

地層処分システムの複合現象と核種移行に関する解析  
手法の調査解析（令和6年度）

仕様書

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  
環境技術開発センター基盤技術研究開発部  
核種移行研究グループ

## 1. 件名

地層処分システムの複合現象と核種移行に関する解析手法の調査解析（令和6年度）

## 2. 目的及び概要

高レベル放射性廃棄物の地層処分においては、人工バリアと天然バリアから構成される多重バリアシステムによって長期的な安全性の確保がなされる。これらバリア材中の核種移行現象に対する理解を深め、その理解に基づく評価手法を構築することが、地層処分の安全性と信頼性を一層高めていく上で重要である。日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）では、原子力環境整備促進・資金管理センター及び電力中央研究所並びに量子科学技術研究開発機構と共同で経済産業省から受託した令和6年度「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【地層処分安全評価確証技術開発（核種移行総合評価技術開発）】」として、地質環境の特徴や処分システムの長期的な変遷を適切に反映することが可能な核種移行総合評価技術を開発するため、人工バリアとその周辺岩盤を含むニアフィールド、天然バリア及び生活圏の各々を対象に、想定される環境条件とその長期的な変遷を評価する上で重要な現象に着目した現象理解を進める。また、それらの現象理解に基づき、地質環境の特徴や処分システムの長期的な変遷を考慮した核種移行に係る現象解析モデルを構築し、実用化・体系化の視点を含め、安全評価へ反映する方策を提示することを目指している。

本役務契約では、この受託事業の一環として、地層処分システムの複合現象と核種移行に関わる解析のうち、ニアフィールド環境の長期変遷とそれを踏まえた核種移行解析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（現象解析モデル）を対象とし、ニアフィールド構成材料（金属製オーバーパック候補材料としての鉄、坑道支保工材料としてのセメント、人工バリア中の緩衝材としてのベントナイト、人工バリア周辺の岩盤等）間の相互作用による長期的な環境変遷を反映した核種移行解析技術を構築するための調査・解析を行う。また、天然バリアの長期変遷とそれを踏まえた核種移行解析をより現実的かつ精緻に評価するため、不均質に分布する岩盤中の核種移行経路の特性やその長期的な状態変遷を反映した核種移行解析技術を構築するための調査・解析を実施する。さらに、地層処分システムの性能評価で用いられるシステム評価モデルへの反映を念頭に、環境変遷を踏まえた核種移行解析を精緻に行う現象解析モデルをシステム評価モデルに反映する上で必要となるモデルやパラメータの簡略化に係る方法論を検討するための調査等も行う。

## 3. 納入場所

核燃料サイクル工学研究所 環境技術開発センター  
基盤技術研究開発部 地層処分基盤研究施設（研究棟）

#### 4. 納期

令和7年1月31日（金）

#### 5. 作業項目

- (1) ニアフィールド環境の長期変遷に伴う核種移行挙動への影響に関する解析技術の調査・解析
- (2) 天然バリアの長期変遷に伴う核種移行挙動への影響に関する解析技術の調査・解析
- (3) システム評価モデルへの反映を念頭に現象解析モデルからモデルやパラメータを簡略化するための方法論に係る調査
- (4) 報告書の作成

#### 6. 作業内容

- (1) **ニアフィールド環境の長期変遷に伴う核種移行挙動への影響に関する解析技術の調査・解析**

人工バリアを含むニアフィールド構成材料（オーバーパック、緩衝材、セメント支保、岩盤）の相互作用による長期的な環境変遷に伴う核種移行挙動への影響に関する解析技術の調査・解析として、ニアフィールド構成材料間における相互作用の一つであるセメント支保と岩盤との相互作用に着目し、岩盤中の核種移行挙動への影響を評価するための解析技術の調査・整備を行う。また、ニアフィールド構成材料間（オーバーパック、緩衝材、セメント支保）の相互作用に伴う緩衝材の長期的な変質が緩衝材中の核種移行挙動に及ぼす影響を評価するための解析手法の高度化を図る。さらに、緩衝材の長期的な変質が核種の移行遅延に影響を与える要因を抽出するための解析手法についても検討する。これらの検討等を行うため、以下の3項目を実施する。

- ① **ニアフィールド構成材料間の相互作用が岩盤中の核種移行挙動に及ぼす影響に関する調査・解析**

ニアフィールド構成材料間の相互作用が岩盤中の核種移行挙動に及ぼす影響のうち、本項では、セメント支保と岩盤による相互作用を対象にした調査・解析を行う。

セメント支保と岩盤による相互作用については、岩盤として堆積岩を想定し、堆積岩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、セメント支保等で用いられるセメント系材料が堆積岩中の間隙水化学及び鉱物・間隙等の特性に及ぼす影響や、その結果として生じる岩盤中での核種移行挙動への影響を評価するための調査・解析を行う。具体的には、地下深部環境で10年以上接触していた堆積岩とセメント系材料（普通ポルトランドセメント及び低アルカリ性セメント）の接触界面の分析結果（界面付近の元素分布、変質鉱物の種類や分布、間隙率や粘土中の交換性陽イオン組成等）の解釈に資するため、参考となる既往事例の文献調査及び解析コードを用い

た解析を行う。

既往事例の文献調査では、セメント系材料と堆積岩の相互作用に伴う変質解析で考慮すべき重要なプロセス・不確実性要因や岩盤中での核種移行挙動への影響等について整理する。また、解析コードを用いた解析では、先行事業（ニアフィールドシステム評価確証技術開発）における解析的検討により示唆された知見（セメントの種類の違いによる堆積岩とセメント系材料の接触界面近傍の鉱物・間隙等の特性の違い）を踏まえつつ、本項における解析では、このような違いが生じる要因の詳細を検討するため、解析条件等を変化させた解析を行う。解析ケースは、6 ケース以上とし、セメント系材料として 2 種類（普通ポルトランドセメント及び低アルカリ性セメント）、堆積岩としては 1 種類を考慮する。解析にあたっては、考慮すべき不確実性要因として、熱力学データ・反応速度・比表面積・間隙閉塞等を対象とし、実測データとの比較や再現性の議論が可能となるように条件設定を行う。解析条件等の設定や解析結果の整理方法の詳細については、別途、原子力機構と協議の上、決定する。さらに、本項における解析的検討の結果を踏まえ、セメント支保と岩盤による相互作用に関わる解析に係る現状での課題についても整理する。

## ② ニアフィールド構成材料間の相互作用に伴う緩衝材の長期変質挙動を考慮した核種移行解析手法の高度化に向けた解析

先行事業において、ニアフィールド構成材料間の相互作用として、セメント支保と緩衝材及びオーバーパックと緩衝材の相互作用を対象とし、これらの材料間の相互作用に伴う緩衝材の長期変質挙動の評価や、その評価結果を考慮した緩衝材中での核種移行評価を行うための手法開発が進められた（例えば、原子力機構・原環センター，2021）。緩衝材の変質に関わる状態変遷を考慮した核種移行評価を行う場合、緩衝材中の間隙水質や固相の変化が核種の化学種や核種移行パラメータ（収着分配係数・拡散係数）に影響を及ぼすため、状態変遷を考慮した核種移行パラメータ値の設定手法の開発が重要になる。前述した先行事業では、核種の移行遅延への影響が大きいパラメータの 1 つである収着分配係数（ $K_d$ ）に着目し、緩衝材中の状態変遷（水質・固相変化等）に対応した  $K_d$  の設定について、2 通りの手法（収着メカニズムに基づくモデルにより設定する手法：精緻モデル、別途実施された室内試験等から得られた  $K_d$  と環境条件（例えば、イオン強度、pH、モンモリロナイトのイオン型、間隙率等）の関係に基づく経験式により設定する手法：中間モデル）を開発し、状態変遷を考慮した核種移行解析が行われた（原子力機構・原環センター，2022）。一方、先行事業で開発された核種移行解析手法では、対象とする核種によっては、精緻モデルと中間モデルでの核種移行率に一部不整合が見られることや、精緻モデルによる評価において材料間の相互作用の影響を考慮可能な条件が限定される（例えば、セメント影響か鉄影響のいずれかの条件に限定される）こと等が課題として整理された（原子力機構・原環センター，2022）。これらの課題を踏まえ、本事業の令和 5 年度において、精緻モデルによる核種移行解析手法の高度化として、解析手法の改良が図られ、セメント影響

及び鉄影響の双方を考慮した条件での解析が可能になった（原子力機構・原環センター・電中研・量研機構，2023）。一方、精緻モデルと中間モデルでの核種移行率の不整合に関しては、特に解析の初期状態における両者の差異が大きく、更なる改善が求められた。本項目では、このような両手法により推定される核種移行率の差異の改善を図るため、精緻モデルによる解析の初期状態設定に係る解析手法の改良や中間モデルによる解析手法の見直し等を行う。

また、改良された解析手法の妥当性を確認するため、緩衝材中の間隙水質や固相の変化により核種移行挙動の違いが比較的顕著に認められる 2 核種（Cs-135 及び Ni-59）を対象に、緩衝材の変質に関わる状態変遷を考慮した核種移行解析（4 ケース以上）を行う。対象核種の選定や核種移行解析の対象とする緩衝材の変質に関わる状態変遷の条件については、別途、原子力機構と協議の上、決定する。なお、本項における解析で使用する解析コードは、7. 「貸与品」で記す複合現象解析システムのプロトタイプを用いることとする。

### ③ 緩衝材の変質が核種の移行遅延に影響を与える要因を検討するための解析

本事業における令和 5 年度の検討において、セメント支保と緩衝材及びオーバーパックと緩衝材の相互作用を対象とし、緩衝材の長期変質挙動に影響を及ぼすと考えられる不確実性要因として、地質環境に依存する地下水条件の違いを考慮した解析を行い、その結果を踏まえた中間モデルによる核種移行解析結果に基づき、緩衝材の変質が核種の移行遅延に与える影響について分析・整理を試みた（原子力機構・原環センター・電中研・量研機構，2023）。その結果、対象とした核種（Cs-135 及び Ni-59）に関しては、地下水条件（例えば、イオン強度、pH 及び炭酸濃度）の違いによる核種の移行率への影響が比較的顕著に認められ、降水系地下水より、海水系地下水の条件の方がより核種の移行率が大きくなった。先行事業の検討では、核種の移行率は緩衝材の変質シナリオ（緩衝材の相対的な変質影響の大小）の違いにも影響されることが示唆されている。令和 5 年度は、相対的に緩衝材の変質影響が大きいシナリオを対象に海水系地下水条件での検討を行ったため、本項では相対的に緩衝材の変質影響が小さいシナリオを対象に同地下水条件での解析を行い、令和 5 年度の解析結果と比較し、変質シナリオの違いによる核種の移行率への影響について評価する。その際には、先行事業で行われた降水系地下水条件での変質シナリオの違いによる核種の移行率への影響に係る解析結果とも比較し、核種の移行遅延に与える影響の大きい要因についても検討する。なお、本項で実施する解析ケースとしては、(1)の②で述べた中間モデルによる解析で 4 ケース以上とする。

また、令和 5 年度には、核種移行解析における状態変遷の設定に係る代替ケースとして、ある時間断面でステップ状に変質状態を変化させ、その状態に応じた核種移行パラメータを設定（たとえば、1000 年後、1 万年後、10 万年後の各々の時間断面に相当する状態変遷に対応した  $K_d$  を設定）し、核種移行解析を行うモデル化手法（ここでは、簡易モデルと称す）についても検討された（原子力機構・原環センター・電中

研・量研機構，2023)。簡易モデルによる解析では、Ni-59 の場合、地下水条件によっては中間モデルによる核種移行率との差異が大きくなったものの、その要因についての分析や核種移行率の経時変化に係る再現性の向上に関わる検討に課題が残された。このため、本項では、令和5年度に実施された相対的に緩衝材の変質影響が大きいシナリオを対象とした簡易モデルによる Ni-59 の核種移行解析における問題点を整理し、核種移行率の経時変化に係る再現性向上のための再解析を行う。再解析は、2 ケース以上とする。その後、上述した本項で実施する相対的に緩衝材の変質影響が小さくなることが想定されるシナリオに対する解析例を対象に、簡易モデルによる Ni-59 の核種移行解析を行い (2 ケース以上)、上記で別途実施された中間モデルとの比較により、簡易モデルによる核種移行率の経時変化に係る再現性向上が図られたかどうかを確認する。なお、本項における解析で使用する解析コードについても、7. 「貸与品」で記す複合現象解析システムのプロトタイプを用いることとする。

さらに、上述した中間モデル及び簡易モデルによる緩衝材の変質を考慮した核種移行解析を踏まえ、簡易モデル及び中間モデルによる評価の短所・長所等について整理し、各々のモデルを適用する場合の留意点をまとめる。

## (2) 天然バリアの長期変遷に伴う核種移行挙動への影響に関する解析技術の調査・解析

岩盤中において不均質に分布する核種移行経路の特性やその長期的な変遷とそれが核種移行現象に与える影響をより精緻に取り扱うための解析技術の高度化を図るための調査・解析として、核種移行挙動に影響を与えると考えられる微細スケールでの鉱物・間隙構造の不均質性を考慮した核種移行解析手法の検討及び天然バリアである地質環境の長期変遷を考慮した核種移行を行うための解析手法の整備に係る検討を行うため、以下の2項目を実施する。

### ① 微細スケールの鉱物・間隙構造の不均質性を考慮した核種移行解析手法の検討

岩盤中の核種移行評価技術の高度化や解析手法の妥当性確認を進めるうえで、岩盤マトリクス部の構成鉱物や間隙の不均質性が核種移行挙動に及ぼす影響を精緻に反映した核種移行評価モデルを構築するとともに、その結果に基づき、当該影響のシステム評価モデルへ反映へのありかた等を検討することも重要である。本項では、岩盤中に含まれる鉱物等の不均質な分布が核種移行挙動に及ぼす影響を明らかにするため、鉱物や間隙の不均質な分布を表現した不均質場モデルの構築とランダムウォーク法による粒子移行解析を実施する。

解析では、原子力機構から提供する複数の不均質場条件に基づいて解析モデルを構築し、粒子移行解析を実施する。粒子移行解析にあたっては、粘土鉱物（ベントナイト）と石英（ケイ砂）からなる多孔質媒体を想定した堆積岩モデルと、雲母等の層状ケイ酸塩鉱物及び粒界からなる岩盤マトリクスを想定した結晶質岩モデルを対象とする。

堆積岩モデルを対象とした解析では、本事業における令和5年度の検討において、より精緻にモデル化する観点から、これまでにケイ砂とベントナイトの混合系を想定した上で、ケイ砂粒子とベントナイト粒子とのスケールの相違を考慮し、ケイ砂が局在した鉱物分布をコンピュータ上に作成し、ランダムウォーク・シミュレーションを実施した。その際、ベントナイト粒子に対するケイ砂粒子のサイズや、ベントナイトとケイ砂の混合割合を変化させて、粒子移行解析を実施した。その結果、ケイ砂粒子のサイズの増大と共に拡散に影響を及ぼす幾何学的因子も増大し、実効拡散係数が小さくなる等、対象とする系の不均質場の拡散への影響を粒子移行解析により確認できた（原子力機構・原環センター・電中研・量研機構，2023）。本項では、これまでと同様のケイ砂とベントナイトの混合系において、球形に近い形状のケイ砂粒子の作成や、ケイ砂粒子同士が接触しない様に配置させる等、対象とする系の不均質場をより現実的な場を模擬した体系とした粒子移行解析を行い、拡散への影響をより現実的に検討するための解析的手法を検討する。

また、結晶質岩モデルを対象とした解析では、先行事業において、同じ大きさの層状ケイ酸塩鉱物を想定し、鉱物粒界の不均質性の割合を変化させた条件で中性化学種の粒子移行解析を実施した。その結果、鉱物の粒子サイズの増大や鉱物粒界の連続性の低下と実効拡散係数の低下の関係を粒子移行解析により確認できた。本項では、層状ケイ酸塩鉱物の粒子サイズ、形状、分布等をパラメータとし、鉱物粒界の不均質性の割合を変化させ、より現実的な条件において中性化学種の粒子移行解析を行い、不均質場の拡散への影響をより現実的に検討するための解析的手法を検討する。

解析ケースの設定にあたっては、原子力機構と協議の上、決定することとし、合計10ケース以上とする。得られた解析結果に対して、それぞれの解析ケースで仮定した不均質性と核種の拡散挙動（拡散係数や濃度分布等）との関係を整理する。また、整理の結果を基に、核種の拡散挙動へ及ぼす影響が大きい不均質性の因子を抽出する。

上記の解析に加え、粘土鉱物中の微細な間隙構造中での核種の拡散メカニズムの解明に資するため、分子動力学計算を適用した解析を実施する。本解析では、先行事業において、堆積岩等の岩盤や人工バリア材の一つである緩衝材中に含まれる粘土鉱物（モンモリロナイト）中の層間間隙を対象とし、溶液中の炭酸共存下における陰イオン化学種の層間間隙への侵入可能性（アクセス性）について解析的な検討を行い、陰イオン化学種の電荷（価数）がアクセス性に影響を及ぼす主要因であることが推察された。本項では、陰イオン種及びその錯体等（例えば、 $\text{Cl}^-$ の様な陰イオン種とその錯体である  $\text{CaCl}^+$ の様な陽イオン種）の挙動について分子動力学計算を適用した解析を行い（10ケース以上）、各化学種の層間間隙へのアクセス性の違いや、層間間隙中での拡散挙動、モンモリロナイト底面との相互作用等を評価する。また、得られた解析結果を基に、各化学種の特長（サイズ、価数、錯体形成等）と層間間隙中での挙動の関係等について分析・整理を行う。なお、上記の解析における条件設定や解析方法の詳細については、別途、原子力機構と協議の上、決定する。

## ② 地質環境の長期変遷や核種移行挙動をより精緻に取り扱う核種移行解析手法の整備

岩盤中の核種移行解析技術を構築する上では、不均質に分布する岩盤中の核種移行経路において生じる鉱物-地下水/間隙水反応、核種の溶解沈殿や酸化還元反応、核種の固相への収着・脱離反応、固相内部への拡散現象等、様々な現象を考慮することが重要である。また、地質環境の長期変遷を踏まえた精緻化を図る上では、様々な現象に伴う地球化学反応の変遷や、地質環境の長期的な変遷に伴う環境条件の変化による影響等も考慮することが必要である。本項では、これらの現象をより精緻に取り扱うための概念モデルの構築とそれに基づく解析モデルの整備、それらを用いた長期的な環境変遷とそれが核種移行挙動へ及ぼす影響についての解析を行う。

解析では、割れ目中の移流・拡散及び割れ目表面の変質領域からマトリクスにかけての拡散・収着を考慮した解析体系とし、核種移行現象を精緻に取り扱うモデル（収着反応における  $K_d$  モデル、イオン交換・表面錯体モデル及び不可逆収着モデル、地球化学条件の変遷に伴う溶解・沈殿や間隙率の変化等を表現可能なモデル）と、環境条件の変遷を考慮可能なモデル（地下水化学や岩盤中の鉱物構成・間隙率の変化、それに伴う核種移行挙動に影響を与えるパラメータの時間的・空間的变化等を考慮可能なモデル）に加え、解析目的に応じて空間スケールも変更可能なモデル（例えば、割れ目の長さとしては 1m 程度から 100m 程度のスケールを対象とし、マトリクス領域も割れ目の長さのスケールに応じて設定可能なモデル）として、先行事業で利用された解析モデルを利用する。

解析の実施にあたっては、核種移行現象で取り扱うモデルの違い、環境条件の変遷や空間スケールの違いが核種移行解析結果に与える影響を評価すると共に、それぞれの要素（モデルやスケールの違い）が核種の移行遅延に与える影響の重要度を分析するため、解析ケース（5 ケース以上）を設定する。解析ケースの設定にあたっての条件設定や重要度分析の整理方法の詳細については、別途、原子力機構と協議の上、決定すること。また、対象とする元素は、収着メカニズムがイオン交換反応を主体とする Cs を対象とする。

## (3) システム評価モデルへの反映を念頭に現象解析モデルからモデルやパラメータを簡略化するための方法論に係る調査

放射性廃棄物の地層処分における性能評価では、地層処分で想定されるシステムの安全性を評価するため、数値解析モデルが用いられる。数値解析モデルとしては、地層処分システム全体の評価を対象とするシステム評価モデルと、地層処分における各システム（例えば、人工バリアシステム、天然バリアシステム等）を対象にした詳細な解析のための現象解析モデルに大別され、これら二つの階層のモデルを関係づけ、並行して開発が進められる。(1)や(2)で実施される調査・解析は、長期変遷とそれを踏まえた核種移行解析をより現実的かつ精緻に取り扱うことが可能な現象解析モデ



ルの開発に資するものである。

一方、地層処分における性能評価では、広範囲な領域における非常に長期に亘る時間を対象にした評価や多数のパラメータを用いた不確実性解析等が求められ、そのための計算負荷を低減する上で、何らかの単純化や簡略化が求められる。その際の対応の一つとして現象解析モデルで用いられたモデルやパラメータの簡略化がある。なお、モデルを簡略化する場合、解析の確からしさを維持しつつ、複雑なモデルを単純化し、計算負荷を低減する必要がある、また、そのような簡略化の妥当性を確認することが重要である。

上述したような観点での簡略化のための方法論や簡略化の妥当性確認に資するための方法論について、今後、具体的な検討を進めていくにあたり参考となる考え方や知見等を整理するため、本事業の令和5年度の実施において、諸外国における先行類似事例を対象に文献調査が行われた（原子力機構・原環センター・電中研・量研機構，2023）。この調査結果も踏まえつつ、本項では、ガラス固化体を対象にした高レベル放射性廃棄物の地層処分における人工バリアシステムに係る現象解析モデルの高度化を通じて得られた成果をシステム評価モデルに反映するための方法論について、調査・整理する。調査・整理にあたっては、先行事業や本事業の令和5年度の実施を通じて素案として提示されている現象解析モデルによる核種の移行率への影響が大きい状態変遷パラメータの抽出方法、抽出された結果のシステム評価モデルへの反映方法、反映方法の妥当性を確認するための方法等について、令和5年度に行った欧州における先行類似事例（EURADプロジェクト）に係る文献調査により得られた簡略化方策に関わる検討事例等とも比較しつつ専門家によるレビューを受け、素案に対する課題や課題解決のための方策について整理する。

#### ※参考：

- ・原子力機構・原環センター，令和2年度 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 ニアフィールドシステム評価確証技術開発報告書，令和3年3月，2021.
- ・原子力機構・原環センター，令和3年度 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 ニアフィールドシステム評価確証技術開発報告書，令和4年3月，2022.
- ・原子力機構・原環センター・電中研・量研機構，令和5年度 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 地層処分安全評価確証技術開発（核種移行総合評価技術開発），令和5年3月，2023.

#### (4) 報告書の作成

(1)～(3)で実施した作業内容を取りまとめた報告書を作成すること。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。また、報告書の本文及び結果の根拠となる電子データファイルをCD-R等のメディアにより提出することとする。

なお、本契約において、貸与されたプロトタイプを改良した場合、以下の点に留意すること。

改良したソフトウェアの利用に関するユーザーマニュアルを整備する。また、ソフトウェアの改良に際しては、プログラミング等における過誤を避けるために予め品質管理方法を明確にし、それを遵守するとともに、連成解析における物質収支の確認等の検証を適宜行い、その結果についても記録することとする。さらに、改良したソフトウェアの所有権については原子力機構が保持することを原則とする。原子力機構は、改良したソフトウェアを、当該プログラムの実行形態ファイルやライブラリを含む形で、使用、頒布、貸与、公開、譲渡する権利を有することとし、受注者は、原子力機構並びに頒布先、貸与先、公開後の使用者及び譲渡先に、改良したソフトウェアに係る当該プログラムの使用に関して、金銭の徴収を含む制約を課してはならない。

## 7. 支給品及び貸与品

(1) 支給品：なし

(2) 貸与品

- 1) 品名：令和2年度「ニアフィールド複合現象と核種移行評価技術の整備作業(Ⅲ)」報告書（報告書に掲載されている解析の電子データを含む）  
令和2年度に開発されたニアフィールド複合現象評価システムのプロトタイプ（力学解析コード MACBECE と水理・化学－物質輸送解析コード及び核種移行解析ツールを含む。ただし、水理・化学－物質輸送解析コード及び核種移行解析ツールについては実行形態ファイルのみとする）
- 2) 数量：各一式
- 3) 引渡場所：核燃料サイクル工学研究所 環境技術開発センター 基盤技術研究開発部 ニアフィールド研究グループ 居室
- 4) 引渡時期：実施計画書打合せ時
- 5) 引渡方法：担当者から受注者へ貸与品を手渡しにより貸与
- 6) その他：契約期間終了時に貸与品を返却

## 8. 提出書類

番号	提出書類名	提出期限	部数
(1)	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
(2)	実施計画書	契約締結後速やかに	2部
(3)	打合せ議事録	打合せ後速やかに	2部
(4)	報告書	令和7年1月31日	3部
(5)	電子データファイル*	令和7年1月31日	1部

\*報告書、調査・解析データ等を含む  
(提出場所)

核燃料サイクル工学研究所 環境技術開発センター

## 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、報告書記載内容が本仕様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

- (1) 一般検査：財務部 管財課長
- (2) 技術検査：核燃料サイクル工学研究所  
環境技術開発センター 基盤技術研究開発部  
核種移行研究グループ グループリーダー

## 11. 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。

## 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）が発生する場合は、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。

## 13. 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) 実施計画書及び報告書の詳細に関しては、別途、原子力機構と協議の上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。従って、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 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。
- (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。)若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若しくは移転の承諾(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マまで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(平成17年法律第86号)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号イからハまでに定める場合には、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号イからハまでに定める場合には、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出なければならない。(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えいしてはならない。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。