

技術アドバイザー委員会 議事録

日 時：2019年1月8日（火）10:00～12:00, 14:00～16:00,
1月10日（木）10:30～12:00, 13:30～15:30,
1月11日（金）10:00～12:00

場 所：NUMO 会議室

出席委員：佐々木委員長, 梅田委員, 吉田委員, 井上委員, 小崎委員, 小山委員,
桐島委員, 本田委員, 斉藤委員

NUMO 出席者：渡部技術部長ほか

議 題：2019年度 技術開発計画について

議論内容：

1. 2019年度のNUMO技術開発計画について

NUMOの中期技術開発計画に基づく2019年度の技術開発計画に関し、全体概要と個別業務について議論を行った。主な議論は以下のとおり。

【全体概要】

- ・ 国の基盤研究の成果や、事例研究を通じて得られた科学・技術的な知見等を統合する方法については、具体的にどのように実施しているのか。(TAC)
⇒包括的技術報告書を取りまとめる際には、知見の統合として、各章間の連携強化に努めた。至近の取組みでは、調査計画策定のための机上演習にて、技術部全員参加でチーム分けを行い、仮想的な前提条件から地質環境モデル構築から施設設計や安全評価まで実践的な演習を行っている。各チーム間・ステップ間でインプット、アウトプットを精査して課題を抽出している。(NUMO)
- ・ 最適化・合理化の検討に取り組むことの説明においては、安全性よりも経済性や費用に重点を置いているかのような誤解を招かぬよう、表現には注意するとよい。(TAC)
- ・ 包括的技術報告書の情報が一般の方と専門家のどちらにも伝われば良いと思っている。科学的特性マップに関連付けて、地質学会や土木学会など各学会にも包括的技術報告書への関心を持ってもらうことが重要ではないか。(TAC)
- ・ 包括的技術報告書についての一般の方への説明に関しては、エッセンスを抜き出すだけでは伝わらない可能性が高い。全く違う説明資料を作るなど工夫が必要ではないか。また、質問に対する一問一答のやり方では地層処分全体への信頼は得られにくい。プロセスをいかに見せられるかが重要と考える。(TAC)
- ・ サイト選定に向けた準備段階において、個別の検討に加え、例えば「日本列島の地質環境においてサイト選定は可能か」という観点で、フィージビリティスタディ（実現可能性調査）や安全評価を行ってみることも重要ではないか。(TAC)
- ・ 原子力学会によるレビュー結果の公表については、他の学会にも議論の場を設けてもらうなど、幅広く紹介する方法を検討すると良い。地質学会には長期安定性委員会がある。(TAC)
⇒今後、様々な学術分野の学会や協会において、我々の取組みについて情報提供しつつ

理解を得ることが大切であると考えている。原子力学会以外の学会などでも、包括的技術報告書の紹介を兼ねつつご意見をいただくことを考えている。その際は地層処分に精通している先生方にもご支援いただきたいと考えている。(NUMO)

- 日本学術会議や原子力委員会など、様々な組織に対して積極的にアプローチしても良いのではないか。(TAC)
⇒包括的技術報告書を説明する機会を設けられないかなど、検討していきたい。(NUMO)
- 瑞浪の地下研究施設での研究が終了した後について、NUMOはどう考えているのか。例えば、長期的に海外と連携を強化するなど検討しているのか。(TAC)
⇒国や電気事業連合会と協力しながら模索しているが、国内では難しいため、海外のプロジェクトに参画し、人材を派遣して対応しようとしている状況である。(NUMO)
- 包括的技術報告書に対する原子力学会のレビューコメントを踏まえた課題については、次年度の計画に反映して検討するのか。(TAC)
⇒検討を急ぐ必要があるコメントについては、2019年度中にも対応できるように計画している。コメントは秋頃までにまとめ、全体計画の見直しと並行し、2020年度からの計画にも反映する予定。(NUMO)
- 人材育成の観点でもレビューへの対応は有益であると思う。合理的な理屈・説明は適宜取り込んでレビューに対応していくとよい。(TAC)
- レビューにおいて厳しい意見が出され、対応に時間を要する場合は、スケジュールありきではなく、スケジュールの見直しも考慮すべき。(TAC)
- 包括的技術報告書の内容に沿って、現実に想定される仮想的な条件を設定して演習を行う取り組みは前駆的であり、非常によい。(TAC)
- これまでの第2次取りまとめに加え、包括的技術報告書が完成したことは、事業におけるひとつのターニングポイントと考える。サイトが特定される前段階において、今後NUMOが何に取り組むかを定めておくことが重要。(TAC)
- 処分場の設計を具体的に検討していくことは重要である。色々な分野と連携を図りながら、総合的に検討してほしい。(TAC)
- 性能評価は調査や設計の成果を受けて安全性の評価に繋ぐ役割をもつ。調査・設計・性能評価の三分野の連携は、サイト選定の進展に伴い重要性が増すので、引き続き連携を意識して準備を進めてほしい。(TAC)
- プロパー職員の育成が重要。性能評価の業務は、マネジメント能力とともに個別の専門性・知識が必要。包括的技術報告書の取りまとめが山を越えた現段階で、関係機関と連携して人材育成を進めてくれることを期待する。(TAC)

【個別業務（地質環境）】

- 米国 LBNL との共同研究において、地震波が断層を通過することにより変位が生じるというメカニズムはどのように考えているのか。(TAC)
⇒地震波が通過することにより断層及びその周辺の間隙水圧が変化し、力学的な状態が変化することにより変位が生じるケースを考えている。これまでの米国 LBNL の

解析では、変位量は数マイクロメートルであることから、変位してもこの程度であるというエビデンスとして利用できると考えている。(NUMO)

- ・ 変位しないことの根拠ということよりも、例えば、サンアンドレアス断層のような大規模な活断層の変位や影響範囲を把握し、その結果に基づき、処分場で遭遇する断層に対する回避あるいは工学的対処の判断基準などを整備するという観点からならば技術開発の意義が理解できる。また、断層周辺の水みちを把握する調査技術などとの関係も検討しておく価値がある。(TAC)

⇒本技術開発は、断層の変位が断層周辺の岩盤に及ぼす水理学的・力学的影響を評価できるように解析コードを整備するものである。これにより得られる情報は、ボーリング孔や坑道内で遭遇する断層について、回避あるいは工学的対策の判断や処分場のレイアウトの検討に反映できると考えている。(NUMO)

- ・ 処分場で遭遇する断層に係る工学的な取り扱いの判断基準とセットで技術開発を進めることにより、サンアンドレアス断層を対象とした原位置試験の成果は、断層に遭遇した際の対応に係る判断基準の策定に活用できるのではないか。(TAC)

⇒処分場の設計において判断基準の検討を進めており、その情報も踏まえつつ技術開発を進めていくようにする。(NUMO)

- ・ 瑞浪及び幌延における検討では、過去から現在までの変遷に基づき現在から将来を予測していることから、その妥当性の確認は可能であるが、ジェネリックな検討を通じてモデル化技術を整備する場合、その妥当性をどのように確認するのか、その方法も併せて検討すべきである。妥当性評価の考え方や目標を明確にしないと、何をいつまで・どこまでやるのかの判断が難しい。(TAC)

⇒瑞浪及び幌延における地質環境の変遷に係る調査研究成果を活用し検証することを考えている。また、ジェネリックな検討ではあるが、パラメータの設定や地質環境の変遷については全国規模で収集した情報を根拠として用いている。妥当性の確認における不確実性については今後検討の中で取り組んでいく。(NUMO)

- ・ 包括的技術報告書において提示した、実際の地質環境情報に基づく地質環境モデルの考え方との整合性が明示できると良い。(TAC)

⇒包括的技術報告書と整合した考え方でモデル化技術の整備を進めていることが分かるように説明していく。(NUMO)

- ・ 電中研・横須賀地区における実証的な取り組みは、実際にサイトが決まるまでの間の技術の継承や人材育成などの観点から非常に重要である。(TAC)

- ・ 概要調査に向けた調査・評価技術の整備は十分に進められているが、文献調査から概要調査地区を選定するためのより実際的な判断の基準・考え方・進め方が見えてこない。文献調査が開始される前に、その検討を開始すべきである。(TAC)

- ・ 概要調査の前半には、長期安定性の観点から活断層がないことを示すための調査が必要となる。このための人材の確保と育成に取り組んでほしい。(TAC)

⇒実践的なトレーニングが必要であると考え、現在、現実的に想定される仮想的な条件を設定し、文献調査の段階における概要調査計画策定までの机上演習を技術部員全員が参加して実施している。(NUMO)

- 科学的特性マップで示された基準は全国一律の情報に基づくものであり、文献調査でサイトの適格性を判断する上では、より実地的な評価の考え方を検討していくことが重要である。(TAC)
⇒科学的特性マップの基準に加えて考慮すべき事項や考え方などは包括的技術報告書にも記述している。今後、より具体的に検討したい。(NUMO)

【個別業務（工学技術）】

- 銅コーティングによりオーバーパック本体の設計に自由度が生まれることを強調してはどうか。球状にすることで耐圧性においても理想的な形になる。クラッド材のように、耐食性は銅に期待し、溶接部の腐食深さを合理化できるなど、製作性が向上する。(TAC)
- 放射線分解については、それぞれのフェーズで検討する必要がある、放射線の減衰についても、冠水する過程と併せて評価することが必要である。(TAC)
- 銅メッキ自体は、かなり古い技術であるが、大きなものに対してメッキを適用した実績がない。これについて、何が問題になりえるのか、これまでに何が分かっているのか、過去の知見を確認しながら研究を進めていく必要がある。(TAC)
- 施工の安定性が重要になる可能性がある、腐食だけに注目しないことが重要。(TAC)
- 搬送時の傷などの可能性があると思うが、全く欠陥がなければガルバニック腐食は起こらないと考える。(TAC)
- 純銅を使うことについては、これまでも研究されてきている。炭素鋼が主体で、銅、チタンは代替材料とされた検討過程も含め、硫化物、地層処分環境、緩衝材が存在する環境などを考慮しつつ、研究を進めることが重要と考える。(TAC)
- 硫化物イオン S^{2-} に着目するだけでなく、硫酸についても検討が必要かもしれない。(TAC)
- 複数のベントナイトの性能を比較する際、密度で整理するだけでなく、モンモリロナイトの含有量でも比較すべきである。例えば関西のベントナイトは、配合をかえればクニゲルと同等になると考えられる。また、イオン交換比も指標として考えられるのではないか。(TAC)
⇒データを揃えているところだが、モンモリロナイト含有量などをパラメータとして比較することとしている。(NUMO)
- PEM 方式について、緩衝材を薄くできる可能性も検討しているようであるが、化学的な影響（高アルカリ、鉄イオンとの置換 カルシウムの影響など）については、長期の評価も重要である。(TAC)
- PEM の形状については、どのように検討しているのか。(TAC)
⇒これまで基盤研究で実施されてきているが、再冠水の仕方、膨潤の均一性などが今後の課題であると認識している。再冠水については、PEM 容器内側にポーラスメタルを設置する方法等を検討している。穴あき PEM の実現性は、スウェーデン SKB で確認されており、その成果も参考にしていく。(NUMO)
- 建設時に掘削した残土は地上に搬送するのか。それとも地上に上げず埋め戻すのか。
⇒現状は、品質管理の観点から、地上にあげて地上の施設でミキシングしたのち埋め戻

すこととしている。(NUMO)

- ・ 坑道内の湧水における化学的影響評価の目的は何か。(TAC)
⇒主な目的は、長期間処分坑道を開放した場合に地表付近の酸素濃度の高い地下水が引き込まれたとしても、処分坑道付近の還元環境が維持されるかを確認することである。(NUMO)
- ・ 鋳鉄については専門家が少ない。例えば船用エンジンなどに携わっている人からヒアリングなどすることが有益。(TAC)

【個別業務（性能評価）】

- ・ 10年以上の試験について、試験で得られたデータが原位置での試験や評価にどう活かされるのか。10年の長期試験による貴重なデータが有効であることを、途中の段階でも原位置のデータや加速試験のデータなどと比較して徐々に整合していくことが示せるような確認ステップを考えておくことが望ましい。(TAC)
- ・ 生活圏評価に関する共同研究において、不足しているデータを取得することは重要であるが、手順書を作成する計画については、手順書とデータはどのような関係があるのか。土壌中の核種移行は複雑であり、収着分配係数 K_d の取得に時間を費やすことがどれくらい重要なのかを考える必要がある。(TAC)
⇒本共同研究のねらいは二つある。一つは、足りないデータを補うことである。もう一つは、サイトにおいて、有効なデータを取得するための手順書を準備しておくことである。また、取得するデータについては、土壌 K_d の感度などから優先順位を付け、取捨選択することを考えている。(NUMO)
- ・ 今後、NUMOが自発的に研究に取り組めるような場所を確保する、あるいは既往施設・人材を含めて外部の知識や協力を取り込むことが必要ではないか。(TAC)
⇒地層処分研究開発調整会議においてもご指摘の点の重要性は議論され、関係機関とも共通認識としている。まずは、既存の国内外の施設の活用を継続していくことを考えている。(NUMO)
- ・ セメント系材料からの核種放出挙動評価に関する検討は非常に重要だと考えている。廃棄体パッケージの部分は解析モデル上どのように取り扱っているのか。(TAC)
⇒ミキシングタンクとしている。(NUMO)
- ・ セメント系材料に対する核種移行試験等は、福島第一原子力発電所の廃炉に関係して多くのデータが取得されているはずである。データ取得の重複を避けられるよう JAEA の担当者に相談して欲しい。(TAC)
- ・ セメント系材料の評価上の取り扱いについて、現状のミキシングタンクモデルによるバリア性能の評価結果とリアリスティックなモデルによるものを比較した場合、必ずしもリアリスティックなモデルによる方が、性能が高いというわけでもない。これは、ミキシングタンクモデルでは、領域内のセメント全量に核種が瞬時に収着し、平衡状態となるとして扱われるが、リアリスティックなモデルでは、核種はセメント硬化体のひび割れ中を局所的に平衡状態を保ちつつ移行するとしているためである。JAEA のセメント影響のレポートにそれに関する解析をした検討の記載があるので参考にすると良い。

(TAC)

- 生活圏評価における手法の妥当性については、どのように示すことを考えているのか。将来、サイト選定が進展し、セーフティケースを作成する時、妥当性の説明が重要になると考えている。(TAC)

⇒ご指摘のとおり、重要性を認識し、今後力を入れていく必要があると認識している。

国際的にも生活圏評価手法の妥当性について検討されており、NUMOはBIOPROTA等の国際プロジェクトを通じて諸外国の動向や検討の方向性に関する情報を収集している。引き続き海外の状況も踏まえながら、検討を進めていく。

(NUMO)

- 不確実性と不確定性については、両者をしっかり区別して検討することが重要である。例えば、溶解度については理想的な環境が整えば1点の真値を得ることができるが、腐食深さは確率でしか表現できない。得られるデータがどのような種類の情報であるかを慎重に考慮しないと評価上の扱いが変わってくる。(TAC)
⇒拝承。ご指摘を踏まえ、慎重に取り組みたい。(NUMO)
- 不確実性の取り扱いについては、規制制度の影響をうける。規制庁においてもクリアランスの議論が始まっており、その中で不確実性の取り扱いについても関心が高まっている。同様な議論が地層処分についてもなされるだろう。議論に向けてエビデンスを揃えるとともに、第三者の協力などを得ることが必要と考える。また標準化してもらうことも有効と考える。(TAC)
- 品質保証も同様。Kd取得の標準などについては、今後、原子力学会の標準委員会などを活用することも視野に入れつつ、まずは、自分たちの方法論を検討しておくことが重要ではないか。(TAC)
- 不確実性の評価についても検証と妥当性確認(V&V: Verification & Validation)が重要。NUMO内だけでなく中立的な場で議論することが必要になるのではないかと思う。今後は最適化や妥当性確認についても戦略的に考えていくことが重要となる。(TAC)
- 委託業務を活用した各論の進展がみられることから、これらで得られた知見をどのように性能評価にフィードバックさせるかが重要。例えば、高炭酸条件下で生じる三元錯体の問題をどのようにパラメータ設定に結びつけるのか、あるいは、物質移行解析にどのように使っていくのかを示していくことが重要。個別の知見をどのように整理し、統合していくのかについて戦略的に進めてもらいたい。(TAC)
- キーワードは「不確実性の評価」、「品質保証(V&V)」、「統合した安全評価手法の構築(統合化)」。今後はこの3点が技術開発のポイントになる。(TAC)
- モデルごとに検証の方法が変わる可能性がある。地下水流動解析に関しては、妥当性の確認手法の検討は進んでいるので、物質移行解析モデルの妥当性の確認についても更に検討を進めてほしい。(TAC)
- 実データに対応した核種移行パラメータの設定に関して、包括的技術報告書をまとめる際に、設定のやり直しなどで苦労したと思う。データ設定に向けて必要な技術開発を戦略的に進めてほしい。(TAC)
- 数値シミュレーションのスケールを拡張することについては、妥当性確認の方法を併せ

て考えておくことが重要。また，3次元的な情報が乏しい中で，拡張して表層までモデル化したものにどのような意味があるのかを示せることが重要。数値シミュレーションの結果は独り歩きする可能性があり，取り扱いには注意が必要。(TAC)

以上