

## 地球規模課題対応国際科学技術協カプログラム (SATREPS)

### 研究課題別中間評価報告書

#### 1. 研究課題名

チェルノブイリ災害後の環境管理支援技術の確立  
(2017年4月1日～2022年3月31日)

#### 2. 研究代表者

2-1 日本側研究代表者：難波 謙二

(福島大学共生システム理工学類／環境放射能研究所 教授)

2-2 相手側研究代表者：Serhii Kirieiev

(Director General、State Specialized Enterprise  
'ECOCENTRE' )

#### 3. 研究概要

本プロジェクトでは、チェルノブイリ原発周辺の立入禁止区域（原発中心地から周囲 30 km圏内）および周辺都市の放射性動態のモニタリング体制と予測モデルを確立し、科学的知見に基づいた環境対策や法整備を支援する。

具体的には、チェルノブイリ原子力発電所の冷却水供給池の水位モニタリングから、供給池における放射性核種の物理・化学的性質を明らかにし、その環境影響を評価する。原発周辺の立入禁止区域にて、放射性物質の長期的な動態をモニタリングし、その解析結果を新たなゾーニング設定（避難区域の再編など）の基礎情報として提供する。また、森林火災や洪水によって、立入禁止区域から居住域（首都キエフ）へ長距離輸送される放射性物質の観測手法・予測モデルを確立する。

本プロジェクトは下記の4つの研究題目で構成される。

- (1) 冷却水供給池の水位低下に伴う環境変化の把握と予測
- (2) 新たなゾーニング設定に向けたモニタリング手法の確立とモデルによる影響予測
- (3) 広域的モニタリング・モデリングに基づく環境影響評価手法の確立
- (4) 環境回復および放射線防護に関する提言

#### 4. 評価結果

**総合評価：A**

**(所期の計画と同等の取組みが行われている)**

本プロジェクトはチェルノブイリ原発事故後に設けられた立入禁止区域にて、生態系の汚染状況、環境回復の推移を調査している。研究テーマも多岐にわたり、多くのウクライナ側研究機関が参画しているが、それら研究機関との共同調査・情報交換が研究代表者の

リーダーシップによって着実に進行していると評価する。また、機材調達やモニタリング体制の構築には遅れが生じたものの、現在はモニタリング・分析による基礎データが蓄積されつつあるといえる。

しかし、中間時点における論文投稿数は5本（そのうち、日本・ウクライナ両国の共著論文は2本）とやや少ない。プロジェクト後半にかけて、観測データやモデルの解析結果を学術論文として積極的に投稿することを期待する。

また、環境回復や放射線防護に関する提言を取りまとめる際には、いくつかのシナリオを用意し、それらシナリオの実現に必要な科学的な根拠・モニタリング体制をバックキャスト的な思考で検討してほしい。同様に、今後のモニタリング・モデリング方針は、現地の再ゾーニングの方針に基づいて決定されることが重要と考える。

さらに、チェルノブイリ立入禁止区域における放射性核種の長期的動態の把握によって、福島被災地域の持続的な環境修復の理解・技術向上に寄与してほしい。

#### 4-1. 国際共同研究の進捗状況について

本プロジェクトの各研究題目の進捗状況を下記にまとめる。

##### (1) 冷却水供給池の水位低下に伴う環境変化の把握と予測

本研究題目では、冷却水供給池における放射性核種の現存量・分布把握が概ね順調に進んでいる。既に、供給池における水質観測体制が構築され、プロジェクト1年目から2年目にかけて計3回の水質観測が行われている。また、供給池の湖底・湖岸堆積物のサンプリング体制も構築され、多地点で堆積物に含まれる放射性核種の蓄積量が深度別に明らかになった。今後、これら観測結果と過去の調査結果を包括的に比較することで、供給池の水位低下による放射性核種の化学形態変化が明らかになると期待される。

また、供給池と周辺地下水の移行・交換関係の定量評価が進んでいる。これまでに、供給池の周辺にある既存観測井戸(10ヶ所)を活用した定期モニタリング体制が構築された(測定項目:地下水位と水温)。また、水位低下によって供給池の湖底が陸地化・湿地化したエリアに3つの新規井戸が掘削され、深度別(深度30m、60m、90m)に地下水位・地下水質が連続観測されている。今後、既存・新規の観測井戸から得た観測データを用いて、供給池周辺の平面的・断面的な地下水流動を再現した3次元地下水流動解析モデルが構築される予定である。

供給池周辺に棲息する小型哺乳類の調査も進んでおり、湖底が陸地化・湿地化したエリアで捕獲した齧歯類の体内放射能核種の濃度が明らかになっている。また、供給池の多地点で捕獲した水中生物(特に、魚類)の放射性核種濃度も測定された。今後、供給池内の放射性核種の現存量・分布データを援用し、放射性核種が供給池から野生生物に移行するメカニズムが解明されると期待される。

## (2) 新たなゾーニング設定に向けたモニタリング手法の確立とモデルによる影響予測

本研究題目では、立入禁止区域内に土壤侵食プロットが複数設置され、各プロットにて冬期の降雪、土壤の凍結・融解がモニタリングされている。また、森林火災の発生跡地に設置されたプロットでは、コントロール区（森林火災無し）と比べて出水しやすいことが判明した。同プロットから流出した水・土砂に高濃度の放射性セシウムおよびストロンチウムが含まれており、それらが周辺河川に流入すると河川内の放射性核種濃度が上昇するという結果は、現地の環境回復および放射線防護を検討する上で重要な知見といえる。また、土壤侵食プロットの一つでは農業再開を想定したソバ栽培が行われており、農作物への移行量が明らかになると期待される。

供給池周辺の河川支流では、流量・水中の放射性核種濃度のモニタリング体制が構築された。また、相手国研究機関から提供された河川中の放射性核種濃度の長期観測データから、河川中の放射性核種の長期低減傾向や季節変動がパラメトリックモデルによって再現されたことは、河川水系における放射性物質の移行把握につながると期待される。

## (3) 広域的モニタリング・モデリングに基づく環境影響評価手法の確立

本研究題目では、立入禁止区域内および首都キエフにおけるモニタリング体制（気象観測装置、エアロゾルの粒径別サンプラー、降下物捕集器、緊急時の非常用電源など）が整備され、放射性エアロゾルの発生起源の特定・経時変化のシミュレーションが可能になった。また、2015年の森林火災をモデルケースとし、気象データや放射能濃度の実測値・背景となる土地性状（地形・地質・土壤・土地利用現況など）をパラメータとした放射性エアロゾルの大気拡散シミュレーションも行われ、立入禁止区域の観測結果とシミュレーション結果が概ね一致している。また、2018年に発生した森林火災を対象とした大気拡散シミュレーションも行われており、広域的評価に向けた取り組みが順調に進んでいると評価する。

## (4) 環境回復および放射線防護に関する提言

本研究題目では、立入禁止区域を所管する省庁および傘下の研究機関とのネットワークを強化し、提言（技術サイト・廃棄物処理施設・自然および放射線汚染域の指定保護地区の設定など）の取りまとめに向けた協議が進んでいる。また、長期にわたってチェルノブイリで研究に取り組んできたイギリス研究機関（iCLEAR）と連携し、研究発表会やフォーラムを開催していることも望ましい取り組みといえる。

2019年5月には、新ウクライナ大統領が就任し、相手国研究機関における組織再編・人事異動が実施された（2019年10月時点）。新大統領の体制下では、立入禁止区域にてエコツアーやカヌーレースを開催するといった新たな取り組みが開始。2016年頃には同地区に棲息する野生動物の保護に主眼が置かれていたものが、同区域を観光資源として活用する動きが活発化し、廃棄物処理施設や大規模太陽光発電施設の建設案も浮上している。こうしたウクライナ政府の新たなニーズを組み込みつつ、研究題目（1）～（3）の研究成果を整理・統合した立入禁止区域の管理および周辺環境の放射線防護について提言を取りま

とめることが重要と考える。

#### 4-2. 国際共同研究の実施体制について

本プロジェクトでは、研究題目ごとにウクライナ側の連絡窓口となる担当研究機関が設定されている。日本側研究メンバーからウクライナ側へ連絡する際は、その担当研究機関がハブの役割を果たして関連する共同研究機関へ連絡が伝達される。こうした連絡網の整備はスムーズな情報共有を実現する上で望ましい取り組みである。

また、本プロジェクトではウクライナでの学位取得・勤務経験を持つ日本人が業務調整役を担っている。同調整役はウクライナ語が流暢であり、勤務経験を通して形成した現地法人・個人との交友関係も広い。同調整役によって、日本側研究メンバーの現地に対する慣習や歴史・文化の理解が進み、相手国での勤所を押さえたプロジェクト運営が実現している。

本プロジェクトに参加する日本側研究メンバー（計20名）のうち、約半数が42歳以下の若手研究者である。そのうち1名は本プロジェクトの業績によってプロジェクト研究員から福島大学の特任助教へ昇進し、イギリス研究機関（iGLEAR）がチェルノブイリで実施する共同研究プロジェクトにも参加している。こうした若手研究者の学術的な実績から、本プロジェクトによる人材育成が進んでいると評価する。

#### 4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

チェルノブイリ立入禁止区域および福島原発被災地域の放射性核種の長期的な動態は、世界的に大きな関心事であり、両地域の比較研究には新規性があると考えられる。これらの比較研究によって、両地域の持続的な環境管理技術に関する理解が向上すれば、潜在的な原子力災害被災地域における防災や将来予測および将来設計に資する情報提供が可能になると期待される。

しかしながら、中間時点における研究成果（特に論文発表）は必ずしも十分とは言えない。各研究題目では観測・モニタリング体制が構築されつつあり、そこから貴重なデータが蓄積されつつあると窺える。プロジェクト後半にかけて、それらデータの解析結果をオリジナルの研究論文として国際的な科学雑誌へ数多く発表してほしい。

また、相手国研究機関の中には予算確保が十分でない機関が含まれており、供与機材等がプロジェクト終了後も持続的に使用・維持管理できるか不透明である。必要であれば、プロジェクト終了後の供与機材の使用や観測・モニタリング体制の維持管理を含むアクションプランを作成するといった善後策を検討してほしい。

#### 4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

ウクライナでは優秀な若手研究者が他国・他機関へ流出する傾向が見受けられる。本プロジェクトでも積極的にウクライナの若手研究者を研修生として本邦へ受け入れているが、

候補者を探すこと自体が難しい状況にある。引き続き、第三国からの研究者採用なども含めて、若手研究者を長期的に確保していくための工夫・制度が必要と考えられる。

他方で、両国の研究機関は連携の重要性を認識しており、プロジェクト終了後も一定の研究交流が継続されるものと期待される。また、本プロジェクトではウクライナ環境・天然資源省大臣やチェルノブイリ立入禁止区域管理庁長官の日本招聘も行われており、提言の反映に向けた行政関係者のコミットメントの引き出しが進んでいることは評価できる。

#### 4-5. 今後の課題・今後の研究者に対する要望事項

中間時点までに、研究題目（1）～（3）の観測体制の構築が概ね完了し、今後はその観測データやモデル解析結果の統合によって環境回復および放射線防護に関する提言をとりまとめるフェーズに入る。社会実装面では、環境回復・放射線防護にかかる提言がウクライナ政府内で実際に協議・実行されることが非常に重要であるため、相手国行政関係者の本プロジェクトへの巻き込みは是非とも継続してほしい。

また、リスク評価については、住民や地域社会の判断・合意形成が重要であり、この点についての方向性・方法論の検討が望まれる。必要であれば、社会科学（特に政策科学）の専門家の意見を提言に組み込むべく、研究代表者の所属機関（福島大学）などで適切な研究者の巻き込みを検討いただきたい。

環境回復や放射線防護に関する具体的な提言内容は、本プロジェクトから得られた科学的な知見に基づいたものであるべきである。提言の中ではいくつかのシナリオを用意し、それらシナリオの実現に必要な科学的な根拠・モニタリング体制をバックキャスト的な思考で検討してほしい。同様に、今後のモニタリング・モデリング方針は、現地の再ゾーニングの方針（基本的考え方）に基づいて決定されるべきである。現時点では、継続的なモニタリングやモデリングが指向されているように窺えるが、どのようなゾーニング方針であるかについては明確になっておらず、研究代表者を中心に相手国と協議を重ねることが望ましい。

大きな放射線災害による被害を受けた2か国の連携であり、世界に向けてインパクトのある成果を発信できると期待したい。本プロジェクトの研究成果を活かして、わが国の福島原発事故での放射性物質の長期挙動や生態系を含めた環境修復などに関する比較研究を積極的に発信してほしい。また、本プロジェクトで構築した放射性物質モニタリングシステム、分析・予測技術などをIAEAの原子力発電にかかる国際的な安全規定に反映するなど、世界標準化に向けて尽力してほしい。

以上

# 成果目標シート

研究課題名	チェルノブイリ災害後の環境管理支援技術の確立
研究代表者名 (所属機関)	難波 謙二 (福島大学環境放射能研究所)
研究期間	H28採択(平成28年10月1日～平成34年3月31日)
相手国名/主要相手国研究機関	ウクライナ/ECOCENTER/ウクライナ非常事態省立入禁止区域庁(SAUZM)

## 付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>福島原発事故後の汚染地域での将来予測</li> <li>福島原発事故後の汚染地域の環境管理の効率化</li> <li>福島の現状に関する情報発信による負のイメージの払しょく</li> </ul>
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子力災害への防護策の高度化</li> <li>原子力災害後の放射性核種の長期動態の解明</li> </ul>
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境中の放射性物質に関するモニタリング手法と体制の標準プロトコル構築</li> <li>ChEZの状況を反映した広域予測のモデル構築</li> </ul>
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際的に活躍可能な日本側若手研究者の育成(若手研究者の雇用、国際社会への発信、レビュー付雑誌への論文掲載など)</li> </ul>
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>ウクライナ政府関係者、研究者による福島原発被災地域の視察・情報共有および人的ネットワークの構築</li> </ul>
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ウクライナ政府機関に対する環境修復事業に対する提言書</li> <li>レビュー付雑誌への論文掲載</li> </ul>

## 上位目標

避難区域が再編され持続的マネジメントが行われる

モニタリングに基づく  
避難区域再編に関する提言

下記の内容を含む提案書の提出  
(1) 福島の避難区域、(2) 福島における環境修復技術、  
(3) 立入禁止区域のゾーニングに関連する研究結果  
(4) 環境管理に関する規制文書に対する推奨事項

## プロジェクト目標

チェルノブイリ周辺地域における放射性核種動態のモニタリングおよびモデルシミュレーション手法の確立

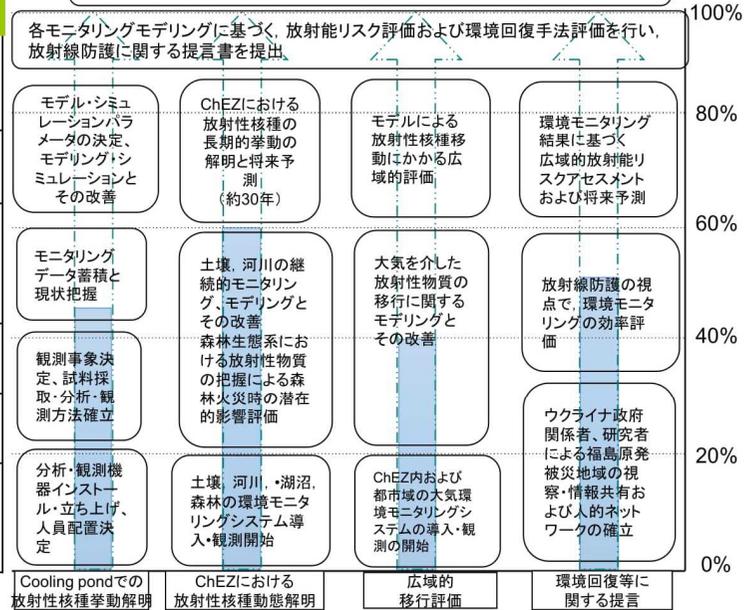


図1 成果目標シートと達成状況 (2019年6月時点)