

岩盤中の核種移行現象解明とモデル開発のための
分析調査

仕様書

1. 件名

岩盤中の核種移行現象解明とモデル開発のための分析調査

2. 目的および概要

高レベル放射性廃棄物の地層処分においては、人工バリア近傍のニアフィールドシステム、天然バリアとなる岩盤、生活圏のそれぞれを対象に、実際の処分環境条件とその長期変遷や、それぞれの領域や変遷過程で生じる可能性のある核種移行挙動を理解し、その影響を評価する手法を構築することが重要となる。日本原子力研究開発機構（以下「原子力機構」という）では、資源エネルギー庁から受託した事業「高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（核種移行総合評価技術開発）」において、実際のサイトにおける地質・水理学的特性、地下環境におけるバリア材と岩盤の相互作用を含む地球化学特性の長期変遷等をより現実的かつ精緻に取り扱うことが可能な評価モデルおよびパラメータを、先端的な計算化学/分析技術や地下研究施設での原位置試験等を通じて整備することとしている。さらに、ニアフィールドおよび天然バリア環境の長期変遷を評価するための解析技術の構築、その長期変遷を評価した結果を反映した核種移行解析技術の構築、およびそれら評価モデルの確証を目指している。

本契約では、この受託事業の一環として、地下環境におけるバリア材と岩盤の相互作用に起因する長期の地球化学的変遷を考慮に入れた核種移行への影響評価手法開発に資することを目的に、岩盤中での元素の移行挙動についての分析調査を行う。

3. 納入場所

核燃料サイクル工学研究所 地層処分基盤研究施設

4. 納期

2027 年 2 月 8 日

5. 作業項目

- (1) 岩盤中の核種移行評価に係る現象理解とモデル開発のためのデータ取得
- (2) 地球化学的な変遷を考慮した核種移行評価のためのデータ取得
- (3) 報告書の作成

6. 役務作業の内容

6.1 岩盤中の核種移行評価に係る現象理解とモデル開発のためのデータ取得

岩盤中の核種移行の評価や、核種移行に及ぼす多様な影響因子の評価に資するため、原子力機構から支給する岩石（火山砕屑岩）試料を対象に、以下に示すデータの取得を行う。

原子力機構から支給する岩石薄片試料を対象とし、偏光顕微鏡を用いた観察を行う。オープンニコルとクロスニコル等の偏光グラスを切替えて写真撮影を行う。加えて、偏光顕微鏡観察に用いた薄片試料を対象とし、電子顕微鏡による元素分析を行う。測定範囲は数 cm×数 cm 程度とし、空間分解能 2 μm 以上を有する装置を用いることとする。造岩鉱物の同定に必要な 10 種以上の元素を対象として分布を取得する。薄片観察と元素分析の結果から、鉱物同定を行う。対象とする薄片試料数は 5 とする。

原子力機構から支給する粉末状岩石試料を対象とし、X 線回折(XRD)測定による鉱物組成分析を行う。測定結果の解析を行い、鉱物組成を求める。解析はリートベルト解析法と FPS (full pattern summation) 法の 2 手法を用いることとし、特に粘土鉱物の定量方法等について検討したうえで、定量結果を比較する。検討内容の詳細については、原子力機構と協議の上決定する。対象とする試料数は 15 とする。

原子力機構から支給する粉末状岩石試料を対象とし、蛍光 X 線分析による元素分析を行い、構成元素の割合を求める全岩組成分析を行う。分析する元素は Si, Na, K, Ca, Mg, Al, Mn, Fe, Ti, P の 10 種に加え、同定可能な微量元素 (Sr, Cl, S 等) とする。対象とする試料数は 15 とし、XRD 測定用試料と同一のものである。

XRD 測定用試料と同一試料を対象とし、塩化ベンジルトリメチルアンモニウムクロリド改良法 (SFSA 法) を用いて交換性陽イオン測定を行い、試料に含まれる交換性陽イオン濃度 (Na, Ca, Mg, K) を測定するとともに、陽イオン交換容量を算出する。陽イオン交換容量は、各交換性陽イオンについて乾燥試料 100 g あたりに保持することのできる陽イオン量 (meq/100g) として求める。測定機器は原子吸光光度計、誘導結合プラズマ発光分光分析計または誘導結合プラズマ質量分析計のいずれかを使用することとする。対象とする試料数は 15 とし、XRD 測定および XRF 測定用試料と同一のものである。測定試料調製の繰り返し数は 1 とする。

6.2 地球化学的な変遷を考慮した核種移行評価のためのデータ取得

(1) セメント材料が岩盤に及ぼす影響評価のためのデータ取得

ニアフィールド領域における岩石中の核種移行評価において考慮すべき不確実性要因のうち、セメントの共存が岩石中の核種移行特性に及ぼす影響に着目し、セメント材料と長期間接触した岩石試料の変質状態の分析評価を行う。具体的には、原子力機構から支給するセメントと長期間接触した岩石試料（泥岩）を対象として、セメントと岩石が接触している境界面から離れた部分の岩石の変質状態の分析を行う。セメント材料は

低アルカリ性セメント(HFSC)または普通セメント(OPC)を対象とする。分析項目は EPMA、X 線 CT および XRD 分析を行う。

境界面から離れた岩石部分において事前に確認された亀裂部の情報に基づき、亀裂部 2 カ所を選定し、亀裂部を含むように数 cm×数 cm 程度に加工し、樹脂包埋試料を作製する。試料数はそれぞれのセメント材料接触試料で 2 試料ずつ計 4 試料とする。亀裂部を中心に EPMA 分析を行い、鉱物の同定に必要な 10 種以上の元素分布を取得し、亀裂部を介してセメント影響がどの位置まで及んでいるのか評価する。

セメント影響による岩石中の鉱物の変質を評価するために、それぞれのセメント材料接触試料のセメント/岩石の境界部から距離が異なる位置 5 か所（繰り返し 1）を削り取り、XRD 分析を行う。試料を削り取る際、表面は炭酸化している可能性があるため、コアの内部から採取する。

上記のそれぞれの分析において対象とする試料の位置や分析条件の詳細については、原子力機構と協議の上決定する。

(2) 岩石中の炭酸塩鉱物等と核種との相互作用評価に関わるデータ取得

原子力機構から支給する岩石試料を対象に、岩石中に含まれる鉱物と微量元素の相互作用に関する分析評価を行う。着目する鉱物は、種々の元素の取り込みが報告されている炭酸塩鉱物等とする。炭酸塩鉱物等に含まれているウランや希土類元素等の微量元素と、カルシウムや鉄等の多量元素との共存状況に関するデータをマイクロ XRF マッピング等の放射光分析手法により取得する。なお、分析の対象とする試料の位置や分析条件の詳細については、原子力機構と協議の上で決定する。得られたデータをもとに地下深部環境での炭酸塩鉱物等への微量元素の取り込みメカニズムを評価する。

(3) 岩石中の微生物分布特性に関わるデータ取得

原子力機構から支給する岩石（泥岩）試料を対象に、岩石中に含まれる微生物の特性と元素との相互作用に関する分析評価を行う。具体的には、声問層あるいは稚内層の泥岩試料（3 試料以上あるいは同深度 3 カ所以上）に対して、岩石中に存在する微生物の分布特性を蛍光染色手法にて観察・分析する。また、それぞれの試料（3 試料以上）において①微生物細胞が確認された領域と②その周辺領域（微生物細胞が確認されない領域）について、元素や化合物組成に関するデータを放射光分析手法や顕微 IR 分析等により 2 カ所以上（合計 6 カ所以上）で取得する。分析の対象とする試料の位置等の詳細については、原子力機構と協議の上で決定する。得られたデータをもとに、微生物と元素との相互作用メカニズムを評価する。

6.3 報告書の作成

上記 6.1～6.2 の結果を取りまとめて報告書を作成する。また、報告書のすべての内容およびすべ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外付けハードディスク等の電子媒体に収めたものを提出する。

7. 支給・貸与物品

上記 6.1～6.2 の試験に用いる岩石試料を支給する。なお、上記に記載した加工・分析試料は、データ取得後に発注者に返却すること。

8. 提出書類

番号	提出書類名	提出期限	部数
(1)	委任または下請負届 (機構指定様式、必要に応じて)	作業開始2週間前まで	1部
(2)	実施計画書	契約締結後速やかに	1部
(3)	打合せ議事録	打合せ後速やかに	1部
(4)	報告書	2027年2月8日	2部
(5)	電子データファイル*	2027年2月8日	1部

*報告書、図等の電子データ、実験データ、解析評価データ等を含む

(提出場所) 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

9. 検収条件

検収箇所における「8. 提出書類」に示す各書類の確認および報告書記載内容が仕様書を満たすことの検査の合格をもって検収とする。

10. 検査員および監督員

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 チームリーダー

11. 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。

12. 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）に適合する環境物品（事務用品、OA 機器等）が発生する場合、これを採用するものとする。
- (2) 本仕様書に定める提出図書（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とする。

13. 特記事項

- (1) 本契約で使用する設備および備品（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こととする。
- (2) 実施計画書および報告書の詳細は、別途、原子力機構と協議のうえで決定することとする。
- (3) 本件は、経済産業省資源エネルギー庁から原子力機構が委託を受けて実施するものであり、実施体制を変更する場合、原子力機構は経済産業省資源エネルギー庁の承認を得る必要がある。したがって、受注者は、合併また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、事前に原子力機構（核種移行研究グループ）へ照会し、了解を得るものとする。

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。
- 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。

(単独知的財産権の譲渡)

第4条 乙は、単独知的財産権を甲以外の第三者に譲渡する場合には、当該譲渡を行う前に、その旨を甲に文書により通知するとともに、第2条、前条、次条及び第6条の規定を準用することを当該第三者と約定しなければならない。

(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、その他排他的に実施する権利を許諾する場合には、文書により甲及び国の承認を受けなければならない。

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。

(共有知的財産権の譲渡)

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譲渡する場合には、当該譲渡を行う前に、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。