

地層処分研究開発調整会議(第8回) -議事要旨

日時:2022年8月10日(水)13時00分～15時00分

場所:経済産業省別館3階312共用会議室及びオンライン

出席者(敬称略)

経済産業省 資源エネルギー庁

下堀放射性廃棄物対策課長

北村放射性廃棄物対策課長補佐

文部科学省 研究開発局 原子力課

阿部放射性廃棄物企画室長

原子力発電環境整備機構

梅木理事

渡部技術部長

三枝グループマネージャー

北川グループマネージャー

藤崎グループマネージャー

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

瀬尾地層処分研究開発推進部長

産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門

今泉研究部門長

電力中央研究所 サステナブルシステム研究本部 研究統括室

長谷川原子力(廃棄物処分)分野統括

量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 放射線医学研究所 放射線影響研究部

田上生活圏核種移行研究グループリーダー

原子力環境整備促進・資金管理センター

田中常務理事

電気事業連合会 原子力開発対策委員会

藤井廃止措置・環境部会長

日本原燃株式会社

近江埋設事業部長

外部有識者(敬称略)

新堀雄一 東北大学大学院工学研究科量子エネルギー工学専攻教授(主査)

出光一哉 九州大学大学院工学研究院エネルギー量子工学部門教授

大西有三 京都大学名誉教授／京都大学総長特別補佐(非常勤)

長田昌彦 埼玉大学大学院理工学研究科環境科学・社会基盤部門教授
／埼玉大学研究機構レジリエント社会研究センター教授
小林大志 京都大学大学院工学研究科原子核工学専攻准教授
小峯秀雄 早稲田大学理工学術院創造理工学部社会環境工学科教授
廣野哲朗 大阪公立大学理学部地球科学科教授
松 島 潤 東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻
エネルギー資源システム学分野教授
安江健一 富山大学学術研究部都市デザイン学系准教授

議題

- (1) 研究開発状況の整理について
- (2) 次期全体計画の項目立てについて

資料

- 【資料1－1】地層処分研究開発に関する全体計画(平成30年度～令和4年度)の達成状況と今後の取組み案(原子力発電環境整備機構、資源エネルギー庁)
- 【資料1－2】現行の全体計画に沿った研究成果の現状把握(原子力発電環境整備機構、資源エネルギー庁)
- 【資料2－1】地層処分研究開発に関する次期全体計画(令和5年度～)目次構成の考え方(案)(原子力発電環境整備機構)
- 【資料2－2】地層処分研究開発に関する次期全体計画(令和5年度～)の項目立て(案)について(原子力発電環境整備機構)
- 【参考資料1】地層処分研究開発調整会議(第7回)議事要旨
- 【参考資料2】地層処分研究開発調整会議(第7回)で原子力発電環境整備機構が頂戴したご質問への回答(原子力発電環境整備機構)

議題(1) 研究開発状況の整理について

資料1－1に基づき原子力発電環境整備機構(NUMO)渡部技術部長、三枝グループマネージャー、北川グループマネージャー、藤崎グループマネージャー及び資源エネルギー庁(エネ庁)北村課長補佐から研究開発状況の整理について説明。以下、これを受けた議論。

【地質環境】

松島教授

- ・ 全体としては分野ごとに内容を深く検討出来ているという印象を持った。
- ・ 今後は陸域と沿岸域の区別なく取り組むという方向性に異論はないが、日本特有の多様で複

雑な地質環境については課題を整理して検討する必要があるのではないか。

- ・ 達成度の評価のあり方が見え難いので、分かりやすく提示してほしい。例えば国際的なジャーナルへの掲載数で評価するなどの方法が考えられる。
- ・ 不確実性という言葉が出てくるが、説明を聞く限りでは、パラメータのゆらぎのようなものを不確実性として捉えていると理解した。モデルを作りきれないという不確実性もあると思うが、地層処分ではその不確実性をどう捉えているのか確認したい。

安江准教授

- ・ 今後の課題となるかもしれないが、長期的な自然現象のモデル同士がどう連携していくのかが見えてくるとよい。地質環境の選定及びモデル化は、個別の取り組みで得られた成果を連携することで、長期的な自然現象の発生などを評価できるという構造を持っていると理解している。
- ・ 資料1-2について、項目をまたいだ取り組みの関係性が分かるように整理されると良い。例えば 2.1.1(3)(b) 断層の活動性の把握と 2.1.1(3)(c)地震及び断層活動による水理学的・力学的影響の把握において、成果が重複していると感じる。また、2.1.1(3)(b)については機械学習のことが記載されているが、もう少し別の成果もあるのではないか。

小峯教授

- ・ 地層処分事業というプロジェクトでは、サイト地質環境条件を考慮した設計が必要となる。現在の天然バリアとしての性能や長期安定性に主眼を置いた検討に加えて、次の段階では処分場設計に必要な地質環境特性を提供するという観点での検討が重要となる。

廣野教授

- ・ 2.1.1(3)(d)陸域から海域にかけて活断層の分布を連続的に確認するための技術の高度化を完了と判定している理由は何か。地層処分以外に目を向けた場合、例えば防災上の観点では今後も極めて重要なテーマであるが、地層処分事業を遂行する上では十分に高度化が出来たという理解でよいのか。
- ・ 今後も継続する他の項目については、複雑な日本の地質環境において今後も継続して精査をしていく必要があると理解している。

大西名誉教授

2.1.2(1)水みちの水理・物質移動特性の評価技術の整備については、一応の目途が付いたということで完了項目として整理されているが、社会情勢や科学技術の進歩を踏まえたうえで、開発を再開するという含みを残しておく視点も必要なのではないか。将来的に計測やパラメータ設定の方法が変化すれば、状況は変わってくる可能性が考えられる。

NUMO 三枝グループマネージャー(コメント、質問への回答)

- ・ (松島先生、廣野先生から頂戴した日本特有の地質環境を考慮するというご意見について) NUMO と電中研が横須賀の膨潤性・脆弱性岩盤である付加帯に対して、瑞浪、幌延で獲得したボーリング孔掘削や物理探査技術の適用性を共同研究により確認したことは、脆弱性がある、亀裂が多いといった日本の地質環境に着目した技術の整理ができたものと考えている。
- ・ 小峯先生が言及された設計や安全評価への反映を目指した地質環境特性の把握は常に意識して取組んでいる。いわゆる THMC のデータも設計、安全評価に利用するために必要な品質を確保した上で取得することを念頭に検討しており、今後も引き続き留意しながら進めていく。
- ・ 松島先生からご指摘頂いた不確実性の捉え方について、モデルはデータに基づいて、どういう場になっているかを概念的に理解した上で作成する。そのため概念に不確実性があれば作成するモデルにも不確実性が伴ってくる。その点も考慮しながら評価しつつ技術開発を進めてきている。
- ・ 安江先生からご指摘いただいたとおり、長期的な自然現象の発生などを評価する場合、地形が今までの傾向と違う変動をした場合どうなるかということなども取り入れながらモデル化技術として整理してきており、これからも考慮しながら進めていく。
- ・ 大西先生の言われたとおり、完了とした項目について、将来、新しい技術・知見が出てきた時に、それを積極的に取り入れ、実用性を確認した上で、適用することは重要と考えている。資料1-2では、現段階でサイト調査が始まって、今の技術でスタートできるまでの技術を獲得できたと考えている項目について完了としている。

新堀主査

- ・ 「達成度の評価が見えづらい」という松島先生のご発言は、基本的には国際的なジャーナル等々に投稿するなど分かりやすい指標が必要だろうとの指摘である。
- ・ 安江先生からは、自然事象にはいくつかモデルがあり、一つ一つは妥当性があるかもしれないが、連携についてどうなっているのかしっかり取り組む必要があるのではないか、との指摘もいただいた。
- ・ 完了については、なかなか誤解があるところで、これで研究しないという話ではなく、当初の予算のなかで計画した部分は一応終了したけれど、今後さらに考えていくという含みがあることと認識していただきたい。
- ・ 小峯先生の「処分場設計に手渡すべく地質情報について整理していく時期に来ている」というご発言は、地質環境と工学設計との連携を意識した取組みが求められているとのご指摘だと認識した。

【処分場設計】

小峯教授

- ・ 現在の取組み状況、継続・完了の評価については一通り良いと認識している。
- ・ 処分場設計を行う立場、観点で述べると、設計に用いるデータを一つの事例だけでなく、様々な事例に対応できるようにデータベースを整備していくことが必要で、データベースを整備することを念頭に研究成果をまとめていくといった取組みが良いと考える。
- ・ 気になるのは、データベースを整備するという観点で現在のデータ取得の状況を見てみると、バランスが良くないケースがあるということ。例えば、熱影響の問題に対してはベントナイトの種類ごとに交換性陽イオンの種類と組成、モンモリロナイト含有率など設計に有用な整理がされている一方で、圧密試験はクニゲル V1 だけを扱っている。設計に活用するデータベースは材料の種類でなく特性に基づいて整備するのが有効である。ただ検討を継続するのではなく、設計に向けた展開をしていく必要がある。
- ・ かなり以前に土木学会の人工バリア WG で、その時使えるデータで断面設計をしてみた。現状データベースができてくるのであれば、この成果を使うとどんな断面設計ができるのかをどこかで確認することでよりリアリティのある処分場のイメージが見えてくるのではないかな。

大西名誉教授

- ・ (小峯教授の最後のコメントに補足して) 当時は出始めの頃で色々なことをやっておかなければいけないと考え、ベースになる情報を集め、多様なことをトライアンドエラーでどんな答えが出るか検討を始めた。一度過去の検討結果をレビューし、精査をしてもよいだろう。
- ・ 今検討されている内容はかなり要素技術を詳しくやられている。要素技術を基に処分場全体について施設設計したときに要素技術の内容と全体構成を見た場合のそのつながり、その設計はどう考えていくのかについてそろそろ整理を始めても良いのではないかな。土木関係はものすごく変わりつつあり、デジタル化やその関連での取り扱い方とか、データの取り方、処理の仕方とかどんどん変わっている。そういうものを取り込んだときにどういう見直しをしたらよいかということをチェックしていただければ後々役に立つのではないかな。

長田教授

- ・ 個々の取組みはこれまでの実績がまとまってきており、膨大なデータが取得されているが、全体としてどのように膨大な情報が整理され、次の世代に繋がっていくのか今のところ見えてこない。情報管理ツールが個々の取組みをつなぐ役割を果たすことになるのか、どのように分野間全体で共有できるようになるのか気になっている。

NUMO 北川グループマネージャー(コメント、質問への回答)

- ・ 膨大なデータのデータベース化について小峯先生ご指摘のとおりだと考える。我々も包括的技術報告書を取りまとめるにあたり、一度データを整理することも試みている。ただ、大西先生もご指摘いただいたが、定期的な見直しとか、リバイス、その段階での精査も必要になってくる。長田先生からもコメントいただいたが、そういったものを管理するツールであるとか、そう

いった横のつながりも意識したものを構築していくことは重要で引き続き実施していきたい。

- ・ 小峯先生からのご指摘のとおり、どこに着目してデータを取るかは重要と考えている。二次圧密現象に関して開始の段階で何が原因か十分な理解が得られていない状態で、例えばモンモリロナイトの含有率等に着目して試験を開始しているが、今のところ明確な違い等が見えてきていない。色々な観点で検討しておく必要があると感じている。JAEA との共同研究でも実施しており専門家の意見も伺いながら試験を進めていき結論を導きたい。
- ・ 大西先生の要素技術の繋がりに関してご指摘のとおりで重要な観点と捉えており、今後の設計体系の整備の中で取り組んでいきたい。

新堀主査

- ・ 小峯先生のコメントは、ベントナイトの試験を一つの例として挙げて、設計に向かった展開を意識して多様な処分場についてデータベースをしっかりと整備していくことが重要だということだと認識した。
- ・ 大西先生からは、過去に取り組まれた設計の再検証を行うことで、今の検討から落ちていることはないか確認することや、長田先生からは地質情報から設計に向けて整理していくことを進めていってほしいとのコメントを頂いたが、それぞれご指摘のとおりだと感じている。
- ・ 大西先生の「要素技術を組み合わせ全体が出来ており、その全体はどうなるのか、そういった視点がないと、何が重要で、何が良くないかが抽出できない」というご意見は非常に重要である。

【安全評価】

小林准教授

- ・ 特に現象理解、幾何学的な処分場スケールの精緻化というところはかなり進んできたと認識する。
- ・ 現象理解の深化として複合現象を理解するうえで、単純な系から得られたパラメータを使うことについては慎重に進める必要がある。核種移行挙動を考える上では色々な核種移行パラメータ、データベースからとってきたものを使って全体の核種移行挙動を評価していくわけだが、データベースにあるものは個々一つずつの核種で得られた定数としてのパラメータで、実際にシミュレーションしたいのはそういったものが複雑に同時に共存するような多元素系の場なので、一つ一つの元素の挙動は本当に単純な加正則として表されるのか、色々な元素が共存するときにその間で何か複合的な現象が起こるのかというところを少し慎重に見ていく必要がある。
- ・ 放射性核種だけでなく処分場の廃棄物の中には崩壊が終わったあとの安定核種もあるので、そういうものも含めて多元素系のシステムというものを少しずつ積み上げて実際の系に近づくようなステップアップが大事になってくる。

出光教授

- ・ 個々の内容は網羅されており、よくデータを取得している。あとはどれだけ適切に使えるかを確認していくことではないか。

NUMO 藤崎グループマネージャー(コメント、質問への回答)

- ・ ご指摘いただいた複合現象や多元系のシステムの振舞いについて、我々も1+1が2にならないような現象がよく見られると認識している。今は個別の現象に着目して検討しているが、複合現象や、いくつかの現象が同時に起こるような系での現象の理解も同時に深めていきたい。
- ・ 出光先生から、取得したデータを適切に使えるかが重要とのご指摘について、数値モデルを作成したりデータを取得したりする際には、実際に評価に使えるかとの観点で妥当性の確認も併せて進めており、今後も重点的に進めていきたい。

新堀主査

- ・ 小林先生からのご指摘は、大西先生からご指摘いただいた要素技術が全体になったときどうなるかという話につながっており、安全評価の分野でも個別の情報・知見をどのように組み合わせると全体的にどう評価すれば良いのかが重要を考える。
- ・ 放射性核種が一価の陽イオンから安定核種へ崩壊して二価の陽イオンに変化するという化学形態の変化も考慮した安全評価と、その影響を十分に把握して評価することの重要性についても、小林先生からご指摘いただいた。

【代替処分オプション】

出光教授

- ・ 代替処分オプションについて特に直接処分の検討はまだ始まったばかりという印象で、シナリオをもう少し精査していく等、ガラス固化体で行われている検討に近づけるにはまだまだやることがたくさんある。諸外国、特に北欧では先に検討を進めているが、その知見を利用するだけではなく日本独自の地質条件等にあわせる形のものを考えていく必要がある。
- ・ オプションの検討、例えば諸外国のように集合体をそのまま処分場に持ち込むのか、事前にインパクチャーによりガス抜きをしてから処分するのかといった、シナリオの検討も行ってはどうか。

エネ庁北村課長補佐(コメント、質問への回答)

- ・ 出光先生ご指摘のとおり、今期は要素技術開発に重点を置いて進めてきた。要素技術の話から全体にどうつなげるかというご指摘を多くいただいていて、全く同じ話だと思っている。全体としてシステムとして本当に成立するのかとか、成立させるために何が必要かという情報は

今後も検討していく必要がある。結果的に要素技術を継続する部分もあると思うがあくまでシステム全体を俯瞰したうえで進めてまいりたい。

- ・ オプションの検討について、ガスを抜くというのも容易ではないと思うが、後々の安全評価に効いてくる話なので検討したい。

新堀主査

- ・ 直接処分、その他代替処分オプションをどう示していくかも重要なことである。国際的な動向を踏まえて、日本において何が考えられるかを整理している状況と理解した。示し方、まとめ方等についても引き続き留意しつつ進めていただきたい。

【新堀主査 議題1 のとりまとめ】

- ・ 全体を通じて、要素技術が組み合わせり全体を構成することや、個別のモデルが全体としてのモデルとどのように連携するか、あるいはモデル同士がどのように連携するのか、というご指摘は非常に重要。
- ・ 不確実性の評価について、ここに書いてあることだけではどここの部分を指して言っているのかははっきりしない。先生方のご指摘は、モデル化そのものとかモデルとモデルとのつながりを考えた上での不確実な部分についても考えなければいけない時期に来ているとのご指摘と認識する。単にパラメータがこの変動幅をもっているからこのくらいに下がるとかの話ではなく、評価において全体を考慮することの難しさと重要性をあらためてご指摘いただいたと認識。
- ・ 上記は今後も継続していかなければならない。それが小峯先生もおっしゃった設計に向けた具体的な取組みに落とし込む上で非常に重要になる。

議題(2) 次期全体計画の項目立てについて

NUMO 渡部技術部長より資料2-1に基づき説明。以下、これを受けた議論。

松島教授

- ・ 次期全体計画の目次構成はこれで良い。
- ・ 技術的信頼性のさらなる向上がポイントだが、信頼性が向上したことをどのようにして評価するのか伺いたい。例えば地質環境については、定量的な評価が難しいので、国際的な科学分野のコミュニティに対して例えばジャーナルに掲載されることなどは、コンセンサスを得て広く認知されたという意味で、信頼性が向上する一つのステップと考えられるが如何か。現場の研究者にとっても、そこで1つ信頼性の担保を得ることができ、研究を進めやすいのではないか。例えばトモグラフィーで水平分解能が向上したといった場合でも、成果が担保されるとか、目標を達成できたと言えるためには国際的なコンセンサスを得ることが重要なのではないか。
- ・ 信頼性といったとき、結局国民の皆様がこの事業は信頼できると思えるかどうか重要となる。

信頼性の定義についても考えると良い。

長田教授

- ・ 現行の目次案に比べて新しい目次案の方が非常に分かりやすく、こちらの方が良い。
- ・ 地層処分研究開発に関係している皆さんが、全体としてどのような研究開発戦略を持っていて、それがどのように埋まっていくかというところは、何かポンチ絵のようなものが作れないだろうか。処分場があって、周りに地質・地形があって、そのうちのどの条件がどのように埋まっていて、今どこが問題なのかということが絵で分かれば良いだろう。この目次立てに沿って、そういった見せ方も考えていただければ、委員の皆さんを含め、他の方にもコンセンサスが得られやすくなるのではないか。

出光教授

- ・ 多分当たり前のことで皆が分かっているから省かれている部分が最初にあると思う。例えば 2.1 節で現状があって、2.2 節の進め方でいきなり「さらなる向上」が入ってくるが、まずは目指す目標があって、そのどこの信頼性を向上させるとか、まだこの部分の信頼性が足りないとか、あるいはもっと信頼性をあげるとここがこうなるという見せ方をすると、位置付けがより明確になるのではないか。

大西名誉教授

- ・ 次期全体計画の始めか終わりに、こういう形で進めていけば施設は安全であるという宣言が、何らかの形でできないか。処分事業に関しては少しずつ動きがあり、その時にいつも「本当に処分場は安全と言えるか？」と聞かれる。それをどのように説明するか。比較的短い文章で、こういうバックグラウンドがあって、最終的には十分安全に施設が建設・運用できるということが、始めか終わりに少し入ることを期待する。

小林准教授

- ・ 全体の構図について、国のプロジェクトで進めていることと NUMO で実施していることの違いが少し分かりにくくなっている印象がある。国の進めるプロジェクトは高レベル放射性廃棄物だけではなく、直接処分や超深孔処分のような放射性廃棄物を地下環境に置いた時にどのようになっていくか等、少し幅広く対応していると理解しているし、時間軸をとっても、ナチュラルアナログ等を含めて少し長い時間軸で見ていると理解している。国のプロジェクトでは地下環境に置かれた様々な放射性廃棄物が長期的にどのように自然環境に帰っていくかという中で、高レベル放射性廃棄物の地層処分がどこに位置付けられるかが少し冒頭にあった方がより分かりやすいという印象。国は色々な放射性廃棄物の処分に関するプロジェクトを持っているので、全体の中での地層処分の位置付けが示されれば、おのずと他の処分方法との連携や知見のやり取りもその中で見えてくるのではないか。

廣野教授

- ・ 先ほど松島先生からもご指摘があったように、何をもって研究が一段落したか、目標を達成したかに対して、例えば今期の令和 4 年度までの研究成果について、国際学会誌への公表のリスト化や、公開サイトに一覧を掲載するような方法が考えられるとの理解でよい。ただ、国際学会誌に掲載されたら終わりという訳ではなく、それが現実的にシステムの中に入るのが大事になる。誤解を与えないよう総合的なアウトプットというものが必要になるだろう。いずれにせよ、何をもって次期に計画したものが、どこまで達成したら完了するかという何らかの指標は検討しておく価値がある。

安江准教授

- ・ 目次は分かりやすく良い。
- ・ 技術マネジメントの一層の強化の中にある人的資源マネジメントには今論点になっている分野間の連携という点では、各分野の中の連携も主要三分野の連携も、その連携を行っていくのは人である。そういう点で違う分野も見えるような視点を持つ人材の育成も検討の範囲に入るだろう。

小峯教授

- ・ 技術報告書の参考文献には“身内の報告書”が並んでいる印象。参考文献はピアレビューを受けている論文で構成されるべき
⇒北村補佐:国の委託事業受託者に対して常々学術論文への投稿を推奨している。課題としては、総合的な評価・成果における論文へのチャレンジ。
⇒梅木理事:ご指摘はごもっとも。査読付論文への投稿は進めていく。一方で、一般自然科学や応用研究の目的と地層処分技術開発の目的が一致しない場合もある。そのため、セーフティケース全体をレビューしてもらうことも並行して進める。

NUMO 渡部技術部長(質問、コメントへの回答)

- ・ 信頼性向上について、こういった形で着地点があるのかという指摘だと受け取った。
例えば資料2-2の 2 ページ目にあるように、今までは中長期的と言っていた技術マネジメントの整備が下側から3段目の所に入っているが、これは次期において技術マネジメントを中長期ではなくリアルタイムにマネジメントしていく、私共の技術開発自身をどう回していくかということを目指していることを表している。そのためインフラストラクチャーや基盤作りと共に、様々な学術分野の専門家の方々とのコミュニケーションを通じて、今まで縁の遠かった分野の専門家の方々にも違った目線から私共の行っている技術開発の科学的な妥当性というところまで含めて見解を得ていく機会を増やしていくことで、私共の取組みの妥当性の査証にしてい

たいと考えている。

- ・ 各専門家の方々、あるいはより関心の高い一般の方々に対して、技術開発の進展とセーフティケース・包括的技術報告書をベースとした知見の取りまとめと更新を進め、当面の信頼性に対する根拠としていきたいと考えている。
- ・ 当然のことながら情報公開のツールは様々な説明の場を作るだけではなく、ご提案のあった様々な国際的な場であるとかジャーナル関係にも投稿していくことも、情報に対するアクセス性を高めることになるので、検討の一助とさせていただきたいと考えている。
- ・ 長田先生から技術開発の全体像がどういったところが進んで、あるいはフォーカスポイントになって、今後やっていけば充足していくのかという設計の概念図を示した方が分かりやすいという、私共にとっても極めて役立つご意見をいただいた。こちらも何か形にできるものがあれば検討を進めていきたい。
- ・ 出光先生からの、設計として目指す目標に対して、単にやっているという説明にならないようにというご指摘については、この新しい目次構成では何をを目指すのかが戦略になってくるので、ご意見として拝承し検討材料にさせていただく。
- ・ 大西先生からいただいた処分場は安全だと記述することに対しては、どういう方向性が示されれば道筋に沿っているかということは、本日の前半にいただいたご指摘の中においても要素技術についての説明だけではなく、何を説明するためにこういう要素技術のフィージビリティを上げているのかを説明することとご指摘いただいたと考えている。これも戦略の中で構築していく私共の設計フレームのあり方と考える。
- ・ 小林先生が指摘された、全体の構図、国全体として整理していくべき技術開発項目と NUMO の進めるエリアの棲み分けがどうなされ、全体の中でどう整合しているのかという観点は、新しい計画を立てる際の前書きになると考えるので、検討材料としたい。
- ・ 安江先生からご指摘のあった「最後は人である」については、基盤研究機関と私共 NUMO の 5 つの機関で共同し、国の皆さんにも協力いただいて、若手から中堅を含めて地層処分技術に関する勉強会を開き人材育成に取り組んでいるが、今後も様々な組織間での人の交流を可能にするような、連携のあり方・人材育成の方法も重要なポイントと捉え、戦略の一環として検討してまいりたい。

NUMO 梅木理事(質問、コメントへの NUMO 回答への補足)

- ・ 信頼性の向上をどうやって示すかというご質問は地層処分の本質的な課題と理解している。総じて言うと、セーフティケースとしての信頼性が上がったかどうかで判断することになる。NUMO はまずジェネリックなセーフティケースを作り、その中で現段階でなぜ日本において地層処分が安全に実施できるかを論証している。その論証において、弱点や、ここは相当十分だろうという濃淡が当然ある。そのやや弱い所については、個別技術に戻ってその信頼性を高め、その成果が上がれば最終的にセーフティケースとしての信頼性を上げられるという構図になることを、開発戦略の所に明確に書きたいというのが今回の重要な趣旨として考えて

いる。

- ・ 個々の技術が最新の科学的知見や世の中で理解されていることと一致しているかどうかはまずは基本であるので、そういったところをチェックした上で、地層処分に係わる不確実性の問題をどう取り扱うか、これが合理的に取り扱われているかどうかを説明した上で、安全に繋がる個々の研究開発が最終的にセーフティケースの信頼性向上に結び付くような姿が見える形で研究開発を進めたいというのが今回の趣旨である。それらが説明できるように計画を作っていきたい。
- ・ 処分場の安全に関するメッセージを何とか全体計画の中に入れられないかという大西先生の意見であったが、それはセーフティケースの役割に譲っていただきたい。全体計画ではセーフティケースを更新するために研究開発をどう進めて、どのようにそれが成果として現れるかというような形を示すことでまとめさせていただきたい。
- ・ 成果の公表・評価については、総合的なアウトプットとしては、今あるセーフティケースのどこがどう変わっていくかを具体的に反映したい。現状ではセーフティケースは5年に1回突然現れるかのように受け止められている。個々の技術開発の成果が、セーフティケースにどう影響があるかということを、できるだけ迅速に反映して公開できるような仕組みを現在検討中であり、それで見えていただけるよう取り組む。
- ・ 松島先生、小峯先生の、国際的な雑誌に受理された方が一般的には認められたという受け止め方が強いというご意見についてはご指摘のとおりである。ただ、地層処分としての目的と純粋に科学技術的な目的とが必ずしも一致していないという問題はある。土木学会とか地質学会のように長い歴史を経ることにより、地層処分技術という学問がこれから成熟して1つのフレームができていくことになればその学会に応募すればいいと思うが、現状ではなかなか論文投稿先を見出すのも難しい場合もある。当然、今後も名の通った科学技術ジャーナルに出せるものは出すし、その努力は続けたいと考えている。
- ・ セーフティケースを公表することで、投稿し難い内容のものも含めてセーフティケース全体をレビューしてもらうことが非常に大事なことになる。例えば原子力学会にレビューしてもらう、あるいは OECD/NEA の国際レビューで海外の専門家にレビューしてもらうことで少しずつ補完している状況である。とはいえ、現場でやっている方のモチベーションを上げるという意味でも、雑誌投稿については積極的に奨励していきたいと考える。

新堀主査

- ・ 成果の公表について、個々の要素技術は雑誌に投稿しやすいが、総合的な観点からまとめた場合に論文になりませんとなってしまうことも現状としてはある。そういう意味では、切り分けもあるだろうが、成果の公表について、国としてもしっかり推奨していることなどあるか。

エネ庁北村課長補佐(質問、コメントへの回答)

- ・ 成果の公表・評価に関して、経済産業省では技術評価を事業の実施期間中に定期的に実施

しており、事業期間中およそ3年ごとに中間評価を受ける体制がとられている。評価の内容や業績のリストをはじめとした評価の結果は、経済産業省のサイトで公開されており、私が確認しているところでは、平成19年度以降のものが公開されている。地層処分関係の評価については、ちょうど今年が評価を受ける年にあたり、今年度の後半に技術評価を実際に受けて、その結果が今年度末から来年度早々に公開される。

- ・ エネ庁事業委託事業者に対しても、成果の公表については、常々学術論文への投稿を継続的にお願いしており、これからも行っていきたい。一方で、新堀先生のご指摘にもあるように総合的な技術となると論文にしにくいという面もあるため、現場の研究者が取り掛かり難い状況にあるという感触は持っている。いかに総合的な視点を持ってもらえるようにするかは、私どもの課題だと思っている。手探りのところが正直多いものの、総合的な視点を養ってもらえるように、働きかけを続けていきたい。

JAEA 瀬尾部長（質問、コメントへの回答）

- ・ 成果の公表・評価に関して、JAEA では組織全体が独立行政法人として期間評価と各年度の評価を受けている。加えて私どもの地層処分の研究開発関連に関しては、第三者の有識者による評価委員会を設け、こちらも期間評価と各年度評価をしていただいている。先ほど廣野先生からご指摘のあったリスト化に関しては、研究開発をまとめた CoolRep というサイトがあり、年度ごとに全てリスト化している。令和3年度以前の過去7年間については、論文だと504報出しており、プレス、学会発表や受賞案件含め全て載せている。

エネ庁下堀課長

- ・ 最後の方で議論になった信頼性に関することは大変重要なご指摘だと思う。政策を推進する側として、地層処分を国民の方々にいかに理解していただくかが大事なところであり、研究開発分野ではあるけれども、これがどういう風になんか実現していて、それがどういう信頼性を達成しているのか、それをどう評価するのか、どう客観的な評価を得るのか、という観点は大変大事で、現場での苦労もあると思うが、方向性として齟齬はないと考えている。
- ・ 今後どう改善していきながら客観的な評価をどういう形で得ていくかについては大変重要なご指摘だと認識。
- ・ 国とNUMO等の役割分担、見え方等が分かりにくいというご指摘や、概念図も含めてもっと分かりやすくといった、これもまた国民の理解を深めるという意味でも大変重要なご指摘いただいた。今日のご意見踏まえながら、NUMO、JAEA その他関係機関と連携してしっかり対応していきたい。

新堀主査

- ・ 先生方からコメントの中で気になる点として、大西先生のご指摘がある。「要は安全なんだ」というメッセージをどういう風に出していくかということに対して、どうしてもセーフティケースの信

信頼性向上という方向に話が進む。しかしセーフティケースという言葉は一般の方に十分に理解されてない。さらにセーフティケースでは不確実性を伴うことに対して一般の方が納得できる説明も必要である。不確実性が低減したという話と、セーフティケースの向上ということについて、その相互の意味合い、そういったものが一般から見ると全然分らないということになりかねない。

- ・ 次期全体計画においてセーフティケースに統合することで安全性を説明するという形で書いていくのは良いが、安全へのメッセージをもう一步踏み込んで、セーフティケースの信頼性の向上が結果的にどういう形でメッセージとして、分かりやすい言葉で伝わるのかということは、永遠のテーマかもしれないが、考えていく必要があるのかなと思う。
- ・ 技術者、研究者においては、このセーフティケースの信頼性の向上という方向で進んでいくのは良いが、一步引いてみた時に、処分場が安全であるというメッセージとして伝わっているかというご指摘を大西先生からいただいたと思っており、今後考えていかなければならないと思う。
- ・ 先生方からいただいた話だと、目次の構成として研究開発戦略を先に掲げてから個別に入っていくという方向性は非常に良いとのことだが、例えば、2.2.1 の「技術的信頼性のさらなる向上」なのか「信頼性の向上に向けて」という言葉の方が良いのか議論がある。「さらなる向上」だと、信頼性がすでにありもっと良くするというメッセージにはなるが、向上に向けて引き続き不退転でやっていくということをメッセージとして出すのであれば「向上に向けて」になる。
- ・ 2.2.2 で「セーフティケース」という言葉を出すのであれば、2.2.1 の「不確実性への対応」のところでセーフティケースがどう紐づいているのかをしっかりと記載しておかないと、繋がりがうまく伝わらないことになりはしないか少し気になった。
- ・ この構成案で非常に良い点は、「分野内・分野間連携の推進」がしっかり掲げられているところ。これは今日の議論でも指摘のあったところであり、モデル化やセーフティケースの構築においても非常に重要な観点なので、これを進めていくことをしっかり宣言することは非常に素晴らしいことだと認識する。
- ・ 次回の調整会議では、メンバーの皆さんからいただいた意見を踏まえ、次期全体計画目次構成の修正版及び次期全体計画の素案を NUMO から提示していただき、皆さんに議論していただく予定である。

NUMO 梅木理事

- ・ 本日予定していた議事は以上となる。次回の調整会議の日程等については、別途連絡させていただきます。