

事故廃棄物に含まれる影響物質が処分システム中の
環境変遷や核種移行に及ぼす影響評価手法に関する
調査解析

仕様書

1. 件名

事故廃棄物に含まれる影響物質が処分システム中の環境変遷や核種移行に及ぼす影響評価手法に関する調査解析

2. 目的及び概要

本件は、補助事業「廃炉・汚染水・処理水対策事業費補助金（固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発）」の「(3)処理・処分」における「②処分技術」に係る調査等に係るものである。

東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所（以下、1F）から発生する事故廃棄物の処分を検討するうえで、事故廃棄物に含まれる可能性のある多様な影響物質について、それらの処分への影響を評価する必要がある。そのため、先行して実施してきた関連事業において、処分の安全性や処分概念の実現性等に影響を与える可能性のある影響物質や、その処分への影響伝播についての包括的な情報の調査・整理を進めてきた。また、その中で重要な影響の一つである、処分時の核種移行への影響について、その評価に必要となる知見の調査やデータの取得、それらに基づく核種移行パラメータ設定手法の検討を進めてきた。

本調査では、これら先行調査の成果を踏まえつつ、1F事故廃棄物に含まれる共存物質が処分時の核種移行に及ぼす影響を評価するために必要な情報を調査・整理する。さらに、共存物質による処分システムの環境変遷や核種移行への影響を定量的に解析するためのモデルやパラメータ等の調査を行い、その結果から重要な影響因子や課題を抽出する。

3. 作業実施場所

受注者側実施施設

4. 納期

2026 年 1 月 30 日

5. 作業項目

- (1) 事故廃棄物の共存物質が処分システムや核種移行へ及ぼす影響に関する情報調査
- (2) 共存物質による処分システムの環境変遷や核種移行の解析手法の調査・解析
- (3) 報告書の作成

6. 作業内容

- (1) 事故廃棄物の共存物質が処分システムや核種移行へ及ぼす影響に関する情報調査

1F 事故廃棄物について、これまでの先行事業において、廃棄物に含まれる可能性のある共存物質を対象に、それらの処分時核種移行へ及ぼす直接的あるいは間接的な影響

プロセスやその影響評価手法を調査・検討してきた。ここでは、1F 事故廃棄物で検討されている廃棄体やバリア材に着目し、これまでの先行事業での調査や課題を踏まえ、以下に示すような、共存物質による廃棄体、バリア材の長期挙動や核種移行への影響プロセス及びその影響評価手法の検討に必要となる既存情報の調査・分析を行う。

i) 事故廃棄物の特徴と共存物質に関する情報調査・整理

これまでの先行事業において、1F 事故廃棄物中の共存物質の溶解に伴い発生する化学物質等に関する情報を、特に共存物質による周辺環境の変遷と核種移行評価に用いる分配係数 (K_d) 等のパラメータの変化について焦点を当てて調査・整理してきた。ここでは、1F 事故廃棄物に含まれる C-14 の移行遅延に焦点を当て、放射性廃棄物処分の安全評価における有機 C-14 と無機 C-14 の相対的重要性に関する現在の理解をまとめる。現在の理解を前提に、C-14 の挙動を探るシナリオを作成する。

ii) 廃棄体からの核種溶出に関する調査

1F 事故廃棄物の共存物質が処分に及ぼす影響を評価する上では、廃棄体からの共存物質の溶出挙動を評価し、溶出した共存物質が周辺環境に及ぼす影響を評価することが必要である。ここでは、1F 事故廃棄物の形態の一つとして想定されるセメント系材料の廃棄物からの放射性核種及び共存物質溶出モデルに関する検討の一環として、以下の3点について調査・整理を行う。

- ・セメント系材料に含まれるジオポリマーの化学的・物理的進化についての情報を調査しまとめる。
- ・ジオポリマーを構成する鉱物／固体の化学的・物理的特性に関する基礎研究及び、これらの鉱物・固体成分の化学的・物理的進化過程に関する基礎研究をレビューする。
- ・セメントにおける Minor な固体成分（エトリンガイト、モノサルフェイト など、C-S-H やポルトランダイトのような主要な固体成分ではない）の挙動に関する現在の理解をまとめ、Minor な固体成分への放射性核種の収着の程度を調査する。

iii) 共存物質が核種移行に及ぼす影響に関する調査

1F 事故廃棄物に含まれる共存物質のうち、先行事業において核種移行への影響が比較的大きいと評価された有機物と放射性核種との錯生成の評価や、コロイドとの相互作用に関する調査・整理を行った。この結果を元に、本調査ではコロイドや有機複合体の影響を強く受ける可能性のある放射性核種を特定し、移動性コロイドとの反応や有機錯体化（収着性の低減効果や溶解度の増加効果）により、放射性核種の移動性を促進する因子をセメント劣化に伴う環境に即して決定する。

iv) 多様な有機物と核種の錯生成による影響に関する調査

1F 事故廃棄物に多様な有機物が含まれる可能性や、有機物が核種移行へ及ぼす影響が大きいことを考慮し、多様な有機物と核種との錯生成を、既存の実測データやモデルパラメータから推定評価する手法を調査する。先行研究において、有機物と元素

の錯生成の既存のデータベース及び補完・推定手法を調査するとともに、錯生成定数を推定する計算を実施し、成果を整理した。今年度の調査は、前年度の調査結果で得られた機械学習を利用する方法を拡張させるため、DFT 計算結果をデータセットに追加し、適用可能性や課題を整理する。

これらの調査・分析にあたっては、既往の文献情報の量や質、その重要性などを把握した段階で、原子力機構との協議を踏まえて、詳細な調査をする対象や文献等を選定するとともに、分析や整理の方法について具体化したうえで、詳細な調査や分析・整理を進めることとする。

(2) 共存物質による処分システムの環境変遷や核種移行の解析手法の調査・解析

本項目では、1F 事故廃棄物に含まれる共存物質が核種移行に及ぼす影響を核種移行解析によって評価し、その影響の重要度や不確実性の把握、今後の課題の抽出に資するための評価を実施する。具体的には、1F 事故廃棄物の処分において想定される処分概念を対象に核種移行解析を行うとともに、共存物質による処分システムの環境変遷やその核種移行への影響を考慮したより現実的な核種移行解析の手法の調査や解析を検討する。

i) セメント材料の環境変遷に対応した核種収着パラメータ設定に関する調査

1F 事故廃棄物に含まれる可能性のある共存物質が、セメント材料への核種収着に及ぼす影響を評価するため、これまでに放射性核種と共存物質が錯生成することによって直接的に核種移行挙動に影響する場合と、共存物質がバリア材中の間隙水や固相に変化を生じさせることによって間接的に影響する場合とに区別し、それぞれを対象にその影響評価手法を構築するとともに、実際の収着パラメータ設定の試行と課題の検討を進めてきた。また、セメント系材料の長期的な変遷等を考慮して、1 価から 6 価の陽イオンや代表的な陰イオンに対して、より現実的な核種収着パラメータやその不確実性を設定するための調査を行ってきた。今年度は、これまでに調査を実施した放射性核種について SIT モデルを用いた高塩分濃度における核種とイソサッカリン酸相互作用に関する調査を行う。また、得られた情報を用いて評価を行い実験データ等との比較を行い、データ間の不確実性について整理する。これらの評価、整理にあたっては、必要に応じて最新の関連文献等を調査した上で進める。

ii) 場の変遷や共存物質を考慮した核種移行解析手法の構築及び解析の実施

前年度までの検討において、1F 事故廃棄物処分における場の変遷を考慮した核種移行解析手法の構築に向けて、核種移行モデルを作成する場合に考慮すべき場の変遷として、人工バリア材であるベントナイト系材料やセメント系材料へ直接的及び間接的に影響を及ぼす共存物質を整理した。また、ベントナイト系材料とセメント系材料の共存によるセメントーベントナイト相互作用を、場の変遷に影響を及ぼす現象として抽出した。さらに、解析において着目すべき核種及び場の変遷パラメータを

整理し、核種移行解析への設定方法について整理した。これらの整理に基づいて、核種移行解析を行うための概念モデルを作成するとともに、その概念モデルを構築した。本年度は、これまでに作成した概念モデルの高度化を行う。また、複数の化学種を想定し、構築した解析手法を用いて核種移行解析を試行し、核種移行に影響を及ぼす重要因子を、1F 事故廃棄物の特性に着目しつつ検討する。さらに場の変遷を考慮しつつコロイド表面へ収着した核種の移行をモデル化できるようなツールを構築するための概念モデルの作成を行う。

(3) 報告書の作成

本件で実施した (1)、(2) の作業内容を取りまとめた報告書を作成すること。また、原子力機構が指定する構成での要約版をあわせて作成すること。

報告書の提出部数・提出期限等は「8. 提出書類」に示すとおりとする。

報告書の作成にあたっては、「研究開発報告書類執筆・投稿マニュアルー研究開発報告書類原稿作成の手引きー（第 11 版）」（2025 年 4 月）を参考とする。

7. 貸与品

(1) 品名，数量

- ・ 5. 作業項目 (1)～(2) に係る前年度までの役務報告書 PDF 1 式

(2) 引渡場所，引渡時期，引渡方法

契約締結後速やかに電子メールあるいは郵送にて引き渡す。

8. 提出書類

図書名	提出期限	部数	備考
委任又は下請負届 (機構指定様式)	作業開始 2 週間前まで	1 部	
実施計画書	契約締結後速やかに	1 部	
報告書	2026 年 1 月 30 日	3 部	電子データファイル一式 ¹⁾
打合せ議事録	打合せ実施後速やかに	1 部	

- 1) 報告書については、電子データファイル 1 式を提出すること。なお、提出する電子データはそれぞれ PDF ファイル一式と Word, Excel 等の加工可能なファイル一式の 2 種類を電子媒体に格納したものとする。

(提出場所)

茨城県那珂郡東海村村松 4-33

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所

9. 検収条件

「8. 提出書類」に示す「報告書」の員数・仕様に関する検査の合格をもって検収とする。

10. 特記事項

- (1) 本契約で使用する設備及び備品（リース物件を含む）については、すべて受注者側で用意する。
- (2) 受注者は、合併又は分割等により本契約に係る権利義務を他社へ承継しようとする場合には、事前に原子力機構（核燃料サイクル工学研究所 BE 資源・処分システム開発部 核種移行研究グループ）へ照会し、了解を得るものとする。
- (3) 原子力機構が、受注者に対し本補助金事業の適正な遂行のため必要な調査に協力を求めた場合にはその求めに応じること。

11. 検査員及び監督員

検査員

一般検査 管財担当課長

監督員

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所

BE 資源・処分システム開発部 核種移行研究グループリーダー

12. 知的財産権等

知的財産権等の取扱については、別紙1「知的財産権特約条項」に定められたとおりとする。

13. グリーン購入法の推進

- (1) 本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。
- (2) 本仕様に定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

以 上

知的財産権特約条項

(知的財産権の範囲)

第1条 この特約条項において「知的財産権」とは、次の各号に掲げるものをいう。

- (1) 特許法（昭和34年法律第121号）に規定する特許権（以下「特許権」という。）、実用新案法（昭和34年法律第123号）に規定する実用新案権（以下「実用新案権」という。）、意匠法（昭和34年法律第125号）に規定する意匠権（以下「意匠権」という。）、半導体集積回路の回路配置に関する法律（昭和60年法律第43号）に規定する回路配置利用権（以下「回路配置利用権」という。）、種苗法（平成10年法律第83号）に規定する育成者権（以下「育成者権」という。）及び外国における上記各権利に相当する権利（以下「産業財産権等」と総称する。）
- (2) 特許法に規定する特許を受ける権利、実用新案法に規定する実用新案登録を受ける権利、意匠法に規定する意匠登録を受ける権利、半導体集積回路の回路配置に関する法律第3条第1項に規定する回路配置利用権の設定の登録を受ける権利、種苗法第3条に規定する品種登録を受ける地位及び外国における上記各権利に相当する権利（以下「産業財産権等を受ける権利」と総称する。）
- (3) 著作権法（昭和45年法律第48号）に規定するプログラムの著作物及びデータベースの著作物（以下「プログラム等」という。）の著作権並びに外国における上記各権利に相当する権利（以下「プログラム等の著作権」と総称する。）
- (4) コンテンツの創造、保護及び活用の促進に関する法律（平成16年法律第81号）に規定するコンテンツで甲が本契約において制作を委託するコンテンツ（以下「コンテンツ」という。）の著作権（以下「コンテンツの著作権」という。）
- (5) 前各号に掲げる権利の対象とならない技術情報のうち秘匿することが可能なものであって、かつ、財産的価値のあるものの中から、甲、乙協議の上、特に指定するもの（以下「ノウハウ」という。）を使用する権利

2 この特約条項において、「発明等」とは、特許権の対象となるものについては発明、実用新案権の対象となるものについては考案、意匠権、回路配置利用権及びプログラム等の著作権の対象となるものについては創作、育成者権の対象となるものについては育成並びにノウハウを使用する権利の対象となるものについては案出をいう。

3 この特約条項において知的財産権の「実施」とは、特許法第2条第3項に定める行為、実用新案法第2条第3項に定める行為、意匠法第2条第3項に定める行為、半導体集積回路の回路配置に関する法律第2条第3項に定める行為、種苗法第2条第5項に定める行為、プログラム等の著作権については著作権法第2条第1項第15号及び同項第19号に定める行為、コンテンツの著作権については著作権法第2条第1項第7の2号、第9の5号、第11号にいう翻案、第15号、第16号、第17号、第18号及び第19号に定

める行為並びにノウハウの使用をいう。

(乙が単独で行った発明等の知的財産権の帰属)

第2条 本契約に関して、乙単独で発明等を行ったときは、甲は、乙が次の各号のいずれの規定も遵守することを書面で甲に届け出た場合、当該発明等に係る知的財産権を乙から譲り受けないものとする。(以下、乙に単独に帰属する知的財産権を「単独知的財産権」という。)

- (1) 乙は、本契約に係る発明等を行ったときは、遅滞なく次条の規定により、甲にその旨を報告する。
- (2) 乙は、甲が国の要請に基づき公共の利益のために特に必要があるとして、その理由を明らかにして求める場合には、無償で当該知的財産権を実施する権利を国に許諾する。
- (3) 乙は、当該知的財産権を相当期間活用していないと認められ、かつ、当該知的財産権を相当期間活用していないことについて正当な理由が認められない場合において、甲が国の要請に基づき当該知的財産権の活用を促進するために特に必要があるとして、その理由を明らかにして求めるときは、当該知的財産権を実施する権利を第三者に許諾する。
- (4) 乙は、甲以外の第三者に委託業務の成果にかかる知的財産権の移転又は専用実施権(仮専用実施権を含む。)もしくは専用利用権の設定その他日本国内において排他的に実施する権利の設定もしくは移転の承諾(以下「専用実施権等の設定等」という。)をするときは、合併又は分割により移転する場合及び次のイからハに規定する場合を除き、あらかじめ甲に通知し、承認を受けなければならない。

イ 乙が株式会社である場合、乙がその子会社(会社法第2条第3号に規定する子会社をいう。)又は親会社(同法第4号に規定する親会社をいう。)に移転又は専用実施権等の設定等をする場合

ロ 乙が承認TLO(大学等における技術に関する研究成果の民間事業者への移転の促進に関する法律(平成10年法律第52号)第4条第1項の承認を受けた者(同法第5条第1項の変更の承認を受けた者を含む。))又は認定TLO(同法第12条第1項又は同法第13条第1項の認定を受けた者)に移転又は専用実施権等の設定等をする場合

ハ 乙が技術研究組合である場合、乙がその組合員に移転又は専用実施権等の設定等をする場合

- 2 甲は、乙が前項に規定する書面を提出しない場合、乙から当該知的財産権を無償で(第7条に規定する費用を除く。)譲り受けるものとする。
- 3 乙は、第1項の書面を提出したにもかかわらず同項各号の規定のいずれかを満たしておらず、かつ満たしていないことについて正当な理由がないと甲が認める場合、当該知的

財産権を無償で甲に譲り渡さなければならない。

(知的財産権の報告)

第3条 乙は、本契約に係る産業財産権等の出願又は申請をするときは、あらかじめ出願又は申請に際して提出すべき書類の写しを添えて甲に通知しなければならない。

2 乙は、前項に係る国内の特許出願、実用新案登録出願、意匠登録出願を行う場合は、特許法施行規則第23条第6項及び同規則様式26備考24等を参考にし、当該出願書類に国の委託事業に係る研究の成果による出願であることを表示しなければならない。

3 乙は、第1項に係る産業財産権等の出願又は申請に関して設定の登録等を受けた場合には、設定の登録等の日から30日以内に、甲に文書により通知しなければならない。

4 乙は、本契約に係るプログラム等又はコンテンツが得られた場合には、著作物が完成した日から30日以内に、甲に文書により通知しなければならない。

5 乙は、単独知的財産権を自ら実施したとき、及び第三者にその実施を許諾したとき（ただし、第5条第2項に規定する場合を除く。）は、甲に文書により通知しなければならない。

(単独知的財産権の移転)

第4条 乙は、単独知的財産権を甲以外の第三者に移転する場合には、当該移転を行う前に、その旨を甲に文書で提出し、承認を受けなければならない。ただし、合併又は分割により移転する場合及び第2条第1項第4号イからハに定める場合には、当該移転の事実を文書より甲に通知するものとする。

2 乙は、前項のいずれの場合にも、第2条、前条、次条及び第6条の規定を準用すること、並びに、甲以外の者に当該知的財産権を移転するとき又は専用実施権等を設定等するときは、あらかじめ甲の承認を受けることを当該第三者と約定させ、かつ、第2条第1項に規定する書面を甲に提出させなければならない。

(単独知的財産権の実施許諾)

第5条 乙は、単独知的財産権について甲以外の第三者に実施を許諾する場合には、甲に文書により通知しなければならない。また、第2条の規定の適用に支障を与えないよう当該第三者と約定しなければならない。

2 乙は、単独知的財産権に関し、甲以外の第三者に専用実施権等の設定等を行う場合には、当該設定等を行う前に、文書により甲及び国の承認を受けなければならない。ただし、第2条第1項第4号イからハに定める場合には、当該専用実施権等設定の事実を文書により甲に通知するものとする。

3 甲は、単独知的財産権を無償で自ら試験又は研究のために実施することができる。甲が甲のために乙以外の第三者に製作させ、又は業務を代行する第三者に再実施権を許諾す

る場合は、乙の承諾を得た上で許諾するものとし、その実施条件等は甲、乙協議の上決定する。

(単独知的財産権の放棄)

第6条 乙は、単独知的財産権を放棄する場合は、当該放棄を行う前に、その旨を甲に報告しなければならない。

(単独知的財産権の管理)

第7条 甲は、第2条第2項の規定により乙から単独知的財産権又は当該知的財産権を受ける権利を譲り受けたときは、乙に対し、乙が当該権利を譲り渡すときまでに負担した当該知的財産権の出願又は申請、審査請求及び権利の成立に係る登録までに必要な手続きに要したすべての費用を支払うものとする。

(甲及び乙が共同で行った発明等の知的財産権の帰属)

第8条 本契約に関して、甲及び乙が共同で発明等を行ったときは、当該発明等に係る知的財産権は甲及び乙の共有とする。ただし、乙は、次の各号のいずれの規定も遵守することを書面で甲に届けなければならない。(以下、甲と乙が共有する知的財産権を「共有知的財産権」という。)

- (1) 当該知的財産権の出願等権利の成立に係る登録までに必要な手続きは乙が行い、第3条の規定により、甲にその旨を報告する。
- (2) 乙は、甲が国の要請に基づき公共の利益のために特に必要があるとして、その理由を明らかにして求める場合には、無償で当該知的財産権を実施する権利を国に許諾する。
- (3) 乙は、当該知的財産権を相当期間活用していないと認められ、かつ、当該知的財産権を相当期間活用していないことについて正当な理由が認められない場合において、甲が国の要請に基づき当該知的財産権の活用を促進するために特に必要があるとして、その理由を明らかにして求めるときは、当該知的財産権を実施する権利を第三者に許諾する。

2 甲は、乙が前項で規定する書面を提出しない場合、乙から当該知的財産権のうち乙が所有する部分が無償で譲り受けるものとする。

3 乙は、第1項の書面を提出したにもかかわらず同項各号の規定のいずれかを満たしておらず、さらに満たしていないことについて正当な理由がないと甲が認める場合、当該知的財産権のうち乙が所有する部分が無償で甲に譲り渡さなければならない。

(共有知的財産権の移転)

第9条 甲及び乙は、共有知的財産権のうち自らが所有する部分を相手方以外の第三者に

移転する場合には、当該移転を行う前に、その旨を相手方に通知して文書による同意を得なければならない。

(共有知的財産権の実施許諾)

第10条 甲及び乙は、共有知的財産権について第三者に実施を許諾する場合には、あらかじめ相手方に通知して文書による同意を得なければならない。

(共有知的財産権の実施)

第11条 甲は、共有知的財産権を試験又は研究以外の目的に実施しないものとする。ただし、甲は甲のために乙以外の第三者に製作させ、又は業務を代行する第三者に実施許諾する場合は、無償で当該第三者に実施許諾することができるものとする。

2 乙が共有知的財産権について自ら商業的实施をするときは、甲が自ら商業的实施をしないことにかんがみ、乙の商業的实施の計画を勘案し、事前に実施料等について甲、乙協議の上、別途実施契約を締結するものとする。

(共有知的財産権の放棄)

第12条 甲及び乙は、共有知的財産権を放棄する場合は、当該放棄を行う前に、その旨を相手方に通知して文書による同意を得なければならない。

(共有知的財産権の管理)

第13条 共有知的財産権に係る出願等を甲、乙共同で行う場合、共同出願契約を締結するとともに、出願等権利の成立に係る登録までに必要な費用は、当該知的財産権に係る甲及び乙の持分に応じて負担するものとする。

(知的財産権の帰属の例外)

第14条 本契約の目的として作成される提出書類、プログラム等及びその他コンテンツ等の納品物に係る著作権は、すべて甲に帰属する。

2 第2条第2項及び第3項並びに第8条第2項及び第3項の規定により著作権を乙から甲に譲渡する場合、又は前項の納品物に係る著作権の場合において、当該著作物を乙が自ら創作したときは、乙は、著作者人格権を行使しないものとし、当該著作物を乙以外の第三者が創作したときは、乙は、当該第三者が著作者人格権を行使しないように必要な措置を講じるものとする。

(秘密の保持)

第15条 甲及び乙は、第2条及び第8条の発明等の内容を出願公開等により内容が公開される日まで他に漏洩してはならない。ただし、あらかじめ書面により出願申請を行った

者の了解を得た場合はこの限りではない。

(委任・下請負)

第16条 乙は、本契約の全部又は一部を第三者に委任し、又は請け負わせた場合においては、当該第三者に対して本特約条項の各条項の規定を準用するものとし、乙はこのために必要な措置を講じなければならない。

2 乙は、前項の当該第三者が本特約条項に定める事項に違反した場合には、甲に対し全ての責任を負うものとする。

(協議)

第17条 第2条及び第8条の場合において、単独若しくは共同の区別又は共同の範囲等について疑義が生じたときは、甲、乙協議して定めるものとする。

(有効期間)

第18条 本特約条項の有効期限は、本契約締結の日から当該知的財産権の消滅する日までとする。