

令和6年度

事業報告書

〔 自 令和6年4月 1日  
至 令和7年3月31日 〕

公益財団法人 環境科学技術研究所

# 目 次

事業概要	1
事業内容	3
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	3
1. 排出放射性物質による環境影響に関する調査研究	3
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 排出放射性物質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	4
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	5
2. 低線量率放射線による生物影響に関する調査研究	5
2.1 低線量率放射線による被ばく影響の実証調査研究	6
2.1.1 幼若期被ばく影響の解析	6
2.1.2 修飾要因の解析	6
2.2 低線量率放射線被ばく影響の機序調査研究	7
2.2.1 細胞・分子・遺伝子への影響の解析	7
2.2.2 生理機能への影響の解析	8
3. トリチウムの影響に関する調査研究	8
3.1 トリチウム臓器レベル線量評価に関する調査研究	9
3.2 トリチウム生物影響評価に関する調査研究	9
4. その他の調査研究	9
5. 環境科学技術研究所自主研究	9
6. 競争的研究資金等による研究	10
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	10
1. 理解醸成活動	11
2. その他の普及啓発に関する活動	11
III. 原子力開発利用の発展に寄与する人材育成への支援	12
IV. その他本財団の目的を達成するために必要な事業	12
附属明細書	13

## 事業概要

大型再処理施設放射能影響調査交付金を活用した事業として、青森県からの委託を受け、県内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た。また、調査研究で得られた成果の活用策等について、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、双方向のコミュニケーションを通して理解醸成活動の強化に努めた。学術的な研究業績としては、当該年度における論文掲載は環境影響に関しては9件、生物影響に関しては13件、トリチウム影響に関しては2件の実績であった。

さらに、競争的資金等による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の連携とネットワーク化を強化し、成果の最大化を図った。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を行った。

令和6年度は、以下の事業を効率的に進めた。

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を想定し、新たに水源林の林内降水、植物及び土壌、並びに沿岸海域の海底堆積物を加えることで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( $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 及び $^{129}\text{I}$ 等)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データを取得した。また、野外実験により放射性核種の移行実態及び周辺地域における主要な農水産物中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った。取得した食品・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・検討した。加えて、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等を対象として、作物地上部における挙動、及び作物への移行低減に関するデータを取得した。

同様の受託研究である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つの調査は、個々

の目標に向け、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調査した。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調査した。

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、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や、摂取形態(HTO及びOBT)による影響の違いを調べるため、トリチウム投与マウスから採取した試料の解析を進めた。また、幼若期(胎児期から人の成年に相当する年齢に達するまでの期間)での摂取と成体期での摂取とで体内分布がどのように異なるかを調べるため、マウスへのトリチウム投与実験を行い、線量評価に必要な各臓器組織における残留量データを経時的に取得した。

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ついては、受託事業である理解醸成活動においては、これまでに蓄積した調査の成果や関連する技術・知見、人材を活かすとともに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した。また、調査研究で蓄積されたデータ等を整備・可視化し、それらに国内外の知見等も合わせたコンテンツの整備を進めた。

その他の普及啓発活動については、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した。

以上の青森県からの受託事業に加え、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、放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点(ERAN)による研究を実施した。

人材育成支援については専門家派遣や学生の受け入れ、文部科学省や原子力規制庁の原子力人材育成事業への協力等を行った。また、地域等からの要請に対し、人材、施設・技術・知識等を活用しつつ所内外との研究協力体制の強化に努めた。

# 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等の評価を行った。通常運転時においては、引き続き施設周辺の気・陸・水圏環境における排出放射性物質の時空間的な分布及び移行特性、並びに調理済み食事(日常食)及び農畜水産物中の排出放射性物質濃度を求め、実測値を用いて実態に即した被ばく線量の評価を行った。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、周辺地域の主要農水産物における移行性及び残留性等を評価した。

一方、異常事象発生時においては、大気放出される可能性のある放射性物質について、周辺地域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ための調査を実施した。

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 排出放射性物質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 $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 及び $^{129}\text{I}$ 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した。

令和6年度は、①大気については $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 及び $^{129}\text{I}$ 等を対象として六ヶ所村及び弘前市において連続観測を行い、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で地上気象及び高度別風況を連続測定した結果、施設由来の排出放射性核種濃度の上昇は認められなかった。②陸域については、施設周辺における土壌・植物中の $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 及び $^{129}\text{I}$ 濃度等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結果から、土壌・大気―作物間の放射性核種の移行実態について評価した。また、施設周辺の森林上流域における調査サイトの林内雨中の $^3\text{H}$ 濃度は春季に高く、その後低下する傾向を示したが、土壌浸透水及び森林表面水(渓流水)中の濃度に春季に高くなる傾向は認められなかった。 $^{129}\text{I}$ は土壌の表層付近に多く蓄積していることが確認できた。③大型再処理施

設周辺における河川水、湖沼水、漁港水及び尾駁沼産水生生物試料中の $^3\text{H}$ 及び $^{129}\text{I}$ 濃度並びに $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比はいずれもバックグラウンドの水準で推移した。また、尾駁沼産水生生物及び堆積物試料における $^{14}\text{C}$ 比放射能もバックグラウンドの水準で推移した。一方、尾駁沼の堆積物中の $^{129}\text{I}$ 蓄積量(0~25 cm)は、平成20年度に上昇したレベルと比較して減少したが、昨年度に引き続きバックグラウンドの水準と比較して若干高く、当該施設のせん断・溶解処理試験時に排出された $^{129}\text{I}$ の痕跡が確認された。④沿岸海域については、六ヶ所沿岸海域の海水、堆積物及び水生生物試料を採取し、 $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 及び $^{129}\text{I}$ 濃度等を測定した結果、バックグラウンドの水準であった。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、周辺住民から提供を受けた日常食中の $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 及び $^{129}\text{I}$ 濃度等測定した結果、施設由来の排出放射性核種等の濃度上昇は認められなかった。なお、日常食に含まれる排出放射性核種の中で内部被ばく線量に最も寄与する $^{14}\text{C}$ 摂取による被ばく線量を推定した結果、一般公衆の年間被ばく線量限度(1.0 mSv)と比較して低かった。

#### 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った。農産物については $^{14}\text{C}$ 、水産物に関しては $^3\text{H}$ 及び $^{129}\text{I}$ を想定し、それぞれ安定同位体である $^{13}\text{C}$ 及び重水素、並びに放射性同位体である $^{129}\text{I}$ を用いたトレーサ実験を行った。

令和6年度は、①圃場において1年子を種イモとしてナガイモを栽培し、新規に成長した葉、茎及び貯蔵部(新イモ、ムカゴ及び根)に加えて、1年子中の炭素量の時間変化を明らかにした。加えて、ムカゴを種イモとして栽培したナガイモを $^{13}\text{CO}_2$ にばく露し、生育段階別に光合成で固定された $^{13}\text{C}$ の収穫時残存濃度データを取得するとともに、各部位の $^{13}\text{C}$ 濃度を推定するモデルを作成した。②堆積物から底生生物を介したヒラメ等底生魚への放射性ヨウ素の移行を明らかにするための実験系の構築として、人工堆積物を用いた飼育条件の検討、及び底生生物の予備的な $^{129}\text{I}$ 等移行実験を実施し、実験条件を決定した。海水中 $^3\text{H}$ のメバルへの移行及び残留性を水温別に明らかにするため、重水添加海水にメバルをばく露し、筋肉中の非交換型有機結合型重水素濃度の推移を10、15及び20℃の水温別に実験を行った結果、メバルに関しては温度の違いによる取り込みへの影響は認められなかった。

#### 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セシウムのウェザリング並び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した。

令和6年度は、ナガイモを対象に、液状セシウムを負荷したナガイモ地上部表面を、降雨強度と時間を変えて雨にばく露し、地上部表面からのウェザリング除去率を求めた結果、いずれの降雨強度においても、ウェザリング除去率は雨の降り始めで急激に増大し、その後ゆっくり増大する傾向が見られた。また、異なる成長段階の地上部表面に粒子状セシウムを負荷し、部位別存在割合の経時変化を求めた結果、地上部に沈着した粒子状セシウムの吸収されやすい期間は1週間程度であり、その後ほとんど吸収されなかった。また負荷した成長段階による差異ほとんど見られなかった。

#### 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した。

令和6年度は、①転流抑制については牧草への蒸散抑制剤等の散布が、セシウムの牧草等の収穫部位への転流に与える影響を調べた結果、地上部中安定セシウム濃度は1番草より2番草及び3番草において比較的高い傾向が見られたが、蒸散抑制剤散布による顕著な濃度減少は認められなかった。また、この現象に関する生理・生化学的特性の調査を行った。②収穫時期別移行抑制については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、収穫時期別のセシウム濃度の低減に有効な施肥による増強法を調査した結果、カリ肥料を3倍かつゼオライト施肥は2番草及び3番草の放射性セシウム濃度を低減でき、牧草の品質に与える影響が小さいことが示された。③試験圃場において造成後3年目の牧草中セシウム濃度及び土壌特性を調査した結果、1番草に対する2番草及び3番草の牧草のセシウム濃度は増加傾向を示したが、土壌の違いにより異なる変動傾向を示した。カリウム施肥区の1番草において育成牛の飼養管理推奨値を上回るテタニー比を示す区が存在した。④ルテニウムの分配挙動については水田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求めた結果、還元環境を作るためのグルコース添加により安定ルテニウムの分配係数が大きく減少したことから、土壌の還元条件下ではルテニウムでの移動が促進されることが示唆された。更に、安定ルテニウムを  $\text{Ru}(\text{NO})(\text{NO}_3)_3$  または  $\text{RuCl}_3$  を土壌に添加し低酸素雰囲気下で培養した土壌では、添加直後とは異なる Ru K 端 XANES スペクトル形状を示したことから、還元条件下ではルテニウムの化学形態が影響を受けることが示唆された。

#### 2. 低線量率放射線による生物影響に関する調査研究

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ため、「低線量率放射線被ばく影響の実証調査」と「低線量率放射線被ばく影響の機序調査」を二つの柱に調査を実施した。

## 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を明らかにすることを目的として、マウスを用いて、生まれてから人の成人に相当する年齢に達するまでの期間(以下「幼若期」という。)における低線量率放射線照射実験を実施するとともに、低線量率放射線被ばく影響を生活習慣や生活環境が修飾する作用を調査するための実験を実施した。

### 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の調査を進めている。

令和6年度は、幼若期マウスに低線量率放射線を照射終了後、比較的短期間に観察可能な影響について検索する「短期影響解析」と、照射終了後終生飼育し死亡後に検索を行う「長期影響解析」を行った。①短期影響解析については、これまでに20及び100mGy/日照射群、高線量率放射線急照射群において生殖腺に顕著な重量の変化が認められたことから、免疫組織学的解析を前年度に引き続き進めた。また、染色体解析においては、高線量率(700 mGy/分)照射群(総線量1120 mGy)では、照射から20週間後に大きく異常頻度が減少することが前年度の解析で判明していたが、本年度の照射2週間後の解析により、転座型染色体異常、二動原体染色体異常ともにこの時期にはすでに半数以下に減少していることが分かった。②長期影響解析については、全7回の交配・飼育スケジュールのうち、計画通り第3及び4回目の実験群の飼育を開始した。第1群から第4群全体の体重の推移に関しては、性差が見られ、メスにおいて20 mGy/日以上線量率照射群で非照射群と比較し増加傾向がみられている。

### 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った。

令和6年度は、①飼育環境要因解析のうち、環境エンリッチメントの解析では、低線量率(20 mGy/日)放射線の400日間連続照射下マウスの免疫細胞数を調べた結果、放射線照

射による移植腫瘍細胞排除能の抑制には好中球の関与が、エンリッチメント飼育による移植腫瘍排除能の回復にはNK細胞の関与がそれぞれ示唆された。また、免疫細胞数の変化をB6C3F1マウスとC57BL/6マウスで比較したところC57BL/6マウスでは免疫細胞組成の変化が小さいことが見出された。一方、マウス単体飼育(一匹飼い)の実験に関しては、腫瘍細胞移植実験条件の至適化を進めた。②食餌要因解析では、新たな栄養補助成分の解析を行うためSPF環境での実験系を確立した。腫瘍発生を調べる適切な時期の決定を行うため、高線量率放射線急照射(生後7日、700 mGy/分で総線量4.2 Gy照射)後の腫瘍発生を経時的に調べた結果、非照射群では、小腸、大腸ともに腫瘍は84日齢でピークとなり、プラトーに達することが分かった。また、照射群では非照射群と比較して42日早く腫瘍の発生が見られ、56日齢で腫瘍数はピークに達することが分かった。さらに、腫瘍発生の様子を詳細に調べるツールとしての腸オルガノイドの培養法の検討と腫瘍細胞の微小環境を調べるため免疫組織化学的検討を進め、データの蓄積を行った。

## 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ため、細胞・分子・遺伝子への影響と生理機能への影響の解析を行った。

### 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調査を進めた。

令和6年度は、DNAメチル化の解析、ヒストン化学修飾の解析、細胞分化能等の変化の解析を実施した。DNAメチル化の解析では、次世代シーケンス法を用いて加齢に伴う変化と低線量率放射線照射による変化を比較検討したところ、照射によりDNAメチル化が変化する部位(CpG配列)の数は、加齢に伴う変化を示す部位の数に比べ著しく少ないことが明らかになった。また、これまで用いてきた方法よりもゲノムのより広い領域を解析可能な方法を導入した。さらに、エピジェネティックな変化の解析の一環として、今年度新たに次世代シーケンス法によるヒストン化学修飾の網羅的解析を開始し、非照射マウス臓器の細胞及びマウス由来培養細胞のゲノム全域にわたるヒストン修飾分布データを取得することが出来た。細胞分化能等の変化の解析では、前年度までに確立したマウス肝臓からオルガノイドを樹立する技術を用いて、超高脂肪飼料摂取マウス(脂肪肝のモデルマウス)から肝臓オルガノイドを得て、これをオレイン酸添加培地、低線量率照射(20 mGy/日×10日間)することにより、細胞内に脂肪滴を形成させることが可能となった。

### 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ため、内分泌系影響伝播解析、日周性解析及び血管内皮細胞応答解析により調査を進めた。

令和6年度は、①内分泌影響伝播解析では血清中のステロイドホルモンにおけるオス様変化を明らかにし、昨年度に確認された被ばく閉経マウスの顎下腺組織のオス様変化の裏付けを行った。さらに、摂餌時間制限実験の結果から、被ばく閉経後の健康影響の発症経路は、卵母細胞枯渇→卵巣萎縮→早期閉経→肥満→脂肪組織変性→脂肪肝→肝腫瘍発生と推定され、このうち、非活動期の摂餌の影響で脂肪組織変性が重篤化するマウスにおいて、肝疾患あるいは全身性の代謝疾患が発生することが明らかになった。②神経系影響解析ではマウスに対する低線量率放射線照射を行った際の日周リズムへの影響についての行動解析・遺伝子発現解析を行うとともに、明暗サイクルの異なる時期の影響の違いについて調査した。今年度はまず暗期の低線量率放射線照射(20mGy/10時間/日)を行ったが、これがマウスの行動等に何らかの影響を与えることを示すデータは得られなかった。次年度に予定している明期照射の実験データと合わせ解析を進める。③血管系影響解析では低線量率放射線を照射された血管内皮細胞が発出する分子シグナルの動態変化、低・中・高線量照射の影響の違い、及びこれが間接的に周辺他の細胞に及ぼす影響の違いについて解析を進めた。マウス血管内皮細胞に高線量率放射線(700 mGy/分、総線量 200 mGy)を照射後、10日間非照射条件で培養、もしくは低線量率放射線(20 mGy/日×10日=200 mGy)を照射しながら10日間培養を行った。それらの細胞の遺伝子発現変化を次世代シーケンス法で解析したところ、いずれの照射条件の場合も多くの遺伝子発現変動を検出する実験系が確立されたことから、次年度以降、高線量率と低線量率の放射線影響の比較解析を進める。また、造血幹細胞ニッチを構成する細胞の放射線影響、特に血管内皮細胞を中心に調べているが、骨髄と脾臓の細動脈内皮細胞、洞様毛細血管内皮細胞等、単離法と解析法の開発を進めた。

### 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や、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合型トリチウム(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ための調査を実施した。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、幼若期マウス及び成体期マウスへのトリチウム投与実験を行って摂取時期による体内分布の違いを調査した。

### 3.1 トリチウム臓器レベル線量評価に関する調査研究

トリチウム経口投与後の各臓器間における線量評価を行った。

令和6年度は、幼若期(胎児期、授乳期、及び成長期)のマウスにOBTを経口投与し、トリチウム化合物(リシン)摂取後の体内への残留量がどのように変化するかを経時的な解剖により調べる実験を行った。その結果、摂取時期特異的かつ臓器組織特異的にトリチウムが長期間高濃度に保たれる現象を見出した。また、これまでに行った臓器・組織レベルでの線量評価に加え、細胞内小器官レベルでの線量評価を行うため、培養細胞を用いて細胞内小器官の分画法を確立した。

### 3.2 トリチウム生物影響評価に関する調査研究

成体期マウスにトリチウムをHTOもしくはOBTの形態で経口投与する実験を実施するとともに、対象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影響の違いを明らかにするための調査を実施した。

令和6年度は、前年度に開始したマウスへのトリチウム投与実験の試料採取を完了し、染色体異常の解析を進めた。また、免疫応答に関する解析を行ったところ、トリチウムによる総線量1.0 Gyの内部被ばくでは、同線量のガンマ線照射とは異なり免疫細胞数が減少する傾向が観察された。そこで免疫への影響の違いをより明瞭に示すため、総線量1.6 Gyでのトリチウム投与実験を開始した。さらに、トリチウムからのベータ線による誘発突然変異に線量率の閾値があるかを培養細胞を用いて調べる実験を進め、比較対象とするガンマ線で50 mGy d<sup>-1</sup>でのデータを取得した。

## 4. その他の調査研究

京都大学から環境省再委託として「低線量率放射線照射下でのマウス飼育・繁殖およびマウス、ヒト細胞の培養」に関する調査研究を行った。

## 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下記のとおり行った。

令和5年度に採択し、令和6年度へ継続した研究課題

- ・強熱減量法を利用した土壌有機物の炭素保持能力の評価

令和6年度に採択した研究課題

- ・低線量率放射線被ばくマウスにおける臓器グルコース代謝の評価
- ・植物における放射性セシウムの短期的な移行に影響する陽イオン輸送体遺伝子破

壊系統のイメージング解析

- ・飼育温度がヒラメ可食部中アミノ酸組成に与える影響の調査～「プロテインヒラメ」や「安眠ヒラメ」の開発は可能か～

## 6. 競争的研究資金等による研究

科学研究費助成事業として、以下の 11 課題を実施した。

研究代表者である研究

- ・ RI イメージング技術を活用した植物低リンストレス応答が「根圏」に与える影響の評価(基盤研究C)
- ・ 胎児期影響環境が惹起するエピゲノムプログラミング依存的低線量率放射線影響の解明(基盤研究C)
- ・ 新規 DNA 修復機構である対向型 DNA 損傷修復機構とそのゲノム安定性への寄与の解明(基盤研究C)
- ・ 大腸腫瘍可視化マウスを用いた放射線に起因した初期病変から腫瘍までの形成過程の追跡(基盤研究C)
- ・ DNA 再結合による発がん機構：放射線発がんリスク評価の高度化(基盤研究A)

研究分担者である研究

- ・ 卵子が持つ精子 DNA 損傷を修復する能力の分子機構解明と次世代ゲノム影響の解析(基盤研究B)
- ・ 高精度かつ簡易な環境トリチウム計測手法の確立と日本のバックグラウンド濃度測定(基盤研究B)
- ・ アポプラスト障壁形成の環境応答機構と栄養循環における機能の理解(基盤研究B)
- ・ 海洋酸性化が沿岸生態系の炭素隔離能(ブルーカーボン)に及ぼす影響(基盤研究A)
- ・ 大型液体キセノン検出器を用いた宇宙暗黒物質及び新現象の研究(基盤研究A)
- ・ 極長鎖脂肪酸をターゲットとした新規抗癌治療戦略(基盤研究C)

その他、競争的資金等による事業として、以下の課題を実施した。

- ・ 陸・水圏植物における有機結合型トリチウム(OBT)生産速度の網羅的把握(環境省放射線の健康影響に係る研究調査事業)

## 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に努めた。

## 1. 理解醸成活動

調査研究で得られた成果や関連する技術・人材、国内外の知見等を活用するとともに、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、排出放射性物質に対する住民の疑問等に積極的に対応した。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んだ。インターネットや印刷物等を通じて、それらの情報を県内外の住民に発信し双方向のコミュニケーションにより理解醸成を図った。

令和6年度は、地域住民向けの対話集会・講演会の開催として、地域の行政(六ヶ所村、むつ市他)や地域団体と放射線や地域の環境に係わるセミナーやワークショップの開催・共催、セクター別対話活動、サイエンスフェアの開催や村内イベント出展などの地域交流・理解醸成イベントを実施した。また、六ヶ所村及び青森・八戸市において当調査事業の研究成果報告会やパネル展示等を併せた参加型講演会の開催、その他周辺地域においても、行政・研究機関と協働して地域に密着したテーマでの報告会を開催した。教育機関や地域団体が進める教育関連活動の取り組みについては、実習形式による学習活動を中心に、「学ぶ楽しさ」「科学知識の向上」「社会と科学の関わり」に関するテーマで協働実施した。加えて、地域への知見の還元を基盤を強化するため、地域の様々な業種(行政、農業、漁業、防災、商業関連等)に従事する方々とともに地域共創委員会を開催し、対話による情報共有や課題の掘り起こしに努めた。文部科学省の放射能環境動態・評価ネットワーク共同研究拠点(ERAN)への参画により連携強化を進めるとともに、「Ⅲ. 原子力開発利用の発展に寄与する人材育成への支援」に後述する地域の人材育成に協力した。

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を説明するためのコンテンツの整備を進め、Webサイトを作成した。マウス実験病理サンプル・データの整備・運用については、スライドスキャナによる病理組織学的検査標本の高精細デジタル化を進めるとともに、マウス実験病理サンプル・データの公開・共有のための公開方法を検討した。ホームページ及び印刷物資料のコンテンツの整備と強化については、調査研究成果や理解醸成活動の実施状況等についてホームページを介した情報発信を行うとともに、地域共創委員会や八戸工業大学との共創により食物に関するパンフレットを新たに制作し、加えて、既存のパンフレットやリーフレット等の更新・増刷を行った。

## 2. その他の普及啓発に関する活動

六ヶ所村からの教育研修に関する業務委託として「親子対象放射線講座」を行った。また、環境研が独自に進める広報活動や調査研究成果の普及活動について、県内外での講演やインターネットによる情報発信、印刷物の発行等を行った。

### III. 原子力開発利用の発展に寄与する人材育成への支援

青森大学薬学部の放射線実習や八戸工業大学、弘前大学、北里大学獣医学部などの講義に講師を派遣した。また、茨城大学、弘前大学、北海道大学、Fryeburg Academy（米国メイン州）が進める原子力人材育成に関する取り組みについて協力、支援を行った。さらに、六ヶ所村内中学生の職場研修の受入など教育機関との連携による人材育成を行った。

### IV. その他本財団の目的を達成するために必要な事業

地域からの要請に応え、六ヶ所村次世代エネルギーパーク事業への参加や青森県原子力施設放射線等監視評価会議、六ヶ所村原子力安全管理委員会等に職員が委員として参画した。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た。