

令和5年度

事業計画書

〔 自 令和5年4月 1日
至 令和6年3月31日 〕

公益財団法人 環境科学技術研究所

目 次

基本方針	1
事業内容	2
I. 放射性物質等の環境影響等環境安全に関する調査研究	2
1. 排出放射性物質による環境影響に関する調査研究	2
1.1 大気・海洋への排出放射性物質の環境影響に関する調査研究	3
1.1.1 排出放射能の環境影響に関する調査研究	3
1.1.2 地域主要農水産物への移行・残留性に関する調査研究	3
1.2 放射性物質の異常放出事後対応に関する調査研究	4
1.2.1 放出核種の作物地上部表面沈着後の挙動に関する調査研究	4
1.2.2 放出核種の土壌等から作物への移行低減化に関する調査研究	4
2. 低線量率放射線による生物影響に関する調査研究	4
2.1 低線量率放射線による被ばく影響の実証調査研究	5
2.1.1 幼若期被ばく影響の解析	5
2.1.2 修飾要因の解析	5
2.2 低線量率放射線被ばく影響の機序調査研究	5
2.2.1 細胞・分子・遺伝子への影響の解析	5
2.2.2 生理機能への影響の解析	6
3. トリチウムの影響に関する調査研究	6
3.1 トリチウム臓器レベル線量評価に関する調査研究	6
3.2 トリチウム生物影響評価に関する調査研究	6
4. その他の調査研究	7
5. 環境科学技術研究所自主研究	7
6. 競争的研究資金等による研究	7
II. 放射性物質等の環境影響等環境安全に関する普及啓発	7
1. 理解醸成活動	7
2. その他の普及啓発に関する活動	7
III. 原子力開発利用の発展に寄与する人材育成への支援	7
IV. その他本財団の目的を達成するために必要な事業	8

基本方針

本研究所は、「原子力と環境のかかわり」についての理解の増進等を目的とし、平成2年12月3日、青森県六ヶ所村に設立された。以来、原子力開発利用に伴う環境安全に係る新たな知見及びデータを得るため、青森県からの委託を受け、青森県全域を対象に放射性物質の環境動態や人の線量評価、低線量放射線の生物影響を調べるとともに、青森県六ヶ所村の大型再処理施設（以下、「大型再処理施設」という。）の本格稼働を見据え、更なるデータの蓄積と当該施設の異常放出時等の事後対応の調査や、社会的に関心の高いトリチウムの生体影響に関する調査研究を進めている。また、調査研究で得られた成果を含め、原子力開発利用に伴う環境安全に関する正確な知識と情報を地域の人々にわかりやすく提供し、併せて、双方向のコミュニケーションを通して理解醸成に努めている。

さらに、外部資金による調査研究やこれまでの調査研究で得られた成果や専門知識・技術を活用し、この分野の研究機関と連携を強化し、成果の最大化を目指している。また、専門家派遣や学生の受け入れ等による人材育成支援、各種委員会等への参画、講演、一般からの問合せへの対応等を行っている。

令和5年度は以下の基本方針のもとに事業を効率的に進めるとともに、さらに発展させ、所期の目的を達成する。

排出放射性物質の環境影響に関する調査研究については、大型再処理施設の操業に伴い、環境中に ^{85}Kr 、 ^3H 、 ^{14}C 及び ^{129}I 等が大気及び海洋に管理排出され、わずかであるとはいえ周辺住民の被ばく線量を増加させることが予想されている。これに対する周辺住民への理解を醸成するためには、排出された放射性核種がどのように移行し、どのように分布・蓄積していくかを、実データをもとに科学的に評価する必要がある。そこで、大型再処理施設の操業を想定し、環境試料のサンプリング及び観測体制の増強を図り、当該施設周辺における排出放射性核種の濃度変動、蓄積及び食品・日常食中の放射性核種濃度に関する実態を明らかにするとともに、放射性核種の移行実態及び環境要因が土壌中の放射性核種の化学形態に与える影響を、屋外実験により調査する。さらに、周辺地域における主要な農水産物中の放射性核種の移行及び残留性を評価するためのトレーサを用いた室内実験を行う。加えて、取得した周辺環境及び食品・日常食における放射性核種濃度データから地域の実態に即した線量評価を行い、線量規制値やバックグラウンド線量と比較して、十分に低いことを示すことによって、青森県民の理解の醸成に資する知見を得る。また、大型再処理施設の方が一の異常放出時に環境中への放出が想定される放射性セシウム及び放射性ルテニウムを対象として、作物の地上部における挙動、及び作物への移行低減等に関する調査を行う。

また、低線量率放射線による生物影響に関する調査研究については、低線量率放射線被ばく影響の実証調査研究（低線量率被ばく影響がどのようなものでどのような大きさか、実験動物に実際に低線量率照射を行い明らかにする。）及び低線量率放射線被ばく影響の発現機序調査研究（低線量率放射線の影響発現の機序を高線量率放射線の場合と対比して明らかにし、高線量率データからの低線量率リスクの推測・外挿に資する。）の2つの調査を実施する。前者においては、被ばく時期が異なる個体、特に子どもの被ばくの影響及び生活環境や生活習慣による被ばく影響の現れ方の違いを対象とする。後者においては、細胞の遺伝子発現制御システムへの影響及び個体の生理学的恒常性維持システムへの影響を対象とする。

さらにトリチウムの影響に関する調査研究については、トリチウム摂取による内部被ばくへの社会的な関心の高まりに対応し、その影響への不安を軽減して地域の理解の醸成に資することを目的とした研究を行う。トリチウム摂取からの内部被ばくとガンマ線外部被ばくによる影響の違い、摂取形態による影響の違い、また、幼若期での摂取と成体での摂取による体内分布の違いを調べるため、マウスへのトリチウム投与実験を開始する。

放射性物質等の環境影響等環境安全に関する普及啓発における理解醸成活動については、これまでに培ってきた排出放射性物質影響調査の成果や関連する技術・知見、人材を活かすとともに、排出放射性物質の現実的な被ばく線量を評価できる総合モデルの可視化等を進め、国内外の知見等も活用して、県民の理解を醸成するための活動を実施する。

以上の青森県からの受託事業に加え、社会的あるいは科学的に重要な事項に関する調査研究事業の委託に積極的に応えるとともに、研究領域の拡大や新たな調査研究の展開のために自主研究及び競争的研究資金による研究を行う。また、地域住民、県民、国民を対象とした原子力と環境のかかわりについての理解増進を図る活動を実施する。

人材育成支援については専門家派遣や学生の受け入れ等を行う他、地域等からの要請に対し、人材、施設・技術・知識等を提供するなど積極的に応えるとともに、所内外との研究協力体制を整備し、事業の円滑・効率的な推進に努める。

事業内容

I. 放射性物質等の環境影響等環境安全に関する調査研究

1. 排出放射性物質による環境影響に関する調査研究

大型再処理施設が本格的に操業することを想定し、施設の稼働状態(健全性)、すなわち「通常運転時」と「異常事象発生時」それぞれの状態における放射性物質の挙動、及び現実的な被ばく線量を明らかにすることを目的とする。通常運転時においては、引き続き施設

周辺の気・陸・水圏環境の排出放射性物質の時空間的な分布及び移行特性を求め、実測値を用いて実態に即した被ばく線量を評価する。加えて、内部被ばくに影響を与える放射性炭素、トリチウム及び放射性ヨウ素を対象に、周辺地域の主要作物における移行性及び残留性等を評価する。一方、異常事象発生時は、大気放出される可能性のある放射性物質について、周辺の主要作物に沈着した後の移行挙動を明らかにし、安全性に関する科学的な説明につなげる。さらに、放射性物質の作物への移行低減化手法について、中長期的な効果を明らかにするとともに、環境中の挙動に関する知見が乏しい放射性物質に関する土壌中の挙動特性を明らかにする。これら調査は以下の2つの調査で、研究項目4つのテーマから成る。

1.1 大気・海洋への排出放射性物質の環境影響に関する調査研究

1.1.1 排出放射能の環境影響に関する調査研究

大気、陸域、陸水、沿岸海域、及び食品・日常食の5項目に分類し、大型再処理施設周辺における ^3H 、 ^{14}C 、 ^{129}I 及び ^{85}Kr 等を対象として、施設由来の排出放射性物質の影響について調査研究を行う。

令和5年度は、①大気については ^3H 、 ^{14}C 、 ^{129}I 及び ^{85}Kr 等を対象として六ヶ所村及び弘前市における大気中濃度、降水量変化及び濃度分布等のデータを取得するとともに、施設東側の本研究所構内における ^{85}Kr 係数率、空間ガンマ線線量率、地上気象及び高度別風況を把握する。②陸域については、施設周辺における土壌・植物中の ^3H 、 ^{14}C 及び ^{129}I 濃度を取得するとともに、本研究所構内の圃場において栽培した農作物中及び大気環境中の排出放射性核種濃度の測定結果を併せて、土壌・大気－作物間の放射性核種の移行実態を明らかにする。また、施設周辺の森林及び本研究所構内の牧草地圃場において、HT型トリチウムの酸化過程を含む沈着速度のデータを取得する。③陸水については、施設周辺の河川水、地下水、湖沼水、湖底堆積物及び沼生息水生生物中の ^3H 、 ^{14}C 及び ^{129}I 濃度等のデータを取得する。④沿岸海域については、六ヶ所沿岸海域の海水、海底堆積物及び水生生物中の ^3H 、 ^{14}C 及び ^{129}I 濃度等のデータを取得する。⑤食品・日常食については、施設周辺において生産・漁獲された農畜水産物、周辺住民及び青森市民から提供を受けた日常食中の ^3H 、 ^{14}C 及び ^{129}I 濃度等の実態を調査し、実測値に基づく線量を評価する。

1.1.2 地域主要農水産物への移行・残留性に関する調査研究

地域の主要農産物であるナガイモ及び水産物であるヒラメやメバル等を対象として、大型再処理施設から排出される放射性物質の移行及び残留性に関する調査を行う。ナガイモについては ^{14}C 、水産物に関しては ^3H 及び ^{129}I を想定し、それぞれ安定同位体である重水素、 ^{13}C 、及び ^{129}I を用いたトレーサ実験を行う。

令和5年度は、①ナガイモについてはムカゴからの栽培を行い、圃場における成長データ、及び生育段階別に $^{13}\text{CO}_2$ にばく露したポット栽培個体の収穫時残存 ^{13}C 濃度データを取

得する。②ヒラメについては放射性ヨウ素をトレーサとして添加した海水への短期ばく露実験を行い、体内濃度の時間変化を環境条件別に求める。メバルについてはトレーサとする重水素の海水から魚体内への移行データを取得するための実験系を構築する。

1.2 放射性物質の異常放出事後対応に関する調査研究

1.2.1 放出核種の作物地上部表面沈着後の挙動に関する調査研究

地域の主要農産物であるナガイモを対象に、作物の地上部表面に沈着したウェザリング除去率を求めるとともに、地上部表面からの吸収及び可食部における存在割合に関する実証的データを取得し、異常事象発生時の農作物への放射性セシウムの移行に関する信頼性の高い挙動予測手段を提供することを目的とする。

令和5年度は、ナガイモを対象に、地上部表面からの粒子状セシウムの降雨によるウェザリング除去率を降雨時間及び降雨強度別に調査する。また、地上部表面に液状セシウムを負荷し、部位別の存在割合を経時的に調査する。

1.2.2 放出核種の土壌等から作物への移行低減化に関する調査研究

放射性セシウムの吸収及び経根転流を制御することにより、牧草及びイネ玄米への放射性セシウムの移行を低減化する手法を確立する。さらに、科学的知見の乏しい放射性ルテニウムについて、地表に沈着した後の挙動に影響する土壌の固相-液相間の分配挙動を調査する。

令和5年度については、イネの登熟期におけるカルシウム散布が、根から吸収したセシウムの玄米への転流に与える影響を調査する。また、青森県内のカリウム供給力が異なる牧草地土壌を用いて栽培実験を行い、牧草の収穫時期別の放射性セシウム移行性を調査するとともに、試験圃場において播種後2年目の牧草中セシウム濃度及び土壌特性を調査する。加えて、畑土壌に安定ルテニウムを添加し、ルテニウムの土壌固相-液相間の分配挙動及び添加後の化学形態の変化を調査する。

2. 低線量率放射線による生物影響に関する調査研究

放射性被ばくの生体影響についての知見は、原爆被爆者の調査等により得られた高線量率急性被ばくの影響に関するものが主であり、低線量率放射線による長期被ばくのリスク評価の基礎となる知見は世界的にも限られている。大型再処理施設が本格操業した後、将来にわたってこれに由来する放射性物質と共存する施設周辺の住民にとって、低線量率の放射線による長期的な生体影響の実態解明やリスク評価の科学的な根拠の提示が強く求められる。

このため、平成7年度から影響の概要を把握する成体マウスへの低線量率放射線の長期照射による「寿命試験」を行い、平成15年度からは照射成体マウスの子孫への影響調査を行った。その結果、安全規制値程度のレベルでの低線量率被ばくでは、寿命等に対する有意

な影響は一切認められないとの結果を得た。その後平成 27 年度からは、胎児期被ばくの影響調査を行ってきた。今後はリスク評価上の課題である、低線量率放射線の影響と高線量率放射線の影響の違い(線量率効果)を明確化・定量化し、その理由・機序を明らかにする。

2.1 低線量率放射線による被ばく影響の実証調査研究

低線量率放射線被ばく影響がどのようなものか、高線量率放射線被ばく影響とどのように異なるのか、実験動物に実際に放射線照射を行い明らかにする。

2.1.1 幼若期被ばく影響の解析

これまで取り組んできた成体期や胎児期の低線量率放射線被ばく影響の実証試験を、高線量率放射線に対しては特に感受性が高いことが知られている幼若期に拡張して、年齢別での低線量率放射線影響を評価する。このため、低線量率放射線を幼若期マウスに連続照射し、寿命及び発がん等への影響を実証する。

令和 5 年度は、短期影響解析として、幼若期マウスに低線量率放射線を照射終了後、比較的短期間にあらわれる影響を、形態学的変化、機能的変化及び染色体異常等を指標として、成体期に被ばくした場合や高線量率被ばくの場合と比較する。また、長期影響解析のため、幼若期に低線量率放射線を照射したマウスを照射後終生飼育する実験を継続する。

2.1.2 修飾要因の解析

高線量率放射線被ばくに対する感受性は、個人の年齢、性別、遺伝的背景のほか、生活環境・生活習慣などの因子によって異なることが知られているが、低線量率放射線被ばくについてはほとんど知見がない。このため、低線量率放射線被ばくに対する感受性を規定する諸要因、特に、生活環境・生活習慣による感受性の変化を明らかにするための調査を行う。

令和 5 年度は、環境エンリッチメントを利用した飼育環境変化による放射線被ばく影響の修飾効果を、免疫や炎症に関するパラメーターを指標として調べる。また、抗酸化剤の投与による放射線誘発腫瘍発生に対する修飾効果を、発がんモデルマウスにおける腸の腫瘍発生を指標にして解析する。

2.2 低線量率放射線被ばく影響の機序調査研究

低線量率放射線被ばくの影響が発生する機序、及びこれと高線量率放射線被ばく影響の発生機序との違いを明らかにする。

2.2.1 細胞・分子・遺伝子への影響の解析

低線量率放射線が、生物個体を構成する細胞、さらにそれを構成する分子、遺伝子に作用し、これが最終的に健康影響として現れてくる機序を、高線量率放射線の場合と対比して解明する。

令和 5 年度は、低線量率放射線を照射されたマウスを継時的に解剖、肝臓等の組織・細胞を採材し、これらサンプルを用いて、分子細胞生物学的変化、具体的にはエピジェネティックな変化(遺伝子発現制御機構の変化 (DNA メチル化や非コード RNA 等の変化) やその結

果生じる細胞分化能等の変化)を解析する。

2.2.2 生理機能への影響の解析

生物個体内において、低線量率放射線は感受性の高い細胞や臓器にまず影響を与え、この影響が、生物個体内の生理学的な調節系あるいはネットワークを介して他の細胞や臓器に伝達され、増幅されている可能性がこれまでの調査で示唆されている。このような機序を、高線量率放射線の場合と対比して解明する。

令和5年度は、低線量率放射線が生理学的調節系あるいはネットワークに与える影響を解析する。具体的には、内分泌系(照射による卵巣の内分泌機能障害の他臓器への伝播)、神経系(照射による行動日周性の変化及び放射線感受性の日周性変化)、血管系(照射された培養血管内皮細胞の分子応答及びその線量率効果)を対象とする。

3. トリチウムの影響に関する調査研究

大型再処理施設から排出される放射性物質であるトリチウムについて、マウスにトリチウムを投与する実験等により、トリチウムからの内部被ばくの生体への影響をガンマ線による外部被ばくからの影響との違いの観点から明らかにする。また、トリチウムの化学形の中でも極めて知見が乏しい有機結晶型トリチウム(OBT)からの影響とトリチウム水(HTO)からの影響の違いを明らかにする。これに加え、子供への放射線の影響に対する関心の高さに鑑み、幼若期マウスにおけるトリチウム摂取に関する実験を行い、成体での摂取と比較し体内分布の違いを明らかにする。

3.1 トリチウム臓器レベル線量評価に関する調査研究

重水素を標識した各種有機物質をマウスに投与し、体内の特定組織・臓器、また細胞内の核や細胞質における分布を推定し、線量評価を行う。

令和5年度は、2化合物の重水素標識投与実験により令和4年度に得たマウス試料の長期的な重水素残留量を評価し、トリチウム化合物を摂取した際の各臓器・組織における残留量変化を推定し、線量を評価する。また、胎児期、授乳期、成長期、及び成体にトリチウムを経口投与し、摂取時期ごとに長期的なトリチウム残留量を評価する。

3.2 トリチウム生物影響評価に関する調査研究

マウス成体にトリチウムをHTO及びOBTの形態で経口投与するとともに、基準放射線としてガンマ線を照射する実験を行い、トリチウム摂取からの内部被ばくとガンマ線外部被ばくによる染色体異常への影響を解析し、違いを明らかにする。

令和5年度は、マウスへのトリチウム(HTO及びOBT)投与実験を開始する。また、対照としてガンマ線を照射したマウスの染色体異常の測定を行う。

4. その他の調査研究

社会的あるいは科学的に重要な事項に関する調査研究事業について積極的に応える。

5. 環境科学技術研究所自主研究

これまでの受託研究を中心とした調査・研究に加え、研究領域の拡大や新たな調査研究の展開を目指し、研究所独自の調査研究を行う。

6. 競争的研究資金等による研究

採択された競争的資金による研究を実施するとともに、新規に競争的研究資金等の外部資金による研究の獲得に努める。

II. 放射性物質等の環境影響等環境安全に関する普及啓発

調査研究で得られた客観的データ等の情報を、地域住民、県民を中心とした幅広い層に対して丁寧に発信するとともに、双方向のコミュニケーションにより理解醸成を図る。

1. 理解醸成活動

調査研究の内容や得られた成果等を活用し、報告会の開催や対話集会の実施等を通じ県民に広く情報と話題を提供し、双方向のコミュニケーションにより理解醸成を図る。特に近隣地域の行政、団体、教育機関と連携し、地域に根差した共創活動の充実を図り、住民の疑問等に積極的に応えて行く。また、これまでに培った研究資産などの活用最大化を図るために成果等の可視化に取り組む。さらに、インターネットや印刷物等を通じて、それら情報を県内外の住民に発信し、理解醸成を図る。

令和5年度は、住民の関心に沿ったテーマの対話集会や定期的なセミナー、六ヶ所村及び県内主要市での調査研究成果の報告会、教育機関との協働による実習形式の学習活動等を行う。また、研究成果の可視化・運用として、総合モデルの計算過程や計算結果のグラフィカルな可視化と一般向けコンテンツの整備、マウス病理サンプルデータのデジタル化の整備を進めるとともに、ホームページ及び紙媒体のコンテンツの整備・強化を図る。

2. その他の普及啓発に関する活動

本研究所の活動を県内外に普及するため、さまざまな活動を行う。

III. 原子力開発利用の発展に寄与する人材育成への支援

教育機関や研究機関等からの学生等の受け入れ、大学・高専等の教育機関への専門家派遣、職業体験・見学の受け入れ等により、原子力関連分野の人材育成を支援する。

IV. その他本財団の目的を達成するために必要な事業

地域からの要請に対し、施設・技術・人材等を提供することにより可能な範囲で応えていく。また、所内外との研究協力体制を整備し、調査研究等事業の円滑・効率的な推進に努める。