技術アドバイザリー委員会　議事録

日　　　　時：2021 年 1 月 7 日（金）13:00～17:00
　　　　　　　　2 月 5 日（金）13:30～15:00
場　　　　所：Zoom 会議
出 席 委 員：佐々木委員長，井上委員，梅田委員，桐島委員，小山委員，小崎委員，斉藤委員，佐藤委員，竹内委員，舘委員，徳永委員，本田委員，吉田委員
NUMO 出席者：渡部技術部長ほか
議　　題：2021 年度 技術開発計画について
議論内容：
　2021 年度における技術開発計画等について議論を行った。主な議論は以下のとおり。

(1)2021 年度の NUMO 技術開発の方針
- 多くの事に取り組まなければいけないので，NUMO 単体としてやることも大事だが，NUMO が核となって国内のファミリーを作り，協力体制を整えて取り組んでいくことも大切。関係機関などと協力して頑張ってほしい。（TAC）

(2)地質環境の調査評価技術
- 技術が必要であるということは理解したが，技術をどう使っていくかが重要。技術に固執せず，システム全体を見通す観点を忘れないように留意してほしい。（TAC）
　⇒その通りであり，安全評価や設計の中で，どういうデータが最終的に必要か整理し，全体的な視点から計画立案に取り組んでいる。（NUMO）
- コントロールボーリングも対象のようだが，例えばディープアイソレーション社がやっているように，ボーリング孔内に廃棄物を処分するという考えはあるか（TAC）
　⇒本件のボーリングは調査を目的として行っている。（NUMO）
　⇒将来，今の技術が陳腐になることもあるので、最新技術の動向については絶えず注視してほしい。（TAC）
- 横須賀での大深度ボーリング実証試験においては，ボーリングを掘削した結果，予想していた地層が出現しなかったとの話であったが，その原因を究明することが重要である。（TAC）
　⇒現在，出現しなかった原因についていくつかの仮説を整理し，それを確認するための方法を検討している。例えば，今回のボーリング孔とこれまでのボーリング孔の孔間を用いた物理探査を行うことによって，地層の空間分布を確認できないかを検討している。（NUMO）
- 多くの業務に取り組んでいるが，いずれも重要なテーマであることから，計画通りに進めることを期待する。（TAC）
- 地下深部の地質環境や，地質環境の長期的な変化は関心が高い。地質環境の長期的な変化のモデル化技術の妥当性はどのように確認する予定か。（TAC）
　⇒地質環境の長期変遷のモデル化技術は，地形や気候，海水準といった将来確実に変化

する地表環境の変化によって，地下深部の地質環境特性が維持されるのか，変化するとしたらどの程度かを幅をもって推定するためのものであり，精緻に予測するためのものではない。このようなモデル化技術の妥当性については，過去から現在までの地表環境や地質環境の変遷が理解されている地域を対象に検討することを考えている。

・ 瑞浪や幌延の地下研究施設（URL）で取得されたデータも NUMO のデータベースに格納するのか。（TAC）
⇒将来のサイトで取得されるデータはその背景情報まで管理しなければならない。しかしながら，地下研究施設（URL）で取得されたデータの背景情報は JAEA で管理されていると思われるが，それらは公開されておらず，NUMO としては把握できない。そのため，NUMO のデータベースでは，データとしては管理せず，包括的技術報告書作成の際に収集した文献情報の一部として格納する。（NUMO）

・ 沿岸域のボーリング技術は，適用事例が多くあるなかで何を技術開発するのか。（TAC）
⇒NUMO として新たに技術開発するのではなく，来年度はそのような技術に係る情報の収集・整理をすることを考えている。そのうえで，技術開発が必要な課題が明らかになれば，それに取り組むことになる。（NUMO）

(3)工学技術

・ 様々な炭素鋼材料に対して腐食試験を通じて，オーバーパックの適用性を検討しているが，腐食の影響は材料組成が支配的であり，組成の設定が重要だと考える（例えば，電炉材の場合 SM400 相当とするのかなど）。また，腐食試験においても，材料の特性に応じて，何に着目して評価するのか（例えば，鋳鋼品であれば巣の評価や応力腐食割れの感受性など）を整理した上で，試験項目を設定して試験を実施することが有効である。そのような観点で，レビューを受けてから試験に着手してほしい。（TAC）

・ 銅コーティングの技術開発を進めているが，これまでは，日本の地下水は硫化物が多いことから，適用には課題があるとされていた。その中で，銅コーティング材の開発を実施する狙いは何なのか。（TAC）
⇒日本全国の地下水組成を改めて確認したところ，必ずしも日本全国で硫化物イオンの濃度が高い訳ではなく，高くない地域も多く存在することがわかったことから，技術開発に着手した。（NUMO）

・ 銅のオーバーパックについては，国内の専門家がベントナイトの中で応力腐食割れについて慎重に検討する必要があるとおっしゃっており，その議論はどうなったのか？（TAC）
⇒銅の応力腐食割れの件は，試験条件等を確認する必要がある。今年度から腐食防食学会内に委員会を設け長期の容器の腐食に関する意見を伺いながら，信頼性を高める活動を始めている。その中で議論していきたい。（NUMO）
⇒その進め方がいい。（TAC）
⇒地下なら腐食はするが酸素がなければ大丈夫な炭素鋼と，酸素がなければ熱力学的に安定な銅と，不導体被膜を形成するチタン・ニッケル系合金・ステンレス鋼なども

あり，場所によってはステンレス鋼も適用可能な場所等もあると思うので，そういうことも柔軟に考えて検討してほしい。（TAC）

- 銅以外にも，過去にはチタン製容器の検討なども実施されていたが，それらの材料についてはどのような考えか。（TAC）
  ⇒純銅を含めて，直接処分に係る国の研究の中で検討が進められていることから，適宜その知見を取り込んでいくことを考えている。（NUMO）
- オーバーパックの蓋の接合は今まで溶接を考えていたが，ねじ込み方式でもできる可能性があるということか。（TAC）
  ⇒これまでは，オーバーパックの厚さすべてを溶接することを考えていたが，安全確保を前提に、ねじ接合との組み合わせによる溶接深さの最適化の検討，あるいは銅コーティング容器の場合では，内側の炭素鋼の部分はねじを用い，耐腐食性のための胴の部分は摩擦攪拌や溶接，あるいはスプレーコーティングするなど検討していきたい。（NUMO）
- 微生物影響について，この研究のゴールをどのように設定しているのか。（TAC）
  ⇒微生物による影響は，金属の腐食だけでなく，微生物の活動によって地下環境がどのように変化するのかも評価する必要があると考えている。（NUMO）
  ⇒微生物は多様な動きをするので，影響のシナリオを検討しておくことも必要である。（TAC）
- TRU の PEM 方式の適用について，図に示す個々のモジュールを PEM 化するのか，処分坑道全体を一体化させるイメージのどちらであるのか。（TAC）
  ⇒安全確保を前提として、廃棄体パッケージ個々を緩衝材と一体化させ、PEM 間は充填を必要としない構造を検討している。（NUMO）
- PEM と坑道の隙間については，どのように考えているのか。（TAC）
  ⇒PEM 定置後の処分坑道については，従来と同じく埋戻し材で充填する計画である。埋め戻し材の除去については，既存の技術で適用可能と考えている。（NUMO）
- 閉鎖前の安全性に関する技術開発はさらに注力されるようであるが，サイト調査が進展すると，住民からの問い合わせが想定される。どのように進めていく考えか。（TAC）
  ⇒許認可申請に向けて技術開発を進めていく中で，人工バリアの設計等，優先順位を付けて取組んでいる。地域の方にとっては関心の高いテーマであることを認識し，来年度も継続して取り組んで行く。（NUMO）

(4)性能評価技術

- 核種移行の評価の領域を拡大していくとのことだが，エネ庁委託事業で岩石カラム中に核種を流して，単一の亀裂の中での核種移行を評価しているが，そういうものをパネルスケールとか大きなものに当てはめていくということか。微細スケールからスケールアップしたモデルに落とし込んだ時，データの妥当性を示すことが重要になるだろう。（TAC）
  ⇒例に挙げていただいた，微細スケールで得たパラメータをより大きなモデルのパラメータに落とし込んでいくことを考えている。JAEA との共同研究で得た室内試験

データを，ニアフィールドにおける現象解析モデルのレビューに活用できる。母岩の構成は，まず単一の亀裂があって，それがネットワークとなり，さらに岩相など望遠スケールになって，とスケールを上げていくことによってそれぞれの知見が得られてくる。構成単位ごとに妥当性を評価していく。(NUMO)

- 安全評価結果の妥当性の観点では，実際に何が起こっているのかを計測（モニタリング）できるとよいと考えるが，時間スケールとしてどの程度のモニタリング期間を想定しているのか。(TAC)

  ⇒地層処分については現状のところ閉鎖後のモニタリング期間は決まっていないが，モニタリングは期間も限られ，取得できるデータにも限界があると認識している。そのため，現実の系に内在する不確実性を考慮に入れて安全評価の結果を分布と幅で示していく方向で検討を進めている。(NUMO)
- 不確実性を低減させるという観点から長期のモニタリング方法についても検討を進めて頂きたい。(TAC)
- 品質管理に当たる技術開発項目が少ないが，ツールや評価手法の検証は品質管理の一環として取り組むべきではないか。(TAC)

  ⇒モデルの妥当性評価や，JAEA の長期試験で取得したデータを使用した数理モデルの妥当性確認などに取り組んでいる。これらは，現実のふるまいと評価における仮定のギャップの妥当性を示すための技術開発と位置付けている。(NUMO)
- JAEA 共同研究において実施する長期挙動の研究とは，長期の挙動の解析なのか，あるいは長期試験を実施するものなのか。(TAC)

  ⇒長期試験を実施するものである。(NUMO)
- 長期試験はどれくらいの実施期間を予定しているのか。(TAC)

  ⇒10 年以上を考えている。また，1 年や 5 年毎の短期スパンでもデータを定期的に取得している。(NUMO)
- データ取得の業務を見ると高炭酸環境に着目していることが分かる。しかしながら，海水系の地下水条件下，あるいは海水と淡水の混合条件下でのデータは十分か。海水系地下水におけるデータ取得の予定はあるか。(TAC)

  ⇒沿岸域の処分場設定を想定して，核種移行パラメータの取得を予定している。(NUMO)

(5)技術マネジメント

- 組織の仕事は色々な側面があると思うが，力量管理では個人の力量はどのように定量的に評価できるのか。(TAC)

  ⇒グループ単位で地層処分に必要な技術の分類と評価項目を設定し，その能力を GM 以上の管理職員が 5 点満点で評価している。項目の設定については，今後更なる詳細化が必要と認識している。(NUMO)
- 各職員をエンカレッジする方向で管理していってほしい。(TAC)

  ⇒拝承。上司が一方的に評価するものではなく，「今後このような項目を鍛えた方が良い」という職員のモチベーションを上げるような指導をすべく面談の場を設けて実

施している。(NUMO)

(6)包括的技術報告書の今後の予定

- 文献調査が開始したことについて包括的技術報告書には詳しくは書かないという理解でよいか。(TAC)

  ⇒北海道の 2 地点で文献調査を開始したことを第 1 章で事実として書き，包括的技術報告書はサイトを特定しない段階の日本の地質環境を対象としたセーフティケースであること，今後，特定の地域を対象に実施する概要調査以降で作成するセーフティケースの雛形として活用していくことを記載する程度である。(NUMO)
- 「なぜ，地層処分なのか」は一般の方に地層処分を受け入れていただくにあたって重要な文書と考える。一般の方が読んで本当に分かりやすいものとなっているかはどのように確認しているのか。(TAC)

  ⇒現在ドラフト段階であり，まだ公表していない。対象読者は，地層処分についてパンフレット程度の基礎知識は有しているが，包括的技術報告書を理解することは難しいという方々を想定している。(NUMO)
- NEA レビューは文献調査と並行するが体制面に無理は無いか。(TAC)

  ⇒工夫が必要と認識している。共同研究を通じて SKB と包括的技術報告書の英語版の共有を進めてきたことから，NEA レビューへの対応についても SKB の助言を参考に，限られたリソースのなかで対応をしていきたい。(NUMO)
- 英語版の包括的技術報告書を国内 TAC のメンバーが確認してコメントするタイミングはいつか。(TAC)

  ⇒海外の TAC メンバーへの送付のタイミングと同時に確認をお願いさせていただく。(NUMO)
- 「なぜ，地層処分なのか」を共有いただくことは可能か。(TAC)

  ⇒後ほど現状のドラフトを共有させていただく。(NUMO)
- 付属書の主要な範囲は英訳し，訳していない部分もデータを示しつつ説明していくとのことであるが，10 年前に SKB のレポートのレビュー者として評価を行った際，相当の範囲を翻訳し準備して臨んだが，翻訳していかなかった部分も多数問われるという経験をしたので，そういう状況も想定し速やかに対応できるような体制をしっかり構築することが重要である。(TAC)

(7)文献調査の進め方と今後の予定

- 日本の様々な自治体から応募を獲得できることを願っているので，その準備をしっかり進めて欲しい。(TAC)
- 技術的観点から，どの地層がより好ましいかということとは別に，こういう場所ならどういった調査が必要かとか，どのような技術開発が必要だ，といったブレインストーミングも行えるといい。具体的に検討できる場所が得られたということは極めて重要なこと。(TAC)
- 概要調査に移行する時の判断基準，例えば科学的特性マップでの火山領域境界をどれ

だけ明確にしていくのかなど，検討しておくことが必要である。科学的，技術的な判断基準をどのように整備していくのか。それに加え社会的要因をどうするのか。（TAC）

⇒判断基準的なものについては，過去に検討された例はあるが，それでも定性的表現にとどまっている。法律では「除外する範囲を明確に定めよ」ではなくて，「除外した範囲以外から概要調査地区を選定せよ」ということであるから，影響が及ばない範囲で，概要調査地区の候補を選んでいくことになると考える。経済社会的要因に関しては，基本的には農地や保安林などの法律で決められた制限等を基に判断していくことになる。（NUMO）

- 科学的特性マップでのオレンジの範囲は改めて適切かどうかを判断していくのか（TAC）

⇒オレンジの範囲は再確認していくスタンス，基本的にはグリーンの範囲から選ぶことになる。（NUMO）

- 途中の情報は住民との対話で出していくのか，ネットで公表するのか。（TAC）

⇒地域を優先するので，まず対話の場などで説明する。一方で，対話の場の資料はウェブで公表することが考えられているのでウェブでも公表となる。（NUMO）

- 地史，時間断面などの絵が必要だと思うが，その解釈は一般の方に示す前に専門家と議論したほうがよいだろう。（TAC）
- 文献調査の結果を出したときに概要調査計画も出すのか。（TAC）

⇒概要調査計画の公表時期等についてはまだ決まっていない。（NUMO）

- ジェネリックなセーフティケースとして包括的技術報告書が作成されているが，概要調査地区として適するかどうかの要件は定まっているのか。（TAC）

⇒最終処分法で定められた個々の要件に関する評価結果に加えて、技術的な観点からの検討についても，報告書にまとめる。技術的な観点からの検討については、文献調査対象地区の岩盤を包括的技術報告書に記載がある成立性が認められる岩盤と比較していくことなどを考えている。（NUMO）

⇒最終処分法に定められた要件への適合性を判断する考え方については、関係機関や専門家とも議論し、しっかり考えておくとよい。（TAC）

以上