

平成30年度

事業計画書

〔 自 平成30年4月 1日 〕
〔 至 平成31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. 排出放射性物質の環境影響に関する調査研究	2
1.1 排出放射能の環境移行に関する調査研究	2
1.2 青森県産物への放射性物質移行に関する調査研究	3
1.3 人体内における放射性炭素・トリチウム代謝に関する調査研究	4
1.4 陸圏における放射性物質蓄積評価に関する調査研究	4
1.5 樹木の被ばく線量評価法の開発に関する調査研究	4
1.6 放射性物質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 低線量放射線生物影響実験調査（継世代影響・線量率効果解析）	5
2.2 母体内における低線量率放射線被ばく影響実験調査	6
2.3 低線量率放射線に対する分子細胞応答影響実験調査	6
2.4 低線量率放射線に対する生理応答影響実験調査	7
3. その他の調査研究	8
4. 環境科学技術研究所自主研究	8
5. 科学研究費補助金による研究	8
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	8
III. 原子力開発利用の発展に寄与する人材育成への支援	8
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」の解明を目的とし、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の確保に資するため、青森県等からの委託を受け、青森県全域を対象に環境放射線の線量率分布や放射性物質の分布・移行及びこの移行に及ぼす地域特性の影響を調べるとともに、低線量放射線の生物影響に関する調査研究を進めてきた。また、調査研究で得られた成果を含めて、原子力開発利用に伴う環境安全に関する正しい知識と情報を地域の人々に提供すること等により、それらの普及啓発にも努めてきた。さらに、大学生の放射線実習を受け入れること等により、原子力関連分野の人材育成を支援してきた。加えて、東京電力福島第一原子力発電所の事故により放出された放射性物質に関して、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、放射能測定、線量評価、各種委員会等への参画、講演、一般の人からの問合せへの対応等で貢献してきた。今後ともこれらの方向性を保つとともにさらに発展させ、所期の目的を達成する。

平成30年度は、以下の事業を効率的に進める。

青森県からの受託調査研究事業であ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、これまでに開発した気圏、陸圏、水圏における放射性核種の移行及び被ばく線量を評価する総合的環境移行・線量評価モデルの検証、高度化及び運用体制の構築を行う。現実的な線量評価を行うため、放射性炭素及びヨウ素等の環境からリンゴ等の県内産物への移行に関する室内実験、及び安定同位体を用いた放射性炭素の人体内代謝についての実験等を行い、それぞれのパラメータの取得及びサブモデルの構築を進める。また、大型再処理施設周辺地域における排出放射性炭素及びトリチウムの、長期的な土壌への蓄積性を予測・評価するため、室内実験及び野外調査を実施する。さらに、大型再処理施設周辺に分布するクロマツの被ばく線量評価法の開発や土壌から作物への放射性セシウムの移行低減化手法の開発を行うため、室内実験及び野外調査を実施する。

同様な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、マウスを用いて低線量率放射線長期連続照射の子孫への影響(継世代影響)を高線量率放射線照射と比較する研究を行う。また、母体内で低線量率放射線照射された胚・胎仔への短期影響及び出生後の長期影響に関する研究、低線量率放射線が個体中の細胞に引き起こす応答及びゲノムへの影響に関する研究、並びに低線量率放射線に対する個体の造血系・免疫系・内分泌系の応答に関する研究を行う。

上記の受託研究に加え、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

及び科学研究費補助金による研究を行う。

普及啓発については、調査研究の成果等を県民等に対して発信する。

人材育成支援については、大学生の放射線実習の受け入れ等を行う。

その他、地域からの要請に対し、施設・技術・知識等を提供することにより積極的に応えていく。また、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. 排出放射性物質の環境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の環境中での動き及び周辺住民と生物の現実的な被ばく線量を推定するため、以下の研究を実施する。

1.1 排出放射能の環境移行に関する調査研究

平成 27 年度までに開発した大型再処理施設から排出される放射性核種の環境における移行及び被ばく線量を評価する総合的環境移行・線量評価モデル(以下、総合モデル)を高度化し、実測データによる検証を行うため、以下の調査研究を行う。

1.1.1 総合モデルの高度化と運用体制の構築

総合モデルの高度化を行うため、大気中放射性核種濃度等の実測値をデータ同化する機能、被ばく線量の確率論的評価機能及びこれまでの調査で得られた知見をモデルに導入する。また、気象データをオンラインで入手し、使用する運用体制を整えるとともに、水圏関連サブモデルへの機能追加等を行う。

平成 30 年度は、総合モデルに導入した、放射性核種濃度等の実測値をデータ同化する機能を評価し、さらに被ばく線量の確率論的評価機構を導入するための基本設計を行う。また、大気-作物間 ^{14}C 移行モデルを導入するとともに、大気-作物間 ^3H 移行モデルの基本設計を行う。加えて、総合モデルを効率よく運用可能とするため、水圏関連モデルの計算機能の効率化を行う。

1.1.2 大型再処理施設周辺等データの取得とモデル検証

大型再処理施設の本格稼働に備えて、気圏、陸圏及び水圏環境における排出放射性核種の濃度及び動態に関するフィールド調査を実施し、モデル検証用の基礎

データとする。また、青森県内で得られにくい、 ^{137}Cs 等の環境移行パラメータを福島県において取得する。

平成30年度は、六ヶ所村等の大気、降下物、土壌、植物、日常食及び農畜水産物、並びに水圏環境における水、堆積物、懸濁粒子及び水生生物中の放射性核種濃度を測定するとともに、環境研構内に整備した圃場において栽培した農作物中の排出放射性核種 (^3H 、 ^{14}C 及び ^{129}I)濃度を測定して、総合モデルの検証に資する。さらに、青森県内で得られにくい、 ^{137}Cs 等の土壌からの再浮遊、河川を通じた移動等に関連する環境移行パラメータを福島県において取得する。

1.2 青森県産物への放射性物質移行に関する調査研究

大型再処理施設の稼働に伴い、 ^{14}C 、放射性ヨウ素等が環境中に排出され、また、異常放出時にはこれらに加えて放射性セシウム及び放射性ストロンチウムの放出が考えられる。そこで、果樹（リンゴ）及び海産物（ヒラメ）等の経済的に重要な青森県産物を対象に、大気放出される ^{14}C 、放射性ヨウ素及び放射性セシウムの果樹への移行並びに海洋放出される放射性ストロンチウム及び放射性ヨウ素の海産物への移行に関する実験を行い、それぞれの移行・蓄積サブモデルを構築する。このため、以下の調査研究を行う。

1.2.1 果樹における放射性炭素移行調査

本調査では、リンゴ幼木を対象に、 ^{14}C の大気からリンゴの果実への移行・蓄積モデルを開発するとともに、屋外栽培個体のばく露実験等によるモデル検証を行う。

平成30年度は、モデル作成用データを取得するため、実験室内において、果実生育後半期のリンゴ幼木へ果実生育段階別に $^{13}\text{CO}_2$ ばく露を行い、収穫時の各部位における ^{13}C 残存濃度を測定するとともに、各部位の炭素量の変化を明らかにする。

1.2.2 果樹における放射性ヨウ素等移行調査

本調査では、姫リンゴ幼木を対象に、放射性ヨウ素及び放射性セシウムの葉面、樹皮表面及び果実表面から果実への移行・蓄積モデルを、それぞれの安定元素を用いた実験により構築する。

平成30年度は、結実後のリンゴ樹の葉面又は樹皮表面への液状または粒子状セシウムを負荷し、それぞれの表面からの吸収及び果実への転流の速度を求める。

1.2.3 海産物への放射性ストロンチウム・ヨウ素移行調査

本調査では、ヒラメを対象に、放射性ストロンチウム及び放射性ヨウ素について海水からの直接移行及び食物連鎖を介した移行を含む移行・蓄積モデルを構築する。

平成 30 年度は、 ^{86}Sr 安定同位体または ^{125}I を含有する餌料をヒラメに投与し、それぞれの体内への移行を調べる。さらに、これまで ^{86}Sr を添加した海水中で飼育したヒラメを無添加の海水に移し、ヒラメから海水への短期的な ^{86}Sr 排泄速度を明らかにする。

1.3 人体内における放射性炭素・トリチウム代謝に関する調査研究

大型再処理施設から排出される ^{14}C 及び ^3H による被ばく線量をより現実的に評価することを目的として、 ^{13}C で標識した多種の脂質及びアミノ酸等の投与実験を行い、精度の高い ^{14}C 代謝モデルを作成するとともに、水の代謝モデルと組み合わせて ^3H 代謝モデルを構築する。

平成 30 年度は、 ^{13}C 標識ラッカセイを作製して、被験者に経口投与し、実験期間中の呼気 ^{13}C 濃度を測定して無機態での ^{13}C 排泄速度を評価する。また、平成 29 年度の ^{13}C 標識フェニルアラニン及びグルコースの投与実験で得られた毛髪試料の ^{13}C 濃度を測定し、有機態での ^{13}C 排泄速度を評価する。

1.4 陸圏における放射性物質蓄積評価に関する調査研究

大型再処理施設の稼働に伴い排出される ^{14}C の土壌への蓄積性を評価するため、施設周辺に広く分布するクロマツ林におけるモデルを構築するとともに、排出量の多い ^3H について、各種環境（クロマツ林、牧草地等）での土壌への蓄積モデルを構築する。

平成 30 年度は、牧草地における水の挙動を明らかにするため重水散布実験を継続するとともに、牧草の多年生部位（茎葉基部、根）に移行した有機物の長期挙動データを取得するための $^{13}\text{CO}_2$ ばく露実験を行う。加えて、クロマツ林内において、水文学的データ、炭素現存量及び炭素固定量関連データ、並びにリター分解速度関連データの取得を継続する。さらに、土壌中のトリチウム水の挙動に関するモデルの基本設計を行う。

1.5 樹木の被ばく線量評価法の開発に関する調査研究

大型再処理施設周辺には放射線感受性が高いとされるクロマツが広く分布している。そこで、クロマツの被ばく線量率を計算する手法を開発し、その手法を

用いて自然被ばく線量率を求めるとともに、大気放出された放射性ヨウ素による被ばく線量評価に必要なパラメータを、安定ヨウ素を用いて求める。

平成 30 年度は、平成 28 年度に設定した調査区域から根部を含めたクロマツ 1 個体を採取して、部位別の形状、重量、安定元素濃度及び放射性核種濃度の測定を行うとともに、周辺の土壌中安定元素濃度及び平成 29 年度に採取したクロマツの周辺の土壌中放射性核種濃度を分析する。さらに、地上部の部位別形状等のデータを基にしたクロマツ地上部基本ファントムを作成し、線量評価に必要な境界条件等を決定する試算を行う。また、クロマツ林内外の大気降下物及び大気中ヨウ素濃度を測定し、クロマツへのヨウ素の乾性沈着速度及び降雨等による除去速度を求める調査を継続する。

1.6 放射性物質の移行低減化に関する調査研究

大型再処理施設周辺の重要な作物である牧草を対象として、青森県の土壌で栽培した場合の放射性セシウムの移行に影響を及ぼす土壌要因を明らかにし、要因に応じた施肥や吸着資材等による移行低減化手法の検証を行う。さらに、青森県の主要農産物であるイネを対象として、根や茎葉から可食部への転流を植物成長調節物質や化学物質によって制御する手法を確立する。

平成 30 年度は、下北地方の牧草地から採取した土壌に ^{137}Cs 添加し、牧草のポット栽培実験により、 ^{137}Cs の移行性と土壌特性との関連を調べるとともに、平成 29 年度に ^{137}Cs を添加した上北地方の牧草地土壌を用いて同様の栽培実験を行い、 ^{137}Cs の移行性の経時変化と土壌特性との関連を調べる。さらに、上北地方の牧草地土壌を対象として、平成 29 年度に検討した各種低減化手法の効果を明らかにする。加えて、玄米への放射性セシウムの転流を低減化するため、成長調節物質をイネに散布し、玄米のセシウム濃度に及ぼす影響を調査する。

2. 低線量率放射線による生物影響に関する調査研究

低線量率・低線量放射線のヒトへの影響を推定するため、異なる線量率と集積線量の放射線をマウスに照射して以下の研究を実施する。

2.1 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）

高線量率（770 mGy/分）および低線量率（20 mGy/日）ガンマ線を同じ集積線量になるまでオスマウスに照射し、照射終了後に非照射メスマウスと交配して得られる仔マウスとオス親マウスを終生飼育し、病理学的に死因やがんの発生率等を調べ、線量率の違いが継世代影響に異なる影響を及ぼすかどうかを調査する。さ

らに尾組織から抽出・精製した DNA を用いてゲノムの変化を調べる。

平成 30 年度は、照射マウスの交配およびその後の終生飼育、死亡マウスの病理解析並びに遺伝子変異解析を平成 29 年度に引き続いて実施する。

2.2 母体内における低線量率放射線被ばく影響実験調査

母体内、すなわち出生前の時期における低線量率放射線長期被ばくの健康影響を評価するため、受精卵、胎仔、仔の生死、胎仔の発生異常、外表奇形などの胎仔期あるいは生後比較的早期に発現する短期的影響を調べる。また、寿命、死因、発がんなどに関する長期的影響を明らかにする。

平成 30 年度は、短期影響解析においては、受精から出生までの全期間照射したマウスに胎仔期あるいは生後 10 週齢までに認められる影響についてのデータの蓄積を継続して行う。また、長期影響解析においては、受精から出生までの全期間照射したマウスの終生飼育及び死亡マウスの病理学的検索を継続して行う。

2.3 低線量率放射線に対する分子細胞応答影響実験調査

低線量率放射線長期連続照射マウスで見られたがんの誘発や寿命短縮を理解するためには、低線量率放射線が個々の細胞において引き起こす遺伝子発現変化やゲノムの変異を明らかにすることが必須であると考え、以下の調査研究を行う。

2.3.1 低線量率放射線照射による細胞応答分子への影響解析

低線量率放射線照射により生物個体内の細胞において誘起される遺伝子発現変化を、高中線量率との相違点、加齢との関連、雌雄差に重点を置いて解明する。また、低線量率放射線照射を受けた細胞の生物個体内での挙動を新たな手法を用いて明らかにする。

平成 30 年度は、オスマウスへの低線量率放射線長期照射・経時的組織サンプリング、オスマウスサンプルを用いた網羅的遺伝子発現解析を 29 年度に引き続いて実施する。また、低線量率照射マウスの低分子代謝物の網羅的解析（メタボロミクス）を行う。蛍光で標識された細胞を非蛍光マウス個体に移植し、蛍光細胞の個体内での挙動を追跡する実験を行う。

2.3.2 線量率の違いによるゲノムへの影響解析

低線量率及び高線量率で放射線照射をしたマウスの脾臓細胞における転座型染色体異常誘発を解析したこれまでの調査の結果、両者は明白に異なる反応を示すことが分かっている。本課題では、染色体異常誘発について、線量効果関係が

どのような線量率でどのように変化するかについて解析することにより、放射線影響における線量率依存性の解明を目指す。また、このような解析に大きな影響を及ぼすと考えられる転座型染色体異常の経時的安定性を評価する。

平成 30 年度は、染色体異常の経時的安定性を評価するため、マウスに放射線照射後、非照射条件下で長期飼育、経時的サンプリング、染色体異常頻度の解析を行う。

2.4 低線量率放射線に対する生理応答影響実験調査

生物個体が備えている生理学的恒常性維持のための各種調節システムの低線量率放射線照射に対する反応、及び低線量率放射線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及ぼす影響（寿命短縮やがん発生）のプロセスを明らかにするため、これまでの調査により放射線の影響が顕著であることが明らかになっている造血系、免疫系、内分泌系の 3 システムに関し以下の調査研究を行う。

2.4.1 造血系解析

低線量率放射線の造血幹細胞への影響が、造血幹細胞が照射された直接的な影響であるのか、あるいは周辺の細胞や液性因子を介した間接的な影響であるのかを明らかにする。

平成 30 年度は、マウス個体または培養系、移植系を用い、造血幹細胞に対する放射線照射の直接的、間接的影響を分別して解析する実験を継続する。

2.4.2 免疫系解析

抗がん免疫能（がん細胞を排除する機能）などに対する低線量率放射線の悪影響が、飼育環境変化により低減されるか否かを明らかにする。

平成 30 年度は、移植したがん細胞に対する排除能力を観察する実験系を用い、低線量率放射線照射によって生じる抗がん免疫能低下に対する飼育環境変化の影響を評価する実験を継続する。

2.4.3 内分泌系解析

低線量率放射線により誘発された卵巣機能障害が、照射メスマウスのがん発生頻度の増加及び寿命短縮の原因であるか否かを明らかにする。

平成 30 年度は、前年度までに低線量率放射線照射、卵巣移植処置、もしくは卵巣切除処置を行ったメスマウスを長期または終生飼育し、発がん及び寿命の解析

を継続して行う。

3. 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の委託に積極的に応える。

4. 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。

5. 科学研究費補助金による研究

平成30年度に継続する科学研究費補助金による研究を実施する。また、新たに研究代表者及び研究分担者としてそれぞれ数件の申請を行っており、採択されたものについては新たな研究所の調査研究事業として行う。

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

調査研究の内容や得られた成果等を、成果報告会の開催、出前説明会の実施等によって青森県民に直接紹介するほか、県外からの講演依頼にも対応する。また、インターネットホームページや印刷物等を通じて、放射性物質の環境影響、放射線の生体影響についての情報を県内外の住民に広く発信し、理解増進に資する。

III. 原子力開発利用の発展に寄与する人材育成への支援

大学生の放射線実習の受け入れ、大学・高専への非常勤講師等の派遣、職場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。