

大型再処理施設放射能影響調査事業

実施計画

(平成29年度～平成33年度)

平成29年 4月 1日

青 森 県

大型再処理施設放射能影響調査事業は、平成29年度から概ね10年程度の中長期を見通した基本計画として調査事項を定め、進めることとしている。

この基本計画の下、その前半期となる平成29年度から平成33年度までの5年間において実施する具体的な調査事業内容を次のとおり定める。

1 排出放射性物質による環境影響に関する調査（海域部分を除く）

大型再処理施設（以下、「施設」という。）から排出される放射性物質（以下、「排出放射性物質」という。）の環境における移行挙動を解明し、排出放射性物質による人体及び環境生態系への被ばく線量を求めるとともに、排出放射性物質による影響の低減化等に資するため、次の調査を行う。

1-1 周辺住民の施設由来被ばく線量の評価

地域の社会的特性及び自然条件に応じて、排出放射性物質の現実的な環境中の移行、人体内代謝及び被ばく線量の予測を行うことを目的に開発した、総合的環境移行・線量評価モデル（大気中粒子拡散モデル、陸圏放射性物質移行モデル、施設周辺汽水湖及び集水域の放射性物質移行モデル並びに六ヶ所沿岸の流動モデルを統合したモデル。以下、「総合モデル」という。）を実用化に向け高精度化する。そのため、地域に即した各種パラメータを求めるとともに、実証的な環境移行・蓄積及び人体代謝に係るサブモデル^{*}を開発する。

※ 総合モデルを構成する各種計算モデル。

1-1-1 排出放射能環境動態調査（平成28～32年度）

排出放射性物質の施設周辺環境における影響をより実態に則して評価するためには、総合モデルの予測精度の向上、サブモデルやパラメータ等の不確実性を考慮した確率論的評価機能の組み入れ等機能の追加、さらには総合モデル予測の実測値での検証が必要であるため、次の5項目を実施する。

- 総合モデルに、放射性物質濃度、地表面沈着量及び混合層高度等の実測値をデータ同化する機能、確率論的評価機能並びに調査で得られた移行係数等を導入する。
- 気象データをオンラインで入手して総合モデルに入力する機能等を追加する。
- 六ヶ所村内外において大気及び降下物中の排出放射性物質等の時空間的な変動を明らかにし、また、放射性物質の地表からの再浮遊率等を求める。
- 土壌－植物－大気間の放射性物質動態を明らかにするとともに、施設

周辺の土壌、植物、日常食、農畜水産物の排出放射性物質濃度を測定し、総合モデルの検証を行う。

- 施設周辺水域における懸濁粒子中の排出放射性物質の定量的な評価を行うとともに、懸濁粒子の移行等に関するパラメータを取得する。

1-1-2 環境中排出放射能調査（平成33年度～）

平成32年度までに拡張・高度化した総合モデルのパラメータ等の最適化を行うため、これまでの調査で得られた放射性物質の移行に関する機構の組み入れと、食品摂取等に関する青森県内の社会情報データの更新等を行う。さらに、施設周辺の環境試料採取地点及び採取頻度を増やし、各種環境試料中における排出放射性物質の蓄積実態を明らかにし、総合モデルの検証データの充実を図る。

1-1-3 被ばく線量評価のためのパラメータに関する調査

総合モデルの予測精度の向上を目的とし、地域特性を考慮したより現実的・実証的なパラメータ等を組み込むため、次の調査により、環境移行パラメータ等を新たに得て、実証的な評価、妥当性の検証等を行う。

1-1-3-1 青森県産物放射性物質移行調査（第一期）

（平成27～31年度）

青森県の主要な農産物であるリンゴ及び海産魚のヒラメ等への放射性物質の移行及び体内での挙動に関するデータはほとんどなく、被ばく線量評価体系構築や地域産業への風評被害防止の観点からも、幅広く排出放射性物質の移行や挙動を把握しておく必要がある。

このため、リンゴ等への放射性ヨウ素、放射性炭素及び放射性セシウム並びにヒラメへの放射性ヨウ素及び放射性ストロンチウムの移行と体内での挙動を評価する手法を開発する。さらに、放射性炭素の大气からリンゴ幼木への移行及び放射性ヨウ素と放射性セシウムの葉面、樹皮表面又は果実表面から果実への移行、並びに海水からヒラメへの浸透と摂餌により取り込まれる放射性ストロンチウムの移行及び放射性ヨウ素の短期移行に関するトレーサ実験を行って現実的な移行サブモデルを構築する。

1-1-3-2 青森県産物放射性物質移行調査（第二期）（平成32年度～）

平成31年度までの調査に引き続き、青森県産物について環境からの放射性物質の現実的な移行サブモデルを構築するため、リンゴ成木と施設周辺の主要な作物であるナガイモについての放射性炭素移行、リンゴ樹に沈着した

放射性ヨウ素及び放射性セシウムの降雨などによる除去（ウェザリング）、海水からヒラメへの放射性ヨウ素の長期移行並びにホタテガイへのトリチウム及び放射性ヨウ素の長期移行に関する実験を行う。

1-1-3-3 人体内代謝実験調査（平成27～31年度）

被ばく線量評価手法を充実させることを目的に、平成26年度までに構築したトリチウム及び放射性炭素による被ばく線量評価に係る基本的な人体内代謝サブモデルを高精度化するため、標識化合物及び標識食物摂取による代謝排出の長半減期成分を精密に評価して、人体内での代謝が異なる栄養素群ごとに取得するデータに基づき当該サブモデルの改良・検証を行う。

1-1-3-4 陸圏蓄積評価調査（平成27～31年度）

施設から排出されるトリチウム及び放射性炭素が施設稼働期間及びその後の期間において周辺地域にどのように蓄積されていくかをより実態に則して予測するため、平成26年度までに開発した落葉広葉樹林、スギ植林、湿地、水田、畑地、牧草地における放射性炭素蓄積の予測評価手法に加え、本調査では牧草地及び根菜類の畑地におけるトリチウム蓄積、並びにクロマツ林におけるトリチウム及び放射性炭素の蓄積に関する予測評価手法を開発し、施設周辺に広く分布する利用形態別の土地での放射性物質移行サブモデルを構築する。

1-1-3-5 HT型トリチウム移行調査（平成32年度～）

排出放射性物質であるトリチウムガス（HT）は、生物への移行率は低いものの、土壤微生物により生物への移行率が高いトリチウム水（HTO）へ酸化される。土壤微生物による酸化は土地の植生、土壤温度及び水分量等によって大きく変化するため、施設周辺の畑地土壤を対象に、土壤環境条件の観測及び実験室におけるHT酸化能の測定等を行い、施設から排出されるHTOだけではなくHTの影響も加えた現実的な線量評価手法を開発する。

1-1-3-6 α 線放出核種の環境移行パラメータの取得（平成33年度～）

排出放射性物質の中には、プルトニウム等の α 線を放出するものがあり、万一の異常放出時にはこれらも大気放出される可能性があるが、放出後の環境中での挙動には不明の点が多い。また、土壤中の移動性を示す指標である分配係数や作物中濃度を推定するための土壌-作物間移行係数は被ばく線量評価上重要なパラメータであるが、これらのデータは世界的にも少なく、青森県内のデータは全くない。

このため、青森県の土壌や農作物等を対象にこれらのパラメータを取得する。

1-2 環境の被ばく線量評価手法の開発

環境生態系が受ける被ばく線量とその影響評価のため、施設周辺の生態系を代表する生物として、森林の哺乳類と尾駁沼の水生生物の線量評価手法を確立し、自然状態での被ばく線量を求めてきた。本調査では、これに引き続き、施設周辺の森林生態系の主要な構成要素である樹木についての被ばく線量評価手法を確立する。

1-2-1 樹木の被ばく線量評価手法開発調査（平成28～32年度）

放射線感受性の高い針葉樹への施設からの放射線影響を評価するため、施設周辺に多く自生しているクロマツを対象として被ばく線量率の計算手法を確立するとともに、自然被ばく線量率を求める。また、放射性ヨウ素による線量を評価する際に必要な大気中放射性ヨウ素のクロマツへの沈着速度及び降雨等による除去速度を、天然の安定ヨウ素を用いて野外で求める。

1-3 環境の放射線影響の解明

排出放射性物質の環境生態系への影響を明らかにするためには、生態系を構成する生物の被ばく線量評価のほかに、実際に発現する放射線影響に関する情報等が必要であるため、針葉樹に放射線を照射し、その影響の実態及び線量率効果を解明する。

1-3-1 樹木への放射線影響の評価（平成32年度～）

針葉樹は、放射線感受性が高いものの、その影響については解明されていない点が多い。針葉樹に対する施設からの放射線影響を評価するため、施設周辺に多く自生しているクロマツ（幼木）に対し γ 線を照射し、その影響及び線量率効果を明らかにする。

1-4 放射性物質の移行制御手法の開発

環境中に放出された放射性物質の移行は、土壌－作物間では、作物の種類や土壌等の地域特性に大きく依存するなど、地域による特異性が高く、それぞれの地域に適した移行制御の手法が必要となるため、青森県に適した放射性物質の移行制御手法を開発する。

1-4-1 放射性物質環境移行低減化調査（第一期）（平成28～32年度）

排出放射性物質の移行を制御するため、青森県内の牧草地において、放射性セシウム移行に係る土壌要因（セシウム保持力やカリウム供給力等）の実態を明らかにするとともに、地域に適した移行低減化手法を検討し、放射性セシウムの移行低減化を検証する。また、水稻について、イネ可食部の放射性セシウム濃度低減に寄与するセシウム転流抑制剤等の利用技術を確立する。

1-4-2 放射性物質環境移行低減化調査（第二期）（平成33年度～）

平成32年度まで牧草及びイネを対象に検討した移行制御手法を、施設周辺地域における主要な作物である根菜類等へ拡張し、青森県内の畑地土壌における土壌要因の実態調査及び移行低減化手法の実証を行う。また、セシウム転流抑制剤等の根菜類に対する効果を検討し、その利用技術を確立する。さらに、セシウム以外の核種（放射性ルテニウム等）については、土壌－作物間の移行に関するデータが十分でないため、移行制御に関する係数の整備など基礎的知見を得る。

2 排出放射性物質による環境影響に関する調査（海域部分）

（平成29年度～）

排出放射性物質の海洋での影響については、施設周辺海域での海況を再現できる固有のシミュレーションモデル（以下、「固有モデル」という。）を整備し、その解析・評価によって、より現実的な被ばく線量評価手法を整備する必要があるため、次の調査を行う。

○固有モデルの検証及び改良

固有モデルは、解析対象とする領域及び時間軸が異なる複数のモデルにより構成されており、これらのモデルを用いた解析を効率良く進めるための運用システムを構築するとともに、排出放射性物質の挙動をより正確に表現できるよう、海洋観測等で取得したデータと固有モデルの計算結果を比較検証し、パラメータの最適化など固有モデルの改良を行い信頼性の向上を図る。また、排出実績に応じた放射性物質の拡散状況について改良モデルを用いて推定することにより、排出放射性物質の影響評価の解釈に資する。さらに、平成28年度までに実施した海洋生物摂取による線量評価手法について、パラメータの最適化を図るとともに、固有モデルの検証及び改良結果を受けた評価及び検証を行う。

○固有モデルの信頼性向上のための海洋観測

固有モデルの検証及び改良に必要な情報を取得するため、青森県太平洋沿岸海域等について、係留式ブイによる時系列観測など、水温・塩分、

流向流速等の海洋観測やデータ解析、海水等の放射性物質濃度の測定を行う。

3 低線量率放射線による生物影響に関する調査

低線量率放射線の長期被ばくへの健康への影響については、知見が極めて少ないため、そのリスク評価に向け、被ばく個体やその子孫に発生する影響の種類と大きさを解明するとともに、影響が発生する機構を分子から個体に至るレベルで解明するため、次の調査を行う。

3-1 低線量率放射線による影響の動物実験による実証

被ばくした個体への影響とその子孫への影響を把握するため、実験動物を用いて、様々な被ばくの条件下（身体的及び物理的条件）下において被ばくした個体とその子孫に発生する影響の種類と大きさを解明する。

3-1-1 低線量放射線生物影響実験調査（継世代影響・線量率効果解析）

（平成26～32年度）

低線量放射線生物影響実験調査（オス親照射の継世代影響とその遺伝子の変異解析）の結果（一部に有意な寿命短縮）を受け、オス親マウスに低線量率放射線を照射する実験と高線量率放射線を照射する実験を同時に行い、仔の寿命短縮や発がん性を指標として検討した場合の遺伝的影響に関する線量率効果を明らかにする。

3-1-2 母体内における低線量率放射線被ばく影響実験調査

（平成27～31年度）

母体内（発生初期から胎児期にかけての時期）における被ばくの影響は、他の時期に比べて大きいと想定されるが、この時期における被ばくの影響に関する知見は少ない。このため、低線量率放射線をマウスの受精から出生直前までの全期間、もしくは一部の期間に連続照射し、短期的影響（受精卵や胎仔の生死、奇形等）及び長期的影響（寿命、発がん等）を調査することによって、母体内における低線量率放射線連続被ばく影響を明らかにする。

3-1-3 低線量率放射線幼若期被ばく影響実験調査（平成33年度～）

生物は幼若期における放射線感受性が高いが、これまでに得られている幼若期被ばく影響に関するデータはほとんどが高線量率放射線による急性被ばく影響に関するものであり、低線量率放射線を長期間連続して被ばくした場合の実証データはなく、この時期における低線量率放射線被ばくへのリスクを

推定することは困難である。このため、低線量率放射線を幼若期マウス（誕生直後から生後56日目：ヒトにおける新生児期から青年期に相当）に連続照射し、寿命及び発がん等への影響を検討することによって、幼若期における低線量率放射線長期被ばく影響を明らかにする。

3-2 低線量率放射線による生体への影響発現機構の解明

低線量率放射線影響の動物実験結果をヒトに応用していくためには、実験動物への影響とヒトへの影響の類似点と相違点の把握等が必要であり、そのためには、放射線影響発現機構の解明が必須である。また、低線量率放射線と高線量率放射線の作用機構に関する相違点の把握も重要である。このため、生命活動の基本単位である細胞とその活動を司る分子・遺伝子レベルにおいて、また個体の恒常性を維持する生理システムのレベルにおいて、その機構を解明する。

3-2-1 低線量率放射線に対する分子細胞応答影響実験調査（第一期）

（平成27～31年度）

低線量率放射線の長期照射による寿命短縮の主な原因であるがんについて、低線量率放射線による正常細胞のがん化の機構を解明する必要がある。このため、低線量率放射線照射を受けた細胞と高線量率照射された細胞における応答・影響やそれに関与する分子・遺伝子の応答機序の違いを明らかにし、また、このような応答・影響に関して低線量率域と高線量率域の境界を明らかにし、低線量率放射線が個々の細胞に対して引き起こす影響を解明する。

3-2-2 低線量率放射線に対する分子細胞応答影響実験調査（第二期）

（平成32年度～）

平成31年度までの第一期調査の結果を踏まえ、前期よりも低い線量率の放射線への応答・影響を明らかにする。また、これまであまり研究されていない「低線量率放射線長期照射による細胞分化プログラムへの影響」に着目した解析や、放射線のゲノムへの影響をエピジェネティックな変化（染色体高次構造等の変化）に着目して解析を行うなど、多様な観点から低線量率放射線の細胞影響を明らかにする。

3-2-3 低線量率放射線に対する生理応答影響実験調査（第一期）

（平成27～31年度）

これまでの調査により、低線量率放射線長期照射が生物個体の生理学的恒常性維持のための各種調節システムに顕著な影響を与え、またその影響によ

って、照射個体においてがん細胞が増殖し個体を死に至らしめるプロセスが左右されていることが示唆された。このため、低線量率放射線長期照射が、このようなシステムへの関与を通して生物個体に最終的に発がんや寿命短縮などの影響を与える機構を解明するため、生理的恒常性維持システムのうち低線量率放射線による影響が顕著である「造血系」「免疫系」「内分泌系」について、影響を総合的に解析し、個体全体としてどのような影響があるか調査することで、影響発現の機構、低線量率と高線量率の場合のシステムの応答の違い等を明らかにする。

3-2-4 低線量率放射線に対する生理応答影響実験調査（第二期）

（平成32年度～）

平成31年度までの第一期調査の結果を踏まえ、これまでの解析領域に加え「神経系」「心血管系」への影響解明の領域へと調査を進めるため、低線量率放射線の神経系への影響解析のための新手法導入等を検討し、低～高線量率放射線を照射したマウスにおける心血管系疾患の発生頻度等に関するデータを、経時剖検等を行い収集する。

3-2-5 低線量率放射線影響に対する修飾要因実験調査（平成32年度～）

性別や性ホルモン、遺伝的背景、生活習慣や生活環境など、さまざまな内的・外的要因による放射線影響の修飾を理解することは、リスク評価や影響軽減化の方策を検討するうえで必要となるが、これまでに得られている知見は、高線量率放射線被ばく影響に関するものがほとんどである。このため、低線量率放射線による影響への、生物個体の内的要因（マウスの性別、遺伝的背景等）及び外的要因（運動量、栄養状態等）の作用の程度等を明らかにする。

4 小児がん等がん調査

大型再処理施設に対する青森県民の健康不安解消に資するため、引き続き、国との連携のもと、施設操業開始前から県内の医療機関を対象として、小児がん等に関するデータを継続的に収集・蓄積し、他のがんデータと併せて総合的な分析・評価を行い、その結果を県民に公表する。

調査を円滑に実施するため、小児がん等がん調査の具体的内容の選定・評価、収集データの分析、総合的な評価等について、引き続き、有識者等による委員会を活用する。