

## 第 31 回深地層の研究施設計画検討委員会 議事録

【日時】 令和 4 年 12 月 20 日（火） 13:30～17:30

【開催方式】 オンライン会議を併用した対面開催

【出席者】 委員） 竹内委員長，川村委員，岸田委員，桐島委員，榊委員，下茂委員，所委員  
廣野委員，安原委員

機構） 地層処分研究開発推進部：瀬尾部長，濱次長，棚井課長，天野主幹 他  
東濃地科学センター： 笹尾部長，國分 GL，竹内副主幹 他  
幌延深地層研究センター：岩月部長，杉田 GL 他

オブザーバー） 岡山大学 西垣 名誉教授，電中研 長谷川 分野統括  
原環センター 江守 部長，NUMO 北川 グループマネージャー  
産総研 町田 研究グループ長

### 【配布資料】

資料 31-1 第 4 期中長期計画と研究開発の概況

資料 31-2 幌延深地層研究計画に関する第 4 期中長期計画と令和 4 年度の計画及び進捗

資料 31-3 超深地層研究所計画（瑞浪）に関する第 4 期中長期計画と令和 4 年度の計画及び進捗

【議事概要】（委員からの意見を「○」、機構からの回答を「⇒」で示す。）

冒頭、委員の互選により、竹内委員を委員長に選出した。その後、深地層の研究施設計画に関する第 4 期中長期計画と令和 4 年度の計画及び進捗について報告し、各委員の専門分野の視点からの意見、議論を頂いた。

### (1) 第 4 期中長期計画と研究開発の概況

本委員会の位置付け、第 4 期中長期目標期間における委員会の進め方及び令和 4 年度のスケジュール、ならびに地層処分事業や地層処分技術に関する研究開発に係る機構内外の動向等について説明した。

主な質疑は以下の通り。

○ 本委員会での役割について、幌延に対しては評価であるが、瑞浪に対しては助言となっている。意見する際に、その違いをどのように考えたら良いか。

⇒ 幌延については成果の目標に対する達成度や技術的な妥当性についてその評価としての意見を頂きたい。瑞浪については、地下水環境モニタリング調査結果やその取りまとめ方について、提案や助言などの意見を頂くということを考えている。

○ 第 3 期中長期計画における中間評価及び事後評価は、課題全体に対して行ったのか。それとも、個々の課題ごとに行ったのか。

⇒ 中間評価では、必須の課題ごと（幌延 3 課題、瑞浪 3 課題）に評価を頂き、事後評価では、評価の視点やポイントを事務局から提示した上で、全体的に評価して頂いた。

○ 瑞浪における研究開発は終了したとのことであるが、継続的に取り組む課題はないのか。

⇒ 瑞浪の 3 つの必須課題に関しては、目標を達成したという外部からの評価を頂いてお

り、課題は残っていないと認識している。

⇒ 同じく、評価を受けて幌延は 3 つの必須の課題について継続して取り組むこととしたが、瑞浪は当初の目的を達成したため埋め戻すこととなった。埋め戻しにあたっては、光ファイバーを利用した地下水水圧測定、地下水水質のモニタリングを実施している。本報告後に瑞浪でのモニタリングについて笹尾部長から説明があるので、委員の皆様からご意見を頂きたい。

○ 瑞浪でのモニタリングは技術開発のためではなく、埋め戻しの状況を確認するためのものと聞いているが、そのような認識で良いか。

⇒ ご認識の通り、瑞浪で実施しているモニタリングは、埋め戻し後の地下水環境の回復状況を確認することを目的としている。その回復挙動を考察する上でご助言を頂ければと考えている。地域の皆様や技術者にとっても重要な知見になると考えられるため、委員の皆様のご意見を頂きたい。

## (2) 幌延深地層研究計画に関する第 4 期中長期計画と令和 4 年度の計画及び進捗

第 4 期中長期計画と令和 4 年度の計画及び進捗について説明した。

主な質疑は以下の通り。

○ 幌延は既存の国際共同研究である DECOVALEX にも参画しているが、新たに国際共同研究 (Horonobe International Project、以下、HIP と記載) を実施する理由及び HIP と DECOVALEX の関係性についてもお伺いしたい。

⇒ DECOVALEX では、2012 年から 2015 年及び 2020 年から 2023 年の期間の共同解析課題として幌延の人工バリア性能確認試験を対象とした解析を提案し、採択されている。DECOVALEX では同じ課題が連続的に採択されるのは難しいこともあり、今後は HIP の中で機構が主導しつつ、共同解析を実施する予定としている。また、DECOVALEX での実施内容は人工バリアに関わる連成解析が中心だが、HIP では物質移行試験など他の課題についても取り組むこととしており、その知見は実施主体や規制機関も活用できる。

○ HIP は今回の説明を受けて初めて知ったが、欧州など、他国でも同様の取り組みはあるのか。

⇒ 欧州では地下研究所を活用した共同研究が積極的に進められてきている。HIP もできるだけ多くの機関に参加して頂けるように働きかけを行ってきた。

○ NUMO が HIP に参加する予定ということであるが、機構が北海道及び幌延町と締結している協定 (幌延町における深地層の研究に関する協定書、以下、三者協定と記載) には抵触しないのか。

⇒ HIP は機構が主体的に管理し、NUMO は幌延の施設で現場作業を実施しない内容で参画する予定であり、北海道及び幌延町による「幌延深地層研究の確認会議」においてご説明し、三者協定にある実施主体への貸与に該当しないことを確認して頂いている。

○ 深度 500m に構造物を建設する時の安全率ほどの程度に設定するのか。

⇒ 改めて確認の上報告する (\*）。なお、深度 500m に建設する試験坑道の離間距離は 3D (坑道径の 3 倍) としている。( \* 立坑施工の安全率では 1.85 を設定していることを後日質問された委員宛にメールにて報告した。)

- 幌延の必須の課題では体系化の項目があるが、体系化された技術というのは、瑞浪での成果と統合し、岩種などの地質環境が異なる地域においても通用する技術となるのか。
- ⇒ 幌延は海水起源の地下水が分布する堆積岩という地質環境であり、幌延での体系化研究では、そのような場において適用可能な技術や、その使い方を体系的に整理することとなる。
- ⇒ 瑞浪の成果も踏まえて、結晶質岩／堆積岩、硬岩／軟岩、淡水系地下水／海水系地下水というそれぞれの地質環境の組み合わせで整理することにより、ある具体的な地質環境を対象にした場合の調査の考え方や手順を概ね一般化できると考えている。
  
- 幌延で深地層の研究施設計画が実施されることとなったのはなぜか。
- ⇒ 当初計画していた幌延町での貯蔵工学センター計画を白紙とし、ここでの地質環境に着目して、改めて深地層研究所（仮称）計画を申し入れ、これまで研究を実施させて頂いている。
  
- 第3期中長期計画ではオーバーパック腐食試験などの原位置試験が実施され、第4期中長期計画でも掘削損傷領域での物質移行試験など、様々な原位置試験が計画されている。ただし、いずれの試験も海外の事例などと比較すると期間が短いように思う。成果の信頼性を高めるには、試験期間を定めずに、試験の経過を踏まえて柔軟に計画を策定することも重要ではないか。
- 幌延で参照している HotBENT プロジェクト（スイスのグリムゼルテストサイトで実施中）の試験場所では、元々は FEBEX という別のプロジェクトを実施していた。FEBEX では、一定期間ごとに試験継続のメリットとデメリットを検討し、参画パートナーも変遷しながら最終的には 18 年間継続した。HIP での原位置試験についても、継続することの優位性について検討すべきではないか。
- ⇒ 現在の幌延の研究計画では、令和 10 年度までに技術基盤を整備することとし、研究開発に取り組んでいる。その中で、効率的に成果が得られるように原位置試験などを計画しており、人工バリア性能確認試験のように、以前の期間も含め、全体で 10 年を超える長期的な原位置試験も実施している。試験の進め方については委員の皆様から今後ともご意見を頂きたい。
  
- 幌延も瑞浪も地殻変動が大きい場所であると認識しているが、日本の代表的な地質環境として付加体もあるため、幌延及び瑞浪において得られた成果をどのように検証し付加体へ適用することを考えているのか。また、地層処分では最終的に廃棄体を深部の地質環境に隔離し、封じ込めることが重要であり、このような技術をどのように提示していくのか。
- ⇒ NUMO の包括的技術報告書では付加体の特徴を踏まえたセーフティケースも検討されており、幌延での成果としての試験手法などがその検討にも貢献していると認識している。隔離という観点では、幌延で一部の坑道を隔離する試験に既に取り組んでいる。瑞浪は地下施設を埋め戻したが、環境回復を確認するためのモニタリングのみを実施している。今後、施設スケールでの隔離性能を確認していく必要がある。
  
- 成果の汎用性という観点では、幌延の人工バリア性能確認試験により得られる成果は地質環境特性に依存する割合が小さいと認識している。研究成果を取りまとめる際には、汎用性の高い成果であることを示すとともに、幌延の地質環境特性に依存する部分があ

る場合には、その内容を明記することが重要と考えている。試験期間についての議論があったが、掘削影響領域におけるトレーサー試験では、トレーサーが回収孔まで届かない場合を考慮し、想定される移行経路の途中でサンプリングするような代替案を検討することも効率的に進める上では有効であると考えている。

⇒ そのような検討も考えたい。

○ 令和 2 年度以降の研究計画では、天然バリアという表現がないが、天然バリアにおける調査研究については人工バリアの境界条件を設定するために実施していると考えて良いか。

⇒ 令和 2 年度以降の幌延深地層研究計画では、原位置試験の境界条件を設定するため天然バリア領域に相当する岩盤中の地下水モニタリング等を継続して実施している。

### (3) 超深地層研究所計画（瑞浪）に関する第 4 期中長期計画と令和 4 年度の計画及び進捗 第 4 期中長期計画と令和 4 年度の計画及び進捗について説明した。

主な質疑は以下の通り。

○ 坑道埋め戻し後の水質モニタリングの結果は、大規模なトレーサー試験の結果と捉えることもでき、地下環境の回復のメカニズムを理解する上で貴重なデータである。資料 31-3 の 24 頁と 25 頁にそれぞれ水質モニタリングの結果が示されているが、両者の違いは何か。

⇒ 24 頁と 25 頁では採水場所が異なっている。24 頁は地下施設の 100m 毎に設置した水平坑道である予備ステージから水平方向に掘削したボーリング孔での水質であり、岩盤中の水質を示している。25 頁は、埋め戻した立坑の埋め戻し材内部に浸透してきた地下水の水質である。

○ 地下水の水質はどこで分析しているのか。また、pH や Eh は測定しているか。

⇒ 地下水は採水ボトルで採水し、地上まで回収した後に分析している。pH、Eh も測定しているが、大気解放条件で測定しているため原位置での値を反映していない可能性がある。

○ 地下研究施設や地上からのボーリング調査で取得されたデータは大変貴重である。瑞浪のデータは公開されているようであるが、幌延のデータも含めて今後はどのように対応されるのか伺いたい。機構のデータを統一的に格納する拠点を構築すると良いのではないか。また、データを公開する際にはデータポリシーも明確にすることで、利用者の利便性も向上すると考えられる。

⇒ これまでに取得したデータは外部の研究者等に広く活用して頂くため、未だ整理していないものもあるが公開している。なお、外部資金を通じて取得したデータの公開方法については、契約先との契約条項に基づくこととなる。

○ 生データだけでなく、熱力学データやガラスの溶融に関するデータなども非常に充実したデータベースとしてまとめられているので、データベースの存在を積極的に周知してほしい。データベースについては、品質管理の観点から、データの背景情報を付記することも重要である。また、分配係数 (Kd) や拡散係数 (De) だけでなく、地下という特殊な環境での鉱物側の表面錯体形成定数や変質に関してもデータベース化されると、OECD/NEA のデータベースのように優位性の高いデータベースになるのではないかと。

⇒ ご指摘の通りであり、そのように対応していく。

○ CoolRep 等でこれまでの膨大なデータとそれらのデータに基づいた成果の整理自体は進められている。今後は、それらを広く周知することが必要である。

⇒ そのように努める。

○ 海洋底掘削で取得したボーリングコアは、分析機器も備えた高知コアセンターで保管している。幌延や瑞浪のボーリングコアは各拠点で保管しているとのことだが、高知コアセンターのようにレガシーコアとして、機構に限らず、陸域のボーリングコアを保管できる収容施設が作れると良いと思う。

⇒ ボーリングコアについては、学会のメーリングリストにより情報提供するなど、外部の研究者に活用して頂くための方策を検討したい。また、コアを取得したボーリング孔についても活用方策を検討しており、これまでには防災研究のための観測孔としての利用可能性を検討するために日本地球掘削科学コンソーシアムに情報提供を行っている。

○ ボーリングコアだけでなくボーリング孔そのものも財産なので、新技術の適用試験への活用なども検討してほしい。

⇒ DH-5、DH-7は利用可能なので、検討したい。

○ ボーリングコアは写真も公開しているのか。例えば、ボーリングコア写真から断層の部分を選ぶといったことは可能か。

⇒ ボーリングコア写真については、撮影時期が古いものは解像度が低い場合があるが、全て公開しているため、ボーリングコア写真に基づいて断層部を選定することは可能である。ただし、既に試料として採取した箇所がデータベース化されていないため、採取の可否は実際に該当するボーリングコアを確認する必要がある。

○ ボーリングコアは将来的にはどうするのか。

⇒ 永続的な管理は難しいと考えており、最終的には廃棄することを検討している。

○ 欧州では理解醸成のため、切断したボーリングコアをイベント等で配布していた例がある。大学でも花崗岩でアクセサリを作って配布した経験がある。機構単独では難しいかもしれないが、ぜひ大学との協働も含め、アウトリーチの観点から既存試料の活用方策を検討してほしい。

⇒ 検討していきたい。

○ 瑞浪超深地層研究所のボーリングコアの存在自体を知らない若手研究者や学生も多いと思うので、日本地球惑星科学連合大会などで定期的に周知することを検討してほしい。

⇒ 検討していきたい。

#### (4) 総合討論

出席した各委員から一名ずつコメントを頂いた。

主なコメントは以下の通り。

○ 機構の地下研究施設での研究開発とその成果については国民により広く周知するべきだと思う。

- 研究開発を実施する上での前提条件の中で、科学的意義のある成果をいかに効率的に得るかが課題であると感じた。
- 他分野の事業との連携のために、まずデータを公開することが重要であると考え。また、深度 500m における調査では初期応力やゆるみ領域の応力場が重要になるので、今後それらのデータを紹介して頂きたい。
- 地下研究施設は次世代にとって最良のトレーニング施設であり、国内外において高い価値がある。
- 地下研究施設は、次世代への知識や経験の継承や、地層処分の技術の実証のために重要である。国際的なニーズにも対応しつつ研究開発を進めてほしい。
- 地下研究施設への期待は大きいので、本委員会でのコメントを反映しつつその期待に応えていってほしい。また、CoolRep にはこれまでの成果が蓄積されているが、今後、どの分野のどのような人が利用することを期待するのかを明確にして取りまとめ方針を検討することも重要ではないか。
- 幌延での研究開発成果の付加体への適用可能性を含め、大変興味がある。また、坑道掘削が地下生物圏へ与える影響についても重要と考えており、今後の委員会で教えて頂きたい。
- 地下研究施設での研究開発について、今後、さらに詳細な議論をしたいと感じた。機構には事業者等のニーズも踏まえて研究開発を今後一層リードしてもらいたい。
- 今後は個別の研究開発についてさらに議論を進めてもらいたい。また、次世代の研究者を育てるための更なる努力をしてほしい。

最後に委員長から本委員会の総括として以下のコメントがあった。

- 幌延については、今後、限られた試験期間や研究期間の中で、いかに多くの成果を挙げていくかが課題である。海外からのニーズも踏まえつつ進めてほしい。また、研究成果の付加体への適用可能性や、事業者等との連携についても検討してほしい。
- 瑞浪については、公開したデータをいかに周知するかが課題である。

以 上