

事故廃棄物中の共存物質による
セメントへの核種収着メカニズムへの影響に関する
データ取得

仕様書

1. 件名

事故廃棄物中の共存物質によるセメントへの核種収着メカニズムへの影響に関するデータ取得

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。

事故廃棄物には多様な物質が共存しており、処分においてそれらの物質がどのように影響するのか評価する必要がある。これまでの関連事業においては、処分の安全性に影響を及ぼす可能性のある物質について、包括的な情報の調査・整理を進めてきた。さらに、核種移行に及ぼす影響について、評価に必要となる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、事故廃棄物の処分において廃棄体充填材やバリア材として利用されることが想定されるセメント材料中における核種移行について、その挙動を評価するうえで重要な核種収着メカニズムを把握するため、実験によるデータの取得や、文献調査、計算科学による評価を行う。

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. 高Ca/Si比のC-S-H作製の検討
2. セメント材料に対する元素の収着データの取得
 - (1) 収着試験用固相試料および浸漬液の作製
 - (2) バッチ法による収着試験
3. セメントの長期劣化に関する文献調査
4. セメント材料への核種の収着メカニズムに関する分子動力学計算を用いた分析評価
5. 報告書の作成

6. 作業内容

6.1 高 Ca/Si 比の C-S-H 作製の検討

セメントの主要な水和物である C-S-H は、水和初期の段階においては Ca/Si 比が 2.0 に近い値で存在する。一方で、高 Ca/Si 比の C-S-H を合成する場合には、溶液中の Ca

濃度が高くなることにより、ポルトランダイトの溶解度に達し、C-S-H だけではなくポルトランダイトも生成する。C-S-H への核種の収着挙動を評価するためには、ポルトランダイトを含まない純粋な C-S-H を合成する必要があることから、高 Ca/Si 比の C-S-H を作製する方法を検討する。また、合成した C-S-H にポルトランダイトが含まれる場合には、固相をイオン交換水等で洗浄することでポルトランダイトを除去する手法や、洗浄による Ca/Si 比の低下について検討する。

6.2 セメント材料に対する元素の収着データの取得

(1) 収着試験用固相試料および浸漬液の作製

セメント材料に対する元素収着を評価するうえでは、処分環境下におけるセメント材料の構成鉱物等の変遷を把握し、また、それら変遷した構成鉱物のうち、各元素の収着を支配する鉱物を同定し、その収着のメカニズムを把握することが重要となる。ここでは、元素の収着を支配する鉱物や収着メカニズムを把握するために、セメント及びその構成鉱物に対する I の収着データを収着試験により取得するとともに、その収着支配鉱物を把握するための分析を行う。収着試験は、OPC 及び対象元素の収着を支配する可能性のある構成鉱物（C-S-H、モノサルフェート（以下、AFm という。）、エトリンガイト（以下、AFt という）等）として、4 種類の固相を対象に試験を行う。そのため、各固相を合成し、粉体状試料を作製する。合成した固相については、XRD 等を用いて分析を行う。また、合成した粉体状試料をイオン交換水等に浸漬し、浸漬液を作製する。固相の合成方法については、JAEA と協議の上決定する。

(2) バッチ法による収着試験

収着試験は、バッチ法収着試験により $I(I, IO_3^-)$ の安定同位体を用いて大気雰囲気下・室温条件で実施する。収着試験の液性条件は浸漬液（セメント水和物の平衡液）を基本とし、海水影響を考慮した SO_4^{2-} 濃度や、元素の初期濃度、化学形などを変化させた条件を設定する。試験は、これらの固相、液性、元素、濃度等を組み合わせた 24 条件以上とし、各条件で繰り返し数 $N=2$ で実施する。あわせて、同条件において固相を含まないブランク試験を $N=2$ で行う。対象とする元素の収着分配係数を想定して適切な液固比（1 条件）を設定し、最長 60 日程度で 3 点以上の濃度の経時変化を測定する。

なお、上記の収着試験の方法や条件、分析の方法や条件の詳細については別途協議の上決定する。

6.3 セメントの長期劣化に関する文献調査

セメントの地下水接触による長期劣化に関する国内外の文献について調査を行い、劣化に伴って、セメントを構成する水和物がどのように変質していくのかをまとめる。キーワードの例は以下の通りである。

セメント / 長期劣化 / 水和物組成 / C-S-H / AFm / AFt / 地下水影響 等

6.4 セメント材料への核種の収着メカニズムに関する分子動力学計算を用いた分析評価

セメントへの核種の収着メカニズムに関する知見を得るために、セメント水和物である C-S-H または AFm とヨウ素との相互作用について、分子動力学計算を実施する。ヨウ素は、化学形態によって収着分配係数が異なることから、多様な形態を想定し、ヨウ素酸イオンもしくはヨウ化物イオンを対象とする。C-S-H の構造は Tobermorite $14\text{\AA}$ 結晶とし、水和初期のセメントを再現するために高 Ca/Si 比とし、溶液条件はセメントの間隙水を想定して、アルカリ溶液とする。分子動力学計算に必要なパラメータについては、先行研究等に基づいて決定する。以上の条件で分子動力学計算を行い、ヨウ素の化学形態、溶液条件の違いにより収着メカニズムがどのように変化するかを調査する。

6.5 報告書の作成

上記 6.1～6.4 の結果を取りまとめて、報告書を作成する。また、報告書の全ての内容、並びに全ての試験データや解析結果等の根拠情報の電子データファイルを CD-R 等のメディアに収めたものを提出する。

7. 貸与品

上記 6.1～6.4 の調査・解析において必要となる当該案件の昨年度の役務報告書を貸与する。なお、貸与時期は、契約締結後とする。

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、印刷物に加え、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
地層処分基盤研究施設 研究棟

9. 検収条件

「8. 提出書類」の確認並びに、原子力機構が仕様書の定める業務が実施されたと認めた時を以て、業務完了とする。

10. 特記事項

- (1) 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) 納入物件の所有権及び著作権、その他この物件の使用、収益、処分（複製・翻訳・翻案・変更・譲渡・貸与及び二次的著作物の利用を含む）及び関連する技術情報に関わるものの権利は原子力機構に帰属するものとする。但し、本契約遂行のために使用するもののうち、本契約締結以前から受注者が所有するものについては、その著作権は受注者に帰属するものとする。
- (3) 本件で知り得た情報等を原子力機構に許可なく使用、公開すること及び第三者に伝達することを禁止する。
- (4) 本仕様書に記載の事項について、疑義が生じた場合は、原子力機構と協議の上、その決定に従う。
- (5) 作業実施にあたっては、定期的に進捗状況を原子力機構に報告し、必要に応じて以降の作業を原子力機構と協議の上、進めることとする。
- (6) 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

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
グループリーダー

12. 知的財産権等

知的財産権等の取扱いについては、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。