

平成27年度
災害環境研究成果報告書

第1編

災害環境研究の全体構成

平成28年10月

国立研究開発法人国立環境研究所

第1編 災害環境研究の全体構成

1. 災害環境研究の全体構成.....	1
1.1 概要	1
1.1.1 災害環境研究の概要.....	1
1.1.2 平成27年度の実施計画概要.....	2
1.1.3 平成27年度研究成果の概要.....	4
1.1.4 まとめ	6

1. 災害環境研究の全体構成

1.1 概要

1.1.1 災害環境研究の概要

東日本大震災によって生じた環境被害、環境中に放出された放射性物質による環境汚染、その汚染が生物や人の健康に与える影響、汚染の除去のための技術や汚染廃棄物の処理技術、復興による環境創造など、災害に関する環境研究の分野は幅広くかつ取り組むべき緊急性も高い。

そのため、以下の4つの課題

【課題1】放射性物質に汚染された廃棄物等の処理処分技術・システムの確立

【課題2】放射性物質の環境動態解明、被ばく量の評価、生物・生態系への影響評価

【課題3】災害後の地域環境の再生・創造等に関する調査・研究の推進

【課題4】地震・津波災害に起因する様々な環境変化とその影響に関する調査・予測に関する研究に総合的に取り組み、まず東日本大震災の被災地の復興と環境創造に対して環境研究の面から貢献し、もってその研究成果により大地震等が生じた際の人や環境への被害の回復や環境汚染対策等の環境政策に貢献できるようにする（図1.1-1）。

このような幅広い分野における、多面的で、相互に関連した研究を、総合的、効果的、効率的に推進するため、つくばの国環研本構と福島県における研究拠点の連携を確保しつつ、一体的な研究推進体制を確立することを目指す。

また、福島県等の被災自治体、他の研究機関等との連携を図りつつ実施する。

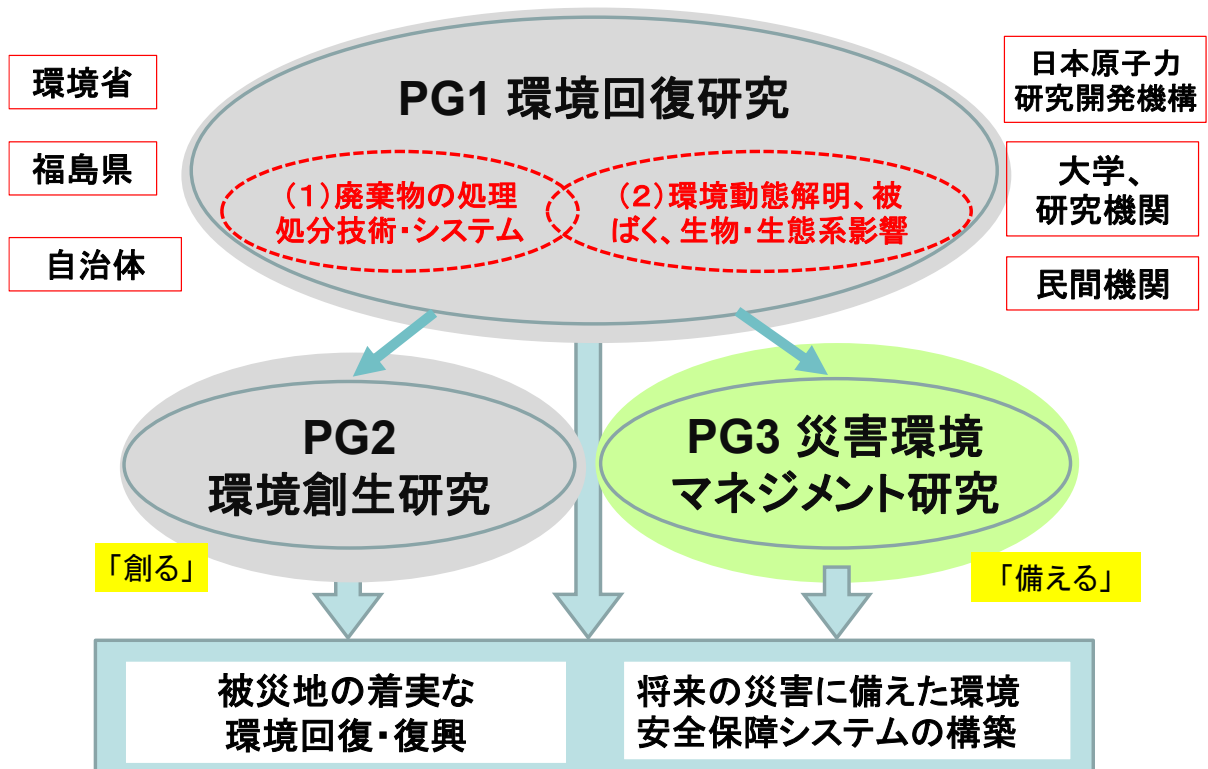


図 1.1-1 災害環境研究の全体構成

1.1.2 平成 27 年度の実施計画概要

3つの研究プログラム（PG1：環境回復研究プログラム、PG2：環境創生研究プログラム、PG3：災害環境マネジメント研究プログラム）を編成し、以下の研究に取り組む（図 1.1-2）。

（1）環境回復研究 1「放射性物質に汚染された廃棄物等の処理処分技術・システムの確立」

環境回復研究プログラム（PG1）において、放射性物質に汚染された廃棄物・土壌等について、現地調査、基礎実験、フィールド実証試験及びシステム分析等により、放射性物質の基礎物性・挙動特性等を踏まえた、各処理プロセス（保管、減容化、再生利用、貯蔵、最終処分等）における制御技術・システムの開発・高度化・評価、関連処理施設の長期的管理及び解体・廃止等手法に関する調査研究を行うとともに、測定分析・モニタリング技術、廃棄物処理・資源循環システム全体でのフロー・ストック及び放射性物質管理方策、リスクコミュニケーション手法等に関する調査研究を実施する。これらを通じて必要な科学的知見を集積し提供することにより、現下の喫緊の課題である汚染廃棄物等の適正かつ円滑な処理の推進等に貢献する。

（2）環境回復研究 2「放射性物質の環境動態解明、被ばく量の評価、生物・生態系への影響評価」

環境回復研究プログラム（PG1）において、放射性物質に汚染された土壌、森林、河川、湖沼、沿岸等の汚染実態と環境動態を把握し、将来動向を予測するために、汚染程度の異なる流域圏を対象として、多媒体環境モデリング、環境動態計測、環境データ解析を統合した研究を推進する。また、人への被ばく量の広域的な推計手法を開発して被ばく実態を把握する。更に、放射性物質による生物・生態系に対する影響に関する研究、無人化や除染による生態系変化や生態系管理に関する研究を進める。これらを通して、国や自治体を実施する環境回復に係る施策の推進を科学的側面から支援する。

（3）環境創生研究「災害後の地域環境の再生・創造等に関する調査・研究の推進」

環境創生研究プログラム（PG2）では、福島県新地町において社会実装につながる研究をさらに推し進める。さらに福島県内の自治体との連携を通じて、被災地域における都市の復興・再生から環境創造までのプロセスを支援する研究を行う。自治体の政策支援についての理論と手法の構築に関する研究を進める。被災地域の特色・特徴を活かしながら低炭素社会、資源循環社会等の面からの検討も加え、地域環境資源を活かした具体的なエネルギー地域システム事業を研究面から支援し、環境都市政策の将来ターゲットとそこへの道筋を定量的に提示する社会実装型の研究を進める。

（4）災害環境マネジメント研究「将来の災害に備えた環境マネジメントシステム構築に関する調査・研究の推進（地震・津波災害に起因する様々な環境変化とその影響に関する調査・予測を含む）」

災害環境マネジメント研究プログラム（PG3）において、東日本大震災等に関する検証研究を含め災害と環境に関する研究で得られた知見を一般化・体系化すること等により、将来の発生が予想される地震その他各種災害への備えとして、資源循環・廃棄物マネジメントの強靱化や環境・

健康リスク管理戦略の確立など、環境影響の評価や対応できる社会づくりを支援するための研究を実施する。

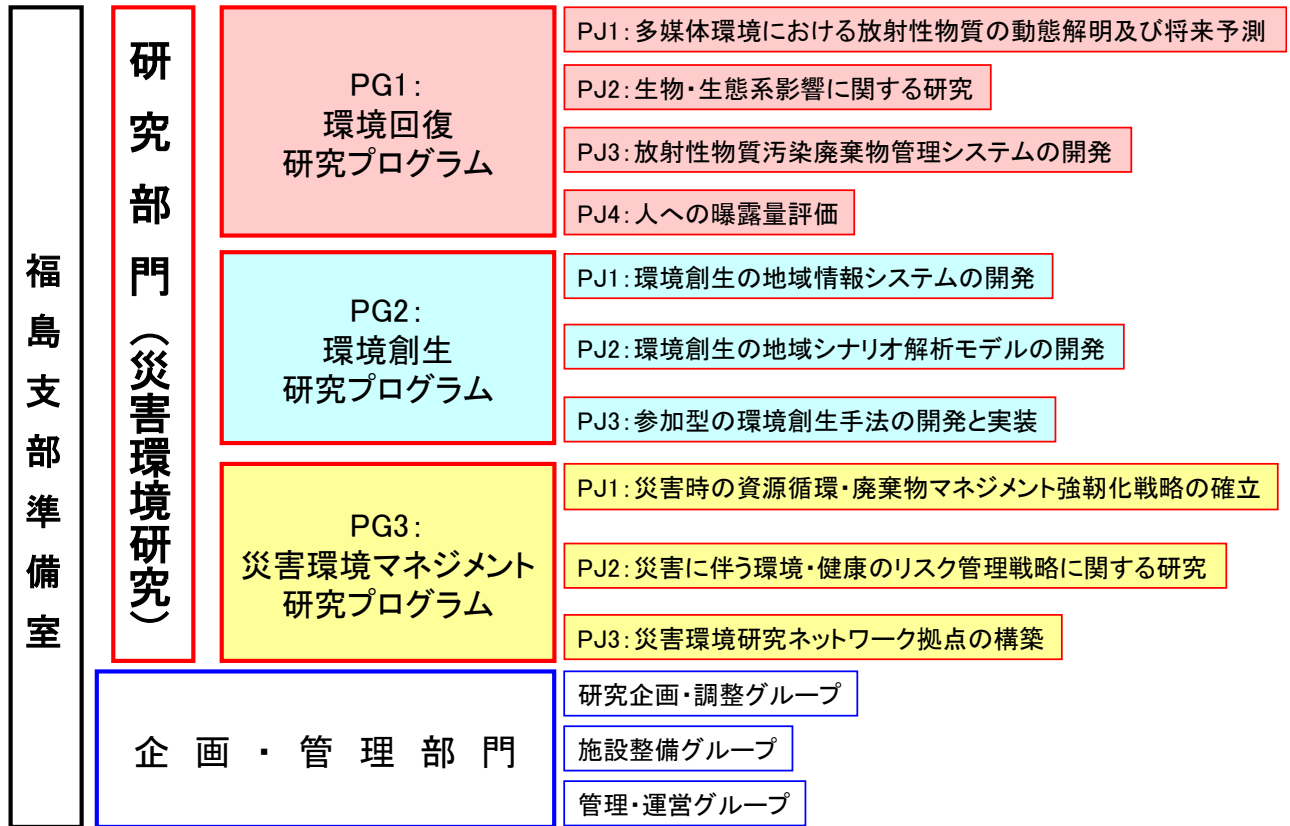


図 1.1-2 災害環境研究のプログラム・プロジェクト構成と福島支部準備室*の関係

* 災害環境研究の現地研究拠点として平成 28 年度に福島県環境創造センター（福島県三春町）に開設を予定している福島支部の各種準備を進めるため、平成 25 年 10 月 1 日に設置。

1.1.3 平成 27 年度研究成果の概要

【環境回復研究 1「放射性物質に汚染された廃棄物等の処理処分技術・システムの確立」】

- ① 焼却シミュレータの妥当性の検証と改良を行った。土壌等への放射性 Cs の吸着能を各種吸着試験で検討した。汚染廃棄物取扱施設解体撤去の際の汚染検査法をまとめた。浸出水中低濃度放射性 Cs を検出するアラートシステムの現地試験を行った。コンクリート再利用のため Cs の浸透深さを評価し、除染・再利用指針にまとめた。飛灰のセメント固型化に用いる放射性 Cs 不溶化剤として耐アルカリ性の高いフェロシアン化ニッケルを開発した。
- ② 指定廃棄物処分場に用いるコンクリート構造物の耐久性等に関する技術指針の有効性を実飛灰暴露試験により検証し、維持管理に必要な項目と今後の研究課題を整理した。埋立層補強工である敷網工の評価を行った。不透水性覆土層の涵養量実証試験を進めた。除染廃棄物焼却施設炉内の汚染実態と耐火物からの放射性 Cs 溶出挙動を明らかにし、加熱によるクリーニング効果を検証した。特定一廃・産廃処分場内放射性 Cs 挙動解析の標準化を行った。
- ③ 大気降下物や下水流入水調査による放射性 Cs 等の発生源解析、焼却灰中の放射性 Sr 分析により汚染状況や分配挙動の解析等を実施した。廃棄物等の放射能濃度等より減衰率を考慮して放射性セシウム量に換算する手法を検討した。放射性セシウムのフロー・ストック分析モデルと横断的に被ばく線量評価ツールの接続をケーススタディにより進めた。
- ④ 指定廃棄物長期管理施設の候補地選定過程における議論を整理し、迷惑施設の社会的な負担のあり方とリスク概念の必要性について考察した。

【環境回復研究 2「放射性物質の環境動態解明、被ばく量の評価、生物・生態系への影響評価」】

- ① 高線量山地域（太田川上流域）での河川調査から、高水時における溶存態放射性セシウム（以下、溶存態 Cs）の濃度上昇、すなわち降雨流出による高汚染森林域からの相乗的な溶存態 Cs フラックスの増加を明らかにした。また、日本原子力研究開発機構（JAEA）と協働で実施した太田川上流の横川ダム湖調査から、プランクトン含有放射性 Cs 濃度が季節（種組成）によって変化するものの、湖内の放射性 Cs に占める割合は非常に小さく（0.3%未満）、溶存態 Cs の発生源としての役割は小さいことが確認された。また、湖内の水温躍層形成時の溶存態 Cs 濃度が表層よりも底泥直上水で有意に高く、底泥からの溶存態 Cs 溶出を示唆する結果を得た。
- ② 多媒体モデリングにおいて、大気モデルでは昨年度構築したオンライン再飛散モデルを用いて事故後数年間のシミュレーションを実施した。また、観測データから再飛散係数を推計して、事故後数年間にわたって大気濃度場と沈着場を整合的に再現した。陸域モデルでは、放射性セシウムの環境挙動の日間変動を予測するためにモデルを改良した。さらに、森林域における放射性セシウム深度分布や流出量を詳細に予測するモデルを作成した。海洋モデルでは、陸域モデルによるシミュレーション結果を活用し、河川経由で流出した放射性セシウムの動態予測、及び海底土放射性セシウム濃度の時空間分布への影響評価を行った。
- ③ 放射線による生物影響を調べた結果、植物では花成の遅延が、アカネズミでは DNA の酸化が起きている事を明らかにした。また、水生生物では放射性セシウムの移行と蓄積は現在も続いていることを明らかにした。さらに、沿岸域の生物種数・個体密度は回復傾向にあるものの依然低い事を見いだした。さらに、避難指示区域内外における生物相モニタリングにより避難指

示区域内においてキムネクマバチの個体数が有意に少ないことを明らかにした。

- ④ 福島県飯舘村における大気粉塵および室内ダストの継続的モニタリングを行うとともに、室内ダスト中の放射性 Cs の起源解析、室内外の空間線量の詳細測定・寄与解析を実施した。東日本の被ばく線量推定モデルでは、H26 年度までに構築したモデルに対し、インプットデータ、パラメータデータの精査を行った。

【環境創生研究「災害後の地域環境の再生・創造等に関する調査・研究の推進」】

- ① 福島県新地町を対象として、住宅と産業モニタリングシステムの拡張・整備を進め、エネルギー消費量の計測を実施した。年間を通じた地域のエネルギー需給の基盤データベースとして整備し、需給特性を評価した。自治体等による ICT を活用したエネルギー需給マネジメントの実施のための基礎情報を整備した。
- ② 地理情報システムを活用して、地域の資源・エネルギーポテンシャルを視覚化するシステムの開発を進め、復興計画の策定を支援するモデルを開発した。福島県浜通り北部地域を対象としたケーススタディにより実証的に検討を進めた。地域固有のエネルギー資源を活用したエネルギー供給システムの複合モデルを開発し、福島県新地町の新地駅周辺再整備事業を対象として、自治体、関係する企業との連携の下で実証的に検討した。拠点地区の空間デザインやそのエネルギーシステム設計がエネルギーコストや環境負荷の増減を通じ、中長期の生活・環境・経済へ与える影響を評価し、住民が地域の将来像を選択できる基盤を構築した。
- ③ 地域統合評価モデル（AIM モデルを福島自治体に適用）を用いて、バックキャストによる時系列的な施策の検討を実施した。対策導入による経済影響等を評価した。さらに、課題抽出作業を踏まえた福島支部での研究内容の再検討を実施した。木質バイオマスを対象に供給ポテンシャル、バイオマス生産、輸送、消費、再利用における技術および複合技術の低炭素化に向けたモデルを開発した。素材生産、木材加工時のエネルギー消費量などヒアリング調査を行った。
- ④ 自治体職員による新地くらしアシストタブレットの利用実証を行い、システムの課題抽出及び改修を継続した。対象地域における復興・街づくりに関する取り組みに関する調査を実施し、復興・街づくりの法政策上の障壁となり得る要素が現実の障壁となっているかについて分析を行った。森林バイオマスの活用のインタビュー調査を実施し、家庭における森林バイオマス活用の現状についてウェブアンケート調査を実施した。ボランティア参加者の参加要因の分析を詳細化した。ボランティアについての一般モデルを作成した。ボランティア一般モデルに基づいて、ボランティアを呼び込むための情報システムのあるべき姿について、規範的モデルを作成した。

【災害環境マネジメント研究「将来の災害に備えた環境マネジメントシステム構築に関する調査・研究の推進」】

- ① 東日本大震災の実績から、災害廃棄物発生量原単位の推定ならびに地理情報システム上での検証を行い、将来の大規模災害発生時における災害廃棄物量・質の推定を行うとともに、WebGIS による災害廃棄物量推定システムのプロトタイプを構築した。災害廃棄物の選別手法について、人間工学的観点からその影響因子を明らかにし、再生利用を最大化するための操作因子とその効果を示した。家屋解体現場や仮置場近傍での繊維飛散状況の把握、災害廃

棄物中の石綿迅速判定法の取りまとめ、津波堆積物や災害廃棄物に由来する分別土砂からのヒ素等の化学物質の溶出挙動、盛土の沈下や浸透水の挙動を明らかにした。FEM 解析による浄化槽の耐震性評価手法を示し、避難所における自立型浄化槽の設計パラメータを提示した。アジア都市における廃棄物処理の水害に対する脆弱性評価ツールを開発し、自治体職員の能力向上ワークショップを開催した。埋設動物の減容化技術の適用にする安定した処理計画について検討した。東日本大震災で災害廃棄物処理業務に携わった職員に対する災害エスノグラフィ調査等から、災害廃棄物処理に係る対応業務のタイムラインを作成し、世界標準的な災害対応システムにおける組織論的機能、処理実行計画（Incident Action Plan）策定手法を提示した。

- ② 緊急時環境調査における対象物質の選定と判断のため、緊急時に考慮すべき不確実性等のリスク評価要因について検討を行いリスク評価のための判断値の設定を試みた。爆発事故を想定した揮発性有機化合物の全自動同定定量データベースを地方環境研究所と共同で作成し、また平成 27 年 9 月関東・東北豪雨による水害被害に対し、水害堆積土壌及び被災地空気中のエンドトキシン濃度を測定、速報を関係機関と共有した。大気（3 m³）および水質（50 mL）からの揮発性および難揮発性有害有機物質の非標的分析を検討し、熱脱着装置を用いた捕集成分の GC 全量導入と GC×GC-HRTOFMS により 270 成分の農薬・特化物が同定された。津波が干潟生態系へ及ぼした影響について調査を行い、震災前後で軟泥流失と底質環境の改善、底生動物の種多様性低下等を見出した。また、流出油により底質が汚染された大船渡湾ほか 3 湾の濃度分布と PAH が底生動物に明確な悪影響の情報を得た。緊急時環境調査体制について、地方環境研究所 67 機関の意見交換会を開催し、また、米国環境保護庁において移動実験室や緊急時調査体制の視察、米国国立環境保健科学研究所における緊急時公衆衛生調査計画を調査した。
- ③ 災害廃棄物対策に関する情報プラットフォームを構築し、ユーザーである基礎自治体職員に対するアクセシビリティの改善を行うとともに、東日本大震災後の土砂災害や豪雨災害における災害廃棄物処理に関する速報ならびにその経験や技術情報の提供を実施した。行政職員における災害廃棄物処理マネジメントに求められる人材や能力に基づき、体系的な人材育成プログラムを提示した。また、人材育成コンテンツのひとつとして、機能演習である災害廃棄物対策図上演習を実践した。人材ネットワーク構築にむけて、環境省地方環境事務所や都県における災害廃棄物処理計画策定支援、人材育成、広域連携に係る参画型ワークショップの企画、共催、運営、知識支援を実施した。また、環境省災害廃棄物対策支援チーム D.Waste-Net のメンバーとして、平成 27 年関東・東北豪雨災害での支援活動を実施した。

1.1.4 まとめ

東日本大震災後、7 研究センターの研究者の参加による分野横断プロジェクトとして進めてきた災害環境研究の蓄積をもとに、平成 28 年度から福島研究拠点で推進する予定の研究を見据えて編成した 3 つの研究プログラムにおいて、行政機関や関連研究機関等と連携しつつ、総合的な研究を実施した。全体として平成 27 年度計画の目標達成に向けて進捗している。

【環境回復研究1】放射能汚染廃棄物等の安全安心な適正処理・処分方法を確立するために、焼却時の放射性セシウム挙動シミュレーションモデルの改善、環境省解体撤去マニュアル策定作業への貢献、埋立処分場の長期管理方策の提言、焼却飛灰の洗浄技術や遮断型相当処分場のコンクリート技術の指針化等、多角的な研究アプローチにより問題解決に向けた取り組みを行い、環境省支援を中心にしながら学界や業界との間のハブ機能を担いつつ、多大な貢献を果たした。

【環境回復研究2】福島県浜通り地域を対象とした環境計測による放射性セシウムの森林域からの流出特性、ダム湖におけるセシウムの挙動と収支などの把握、多媒体環境モデルの改良・検証・解析、植物と野生動物への放射線影響評価手法の開発と適用、広域的な生物相モニタリング体制の構築、福島県飯館村における人の被ばくに係る測定・解析等の調査研究が進み、これらの成果を環境省や福島県等に提供することによって被災地の環境回復の推進に貢献した。

【環境創生研究】福島県新地町を対象とした地域情報システムの拡張と解析、復興計画を支援するモデル開発、地域統合評価モデル（AIMモデルを福島自治体に適用）を用いたバックキャストによる時系列的な復興施策の検討、復興・街づくりや森林バイオマス利用に関するアンケート調査の実施・分析など、行政、住民、企業等と連携した、被災地の復興まちづくりに貢献する調査・研究が進捗した。

【災害環境マネジメント研究】東日本大震災の災害廃棄物の実績及び実証試験等を評価・総括し、技術的、システムの観点から災害廃棄物処理システムのあり方を提示することにより、国における国土強靱化に向けて将来の大規模災害に備えた検討に貢献した。また国内外の災害対応機関の実態調査を進め、実行可能性のある緊急時環境調査体制のあり方について検討した。更に9月初旬に起こった関東・東北水害に対して、これまでの知見と経験を活かした緊急対応を行うなど多大な行政貢献を行った。

これらの研究成果は、各種学会・講演会での発表、著書や論文（査読つき25編）等の発表などを通して学術的に貢献した。また、国連世界防災会議におけるパブリックフォーラム（仙台市）や出前講座（南相馬市）の開催、刊行物（災害環境研究Q&A2015、環境儀、英語版ブックレットシリーズ、NIESレターふくしま、三春町広報誌掲載記事等）の発行、ホームページ（災害環境研究サイト、災害廃棄物情報プラットフォーム）等により研究成果や情報の発信に努めた。福島県環境創造センター研究棟に開設する福島支部立上げに向けた様々な準備を、管理部門と協力し、福島県やJAEA等とも連携して進めた。