

渡邊先生からご質問いただいております。お願いします。

(渡邊准教授)

今回は減熱過程について調査をするということですが、これはどういう状況を模擬しているのかということのご説明、大体、何年くらい後で廃棄体の減熱が始まるかということの説明をお願いしています。

もう一点は、熱-水理-力学-化学ということで、連結したモデルを解析するということですが、それぞれが影響を与えながらも独立に起こる事象だと思います。

今回は、ある膨潤率、ある温度ということで、ある条件を決め打ちでデータを取っていることになるとは思いますが、このモデルの目的と、この実験の条件の設定の仕方がというのがどういう関係にあるのかということ、説明をお願いいたします。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

実際の処分場では埋設された廃棄体の発熱によって、人工バリア、これはオーバーパックとか、緩衝材ですけれども、それから周辺岩盤の温度が上昇し、その後、時間経過とともに放射能が減衰することで、発熱量も低下していきます。周囲の環境条件により

異なりますけれども、人工バリアや周辺岩盤の温度は埋設後数十年程度で最も高くなり、その後、数千年かけて徐々に低下していくことが予測されています。減熱過程は、この発熱量が低下していく過程を想定したものになります。

人工バリア性能確認試験では、地下水が浸潤し緩衝材が飽和に至る過程、また、廃棄体が発熱している状態から減熱していく過渡的な期間を対象に、ヒーターの加熱温度や注水流量を変化させたときに人工バリアや埋め戻し材の状態が、どのように変化するかを確認しております。

ここでの熱－水理－力学－化学連成解析も同期間を対象としており、これまでに国内外の室内試験や原位置試験結果などを通じて構築、検証されてきた解析モデルで、人工バリア性能確認試験で測定されたデータが再現可能かを検証しています。

このようなニアフィールドの過渡期状態変遷の評価は、安全評価における核種移行の初期状態の設定の妥当性や、オーバーパックの寿命評価に必要なニアフィールド環境条件の設定上重要となるということになります。

(北海道 水口局長)

はい、いかがでしょうか。

(渡邊准教授)

分かりました。

今回のこの一連の実験で設定している条件というのは、他の室内試験の条件などから設定しているということですか。それとも、幌延の環境で自然に発生するとか、注水もしていると思いますが、どの辺りまで注水をするのか、そういった条件はどのように決めているのでしょうか。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

人工バリア性能確認試験を行っている場所というのは、例えば、計画書では15ページを見ていただきますと、ちょうど図5で試験を行っている場所が書かれております。

処分した場合は、周りが全て埋め戻された状態になりますので、地下水の水位が上がって水圧がかかった状態になりますけれども、350メートルではいろいろな他の研究も行っておりますので、そのような状態を作り出すことはできないと考えております。そのため、人工バリア性能確認試験を行っている所では、そういう周りが埋められて地下水が回復して水圧が上がっていった状況になるよう、この場合に特別に条件を設定するための地下水を注入していると、そういうことになります。

(渡邊准教授)

分かりました。ありがとうございます。

(北海道 水口局長)

続きまして、渡邊先生の②のご質問をお願いいたします。

(渡邊准教授)

この質問は、先ほどの大西先生の質問と重なっているところです。計画書の後半のほうに、廃棄体の回収方法を検討するという部分があったと思いますが、人工バリア材の解体とか回収という言葉が、同じ言葉が使われているためにちょっと分かりづらくなっているところかと思います。

回答は先ほどしていただいたので大丈夫です。

(北海道 水口局長)

それでは3ページです。続けて渡邊先生お願いします。

(渡邊准教授)

21 ページのトレーサー試験の行われた位置関係が計画書の中で分からなかったのですが、スライドの6枚目にある図なのかとも思いますが、こちらの説明をもう一度お願いしたいのと、この有機物を添加した試験の条件をもう少し詳しく教えてくださいという質問です。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

まずは一つ目のトレーサー試験の行われた位置関係ということで、資料3の最後のページに、補足説明資料ということでスライド53を用意させていただいております。

こちらに物質移行試験を行った場所を書いています。

左の図に示すように、試験坑道3と試験坑道4がちょうど平行してあります。今回トレーサー試験を行ったところは、試験坑道3から試験坑道4にかけて2本のボーリング孔が掘られております。H4-1と書いたものとPと書いた二つの孔です。

これが試験坑道4に向かって掘られておまして、ちょうど試験坑道4の坑道の頭頂部分にあたる場所に当たるようにボーリング孔を掘っております。

これが右の図でいきますと、これは試験坑道4の縦の断面図ですけれども、ちょうど人工バリア性能確認試験を行っている坑道の上の部分に、H4-1とP孔がそれぞれ配置されるような位置関係になっております。

この二つのボーリング孔のところに、パッカー、これはゴム状のものですけれども、それでボーリング孔の中を区切りまして、トレーサー注入区間というのがH4-1の孔で、トレーサーの回収区間としているのがPの孔のほうになります。位置関係としては、このような形になります。

続けて、二つ目以降のご質問のほうです。

まず、希土類元素は、高レベル放射性廃棄物の地層処分において重要な核種とされるアクチノイド、これはネプツニウム、アメリシウムなどですけれども、それと同様の化学的挙動を示すと考えられ、有機物・微生物・コロイドとの相互作用を確認できるということで使用しております。

それから、幌延の堆積岩中の地下水からフミン酸を抽出して実験に使用しています。試験対象とした350メートルの調査坑道の地下水中の有機物濃度は、溶存有機炭素として17mg/L、添加したフミン酸の濃度は10mg/Lとなっています。

それから、最後のご質問で、トレーサーの回収率のことですが、トレーサーの回収率は約0.004%でした。回収されなかったトレーサーについては岩盤中にとどまっていると考えられます。

(渡邊准教授)

ありがとうございます。

この、トレーサー試験の位置関係ですが、地下水の流れは、H4-1からPの方向に流れているということでしょうか。また、回収率がかなり低いといいますが、3次元で広がっていると思うのですけれども、ここでの回収率はこの程度を元々想定していたのでしょうか。投入されたトレーサーというのは、いずれ時間が経てば全て回収されるものなのか、それとも、いろいろな方向に流れていっているのか、ここにP孔に辿り着くのは、この程度ということなのか、それとも、そもそも岩盤中の行き止まりの部分に入っていて、この地下の流れの場合には、ほとんど回収されないという解釈になるのでしょうか。

(原子力機構 岩月深地層研究部長)

岩月です。ありがとうございます。まず、最初の地下水の流れというのは、この試験の場合は人工的に片方の孔からトレーサーを入れて片方の孔から回収するために片方から水を入れて片方から水を抜くというのをやっていますので、天然の地下水の流れということではなくて、人工的に水の流れを起こしてやるということをやっています。

割れ目が繋がっている場合は、トレーサーが回収でき、割れ目の繋がりを確認できません。

あと、どこかに行っちゃったのかということなのですが、これは非常に難しく、割れ目が単一で一本で繋がっていれば入れたものが100%返ってきますけど、通常複数の割れ目が複雑に連結していますので、水を入れて水を回収しているところだけじゃなくて、他のところにも繋がっている割れ目のほうに広がってしまいます。なので、広がっていくということはそれだけ割れ目が発達していて、岩盤全体としては水が流れやすいということになります。

今回の試験では回収率が非常に悪いので、坑道の周りの損傷領域で非常に割れ目が、複雑に広がっているということと、あと、この試験を行っている坑道以外は坑道を水で満たすということをしていないので、どうしてもそちらのほうに水が流れやすい状況になっていまして、回収できなかったトレーサーの大部分はそちらのほうに流れていると考えております。まだ研究としては終了していないので、そういった場を今後どうやって評価していったらいいのかという課題は残っていますが、あとは解析をして、それをどう再現するかという話になります。現場の試験としてはそんなにやることは残っていないということになります。

(渡邊准教授)

分かりました。ありがとうございます。

あともう1点、有機物の濃度がDOCで17ppmというのは、元の地下水に比べればかなり高いのではないかと思うのですが、それはフミン酸の効果を見るために、高めの濃度で実験をしたということになりますか。

(原子力機構 岩月深地層研究部長)

幌延の地下水は化石海水なので、有機物濃度の17ppmというのは天然の濃度になります。通常の水に比べたらあまり綺麗じゃないなというイメージになるかもしれないですけど、もとが海水ですので、こういった濃度になります。

添加したフミン酸の濃度10mg/lというのが、元の有機物濃度に対して同等レベルで入れているので、ちょっと足りないんじゃないかとか、あるいは、多すぎるんじゃないかと、いろいろなイメージはあると思うのですが、10ミリグラムでやって影響が出れば、それから濃度を減らしていったどの程度で影響が出なくなるかとかですね、あるいは影響が出ないのであれば、濃度を増やしていったどれぐらいで影響が出始めるのかという見方で、条件をいろいろ振って試験をできます。令和3年度の結果ではこういった条件でやったということになります。

(渡邊准教授)

分かりました。ありがとうございます。

(北海道 水口局長)

はい、ありがとうございます。

続きまして、有識者の東條先生からいただいておりますが、本日欠席ですので、私が対応したいと思っておりますが、ここの東條先生の①の質問でトレーサー濃度ですとか、回収されないトレーサーの話。今の渡邊先生との質疑の中であったことでの説明だと理解しているのですが、それでよろしいでしょうか。

はい。同じことということで、今、質疑された内容ということで確認をいたしました。続きまして、渡邊先生、次の④の質問をお願いいたします。

(渡邊准教授)

今回ここで使っているウラニンというのが多分、分子量で数百のもので、廃棄体から出てくるのがイオンだというふうに想定すると、サイズや形がかなり違うのではないかと思うのですがということと、濃度がかなり高いということで、こういう条件で、実験をする目的について、説明をお願いいたします。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい。ウラニンは地下水が流れる割れ目の水理学的連結性を把握するためのトレーサーとして利用しております。試験を実施した場では割れ目の連結性が小さく、トレーサーを含む地下水を検出するためにトレーサー濃度を高く設定する必要があると考えたことから 100mg/L という濃度設定としました。

なお、廃棄体から溶出する核種の挙動を推測するためのトレーサーについては、ウラニンとは別に希土類元素など放射性核種と同様の化学的挙動を示す元素を利用しております。

(渡邊准教授)

希土類元素を使う場合にはこの割れ目を通った水の流れの他にどんな流れ、動きがあり、移行挙動があり得るかということ調べるのが目的ということで、ウラニンを使ったのはまずは水の流れだけを見るためということによろしいでしょうか。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい。その通りになります。

まずは水の流れ場所をきちんと把握するというのを行ってから、次の段階で、また元素の動きがどうなるのかを見るという手順になります。

(渡邊准教授)

ありがとうございます。

(北海道 水口局長)

はい、ありがとうございます。続きまして、⑤の質問をお願いいたします。

(渡邊准教授)

今後の計画で有機物、微生物、コロイドの試験を行うということですがけれども、これ

についても、トレーサー試験と同じ坑道で同じ設定で同じ希土類を使って行うという計画ですかという質問です。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい。ご指摘の通り、これまでに室内試験で実施してきたトレーサー元素、希土類元素などと有機物・微生物・コロイドの相互作用を確認するための原位置試験を坑道で行う計画です。トレーサー元素には、希土類元素などの使用を想定しております。

(渡邊准教授)

ありがとうございます。

(北海道 水口局長)

はい。ありがとうございます。

それでは4ページに移ります。東條先生からいただいたご質問でございます。

計画本文の23ページの図13に関しての質問です。①から⑤までございますけれども、先に質問を全部述べさせていただきます。

まず①ですけれども、トレーサーの注入区間、左側ですけれども青い部分がありまして、パッカーの下の水色の部分に注入をするということなんでしょうか。

その後、トレーサーはどこを通過するのでしょうか。灰色の部分でしょうか。それとも岩盤のほうに行くのでしょうか。岩盤に行くのであれば、別の回収地点があるのでしょうかという質問です。

次に、注入するトレーサー溶液にコロイドや溶存有機炭素を添加して試験を行うのでしょうか。

次に、岩盤内及び地下水内において炭素は溶存態のみで存在しているのでしょうか。フミン酸のような場合、固相に腐植として存在している可能性はないのでしょうか。もし固相有機物も存在する場合、そこへの分配は考慮が必要でしょうか。

次に、図中の右側上部と下部の液相成分、濾過残渣の分析について記載されていますが、それぞれ手法はどのようなものなのでしょうかというご質問です。説明をお願いいたします。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい、五つの質問それぞれに、回答のほうを記載させていただいております。

まず①です。ご指摘のとおりになります。タンク内のトレーサー溶液を図中のトレーサー注入区間に注入をすることになります。

②です。補足説明資料としてスライド52を用意させていただきました。

先ほどのスライド53のちょうど裏です。

どこを通過するのかというところで、左の計画書の図に少し説明を加える形で修正を加えたものになります。

タンク内のトレーサーは、図中のタンク、バルブ、トレーサー注入区間、それからポンプ、タンクの順番で通過します。これを循環ラインというふうにここで呼ばせていただきます。

この時、循環ラインのトレーサー濃度は均一に保たれますが、時間の経過とともにトレーサー注入区間のトレーサーは岩盤へ拡散・収着するため、これに応じて循環ライン中のトレーサー濃度は低下をします。

本試験は図中のバルブ、赤い部分です、バルブを操作し、定期的にステンレス製耐圧容器で採水し、トレーサー濃度分析を行って、地下水中のトレーサー濃度の変化を確認します。

このピンクの線のところで矢印を付けておりますけれども、このようにトレーサーをぐるぐる回していく、そういうものになります。

それから3番目です。現時点ではトレーサー容器への溶存有機物、フミン酸の添加を検討しています。

試験の順序としては、350メートル調査坑道で採取した地下水に、トレーサーを添加した溶液を循環させ、トレーサーの岩盤への収着挙動を評価します。

次に、最も濃度の調整が容易な有機物の影響を評価するため、トレーサーを添加した地下水にフミン酸を添加して、溶存有機物濃度を増加させた系でトレーサーの岩盤への収着挙動を評価することを予定しています。

続きまして4番目です。試験で循環させる地下水のpHが6から7程度と考えますと、フミン酸・フルボ酸のような有機物は、大部分が地下水に溶存すると想定しています。ただし、ご指摘のとおり、炭素が固相に有機物として存在する可能性も考えられます。

そこで、本試験によってトレーサーが液相と固相、これは粘土鉱物及び岩石中の有機物ですが、どの程度分配されるかをまずは把握し、固相に顕著に分配されることを示唆する結果が得られた場合には、粘土鉱物や岩石中の有機物にどの程度分配されるかを検討する予定です。

固相中の元素の分配挙動については、岩石試料の採取を行い、放射光を用いた蛍光X線分析法、もしくは電子線のマイクロアナライザーなどの分析手法によって評価することを検討しています。

5番目です。液相分析は、誘導結合プラズマ質量分析やイオンクロマトグラフィーによる地下水中のトレーサー、主要元素濃度の分析、全有機炭素濃度の分析、それから、紫外可視分光法や三次元蛍光スペクトルなどによる有機物の種類の推定、DNA解析による微生物分析などを実施予定です。

固相の分析はフィルター上に捕捉された粒子の電子顕微鏡などによる元素分布分析、コロイドの重量測定などを予定しております。

(北海道 水口局長)

はい、ありがとうございました。

ここまでで、実際の地質環境における人工バリアの適性確認、一つの研究テーマとしての質問が以上ですけれども、この研究テーマに関して、ほかにご説明等、今日の説明を踏まえて、何かご質問等追加でございましたら、お受けしたいのですけれども、いかがでございましょうか。

まずは今日のところは、先に進めさせていただいてよろしいでしょうか。

それでは、次の二つ目の大きな研究テーマであります、処分概念オプションの実証の関係の質問に入りたいと思います。

計画本文ですと、前半部分で6ページから8ページ、10ページ、あと詳細の部分で24ページから37ページの部分で、この研究テーマについての記述がございます。

それでは、渡邊先生からいくつかいただいております。順次お伺いいたします。

(渡邊准教授)

はい。まず、1点目ですが、先ほどとも重なりますが、人工バリアの回収ということで、こちらで出てくるものは、廃棄体を回収するための人工バリアの回収ということでしょうかという質問です。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい、ここでの合理的な人工バリアの回収は、将来の処分場での廃棄体の回収を想定して、回収方法を検討するものになります。

(渡邊准教授)

こちらの合理的なというのは、工法的に無駄がないという意味でしょうか。それとも、廃棄体を傷つけないで回収できるということでしょうか。合理的とはどういうことを示しているのかご説明いただけるでしょうか。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

今、先生のご指摘された両者に関わると思います。確実に行うとか、そういう技術です。

(渡邊准教授)

はい、分かりました。

続いてですが、ここでの回収作業というのは、実際の処分場でどのように作業するかということ、その方法を検討するということでしょうか。もしくは、もう方法としては

確立していて、それを実際にやってみるということでしょうか。

あと時間的には、処分場の操業後、閉鎖後、どのくらいのタイミングで行うということをご想定しているのか、教えてください。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい。7番ということで回答のほうを説明させていただきます。

ここで記載している内容は、実際の処分場での作業を模擬するものではなく、回収作業を行う場合、その時点で坑道が安定していなければ安全な作業が行えないため、様々な現象がどの程度の時間スケールで生じるかどうかを評価するための技術開発を行っています。この例は特定の期間を想定しているということではありません。

(渡邊准教授)

分かりました。ありがとうございます。

続いて8番目ですが、ここでコンクリート成分に起因する二次鉱物という記載がありますけれども、具体的にはどういうものですか。また、間隙の閉塞というのがどういう条件で、どういう要因で起きるのかということをご説明してください。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい。具体的には、CSHゲルというふうに呼んでいるもの、あるいはカルサイトが沈殿するということになります。ご指摘のように、二次鉱物の生成は、地下水のpHなどの水質に依存しますが、コンクリート系材料を坑道の支保工として使用することを想定すると、地下水の水質の変化も間隙の閉塞の程度に影響を及ぼす要因として考えられます。

(渡邊准教授)

ここでは幌延の条件での、データをとって、一般的にどうなるかということについても検討するというごことでしょうか。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい。そのようになります。

(渡邊准教授)

ありがとうございます。

続いてですが、この中でボーリング孔の閉塞技術の実証ということがあげられていますが、ボーリング孔と、あといくつか名前があがっていると思うのですが、その違いを説明していただけるでしょうか。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい。9番のほうを説明させていただきます。

処分場において必要な情報を取得するため、坑道内からボーリング孔を掘削する可能性があります。ボーリング孔は放射性核種の移行経路とならないよう適切に閉塞する必要があります。水平に近い向きで掘削されたボーリング孔では、閉塞作業の際に重力以外の駆動力によって目的の位置に閉塞材料を運ぶ必要があります。

また、地下水の存在も想定されます。そこで、水平に近いボーリング孔内に地下水が溜まっている状況を模擬して、ベントナイトブロックを設置する試験を実施しております。

(渡邊准教授)

ありがとうございます。

続いて10番目ですが、計画書の31ページのところで、コンクリートの劣化挙動にかかるデータの取得ということが挙げられていると思うのですが、具体的にはどのようなのでしょうか。

それから、埋め戻し材の安全機能が変化する可能性ということが書かれていますが、どういう場合にどういう変化が起きることを想定した試験であるのかを説明してください。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい。まず一つ目です。コンクリートの供試体の変質部、これは二酸化炭素との反応による中性化などですけれども、その深さ、それから、空隙率、あるいは弾性波の速度、それから透水係数、一軸圧縮強度、圧裂強度、元素分布などのデータを取得予定にしております。

それから二つ目ですけれども、埋め戻し材の安全機能とは、坑道及び立坑が放射性核種の卓越した移行経路となることを防止するということであり、このような機能を期待して埋め戻し材はベントナイトのような低透水性の材料で施工することが考えられています。埋め戻し材の透水性が変化する例として、処分場が再冠水後に地下水と坑道支保工中のコンクリート系材料が接触することによって、高pH地下水が形成し、この高pH地下水が埋め戻し材中のベントナイトと反応してベントナイトが溶解することを想定しています。ただし、これまでの検討から、ベントナイトの溶解が生じる場所は坑道への地下水流入箇所に限定されることから、坑道や立坑の埋め戻し部の透水性が全域にわたって変化する可能性は非常に低いと考えられます。

(渡邊准教授)

ありがとうございます。

コンクリートの劣化挙動というのは、強度に関わる部分とバリア材の性能に関わる部分のデータということによろしいでしょうか。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい、そうなります。

(渡邊准教授)

はい、分かりました。ありがとうございます。

続きまして、図の 22 ですが、この図が分かりづらかったのですが、坑道スケール、ピットスケールというのがこの図の中でどこの部分に相当するのかということと、調査設計技術の体系化という概念がこの図でどこに、どのように表されているか教えていただけないでしょうか

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい。一枚の図で概念図ということでお示していますが、ちょっと分かりづらかったと思います。

回答のほうを読ませていただきます。

地層処分事業における地下施設の建設では、多くの処分坑道が掘削され、さらにその各処分坑道には多くのピット、人工バリアを埋設するための穴ですけれど、これが掘削されます。その際、人工バリアを埋設する場所を適切に設計し、建設と並行した調査により確認できることが重要となります。

図の 22 では、人工バリア、これはオーバーパックと緩衝材ですが、これを埋設する場所として、割れ目などが無い場所、これが左の図になります。

それから割れ目が交差する場所、これが真ん中です。断層が交差する場所、こちらは右になります。これらの場所において判断があり得るので、図ではクエスチョンマークを入れています。これをイメージしています。

幌延の場合、断層や割れ目に加え、坑道掘削後にその周辺に発達する掘削損傷領域の水理学的あるいは力学特性が主要な着目点になると考えています。

坑道掘削時に行う調査やピット掘削時に行う調査は、単にスケールが異なるだけでなく、処分坑道とピットでは処分場の設計の中でそれぞれ異なる要件が与えられると考えられ、そのため、調査の際に取得すべきデータの考え方も異なると考えられます。

このことから、坑道スケール及びピットスケールに分けて、考え方を整理することがここでの課題になります。

本課題は、これまでに幌延において蓄積した成果、並びに令和 2 年度以降の幌延深地層研究計画の研究期間の前半に行う研究課題の成果に基づいて実施します。

実施に際しては、断層・割れ目の頻度など地質環境条件が異なる領域を対象として、坑道掘削から人工バリアを埋設するピット掘削までの調査・設計・評価の一連の方法論を体系的に整理するとともに、原位置試験により体系的に整理した考え方が妥当であるか確認する計画になっております。

(渡邊准教授)

ありがとうございます。

ここで出てくる処分坑道というのが、実験の中では横穴というか、横に掘ってあるトンネルで、そこから人工バリア材と廃棄体を収める穴が掘ってあるような図になっていたかと思います。廃棄体と人工バリア材を収めると穴がピット、ピットが掘られている横穴が坑道ということでしょうか。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい。そうなります。

(渡邊准教授)

この図で割れ目と断層というのが入っているのですが、ここで調べるというのは、割れ目や断層の存在を見つけてそこに処分をしないような方法を調べるということになるのでしょうか。

それとも万が一、そこに処分をしてしまった場合にどういうことが起こるかということのをこれまでのデータからまとめるということでしょうか。このクエスチョンマークがどういう意味なのかが分かりづらかったのですが。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

先生のご指摘の通り、まずは場所を確認することが一つ。

それから場所を特定したのち、割れ目、断層の性質、特徴を把握した上で、ここは避けるべきものなのか、ここに何らかの対処、工学的な対処をした上で置けるのかを判断します。それが評価で、それらを含めて体系的にということと呼んでいます。

(渡邊准教授)

分かりました。ありがとうございます。

続いてですが、ヒーターの温度が 100℃を超えた状態でデータを取得することになるのですが、そこで取得するデータについて、具体的に教えてください。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい。計画書ですと、36 ページの上のほうに図があると思うのですが、これが外国で

行っている HotBent というプロジェクトになります。そのことについて回答を読ませていただきます。

HotBent プロジェクトでは、坑道に設置されたベントナイトの内部及び岩盤との接触部において、温度、間隙水圧、相対湿度、水分量、全圧力、熱伝導率、変位、ガス組成のデータが取得される予定となっております。

(渡邊准教授)

ありがとうございます。

これは1の1で取得しているデータとかなり重なる部分があるという理解でよろしいでしょうか。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい、そうです。人工バリアを対象としておりますので、計測するデータは概ね一致するものになります。

(渡邊准教授)

分かりました。ありがとうございます。

(北海道 水口局長)

はい。ありがとうございました。

続きまして、幌延町からの質問です。お願いします。

(幌延町 角山企画政策課長)

はい。幌延町です。

高温度等の限界条件下での人工バリア性能確認試験について質問をさせていただきます。

海外では175℃・200℃条件下で試験を行っているとの36ページの図ですが、幌延深地層研究計画での研究における設定温度が何度か伺います。

また、安全裕度の評価が、人工バリア品質設定等にどのように反映されることになる可能性があるのか併せて伺います。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい。回答します。

幌延の人工バリア性能確認試験では、100℃未満の温度条件で試験を行ってきました。

これは、日本や国際的な人工バリアの上限温度の設定温度を参考にしております。

スイスの試験の計測結果に関する情報を入手しておりますけれども、このスイスでは約

125℃が制限温度となっています。

日本やスイスを含めた世界各国は、より人工バリアにとって厳しい条件の高い温度での挙動と制限温度の裕度を示すことで、地層処分システムの安全裕度を示すことに寄与できると考えて研究を進めています。

十分な合理的な設計が出来る可能性があります。

(北海道 水口局長)

よろしいでしょうか。

(幌延町 角山企画政策課長)

今、ご説明のあった制限温度の緩和とは、より高い温度でも、という理解でよろしいでしょうか。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい。そうなります。

(幌延町 角山企画政策課長)

ありがとうございます。

(北海道 水口局長)

続きまして、亀田先生からご質問をいただいております。先生お願いします。

(亀田准教授)

図 23 の計算結果についてですが、スメクタイトのイライト化反応はメカニズムについてもよく分かっていないことが多いので、実際に予測するのはなかなか難しいことだと思います。今回は文献 3 の速度式を使っていますが、それ以外にも提案されているものがあるので、他の速度式を使うことも検討してはいかがでしょうか。質問というかコメントになります。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

今、ご指摘をいただいた点、拝承いたします。

他の速度式についても検討を進めます。

(北海道 水口局長)

続きまして、亀田先生、②のご説明もお願いします。8 ページになります。

(亀田准教授)

これは図 25 ですね。よく分からなかったのですが、図 25 の右の白い背景でいくつかプロセスが示されていますけど、一番上の高温蒸気による変質の所には、括弧で膨潤圧低下、透水係数上昇と書かれていますけど、それ以外のプロセスでも、例えばシリカのセメンテーションであつたり、膨潤圧低下とか、透水係数を変える効果があると思います。なぜこの一番上の高温蒸気による変質のところだけにそういうことが示されているのか、その辺りがちょっと分からなかったので教えていただきたいと思います。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

この図ですけど、白背景の現象の相互関係を考慮して作成したものではありません。相互に関連するものもあれば、独立的に生じるものもあります。

例えば、シリカのセメンテーションは高温蒸気との反応によっても生じますが、蒸気ではなく高圧下での高温の水との反応によっても生じると考えられます。

いずれにせよ、これらの現象は文献調査により抽出されたものでありまして、今後、それらの相互関係とか、発生する現象が人工バリアに期待される機能に与える影響などの点から重要と考えられるもの点について、検討を進めてまいります。

(北海道 水口局長)

先生いかがでしょうか。

(亀田准教授)

そうすると、括弧して書かれていないのは、どういう効果が出てくるのが現状ではよく分かっていないということになるのですかね。ちょっと、今の回答ではよく分からなかったのですが。

(原子力機構 佐藤副所長)

すいません。これから内部でも検討させていただきたいと思います。
ありがとうございます。

(北海道 水口局長)

ありがとうございました。

ここの部分で、処分概念オプションの実証に関していただいたご質問は一旦ここまででございますが、この時点で、追加で何かご質問があれば。

石川先生お願いします。

(石川教授)

追加で質問をさせていただきたいと思います。

この計画書を読んでいきますと埋め戻し材、緩衝材といろいろと書いています。埋め戻し材は基本的にベントナイトを使っていらっしゃると思いますけど、発生土を使うようなことはあるのですか。基本的にはないですよね。発生土は使わないですよね。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

埋め戻し材は、発生土にベントナイト等を混ぜたものと考えています。

それは基本的には、そこで発生したものを元に戻すことをベースに考えています。ただし、それだけではなく、先ほども説明している、各種放射性物質の流れを遅らせるとか、そういういわゆるバリアの機能を持たせることを考えるとベントナイト等を混ぜたものと考えています。

(石川教授)

ということは、書いてある物についても、材料が少しずつ変わってきている可能性があるということですよ。

埋め戻し材といったものでも、例えば、ベントナイトを混ぜる混合率が変わると、土質の特性が変わることか、そういったことがあると思うのです。

そういうことは、しっかりと記載されたほうがよろしいのではないですかね。

これを見ても分からないのですけれども、例えば、ベントナイトのブロックとベントナイトを転圧するものと両方を使っていますよね。埋め戻しの際に。多分、密度とか空隙率といったものが、違っているだと思いますが、そうすると、やはりそれぞれ違った材料として考えたほうが良いと思いますし、例えば、発生材を混ぜ、混合土とする際には、違ったものになると思いますので、そういった表記については、ある程度区分をして記載されたほうが良いと思いました。

一般の方が読んでも緩衝材って、何を使っているのか、なかなか分かりにくいのだと思うのです。その辺りについて明確に。巻末に語句の説明がございますので、そういったものに少し書いていただければいかがでしょうかと思いました。

それから、それに関連してですが、規格とか基準とか、この条件ではこういったものを作るとか、こういった材料を使うと、そういった基準についてもこの検討の中では考えていくのですか。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

ありがとうございます。

まず一つ目のところ、人工バリア性能確認試験が始まって大分年数も経っているということで、なかなか毎年の計画書のほうでは記載をしておりませんが、人工バリア性能確認試験の、最初にこの試験を始めるに当たっては、埋め戻し材の基本物性とか

いろいろ調べまして、その上で材料選定等を行って、その上で施工を行ったということになります。そのため、毎年そのようなことを記載すると、ちょっと分量的に難しいと考えます。ただし、先生ご指摘のどのような材料を使っているのかというところは、ご指摘のとおりだと思いますので、今後工夫していきたいと思いますが、一応そういう形で、幌延でどのような埋め戻し材を対象としているのかというところは、きちんとデータを取った上で、報告書としても出しているところでございます。

(石川教授)

ということは、基本となる材料は決めていて、それに対して、例えば、施工上のばらつきとかそういったものについては一応確認をするけれども、決めてある基準の中で、状況に応じて施工方法を変えるということですか。

先程説明のあったボーリング坑と普通の坑道は大きさがかなり違いますし、また坑道のほうは転圧材とブロック材を併用している形になっていました。そうすると必ずしもボーリング坑の実験結果というものが、そのまま適応できるとは限らないと思うのですが、そのようなことを考えると、それぞれについて、状況に応じて、施工方法についてはそれぞれ決めていく。決めていく過程の中で、得られた物性のデータであるとか、そういったものを使ってシミュレーションをしながらより適切な方法を検討していきたい、そういう考えでよろしいでしょうか。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

今、先生がおっしゃるとおりで、まず幌延で全てのいろいろなパターンを確認できればよろしいと思うのですが、あくまでも幌延ではある一つの事例について検証しているということであると我々は考えております。その上で、室内試験等でいろいろな条件で行っておりますので、そういうものをデータベース的なものと捉えて、その中の一つを現地で実際に確認すると。そのようなステップと考えていただければと思います。

(石川教授)

最終的には全て実験することは出来ないと思いますので、シミュレーションを使いながらパラメトリックなスタディをしていくというイメージだと思うのですが、それ以外にやる方法がないのかなというのがありますし、長期にわたる現象ですので、そういったものも必要だと思うのですが、そういったことがもう少し理解しやすく説明していただけるとありがたいなというところでございます。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

ありがとうございます。

(石川教授)

あともう一点は、先程 100°Cの話がされていて、先行事例がありますというご説明をされていたと思いますが、説明の中で、考えられるいろいろなシナリオがあるという話をされていたと思うのですが、先程も説明していただいたのですが、具体的にどういったシナリオを考えていらっしゃるのでしょうか。それがこれまでの先行研究で網羅されている状況であれば多分問題はないと思うのですが、それ以上となった場合はしっかりと試験をするということになると思うので、具体的にどういったシナリオについて考えていらっしゃるのか、それについて簡単に説明していただけるとありがたいです。

(原子力機構 岩月深地層研究部長)

先行事例をスイスの研究所でやられていて、坑道を実際に、先生が言われたようにいろいろな指標を踏まえて埋め戻し材の仕様を決めて、発熱体の周りを粘土ブロックだったり転圧だったりいろいろありますけれど、そういった形で埋め戻して、それを発熱条件で周りがどうなるのかというのを観測するような試験がやられております。

シナリオの整理というのは、基本的に、先程のシミュレーションの話で、熱-水-応力-化学というパラメーターごとに分けてやって、それぞれがどういう相互関連で値が変わっていくのかというのを、主に粘土材料の中で見てやると。先程の質問でもありましたけれども、鉱物相の変化もシナリオに効いてきますし、パラメーターの変化はシミュレーションで解析してやるわけですがけれども、鉱物相の変化は観察で確認してやると。基本的にはどの程度の温度でどういったことが起こるかというのをシナリオ化してやって、どれぐらいの温度までだったら今、我々が持っている知見で対応できるのかというのを確認していく流れになっていくと思います。

これは海外でやっている試験を参考に出来るので、そのシナリオが日本で適応できるのであれば、そのままそれを使うということになります。

(石川教授)

分かりました。ということは、現在持っているデータを使いながら少しシミュレーションをしてみて、なにかしらの違ったシナリオが出てくるようであれば、さらに詳しい検討をしていくというお話ですね。

(原子力機構 岩月深地層研究部長)

そうです。

(石川教授)

分かりました。ありがとうございます。

(北海道 水口局長)

先生、ありがとうございました。本日は今日用意した資料等の説明を全て機構から受けたいと思っておりますので、4年度の計画に関しましては、途中でございますが一旦ここまでとさせていただきますと思います。

残りの質問については次回していきたいと思っております。また、今回新しく出た資料もありますので、追加で質問等ございましたら、また後日事務局のほうにお知らせいただければと思います。

それでは、次の議題でございますが、国際共同プロジェクトに関しまして、機構から説明を受けたいと思っております。お願いいたします。

(原子力機構 岩月深地層研究部長)

先程の続きで 23 ページ目です。国際プロジェクトのところですか。めくっていただいて 24 ページ目からです。

国内外の関係機関の資金や人材を活用することの取組ということで毎年説明しておりますので、令和3年度の実施内容と令和4年度の計画ということで最初に説明します。

まず令和3年度ですが、一番上からの幌延国際共同プロジェクトに関わる取組ということで、後程、詳しく説明しますが、国内外の研究機関や実施主体に働きかけを行って国際共同プロジェクトの準備会合への参加を募集、それから、それに基づいて準備会合というものを行っております。

次に、DECOVALEX というものがありますけれども、先程の熱-水-応力-化学連成解析開発モデルの開発を各国の機関が行っておりますので、その研究グループの中に入ってやっています。研究グループの中で、幌延の先程の人工バリア性能試験ですね、それを共同で解析するというテーマとして採用していただいておりますので、各国の機関とそれを協力して行っています。

それから、Pacific Rim Partnership ということで、これは環太平洋地域の研究機関で研究協力をしています。主に人材育成や相互教育テーマについて参加機関と協議しています。

それからトレーニングコースということで、計画はしていたのですが、これはコロナの影響で実際には開催できないということで延期になっています。あと、国際化に向けた取組を推進ということで、原子力機構ではなくて OECD/NEA と資源エネルギー庁ですね、経産省の資源エネルギー庁が主催するワークショップが9月に開催されております。それへの協力をしています。

25 ページ目にいっていただいて、令和4年度の計画ということで、基本的には今説明した項目を引き続き続けていきます。

特に、コロナが収束してきたら、トレーニングコースを夏頃やるということと、一番下の国際化に向けた取組ということで、資源エネルギー庁と OECD/NEA の共同ワークシ

ヨップというのが令和4年度の上期、幌延で開催予定ということで計画されておりますのでこれへの協力をするということがあります。

次のページに行ってください、幌延国際共同プロジェクトについてです。

先程、説明しましたが、新しく幌延で国際共同プロジェクトを開始しようということでOECD/NEAの協力の下、進めております。

このプロジェクトの大前提としては、令和10年度末までを限度として実施することと、幌延町における深地層の研究に関する協定書を遵守して行うということがまず大前提になります。

目的は、各国の研究機関と先進的な安全評価技術とか工学技術に関わる研究の成果を、一緒にやることで最大化するということが挙げられます。

実施内容についてですが、基本的には令和2年度以降の研究計画を推進するために行うということになりますので、そのいくつかあるテーマの中で、国際的に関心が高く参加する国がたくさん出そうなテーマということで、主に物質移行試験と、先程來說明している処分技術の実証と体系化、それから人工バリアシステムの解体試験、この三つのテーマについて、今、共同でやる相手を募集して調整をしているところになります。

次のページに行ってください、具体的に、海外の機関と何をやるのかということで、まず物質移行試験についてですが、基本的には堆積岩の中でトレーサー試験とか、あるいはサンプルを取って室内試験をやって、三次元的に物質がどのように動いていくのかという物質移行モデルを作るということが大目標になります。

その中で予測解析をしてやったり、検証のための再試験をしたりとか、そういったことをやっていくことを考えています。

これは現場の試験だけでなく、廃棄体の設置の判断、先ほどご質問がありましたピットの位置、間隔の設定とか、体系化に関わる検討にそのまま反映していくということを想定しています。

次のページにいてください、処分技術の実証と体系化ということで、繰り返しのようになりますが、先ほど杉田が説明したように、実際の坑道を掘って、どの場所に廃棄体を、どういう間隔で置いたらいいのかというのは、地質の状況を見ながら検討されていくこととなりますので、どういった調査をやったらいいのか、どういった解析をやったらいいのか、どうやって設計したらいいのかなど、そういった考え方を海外のいろいろな地質環境でやっている国々と比較しながら、検討していくということになります。得られる成果としては、それらの考え方とか、どういう基準で廃棄体を置く場所を決めたらいいのかというものが整理されるだろうということになります。

次の29ページ目に、実規模の人工バリアシステムの解体試験、これについては今までの議論でもありましたが、実際に現場で人工バリアシステムの場所がありますので、そういった場所で得られているデータを使って共同で解析をやって確認していくということになります。

30 ページにあっていただいて、今までどういう進捗かということなのですが、まず、昨年度 10 月末頃に募集をかけて、興味があると言ってきた機関と準備会合というのをやっています。それは、各機関がまだ参加するとか決めなくて、一旦、何ができるか考えましょうという打合せになります。

それを 3 月の初めにやりまして、このときは 53 名が参加しています。

参加した機関はここに書いてありますけど、イギリスやオーストラリア、台湾などで、協議した内容は、まず令和 2 年度以降の研究テーマ、あるいはスケジュールについて、OECD/NEA が事務局としてサポートする立場になりますけど、一般的な手続きとか、知的所有権の取扱いなどについて各機関に説明を行ったということになります。

今後の予定ですけども、複数回の準備会合を行って、秋頃を目指して、共同研究の契約を締結することを考えています。

今回は 5 月中旬、それと 6 月中旬に会合を開催するように、今、スケジュールを調整している状況です。以上になります。

(北海道 水口局長)

共同研究に関しての説明をいただきましたが、研究内容に関しては、幌延で行っている研究計画の範囲内というふうに理解をしておりますが、いくつか質問をさせていただきたいと思います。

資料の 4-2 で事前の質問はまとめております。

まず、二つに分けて、国外の機関との研究協力に関する質問と、今回の幌延国際共同プロジェクトの二つに分けております。

まず 1 ページ目は、様々な機関とやっております国外の機関との研究協力に関して五ついただいております、まとめて質問させていただきたいと思います。

(幌延町 岩川副町長)

私のほうからは、環太平洋地域における地下研究施設を活用した国際協力についてお伺いしたいと思います。

計画書でいくと 60 ページになるのですが、この国際協力ではどんな施設活用、研究協力を行っていますかという質問です。

それと、6 番目です。ここでいう施設活用とは、幌延の地下研究施設の活用ということをご想定しているのですか、ということ。それとも、他国の地下研究施設の活用をご想定されているのかどうかということをお伺いしたいと思います。

7 番目では、施設を活用する場合の具体的な形態を教えてくださいと思います。

8 番目では、幌延での施設利用や研究を行うに当たっては、これは言わずもがなのことですが、放射性物質を使用することはありませんねという確認です。

9 番目は、幌延で研究協力する場合は、国外及び国内機関が三者協定を認識し、遵守

して研究活動するという仕組みはとられていますかという質問です。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

杉田より回答いたします。

まず5番目です。環太平洋地域における地下研究施設を活用した国際協力、これには米国のサンディア国立研究所、韓国の原子力研究所、台湾の工業技術研究院、オーストラリアの連邦科学産業研究機構が参加しておりまして、各国の研究施設を活用して知見の情報交換や、研究施設の訪問・見学、研究施設での教育などに関して相互協力をしています。

6番目の確認事項ということで、まず施設活用には幌延の地下研究施設のほかに、韓国の地下研究所、米国、台湾、オーストラリアの研究施設も含まれております。

それから7番目です。今年度は6月から7月にかけて、米国のサンディア国立研究所から各国の若手研究者に対してシミュレーション技術の講習が複数回行われる予定です。

幌延の施設を直接活用することではなく、データなど情報の活用のみとなります。幌延の施設の活用については、今後、検討することになります。

それから8番目です。幌延の施設を利用する場合において、放射性物質を使用することはありません。

最後、9番目です。三者協定を遵守し、機構が主体となって機構の研究目的や課題と整合して、機構の責任において研究施設を管理運営しています。

また、幌延国際共同プロジェクトにおいては、契約書への三者協定を尊重する旨の記載などについて調整を進めることとしております。

(北海道 水口局長)

ありがとうございました。

幌延国際共同プロジェクトについては、後ほどまた質問しますが、それ以外の国内外の機関との研究協力に関して、今、確認されたいことございましたらお受けいたします。

また後日、気がついたことがありましたら事務局にいただければと思います。

次の質問に移っていきたいと思います。

資料4-2の2ページでございます。今、検討されている幌延国際共同プロジェクトに関してです。

幌延町から基本的な事項について、五ついただいておりますのでお願いいたします。

(幌延町 岩川副町長)

幌延国際共同プロジェクトについてお伺いしたいと思います。

これにつきましては、当初計画申し入れの際に、計画書に開かれた研究、国際的な研究拠点形成ということで書かれていたと思うので、地元としてはようやくここまでできたかということで、大きな期待感を持って受け止めているというふうに感じております。

一方、私たちはこの研究プロジェクトが協定に沿って行われるかどうかということを確認していかなければならないので、これからお伺いさせていただきたいと思います。

10 番目ですけれども、幌延国際共同プロジェクトの目的や意義について教えてください。

11 番目としては、想定している研究開発というのはどういうものなのでしょうか。

12 番目は、共同研究期間はいつからいつまでを予定していますかということです。研究期間内に収まるのでしょうかということです。

13 番目としては、共同研究は地下施設のどの場所で行う計画なのでしょうか。深度 500 メートルの調査坑道で実施するものなのか、また、ほかに別の場所でも考えられているのかということをお伺いいたします。

14 番目といたしましては、国際共同プロジェクトの実施によって得られる成果としては、どのようなことを想定されているのでしょうか。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

まず、10 番目の目的と意義です。幌延国際共同プロジェクトは、アジア地域の地層処分に関わる国際研究開発拠点として、幌延深地層研究センターの地下施設を利用した深地層での研究開発、国内外での機関で協力しながら推進するものです。

このプロジェクトが先進的な安全評価技術や工学技術に関わる研究開発の成果を最大化するとともに、知識と経験を共有し次世代を担う国内外の技術者や研究者を育成することを目的としております。

次に、11 番目ですが、先ほどの説明のほうで説明させていただいておりますけど、幌延国際共同プロジェクトでは国際的に関心の高い項目を行います。この三つです。物質移行試験、処分技術の実証と体系化、実規模の人工バリアシステム解体試験です。

括弧の中は、令和 2 年度以降の幌延深地層研究計画に対応する課題名について示しております。

それから 12 番目です。契約締結後から令和 10 年度までとしております。

それから 13 番目です。深度 500 メートルの掘削坑道での研究も対象になります。深度 350 メートルまでの既設の坑道も利用いたします。

それから 14 番目です。幌延深地層研究センターの地下施設を利用した実際の深地層での研究開発を国内外の研究機関と協力しながら推進することにより、先進的な安全評価技術や工学技術に関わる研究成果が得られ、令和 2 年度以降の幌延深地層研究計画の成果の最大化を図ることができます。

また、幌延国際共同プロジェクトの実施により、国内外の技術レベルや経験量が異な

る技術者や研究者の交流が生まれることにより、各々の技術者・研究者が自らの技術レベルを認識し、より進んだ知見を得ることで人材の育成に寄与できることとなります。

(幌延町 岩川副町長)

1点だけ。11番目に関連した質問ですが、説明資料27ページに物質移行試験の説明があり、右の図に室内試験ですとか原位置試験Ⅰ・Ⅱですとか、三次元物質移行モデルの構築と書いているのですが、幌延の施設で実際に実施しようとしているのはどの部分ですか。

また、参加機関はそこにどのような携わり方をするのでしょうか。

(原子力機構 岩月深地層研究部長)

基本的には、先ほど説明したものは幌延で行うものになります。

参加機関がどの部分を分担するのか準備会合で議論を進めていくことになりますが、大きく分けると、現場でやる試験、それから得られたデータを使って、いわゆるコンピューターシミュレーションというか、解析技術の開発をしたりするもの、それから室内で水とか岩石試料を使って分析などをするというような、大きく分けると三つぐらいが考えられます。

それぞれの、海外の機関、日本の機関の得意分野がありますので、得意分野で協力していただければと思っています。

(幌延町 岩川副町長)

室内試験は。

(原子力機構 岩月深地層研究部長)

室内試験は必ずしも幌延でやるものではないです。

(北海道 水口局長)

確認ですけれども、現地でやるもの、坑道の中などでやるものは幌延でやるのでしょうか、研究者が持ち帰って解析したり分析したりはどこでもできることなので、研究所でやるものもあれば、皆さん持ち帰ったその国々の研究所で分析してもらって持ち合うという理解でよろしいですね。

(原子力機構 岩月深地層研究部長)

解析技術は、ほかの共同研究もやっていますが、基本的には海外がそれぞれ自分のところのソフトウェアを持っているので、あるいは日本の他の機関もそれぞれのソフトウェアを持っていますので、コロナ禍でもやっていけるということです。

(北海道 水口局長)

ありがとうございました。

この研究に関しての内容や目的、期間、成果など基本的な事項の質問ですけれども、ここで確認されたいことがもしありましたら伺いますが、何かありますでしょうか。

ひとまず先に進めさせてもらいます。

続きまして、3ページ、道からでございますが、現在の検討、調整状況についての質問をさせていただきたいと思えます。

道からの6ですけれども、このプロジェクトが令和3年度において参加機関と協議・調整していると思えますけれども、その結果、令和4年度ではこういったスケジュールで行うのかという質問でございます。

あと、先ほど触れましたが、道の7ですけれども、国際共同プロジェクトに参加することになった場合、NUMOはこのプロジェクトでこういった役割を担い、何をするのか。

8番ですが、NUMOに幌延の研究所を貸与しないことになると思うのですけれども、NUMOはそういった中でも共同プロジェクトの役割を果たすことができるのかという質問です。ご回答をお願いいたします。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

まず、6番目について、幌延国際共同プロジェクトの準備会合では、共同研究契約の締結に関わる研究分担や研究成果の知的所有権、費用分担などについて議論いたします。

令和3年度は、3月4日に第1回の準備会合を行いました。先ほどの説明のスライドにあったとおりですが、8つの国と地域から10機関が参加しました。

準備会合では、令和2年度以降の幌延深地層研究計画に基づく三つの研究課題、スケジュールについて概要を説明しました。

また、OECD/NEAからNEAが事務局となる国際共同プロジェクトに関わる一般的な諸手続きや知的所有権の取扱いなどについて説明をされております。

令和4年後半まで関係機関間で準備会合を複数回開催しまして、その後、各機関とNEAを軸とした共同研究契約を締結してプロジェクトを開始する予定となっております。

7番目です。幌延国際共同プロジェクトにおける各参加機関の役割分担は、今後の準備会合において整理されていくこととなりますが、全体として、原子力機構が設定した課題の範囲内で、各参加機関が興味のある課題に取り組み、得られた成果を共有することとなっております。

NUMOが幌延国際共同プロジェクトに参加する場合は、他の参加機関とともに幌延国際共同プロジェクトの各項目の試験の計画立案、データ整理、モデル化・解析、試験結果の評価を行うことを予定しています。

8番目です。三者協定を遵守する立場から、NUMOへの貸与は行いません。その上で、

NUMO が参加する場合は、先ほどご説明した内容を予定しております。このため、貸与せずとも NUMO はその役割を果たせると考えております。

なお、NUMO は幌延深地層研究センターでは、上記のことに必要な現場確認やプロジェクトに関する議論、打合せを行うことはありますが、現場作業を行う予定はありません。

(北海道 水口局長)

分かりました。続きまして 4 ページに入りたいと思います。

道の 9、幌延町の 19 番、似ているので私がまとめてもよろしいでしょうか。

まず、道の 9 から、NUMO へ幌延の研究所を譲渡・貸与しないことを、契約も含めどのように担保するのか、幌延町の 19 ですけれども、幌延で共同研究活動する場合、参加機関に三者協定を認識・遵守させる仕組みをどのように整え、参加機関との共同研究契約に三者協定遵守事項がどう盛り込まれるのか。併せてお願いします。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

後半の回答のほうについては同じ対応を記載しております。

まず、北海道及び幌延町との三者協定は、幌延深地層研究センターが深地層研究計画を進めるに当たって大前提と認識しておりまして、引き続き遵守していきます。

NUMO も含め参加機関には、その範囲内で活動することを明示的に共有・確認するようにし、それを担保する方法については検討してまいります。

次に、幌延町の 19 番目は、三者協定を遵守し、機構が主体となって機構の研究目的や課題と整合して、機構の責任において研究施設を管理運営しています。

NUMO も含め参加機関は、先程の回答と同じになります。

(北海道 水口局長)

分かりました。幌延町もよろしいですか。続きまして、幌延町の 20 の質問です。お願いします。

(幌延町 岩川副町長)

これも当たり前のことなのですが、共同研究では放射性物質を使用することはありませんねという確認です。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

幌延の施設を利用する場合において、放射性物質を使用することはありません。

(北海道 水口局長)

それでは道からの質問、二つ。10 と 11 をさせていただきたいと思います。

この幌延国際共同プロジェクトについて、プロジェクトの進捗状況にかかわらず、幌延深地層研究計画の研究期間は令和 10 年度までとなっておりますので、プロジェクトがどのような進捗であろうとも延長されることはないという理解でよろしいでしょうか。

あと、この共同プロジェクトの目的に、技術者や研究者を育成することとなっておりますが、こうした技術者や研究者の育成というのは、令和 2 年度以降の幌延深地層研究計画のどの部分に該当するのか説明をお願いします。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

まず、10 番目です。

幌延国際共同プロジェクトは、プロジェクトの進捗に関わらず、令和 2 年度以降の幌延深地層研究計画の研究期間内で実施します。令和 2 年度以降の幌延深地層研究計画の研究期間は令和 10 年度までとなっております。

それから 11 番です。

当初計画、深地層研究所（仮称）計画（平成 10 年 10 月策定）、こちらでは、9.1 国際的研究拠点の形成として、国際共同研究を進めることや、海外の研究者の招聘等を積極的に進めることを記載しております。

また、令和 2 年度以降の幌延深地層研究計画では、国内外の関係機関の資金や人材を活用することとしております。

この幌延国際共同プロジェクトは、先進的な安全評価技術や工学技術に関わる研究開発の成果の最大化を目的に、国内外の機関で協力しながら研究開発を進めるものとなっております。このような形で研究開発を進め知識と経験を共有することで、結果として、次世代を担う国内外の技術者や研究者の育成も達成できると考えております。

(北海道 水口局長)

それでは、5 ページですけれども、幌延町の 15 番と 16 番、ロシアの関係なのですが、お願いします。

(幌延町 岩川副町長)

参加機関を見ますと、ロシアの機関が含まれているようですが、ロシアのウクライナ侵攻による影響というものはないのでしょうかというのが 15 番です。

16 番はロシア以外の参加国、参加機関からの拒否反応といったものはないのでしょうかといった質問です。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい、まず 15 番目です。幌延国際共同プロジェクトの正式な協定締結の前の段階ということもありまして、第 1 回準備会合へロシアが参加しましたが、今後の対応については OECD/NEA や国などと相談してまいります。

それから 16 番目ですが、これまでのところ拒否反応ということは来ておりません。

(北海道 水口局長)

それでは幌延町からの質問で 17 番と 18 番をお願いします。

(幌延町 岩川副町長)

はい。17 番では、過去これまで海外からの研究者の方々が幌延に来られて国際会議等を実施していたこともあったと思いますけども、今回の幌延国際共同プロジェクトとこれまでやっていた国際協力みたいなものの違いというものは何なのか、大きな違いというものは何なのでしょうかとこの質問です。

18 番目は、幌延国際共同プロジェクトで研究者等が幌延に来る頻度ですとか、滞在期間というのはどのくらいと想定しているのですかという、ちょっと今の時点で答えられるか分かりませんが、よろしくお願いします。

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい、17 番目です。これまでに、幌延の人工バリア性能確認試験を通じた解析技術の開発に関わる国際共同研究では、試験の状況などの確認を目的とした地下施設の視察を含めて、幌延で会議を行いました。

また、国際機関の IAEA が行う地層処分に関する研究者育成のトレーニングコースでは、幌延を題材として実習、これは座学と地下施設の視察ですけれども、こういうものを行っております。

幌延国際共同プロジェクトでは、研究計画の立案から試験の実施、試験結果の評価までを参加機関と協働で行います。この参加機関と協働で作業を行うことがこれまでの国際的な取り組みと大きく異なる点です。

なお、地下施設における試験は現場の安全管理などを伴うことから、原則、原子力機構が行うこととなります。

それから、18 番目です。会議、地下施設の視察、人材育成のための実習などの目的に応じて、幌延国際共同プロジェクトに関わる研究者などの来訪頻度や滞在期間は変わると想定されます。

プロジェクト開始前の現段階では、来訪頻度や滞在期間についてお答えすることができません。

(幌延町 岩川副町長)

17 番目についてちょっとお伺いしたいのですが、そうしますと、国際的に関心の高い三つの項目については、これまでのやり方ですと原子力機構が単体で研究計画の立案から試験の実施、評価まで行っているところですが、幌延国際共同プロジェクトというステージをつくって、三人寄れば文殊の知恵と言いますか、各機関の、さっき得意分野とおっしゃっていましたが、最新の知見や技術を持ち寄って計画の立案から試験の実施、そして評価までを協働して実施することで地層処分技術の信頼性をより高めて、あわせて人材育成していくのだと、そういったような理解でよろしいでしょうか？

(原子力機構 杉田グループリーダー)

はい。今ご理解いただいたとおりです。

(幌延町 岩川副町長)

分かりました、ありがとうございます。

それで 18 番目ですけれども、多分、今の時点では滞在期間だとか人数だとか分からないかもしれないのですけれども、イメージとしてですね、各参加機関の研究者が幌延に一堂に会するようなことになるのか、それとも各機関が個別に幌延に来て、機構と一緒に活動をするというイメージでしょうか？

(原子力機構 佐藤副所長)

はい、佐藤です。私どもも海外の機関が主催する国際共同プロジェクトに参画していた経験もあります。

そういったものを見ていると、今、岩川副町長がおっしゃったような一堂に会して行うようなワークショップみたいな形の会議というものもあります。そうすると結構な人数の人が集まって議論したり、あるいは個別の課題ごとに集まって、それぞれサブのワーキングを開催したりだとか、そういったことで1週間くらいそういったワークショップが開催されるというのがよくあるパターンです。

あと、それぞれ個別の機関がそれとは別に視察に来訪するというのも多分想定されるんじゃないかなとは思いますが。大体一般的なことだとそういうことになりますので、私ども幌延のプロジェクトについても大体同じことが予想されるのかなというふうに思います。

(北海道 水口局長)

ありがとうございます。

すみません、道からの質問が漏れていまして、4ページの道の9と幌延町の19のところに関わって、もう一つ質問があったのですけれども、三者協定の遵守や尊重、確認というものをどのように今後担保していくのかということについては今後検討してい

くということのご回答をいただいていたけれども、今年度については準備会合を第2回は5月の中旬、第3回は6月中旬と、そして契約の基本的なものは年内で、研究契約は年度内だったと思うのですけれども、そういったスケジュールの中で、いつ頃には明確にお示しいただける予定なのか。

当然先方がたにご説明したり提示したりすることから考えると、この準備会合の中でどういった考え方なのかというのが示されるべきなのかなと思うのですが、今のところどういった考え方なのか、もし分かればお答えいただきたいと思います。

(原子力機構 佐藤副所長)

はい、おっしゃるとおり今後何回か準備会合を開催しますので、その中で決めていきたいというふうに考えております。最終的な契約は今年度下期を予定していますので、上期のうちには片付けたいというか、決着させたいなというふうに思っております。

(北海道 水口局長)

はい、分かりました。国際共同プロジェクトの関係は事前に用意しました質問は以上ですけれども、今回いろいろ説明がございました、はいどうぞ。

(原子力機構 柴田所長)

幌延センターの柴田です。一点訂正をさせていただきたいのですが、幌延町17の回答の中で、5ページです。

「幌延国際共同プロジェクトでは、研究計画の立案から」と書いてあるのですが、研究計画という言葉を使いますと誤解を招く可能性がございますので、研究計画自体は、令和2年度以降の幌延深地層研究計画の枠組みですので、3ページ目の道の8の3行目に類似の表現があるように、ここはあくまでも試験計画の立案、具体的な計画の中でどのような試験デザインにしたら良いか、そういったところを皆さんのお知恵をお借りしたいということです。恐縮ですが、ここは、「研究計画」ではなくて「試験計画」の立案とさせていただきます。

(北海道 水口局長)

はい、承知しました。国際共同プロジェクトに関しましての質問は以上ですけれども、時間の関係もございますので、今回初めて説明を聞かれた部分もございますので、もしご質問等ありましたら第2回に追加で行いたいと思いますので、一度ご検討いただきまして事務局のほうに先生方、ご呈示いただければと思います。今日のところはここで区切らせていただきます。

続きまして、議題の四つ目、これまで道から要請しました事項への対応についてでございます。

今回資料や説明が最初でございますので、今日においては説明を聞き置くというところでとどめさせていただきまして、説明と資料を見た上で、この場で確認したほうが良いというものについてはお受けしますが、具体的な質問については第2回以降ということで、今回は説明を聞くということにしますので、説明お願いいたします。

(原子力機構 岩月深地層研究部長)

時間も押してきていますので、手短にいきます。

資料の32ページ以降に令和3年度の北海道からの要請事項への対応ということで出しております。

基本的には500メートルにおける研究は「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」の範囲を超える研究はしないこと、計画については当然遵守していきます。工程が遅延する場合は、当然対応をとりますし、今のところそういったことは生じておりません。

33ページ目です。ここにも基本的に我々が守るべきことが書いていますので、それは当然守っていくことと、「令和2年度以降の研究工程」、毎年度の研究計画の巻末に進捗を示しておりますので、そういったもので丁寧に説明を差し上げていきます。

あと用語の使い方ですね、「埋め戻し」、こういった用語の使い方についてもいただいたコメントを反映して資料に落とししていきたいと思います。

34ページ目です。主に情報発信に係るところですけれども、報道機関を対象とした施設見学会、これは実際に令和3年12月に開催していたり、あるいはホームページをいろいろ工夫して改良していたり、あと次のページにもありますけれども、地下施設の見学を疑似体験できるバーチャルコンテンツですとか、こういったものを作って、コロナ禍でなかなか訪問できない方向けのものを充実しています。

35ページ目、36ページ目にそういったものを実際に来なくてもご覧になることができるものとして整備しております。

中身が、言葉がよくないかもしれないですけれども、小学生でも分かるくらいのを準備しておりますので、それぞれ大人の方も子どもの方も自分の見たいところを見ればいろいろ施設について分かるように対応しております。

あと参考資料として、令和2年度までの要請事項への対応として記載してありますが、これは基本的には継続になりますので、ここでは時間もないので説明を差し控えさせていただきます。

(北海道 水口局長)

今、簡単な説明をしていただきましたけれども、次回以降詳しく確認したいと思いません。

今のところで、これはどういう意味なのか、次回以降の質疑のために確認しておきたいことがございましたらお受けしたいと思いますが、何かございますでしょうか。

今回時間配分がうまくいきませんでしたけれども、今一度資料をご確認いただいて、不明な点がございましたら、次回質疑をしていきたいと思っておりますのでよろしくお願い申し上げます。

長い時間ありがとうございました。予定の時間となりましたので、議論はここまでとしたいと思います。ご協力いただきましてありがとうございます。

今回確認できなかった質疑につきましては、次回の確認会議で質疑しまして確認していきたいと思っております。

今回の説明の中で疑問に思ったこと、確認すべきことがございましたら事務局に質問をお寄せいただけたらと思います。最後に、その他で事務局から説明をさせていただきたいと思っております。お願いいたします。

(事務局)

事務局から四点説明させていただきます。

まず一点目、質問の募集についてでございます。本日の資料等につきましてはホームページで公開し、道民の皆様からの質問につきましては、5月15日までの間、質問を募集しております。

この質問につきましては、次回以降の確認会議で質疑を行う予定でございます。

二点目でございます。本日の質疑で疑問が残った部分につきましては、事務局において次回までに整理をいたします。また、構成員の皆様、それから専門有識者の皆様におかれましては、追加の確認、質問、資料の要求等がございましたら事務局までお知らせをしていただきたいと思います。

三点目でございます。事務局において本日の議事録を作成させていただきます。

ご発言いただいた皆様には、後日内容の確認をお願いいたしますので、期日までの提出・確認にご協力をお願いいたします。

最後、四点目でございます。最初に少し申し上げました次回の会議の日程でございますが、5月下旬くらいを想定しております。

今後、改めて日程調整をさせていただきますので、よろしくお願い申し上げます。事務局からは以上でございます。

(北海道 水口局長)

事務局からの説明でございました。何かご質問等ございますでしょうか。

よろしいでしょうか。

では次回に向けて、また日程調整等させていただきますので、どうぞよろしくお願い申し上げます。それでは事務局に進行を戻させていただきます。お願いします。

(事務局)

皆様、大変お疲れ様でございました。以上で第1回確認会議を終了いたします。

また、本日の議事録をゴールデンウィーク明けを目途に作成いたしまして、道、そして幌延町のホームページで公開させていただきます。

つきましては、ご発言等の内容につきましてご確認をお願いさせていただきますので、ご対応のほうよろしく願いいたします。

次回の確認会議の開催につきましては、改めてご案内させていただきます。引き続きよろしく願いいたします。

本日は、お忙しいところお集まりいただきまして、誠にありがとうございました。大変お疲れ様でございました。