

地層処分研究開発調整会議(第7回) -議事要旨

日時:2022年6月6日(月)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

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

田上生活圈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) 地層処分研究開発に関する次期全体計画の策定について
- (2) 研究開発の現状について

資料

- 【資料1】 地層処分研究開発に関する次期全体計画の策定について
- 【資料2-1】 研究開発の現状について(経済産業省)
- 【資料2-2】 技術開発の現状について
- 【資料2-3】 研究開発の現状について
- 【参考資料1】 「地層処分研究開発調整会議」について
- 【参考資料2】 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)(令和2年3月改訂版、地層処分研究開発調整会議)

議事要旨

下堀課長及び阿部室長の挨拶の後、下堀課長より資料1に基づき、地層処分研究開発に関する次期全体計画の策定について説明された。続いて資料2-1に基づき北村課長補佐、資料2-2に基づき渡部技術部長、資料2-3に基づき瀬尾部長より現全体計画に基づく研究開発の現状について説明された。

以下これを受けた外部有識者からのご質問、ご意見。

小峯教授

- ・ 直接処分や超深孔処分などの代替処分技術については、机上検討が中心になっていると思うが、超深孔処分については、現在検討しているのはアメリカだけではないか。自分の専門分野である土木工学の眼で見たときには、日本の岩盤を対象に直線的な孔を掘削できるかといった懸念がある。建設会社とも連携して検討すべきではないか。
- ・ 例えば、資料2-2 p.10 に処分坑道のレイアウト図が成果として提示されているが、16本もの接続坑道が現実的に建設可能なのか。研究でなく実務的な観点で年間の廃棄体埋設数量などを考慮した建設・操業工程面からの制約を踏まえた実現可能性を検討すべき。現時点のアイデアを専門家でない方に説明した後、将来においてそれが実際と異なる形ででき上がった

た場合、裏切られたと捉えられてしまう恐れがある。技術の観点からも精度を上げた設計がなされているのかを確認していく必要がある。

- ・ 地質環境と安全評価に関する検討は精力的に行われているが、それに比べて処分場の設計・工学技術についての検討が少ない印象がある。

小林准教授

- ・ スペシフィックな話になってしまうが、安全評価の観点からウランやトリウムは酸化物や水酸化物となって溶解度が制限される一方で、天然環境では必ずしもそのような化学系での存在形態ではなくリン酸塩などいろいろな形態で存在している。安全評価における核種移行については、ニアフィールドからファーフィールドといった空間スケールだけでなく時間スケールも含めてシームレスに説明できるようにされると非常に良いと思う。
- ・ 実験室だけでなく、実験室と実環境との連携が大事になってくる。本日の説明にあった連携の強化というものにはそういうことも含めると非常に効果的に進めて行けるのではないかと。

大西名誉教授

- ・ 資料2-2 p.4にある取組み課題について、資料2-1 p.14その他で言及している「抜け落ちが無いかのチェック」が必要である。専門的な眼だけでなく広い眼で縦串・横串を刺すチェック体制が大事である。自身の経験からも、意外なところで抜けが見つかるものである。
- ・ リスク評価というのが社会の中で使われるようになってきた。大丈夫だというのは逆の面からリスク評価するというチェック体制を今後は整備していく必要がある。

出光教授

- ・ 資料2-2 p.4では、人工バリアについて「安全性の更なる向上」という表現は確かに耳障りこそよいが、これまでの議論の中で被曝が年間 10 マイクロシーベルトを超える体系は考えにくい。安全性を向上するというよりは、不確実性をいかに低減させたかが重要で、どのように不確実性が減ってきたかの情報がほしい。例えばベントナイト 100°C超に対する取組みについては、100°Cを超えたときにカリウムによる化学的な変質挙動が生じる可能性があるが、PEM方式とすれば回避できるというような整理があると良いと思う。
- ・ アクセス坑道の埋め戻しについては、本当に止水性を確保する必要があるのか疑問。透水性の高い坑道を処分場周辺に設けることで処分場近傍の動水勾配を下げるという「ウォーターケージ」というスウェーデンで特許をとった方法がある。アクセス坑道のレイアウトをみると、処分場の中の廃棄体を置くところの動水勾配を下げる働きがあるのではないかと。これを検討する価値があるのではないかと。
- ・ 直接処分について、使用済燃料はペレットの中は不均質であり、元素の分布もかなり不均質である。また内部はガスがたくさん溜まっておりガス圧が高い。腐食や放射線影響に伴うガス発生のように徐々に放出されるのではなく一気に高圧のガスが出てくる。廃棄体パッケージを製

作するのにガスを抜くのか、それともPEM方式にするのかなどを今後検討していくべきではないか。

松島教授

- ・ 次に取り組むべき課題をどのように抽出し、どのような優先順位で抽出するか、何をどこまで高度化する必要があるかを検討することが重要と認識している。大西先生が横串という言葉が使われていたが、他の分野と連携するうえで何が必要なのか、抜け漏れが無いようにしていかなければならない。
- ・ 分野によって異なるが、一般的には「不確実性」と「リスク」は別のものであり、両者をどのように考慮して技術開発に取り組むかの検討が重要である。それぞれの定義を明確にして、何を考慮するのかを明らかにしておくことが必要ではないか。
- ・ 資料2-2 p.6 で例として示した三分野連携は「言うは易く行うは難し」で大変だと思うが、ぜひ苦勞があっても取組んでほしい。それぞれの分野で考えている分解能が異なっているなどの様々な問題があると思うが、分野ごとに必要な情報の種類や分解能についてすり合わせが必要と認識している。

長田教授

- ・ 資料2-2 p.4 に「地層処分に適した地質環境の選定及びモデル化」とあるが、選定とは自然現象の影響や地質環境の特性を踏まえて何を選定するという意図なのか教えてほしい。
- ・ 資料2-2 p.13 でベントナイト緩衝材の最高温度が 100°Cを超える条件での検討が示されているが、今この取組みをしている理由は何か。以前は 100°Cを超えないように処分場を設計するというスタンスであったかと思う。
- ・ 文献調査が北海道の2地点で進んでいるが、初めてのことなので、そこでどういう議論が行われて、その中で何が十分まかなえていて、分からないところは何なのか、こういう場で紹介されて次のステージにつながっていくことが非常に大事だと思っていたので、そういうことができるようならぜひお願いしたい。

安江准教授

- ・ 松島先生のご発言にあったように分野間の連携について、具体的に示してもらえると良い。また、連携を踏まえて課題を抽出することが重要である。さらに、連携とは三分野の連携だけでなく、その中の1つの分野、例えば地質環境の調査・評価において、自然現象の影響と地質環境の特性の長期変遷との連携、なども重要になってくる。
- ・ 三分野の連携ということで、これまでの令和4年度までの計画の目次を見るとそれぞれ別々になっているが、ここも何か連携が見えるような形があると良いと思う。
- ・ 地形変化に関しては、長期になればなるほど複雑になり評価の考え方も一つではなく複数ある。一つのモデルで評価するのではなく、複数のモデルで評価することが重要である。

廣野教授

- ・ 活断層の評価方法について、断層破碎帯の化学組成で活断層と非活断層の分類ができるというような研究成果だけで、今後の取組みについてあまり明記されていない。活断層の評価方法は本当に確立したのか。地球惑星科学の専門家としては気になる。
- ・ 活断層の評価技術は防災の観点でも注目されている。活断層に関する年代測定技術などの新しい情報を地震学会や活断層学会と情報共有できるとよい。日本全体の地層処分分野と防災の分野が連携できる場ができていくと良い。

以下、外部有識者からのご質問、ご意見への回答

下堀課長

- ・ 連携の重要性について、いろいろなレベルでの連携がありうる。具体的にどのように連携していくかは重要な視点である。実験室と現場との連携、文献調査の状況と研究開発との連携もあり得る。
- ・ チェック体制、横串というご意見もいただいた。これも連携が絡んでくるかもしれないが、仕組みに抜け漏れが無いようにするための検討も必要と思う。
- ・ リスクと不確実性をどのように反映させていくかは少し検討したい。

北村課長補佐

- ・ 小峯先生や出光先生から直接処分や超深孔処分に対してご指摘いただいた。超深孔処分に対する成立性については、我々もかなり気にしており、諸外国でもアイデア段階だという認識でいる。本当に我が国で超深孔処分ができるのかというところは早めに確認をしたい。処分場の設計については、地質と安全評価と同様に力を入れるべきとのご指摘について、ぜひ対応していきたい。

渡部技術部長

- ・ 有意義な視点として、説明を凝らすということで数々の示唆を受けたので今後の検討に生かしていく。質問への回答は改めて整理して皆様にお知らせするようになる。

瀬尾部長

- ・ 小峯先生が言及された超深孔処分については、アメリカで検討されている 3,000m、5,000m 級を直線的に掘削する技術や 1,500m 以深を曲げて掘削する技術等の事例を情報収集しているところ。それが日本でとなると土木・地質の観点からもう少し検討していく必要がある。適用する際にはそのあたりを専門の関係者と確認していきたい。
- ・ 小林先生からの天然と室内試験の違いという話については、ご指摘のとおりウランの状態も

リン酸塩、炭酸塩などがあるので単なる酸化物でだけではないということもある。さらに化学形態だけではなく室内試験で収着データや拡散データを取ると原位置と異なるデータとなる場合がある。その差異がなぜ生じるのか、どのように補正するのかということをしっかり取り組んでいるところ。

- ・ 出光先生のガラス固化体は均質だけでも使用済燃料は均質ではないという話はまさに重要な点と認識している。PWR、BWRといった炉型で違い、燃焼度も違う。それぞれ個々に対応するのか、あるいはそういうものをすべて包含できる例えば人工バリアで言えばPEM方式の処分方法とするなど、そういったところが重要となっている。
- ・ 廣野先生からは活断層、非活断層の判定技術を確立できたように言ったのではないかとのご指摘をいただいたが、あくまで一つの事例として示したもので、決してこれで終わったというわけではなく、今後は地殻変動という表現の中でさらにいろいろな取組みを多角的に進めたいと考えている。

新堀主査

- ・ 松島先生から指摘いただいた課題の優先順位をどうやって形をつけていくのか。小峯先生からも、工学技術の重みをより技術的な視点でやっていかなければいけないという指摘を受けているので、その辺が重要な話になると思う。
- ・ 文献調査が進んでいるがこういった場でも共有されて技術開発にも生かされていければいいと長田先生から指摘をいただいたので、こういった点も今後よろしく願いたい。
- ・ 北村課長補佐から説明があった「廃棄体のTRUと高レベルとの隔てなく」という意味に難しいところがあると思う。説明をうまくしていかないと誤解されてしまう。それはTRU-PEMの話とつながってくるので、整理していく必要があると思う。
- ・ 次回の調整会議では本日各関係機関から紹介があった研究状況及び皆さんからいただいた意見を踏まえて研究開発状況の整理と次期全体計画の項目立てについて議論を行う予定。次回会議までに調整会議メンバーの協力をいただきながら事務局の方で今後の取組み内容などを整理していただきたい。