

## 第4回（書面開催）バックエンド技術評価検討会

### 議事概要

1. 日 時 令和2年11月2日（月）～11月5日（木）
2. 要 領 書面審議
3. 議 題
  - （1） 令和2年度安全研究プロジェクトの技術的観点からの評価  
（バックエンド技術 事前評価）
  - （2） その他
4. 配布資料
  - 名簿
  - 資料1 原子力規制委員会における安全研究の基本方針
  - 資料2 今後の研究評価の進め方について（抜粋）
  - 資料3 「今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針」について
  - 資料4 研究計画（案）
    - ・ 廃棄物埋設における長期性能評価に関する研究
    - ・ 放射性廃棄物の放射能濃度等の定量評価技術に関する研究
  - 参考資料1 研究計画（案）説明資料
5. 概 要

原子力規制委員会では、安全研究の的確な実施及び成果の活用を図るため、安全研究プロジェクトの開始前には事前評価を実施することとしている。本検討会では事前評価にあたり、外部専門家の評価及び意見並びに産業界等の専門的な技術的知見を有する者（専門技術者）の意見を聴取した。検討会における主な意見及びその対応は別紙の通り。

## 第4回バックエンド技術評価検討会における外部専門家及び専門技術者の評価意見及びその回答

### (1) 廃棄物埋設における長期性能評価に関する研究

No.	外部専門家・ 専門技術者	評価意見	回答
1	井口 哲夫氏	研究概要(2)d.の生活環境における核種移行モデル等の構築の研究に関して、中深度処分特有の研究課題がよく見えない。前段のa, b, cの研究概要に絡めて、モデル的に改良すべき内容を明確に示すべきではないか？	ご指摘のように、この研究項目は、必ずしも中深度処分特有ではなく廃棄物処分共通の課題でございますので、研究項目のカテゴリーにつきまして検討いたします。ただし、中深度処分においては、その処分深度に対応して、より広い範囲の生活環境への放射性物質の放出を考慮する必要があることが、この研究項目を発想しました理由の一つでもございます。
2	井口 哲夫氏	研究概要(4)a.の中の浅地中処分において管理期間終了後の浸食を評価する研究を実施することの必要性が今一つ判然としないので、説明補強が欲しいところ。	浅地中処分においては廃止措置の終了まで（以前は「管理期間」と呼んでいました）において事業者が廃棄物埋設地を管理し、必要に応じて補修が行われますが、廃止措置の終了以降はこの措置もなくなります。浅地中処分は、廃止措置の終了までに大部分の放射性物質を減衰させる概念ですが、この時点では一部の放射性物質は残存しており、それが公衆に及ぼす影響を想定しても、保全に関する措置を必要としないものとするものです。この判断には廃止措置の終了後の線量評価が必要であり、その場合、覆土の減少や廃棄体の露

			出は線量評価に大きな影響を与えます。このような理由から浅地中処分を対象にした侵食の評価についても課題としてあげております。
3	井口 哲夫氏	(1)b. 中深度処分における地下水流動の評価手法の中で、ボーリング孔等を用いた測定技術の既往研究では測定地点や深度等の数が限られて不確実性を含むことが指摘されているが、本事業のボーリング調査では平面的／縦断的に複数の試掘を行うことで、従来よりどのように改善が見込まれるのかの説明補強が欲しいところ。	「測定地点や深度等の数が限られて不確実性を含む」のは、今後の研究及び実際の調査を含めて、程度の差はありますが、避けられないことであると認識しています。このため、観測データだけに依拠して地下水流動場を理解することはできませんし、数値計算で地下水流動解析を行うにせよ水理特性を設定できる精度と密度には限界があります。この認識のもと、現在の地質構造、水理特性（水圧、透水係数等）、これまでの物質移動等の結果を反映した水質・地下水年代等の観測と、地下水流動及び物質移行に半定量的な情報を与えることができる解析を組み合わせ、相互にフィードバックすることによって、総合的に地下水流動場の理解を高めることを試みるものです。
4	井口 哲夫氏	(1)c. (i) 室内での力学／水理学連成試験は、処分坑道周辺の岩盤での地下水・物質移行の複合効果を実験的に観察するユニークな研究手段と思われるが、同時に行われる原位置試験との補完性（例えば、境界条件の設定やスケーリング則など）をもう少し明確に説明できないか？	室内試験は、3軸の制御された応力状態を形成し、力学特性、亀裂の発生、水理特性の変化を分析するものです。試験後に供試体を解体して分析することも可能です。 原位置試験は、岩中に既存の亀裂や堆積時の方向性などの条件があるなかで、坑道等の掘削による影響を見るものであり、実際の応力条件及び水

			<p>理特性の変化を分析するものです。想定した条件で行う室内試験と異なり実際の条件を反映したものになり、その中には、サイズの効果も含まれます。一方で、岩種や方向性等によって種々の条件があり得る中での一部の条件での試験となりますし、分析できる範囲も限定されると考えられます。このため、室内試験での理解を原位置試験によって検証しつつ、室内試験の成果によって、種々の条件への適用を拡張していきたいと考えています。</p>
5	井口 哲夫氏	<p>(1)c. (ii) 及び(2)a. 処分坑道閉鎖のためのベントナイト系人工バリアの長期性能評価において、TRU 廃棄物処分施設の閉鎖概念のように、埋め戻し材（ベントナイト系）とともに水理プラグを併用するようなことも検討してはどうか？</p>	<p>研究概要に記載しておりました「埋戻し材」は、地下水の卓越経路、核種の移行経路とならないように坑道を埋め戻すものとして、坑道を比較的低透水性の材料で充てんするもの及び坑道の端部に配置して止水する水理プラグのような構造の両方を念頭に置いておりました。記載の意図が分かりにくいため、坑道の埋戻し材と水理プラグの両方が含まれることが明確となるように修正いたします。</p>
6	小崎 完氏	<p>(2)b. セメント系人工バリアの長期性能評価研究で、従来のピット処分に用いられているセメント材料(OPC)のみを対象としているように見えるが、より長期の閉じ込め性能を担保できそうな新規セメント材候補の調査研究も必要ではないか？</p>	<p>セメント系材料の長期安定性を評価するためには、既に土木分野で知見の多い材料に対して、結晶構造や細孔構造から反応メカニズムや劣化機構を明確にし、長期の評価を実施する必要があるかと考えています。しかし、普通ポルトランドセメ</p>

			<p>ント（OPC）は基本となる原材料に廃棄物起源のものが含まれており不純物も多く含有し、反応メカニズムや劣化機構が材料により異なる結果となることも多いことから、不純物未混和のセメント*）を用いて、反応メカニズムや生成された水和物（カルシウムシリケート水和物）が空隙構造にどのような影響与えるかを明確にし、長期評価につなげる研究を実施することとしています。</p> <p>また、人工バリアには水和を低減するために中庸熱セメント、フライアッシュ混合メント及び石灰石微粉末、充填モルタルには高炉スラグセメントなどが予定されており、使用する粉体の粒度分布に対して硬化後の空隙構造がどのように形成されるか、物理的・化学的特性を分離して、さらに材齢進展により細孔径分布が変遷することを踏まえて核種移行する物質を評価する必要があると考えています。</p> <p>なお、本研究は規制側として、事業者が用いるとして申請される材料の特性が適切であることを判断できる知見を取得することを目的として行うものですので、新たな材料開発自体を行うものではありません。</p>
--	--	--	---

			<p>※ 現在の工業的なセメントには、石灰、珪砂、粘土等を焼成する原材料の時点と焼きあがったクリンカに石膏等をまぜてセメントにする時点で廃棄物等を混合することが JIS 規格で認められています。大学等では「研究用セメント」として、後で混合する廃棄物を含まないセメントが用いられます。ここでの「不純物未混和のセメント」とは、焼成する原材料にも廃棄物の添加をしないものです。昔のセメントは、むしろこのような組成になります。したがって、不純物未混和のセメントは、現在のセメントとは異なりますが、非現実的なセメントではありません。</p>
7	小崎 完氏	<p>(2)b セメント系人工バリアの長期性能評価手法の研究</p> <p>「セメント硬化体の長期安定性に関する結晶構造や物質移行特性を支配する細孔構造及び収着について、その機構を明らかにする。」とされています。しかし、具体的には、実施計画（研究計画（案）p10～11）において、「細孔構造の計測法の整理及び体積変化の評価法の検討」（R3、R4年度）、「水蒸気吸着装置等による分析及び結晶安定性の TMS 法による観察並びにひび割れ等の体積変化に関する予備試験」（R5年度）、「セメント硬化体の物質</p>	<p>「セメント硬化体の長期安定性に関する結晶構造や物質移行特性を支配する細孔構造及び収着」と記載しておりますが、委員がおっしゃるように非晶質であるカルシウムシリケート水和物の影響が大きいことは当然であると理解しております。そのため、カルシウムシリケート水和物の結晶安定性を評価するための、TMS 法等も試験として行い、細孔構造及び収着の把握を行う予定としております。記載が不十分でしたので、「セメント硬化体の長期安定性に関する結晶構造（カルシウムシリケート水和物も含む）や物質移行特性</p>

		<p>移行に関する取りまとめ」(R6年度)となっています。内部微細構造の基礎的な試験結果から、「物質移行の機構を明らかにする」までの「取りまとめ」の過程が良くわかりません。例えば、セメント系材料中の物質移行においては、結晶のみならず、非晶質であるカルシウムシリケート水和物の影響が大きいとされています。微細構造や体積変化のみから、「物質移行の機構を明らかにする」ことには困難が予想されます。この点についてご説明下さい。</p>	<p>を支配する細孔構造及び収着」と修正させていただきます。</p>
8	小崎 完氏	<p>(2)b セメント系人工バリアの長期性能評価手法の研究</p> <p>「体積変化によるひび割れ等の発生が物質移行特性への影響について科学的・技術的知見の取得を行う。」(ミスタイプと思います。正しくは「物質移行特性へ及ぼす影響」でしょうか。)とありますが、「体積変化」や「ひび割れ」という比較的マクロな現象の影響を、「拡散」や「収着」といったミクロな現象の影響と区別して、物質移行特性を検討する具体的なアプローチが読み取れませんでした。この点および具体的にどのような知見を取得する計画であるかご説明下さい。</p>	<p>ご指摘の点について、ミスタイプとなります。「物質移行特性へ及ぼす影響」へ修正させていただきます。また、「体積変化」等のマクロな現象と「拡散」等の関係についてですが、最終的には一体として物質移行特性を評価する必要がございます。しかし、まず本研究では、ひび割れの発生という現象と体積変化の関係をまず明らかにし、審査において可能な限りひび割れの発生しない状態というのを適切に評価できるよう知見を取得することを目的として実施しており、一体的な物質移行特性の評価は、その後検討する形と考えてございます。</p>

9	小崎 完氏	<p>(2)c 中深度処分における岩盤の収着・移行現象に関する研究</p> <p>「微小な空隙中での放射性核種の物質輸送とその過程での鉱物への収着は、移行を遅延させる重要な機構である。」において、遅延させるのは「収着」であり、「空隙中での放射性核種の物質輸送」は移行を促進させるのではないのでしょうか。この部分の解釈の仕方を説明して下さい。</p>	
10	小崎 完氏	<p>(2)c 中深度処分における岩盤の収着・移行現象に関する研究</p> <p>「この機構については、核種の分散系での収着反応評価、金属酸化物の集合体の評価など水分子の移動や空隙内の分布、表面の凹凸、電気二重層の影響等様々な評価がされている」において、「分散系」とは何を意味しているのでしょうか。「金属酸化物の集合体の評価」も意味が読み取れませんでした。</p> <p>「空隙内の分布」は何の分布でしょうか。もし、放射性核種の分布でしたら、表面の凹凸や電気二重層の影響があった上で、放射性核種の分布が生じるので、これらを同列に扱って、「・・・等様々な評価がされている」とするのは適切ではないと思いますが、如何でしょうか。</p>	<p>「分散系」とは、いわゆるバッチ試験の系を意味しています。実条件と比較すると、空隙構造の情報が失われており、液固比の違いも影響する可能性があります。実条件との対比の意味で「分散系」と表現しました。</p> <p>「金属酸化物の集合体の評価」とは、放射性廃棄物処分とは異なる分野での収着に関する研究で、100nm以下の微小な空隙表面での反応が分散系と異なるとの研究があります。</p> <p>「空隙内の分布」とは、「水分子の」分布でございます。</p> <p>類似研究の例示ですが、いろいろな現象を余り説明せずに並べておりますので、整理して示したいと考えております。</p>



11	小崎 完氏	<p>(2)c 中深度処分における岩盤の収着・移行現象に関する研究</p> <p>「空隙構造とそれが収着現象及び物質移行現象に与える影響についての検討例は少ない。」において、「空隙構造」は(固相表面が変質しなければ)「収着現象」に影響を及ぼさないと思いますが、何を意味しているのでしょうか。</p>	<p>前項で述べましたように、100nm以下の微小な空隙表面での反応が分散系と異なるとの研究があります。</p>
12	小崎 完氏	<p>(2)c 中深度処分における岩盤の収着・移行現象に関する研究</p> <p>・「微小空間での収着に寄与する特異的な現象を統一的に考慮することで、岩石中の微小な空隙での特異的な収着反応のメカニズムを明らかにし、そのような特異的な収着反応が放射性核種の移行に与える影響を検討する。」の意味が読み取れませんでした。「特異的な現象」とは具体的に何を指しているのでしょうか。「特異的な現象を統一的に考慮する」と「反応のメカニズムを明らかにする」ことは、逆のアプローチのように思えます。また、実施計画(研究計画(案) p10~11)において、拡散試験および電位分布等に関する試験をあげられていますが、それらのデータとここでの検討内容との関連をご説明下さい。</p>	

13	小崎 完氏	<p>(2)c 中深度処分における岩盤の収着・移行現象に関する研究</p> <p>実施計画（研究計画（案）p6）における図8では比較的大きな空隙（あるいは亀裂）があるように見えます。中深度処分としては不適切ではないかと感じます。一方、図9を例示された意味（意図）が読み取れません。例えば、図中の、「pore in clay」、「pore in organic」は関係がないように思えます。必要性をご説明下さい。</p>	<p>・図8は、粒子内の微小空隙が物質移動全体に影響することを示す意図のものですが、土粒子を示しているようにも見えますので、適切に修正したいと考えております。</p> <p>図9は、実際の岩石中の空隙の例で、空隙がサイズの的にも鉱物学的にも均質ではないこと、また、そのようななかで特に微小な空隙の形状や三次元的なつながりを観察することが難しいことを示すものです。</p>
14	小崎 完氏	<p>(4)b 粘土系材料の透水特性、空隙構造等に関する研究</p> <p>「ベントナイトの粒子間空隙、層間空隙等からなる空隙構造と、それらの空隙中の水質、静電場等を統一的に整理することにより、力学特性、透水特性、拡散特性等と、施工条件を含めた状態特性との関係を整理する。」とありますが、実際に実施するのは「覆土の締固めと透水性能に関する試験」となっています（研究計画（案）p9）。「透水特性」の知見は得られるでしょうが、「粒子間空隙、層間空隙等からなる空隙構造と、それらの空隙中の水質、静電場等を統一的に整理」するために必要な知見は十分得られるのでしょうか。</p>	<p>主要な試験は「覆土の締固めと透水性能に関する試験」ですが、「変質を考慮した透水性及び拡散等の試験の整理」も検討しております。これら検討において、ベントナイト及び砂・ベントナイト混合土の透水特性を把握する試験を実施するほか、アルカリ性溶液とベントナイトの反応させる変質に関する試験も行う予定です。しかしながら、試験のみでは御指摘のとおり「空隙中の水質、静電場等を統一的に整理」することは困難と考えられますので、この中で、既存の拡散試験等の結果を踏まえ、解析的な手法を交えて空隙中の粘性、イオン会合度等の水質や拡散二重層で表される静電場の影響等を整理し、物質移行に関連する空隙構造を評価していきたいと考えています。</p>

15	小崎 完氏	(1) ~ (4) のカテゴリーのいずれにおいても、過去の研究ならびに最新知見を踏まえた上で、安全研究として適切に研究項目が設定されていると評価できる。	拝承。
16	小崎 完氏	<p>解析実施手法、実験方法はおおむね適切である。ただし、(2) b「セメント系人工バリアの長期性能評価手法の研究」においては、「セメント硬化体の長期安定性に関する結晶構造や物質移行特性を支配する細孔構造及び収着について、その機構を明らかにする。」との目標に対して、細孔構造の計測、体積変化の評価、水蒸気吸着、結晶安定性の TMS 法等による観察などの基礎的な試験が計画されており、「物質移行の機構を明らかにする」にはやや不十分と思われる。また、当初案では言及がなかった、非晶質であるカルシウムシリケート水和物に関する試験については、その具体的な試験内容および試験スケジュールの説明がないことから、研究開始前に工程表を含めて十分に検討することが望まれる。なお、コメントに対する回答文において、「結晶構造（カルシウムシリケート水和物を含む）」については、「非晶質である水和物の結晶構造」と読めてしまう（非晶質には結晶構造は存在しない）ことから、「非晶質の微細構造」などの表現にした方が良いと思われる。</p>	<p>カルシウムシリケート水和物は、低結晶ながらナノ構造で様々な形態を持つことから、ここでは非晶質とはせずに結晶として整理しております。今回、「物質移行の機構を明らかにする」との記載は、空隙構造に起因した拡散に対して機構を明らかにする検討であり、生成されるカルシウムシリケート水和物の結晶構造について材料（セメント及び混和材）それぞれの特性を明らかにすることを目的としております。そのため、研究計画等についても結晶安定性の評価の中でカルシウムシリケート水和物の評価を行い、材料及び反応環境によるカルシウムシリケート水和物のナノ構造の違いを評価することで細孔構造や物質移行評価へつなげられるよう研究を進めることを考えてございます。</p> <p>具体的には、細孔構造を水蒸気吸着装置等の細孔を圧力で壊さない手法を用いて層間空隙まで測定し、さらに、閉塞した空隙やインクボトル形態なども併せて評価することを考えております。また、変化するカルシウムシリケート水和物の結晶構造をトリメチルシリル誘導体化(TMS)法を用いて評価す</p>

			るものです。
17	小崎 完氏	<p>(2)c「中深度処分における岩盤の収着・移行に関する研究」においては、研究対象とする諸現象の説明が不十分であり、文章も難解であった。前回のコメントに対する修正文が示されていないことから、実験方法の適切さは十分評価できていない。実施計画（研究計画（案）p6）における図8および図9においても修正後の図が示されていないことから、妥当性を判断できない。前回の回答文から、少なくとも、図9中の「pore in clay」、 「pore in organic」の矢印は、「微小な空隙の形状や3次元的なつながり」とは関係のないものであるので、削除すべきと思われる。</p>	<p>文章が適切ではありませんでしたので、本資料の冒頭に示しましたように修正いたします。対象とします地質としては、中深度処分を念頭に置いて、例えば堆積岩を考えています。図8及び図9は、地質媒体中の様々な空隙の中での物質移行を示す意図のものでございましたが、ご指摘のようにいずれも土質材料中の空隙を示したものでございますので、削除いたします。</p> <p>なお、岩盤を含む地質媒体に対する放射性物質の収着、移行に関しては、これまで種々の側面から膨大な研究があり、それらの効果を併せて岩盤に対する収着特性を評価する手法に関する研究もされています。このような成果は活用することとしたうえで、本研究は、比較的研究が少ないと考えられる微細な空隙構造と物質移動及び収着の関係についての情報を追加しようとするものです。</p>
18	小崎 完氏	<p>(4)b「粘土系材料の透水係数、空隙構造等に関する研究」については、前回のコメントに対する回答文である程度理解できたが、実施計画本文の修正が行われない以上、その適切性は判断できない。</p>	<p>本課題につきましては、問題意識は以下のようなものとしてございますが、具体的な研究アプローチは検討している段階にございます。いただきましたご指摘も参考にさせていただきながら構築したいと考えております。</p> <p>地層処分に用いることが検討されている高配合のベントナイト混合土においては、有効粘土密度又</p>

			<p>は有効ベントナイト密度との関係で透水係数が整理できるとされています。一方で、浅地中処分で見られる低配合のベントナイト混合土（特にCa型）においては、初期含水比などの条件が、最終的な透水係数に影響するとの報告があります。その理由として、水で飽和してベントナイトが膨潤しても、初期の土粒子及びベントナイト粒子からなる空隙の構造が残り、それらの構造とそれに基づくベントナイト層間の距離、対応する水の粘性、それらによる透水特性が関連するとの報告もあります。これらの関係を考慮しつつ、このような材料について、透水性の指標を何にすればよいかを検討したいと考えております。</p>
19	小崎 完氏	<p>解析結果の評価手法、実験結果は概ね妥当である。ただし、②で実験方法の適切性が十分読み取れない部分については、その評価手法の適切性は判断できない。</p>	<p>拝承。 評価手法の適切性については p. 25～26 を参照。</p>
20	小崎 完氏	<p>(1)～(4)のカテゴリーのいずれにおいても、重要な研究項目をあげており、現時点で優先的に実施すべき研究であり、重要な見落としは見当たらない。</p>	<p>拝承。</p>
21	新堀 雄一氏	<p>説明資料 p. 19 にございます Edz と図面中の BDZ との使い分けが気になりました。研究計画では BDZ のみ行うように拝察いたしましたが、知りた</p>	<p>掘削影響領域について、力学的影響領域を EDZ (Excavation damage、水理学的影響等の領域を Edz (Excavation disturbed zone) とし、特にボーリ</p>

		いのはより上位概念である EDZ の方かと存じま す。いかがでしょうか？	ングによる影響領域を BDZ (Borehole Damage zone) としておりますが、それぞれの定義を示すと共に、 適切に使い分けるよう整理いたします。  なお、ご指摘のように EDZ の方が上位概念であり ますが、口径の違い等に基づいて、坑道とボーリン グ孔では、影響の出方及び閉鎖技術が異なるところ がございますので、共通点、相違点を踏まえて検討 したいと考えております。
22	新堀 雄一氏	(1)b 中深度処分における涵養域から流出域までの 地下水流動の評価手法の研究  事業の進め方においてモデル化とボーリング調 査・水文調査等が個別に進んでしまうことを懸念 しております。目標に向けての協同を如何に進め るかは、これまでも課題であるように思いますの で、評価項目②「適切な解析実施手法、実験手 法」に関連して双方の手法はここに適切であっ て、かつ、それらの適切な統合をも期待したいと 存じます。  研究のご説明では、まずモデル化について記載 されていますが「当該地域」とは 国内に対象地点 を想定しているとのことですので、具体的な地点 を想定するのであれば、当該地域の涵養域から湧 出域までの間でボーリング調査、水文調査等を行 い、地下水水質、地下水年代、地質ごとの透水係	この研究は、現在の水理特性とこれまでの物質移 動等の結果を反映した水質、地下水年代等の観測 と、地下水流動及び物質移行に半定量的な情報を与 えることができる解析を組み合わせ、相互にフィード バックして、総合的に地下水流動場の理解を高め ることを試みるものです。したがいまして、ご指摘 いただきましたように、両者を統合して進めたいと 考えております。  場所は、現在の安全研究で水質等のデータを一部 取得している、青森県上北地方を考えております。 この場所に中深度処分場が建設される予定がある ということではなく、地下 100m 程度及びそれ以深 までの井戸からの情報を得ることができ、地層を形 成した地史の情報がある等の理由で研究の場所と して選んでいるものです。既存井戸のデータも用い ますが、深度方向に地下水が混合されて情報が乱さ

		<p>数等の分布を把握したうえで、当該地域のモデル化を行うことが通常を進め方と存じます。ここでは、モデル化において断層等を含む地質構造、透水係数、地形等の透水性を如何に定めるか、地下水及び地質のデータの空間的ばらつきを考慮したモデルに設定する透水性等が、結果的に把握した流動系にどの程度効くのかなども、データとの比較やモデルによる感度解析を通じて検討することとなると思います。むろん、検討項目にある地下水の起源、滞留性や、異なる起源をもつ地下水の混合など、地球科学的なデータから評価し、地下水等の試料の妥当な採取法についても検討することは意義深いと思います。</p>	<p>れてしまっているものが多いため、新たにボーリングを行いデータ取得することも考えております。このした観測データに、解析による現象面からの裏付けをつける試みをすることによって、データの解釈や取得上の問題、解析のモデルや設定の問題も浮き彫りになることを期待しています。</p>
23	新堀 雄一氏	<p>(3) 閉鎖後の水理試験による確認方法に関する検討 坑井試験の解析手法は単純化したモデルを基礎に多くなされております。ここではより詳細に不十分に施工された閉塞部やBDZをモデル化して数値解析により検討するかと拝察しております。その検討においてまず重要なことは、「不十分に施工された閉塞部」とはどのようなものを定義する必要があるかと存じます。また、観測井は清水掘りを想定し、掘削泥水によるスキン効果などはないとするかと推察しておりますが、BDZと既存の微小亀裂等の関係も複雑であり、サイト依存性が</p>	<p>ご指摘いただきました点につきまして、考慮して検討をいたします。</p> <p>例えば石油の生産井を構築した際等においては、漏れがないことを確認するために、バルブを閉じて、ボーリング孔の奥側を加圧し、圧力低下がないことを確認します。モニタリングに用いたボーリング孔の閉鎖を確認する際にこの方法を用いると、閉鎖した奥側へ通じる加圧用及び圧力測定用のパイプを残すことになってしまうため、基本的にはこの方法は使えないと考えています。そこで、閉鎖の確認には、確実に閉鎖できる手法を確立して施工管理</p>

		<p>大きいことも考慮すると、モデルをどのように設定するかが大きな課題と言えます。加えて、埋戻しの状態は、時間の経過により変化し、当初は坑口まで埋め戻していても、数か月すると埋戻し材が沈下していることはよくあることと存じます。このことは、BDZ も同様に時間の経過により変化することも示唆していると思います。</p> <p>上述を踏まえると、評価項目③適切な評価手法に関連いたしますが、検討される確認方法は、ある設定された場合にのみ適用できる手法となってしまうことが懸念されます。確認手法自体をどのように規制に活用するかが重要になるかと考えます。</p>	<p>で確認する、閉鎖した場所より手前側を加圧した際の圧力応答の解釈を用いる等の方法を検討する必要があると考えています。このような間接的な手法を用いる場合には、ご指摘のように岩盤、ボーリング孔及びその周辺の条件に依存することが考えられますので、その条件を考慮した確認手法について検討する必要があると考えております。</p>
24	山元 孝広氏	<p>研究計画（案）の背景説明や工程表が、最近の日本の放射性廃棄物政策の情勢と合っているのか？北海道の一部自治体が地層処分の文献調査に応募した現状を踏まえると、年次展開が示されたR3～R6 期間中に概要調査地区選定時の安全確保の為の考慮事項を規制当局が提示することになる。はたして提示された中深度処分を中心とした研究計画は、このことを念頭に組み立てられているのであろうか？早急に見直す必要がある。</p> <p>現在進められている中深度処分の安全研究は、かなり限定されたサイトを念頭に組み立てられた</p>	<p>地層処分事業の進展につきまして、最重要課題ですので注視しております。</p> <p>地層処分においては、10 万年を超える長期間にわたって HLW を起因とする放射線による影響から公衆と生活環境を防護する必要があり、具体的な要求深度や評価期間については中深度処分とは異なると考えられるため、さらなる技術的な検討が必要と考えています。しかしながら、長半減期核種の濃度制限等、該当しない考え方はあるものの、例えば長期間にわたって公衆と生活環境を防護するための根幹的な対策として、事業者に離隔と閉じ込めとい</p>



		<p>ものである。例えば説明資料 5p の火山活動に対する審査でのクライテリアとして「火山フロント」が示されているが、これはサイトが火山フロントよりも前弧側にあることを前提とした判断指標である。ところが今回、地層処分の文献調査に応募した自治体は背弧側でかつ火山近傍に位置している。従って、今の中深度処分を対象として整備予定の審査ガイド・マニュアルを、そのまま地層処分に当てはめることが無理であることは明白である。これは一例であるが、天然バリアに関しては他にも中深度処分の検討対象にない考慮すべき事項があるはずなので、その観点から考慮事項提示に必要な研究計画に漏れがないか見直す必要がある。</p>	<p>った設計上の対策を要求する考え方などは、中深度処分の考え方と共通するものと考えられます。したがって、まず、中深度処分の課題について取り組むという考え方でございます。</p> <p>また、本研究計画で取り上げました研究項目は、中深度処分に関連する技術分野の中で規制要件の観点から重要な課題のうち、原子力規制庁等において既に研究が実施されて規制の判断基準としてまとめる段階のもの、他機関で研究が進められているもの、今後具体的な地質環境条件及び設計に応じて研究の要否を検討するものを除いて、次期に 取り組むものとして設定したものです。例として挙げられました背弧側での火山活動につきましても、課題として認識しております。</p>
25	山元 孝広氏	<p>中深度処分特有の天然バリア課題は、処分深度が 70m 以上と地層処分に比べ浅いことで、将来 10 万年間にわたる侵食作用の評価が要求される。しかし、R3 以降の計画には、侵食作用に関する研究が存在していない。将来 10 万年に渡る侵食作用の評価手法が科学的に確立されたとは言えない現状を考えると、審査時の判断指標整備の為の知見整備は今後も進めるべきであろう。必要な具体的知見は、氷期-間氷期サイクルに対する河川応答の評価であり、説明資料 19p にある「浅地中処分に</p>	<p>中深度処分において、処分深度 70m の確保のために侵食の評価が重要であるのはご指摘の通りと認識しております。その上で、R3 年度以後の計画において、中深度処分を想定した侵食に関する研究も予定しており、具体的には、沢・谷等による侵食が埋設地の深度を減少させる現象を念頭に置いた計画を考えております。沢・谷等の侵食を検討するうえでは、その侵食基準面となる流入河川の河床の侵食が重要な要素であり、そのため、ご指摘にありました、氷期-間氷期サイクルが河川</p>

		<p>おける侵食評価」よりも、より広範囲な評価領域を対象にするべきである。</p>	<p>に与える影響についても検討対象になると考えております。</p> <p>「浅地中処分『等』に関する研究」にカテゴリズしましたため、お分かりにくいところがあったと思いますので、分類又はカテゴリーの名前の修正を検討いたします。</p> <p>一方で、将来の気候変動について極めて大きな不確かさがある状況では、海水準について温暖化ケース、寒冷化ケースのようないくつかの状態を仮定して扱わざるを得ないと考えられますことから、これと対応した侵食にも不確かさが影響しているとして扱うことにならざるを得ないのではないかと考えております。</p>
26	山元 孝広氏	<p>人工バリアの長期性評価についても、研究内容が中深度処分に特化した内容（説明資料 8p）となっている。研究行程表の R3 ～ R6 期間内に地層処分が概要調査から精密調査へ移行する段階にはないものの、将来を見越して地層処分対応の人工バリア評価に必要な未解決課題の抽出や研究展開を早めに提示しておく必要もあるのではないかと？</p>	<p>No. 24 のコメントへの回答で示しました通り、地層処分と中深度処分の考え方には共通する点が多いと考えております。したがって、地層処分事業の進展を注視しながら、まず、中深度処分に係る研究を行うという方針としております。また、中深度処分には、浅地中処分よりも深い地層処分よりも浅いという特性から、特有の課題や条件もありますので、本研究計画におきましては、中深度処分の条件をできるだけ具体的に認識して取り組むことを考えております。</p>

27	山元 孝広氏	説明資料 4p の白抜き数字や漢数字は、何に対応するものか？	白抜き数字及び漢数字は、説明資料 P5 に示す研究項目等に対応しております。
28	山元 孝広氏	説明資料 5p でアウトプットの到達度に、数多くの報告書・論文の執筆予定が示されている。これらは実際に達成可能な数なのか？これまでの実績を示した上で、どのようにして達成を目指すのか具体的な説明を。	4年間の成果報告として、NRA 技術報告、論文等の執筆を予定しております。特に、従来の委託事業を中心として研究を行っていた体制から共同研究も活用して研究する方針変更しており、十分に論文等の執筆が出来ると判断しております。
29	山元 孝広氏	説明資料 15p に「実坑道検証試験」とあるが、具体的なサイトはどこ？	令和元年は、瑞浪超深地層研究所の坑道で試験を行いました。研究所が閉鎖されることになりましたので、今後は幌延超深地層研究センターの坑道にて検証試験を行う予定です。
30	井口 幸弘氏	原位置試験とありますが、具体的な場所は決まっていますのでしょうか。（言わずもがな？）	国内の幌延超深地層研究センターの坑道を用いて、試験を行う予定です。関係機関と調整中であります。
31	井口 幸弘氏	本研究においては、原位置試験を含めて、多額の費用が掛かることが予測されます。コストパフォーマンス的な評価は別途なされると考えてよいのでしょうか。	研究のコストパフォーマンスについては、先行する国の機関とデマケーションを考慮して効率的に実行することを考えています。
32	佐々木 泰氏	(1) a 中深度処分における断層等に関する評価手法の研究 岩盤を痛めることなく、物理探査や物理検層で断層の性状が判断できることは有効と考えます。計画の中で、「調査方法、調査範囲、調査密度等について整理すると共に、解析対象とする深度に	ご指摘いただきましたように、物理探査や物理検層について目標分解能に対して必要となる調査密度等を解析で確認することを予定しております。本研究では、新たに物理探査や物理検層を実施するのではなく、既存の調査で得られた物性データ（まずは新第三紀堆積岩を想定）を用いて実

		<p>おける分解能に対して必要な調査密度や調査方法の組み合わせについて解析的に検討を行う」とありますが、物理探査や物理検層について、目標分解能に対して必要となる調査密度等を解析で確認するということでしょうか？反射面が出やすい地層の有無など、サイトの地質状況によっても結果は変わるので、出来るだけ幅広い条件で検討いただくことが、研究結果の有効活用に結び付くと考えます。</p> <p>一方で、活動が否定できない断層に対して、地殻造構応力の空間的な広がり、継続性、活動性等及び、断層の力学的水理学的影響範囲について科学的・技術的知見の取得を行う」とあります。断層の活動性と、水理的影響範囲の関係を一般化することも、地質状況によって結果が大きく変わると考えられるので、出来るだけ幅広い条件で検討いただくことが、研究結果の有効活用に結び付くと考えます。</p>	<p>施する予定です。「反射面が出やすい地層の有無など、サイトの地質状況によっても結果は変わるので、出来るだけ幅広い条件で検討いただくことが、研究結果の有効活用に結び付くと考えます。」とのご指摘、拝承いたします。事業年数等の制約を考慮する必要はありますが、可能な範囲内で対応いたします。</p> <p>活動が否定できない断層の活動性及び水理学的影響範囲に対しても地質状況によって大きく変わることをご指摘の通りと考えますので、地質状況と結果の関係性には留意して事業を進めます。</p>
33	佐々木 泰氏	<p>(1)b 中深度処分における涵養域から流出域までの地下水流動の評価手法の研究</p> <p>涵養域から流出域までの地下水流動の評価の信頼性向上のための指標を明らかにすることは重要と思います。今回の研究では、中深度処分の廃棄物埋設地が想定される深度を含む範囲で、調査、</p>	<p>ご指摘ありがとうございます。中深度処分の埋設地深度を想定し、涵養域から流出域までの統合的な研究を想定しています。対象地点は国内を想定しています。対象地点の水理地質条件によって有効な手法が異なるのはご指摘の通りです。国内のあらゆる水理地質条件を網羅することは現実的に</p>

		<p>モデル化、解析を行うとありますが、今回の研究では、涵養域から流出域までの統合的な評価技術の開発ということでしょうか？国内で、何地点かで統合化技術の検討を行っていますが、今回は、新たに別の地点で行うということでしょうか？対象地点の水理地質条件によっても、有効な手法や調査密度は変わると考えられるので、出来るだけ幅広い条件で検討いただくことが、研究結果の有効活用に結び付くと考えます。</p> <p>なお、a. 中深度処分における断層等に関する評価手法の研究と合わせて、掘削制限がされる、指定廃棄物埋設区域の設定の考え方につながる研究としていただくことを希望します。</p>	<p>不可能ですので、これまでの研究成果を踏まえて、ある程度情報がそろっている過去の調査地点から対象地点を検討する計画です。</p> <p>ご指摘の掘削制限がかかる指定廃棄物埋設区域の設定の考え方をどうするかについてはとても重要であり、この研究の成果を活用したいと考えております。</p>
34	佐々木 泰氏	<p>(1)c 中深度処分における岩盤の力学状態と水理特性等に関する研究</p> <p>(i) 処分坑道周辺等の岩盤の力学状態、水理学特性及び物質移動特性に関する研究</p> <p>掘削影響領域の研究は、力学的に損傷したと思われる領域の水理特性を試験により確認するものと思いますが、一般に、掘削影響で新たに開口した亀裂や、既存の亀裂の開口幅の増加が水理特性に大きく影響します。原位置試験の場合、調査に用いるボーリングが、この亀裂に直接当たらないと、水理試験で影響が見えにくくなるので、一般</p>	<p>・岩盤掘削により掘削面の応力解放により力学的に損傷等が発生する。また、既存損傷が掘削等で進展したり、地震動によりも同様の現象が発生します。これらの岩盤損傷に対して、水理特性への影響が懸念されており、機構解明を行うものです。具体的には、原位置による試験に加えて室内試験機によるメカニズムの解明を行います。室内試験機は、力学作用と水理作用を同時に連成出来る試験器を製作し、人工的に亀裂や損傷を想定した供試体を作成して、力学状態と水理特性の関係性を見いだすことを行う予定 です。</p>

		化するには調査数量を十分に確保するなどの配慮が必要と考えます。また、岩盤によっては、掘削影響領域の特性よりも一次吹付の劣化部の方が評価に対する影響が大きい場合もありますので、処分システムの中での掘削影響領域の位置付けも考慮することが必要と考えます。	特に1軸圧縮強度が低い堆積軟岩の損傷は、マトリックスと亀裂の発生により水理特性の評価の考え方を整理します。
35	佐々木 泰氏	(1)c(ii) 処分坑道の閉鎖に用いる材料の長期的特性に関する研究 研究の具体的計画は分かりませんが、ベントナイト系止水材の1万年オーダーの長期性能予測の信頼性向上は重要であり、そのために現象に立ち返った基礎的研究を行うことは有効と思います。	拝承。
36	佐々木 泰氏	(2)b セメント系人工バリアの長期性能評価手法の研究 研究の具体的計画は分かりませんが、セメント系止水材の1万年オーダーの長期性能予測の信頼性向上は重要であり、そのために現象に立ち返った基礎的研究を行うことは有効と思います。	拝承。
37	佐々木 泰氏	(2)c 中深度処分における岩盤の収着・移行現象に関する研究 研究の具体的計画は分かりませんが、岩盤の長期収着性能予測の信頼性向上は、重要であり、そのために現象に立ち返った基礎的研究を行うことは有効と思います。	拝承。

38	佐々木 泰氏	<p>(2) d 生活環境における放射性物質の移行及び決定グループの設定</p> <p>福島第一原子力発電所の事故によって放出された Cs の移行状況より、生活環境における放射性物質の現実的移行を検討することは重要と思います。他の地点にも活用できるような、幅広い研究としていただくことが研究結果の有効活用に結び付くと考えます。</p>	<p>拝承。</p>
39	佐々木 泰氏	<p>ボーリング閉塞については、閉鎖後に性能を確認する方法と、閉鎖性能を満たす閉鎖方法を確認した上でその規格通りに閉鎖したことを確認する方法があると考えます。いずれにしても、閉鎖性能を確認する方法を確立しておくことは、有効と考えます。</p>	<p>ボーリング孔の閉鎖の確認について、施工管理で行うには施工とそれによる閉鎖性能を関係づける相当の実績が必要と考えられます。一方で埋め戻された側を加圧して圧力応答を見るような閉鎖性能を直接測定する方法は、加圧及び圧力測定装置を後で回収する必要があるため、用いることが困難と考えられます。このため、種々の手法で得られる情報を総合して判断できるよう、検討したいと考えています。</p>
40	佐々木 泰氏	<p>(4) a 中深度処分及び浅地中処分における侵食に関する評価手法の研究</p> <p>研究の具体的計画は分かりませんが、地形浸食予測の信頼性向上は、重要であり、そのための研究を行うことは有効と思います。</p>	<p>拝承。</p>

		<p>(4)b 粘土系材料の透水特性、空隙構造等に関する研究</p> <p>研究の具体的計画は分かりませんが、ベントナイトの透水特性評価の信頼性向上は、重要であり、そのために現象に立ち返った基礎的研究を行うことは有効と思います。</p>	<p>拝承。</p>
41	中居 邦浩氏	<p>廃棄物埋設の長期性能評価に関する研究として、自然事象の長期評価、廃棄物埋設における性能評価及び線量評価手法、地質環境及び水理環境モニタリング、および浅地中処分等が対象とされており、また、各項目の中で、これまでの中深度処分の規制の検討等で議論となった項目などが適切に考慮されていると思います。</p> <p>内容的にも透水性や収着性など、これまで均一にモデル化されてきた部分について、亀裂やひび割れなどの不均一性に焦点をあて、理解を深めるための研究となっていると思います。</p>	<p>拝承。</p>
42	中居 邦浩氏	<p>(2) ベントナイト系人工バリアに関して、長期の変質が示されていますが、廃棄物やセメント系材料に含まれる主要な化学物質の影響などについて、個々の化学物質ごとの影響にも焦点を当てた方がいいと思います。</p>	<p>御指摘のとおり、廃棄物に含まれる硝酸塩や硫酸塩、セメント系材料に含まれる添加剤等の影響を把握することは重要であると思います。しかしながら、全ての化学物質の影響について試験等を実施することは現実的ではないため、他の機関等で実施されたベントナイト系人工バリアに対する</p>



			検討から重要と考えられるものについて整理していきたいと考えております。
43	中居 邦浩氏	(3) 研究計画案 3 ページ中ほどで、今後具体的な地質環境条件及び設計に応じて研究の要否を検討するものとして、金属容器の腐食挙動等が記載されていますが、浅地中処分ではこれまで、容器の性能がほとんど考慮されずに、当初から存在しないという極端な仮定が用いられる場合が多かったと思いますが、今後、中深度処分の容器や、浅地中処分の角形容器では、ある程度肉厚の容器が検討されてることを踏まえ、単に閉じ込め期間だけでなく、損傷時期の時間分布などに踏み込んだ研究も必要と考えます。	中深度処分等の金属容器の腐食特性等につきまして、「今後具体的な地質環境条件及び設計に応じて研究の要否を検討するもの」としておりましたが、令和 3 年度～6 年度で実施を予定しております安全研究「21. 放射性廃棄物の放射能濃度等の定量評価技術に関する研究」の中で実施を予定しておりますことから、当該記述を削除することといたします。
44	中居 邦浩氏	研究項目の(2)のタイトルについて、研究計画と説明資料がやや異なる表現になっています。 研究計画：廃棄物埋設における性能評価及び線量評価手法に関する研究 説明資料：廃棄物埋設における性能評価手法に関する研究	ご指摘の通り、脱字でございましたので、修正いたします。

第4回バックエンド技術評価検討会における委員からの評価コメント及びその回答  
(廃棄物埋設における長期性能評価に関する研究)

全体につきまして

複数の評価委員の方々から、具体的な解析・実験手法及び結果の評価手法が十分提示されていないとのご意見をいただきました。このため、以下の項目につきまして、安全研究計画に下記の主旨の追記を行いたいと考えております。

(1) 自然事象の長期評価に関する研究

a. 中深度処分における断層等に関する評価手法の研究

断層の地下構造に関しては、これまでに実施された物理探査・物理検層の調査、研究事例を参照し、まずは新第三紀の堆積岩の物性データを用いて仮想的地質モデルを作成し、そのモデルから解析対象となる深度における目標分解能に対して必要となる調査密度、調査手法等について解析的に検討を行う。反射面が出やすい地層の物性、厚さ等、可能な範囲で幅広く調査する。

また、活動が否定できない断層に対しては、科学的に想定されるプレート運動・プレート形状・沈み込み深度等を考慮した地殻造構応力の空間的な分布や応力場の特性に基づく地震活動等について、数値シミュレーションと観測される地震活動・応力逆解析などの手法を組み合わせることで検証を行う。

c. 中深度処分における岩盤の力学状態と水理特性等に関する研究

(ii) 処分坑道の閉鎖に用いる材料の長期的特性に関する研究

「覆土の締固めと透水性能に関する試験」と「変質を考慮した透水性及び拡散等の試験の整理」では、粉末のベントナイトをアルカリ性溶液への浸漬することによる鉱物組成の変化や、粉末よりも高密度のベントナイトに対してアルカリ性溶液を通水することにより、鉱物組成の変化のほか、透水性、イオンの移動性について実験的に確認することを検討しています。得られた実験結果及び既存研究の結果を基に、地球化学計算及び物質移行計算を行い、鉱物組成の変化、空隙中の粘性、イオン会合度等の水質や拡散二重層で表される静電場の影響等を整理し、物質移行に関連する空隙構造を評価する。

(2) 廃棄物埋設における性能評価及び線量評価手法に関する研究

b. セメント系人工バリアの長期性能評価手法の研究

空隙構造に起因した拡散に対して機構を明らかにする検討であり、材料及び反応環境によるカルシウムシリケート水和物のナノ構造の違いを評価すること

で細孔構造や物質移行評価へつなげられるよう研究を進める。具体的には、細孔構造を水蒸気吸着装置等の細孔を圧力で壊さない手法を用いて層間空隙まで測定し、さらに、閉塞した空隙やインクボトル形態なども併せて評価する。また、変化するカルシウムシリケート水和物の結晶構造をトリメチルシリル誘導体化(TMS)法を用いて評価する。

c. 中深度処分における岩盤の収着・移行現象に関する研究

岩盤中の放射性核種の移行には、種々の空隙中における移流と拡散による移動現象と空隙を構成する鉱物表面への収着現象が関与する。移動現象には、連結した比較的大きな空隙中の移動、行き止まりの微細な空隙への拡散、鉱物表面の束縛された水の状態等が影響する。また、収着現象については、岩石を構成する種々の鉱物との化学反応、鉱物表面の電気二重層、それらによる局所的な化学環境、鉱物表面の凹凸等の影響が検討されている〔6〕〔7〕。一方、それら全てを把握することが困難であることから、移動現象については多くの場合、対象物の平均的な特性である拡散係数や透水係数で整理されている。また、収着現象については、水質と岩及び放射性物質を特定すれば収着特性は固有の比例係数(収着分配係数)で表すことができるとする仮定が広く用いられており、かつ、多くの場合分散系(バッチ試験)でデータが取得されている。この仮定は実用的であるとされつつも、長期間の環境条件の変化や岩等の変質に伴う環境条件の変化を考慮する必要性が出てくると、より現象に立ち戻った理解が必要となる。個別の現象についても多くの研究があり、それらを組み立てて系全体の挙動を評価する手法も検討されているが、その中で、空隙構造とそれが移動現象と収着現象に与える影響についての検討例は少ない。材料によっては、微小な空隙が特異的な収着挙動を示し、また移動現象にも影響することもあるため、本研究では、そのような特異的な収着反応が放射性核種の移行に与える影響を検討する。試験では、岩石の固相及び液相の様々な条件が影響を与えるため、各試験の目的に合わせて空隙中の液相の化学状態、空隙のサイズ等を制御した試料を用いた拡散試験、収着試験等を組み合わせて実施する。(図 8、9 は削除)

(2) 放射性廃棄物の放射能濃度等の定量評価技術に関する研究

No.	外部専門家・ 専門技術者	評価意見	回答
1	井口 哲夫氏	構成されている研究目的・概要の各項目間の整合性（関連性）にやや欠けている感があるものの、廃止措置等の規制対応に資する適切な研究提案と判断する。	本分野の規制部門とのニーズ・シーズ調整を通じて現時点で必要な研究課題を抽出した結果、このような研究項目を設定しています。
2	井口 哲夫氏	クリアランス対象物の検認法について、とりあえず本文の文章的には問題なさそうであるが、プレゼン資料の例に挙げられているようなケーブル内部物質の可視化の技術開発は、実務的な観点から明らかに馴染まない。具体的な研究課題を設定する場合には、規制側が独自に実施するにしても「合理的な検認法」の検討に主眼を置くことを明示すべきではないか？	<p>合理的な検認方法を確立することは事業者の責任において行われるものですが、一方で、御指摘の「合理的」という視点は、規制側で行う検認方法の妥当性確認でも、必要と考えます。したがって、本文中に「事業者の行う放射線測定<sup>1</sup>の定量評価の妥当性を合理的に確認するための手段の開発」という形で、合理的に妥当性を確認することを明記いたします。</p> <p>また、ケーブル内部物質の可視化については可視化そのものが目的ではなく、内部構造情報のモデル化がどの程度まで合理的に示されればクリアランス検認で定量評価されたと判断できるかの知見蓄積の一環として行うものです。</p> <p>なお、資料自体への修正については正式な研究計画公表の際に行います。</p>

3	井口 哲夫氏	<p>廃止措置リスク評価はタイムリーな研究課題であるが、実施内容・計画ともに記述が希薄で、具体的な成果物がよく見えない。例えば、現行の廃止措置安全評価コードへ改良を加える内容等についてももう少し明確に示せないか？</p>	<p>「6. 安全研究概要」の(3)に事例として廃止措置安全評価コードを廃止措置中の被ばくについても評価できるよう改良する旨を追記します。</p> <p>なお、資料自体への修正については正式な研究計画公表の際に行います。</p>
4	井口 哲夫氏	<p>研究プロジェクトの表題から見ると、設定された研究項目間の関連性にやや歪な感があることは否めないが、廃止措置等の規制対応に資する時宜を得た適切な研究計画と実施内容であると評価する。</p>	<p>本分野の規制部門とのニーズ・シーズ調整を通じて現時点で必要な研究課題を抽出した結果、このような研究項目を設定しています。各項目間で共通する内容については都度整理しながら研究を進めていきます。</p>
5	井口 哲夫氏	<p>国内外の過去の研究、最新知見を踏まえている。</p>	—
6	井口 哲夫氏	<p>解析実施手法やデータ取得手法は適切である。</p>	—
7	井口 哲夫氏	<p>解析結果の評価手法、実験結果の評価手法は適切である。</p>	—
8	井口 哲夫氏	<p>重大な見落とし(観点の欠落)というわけではないが、各委員からの事前コメント (No. 1~4) への回答を反映させた研究計画改訂案を念頭に、さらに以下の点が気に懸かったので、必要に応じて検討していただきたい。</p> <p>(1) クリアランス検認</p> <p>b. 混合物定量化手段の検討について、ケーブルや制御機器等で仕様が定まっているものは、シミュレーション計算(例えば、PHITSなど)を用いた放射化モデルの類型化を検討してはどうか? 表面汚染の除染後、当該の新</p>	<p>実際の研究の遂行において以下を考慮して進めていきます。</p> <p>クリアランス検認で事業者が認可申請に用いるための放射化モデルの類型化のような具体的なデータ整備は事業者自身において行われるものですが、一方で、そうした手段が用いられた際の妥当</p>

		規クリアランス対象物を予め整備した放射化類型モデルに当てはめて、外部放射線測定と全重量測定から内容物の各成分へ放射能濃度を割り当てる方式は合理的と思われる。	性の判断を行うことができるよう、御指摘のようなシミュレーション計算による放射化モデルに係る知見の蓄積も本研究の中で併せて進めていきます。
9	井口 哲夫氏	<p>(2) 廃棄体等の安全性確認</p> <p>a. ソースターム設定の検討において、中深度処分廃棄物が対象となるのは理解できるものの、研究施設等の金属廃棄物の具体的なイメージが湧かない。U 廃棄物のことを指しているのか？説明補足があるとよい。</p> <p>b. 既に委員コメントへの事前回答にもあったが、日本原子力学会標準で、「中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法の基本手順：2019（AESJ-SC-F015：2019）」が発刊されているので参考にさせていただきたい。</p>	<p>研究施設等廃棄物に係る金属廃棄物は、研究炉や加速器の雑固体廃棄物が該当しますので、その旨の説明を補足します。</p> <p>なお、資料自体への修正については正式な研究計画公表の際に行います。</p> <p>ウラン廃棄物については現在原子力規制委員会において検討中です。</p> <p>原子力学会標準については、その内容を勘案しつつ、本研究の中で規制の観点から判断するための技術的根拠を整理していきます。</p>
10	井口 哲夫氏	<p>(3) 廃止措置リスク評価</p> <p>廃止措置リスク評価について、事前コメントでも指摘したが、海外事例の調査研究も重要なが、予備的でもよいので、その調査結果を「必要に応じて」ではなく、具体的に廃止措置安全評価コードの改良に反映していただくことが望まれる。</p>	<p>御指摘のとおり、海外事例の調査結果を基にコード改良の必要な箇所を明確にした上で、コードへの反映を進めていきます。</p> <p>具体的なコード改良の内容については研究の進捗に伴い、必要性が明確になった時点において安全研究計画に反映します。</p>

11	井口 哲夫氏	<p>(4)長半減期放射性核種等の定量評価に係る信頼性確保に関する研究</p> <p>最新の同位体分析法の調査の中に、レーザー共鳴イオン化質量分析法も加えていただけるとよい。ルーチン的な手段としてはお薦めしないが、少なくとも懸案の分析試料の前処理技術の問題を回避できるメリットがある。また、本研究後半で実験装置の導入・整備が計画されているが、あくまでも規制利用という観点から仕様策定されることが望ましいと思われる。</p>	<p>御指摘の分析法も含めて、関連する同位体分析に関する手法を幅広く調査した上で、実際に用いる実験装置の構成を検討するとともに、装置の導入に際しては規制に活用するという観点に留意して仕様を策定していきます。</p>
12	小崎 完氏	<p>(2)廃棄体等の安全性確認</p> <p>「廃棄物埋設施設の間隙水の物理化学的環境変化に伴う核種移行挙動等に関する情報を獲得する。」(研究計画(案) p3)とありますが、「廃棄物埋設施設の間隙水」は具体的にどこの水を指しているのでしょうか。また、この文章は、「水が曝されている環境の物理化学的変化」なのか「水が影響を及ぼしている環境の物理化学的変化」のどちらでしょうか。「環境」が加わっているため、分かり難くなっていると感じました。</p>	<p>「廃棄物埋設施設の間隙水」は、廃棄体層のセメント間隙水、難透水性覆土の緩衝材間隙水及び天然バリア中の間隙水を指します。</p> <p>また、この文章で意図しているのは前者になります。「環境」が加わることでわかりにくくなっていますので、以下のように修正いたします。</p> <p>(修正案)</p> <p>・・・<u>廃棄物埋設施設の間隙水の物理化学的環境条件の変化に伴う</u>核種移行挙動等への影響に関する情報・・・</p> <p>なお、資料自体への修正については正式な研究計画公表の際に行います。</p>

13	小崎 完氏	<p>(2)b 廃棄体の放射能濃度評価に係る留意事項抽出</p> <p>「中深度処分対象廃棄体に含まれる放射化核種について、放射化学分析及び放射化計算により放射エネルギーを評価する場合の留意点の抽出のための調査を行う。」(R3年度)(研究計画(案)p5)とありますが、具体的にどのような調査を行うのでしょうか。</p>	<p>当該検討では、中深度処分固有の核種及び放射化される前の微量元素を対象に、分析結果が過小評価又は過大評価される要因を抽出し、その要因が分析方法に与える影響を実験的に検討します。</p> <p>R3年度は、これらの核種又は元素について、国内外の文献から当該核種の分析手法を調査・整理し、前処理方法や回収率の測定方法などの分析結果に影響し得る要因を調査・整理します。</p>
14	小崎 完氏	<p>(3) 廃止措置リスク評価</p> <p>背景として「廃止措置の主要工程における放射性物質の飛散の可能性に関する検討を行った事例はあるものの、総合的に廃止措置のリスク評価を行った事例は確認されない一方、諸外国、特に原子力先進国において発電炉の廃止措置が進んでいる。こうした実態を踏まえ、効果的な原子力規制検査に資するため、廃止措置リスク評価手法に関する知見を整備する必要がある。」との記載があります(研究計画(案)p2)。また、目的として「リスクを評価する方法を検討する。」との記載もあります(研究計画(案)p2)。一方で、「必要に応じて廃止措置安全評価コードを改良する。」(R3年度)(研究計画(案)p5)との記述があります。「改良」ということは、既存の「廃止措置安全評価コード」に手を加えるということだと思いますが、これは、「総合的に廃止措置のリスク評価を行った事例は確認されない」、「リスクを評価する</p>	<p>「廃止措置安全評価コード」は、廃止措置終了確認の判断に活用するため、廃止措置終了後にサイトに残存する放射性物質による被ばく線量を評価するために開発したものです。「コード改良」では、廃止措置作業中に環境に放出された放射性物質による影響を評価するための機能拡張を検討しています。新規性については、原子力規制検査に活用する観点での具体的な活動を視野に入れている点が他と異なる点です。</p>



		方法を検討する。」との記述と矛盾するようにも読み取れます。既存の「廃止措置安全評価コード」の内容と、今回の研究計画との関係、ならびに今回の研究の新規性について明確に説明下さい。	
15	小崎 完氏	<p>(4)長半減期放射性核種等の分析における信頼性確保に関する研究</p> <p>実施計画において、「最新の分析方法の研究に必要な実験装置等の導入・整備計画立案を行う。」(R3年度)、「試料の前処理方法、化学分離方法及び分析方法の検討を実施し、技術的課題を整理する。」(R4年度) (研究計画(案)p5)とありますが、「分析方法の検討」は初年度に行い、その結果、装置の導入・整備計画をたて、実験装置を導入した上で、実際に分析を行い、課題点を抽出するのが一般的ではないかと思えます。R4年度の「分析方法の検討」は具体的にどのような内容でしょうか。この内容によっては、R4年度の「分析方法の検討」との記述は別の表現に変えた方が良いのではと思えます。</p>	<p>本計画に記載の「分析方法の検討」では、質量分析計等を用いた核種の分析方法に係る実験的検討を実施することを想定しています。御指摘の「実際に分析を行い」に該当しますので、「分析方法に係る実験的検討」に修正いたします。</p> <p>なお、資料自体への修正については正式な研究計画公表の際に行います。</p>
16	小崎 完氏	<p>日本原子力学会秋の大会の予稿が引用されていますが、A4版1ページで含まれている情報量も限られているため、参考文献としては十分とは言えないと思えます。可能でしたら、別の報告書あるいは論文に差し替えて頂ければと思えます。</p>	<p>現時点で他に引用可能な公開された論文等が存在していませんのでこれらの予稿を参考文献として示しています。</p> <p>論文として投稿中のものもありますので、論文等が公表され次第差し替えていく予定です。</p>

17	小崎 完氏	<p>(1)～(4)のカテゴリいずれにおいても、過去の研究ならびに最新知見を踏まえた上で、安全研究として適切に研究項目が設定されていると評価できる。</p> <p>なお、実施計画・背景の(3)「廃止措置リスク評価」(研究計画(案)p2)における既存の「廃止措置安全評価コード」の位置づけは明確に記述されることが望ましい。</p>	<p>「廃止措置安全評価コード」は、廃止措置終了確認の判断に活用するため、廃止措置終了後にサイトに残存する放射性物質による被ばく線量を評価するために開発したものですので、その旨の説明を補足します。</p> <p>なお、資料自体への修正については正式な研究計画公表の際に行います。</p>
18	小崎 完氏	<p>解析方法、実験方法は適切であり、ニーズに適合している。</p> <p>ただし、(2)「廃棄体等の安全性確認」「a. ソースターム設定等に関する検討」において、R6年度に必要な応じて実施する試験においては、それまでに海外類似事例の調査の結果を十分に精査した上で、その必要性を検討するとともに、必要な場合は試験条件、試験方法を十分検討した上で設定することが望まれる。</p> <p>また、(3)「廃止措置リスク評価」において、必要に応じて行うとされる廃止措置安全評価コードの改良(R3年度)(同p5)の内容については、既存のコードからの改良点を明確にすることが望まれる。</p>	<p>御指摘のとおり、R6年度に必要な応じて実施する試験においては、それまでの調査結果を精査の上進めていく予定です。</p> <p>「コード改良」では、廃止措置作業中に環境に放出された放射性物質の移行及び影響を評価するための機能拡張を検討します。</p> <p>この内容については研究の進捗に伴い、必要性が明確になった時点において安全研究計画に反映します。</p>
19	小崎 完氏	<p>解析結果の評価手法、実験結果は概ね妥当である。</p> <p>ただし、(3)「廃止措置リスク評価」では、検討した結果(あるいは改良した安全評価コード)の妥当性の検証方法についても、同時に検討しておく必要があると思われる。</p>	<p>安全評価コードの改良も含め、どのように妥当性を検証するかについては、研究の進捗に伴い、明確化していくものですので、プロジェクト開始後適宜安全研究計画に反映します。</p>

20	小崎 完氏	(1)～(4)のカテゴリーのいずれにおいても、重要な研究項目をあげており、現時点で優先的に実施すべき研究で有り、重大な見落としは見当たらない。	—
21	新堀 雄一氏	クリアランス検認については、「国内外の低濃度放射能測定技術及び計量・校正制度の運用・開発動向の調査を行い、事業者の行う放射線測定の定量評価の妥当性を確認するための手段の開発、バックデータの整備を進める。」とございます。特に、国外での運用の背景とそれらの国内での整合性と課題について研究を深めて頂ければと存じます。	御指摘の内容を踏まえ、本研究を進めてまいります。
22	新堀 雄一氏	<p>評価項目に照らして、また、これまでの研究成果を踏まえ、研究計画は的確に設定されていると思えます。</p> <p>但し、研究計画工程表について、ご説明用の資料では、「研究の過程で得られた知見は適宜、審査等に活用」とあり、それは、(1)クリアランス検認、(2)廃棄体等の安全性確認、(3)廃止措置リスク評価、および(4)長半減期放射性核種等の定量評価に係る信頼性確保に関する研究の全てのテーマに当てはまるように理解いたしました。研究計画案では、(1)について適宜審査に活用する、と読めます。何れにいたしましても知見を取得あるいは蓄積する段階では、審査等に活用する前に、それらの知見の統合化を国際的な視点からも確認しながら進めていくことが必要かと存じます。</p>	<p>(1)につきましては現時点において具体的なクリアランス検認に係る審査が進められていますので、得られた成果のうち活用できる成果についてはタイムリーに審査支援にて活用しますので、このような行程表上の表現となっています。(2)～(4)につきましても得られた知見を技術基盤として原子力規制庁の審査・検査に係る活動に活用することに変わりはありません。</p> <p>また、御指摘いただきましたように、得られた知見は国内の既往知見との比較のみならず国際的な視点からもその意義を確認し規制に反映していくことで、規制基盤の着実な構築を目指します。</p>

		<p>す。言い換えると、即効性と統合化とのバランスが重要であり、それらに留意しながら進めていくことが、技術的観点からの規制の着実な構築につながると思う次第です。</p> <p>他方、クリアランス検認につきましても、国際的な事例とその背景を十分に調査し、それらを国内に適用する際の整合性について研究を深化させて頂ければと思います。</p>	
23	新堀 雄一氏	概ねこれまでの研究成果が踏まえている。	—
24	山元 孝広氏	<p>研究計画に示されている課題はいずれも放射線濃度等の定量評価に必要とされるものであり、原子力規制庁が取り組む意義は十分に理解できる。ただし、評価項目に設定された「解析・実験方法」や「結果の評価手法」が、説明資料に十分に提示されていないので、この観点での評価は出来ない。</p>	<p>各課題では、既存の知見を収集、整理及び分析の上で、必要性を明確にした後に実験的研究に着手することとしています。それらの課題と対応する本計画案で示した解析・実験方法及び、結果の評価手法は、現時点では課題解決の方向性を示した記載となっており、これらの記載を通じてその課題に取り組む意義があることを示しています。</p> <p>より具体的な解析・実験方法及び、結果の評価手法については今後の研究の進捗に伴う検討結果を取り入れながら、計画段階で設定した方向性に従って明確化し、必要に応じて安全研究計画に適宜反映していきます。</p>

25	山元 孝広氏	(1)～(4)のカテゴリーのいずれにおいても、重要な研究項目をあげており、現時点で優先的に実施すべき研究で有り、重大な見落としは見当たらない。	—
26	井口 幸広氏	(1)クリアランス検認 「混合物」とありますが、通常、液体や気体で用いる用語ではないでしょうか。ケーブルなどが事例であげられていますが、複合物？といったところでしょうか。少なくとも、定義をお願いします。	初出の箇所において、「金属と有機物等の異なる材質が混合した新規のクリアランス対象物（以下、混合物という。）」といった形で定義を行います。 なお、資料自体への修正については正式な研究計画公表の際に行います。
27	井口 幸広氏	(1)クリアランス検認 対象物が拡大されておりますが、どこまでの範囲を行うのでしょうか。事業者のニーズをとらえて既に調査されておれば良いかと思しますので、その点を明確にお願いします。	平成28年から事業者とは面談を行い、ニーズを調査してきました。現状ではケーブルと制御盤が挙がっていますが、今後も引き続き事業者の最新動向を把握しながら随時更新していきます。
28	井口 幸広氏	(1)クリアランス検認 ウランクリアランスについては、現状の対象は金属だけだったと記憶しておりますが、こちらも含めて検討されるのでしょうか？将来を考えれば、当然含まれてもよいと思いますが、より困難な案件かと思ひますし、その点範囲を明確に願ひます。	ウランクリアランスは本安全研究の対象外となります。 なお、ウランクリアランスについては現在原子力規制委員会において検討中です。
29	井口 幸広氏	(2)廃棄体の安全性確認 日本原子力学会標準との関係が記載されていないように見受けられますが、役割分担はどのようになって	日本原子力学会の分科会に常時参加者として出席して学会標準の内容及び整備状況を把握しています。その上で、規制独自の観点から優先的に確

		いるのでしょうか？整備されつつある標準を踏まえた、整合性のある研究とすべきかと思います。	<p>認すべき事項とその判断根拠を整備することを目的とした研究としています。</p> <p>効果的な研究となるよう、今後も日本原子力学会や事業者の動向を把握しながら進めてまいります。</p>
30	井口 幸広氏	<p>(3) 廃止措置リスク評価</p> <p>事故だけを対象に研究されるように見受けられますが、平常時の被ばくについてはリスクとして考慮しないのでしょうか。</p>	<p>平常時の被ばくについても対象としています。明確化のために「6. 研究概要」を以下のとおり修文します。</p> <p>(修文案)</p> <p>廃止措置の主要工程における<u>平常時及び事故時の放射性物質の飛散及び被ばくにつながる関連事象</u>を整理し、・・・</p> <p>なお、資料自体への修正については正式な研究計画公表の際に行います。</p>
31	井口 幸広氏	<p>(3) 廃止措置リスク評価</p> <p>放射線安全だけに絞るのでしょうか。廃止措置においては、一般産業リスクがクローズアップされると思われまし、また、一般産業リスクが、放射線安全を脅かす事態も考えられます。</p>	<p>原子炉等規制法に基づく廃止措置規制に係る研究ですので、放射線安全に主眼を置いて研究を進める予定です。ご指摘のような、一般産業のリスクが起因事象となって放射線影響を及ぼすような事態は、放射線安全に含まれるものと考えます。</p> <p>なお、国際機関において廃止措置リスクを放射線リスクだけでなく一般産業リスクや化学物質のリスクを一体的に検討する All Hazard Approach の議論が進んでいることも踏まえ、適宜情報収集をしてまいります。</p>

32	井口 幸広氏	<p>(3) 廃止措置リスク評価</p> <p>特有な話として、FBR のように、金属ナトリウムが使われている場合、複合的な危険性についても配慮すべきではないでしょうか。</p>	<p>FBR の廃止措置リスクの評価については、現在のところ規制ニーズが示されていません。効率的に研究を進める観点から、当面はテーマを絞って規制ニーズが示された軽水炉の廃止措置に注力した研究としています。</p>
33	井口 幸広氏	<p>(3) 廃止措置リスク評価</p> <p>廃止措置の実施において、予期せぬ汚染のようなリスクがあります。海外の事例を見ると、そのような事態が多数発生しています。このようなリスクをどう低減するのも検討していただけないでしょうか。マネジメントの問題かもしれませんが、IAEA 2016 NW-T-2.8-Managing the Unexpected in Decommissioning  <a href="https://www.iaea.org/publications/10786/managing-theunexpected-in-decommissioning">https://www.iaea.org/publications/10786/managing-theunexpected-in-decommissioning</a></p>	<p>御指摘の点については、事業者のマネジメントの問題と考えており、本研究の対象には含めていません。なお、そのような汚染が発生した場合には、特に廃止措置終了確認の際に問題になると考えており、そのような場合の影響評価については、令和2年度までの安全研究において扱っています。</p>
34	井口 幸広氏	<p>(4) 長半減期放射性核種等の定量評価に係る信頼性確保に関する研究</p> <p>例示の核種として、<math>^{36}\text{Cl}</math> がないのですが？これは、問題ないものでしたでしょうか。</p>	<p><math>^{36}\text{Cl}</math> は特に中深度処分における被ばく線量への影響度が大きい核種といった観点から重要と認識しています。</p> <p>従来、<math>^{36}\text{Cl}</math> はベータ線計測によって測定しています。一方、当該研究では、質量分析法を中心に研究する計画であり、当該手法で <math>^{36}\text{Cl}</math> を高感度に測定することは現時点では困難であると認識しているため検討対象とはしていません。</p>

			<p>ただし、<math>^{36}\text{Cl}</math> は、検討対象核種として例示した <math>^{129}\text{I}</math> と同様にハロゲンであり、その化学的挙動には類似点もあるため、今後は、<math>^{129}\text{I}</math> 分析における前処理、化学分離等に関する実験を進める中で、必要に応じてフィージビリティ実験等を実施して <math>^{36}\text{Cl}</math> への質量分析への適用性を検討することも考慮します。</p>
35	井口 幸広氏	<p>(4) 長半減期放射性核種等の定量評価に係る信頼性確保に関する研究</p> <p>「最新の分析方法の研究」とありますが、既往研究との関連が記載されていないように見受けられます。既存の方法には、どのようなものがあり、最新の分析方法はどのようなものなののでしょうか。もう少し具体的に記載すべきかと思えます。</p>	<p>本研究で行うのは、対象核種を最新の質量分析計を用いて測定するための分析方法に係る、試料の溶解等の前処理、化学分離、質量分析の条件設定等に係る様々な基礎データを取得するための実験です。</p> <p>例えば、<math>^{90}\text{Sr}</math> は既存の方法では、<math>^{90}\text{Y}</math> の単離のための長時間の静置を伴う多くの前処理の後、ベータ線計測によって分析されますが、現在では、最新の質量分析計を用いることで、より短時間で結果が得られる分析方法を用いることが可能です。</p> <p>こうした内容を明確化するために、「最新の分析方法の研究」を、「最新の質量分析計を用いた分析方法の研究」に修正いたします。</p> <p>なお、資料自体への修正については正式な研究計画公表の際に行います。</p>



36	佐々木 泰氏	<p>(1)クリアランス検認</p> <p>クリアランス検認の信頼性を上げることは重要ですが、測定技術のみならず、対象物の選定、保管・測定および搬出時の混在防止など一連のプロセスにおける信頼性向上はより重要と考えます。学術的な不確かさを考慮した測定技術に限定せず、各プロセスにおける不確かさの分析も併せて実施することが実効的な研究に結びつくと考えます。</p>	<p>対象物の選定により影響を受ける測定対象物の核種組成比や混合状況等は、今回の研究では、濃度評価の定量評価の中で対象となり得るものですので、研究の進捗の中で考慮していきます。</p> <p>混在防止等のプロセスにおける信頼性向上は事業者の品質保証活動等の中で行われるもので、これまでのクリアランス検認に係る規制庁の活動の中で、研究の対象となるような課題は抽出されておらず、今回の研究対象には含めておりませんが、研究の進捗の中で関係する内容が見つかりましたら適宜反映していきます。</p>
37	佐々木 泰氏	<p>(2)廃棄体の安全性確認</p> <p>中深度処分の放射能濃度の設定、測定の信頼性を上げることは重要と思います。説明資料で「中深度処分対象廃棄体に含まれることが想定される放射化核種の分析における技術的留意点及び放射化計算により放射エネルギーを評価する場合の留意点に関する知見を蓄積する。」とされていますが、この内容は、検出できない核種についてどう評価するということを意味されているのでしょうか？</p> <p>また、「さらに、中深度処分対象廃棄体の放射能濃度を外部からの放射線測定により評価する場合の評価精度及び多数の廃棄物を一括して計測する場合の放射能濃度評価への影響について整理」とありますが、こ</p>	<p>検出できない核種については日本原子力学会標準の検討でも検出下限値による評価についての検討が行われていますので、その内容を勘案しつつ、規制の観点から判断するための技術的根拠を整理する予定です。</p> <p>外部からの放射線測定による評価については、予想される評価方法の一つと認識しておりますので、御指摘のとおり、他の評価方法を排除するものではありません。</p> <p>また、多数の廃棄物を一括して計測する場合については、トレンチ処分フレキシブルコンテナに収納したコンクリートガラ等を一括して測定する場合を想定しています。</p>

		<p>の外部評価測定というのはあくまで例で、理論計算による評価を排除しないということでしょうか？</p> <p>さらに、「多数の廃棄物を一括して計測する場合」とありますが、中深度処分対象廃棄体についてどのようなケース（物量、廃棄物性状）を想定されているのでしょうか？</p>	
38	佐々木 泰氏	<p>(3) 廃止措置リスク評価</p> <p>諸外国の廃止措置リスク評価の調査等を行うことは、重要と思います。</p>	<p>本研究では、まずは廃止措置リスク評価の現状を整理する観点で諸外国の類似事例を調査することとしています。</p>
39	佐々木 泰氏	<p>(4) 長半減期放射性核種等の定量評価に係る信頼性確保に関する研究</p> <p>長半減期放射性核種等の定量評価に係る信頼性確保は重要と思います。</p>	<p>本安全研究を通じて進めてまいります。</p>
40	中居 邦浩氏	<p>(1) クリアランス検認</p> <p>研究計画案3. 背景に示された図2（説明資料の7ページ）について、1cmスケールでの物質分布の例が示されていますが、これがクリアランス対象物の放射能の定量化にどのように影響するかの説明があった方がいいと思います。自己遮蔽の影響という観点では数cm～数10cmのスケールでの物質分布の把握が重要と思いますが。</p>	<p>本図は物質の分布を把握できる技術の例を示したものですので、それが分かるように注記を行います。物質分布の把握をどの程度のスケールで行うことが必要で、それが定量化にどのように影響するかについての検討は本安全研究の対象となります。</p> <p>なお、資料自体への修正については正式な研究計画公表の際に行います。</p>
41	中居 邦浩氏	<p>(2) 廃棄体の安全性確認</p> <p>金属廃棄物の腐食挙動、核種の放出挙動等に関する研究、放射化核種の定量評価、および廃棄体容器での</p>	<p>(2)の中には、事業許可申請の線量評価の妥当性確認に反映するものと、後段規制の廃棄体確認に</p>

		外部測定の研究は、廃棄確認技術の確立に大いに貢献すると思いますが、タイトルは廃棄体等の確認とした方がいいのではないのでしょうか。	反映するものが含まれており、両者を含むために「廃棄体等の安全性確認」としています。
42	中居 邦浩氏	(3) 廃止措置リスク評価 研究計画案6. 安全研究概要に、もう少し具体的な内容説明がある方がわかりやすいと思います。	具体的な成果のイメージがわかるように、(3)に事例として廃止措置安全評価コードを廃止措置中の被ばくについても評価できるよう改良する旨を追記します。 なお、資料自体への修正については正式な研究計画公表の際に行います。
43	中居 邦浩氏	(4) 長半減期放射性核種等の定量評価に係る信頼性確保に関する研究 「複雑な性状の試料に含まれる」という記述がありますが、原子数の分析の信頼性との関連で、測定時の妨害元素などを取り除く必要がある、あるいはそれによって精度が低下するという意味でしょうか。また、 <sup>90</sup> Sr は、外部測定は難しいと思いますが、普通に放射線計測で測定できるのではないのでしょうか。	御指摘の通り、「複雑な性状の試料に含まれる」核種分析において、測定時の妨害元素等を取り除く必要がありますので、前処理、化学分離方法等の分析精度等への影響を整理します。また、 <sup>90</sup> Sr は既存の方法では、複雑な 前処理の後、ベータ線計測によって多くの手間と時間をかけて分析されていましたが、現在では、質量分析法による新しい分析方法が開発されています。一方で、このような新しい分析方法の妥当性を確認するための科学的・技術的知見は必ずしも十分ではありません。そのため、最新の質量分析計を用いて測定するための分析方法について、試料の溶解等の前処理、化学分離、質量分析の条件設定等に係る様々な基礎データを取得するための実験を実施するものです。