



JAEA-Evaluation

2015-004

DOI:10.11484/jaea-evaluation-2015-004

**平成26年度 研究開発・評価報告書**  
**評価課題「福島環境回復に関する技術等の研究開発」**  
**(事後／事前評価)**

Assessment Report on Research and Development Activities in FY2014  
Activity: “Research and Development of the Technologies for Fukushima  
Environment Recovery” (Ex-post/Ex-ante Evaluations)

福島研究開発部門

Sector of Fukushima Research and Development

September 2015

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Evaluation

本レポートは国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。  
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。  
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp>)  
より発信されています。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 研究連携成果展開部 研究成果管理課  
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4  
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency.  
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to  
Institutional Repository Section,  
Intellectual Resources Management and R&D Collaboration Department,  
Japan Atomic Energy Agency.  
2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan  
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2015

平成 26 年度 研究開発・評価報告書  
評価課題「福島環境回復に関する技術等の研究開発」  
(事後／事前評価)

日本原子力研究開発機構  
福島研究開発部門

(2015 年 5 月 12 日受理)

独立行政法人日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」という）は、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成 20 年 10 月 31 日内閣総理大臣決定）及びこの大綱的指針を受けて作成された「文部科学省における研究及び開発に関する評価指針」（平成 21 年 2 月 17 日文部科学大臣決定）、並びに原子力機構の「研究開発課題評価実施規程」（平成 17 年 10 月 1 日制定、平成 21 年 8 月 19 日改正）等に基づき、平成 26 年 9 月 16 日に「福島環境回復に関する技術等の研究開発」に関する事後評価及び事前評価を福島環境研究開発・評価委員会に諮問した。

これを受けて、福島環境研究開発・評価委員会は、委員会において定められた評価方法に従い、原子力機構から提出された第 2 期中期計画期間（平成 23 年 3 月から平成 27 年 3 月）における研究開発実績、及び第 3 期中長期計画期間（平成 27 年 4 月から平成 34 年 3 月）における研究開発計画に関する説明資料の検討及び各担当者による口頭発表と質疑応答を実施した。

本報告書は、福島環境研究開発・評価委員会より提出された事後／事前評価の内容をとりまとめたものである。

---

本報告書は、福島環境研究開発・評価委員会が「国の研究開発評価に関する大綱的指針」等に基づき実施した外部評価の結果を取りまとめたものである。

日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門 企画調整室（事務局）  
いわき事務所 〒970-8026 福島県いわき市平字大町 7-1 平セントラルビル 8F

Assessment Report on Research and Development Activities in FY2014  
Activity: “Research and Development of the Technologies for Fukushima Environment  
Recovery” (Ex-post/Ex-ante Evaluations)

Sector of Fukushima Research and Development

Japan Atomic Energy Agency  
Iwaki-shi, Fukushima-ken

(Received May 12, 2015)

Japan Atomic Energy Agency (hereinafter referred to as “JAEA”) consulted an assessment committee, “Evaluation Committee of Research and Development Activities for Fukushima Environment ” (hereinafter referred to as “Committee”) for ex-post and ex-ante evaluations of “Research and Development of the Technologies for Fukushima Environment Recovery” in accordance with “General Guideline for the Evaluation of Government Research and Development (R&D) Activities” by Cabinet Office, Government of Japan, “Guideline for Evaluation of R&D in Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology” and “Regulation on Conduct for Evaluation of R&D Activities” by JAEA.

In response to the JAEA’s request, the Committee evaluated the R&D activities during the Second Period of Mid-term Research Plan (from March 2011 to March 2015) as ex-post evaluation and the R&D plans during the Third Period of Mid- to Long-term Research Plan (from April 2015 to March 2022) as ex-ante evaluation. The Committee evaluated the R&D activities and programs based on the explanatory materials prepared by JAEA and its oral presentations with questions-and-answers sessions.

This report presents the results of the evaluation by the Committee.

Keywords: Fukushima, Environment Recovery, Assessment Report

---

This evaluation report presents the result of third-party evaluation conducted based on “General Guideline for Evaluation of Government R&D Activities” by Cabinet Office, Government of Japan, etc.

(Secretariat) Planning and Co-ordination Office, Sector of Fukushima Research and Development, Japan Atomic Energy Agency

目 次

1. 概 要	1
2. 福島環境研究開発・評価委員会の構成	2
3. 審議経過	3
4. 評価方法	5
5. 評価結果（答申書）	7
付録（日本原子力研究開発機構 作成）	59

Contents

1. Outline	1
2. Evaluation Committee of Research and Development Activities for Fukushima Environment	2
3. Status of Evaluation	3
4. Procedure of Evaluation	5
5. Results of Evaluation (Committee Report)	7
Appendices (documents prepared by Japan Atomic Energy Agency)	59

This is a blank page.

## 1. 概要

独立行政法人日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」という）は、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成 20 年 10 月 31 日内閣総理大臣決定）及びこの大綱的指針を受けて作成された「文部科学省における研究及び開発に関する評価指針」（平成 21 年 2 月 17 日文部科学大臣決定）、並びに原子力機構の「研究開発課題評価実施規程」（平成 17 年 10 月 1 日制定、平成 21 年 8 月 19 日改正）等に基づき、平成 26 年 9 月 16 日に「福島環境回復に関する技術等の研究開発」に関する事後評価及び事前評価を福島環境研究開発・評価委員会に諮問した。

これを受けて、福島環境研究開発・評価委員会は、委員会において定められた評価方法に従い、原子力機構から提出された第 2 期中期計画期間（平成 23 年 3 月から平成 27 年 3 月）における研究開発実績、及び第 3 期中長期計画期間（平成 27 年 4 月から平成 34 年 3 月）における研究開発計画に関する説明資料の検討及び各担当者による口頭発表と質疑応答を実施した。

その結果、第 2 期中期計画期間における各研究開発課題については、いずれも当初の目標を達しており、実績については S もしくは A と判断された。波及効果については、国からの委託事業、国や市町村における対策立案、情報提供による住民の不安軽減等に役立てられるとともに、一部開発技術については民間への技術移転が進められるなど具体的な成果が認められ、S もしくは A と判断された。今後の研究開発の展開については、いずれの研究開発課題も妥当と判断された。また、評価委員会の評価対象ではないが、東京電力（株）福島第一原子力発電所事故直後より機構が実施してきた福島県内外における環境放射線モニタリング、学校、公園等の個別施設を対象とした除染実証と手引きの作成、福島県民を中心とした一般市民への放射性物質による環境影響に関する情報提供、本格除染を効率的・効果的に実施する上で必要な知見・技術・経験等を取得するための内閣府除染モデル実証事業への対応等について、福島県の復興の促進、避難者の早期帰還の実現に向け、大きな貢献を果たしてきたとの意見があった。

第 3 期中長期計画期間における研究開発課題および研究計画については、概ね社会的なニーズに合致した課題であること、適宜技術移転が進められる計画であることなどから、全てのテーマについて妥当と判断された。今後、積極的に国、自治体等との双方向のコミュニケーションを図り、成果の反映先を意識して進めること、継続して行われる除染活動、中間貯蔵施設の整備等、復興へ向けた様々な取組に成果をタイムリーに反映させるために、スピード感を持って研究開発を進めることなどの意見があった。

2. 福島環境研究開発・評価委員会の構成

本委員会は平成 25 年 2 月 1 日に設置され、以下の 10 名の委員から構成されている。

委員長	高橋 隆行	国立大学法人 福島大学 学長特別補佐 環境放射能研究所長 理工学群共生システム理工学類教授
	伊藤 京子	国立大学法人 大阪大学 大型教育研究プロジェクト支援室 特任講師
	大迫 政浩	独立行政法人 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター長
	恩田 裕一	国立大学法人 筑波大学 アイソトープ環境動態研究センター 副センター長 放射性物質環境移行部門 教授
	崎田 裕子	NPO 法人 持続可能な社会をつくる元気ネット 理事長
	鈴木 克昌*1	福島県 生活環境部 次長
	田野井 慶太郎	国立大学法人 東京大学大学院農学生命科学研究科 放射性同位元素施設 応用生命化学専攻 放射線植物生理学研究室 准教授
	長谷川 聖治	読売新聞 東京本社 編集局科学部長
	細見 正明	国立大学法人 東京農工大学工学研究院 化学システム工学科 教授
	吉田 聡	独立行政法人 放射線医学総合研究所 福島復興支援本部 環境動態・影響プロジェクト プロジェクトリーダー
	渡辺 俊次*2	福島県 生活環境部 除染対策課 課長

(五十音順)

\*1 任期 平成 25 年 2 月 20 日～平成 26 年 3 月 31 日

\*2 任期 平成 26 年 7 月 11 日～平成 27 年 3 月 31 日



### 3. 審議経過

(1)第1回福島環境研究開発・評価委員会開催：平成25年2月22日

- 研究開発・評価委員会と原子力機構の評価制度について
- 委員長の選出（委員互選）
- 東京電力（株）福島第一原子力発電所事故への原子力機構の取組みについて
- 評価方法について

(2)理事長より委員長に対し「福島環境回復に関する技術等の研究開発」に関する中間評価について諮問：平成25年3月5日

(3)第2回福島環境研究開発・評価委員会（中間評価）開催：平成25年3月10日

- 環境回復に向けた技術等の研究開発の実績と計画について
  - ・環境回復に向けた研究開発の基本方針
  - ・環境モニタリング・マッピング技術の高度化
  - ・Cs 将来予測モニタリングと Cs 移動抑制
  - ・Cs の吸脱着過程の解明
  - ・除染技術の高度化
  - ・除去物・災害廃棄物の減容方法の開発
- その他の活動の報告
  - ・他の研究開発部門における福島環境回復に関連する研究開発
  - ・放射線に関するご意見に答える会について
  - ・原子力機構における情報発信の状況について
- 全体討議

(4)欠席委員への個別説明：平成25年3月14日

第2回福島環境研究開発・評価委員会の内容について事務局より欠席委員に説明

(5)評価結果（答申書）のまとめ

上記の審議結果に基づき委員長が評価結果をまとめ、平成25年3月29日答申した。

(6)第3回福島環境研究開発・評価委員会開催：平成26年3月7日

- 福島環境回復に関する技術等の研究開発の進捗
  - ・環境モニタリング・マッピング技術の高度化
  - ・福島長期環境動態研究（Cs 将来予測モニタリングと Cs 移動抑制）
  - ・Cs の吸脱着過程の解明
  - ・除染技術の高度化

- ・除去物・災害廃棄物の減容方法の開発
- その他の活動の報告
  - ・他の研究開発部門における福島環境回復に関連する研究開発
  - ・福島環境安全センターにおける各種支援業務
  - ・福島技術本部のランドデザインの策定に向けて

(7)理事長より委員長に対し「福島環境回復に関する技術等の研究開発」に関する事後評価及び事前評価について諮問：平成 26 年 9 月 16 日

(8)第 4 回福島環境研究開発・評価委員会（事後／事前評価）開催：平成 26 年 12 月 10 日

- 事後評価
  - ・環境回復に向けた研究開発の基本方針
  - ・環境モニタリング・マッピング技術の高度化
  - ・福島長期環境動態研究
  - ・Cs の吸脱着過程の解明
  - ・除染技術の高度化
  - ・除去物・災害廃棄物の減容方法の開発
- 事前評価
  - ・第 3 期中長期計画について
  - ・環境モニタリング・マッピング技術開発
  - ・福島長期環境動態研究
  - ・除染減容技術の高度化
- その他の活動の報告
  - ・他の研究部門における福島環境回復に関連する研究開発
  - ・個人被ばく線量測定・評価に関する包括的な研究開発

(9)欠席委員への個別説明：平成 26 年 12 月 16 日

第 4 回福島環境研究開発・評価委員会の内容について事務局より欠席委員に説明

(10)評価結果（答申書）のまとめ

上記の審議結果に基づき委員長が評価結果をまとめ、平成 27 年 3 月 9 日答申した。

## 4. 評価方法

理事長からの諮問に基づき、第2期中期計画期間における研究開発内容の事後評価を行うとともに、第3期中長期計画へ反映するための事前評価を行った。

### 4.1 評価方法と評価の観点

#### 4.1.1 事後評価

下記の各研究開発課題について、各実施担当者より説明を受け、原子力機構が実施した自己評価に対し、以下の観点から、実績、成果の波及効果、今後の研究開発の展開について評価を行った。

- ・ 環境モニタリング・マッピング技術の高度化
- ・ 福島長期環境動態研究
- ・ Csの吸脱着過程の解明
- ・ 除染技術の高度化
- ・ 除去物・災害廃棄物の減容方法の開発

#### (1) 実績の評価

- 研究開発の達成度（成功・不成功の原因の把握・分析）
- 当初の研究開発計画の妥当性

#### (2) 成果の波及効果

- 研究開発成果の波及効果の把握・普及

#### (3) 今後の研究開発の展開

- 将来への研究開発の展開

評価は以下の方法で行った。

(1)(2)については、表4-1の基準に従い、機構が行った自己評価に対し、委員の評価を「評価欄」に記載するとともに、「理由／ご意見等欄」に評価理由、特に優れた実績を上げている点、意見等を記入し、集計した。

表 4-1 評価と評価基準

評価	評価基準
S	特に優れた実績を上げている。
A	設定目標を達成，または目標を上回る実績を上げた。
B	設定目標は未達成だが，目標に近い実績を上げた。 (目標達成度 70%以上，100%未満)
C	設定目標は未達成であり，達成に向けた実績も不十分である。 (目標達成度 70%未満)

(3)については，機構の自己評価内容に対し，「評価欄」にて妥当／修正の評価を記載するとともに，「理由／ご意見等欄」に修正理由，意見を記入し，集計した。

各委員の評価結果を集計したものを基に，研究開発課題毎に審議を行い，(1)，(2)，(3)の各項目について，委員会としての事後評価結果を取りまとめた。

#### 4.1.2 事前評価

下記の各研究開発課題について，各実施担当者より説明を受け，原子力機構が実施した自己評価に対し，以下の観点から，研究開発課題及び研究開発計画の妥当性について評価を行った。

##### (1)研究開発課題の妥当性

- 研究開発課題の選定
- 方向性・目的・目標等の妥当性
- 緊急性
- 社会的ニーズとの整合

##### (2)研究開発計画の妥当性

- 研究開発の進め方の妥当性
- 研究資金・人材等の研究開発資源の配分の妥当性

いずれについても，機構の自己評価内容に対し，「評価欄」にて妥当／修正の評価を記載するとともに，「理由／ご意見等欄」に修正理由，意見を記入し，集計した。

各委員の評価結果を集計したものを基に，研究開発課題毎に審議を行い，(1)，(2)の各項目について，委員会としての事前評価結果を取りまとめた。

5. 評価結果（答申書）

平成 27 年 3 月 9 日

独立行政法人日本原子力研究開発機構

理事長 松浦 祥次郎 殿

福島環境研究開発・評価委員会

委員長 高橋 隆行

研究開発課題の事後／事前評価結果について(答申)

平成 26 年 9 月 16 日付貴発「26 原機(福企)005」において諮問のありました「福島環境回復に関する技術等の研究開発」の事後評価ならびに事前評価を行った結果を別紙の通り答申します。なお、第 3 期中長期計画における貴機構の環境回復に係る研究開発全般および他研究部門における環境回復に係る研究開発に対する評価委員会の意見についても参考資料として報告します。

別紙:「福島環境回復に関する技術等の研究開発」の事後／事前評価

参考資料「第 3 期中長期計画における貴機構の環境回復に係る研究開発全般に対する評価委員会各委員からの意見・提言」

以 上

別紙

「福島環境回復に関する技術等の研究開発」の事後／事前評価

目次

1. 評価の概要について	11
2. 評価方法と評価の観点	11
2.1 事後評価	11
2.2 事前評価	12
3. 研究開発課題の事後評価	12
3.1 総合的所見	12
3.2 環境モニタリング・マッピング技術の高度化	13
3.3 福島長期環境動態研究	15
3.4 Cs の吸脱着過程の解明	17
3.5 除染技術の高度化	19
3.6 除去物・災害廃棄物の減容方法の開発	21
4. 研究開発課題の事前評価	24
4.1 総合的所見	24
4.2 環境モニタリング・マッピング技術開発	24
4.3 福島長期環境動態研究	26
4.4 除染・減容技術の高度化	27

## 添付資料

表-1	福島環境研究開発・評価シート 研究開発課題名:環境モニタリング・マッピング技術の高度化	33
表-2	福島環境研究開発・評価シート 研究開発課題名:福島長期環境動態研究	36
表-3	福島環境研究開発・評価シート 研究開発課題名:Csの吸脱着過程の解明	39
表-4	福島環境研究開発・評価シート 研究開発課題名:除染技術の高度化	42
表-5	福島環境研究開発・評価シート 研究開発課題名:除去物・災害廃棄物の減容方法の開発	45
表-6	福島環境研究開発・評価シート 研究開発課題名:環境モニタリング・マッピング技術開発	48
表-7	福島環境研究開発・評価シート 研究開発課題名:福島長期環境動態研究	50
表-8	福島環境研究開発・評価シート 研究開発課題名:除染・減容技術の高度化	52

## 参考資料

第3期中長期計画における貴機構の環境回復に係る研究開発全般に対する評価委員会各委員からの 意見・提言	55
---	----



## 1. 評価の概要について

福島環境研究開発・評価委員会(以下、「評価委員会」という。)は、日本原子力研究開発機構(以下、「機構」という。)が実施する福島環境回復に関する技術等の研究開発(他部門で実施され、評価される研究開発課題及び受託研究課題を除く)を評価の対象とし、機構理事長からの諮問(平成 26 年 9 月 16 日 26 原機(福企)005)に基づき、今期(第 2 期)中期計画期間における研究開発内容の事後評価を行うとともに、次期(第 3 期)中長期計画へ反映するための事前評価を実施した。

## 2. 評価方法と評価の観点

機構が実施した各研究開発課題の自己評価に対し、その達成度又は妥当性の評価を行った。

### 2.1 事後評価

研究開発課題評価実施規程第 6 条に基づき、事後評価の観点は以下の通りとした。

#### (1)実績の評価

- 研究開発の達成度(成功・不成功の原因の把握・分析)
- 当初の研究開発計画の妥当性

#### (2)成果の波及効果

- 研究開発成果の波及効果の把握・普及

#### (3)今後の研究開発の展開

- 将来への研究開発の展開

(1)(2)については、下表の基準に従い、機構が行った自己評価に対し、委員の評価を「評価欄」に記載するとともに、「理由／ご意見等欄」に評価理由、特に優れた実績を上げている点、意見等を記入し、集計した。

表 評価と評価基準

評価	評価基準
S	特に優れた実績を上げている。
A	設定目標を達成、または目標を上回る実績を上げた。
B	設定目標は未達成だが、目標に近い実績を上げた。 (目標達成度 70%以上, 100%未満)
C	設定目標は未達成であり、達成に向けた実績も不十分である。 (目標達成度 70%未満)

(3)については、機構の自己評価内容に対し、「評価欄」にて妥当／修正の評価を記載するとともに、「理由／ご意見等欄」に修正理由、意見を記入し、集計した。

各委員の評価結果を集計したものを基に、研究開発課題毎に審議を行い、(1)、(2)、(3)の各項目について、委員会としての事後評価結果を取りまとめた。

## 2.2 事前評価

研究開発課題評価実施規程第6条に基づき、事前評価の観点は以下の通りとした。

### (1)研究開発課題の妥当性

- 研究開発課題の選定
- 方向性・目的・目標等の妥当性
- 緊急性
- 社会的ニーズとの整合

### (2)研究開発計画の妥当性

- 研究開発の進め方の妥当性
- 研究資金・人材等の研究開発資源の配分の妥当性

いずれについても、機構の自己評価内容に対し、「評価欄」にて妥当／修正の評価を記載するとともに、「理由／ご意見等欄」に修正理由、意見を記入し、集計した。

各委員の評価結果を集計したものを基に、研究開発課題毎に審議を行い、(1)、(2)の各項目について、委員会としての事前評価結果を取りまとめた。

## 3. 研究開発課題の事後評価

### 3.1 総合的所見

今期(第2期)中期計画期間における各研究開発課題に関しては、いずれも当初の目標を達しており、実績についてはSもしくはAと判断した。放射線モニタリング技術など実用され、福島復興に役立てられている技術もいくつかあり、大きな貢献が認められる。また、除染によって発生した除去土壌等の減容化技術など、将来の最終処分の負荷低減に必要な技術の基盤となる成果も着実に取得され、今後の実用化に向けた進展に期待したい。

波及効果については、国からの委託事業、国や市町村における対策立案、情報提供による住民の不安軽減等に役立てられるとともに、一部開発技術については民間への技術移転が進められるなど具体的な成果が認められ、SもしくはAと判断した。成果の発信の面では、一部国際的学術雑誌での成果発信がなされているものもあるが、学会発表に留まるものもあり、今後積極的

な情報発信を期待したい。また、福島県民をはじめとする一般市民への情報発信も重要である。様々な機会、媒体を通じて分かりやすい情報公開に努めてほしい。

今後の研究開発の展開については、いずれの研究開発課題も妥当と判断した。開発途上の技術等については、次期中長期計画期間において実用化に向けた進展が期待されるが、各研究開発課題に関連する他研究機関や産業界との連携を深め、社会実装の促進に向け、中核的研究機関として積極的に貢献願いたい。また、理解促進、不安の軽減には、地元住民や団体と連携した住民参加型の企画などリスクコミュニケーション的手法の活用が考えられる。環境動態研究の一環として開発が計画されているユーザーフレンドリーな各種評価ツールはそのような企画で利用できる可能性があるが、開発に際しては適切な検討方法、方法論に留意されたい。放射線計測手法に関しても、簡単な手順で精度の高い計測ができる手法の開発を視野に入れることが望ましい。

第2期中期計画期間、東京電力福島第一原子力発電所事故直後より、機構は福島県内外における環境放射線モニタリングを行い国による放射性物質による汚染状況の把握を支援するとともに、学校、公園等の個別施設を対象とした除染実証と手引きの作成、福島県民を中心とした一般市民への放射性物質による環境影響に関する情報提供、本格除染を効率的・効果的に実施する上で必要な知見・技術・経験等を取得するための内閣府除染モデル実証事業への対応等、様々な取り組みを進めてきた。これらの取り組みは評価委員会の評価対象ではないが、福島県の復興の促進、避難者の早期帰還の実現に向け、大きな貢献を果たしてきたと言える。

### 3.2 環境モニタリング・マッピング技術の高度化

(表 - 1 福島環境研究開発・評価シート 研究開発課題名: 環境モニタリング・マッピング技術の高度化 参照)

#### (1)実績の評価

本課題については、技術開発と実証が着実に進められるなど、特に優れた実績が認められることから、「S」と判断した。本課題の実績に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- 計測成果が十分得られていない技術もあるように見受けられる。今後、開発したシステムの実際への応用を通じた評価を実施していただきたい。
- 安全性を考慮した無人でのデータ収集技術は重要であるため、運用の安全性への配慮、および技術展開における安全性の向上、運用方法の伝達が重要である。
- 開発された技術の解析を過去のデータにもさかのぼって解析するなど、初期のフォールアウトの実態解明への貢献を期待する。
- 事故直後当初の航空機モニタリングデータの提供等は実態解明と施策決定に大きく貢献し

た。その後の研究開発のフォローアップも含めて高く評価できる。多くのニーズを生み出していることは高く評価できるが、ニーズとのマッチングを行う努力をさらに行えば、社会実装へのさらなる波及効果が出てくるのではないかと。そのような観点で取り組みを強化されたい。

- 空間線量率公開システムなど、モニタリング成果を福島の方々や自治体などに速報するシステムを整えているが、そのようなシステムの使い勝手など、自治体などにヒアリングするなど効果を確認し、PDCAサイクルを回す仕組みを整えてもいいのではないかと。
- 無人ヘリモニタリングの技術は進展し、各方面への応用が期待できる。モニタリングは除染の最初の課題。ゆっくりではなく迅速にやるということを考えていて欲しい。
- 自然バックグラウンドの差し引きも国民向けにモニタリングデータを説明する際に重要である。無人航空機はどのような場面に有効であるのか、もっと積極的に前面に出すとアピール度が増すだろう。防災目的などをもっと前面に出しても良いだろう。
- 無人ヘリについては、千葉大の研究もあるかと思うが、どのように連携しているのか、あるいはどの点がすぐれているのかなど、情報があれば、研究成果が理解しやすい。

## (2)成果の波及効果

本課題については、開発技術の民間企業への技術移転が進められているとともに、国の委託事業においてモニタリング技術が活用されるなど、特に優れた波及効果が認められることから、「S」と判断した。本課題の成果の波及効果に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- 技術の高度化を活かすために、ぜひ安全性への配慮を重視していただきたい。
- 事故直後当初の航空機モニタリングデータの提供等は実態解明と施策決定に大きく貢献した。国からの委託事業で評価範囲外であるが、その波及効果は多大なものであったので高く評価する。
- 福島の方々にとっては、現状を的確に把握するのは重要なことであり、対象別に把握できている情報を、多様な媒体別に届けるよう総合的なプランを今後検討し構築していただきたいと考える。
- 様々な現場に応じたモニタリングに活用されるなど、優れた成果をあげていると思う。今後は、各種モニタリング手法(歩行サーベイ)との組み合わせやより感度を上げるなどにより、きめ細やかなモニタリング結果の分かりやすい情報提供に資することを期待する。
- ピークフィッティングの技術については、正直それほど画期的なものであるのか、やや疑問である。さらに、これが以前のデータでの適用がないというのは、機構の問題ではないかもしれないが、波及効果は限定的であるという印象を受ける。
- 航空機モニタリングの位置付けを明確化した方がよい。また、技術移転をもう少し加速させた方がよい。
- データの公表方法、どのように活用されているかについて言及があると良い。

### (3)今後の研究開発の展開

本課題については、民間への技術移転促進に向けて今後技術の標準化を進めるとともに、モニタリング技術の高精度化等に向けた研究開発が計画されており、「妥当」と判断した。本課題の今後の研究開発の展開に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- 利用方法の展開に際して、適切な利用方法の伝達を介した安全性への配慮を重視していただきたい。
- 産業界との連携を含め、中核的機関として社会実装の取組にも積極的に貢献していただきたい。
- 精度を高めるだけでなく、将来的には、地元の方々や団体の参加を得て、住民参加型モニタリングなど新しいリスクコミュニケーション手法が考えられることから、簡単な手順で精度の高い計測ができる手法の開発なども、視野に入れていただいてもいいのではないかと。
- 面的除染に加えて局所的除染も多く行われており、効果的に除染を進めるためには、より実態に応じたモニタリングに対応する必要があると、この取組みは妥当であると思う。
- 住民が一番関心が高いので、成果をもっと広く一般に知らせた方がよい。

### 3.3 福島長期環境動態研究

(表 - 2 福島環境研究開発・評価シート 研究開発課題名:福島長期環境動態研究 参照)

#### (1)実績の評価

本課題については、森林、河川、ダム、河口域といった広い範囲を対象にデータの実測、およびデータを踏まえたモデル化が進められるなど、当初期待された成果が着実に取得されていることから、「A」と判断した。本課題の実績に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- 取得されたデータ、特に線量率の変化及び解析結果を各省庁(林野庁・環境省・県等)と共有することが期待される。また、モデルの入力データは大学等の各機関の既存の研究データ等を入力することにより、より精度の向上が期待できる。
- 広範囲な対象に実測とモデル化によるアプローチで多くの有用な基礎的知見を得ていると高く評価する。例えば、海水中で粘土からセシウムが脱離する現象が海産物の摂取による内部被ばくと今後の変化の見通しなどにどのようにつながるのか、科学的な精緻化とともに、ある程度の確からしさの中で情報発信できることもあるように思われる。
- 森林と共に生活してきた福島の方々にとって、森に入ることを制限されるのは、想像以上に厳しいことと言える。生活基盤の林業はもちろん、山菜をいただき自然と共に歩む暮らし、子どもたちの自然体験活動など、これまで当たり前になっていたことができないのは、大変な苦痛となる。森林や河川の環境動態調査により、その将来状況を展望できるようになることは、帰還しているの方々や帰還を考えているの方々の将来を設計に重要な要素であり、研究成

果をどう広く伝えるか、その辺にも心配りを徹底していただきたいと考える。

- 森林や河川、ダム等における放射性物質対策については、市町村や県民からも要望があるところであり、対策を検討する上で欠かせない環境動態を明らかにしたことは評価できると思う。
- 移動抑制はどの目的にどのような対策をするのか、その青写真が見えない。
- 移行モデル、すなわち将来の予測が目的であると思うが、いつごろどのようなものを作るイメージなのか不明であった。
- 地衣類のモニタリングは実施されているが、他の生物の関与も考えた方がよい。すなわち生態系(食物連鎖網や動植物の活動)としてとらえるような研究ができるとうい。
- 除染対策に影響を与えるのでやはり迅速に成果を出して欲しい。
- 研究項目が多いので、全体の動態を把握するために何が必要なのか、実施している研究がそれにどのように答えるものであるのかをより分かり易くアピールすると良い。各パートについては、例えば、なぜダムが重要であるのか、ダムを評価する際に何が重要であるのか、それに対して何をして何が分かったのか、などがパッと分かるように整理されると良い。そのためには、全体の結果を見渡せるような図などがあるとより良い。また、他機関の研究との関連(位置づけ)も分かり易く示せるとより良い。

## (2)成果の波及効果

本課題については、研究成果が国、自治体によって活用されるなど、優れた波及効果が認められることから、「A」と判断した。本課題の成果の波及効果に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- 提供されたデータが、自治体の対策立案や住民説明に活用されており、住民への情報提供に役立っている。
- 全体的に、個々の基礎的な知見の集積を最終的にどのような国民目線の評価に繋げるのか、またそのための取組についても今後検討していただきたい。
- 森林だけでなく、河川、田畑が今後いつごろから活用できるのか、避難している方や、帰還を検討している方々にとって、長期的な動態説明は重要な情報といえる。活用の方法として住民説明会にも活用したとのことだが、このような活用方法がシステムとして定着することが重要と考え、一層の波及効果を期待したい。
- 放射性物質の分布状況など住民理解を得るためにも活用されており、評価できると思う。今後は、移動抑制技術の開発とも相まって効果的な対策に結びつくことを期待する。
- 自治体や住民説明の場で活用されており評価できる。断片的な印象を与えがちな分野であるので、他機関との関係も含めて全体をより包括的に説明できるような工夫がなされると、さらに波及効果が高まると考える。
- モデルの比較など、他機関との連携なども含めてほしい。

### (3) 今後の研究開発の展開

本課題については、関係機関との連携を着実に進め、研究開発を効率的に進めるとともに、ニーズを踏まえた効果的な成果の反映方法を検討することが計画されており、「妥当」と判断した。本課題の今後の研究開発の展開に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- ユーザフレンドリーな評価システムの開発は容易ではないため、適切な検討方法、および方法論の選択を期待する。
- 中長期的に予算と体制が維持できる機構に、中核機関としての期待は大きい。国立環境研究所(以下、国環研)等との連携の下で今後も先導してほしい。
- 福島の復興、日本全体での知見の活用、世界への情報発信など、それぞれに重視するデータや分析の方法が違うことも考えられる。より多様性を持って、しかも活用できる形で情報の集積が可能になるよう、一層の発展を期待する。
- 水に対する不安は、セシウムの動態に関する情報を常に簡単に入手可能な専門家とそうではない一般社会ではかけ離れており、そのような観点から、水や、地下水、湧き水、などの情報把握と分かり易い発信は今後とも重視されたい。
- 生活圏以外の森林や河川等については、放射性物質対策を講ずる上で、さらに知見を得ていく必要があり、この取組みは妥当である。
- 被ばく線量の予測モデルはどのようなものかイメージしにくい。将来予測ではなく、現在の汚染状況における予測モデルか？そのようなニーズはあるのか？
- 今後の放射性物質の環境動態モデル作りの基盤になるよう研究を進めて欲しい。このデータを活用しやすい形で公開できるようにして欲しい。

### 3.4 Cs の吸脱着過程の解明

(表 - 3 福島環境研究開発・評価シート 研究開発課題名:Cs の吸脱着過程の解明 参照)

#### (1)実績の評価

本課題については、様々な分析手法等を活用した基礎科学的研究により土壌中ならびに粘土鉱物層間中の放射性セシウムの存在状態を明らかにするとともに、基礎的知見を踏まえた土壌の減容化プロセスフローを提案するなど、特に優れた実績が認められることから、「S」と判断した。本課題の実績に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- 機構ならではの優れた基礎研究はなされているが、ケーススタディであるにもかかわらず、一般化しようとしているところにかなり無理があり、場合によっては問題を引き起こすことがあり得る。今後、基礎研究を進めながらも、一般化するためのより応用研究(多くの地点の土壌を分析する等々)していくことが望ましい。
- サイエンスとして大変貴重な基礎的知見が得られている。

- 中間貯蔵施設建設の準備が本格化している現在、放射性物質に汚染された廃棄物の大幅な減容化技術の確立と実現が喫緊の課題となっている。このような状況を的確に見すえて、セシウムの吸脱着過程の解明に長年取り組み、大幅な廃棄物減容化を可能にする基盤研究を確立した点は大いに評価できる。
- 除染に伴う除去土壌等の減容化、再生利用に向けた基盤となる研究であり、計画目的に沿って効果が得られており、評価できると思う。
- 酸で溶解するのはFES以外の吸着、酸で溶解しないのはFESが主なのか？このあたりの関連が解析できるような実験系が組めるとよい。
- 環境動態等の他の課題との連携が見えにくい。どの程度現場の解析に活かされているのかが見えてくるとより良い。
- 国際的な研究成果であることは違いないが、除去効率などのエンジニアリング技術としてのつながりがよく見えない。エンジニアリング的には目標を設けて達成度を評価すべきである。
- ため池の成果はよく理解できない。今後、削除してもよいと考える。

## (2)成果の波及効果

本課題については、将来の除去土壌の減容化につながる成果が着実に取得されるとともに、国際的学術雑誌等への研究成果の発信が積極的に行われるなど、優れた波及効果が認められることから、「A」と判断した。本課題の成果の波及効果に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- 波及効果という意味では大きく期待できるところであるが、現時点での実績としてはまだ入口にあるように感じられる。
- 今後、実用化するにあたっては、技術的な課題を解決してゆくことが重要であり、機構内だけでなく他機関との連携を含めて展開されることに期待する。
- すでに基盤研究の成果を活用した研修体制を整えており、評価できるが、具体的な成果を中間貯蔵の建設と合わせて実施するなどの準備にはなっておらず、成果の民間移転や実用技術開発などへの活用を一層進めていただきたいと考えている。
- コスト面も含めて実フィールド等における実用化が期待される。
- 焼却処分への知見の適用の青写真がいまいち見えてこない。

## (3)今後の研究開発の展開

本課題については、今後必要となる除去土壌の最終処分に向けた超濃縮減容化法の開発、環境負荷、経済性などを考慮した包括的な減容化を含む処理システムの構築に向けた開発を継続する予定であり、「妥当」と判断した。本課題の今後の研究開発の展開に関する意見の内、主なものを以下に示す。



- 福島の復興計画に関連する研究者の数は多いことが想定されるため、多様性のある場における情報発信を期待する。
- 応用につき進む前に、一般化についての検討が必要である。
- 実用化に向けた工学との連携が必要である。
- 分級の成果を一層高め、放射性物質に汚染された廃棄物の減容化は、中間貯蔵施設建設には間に合わないのであれば、30年後には完了するとされる最終処分までに、大幅な減容化を図れるようにするなど、具体的な目標を設定して実現に向けて取り組んでいただきたい。
- 費用対効果については十分検討する必要があると思う。
- ため池に関する研究は今後は不要と考える。

### 3.5 除染技術の高度化

(表 - 4 福島環境研究開発・評価シート 研究開発課題名:除染技術の高度化 参照)

#### (1)実績の評価

本課題については、除染効果評価システムの開発を進めるとともに、除染技術や減容化技術の開発を着実に進めるなど、当初期待された成果が取得されていることから、「A」と判断した。本課題の実績に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- 除染効果評価システムの高度化・実証については、高く評価できる。しかし、機構に対する期待が大きいため、実際のパラメータの入力によりモデルのアップデートが必要であり、場合によってはミスリーディングを引き起こす可能性すらあるので、今後の実測データを入力した開発が重要である。他の処理技術については、他省庁や他の研究開発との関連が明確では無いので、そのあたりを明確にしてほしい。
- 内閣府から委託した除染モデル事業、環境省等からの除染技術実証事業などの管理運営業務は、本評価の対象外ではあるが、大きな貢献を果たし、その後のフォローアップとしての除染効果評価システム等の研究開発の実績は十分に評価できる。
- 環境省など政府機関からの委託事業内容は評価対象外とのことで、今回の発表内容で「高度化」の状況を明確に把握し評価させていただくのは難しい面がある。ただし、除染効果評価システムなど、除染をどう評価するか市町村職員が判断できるようなシステム開発など、着実に成果を上げてきていると評価できる。
- 除染技術の高度化はニーズが高く、成果は上げてはいるが、少し取り組みが遅れている印象を受ける。
- 実際に自治体等が利用できる評価システムが作られて、実際の場面に適用されていることは、おおいに評価できる。現場に適用される実際の技術については、全体の技術的動向や現場のニーズに対して、どの程度重要な部分に取り組んでいるのかが理解しにくく、評価しにくい。

- 高度化の定義と各研究テーマ毎に高度化の目標をより定量的に示してその達成度を評価すべきである。例えば、ポリイオンの技術は従来技術と比べどのように抑制効果があったのか、コスト的にどの程度抑えられたのかなど定量的に示してほしい。

## (2)成果の波及効果

本課題については、除染効果評価システムが福島県内の各自治体で除染効果の評価及び将来の空間線量率の低減予測に利用されるなど、優れた波及効果が認められることから、「A」と判断した。本課題の成果の波及効果に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- 除染効果評価システムの評価に関して、除染コストの低減、および住民不安の軽減の効果的な測定方法の開発が期待される。
- 除染効果評価システムについては、機構ならではの研究成果を生かしたもので、高く評価できる。今後精度向上をよりはかかっていただくことが望ましい。減容化等の技術開発は、他の機関で開発されている技術との比較検討により、取捨選択が望ましい。
- ポータルサイトや除染評価システムの活用度に対する評価と改善への取組について、一層の努力が期待される。除去土壌等や可燃物の分別・減容化技術の開発については、より現場ニーズに応える観点から行われていると理解されるが、他の熱的減容化の研究課題との重なり感もあり、相互の関係の整理も必要。
- 除染に関する対象別のシステムの確立や評価システムの自治体での応用など、成果はあがっている。ただし、そのような状況が各自治体の除染作業の進展や地域との信頼関係構築にどの程度の効果を上げているかなどの視点が入っておらず、波及効果をどう測定し評価するのも、今後検討していただきたいと考える。
- 除染技術や効果評価システムの市町村へのさらなる普及が望まれる。
- 分野的には実用化に近い研究であり、もっと情報提供すべきである。除染をするかしないかの判断は難しいが、その政策判断に寄与する予測システムは評価できる。
- 除染効果評価システムについては実際の利用が進んでおり評価できる。個々の技術については、全体の技術的動向の中での位置付けや現場のニーズへの対応をより明確に示すことが重要と考える。

## (3)今後の研究開発の展開

本課題については、除染効果評価システムによる自治体支援および今後本格化する森林除染等への技術支援を進めるとともに、除去土壌等の減容化に向けた技術開発が計画されており、「妥当」と判断した。本課題の今後の研究開発の展開に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- 除染効果評価システムの評価に関して、その有効性を示す効果的な測定方法の開発が期

待される。

- 除染効果システムには、実際のデータを基に高度化が強く望まれる。この点に集中した精力的な研究開発が望まれる。一方、減容化等の技術開発は、他の機関で開発されている技術をレビューした上で、取捨選択が望ましい。
- 技術ニーズの変化を踏まえて、実用化可能性の高い技術に研究開発対象を絞っていくことも検討が必要。減容化関係は、熱的減容化の課題との統合も考えられるが、別にするのであれば、位置づけをもう少し明確にすべき。
- 除染廃棄物の減容化や、減容化後の再生利用など、中間貯蔵施設の建設準備が本格化する中では、喫緊のテーマと言える。成果を国に提案するだけでなく、実装につなげる意欲をより強調して取り組んでいただくことを願っている。
- 除染から復興に向けて福島県民の関心が徐々に移る中、家屋を新築、改修する際の建材として「セシウムを通しにくい建材」などが販売され始めている。ポリイオン等によるセシウム移行抑制技術開発などが研究テーマの重要な柱になっているが、このような移行抑制技術の多様なパターンが今後被災地に提案されることが急増すると考えられ、多様な技術や提案をどう評価するのもかも、機構に期待されてくるのではないかと考える。ぜひ念頭に置いていただきたい。
- 活用に重きをおいたプロジェクトであるので、他のプロジェクトで得られた成果をいち早く取り込んで、現場活用を進めていただきたい。
- 一方的な成果の情報提供でなく、現場の声を踏まえた双方向的な情報提供のあり方を模索すべきである。
- 可燃物に対する減容化技術は、他技術(焼却)と比べなにかがメリットなのか、定量的に示してほしい。例えば排ガス量とか、生成する残渣量等についてデータがとれるように工夫してほしい。

### 3.6 除去物・災害廃棄物の減容方法の開発

(表 - 5 福島環境研究開発・評価シート 研究開発課題名:除去物・災害廃棄物の減容方法の開発 参照)

#### (1)実績の評価

本課題については、焼却炉内における Cs 挙動とその制御に関する基礎的な知見を着実に取得するなど、当初期待された成果が取得されていることから、「A」と判断した。本課題の実績に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- 今後環境省等との情報共有、技術開発を進めることを期待する。
- 災害廃棄物の焼却が増えると、焼却施設近隣の住民の方の不安感も増えると考えられ、焼却炉内でのセシウムの挙動に関して、多様な視点での試験データの蓄積を続けており、適切

に進めていると評価する。

- Cs挙動のシミュレーションにより、バグフィルターを通りぬけるCsが極めて少ない点は、今後活用されるデータである。
- 今後の実用化につなげられる成果であり、もっと応用にも目を向けた方がいい。
- 機構の仕事でもないかも知れないが、焼却による減容のニーズは高いので、どんどん応用に力を入れるネットワークを作れないのだろうか。
- 開発された技術がどのように実際の施設に適用されていくのかが理解しにくい。実用化に向けた展開を期待したい。
- 焼却時のCs挙動や焼却灰のCs形態については他の研究手法(Csの吸脱着のテーマ)を参照されて、XAFSのみでなく検討してほしい。耐火物へのCsの蓄積機構や脱着、移行速度は、重要なテーマである。ぜひ、成果発表してほしい。
- Csと共存する原子、例えばClが存在すると蒸発しやすくなると考えられる。

## (2)成果の波及効果

本課題については、福島県内の自治体及び廃棄物処理事業者等への焼却炉内におけるCs挙動に関する知見の提供、福島県内の焼却炉を対象とした燃焼シミュレーションコードの作成と解析支援など、優れた波及効果が認められることから、「A」と判断した。ただし、成果の公表については現状原子力学会の口頭発表に留まるものが多いので、今後積極的に論文等で情報発信することが望ましい。本課題の成果の波及効果に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- 実機での対応が可能となるよう更なる研究が望まれる。
- この研究成果をどのように、各焼却炉で活かしたのか、またその状況を近隣住民に提供することで、対話の活性化や信頼関係の構築にどのように活用したか、など、定量的な部分だけでなく、定性的な効果も記録してほしい。せっかくの成果を社会がどう活用するか、そのつなかりに配慮することが、特に今回のような事故後の対応として必要と考える。
- 実際の焼却施設開発に向けての位置付けをより明確にし、実用化に直接貢献する成果が生まれることを期待する。
- 広く研究成果を積極的に発信してほしい。国環研との連携分担を明確にすべき。

## (3)今後の研究開発の展開

本課題については、焼却炉内におけるCs挙動など所期の目的を果たしたテーマは研究開発を終了するが、必要な追試等を実施し、成果を論文等で公表する計画であり、「妥当」と判断した。本課題の今後の研究開発の展開に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- 自治体での説明実施等を踏まえ、さらに現地での説明会の開催や現場を対象とした解析が

期待される。

- 機構内の他の研究成果や他機関との情報交換等連携して、最終的なアウトプットをつくる際には、より実用的な付加価値をつけることを期待する。
- 焼却炉内でのセシウムの挙動と、耐火物への蓄積等に関しては、知見を蓄積して整理にて、研究開発はほとんど終了とのこと。新たな知見の集約は必要なくとも、その知見をどう生かすか、社会への対応は今後の重要課題であり、分かり易い情報の蓄積と発信、社会での活用などには十分な配慮を継続していただきたい。

#### 4. 研究開発課題の事前評価

##### 4.1 総合的所見

次期(第3期)中長期計画期間における研究開発課題および研究計画に関しては、全てのテーマについて妥当と判断した。研究開発課題の設定および計画の具体化に当たっては、原子力に関する総合的な研究機関である強みを活かし、機構でしかできないこと、ニーズ(成果の反映先)を明確にして進めることが重要である。ニーズの明確化に当たっては、これまでの機構の成果、計画等を分かりやすい形で公表し、国内外の関係機関、地元等と連携し、積極的に双方向のコミュニケーションを図ることが重要である。今後、継続して行われる除染活動や中間貯蔵施設の整備、中間貯蔵施設への除去物の搬入等、復興へ向けての取組が加速する中、研究開発成果をタイムリーに反映させるために、スピード感を持って研究開発を進めることが必要と考える。

##### 4.2 環境モニタリング・マッピング技術開発

(表-6 福島環境研究開発・評価シート 研究開発課題名:環境モニタリング・マッピング技術開発 参照)

###### (1)研究開発課題の妥当性

本課題については、林縁部の詳細測定に今後役立つ可能性のある小型無人ヘリ(ドローン)を用いたマッピング技術の開発が研究項目として取り上げられるなど、概ね社会的なニーズに合致することから、「妥当」と判断した。本課題に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- 機構でしかできない技術を発展するための意義がある。
- モニタリング対象をしっかりと見据えつつ、技術開発を行って欲しい。海外との研究協力も積極的に進めて欲しい。
- 特に線量の高い地域での森林・住宅地・水底などの継続的なモニタリングは重要であり、対象別により詳細なデータ把握をめざした研究開発課題の設定は妥当である。
- 森林の放射性物質対策等のために詳細な汚染分布測定が求められており、またスピード感をもって取り組む必要もあることから妥当である。
- 研究目的・計画と地元のニーズがどの程度合致しているかに関して、適切な計画設定が重要である。具体的には、計画が地元のニーズのどの点にどのように貢献し、計画が達成されることにより、復興にどの程度貢献できるのかを適切に示す必要がある。
- 3次元計測を進めていこうという点は、ニーズに応じた対応である。
- 森林の林縁の測定には意義があるとは思えるが、森林内の線量測定には、あまり意義が感じられない。
- 森林のモニタリングをする理由が、林産物(林業)の復興というのは無理がある。外部被ばくが全く問題でない森林ですら、シイタケ原木の出荷は出来ていない。
- オンサイトで使えるという方が意義がある。高線量域に絞った目的でも良いのではないか。

- 水底モニタリングについても、線量測定というよりは、底質のサンプリング等の自動化の方が重要であると考えられる。遠隔測定とそのキャリブレーションを行うことも併せて、設定していただきたい。
- 長期的に見るとより広い意味での「福島発の技術」といった大きな視点でアピールすることも重要だろう。
- どのような場面で活用していくのか、アウトカムをより明確にしていくべきではないか。
- これは全体的に言えることであるがモニタリングの進展により、住民がどのように変化したのか、帰還が進んだかの検討も必要である。

## (2)研究開発計画の妥当性

本研究開発計画については、技術開発と合わせて技術移転も適宜進められる計画であることから、「妥当」と判断した。計画の具体化に当たっては、ニーズ(成果の反映先)をより明確し、計画に反映する必要がある。本課題に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- 機構でしかできない技術を発展するための意義がある。
- 住宅近傍の、森林の林縁の線量測定、住居地域の線量分布の詳細な調査は、住民の帰還において、重要な意義があると考えられる。
- 技術開発と合わせて技術移転も進めることから市町村等のニーズにも合致しており、計画は妥当であると思う。
- 具体的な対象を明確にした(抽象的でない)詳細計画を是非策定してほしい。
- 中長期計画ということで、ニーズの変化も考慮した長期間の戦略的な計画づくりが必要。
- 単に研究開発し、民間への技術移転・支援だけでなく、社会実装を先導する取り組みも、様々なセクターとの連携によって進めていくべきではないか。
- 研究計画書には「…の高度化」という表現が多用されている。それで結構ながら、研究成果をどのように活用するのか、活用してほしいのかで、高度化の意味は違ってくる。
- 精度を高めるだけでなく、将来的には、地元の方々や団体の参加を得て、住民参加型モニタリングなど新しいリスクコミュニケーション手法が可能性として考えられることから、簡単な手順で精度の高い計測ができる手法の開発なども、視野に入れていただいてもいいのではないか。
- それぞれの計測技術について、感度の設定をしていただきたい。感度次第で使える方向性は変わりうる。
- 例えば、シイタケ原木(50Bq/kg)のヘリコプターマッピングは無理であり、PSFで1Fのタンクをモニタリングするのは妥当である。ウェアラブルコンプトンカメラの開発はとても重要な課題である。
- 研究と同時に技術移転の視点も忘れずに計画を進めて欲しい。
- 森林内の3Dモニタリングについては活用の場所(ニーズ)と他の手法での代替を十分に議

論してから開発を進めるべきだろう。

#### 4.3 福島長期環境動態研究

(表 - 7 福島環境研究開発・評価シート 研究開発課題名:福島長期環境動態研究 参照)

##### (1)研究開発課題の妥当性

本研究開発課題については、やや総花的な感じがするものの、中長期的に重要な課題であり、概ね社会的なニーズに合致することから、「妥当」とであると判断した。ただし、国環研との連携についてより明確に示すことが望ましい。本課題に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- 生活圏除染が先行的に実施されてきたが、森林、河川、ダム等における放射性物質対策を求めるニーズは多いことから妥当である。
- 中長期的に重要な課題。生活圏と農林水産業への影響等を特に重視すべき。
- 研究成果のアウトプット方法を見据え、取得したデータの活用方法が検討されている。
- 除染の影響で土壌侵食・河川・湖沼へと波及してくることが予想されるため、除染の影響を項目に加えていただきたい。
- 環境回復から復興に向けて、避難されている人やお住いの方々にとっての将来の生活の不安は根強い。そのようなの方々にとって重要な情報となる環境動態研究は重要であり、課題設定は妥当と考える。
- 内部被ばくの予測について社会的なニーズはあるのか。
- 少し目的が総花的という印象を受けるが、広く概要を知るモデルを組む、ということも必要であることから、概ね妥当な課題設定であると考ええる。
- 機構が資源を投入していくべきポイントがもう少し明確に見えるようにしていくとより理解しやすい。
- 網羅的な研究テーマなので、連携先との仕分けをどのようにするのかを、より明確にしたうえで進めてほしい。
- 福島県のニーズに対応した優先順位をつけるべきである。予算は限定されているので重点化を図るべき。
- 研究成果が出てから社会に発信するだけでなく、このような課題を設定して研究をしている、ということ公表することが、社会の不安を少しでも和らげることになり、研究成果だけでなく、研究課題や計画自体の発信も重要課題として考えていただきたい。
- 国環研と十分に連携して実施することを期待する。

##### (2)研究開発計画の妥当性

本研究開発計画については、平成30年頃を一つの目安と考えて進められていること、モデルの構築を出口として取りまとめられることなどから、「妥当」とであると判断した。本課題に関する意見の内、主なものを以下に示す。



- 環境動態で構築する評価システムとRESETとの違いを明確にすること。
- 平成30年頃を一つの目安と考え、進めてゆく計画は妥当と考える。
- 福島の復興、日本全体での知見の活用、世界への情報発信など、それぞれに重視するデータや分析の方法が違うことも考えられる。より多様性を持って、しかも活用できる形で情報の集積と発信が可能になるよう、一層の発展を期待する。
- モデルを出口としたとりまとめは、妥当であり、データの収集とモデリングに特化することが望ましい。
- 水に対する不安意識は、セシウムの動態情報を常に簡単に入手可能な専門家とそうではない一般社会ではかけ離れており、そのような観点から、水や、地下水、湧き水、などの情報把握と分かり易い発信は今後とも重視していただきたい。
- 一方で、除染の影響で土壌侵食・河川・湖沼へと波及してくることが予想されるため、除染の影響、GISベースで加え、浮遊砂、河川水等の濃度変化とその影響について、を項目に加えていただきたい。
- 計画の進め方に問題なく妥当である。なお、手法の開発等は可能な限り前倒しで行うよう期待する。
- 地道なモニタリングは大変重要である。是非進めていただきたい。
- ユーザーフレンドリーな評価システムについて、RESETとはこういった差別化が図られているか？
- データの活用に向けたシステム開発において、利用ユーザの想定を適切に行うことが重要である。
- 利用者と双方向性のデータベースを構築してほしい。
- 国内外の関連研究機関との連携が目に見える形で進展することを期待する。

#### 4.4 除染・減容技術の高度化

(表 - 8 福島環境研究開発・評価シート 研究開発課題名:除染・減容技術の高度化 参照)

##### (1)研究開発課題の妥当性

本研究開発課題については、除去土壌等の減容処理技術の開発など、中間貯蔵開始後30年以内とされている福島県外での最終処分を完了するために必要な措置を踏まえた課題設定となっており、社会的なニーズに合致することから、「妥当」とであると判断した。ただし、セシウム移行抑制技術の開発については、ポリイオンに特化せず、遮へい効果を有する土壌固定剤も視野に入れるなどの変更が望ましい。本課題に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- 除染廃棄物が今後たくさん出てくるというニーズを受けた課題設定と考える。是非、減容化の技術を確立していただきたい。
- 研究の重要性は高いが機構ならではの視点を持った課題の解決に取り組んでもらいたい。

- 研究開発課題に関して、ニーズ抽出方法の妥当性の検討を踏まえた設定が必要であると考える。
- 除染効果評価システムについては、是非現地データを大いに取り込み、重点的な高度化を期待する。
- 減容化技術については、県外最終処分までの出口から見た全体の技術システムをデザインしアセスメントを行った後に、あるいは並行して検討しながら、技術開発課題の対象を検討し、柔軟に対応していてもよいのではないかと考える。
- 放射性物質に汚染された廃棄物の大幅な減容化は、中間貯蔵施設建設や30年後には完了するとされる最終処分場建設に関し、重要な要素となる。大幅な減容化を図れるように目指す課題設定は妥当と考える。
- ポリイオンだけでなく、セシウム移行抑制に関する多様な技術開発を期待したい。
- 住民が減容したものをどこまでなら受け入れるか社会的な観点も合わせて進めてほしい。
- ポリイオン等のテーマは必要か、ほかの技術との優位性を示すべきである。
- 除染効果評価システムRESETを適用した結果、改善されるべき点を明らかにして集中化してほしい。
- 減容化技術については、既にある多くの提案技術との差、違いを明確にして評価できるシステムをつくる必要がある。
- 減容化後の高濃度に濃縮された廃棄物の最終処分に向けた廃棄物の在り方等に関する研究課題も必要で、原子力分野の蓄積が活かせると思われる。

## (2)研究開発計画の妥当性

本研究開発計画については、国が示した除去土壌等の福島県外での最終処分に向けた段階的進め方に概ね沿った内容であることから、「妥当」とであると判断した。本課題に関する意見の内、主なものを以下に示す。

- 具体的な研究課題が当初2年間のみの記載となっている点で、目標を若干見失っている部分もあるのではないかと気になる。実際のところ、中間貯蔵に関するものなど、これからどのような具体的な課題が出てくるか不明の部分も多いと思われるが、より意欲的な計画策定を期待したい。
- 計画の進め方に問題なく妥当であると思う。なお、研究開発は可能な限り前倒しで行うよう期待する。
- 様々なセクターと連携し、原子力分野の中核機関としての先導的役割をどのように果たしていくか、議論していければと思います。
- 移行抑制技術の多様なパターンが今後被災地に提案されることが急増すると考えられ、多様な技術や提案をどう評価するのも、機構に期待されてくるのではないかと考える。
- 重要な研究なので実用化の視点をもって進めてほしい。

- 実際の間蔵等の時間的な流れの中で、時機を逸すること無く有効に活かせるように計画を進めて頂きたい。
- 住民の帰還やリスクコミュニケーションの支援に向けて、どのような情報の提供がどのような効果につながるかを見据えた研究計画が重要であるとする。

This is a blank page.

## 添付資料

- 表-1 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名:環境モニタリング・マッピング技術の高度化
- 表-2 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名:福島長期環境動態研究
- 表-3 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名:Cs の吸脱着過程の解明
- 表-4 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名:除染技術の高度化
- 表-5 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名:除去物・災害廃棄物の減容方法の開発
- 表-6 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名:環境モニタリング・マッピング技術開発
- 表-7 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名:福島長期環境動態研究
- 表-8 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名:除染・減容技術の高度化

This is a blank page.

表-1 福島環境研究開発・評価シート  
 研究開発課題名:環境モニタリング・マッピング技術の高度化

機構自己評価		評価委員会評価	
自己評価内容	評価	評価	理由/意見等
<p>(1)実績の評価</p> <p>【無人ヘリコプターによる放射線モニタリング技術の高度化】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・発電所敷地外5km 圏内について無人ヘリ測定を実施、空間線量率と放射性 Cs 沈着量詳細分布の経年的変化傾向を明らかにした。</li> <li>・河川敷きを継続して測定、上流からの移流傾向を実測により明らかにし、今後の変化予測シミュレーションの高精度化に貢献した。</li> <li>・国産シンチレータ(GAGG)を用いた高感度コンプトンカメラとオルソ画像(3D 画像)により、詳細な沈着状況把握技術の開発を進め、浪江町内で飛行試験を実施した。</li> </ul> <p>【水底モニタリング技術の開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・PSF, J-sub によるため池等の水底放射性 Cs 分布の技術を開発、実証した。農業用ため池の分布測定手法を標準化し、民間への技術移転を進めた。</li> <li>・ため池より深いダム湖底等の測定のための ROV 開発を進め、猪苗代湖、こまちダムで試験を実施した。また、沿岸海域測定用の無人観測船によるモニタリングシステムを構築した。</li> <li>・ため池等の水中放射性 Cs 濃度を現場で測定できる車両の開発を進めた。</li> </ul> <p>【無人航空機を用いた広域の放射線モニタリング技術の開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・JAXA との共同開発を進め、北海道・鹿部町、大樹町で6期にわたり飛行を実施。北海道では、天然核種のモニタリング試験を実施し、運転性能、放射線検出性能を確認した。また、1/24 避難指示解除準備区域(浪江町)で飛行測定試験を実施し放射性 Cs 沈着量の分布を測定、11/25-28 に福島市の山間部にて地形追従飛行試験を実施し良好な結果を得た。</li> </ul> <p>【高線量下の地表におけるガンマ線可視化技術の実証】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・1F 汚染水タンク周辺の漏えい監視に PSF を適用させるため、PSF の汚染水浸漬試験、連続測定試験を実施し、90Sr/90Y に対して有意な感度を有すること、長期測定試験にて性能、実用性を確認した。</li> </ul> <p>【福島県内空間線量率速報システムの構築】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・KURAMA-II を福島県内路線バスに搭載、大型画面、インターネット公開システム構築を進めた。H25 年 8 月に 28 台を追加、合計 32 台、59 市町村における空間線量率の表示が可能となった(公開継続中)。</li> </ul>	<p>S</p>	<p>S</p>	<p>S 評価:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○各技術の開発に大幅な進捗が見られる。一方で、それを用いた計測成果が出ているものは必ずしも全体ではないように見受けられる。今後、開発したシステムの実際への応用を通じた評価を実施していただきたい。</li> <li>○モニタリング技術の高度化に向けて、無人ヘリの実用化に資する研究成果が取得されたデータに基づき示されている。安全性を考慮した無人でのデータ収集技術は重要であるため、運用の安全性への配慮、および技術展開における安全性の向上、運用方法の伝達が重要である。</li> <li>○機構でしか基礎技術を持っていない技術をさらに開発し、福島復興に役立てるため、高く評価できる。開発された技術の解析を過去のデータにもさかのぼって解析するなど、初期の FALLOUT の実態解明にも貢献していただけとありがたいと感じます。</li> <li>○空・陸・海の対象別に、極小域から広域までのスケールの違いに対応し、放射線モニタリングの技術を系統だてて高める成果を上げており、評価できる。なお、空間線量率公開システムなど、モニタリング成果を福島の方々や自治体などに速報するシステムを整えているが、そのようなシステムの使い勝手など、自治体などにヒアリングするなど効果を確認し、PDCAサイクルを回す仕組みを整えてもいいのではないかと。</li> <li>○研究開発の目的に沿って着実な成果が得られており、大いに評価できると思う。</li> <li>○5km 圏内のモニタリング:十分に達成していると思います。コンプトンカメラを用いた測定では 1m 未満の位置分解能を有しているのは、除染場所の特定に大変有意義なスペックであると思います。無人航空機については、広い範囲をサーベイする目的に沿った研究の積み重ねがなされていると考えます。</li> <li>○無人ヘリモニタリングの技術は進展し、各方面への応用が期待できる。モニタリングは除染の最初の課題。ゆっくりではなく迅速にやるということを考えていて欲しい。</li> <li>○無人ヘリは様々な場面で、詳細なデータを取るニーズに答えつつある。自然バックグラウンドの差し引きも国民向けにモニタリングデータを説明する際に重要である。無人航空機はどのような場面に有効であるのか、もっと積極的に前面に出すとアピール度が増すだろう。防災目的などをもっと前面に出しても良いだろう。PSF は民間が利用できるように実用化されたことは評価出来る。全国の航空機モニタリングにも技術的に大きく貢献しており評価できる。全国の航空機モニタリングにも技術的に大きく貢献しており評価できる。</li> <li>○発表時間が短く十分な討議ができなかったのが残念(コメント)。これまでの課題についてどのようなアイデアで克服して、成果が得られたのか示してほしい。無人ヘリについては、千葉大の研究もあるかと思いますが、どのように連携しているのか、あるいはどの点がすぐれているのかetc、情報があれば、研究成果が理解しやすい。</li> </ul> <p>A 評価:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○事故直後当初の航空機モニタリングデータの提供等は実態解明と施策決定に大きく貢献した。その後の研究開発のフォローアップも含めて高く評価できる。多くのニーズを生み出していることは高く評価できるが、ニーズとのマッチングを行う努力をさらに行えば、社会実装へのさらなる波及効果が</li> </ul>

表-1 福島環境研究開発・評価シート  
 研究開発課題名: 環境モニタリング・マッピング技術の高度化

<p>(2)成果の波及効果</p> <p>【無人ヘリコプターによる放射線モニタリング技術の高度化】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・1F 周辺の空間線量率及び汚染分布の推移が明らかとなり、除染、放出等事故解析、JR 線復旧、中間貯蔵建設等への活用が見込まれる。</li> <li>・河川敷き分布調査結果は、Cs 移行に関する予測シミュレーションの高精度化等へ反映できる。</li> <li>・コンプトンカメラと無人ヘリシステム開発により、森林や住宅地等における汚染状況の詳細な測定が可能となり、評価や対策立案に貢献できる。</li> </ul> <p>【水底モニタリング技術の開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・農業用ため池の分布測定手法に関しては、水土里ネット福島と技術指導契約、水土里ネット福島が福島県から 100 池の測定事業を受注し測定が進められている。機構は解析及び測定手法の教育をサポートしており、ため池の評価等に反映できる。</li> </ul> <p>【無人航空機を用いた広域の放射線モニタリング技術の開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・森林火災や原子力防災における航空サーベイ等の緊急時資機材として活用できる。</li> </ul> <p>【高線量下の地表におけるガンマ線可視化技術の実証】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・PSF 技術は、1F の汚染水漏えい監視や排水モニタとしての活用など、様々な活用が見込まれる。</li> </ul> <p>【福島県内空間線量率速報システムの構築】</p> <p>今後も継続した情報発信に努め、データ利用を図る。</p>	<p>S</p>	<p>出てくるのではないかと。その点で若干残念な面もある。</p> <p>S 評価:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○波及効果についてのプレゼンは少なかったが、特に無人ヘリによるモニタリングなど、よい波及効果が出ている課題がある。</li> <li>○技術の高度化を活かすために、ぜひ安全性への配慮を重視していただきたい。</li> <li>○機構でしか基礎技術を持っていない技術をさらに開発し、福島復興に役立てており、高く評価できる。</li> <li>○事故直後当初の航空機モニタリングデータの提供等は実態解明と施策決定に大きく貢献した。国からの委託事業で評価範囲外であるが、その波及効果は多大なものであったので高く評価します。</li> <li>○民間移転したり、中間貯蔵施設建設など現実の課題解決に活用できる状況が整っており、波及効果を充分上げている。福島の方々にとっては、現状を的確に把握するのは重要なことであり、対象別に把握できている情報を、多様な媒体別に届けるよう総合的なプランを今後検討し構築していただきたいと考える。</li> <li>○様々な現場に応じたモニタリングに活用されるなど、優れた成果をあげていると思う。今後は、各種モニタリング手法(歩行サーベイ)との組み合わせやより感度を上げるなどにより、きめ細やかなモニタリング結果の分かりやすい情報提供に資することを期待する。</li> <li>○無人ヘリコプターは既に技術移転が進んで事業化されているので、素晴らしい貢献であると思います。ピークフィッティングの技術については、正直それほど画期的なものであるのか、やや疑問です。さらに、これが以前のデータでの適用がないというのは、機構の問題ではないかもしれませんが、波及効果としてはまいちであると思います。鳥居先生の招待講演をお願いしたこともありますが、とても発信力があるプレゼンで、波及効果としては素晴らしいと思います。</li> <li>○全体として実績が積み重ねられ波及しつつあるということが伺える。航空機モニタリングの位置付けを明確化した方がよい。技術移転をもう少し加速させた方がいい。</li> <li>○様々な場面で、多くのニーズに答えている。事業化も進んでおり高く評価できる。</li> <li>○おそらく得られた多くのデータはHPなどで公表されていると思いますが、今回の発表ではそうした公表方法について言及されなかった。→公表されれば単にテレビに取り上げられたのみではなく、どのように利用されたのか。</li> </ul>
<p>(3) 今後の研究開発の展開</p> <p>【無人ヘリコプターによる放射線モニタリング技術の高度化】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・無人ヘリモニタリング技術は、民間への技術移転を進めるが、マイクロ UAV 等、超小型の無人ヘリ技術の開発を進める。また、コンプトンカメラ等の性能向上を図り三次元分布が容易に測定できるようにする。これらにより森林内や住宅地におけるホットスポットも含めた立体的な汚染状況が容易に取得でき、除染や空間線量率を用いた個人線量評価の精度向上等に貢献できる。</li> </ul> <p>【水底モニタリング技術の開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・PSF によるため池などの測定技術に関しては民間移転を進めるが、1F 汚染水監視技術、ROV や無人観測船を用いたモニタリング技術開発を進め</li> </ul>	<p>妥当</p>	<p>妥当:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○利用方法の展開に際して、適切な利用方法の伝達を介した安全性への配慮を重視していただきたい。</li> <li>○産業界との連携を含め、中核的機関として社会実装の取組にも積極的に貢献していただきたい。</li> <li>○今後の展開に関しても、より高度な目標を目指しており、妥当と考える。なお、精度を高めるだけでなく、将来的には、地元の方々や団体の参加を得て、住民参加型モニタリングなど新しいリスクコミュニケーション手法が考えられることから、簡単な手順で精度の高い計測ができる手法の開発なども、視野に入れていただいてもいいのではないかと考えている。</li> </ul>



表-1 福島環境研究開発・評価シート  
 研究開発課題名: 環境モニタリング・マッピング技術の高度化

<p>る。さらに水中に放出された放射性物質の三次元分布が測定できるような開発等についての調査を開始する。</p> <p>【無人航空機を用いた広域の放射線モニタリング技術の開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地形追従型の無人航空機の実用化を進める。安全性や機能性を進めるとともに、原子力防災資機材への活用を考慮し、放出中のブルームの評価方法等についても検討していく。</li> </ul> <p>【高線量下の地表におけるガンマ線可視化技術の実証】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・1F 汚染水監視のための最適化、耐久性、信頼性などに関する技術開発を関係機関と調整しながら進める。</li> </ul> <p>【福島県内空間線量率速報システムの構築】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・現在の空間線量率の情報公開を継続実施していく。また、福島県や関係機関の要望等に応じて路線バス以外の車両への搭載等についても貢献していく。</li> </ul>		<p>○面的除染に加えて局所的除染も多く行われており、効果的に除染を進めるためには、より実態に応じたモニタリングに対応する必要があり、この取組みは妥当であると思う。</p> <p>○無人ヘリにもっとフォーカスしてもよいように思いますが、概して妥当な計画であると思います。</p> <p>○住民が一番関心が高いので、成果をもっと広く一般に知らせた方がよい。</p>
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>S: 特に優れた実績を上げている。</li> <li>A: 設定目標を達成、または目標を上回る実績をあげた。</li> <li>B: 設定目標は未達成だが、目標に近い実績をあげた。(目標達成度 70%以上、100%未満)</li> <li>C: 設定目標は未達成であり、達成に向けた実績も不十分である。(目標達成度 70%未満)</li> </ul>		

表-2 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名：福島長期環境動態研究

機構自己評価		評価委員会評価	
自己評価内容	評価	評価	理由／意見等
<p>(1)実績の評価</p> <p><b>【森林調査と土壌流亡解析】</b></p> <p>森林調査については、川俣町・川内村・大飯町・浪江町の6サイトにおいて、森林内から地表面への供給および森林からの流出に関するセシウム移動フラックスを定量的に評価し、移動量はきわめて少ないことを明らかにした。また、移動過程に及ぼす植生、斜面、気象条件等の影響因子をサーベイし、表土中のセシウム深度プロファイルが斜面位置により異なることを明らかにした。</p> <p>土壌流亡解析については、解析コード SACT を開発、パラメータを整備し、対象河川水系の土砂・セシウム流出量を解析したところ、計算結果は他の報告値とよく一致し、適用の見通しが得られた。パラメータを感度解析したところ、放射性セシウムの深度プロファイルが高感度パラメータの一つであることが分かった。</p> <p><b>【河川水系における放射性物質移動挙動調査・解析】</b></p> <p>ダム調査においては、土砂・セシウムの分布から移動過程を考察、年間移動量を定量的に評価した。高水時の濁度等の測定や流速等の連続観測により、移動挙動を考察、モデル計算で必要な水質分布データ等を取得した。溜め池調査においては、水中セシウム濃度の季節変動と化学種を調査、コロイド成分はほとんど認められず、数～数十 Bq/L のイオン種が存在することを明らかにした。</p> <p>河川調査においては、河川敷の高水敷にセシウムが厚く堆積しているが、線量率は概ね物理減衰により減少していることを明らかにした。また、高水時測定や自動観測により、モデル計算で必要な浮遊懸濁物質中の放射性セシウム濃度や水位一流量曲線等のデータを取得した。</p> <p>河口域調査においては、比較的セシウム濃度が高い細粒成分は、窪地のような地形に局所的に滞留していることを明らかにするとともに、モデル計算で必要な流速・流向データ等を取得した。</p> <p>河川水系移動挙動解析においては、TODAM、Nays2D、FLESCOT、ROMS の計算環境を整備するとともに、TODAM、Nays2D を用いて大柿ダム、請戸川などにおける土砂・セシウム移動を予測解析したところ、計算結果は実測値とよく一致し、適用の見通しが得られた。</p> <p><b>【線量率変化と被ばく評価】</b></p> <p>長期線量率調査においては、森林隣接生活圏における線量率変化を長期にわたり観測し、気象条件が及ぼす線量率変動への影響は小さく、概ね物理減衰にしたがって減少していることが確認された。</p> <p>被ばく評価においては、セシウム分布に基づき空間線量率を評価できるツールを開発、計算結果は概ね実測値とよく一致し、適用の見通しが得られた。</p> <p><b>【核種挙動調査と地衣類調査】</b></p> <p>マイクロ量放射性セシウムの土壌粒子との吸脱着挙動と有機物影響を評価し、移行挙動モデルで考慮が必要な吸脱着挙動のモデル化の見通しを得るとともに、吸着量に及ぼす有機物の影響は小さいことを明らかにした。</p> <p>地衣類調査においては、地衣類中のセシウム濃度と推定セシウム沈着量との間に良好な直線関係があり、沈着量指標として適用可能であると考えられた。</p> <p><b>【移動抑制技術開発】</b></p> <p>小河川水系の微細土壌粒子の移動抑制技術について、有効性を確認するとともに、斜面における微細土壌粒子の移動抑制試験を開始した。</p>	A	A	<p>S 評価:</p> <p>○森林・河川の長期動態調査などは、今後の環境回復から復興の流れを予想するためにも重要な研究であり、着実に成果を上げていることが評価できる。</p> <p>なお、森林と共に生活してきた福島の方々にとって、森に入ることを制限されるのは、想像以上に厳しいことと言える。生活基盤の林業はもちろん、山菜をいただき自然と共に歩むくらし、子どもたちの自然体験活動など、これまで当たり前に根付いていたことができないのは、大変な苦痛となる。森林や河川の環境動態調査により、その将来状況を展望できるようになることは、帰還している方々や帰還を考えている方々の将来を設計に重要な要素であり、研究成果をどう広く伝えるか、その辺にも気配りを徹底していただきたいと考える。</p> <p>○環境動態については特にCsのフロー(フラックス)に関する観測結果が重要である。台風時も含めて連続的に観測されたことは大いに評価したい。</p> <p>A 評価:</p> <p>○さまざまな課題に対して、良い取組を行い、成果が着実に出ているものと思います。</p> <p>モデルはなかなか難しい課題で、今後さらなる検証が必要という意味で、この評価は妥当であると考えます。</p> <p>○研究計画に沿って、モデル化に向けた検討が適切に進められている。</p> <p>○モデルの開発を中心に、期待通りの研究を行っている評価できる。これらのデータ特に線量率の変化及び解析結果を各省庁(林野庁・環境省・県等)と共有することが期待される。また、モデルの入力データは大学等の各機関の既存の研究データ等を入力することにより、より精度の向上が期待できる。</p> <p>○広範囲な対象に実測とモデル化によるアプローチで多くの有用な基礎的知見を得ていると高く評価する。例えば、海水中で粘土からセシウムが脱離する現象が海産物の摂取による内部被ばくと今後の変化の見通しなどにどのようにつながるのか、科学的な精緻化とともに、ある程度の確からしさの中で情報発信できることもあるように思われる。</p> <p>○森林や河川、ダム等における放射性物質対策については、市町村や県民からも要望があるところであり、対策を検討する上で欠かせない環境動態を明らかにしたことは評価できると思う。</p> <p>○他の類似した調査研究とほぼ同様の結果が得られていると思います。これは、現象を多面的に捉えるという意味で意義があると思います。地味だとは思いますが、このような基本情報を経時的に今後もとらえていきたいと思っています。</p> <p>移動抑制はどの目的にどのような対策をするのか、その青写真が見えてきませんでした。</p> <p>移行モデル、すなわち将来の予測が目的であると思いますが、いつごろどのようなものを作るイメージなのか不明でした。</p> <p>現況をとらえるモニタリングという意味では、多岐に渡る調査を実施していて大変有意義なデータが蓄積されていると思います。</p> <p>地衣類のモニタリングはあったのですが、他の生物の関与も考えた方がよいように思いました。すなわち生態系(食物連鎖網や動植物の活動)としてとらえるような研究ができるとよいと思いますが、現況の体制では難しいでしょうか？</p>

表-2 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名：福島長期環境動態研究

		<p>○十分な研究成果を上げていることがわかった。このような成果を出せるよう継続して欲しい。除染対策に影響を与えるのでやはり迅速に成果を出して欲しい。</p> <p>○環境動態に関する多くのデータが得られており、評価できる。研究項目が多いので、全体の動態を把握するために何が必要なのか、実施している研究がそれによりに答えるものであるのかをより分かり易くアピールすると良い。各パートについては、例えば、なぜダムが重要であるのか、ダムを評価する際に何が重要であるのか、それに対して何を何をして何が分かったのか、などがバツと分かるように整理されると良い。そのためには、全体の結果を見渡せるような図などがあるとより良い。また、他機関の研究との関連(位置づけ)も分かり易く示せるとより良い。</p>
<p>(2)成果の波及効果 【河川水系における放射性物質移動挙動調査・解析】 河川敷の線量率分布データを活用して、浪江町・福島環境再生事務所と協力して浪江町請戸川・高瀬川で実施中の河川敷除染試験の計画を立案した。 福島県が実施する請戸漁港・富岡漁港の復旧工事において、河床土・河川敷土中のセシウム濃度データを、土砂中の放射性セシウム濃度の見積もりに活用していただいた。 福島県が伊達市上小国川で実施中の河川敷除染試験において、河川水系移動挙動解析ツール(Nays2D)を、土砂堆積挙動の予測解析に活用した。 楢葉町木戸川水系の飲料水利用に対する不安解消のため、木戸川の高水時データおよび土砂流亡挙動解析ツール(SACT)・河川水移動挙動解析ツール(Nays2D)による土砂移動挙動解析結果等を提供し、楢葉町で対策立案・住民説明に活用いただいた。</p> <p>【線量率変化と被ばく評価】 環境省における森林の除染対策検討において、気象・線量率自動観測で得られた森林隣接生活圏における線量率変化に及ぼす気象条件の影響は小さいという知見を、検討に活用いただいた。</p>	<p>A</p> <p>A</p>	<p>A 評価: ○着実な効果がみられると思いますが、まだいろいろとできる余地もあると考えられ、今後の発展を期待しています。</p> <p>○提供されたデータが、自治体の対策立案や住民説明に活用されており、住民への情報提供に役立っている。</p> <p>○全体的に、個々の基礎的な知見の集積を最終的にどのような国民目線の評価に繋げるのか、またそのための取組についても今後検討していただきたい。</p> <p>○森林だけでなく、河川、田畑が今後いつごろから活用できるのか、避難している方や、帰還を検討している方々にとって、長期的な動態説明は重要な情報といえる。活用する方法として住民説明会にも活用したとのことだが、このような活用方法がシステムとして定着することが重要と考え、一層の波及効果を期待したい。</p> <p>○放射性物質の分布状況など住民理解を得るためにも活用されており、評価できると思う。今後は、移動抑制技術の開発とも相まって効果的な対策に結びつくことを期待する。</p> <p>○小国や楢葉等で実際に解析ツールが用いられている点は高く評価できると思います。</p> <p>○成果の応用が何に使われているかなかなか見えにくい分野ではあるが、着実に浸透していることが伺える。</p> <p>○自治体や住民説明の場で活用されており評価できる。断片的な印象を与えがちな分野であるので、他機関との関係も含めて全体をより包括的に説明できるような工夫がなされると、さらに波及効果が高まるだろう。</p> <p>○他機関との連携などでも含めてほしい。(例えば、公表されているか不明ですが、個人的にかかわってきた件です。リバーフロント整備センターでは福島県内のすべての河川についてGETFLOWモデルで解析されている。こうした結果と比較してより精度の高いモデルにしてほしい。)</p>
<p>(3) 今後の研究開発の展開 河川水系を通り、山地森林から河口域へと移動する放射性セシウムの挙動と移動に伴う被ばく線量の変化を予測するモデルを確立する。また、被ばく線量低減に有効な移動抑制等の対策や管理手法を示す。  調査データ、移動予測解析ツール、被ばく評価ツール、移動抑制対策例等を一体的に運用できるユーザーフレンドリーな評価システムを構築する。  定期的に取得すべきデータとその調査・分析手法を確立するとともに、そ</p>	<p>妥当</p>	<p>○ユーザーフレンドリーな評価システムの開発は容易ではないため、適切な検討方法、および方法論の選択を期待する。</p> <p>○中長期的に予算と体制が維持できる機構に、中核機関としての期待は大きい。国環研等との連携の下で今後も先導してほしい。</p> <p>○福島の復興、日本全体での知見の活用、世界への情報発信など、それぞれに重視するデータや分析の方法が違っても考えられる。より多様性を持って、しかも活用できる形で情報の集積が可能になるよう、一層の発展を</p>

表-2 福島環境研究開発・評価シート  
 研究開発課題名：福島長期環境動態研究

<p>れらによるデータ取得と評価システムの更新方法を明確化する。</p> <p>世界的にも貴重なデータであることから、国際的に利用可能な形態で公開データベース化を進めるとともに、積極的に論文化・技術資料化を進める。</p> <p>浜通り側の他の河川や阿武隈川水系等を広く評価対象とする。ただし、新たな河川については調査は行わず、他の機関と連携し、相互にデータ等を活用しながら進める。</p>		<p>期待する。</p> <p>なお、水に対する不安意識は、セシウムの動態情報を常に簡単に入手可能な専門家とそうではない一般社会ではかけ離れており、そのような観点から、水や、地下水、湧き水、などの情報把握と分かり易い発信は今後とも重視していただきたい。</p> <p>○生活圏以外の森林や河川等については、放射性物質対策を講ずる上で、さらに知見を得ていく必要があり、この取組みは妥当であると思う。</p> <p>○被ばく線量の予測モデルという点、イメージしにくく感じました。将来予測ではなく、現在の予測でしょうか？また、そういったニーズはあるのでしょうか？</p> <p>データベース化するというのはどんどん推進していただきたいと思います。</p> <p>○今後の放射性物質の環境動態モデル作りの基盤になるよう研究を進めて欲しい。このデータを活用しやすい形で公開できるようにして欲しい。</p>
<p>評価</p> <p>S:特に優れた実績を上げている。                  A 設定目標を達成、または目標を上回る実績をあげた。                  B:設定目標は未達成だが、目標に近い実績をあげた。(目標達成度 70%以上、100%未満)                  C 設定目標は未達成であり、達成に向けた実績も不十分である。(目標達成度 70%未満)</p>		

表-3 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名: Cs の吸脱着過程の解明

機構自己評価		評価委員会評価	
自己評価内容	評価	評価	理由/意見等
<p>(1)実績の評価</p> <p>【分級高度化に関する研究】</p> <p>・福島土壤中の放射性セシウム存在状態を解明するために、イメージングプレート、SEM、TEM-EDS、μ XRD を組み合わせた実験により、土壤中の一部の粒子に濃縮している傾向があることを明らかにした。<u>その中心となる鉱物は風化黒雲母類であることがわかった(一部プレス発表)。</u></p> <p>・放射性セシウムを含む粘土粒子には、無機、有機物からなる団粒構造、単一の粘土鉱物からなるタイプの粒子がある事が分かった。団粒構造の粒子は、空孔を有する構造で比重が軽く、単一粘土の構造は密な構造を取っており、放射性セシウムは、前者は、その中に含まれる鉱物に局在し、後者は非局在することが分かった。</p> <p>・これらの基礎的知見を踏まえ、再粉砕の適用、サイクロン、浮遊選鉱、磁気分離、電気泳動などを含む、目的に応じた高度化分級プロセスのフローを提案した。</p> <p>【湿・乾式化学処理に関する】</p> <p>・粘土層間の膨潤水の状態を解明するため、第一原理分子動力学計算により各種イオンの存在下における膨潤水の構造化に関するシミュレーションを実施し、Cs イオンが他のどのイオンより、膨潤水の構造化を破壊することを予測。</p> <p>・X線小角散乱(SAXS)の実験から、一度構造破壊的なCsが層間の膨潤層に進入すると、Csが連続的に吸着することを解明し(一部プレス発表)、<u>第二原理計算の結果と合わせ、水の構造化の制御が層間の閉閉に重要なファクターであることを解明。</u></p> <p>・以上の基礎的な知見を踏まえ、Cs取り込みの逆反応を実施するには、かなりの高濃度の構造形成型イオン水溶液による反応が有効であると考え、高濃度アルカリ、アルカリ土類イオン水溶液によるCs脱離をこころみたところ、<u>これまでシュウ酸、硝酸でも剥離出来なかった微量放射性Csの脱離に成功し、土壌試料でもこれまでに無い効率での湿式処理が可能であることを見いだした。</u></p> <p>・Cs選択性に関する特異吸着機構を明らかにするために、広域X線吸収微細構造(EXAFS)、密度汎関数法による分子軌道計算により化学結合特性を解明したとこと、極微量であればあるほど、Csは強い共有結合的相互作用をすることを見いだした。</p> <p>・以上の基礎的な結果を踏まえ、必要最小限の結晶構造を破壊し、Csを取り出す方法として、<u>減圧下での共晶塩の利用によるアルカリ溶融塩処理法の開発を開始した。</u>本法においては、新たに光電子分光法のオペランド測定、質量分析を連動させた昇温脱離スペクトル解析の併用により条件の最適化を行っている。その結果、Cs脱離温度をこれまでの1300℃以上から600℃以下まで下げることが成功したと共に、極微量セシウムを70%程度の脱離を確認した。</p> <p>【焼却処分に関する研究】</p> <p>・既に実施が検討されている焼却処分について詳細に検討するために、XPSを用いる粘土鉱物毎の除染率の測定、溶液化学試験に基づく焼却後に残留したCsの保持特性および焼却物の再利用可能性を検討するべく性状解析を実施した。保持特性に関しては、膨潤型の粘土で加熱温度に依存して、脱離率が変化すること、焼却後の土壌がリングウツタイトなどの鉱物に変質することを明らかにした。</p> <p>【溜池底土の性状分析】</p> <p>・溜池底土における放射性セシウムの季節変化、台風、放水前後での塩化を解明し、汚染拡大可能性のある事象について明らかにした。台風、放水前後での擾乱傾向の観察から、汚染拡大の可能性が示唆された。</p> <p>・底土の構造解析を実施し、土壌性状が底土の鉛直分布として殆ど違いが無かった。しかしながら、地表近くよりはやや広く分布するものの、比較的浅い部分に濃集していること、擾乱後速やかに通常の分布に戻るなど</p>	S	S	<p>S評価:</p> <p>○論理的な研究展開がなされており、また重要かつ興味深い知見も多く得られている。今後の発展が大いに期待される。</p> <p>○論理的な研究展開がなされており、また重要かつ興味深い知見も多く得られている。今後の発展が大いに期待される。</p> <p>○サイエンスとして大変貴重な基礎的知見が得られていると思います。</p> <p>○中間貯蔵施設建設の準備が本格化している現在、放射性物質に汚染された廃棄物の大幅な減容化技術の確立と実現が喫緊の課題となっている。このような状況を的確に見すえて、セシウムの吸脱着過程の解明に長年取り組み、大幅な廃棄物減容化を可能にする基盤研究を確立した点は大きいと評価できる。</p> <p>○OIPとFES切断によりセシウムの吸着の形態をとらえた研究は、極めて重要かつ卓越した成果であると思います。このような技術をどんどん進めていただきたいと思います。モニタリング研究でのサンプルへの適用も期待しています。酸で溶解するのはFES以外の吸着、酸で溶解しないのはFESが主なのでしょうか？このあたりの関連が解析できるような実験系が組めるとよいように思いました。</p> <p>基礎研究としてすばらしいと思います。焼却など実際の作業への適用は、かなり困難が予想されます。着実に進められていると思いますが、現実的なことを考えるとなかなか難しいことがあるのかな、という印象です。</p> <p>○減容化に向けて、興味深い成果が確実に積み上げられており、実用化に向けて、さらなる研究を続けて欲しい。</p> <p>○セシウムの挙動について非常に多くの新たな知見が生み出されており、論文などの成果も多く出ている。一方で、環境動態等の他部門との連携が見えにくいため、どの程度現場の解析に活かされているのかが見えてくるとより良い。</p> <p>○国際的な研究成果であることは違いないが、除去効率などのエンジニアリング技術としてのつながりがよく見えない。エンジニアリング的には目標を設けて達成度を評価してほしい。ため池の成果はよく見えない(理解できない)→今後、削除してもよいと思います。</p> <p>A評価:</p> <p>○機構ならではの優れた基礎研究はなされているが、ケーススタディであるにもかかわらず、一般化しようとしているところにかかなり無理があり、場合によっては問題を引き起こすことがあり得る。今後、Scienceを継続しつつ、一般化するためのより応用研究(多くの地点の土壌を分析する等々)していくことが望ましい。</p> <p>○除染に伴う除去土壌等の減容化、再生利用に向けた基盤となる研究であり、計画目的に沿って効果が得られており、評価できると思う。</p>

表-3 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名: Cs の吸脱着過程の解明

<p>を明らかにした。これらは、Cs 吸着粒子の粒度、比重などを考慮した検討の必要性を示唆している。</p> <p>【情報発信、技術リファレンスの作成等】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・大学、市民講座、異分野の研究会などでの講演会により、福島の実状、科学的アプローチによる減容化研究への紹介を進めた。異分野の研究会においては、多くの異分野の研究者が福島環境回復の問題に関心を示していること、各研究者の技術の貢献を希望していることが分かった。</li> <li>・学術論文、国内外学会などで活発に発表を行った。</li> <li>・技術リファレンスの概要についての検討を開始した。</li> </ul>		
<p>(2)成果の波及効果</p> <p>【分級高度化に関する研究】</p> <p>・Csが風化黒雲母系鉱物に濃縮していること、Cs吸着粒子が無機団粒構造、有機・無機団粒構造および単一鉱物の3種類に分類できることを明らかにしたことは、分級など粒子別による減容化開発に大きく貢献可能であり、その可能性について一部フィールド試験などを通じて実証した。このことは、<u>化学的な処理を伴わない分級などの一次処理の減容化効率をさらに向上させることに波及することが期待される。</u></p> <p>【湿・乾式化学処理に関する研究開発】</p> <p>・Cs濃縮メカニズム、Cs吸着に関する特異な化学結合特性の解明は、分級高度化の研究開発で得られた知見と合わせ、見かけ上化学的に不可逆なCsの吸脱着反応における、脱離法を考察する上で極めて有用である。その結果、これまで湿式法においては、酸溶液処理でも無理だった土壌に対し、実験室スケールの実験で大きなCs脱離効率を得ることに成功した。乾式処理においては、特定鉱物に限定していくことで、溶融温度の低下、二次廃棄物の低減が期待できる技術の開発に繋がる。すなわち、本研究で得られた知見は、<u>化学処理効率の向上、経済性、環境負荷低減を考慮した新しい化学プロセスの開発に波及することが期待される。</u></p> <p>【焼却処分に関する研究開発】</p> <p>・焼却処分後の土壌残渣の保管法の検討、焼却処分後の廃材の再利用の検討において重要な知見となる。</p> <p>【溜池底土の性状解析に関する研究】</p> <p>・溜池底土の安全な管理法、除染を行う場合の指針を検討する上での重要な知見となる。</p> <p>【情報発信、技術リファレンスの作成等】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・市民講座などを通じて、Cs土壌廃棄物に関する科学的な背景を踏まえた現状を紹介することで、客観的な理解を深めることに貢献出来る可能性がある。大学などでの講演で、次世代研究者となる可能性のある人材への情報発信として重要である。</li> <li>・学術論文発表により、福島環境復興問題への異分野研究者に対する情報発信として重要である。</li> <li>・技術リファレンスの公開は、減容化・除染を計画する自治体の計画立案、施工業者の作業推進への貢献が期待される。</li> </ul>	<p>S</p> <p>A</p>	<p>S 評価:</p> <p>○今後、実用化するにあたっては、エンジニアリングとの連携が重要であり、機構内だけでなく他機関との連携を含めて展開されることに期待します。学術的成果として、論文として国際的にも発信していることを評価します。</p> <p>○研究成果に関して、異分野の研究者への発信、異なる立場の方々への発信がされることにより、波及効果が期待される。</p> <p>○今後はどうした応用につなげられるのか、基礎研究より難しい課題になるが、少しでも実用化につなげられるよう期待する。</p> <p>A 評価:</p> <p>○波及効果という意味では大きく期待できるところであるが、現時点での実績としてはまだ入口にあるように感じられる。</p> <p>将来性という観点ならSでいいが、本評価委員会は実績評価であると考えられるのでAとした。</p> <p>○コスト面も含めて実フィールド等における実用化が期待されると思う。</p> <p>○応用や実用化といった観点では評価しにくい分野である。我が国から発信する重要な基礎研究としての波及効果を評価する。</p> <p>○波及効果を考えると、どうしても応用を念頭に置くわけですが、そういう意味では、焼却処分への知見の適用の青写真がいまいち見えてこないところがあると思います。それは、この種の研究ではどうしようもない点もあるように思いますが、そういった意味では、基礎研究としてのCsの吸着形態を極めていただければ十分に思いますが。</p>

表-3 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名: Cs の吸脱着過程の解明

<p>(3)今後の研究開発の展開</p> <p>【分級高度化に関する研究】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・確立された手法により、土壌粒子の性状に関する基礎的知見をさらに蓄積するとともに、この結果に基づいて提案された新しい分級法の実証フィールド試験を実施する。</li> <li>・放射性 Cs 粒子-粒子間の移行挙動、他の鉱物粒子から風化黒雲母への移行挙動に関する基礎的知見を取得し、Cs 安定化のメカニズムをさらに解明する。</li> </ul> <p>【湿・乾式化学処理に関する研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・層間を開閉することにより放射性 Cs を脱離させるための、混合水溶液の調整、適用土壌の検討、処理後の土壌の性状変化および再利用(再生)可能性について検討する。また本法を用いるフィールド試験を実施する。</li> <li>・乾式処理においては、最適な反応促進剤の選定および反応条件の解明を進める。また、反応後の物質の性状解明、反応塩に溶け出した Cs の回収方法の検討、反応塩の再利用法の検討など実施する。</li> </ul> <p>【焼却処分に関する研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・粘土の焼却処分後の性状解析に加え、土壌試料の性状解析, Cs 脱離挙動解析, 焼却後の廃材の性状解析, 残留 Cs の浸出実験を通じて、焼却処分の実機適用に関する支援を行う。</li> </ul> <p>【溜池底土の性状解析に関する研究】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・溜池底土の組成をさらに詳細に検討し、特に粒度と鉱物組成の関係を明らかにする共に、除染に向けた検討も開始する。</li> </ul> <p>【情報発信、技術リファレンスの作成等】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・外部発信に関しては、これまでの活動を継続する。</li> <li>・技術リファレンスを作成し、公開に向けて関係各所とその方法について検討する。リファレンスは、研究の進捗に合わせて更新するシステムについても検討する。</li> </ul>	<p><b>妥当</b></p>	<p>妥当:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○福島復興計画に関連する研究者の数は多いことが想定されるため、多様性のある場における情報発信を期待する。</li> <li>○実用化に向けた工学との連携</li> <li>○分級の成果を一層高め、放射性物質に汚染された廃棄物の減容化は、中間貯蔵施設建設には間に合わないのであれば、30 年後には完了するとされる最終処分までに、大幅な減容化を図れるようにするなど、具体的な目標を設定して実現に向けて取り組んでいただきたいと思います。</li> <li>○研究成果の実用化にむけた展開が計画されており、妥当であると思う。なお、特に費用対効果については十分検討する必要があると思う。</li> <li>○是非、基礎研究として進めていただければと思います。</li> <li>○減容化は今福島が直面している最も大きな課題。ぜひその面で役立つよう研究を進めて欲しい。</li> <li>○ため池については不要</li> </ul> <p>修正:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○応用につき進む前に、一般化についての検討が必要である。</li> </ul>
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>S: 特に優れた実績を上げている。</li> <li>A 設定目標を達成、または目標を上回る実績をあげた。</li> <li>B: 設定目標は未達成だが、目標に近い実績をあげた。(目標達成度 70%以上、100%未満)</li> <li>C 設定目標は未達成であり、達成に向けた実績も不十分である。(目標達成度 70%未満)</li> </ul>		

表-4 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名: 除染技術の高度化

機構自己評価		評価委員会評価	
自己評価内容	評価	評価	理由/意見等
<p>(1)実績の評価</p> <p><b>【砂利除染システムの構築】</b> 公共施設、住宅除染で発生する砂利の種類(粒径等)毎に、除染手法、除染効果を明らかにして合理的・効果的な処理方法を構築し、所期の目標を達成した。</p> <p><b>【除染技術情報ナビの構築】</b> 自治体等ユーザーからの意見、利用状況を踏まえ、情報のナビゲーション機能の強化、コンテンツの追加、表現の平易化等を実施して除染技術情報を提供するポータルサイトを構築し、所期の目標を達成した。</p> <p><b>【除染効果評価システムの高度化・実証】</b> 国、自治体除染に係り、簡便な操作によって除染に必要な除染係数予測や除染効果のシミュレーションが可能なシステムを開発し、国、自治体の除染計画策定や効率的・合理的な除染事業の推進に活用することで、所期の目標を達成した。</p> <p><b>【ポロイオン等によるセシウム移行抑制技術の開発】</b> 森林(生活圏)、除染に係り、表土保護の観点から、ポロイオンの原料を1/5程度の量に削減しても、十分な固定化効果を得、なおかつ従来の方法のように塩害を抑制するポロイオン技術を開発し、所期の目標を達成した。</p> <p><b>【除去土壌等の分別・減容等処理技術開発】</b> 中間貯蔵施設に搬出される除去土壌等の合理的な減容処理に向け、国内外の分別・減容等処理技術の調査を行うとともに、処理に際しての土壌等の性状分類及び放射能濃度区分案等、課題を検討・整理し、所期の目標を達成した。</p> <p><b>【可燃物の分解・減容技術開発】</b> 焼却方法以外で可燃物を分解できる技術を調査するとともに、有望な技術について試験を実施、データを取得して、所期の目標を達成した。</p>	S	A	<p>S 評価:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○除染技術の高度化に向け、国や自治体の除染活動支援に関してシステム化が進められている。</li> <li>○内閣府から委託した除染モデル事業、環境省等からの除染技術実証事業などの管理運営業務は、本評価の対象外ではあるが、大きな貢献を果たし、その後のフォローアップとしての除染効果評価システム等の研究開発の実績は十分に評価できる。</li> </ul> <p>A 評価:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○所期の目標を着実に達成していると認められる。</li> <li>○環境省など政府機関からの委託事業内容は評価対象外とのことで、今回の発表内容で「高度化」の状況を明確に把握し評価させていただくのは難しい面がある。ただし、除染効果評価システムなど、除染をどう評価するか市町村職員が判断できるようなシステム開発など、着実に成果を上げてきていると評価できる。</li> <li>○市町村にとって必要な除染技術や除染の効果評価等について、計画目的に沿った成果が得られており、評価できると思う。</li> <li>○計画どおり着実に進めていただいていると思います。現場に近いところで、現場のニーズに即した事業である点がとてもよいと思います。</li> <li>○除染技術の高度化はニーズが高く、成果は上げてはいるが、少し取り組みが遅れているような気がした。</li> <li>○実際に自治体等が利用できる評価システムが作られて、実際の場面に適用されていることは、おおいに評価できる。現場に適用されうる実際の技術については、全体の技術的動向や現場のニーズに対して、どの程度重要な部分に取り組んでいるのかが理解しにくく、評価しにくい。河川敷の解析は物理的減衰以外にどんなパラメータが入っているのかが十分に理解できなかった。</li> <li>○高度化の定義と各研究テーマ毎に高度化の目標をより定量的に示してその達成度を評価すべきである。例えば、ポロイオンの技術は従来技術と比べどのように抑制効果があったのか、コスト的にどの程度抑えられたのかetc. 定量的に示してほしい。</li> </ul> <p>B 評価:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○除染効果評価システムの高度化・実証については、高く評価できる。しかし、機構に対する期待が大きいため、実際のパラメータの入力によりモデルのアップデートが必要であり、場合によってはミスリーディングを引き起こす可能性すらあるので、今後の実測データを入力した開発が重要である。他の処理技術については、他省庁や他の研究開発との関連が明確では無いので、そのあたりを明確にしてほしい。</li> </ul>



表-4 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名：除染技術の高度化

<p>(2)成果の波及効果</p> <p>【砂利除染システムの構築】 除染現場および中間貯蔵施設において、砂利の特徴に応じた除染を行うことで、作業の効率化、廃棄物の低減化が図られる。</p> <p>【除染技術情報なびの構築】 ポータルサイトから容易に除染対象毎の除染方法、効果、費用等の技術情報を得られることで、自治体等が実施している除染作業計画の作成や実際に除染作業を進める際の参考として活用している。</p> <p>【除染効果評価システムの高度化・実証】 国、自治体等が行う除染事業において、除染のシミュレーション及び将来予測評価を活用することで除染事業の効率的・合理的な推進が図られる。具体的に、森林部(生活圏)や河川敷の除染の妥当性、今後の予測評価について、多数、要請を受け、除染コストの大幅な低減、住民不安の軽減に、大きく貢献している。</p> <p>【ポリオン等によるセシウム移行抑制技術の開発】 森林部(生活圏)除染において、傾斜裸地においては、植生育成に適したポリオン複合体塗布等の措置をすることで、法面の強化、セシウム移行抑制、地表保護等のための活用、除染事業の進捗が期待できる。</p> <p>【除去土壌等の分別・減容等処理技術開発】 中間貯蔵施設に搬出される膨大な量の除去土壌について、有効な減容技術で土壌等を処理、処理後の土壌の再生利用を促進することで、処分する量の低減、処分負担の軽減が期待できる。</p> <p>【可燃物の分解・減容技術開発】 除染現場で発生する草木類、中間貯蔵施設に搬出される可燃物について、焼却とは別の(常温での処置による)安全な分解・減容処理技術を開発、実用化することで、(熱、オフガス飛散に係る)住民不安を軽減し、可燃物の減容化の促進が期待できる。また、除去土壌の処理時に仕分けされるものについて、システムを組み合わせることで分別労力の低減も期待できる。</p>	<p>S</p>	<p>A</p>	<p>S 評価:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○着実な成果を挙げていると認められる。</li> <li>○除染効果評価システムの評価に関して、除染コストの低減、および住民不安の軽減の効果的な測定方法の開発が期待される。</li> </ul> <p>A 評価:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○除染効果評価システムについては、機構ならではの研究成果を生かしたもので、高く評価できる。今後精度向上をよりはかっていただくことが望ましい。減容化等の技術開発は、他の機関で開発されている技術との比較検討により、取捨選択が望ましい。</li> <li>○ポータルサイトや除染評価システムの活用度に対する評価と改善への取組について、一層の努力が期待される。除去土壌等や可燃物の分別・減容化技術の開発については、より現場ニーズに応える観点から行われていると理解されるが、他の熱的減容化の研究課題との重なり感もあり、相互の関係の整理も必要。</li> <li>○除染に関する対象別のシステムの確立や評価システムの自治体での応用など、成果はあがっている。ただし、そのような状況が各自治体の除染作業の進展や地域との信頼関係構築にどの程度の効果を上げているかなどの視点が入っておらず、波及効果をどう測定し評価するのかも、今後検討していただきたいと考える。</li> <li>○除染技術や効果評価システムの市町村へのさらなる普及が望まれる。</li> <li>○地方自治体による利用が進んでいることから、波及効果も十分あるかと思えます。</li> <li>○分野的には実用化に近い研究であり、もっと情報提供すべきである。研究の実績を上げているのにもったいない気がする。除染をするかしないかの判断は難しいが、その政策判断に寄与する予測システムは評価できる。</li> <li>○除染効果評価システムについては実際の利用が進んでおり評価できる。個々の技術については、全体の技術的動向の中での位置付けや現場のニーズへの対応をより明確に示すことが重要と考える。</li> <li>○発表内容と技術課題の全体像とが一致しているのか？よく理解できなかった。</li> </ul>
---	----------	----------	---

表-4 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名: 除染技術の高度化

<p>(3)今後の研究開発</p> <p>【砂利除染システムの構築】 研究開発, 終了</p> <p>【除染技術情報並びの構築】 研究開発, 終了。今後活用継続。</p> <p>【除染効果評価システムの高度化・実証】 自治体等での利用促進及び除染シミュレーションに基づいた自治体等への除染技術支援を進めるとともに, 今後, 本格化が予想される森林除染や河川, ため池等の処置に係る技術支援を行う。</p> <p>【ポロイオン等によるセシウム移行抑制技術の開発】 移行抑制機構の解明に基づく改良を継続し, ポロイオン水による表層土壌処理剤の環境影響評価を行う。</p> <p>【除去土壌等の分別・減容等処理技術開発】 実用可能性の高い処理技術の検討結果から, 分別・減容等処理技術の詳細調査と課題の整理を継続して実施する。また, 実用可能性の高い処理技術の実証試験を通して, 改善点や処理の効率化をすべき点などを整理し, 最適な減容処理システムを設計して, 国に提案する。併せて再利用についても再生利用シナリオの構築, 各経路における被ばく評価を行い, 具体的な再利用基準, 方法を国に提案する。</p> <p>【可燃物の分解・減容技術開発】 可燃物の分解等の有望な技術の調査を行うとともに実廃棄物の草木類を用いて基礎試験及び実証試験を行い, 実用化システムを構築し, 国等への提案を行う。</p>		<p>妥当:</p> <p>○除染効果評価システムの評価に関して, その有効性を示す効果的な測定方法の開発が期待される。</p> <p>○除染廃棄物の減容化や, 減容化後の再生利用など, 中間貯蔵施設の建設準備が本格化する中では, 喫緊のテーマと言える。成果を国に提案するだけでなく, 実装につなげる意欲をより強調して取り組んでいただくことを願っている。</p> <p>また, 除染から復興に向けて福島県民の関心が徐々に移る中, 家屋を新築, 改修する際の建材として「セシウムを通しにくい建材」などが販売され始めている。ポロイオン等によるセシウム移行抑制技術開発などが研究テーマの重要な柱になっているが, このような移行抑制技術の多様なパターンが今後被災地に提案されることが急増すると考えられ, 多様な技術や提案をどう評価するのも, 機構に期待されてくるのではないかと考える。ぜひ念頭に置いていただきたい。</p> <p>○県民から除染効果に関する問い合わせも多く, 今後の取組みは妥当であると思う。</p> <p>○活用に重きをおいたプロジェクトであると思いますので, 他のプロジェクトで得られた成果をいち早く取り込んで, 現場活用を進めていただきたいと思います。</p> <p>○そろそろ一方的な成果の情報提供でなく, 現場の声を踏まえた双方向的な情報提供のあり方を模索すべきだろう。</p> <p>修正:</p> <p>○除染効果システムとしては, 実際のデータを基に高度化が強く望まれる。この点に集中した精力的な研究開発が望まれる。一方, 減容化等の技術開発は, 他の機関で開発されている技術をレビューした上で, 取捨選択が望ましい。</p> <p>○技術ニーズの変化を踏まえて, 実用化可能性の高い技術に研究開発対象を絞っていくことも検討が必要。減容化関係は, 熱的減容化の課題との統合も考えられるが, 別にするのであれば, 位置づけをもう少し明確にすべき。この点は次期中長期計画での議論か。</p> <p>○可燃物に対する減容化技術は, 他技術(焼却)と比べながメリットなのか, 定量的に示してほしい。例えば排ガス量とか, 生成する残量 etc についてデータがとれるように工夫してほしい。</p>
<p>評価</p> <p>S: 特に優れた実績を上げている。 A 設定目標を達成, または目標を上回る実績をあげた。 B: 設定目標は未達成だが, 目標に近い実績をあげた。(目標達成度 70%以上, 100%未満) C 設定目標は未達成であり, 達成に向けた実績も不十分である。(目標達成度 70%未満)</p>		

表-5 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名：除去物・災害廃棄物の減容方法

機構自己評価		評価委員会評価	
自己評価内容	評価	評価	理由／意見等
<p>(1)実績の評価</p> <p>【小規模試験装置を用いた高温下における Cs 挙動の解明】 ○焼却炉内での Cs 挙動について、フィルタ捕集可能な粒子と Cs 含有量の関係及びその化学形についてのデータを取得し公表したことに加え、粘土鉱物を加えるといった実際に対応可能な方法により、Cs の飛灰への移行が低減できるという知見を示したことにより、実際に処理に携わる関係各所に対して焼却炉内における Cs 挙動とその制御に関する基礎的な知見を提供できた。</p> <p>【スケールアップに向けた焼却時の放射性 Cs 挙動評価】 ○主灰、飛灰発生量及び放射能濃度の実測データを使って、シミュレーション結果が概ね妥当であることが確認できた。 ○生活ゴミを対象として、焼却時の Cs 挙動について、Cs 濃度をパラメータとした解析を実施し、Cs 濃度が現状の生活ゴミの 10～100 倍に上昇してもバグフィルタ付近で単体で存在する CsCl は 0.1%以下となるなど、Cs の凝集・付着挙動が確認できた。なお、これらの評価は、排ガスに移行する Cs が最も多くなると想定される「生活ゴミには放射性 Cs しか含まれない」という仮定で実施した。</p> <p>【耐火物への Cs 蓄積機構とその支配因子の解明】 ○Cs を含むスラグの物性及び耐火物中での拡散係数やその存在形態を明らかにしたことで、実際に処理に携わる関係各所に対して熔融炉内での Cs 挙動とその制御について考慮するための基礎的な知見を提供できた。</p> <p>【高線量域で発生する放射性廃棄物の減容処理技術の開発】 ○対象廃棄物の分解特性基礎試験を実施し、材料腐食試験及び固体廃棄物処理試験の条件設定に反映するデータとして、分解温度、減重率を取得した。また、可燃物と不燃物又は海水を温度制御により分離処理可能であることを確認した。 ○分解特性基礎試験の結果を基にしてプラスチック、油泥、汚泥等の処理が可能で、かつ、廃棄物の形状の制約が少なくなるような炉型としてロータリキルン方式を選定し、処理能力 1kg/h の処理試験装置を製作した。燃焼炉及び排ガス処理系については、ダイオキシン発生の抑制に実績のある液中燃焼方式、水スクラバ及びデミスタを採用することとした。 ○処理能力 1kg/h の処理試験装置を用いて連続処理時のガス化性能の確認、セシウムの移行挙動等のデータを模擬廃棄物を使用した試験を実施し、可燃物及び難燃物の重量減少率 95%以上、セシウムの 99%以上がガス化炉内及び残渣に残留することを確認し、環境への影響が少ないことを確認した。また、海水塩由来の塩素を含む試料を処理しても、装置に腐食等の影響がないことを確認した。 ○試験結果を基に高線量の廃棄物を処理するための実規模処理設備の概念検討を行い、建設コスト及び運転コストを試算した。 ○本研究開発では、24 年度の達成目標として揚げた雑多な廃棄物を一度に処理する基礎的なデータ、ホット処理時に問題となる核種の環境影響、被ばくの低減化等の基礎的なデータを模擬廃棄物を使用した試験により取得し、実機的设计・製作に必要な技術データを整備することを達成した。</p>	A	A	<p>A 評価： ○さまざまな知見を着実に得ており、妥当な評価であると考ええる。</p> <p>○放射性廃棄物処理に向けて、セシウムの挙動の解明・評価を中心とした技術開発が進められている。</p> <p>○焼却に伴う Cs 挙動については、計画通りの成果が得られたものと評価できる。今後環境省等との情報共有、技術開発していただくことを期待する。</p> <p>○限られたリソースの下で、機構のベースを用いて有用な知見が多く出されていると評価します。</p> <p>○災害廃棄物の焼却が増えると、焼却施設近隣の住民の方の不安感も増えると考えられ、焼却炉内でのセシウムの挙動に関して、多様な視点での試験データの蓄積を続けており、適切に進めていると評価する。</p> <p>○各市町村における焼却施設でのCs対策を行う上で、基礎となる貴重なデータが得られたところであり、評価できると思う。</p> <p>○他の部門との連携により XAFS 解析するなど、とてもよい共同研究が開発されていると思います。 燃焼時の温度がCsの化学形もほぼ確定してきており、目標を達成したものと思います。 排気への移行低減策について、パーミキュライトを添加剤とする技術は確立できているのかな、と思います。 Cs 挙動のシミュレーションにより、バグフィルタを通りぬける Cs が極めて少ない点は、今後活用されるデータであると思います。</p> <p>○今後の実用化につなげられる成果であり、もっと応用にも目を向けた方がいい。 機構の仕事でもないかも知れないが、焼却による減容のニーズは高いので、どんどん応用に力を入れるネットワークを作れないのだろうか。</p> <p>○開発された技術がどのように実際の施設に適用されていくのかが理解しにくい。実用化に向けた展開を期待したい。</p> <p>B 評価： ○焼却時のCs挙動や焼却灰のCs形態については他の研究手法(Csの吸脱着のテーマ)を参照されて、XAFSのみでなく検討してほしい。耐火物へのCsの蓄積機構や着脱？、移行速度は、重要なテーマである。ぜひ、成果発表してほしい。 Csと共存する原子、例えばClが存在すると蒸発しやすくなると考えられる、かつ、そうした点について言及がなかった。</p>

表-5 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名: 除去物・災害廃棄物の減容方法

<p>(2)成果の波及効果</p> <p>【小規模試験装置を用いた高温下における Cs 挙動の解明】 ○得られた成果は、学会発表等を通じて、処理に携わる関係者に周知している。特に、本研究で用いているイメージング XAFS については、これまでに明確にすることが難しかった焼却灰や土壌といった複数の成分が混合している実材料について、特定元素の化学形を特定できる方法として、注目されており、本研究以外の環境研究にも適用についての問い合わせが多くある。このことから、福島を含む環境分野の研究開発の前進に寄与できたと考えている。</p> <p>【スケールアップに向けた焼却時の放射性 Cs 挙動評価】 ○福島県内の自治体及び廃棄物処理事業者等が集まる「廃棄物処理施設課題検討会」において、放射性 Cs の焼却炉内での挙動等について説明した。 ○あらかわクリーンセンターの他、福島県内の規模の異なる焼却炉(クリーン原町センター、田村西部環境センター)に対して、燃焼シミュレーションコードを作成し、解析を実施できた。 ○国立環境研究所が実施しているマルチゾーン平衡計算に対し、炉内での温度・ガス流速等の情報・知見の提供を実施できた。</p> <p>【耐火物への Cs 蓄積機構とその支配因子の解明】 ○得られた成果は、学会発表等を通じて、処理に携わる関係者に周知している。中でも、溶融体中での Cs 挙動の考察を通じて得られた知見を元に、模擬土壌中の Cs 分布に関する再測定を行った結果、鉄と Cs の間にスラグ中と同様の関係が見られるというデータが得られつつある。このことから、福島を含む環境分野の研究開発の前進に寄与できたと考えている。</p> <p>【高線量域で発生する放射性廃棄物の減容処理技術の開発】 ○塩素を含む試料の処理が可能であるため、これまで開発を行ってきたフッ素だけでなく塩素も含む広範な廃棄物の処理の可能性を見出した。 ○減容処理技術開発の成果については原子力学会による技術情報の発信を行った。</p>	<p>A</p>	<p>A</p>	<p>A 評価:</p> <p>○成果の波及も徐々に進んでおり、妥当な評価であると考えられる。</p> <p>○得られた知見の自治体における説明や、現地を対象とした解析が進められている。</p> <p>○焼却に伴う Cs 挙動については、計画通りの成果が得られたものと評価できる。今後環境省等との情報共有、技術開発していただくことを期待する。</p> <p>○実機での対応が可能となるよう更なる研究が望まれる。</p> <p>○他機関との連携によって、得られた知見を活かす努力もされていると思います。</p> <p>○この研究成果をどのように、各焼却炉で活かしたのか、またその状況を近隣住民に提供することで、対話の活性化や信頼関係の構築にどのように活用したか、など、定量的な部分だけでなく、定性的な効果も記録してはどうか。せっかくの成果を社会がどう活用するか、そのつながりに配慮することが、特に今回のような事故後の対応として必要と考える。</p> <p>○既に焼却処分をしている自治体への情報提供がなされていると思います。 今後、高線量域の放射性廃棄物の減容化について、この知見が活用されることを願っています。この課題は本プロジェクトが及ばないところでクリアすべき課題が多いように伺いますので、時が来たときに活用されるとよいのかな、と思いました。</p> <p>○上記にも触れたが、もっと波及効果も学術以外にも目を向けて欲しい。</p> <p>B 評価:</p> <p>○実際の焼却施設開発に向けての位置付けをより明確にし、実用化に直接貢献する成果が生まれることを期待する。</p> <p>○広く研究成果を積極的に発信してほしい。国環研との連携分担を明確にすべき。</p>
---	----------	----------	--

表-5 福島環境研究開発・評価シート  
 研究開発課題名: 除去物・災害廃棄物の減容方法

<p>(3)今後の研究開発</p> <p>【小規模試験装置を用いた高温下における Cs 挙動の解明】                  ○焼却時における Cs の挙動を解明するための基礎的なデータ取得を目的に実施した試験であることから、必要な追試等を実施した上で、成果を論文等に取りまとめて公表した上で終了する。</p> <p>【スケールアップに向けた焼却時の放射性 Cs 挙動評価】                  ○Cs 挙動解析コードを使用して、炉形式等をパラメータとした解析を実施し、解析結果は、国立環境研究所等と情報共有する。                  ○焼却炉内のガス流速等を解析し、飛灰の壁面への付着モデルを構築する。</p> <p>【耐火物への Cs 蓄積機構とその支配因子の解明】                  ○加熱処理時の Cs の耐火物への蓄積挙動を解明するための基礎的なデータ取得を目的に実施した試験であることから、必要な追試等を実施した上で、成果を論文等に取りまとめて公表した上で終了する。</p> <p>【高線量域で発生する放射性廃棄物の減容処理技術の開発】                  ○高線量域で発生する放射性廃棄物の減容処理技術開発は終了し、今後は福島第一原発内に保管されている焼却処理が適さない油及びイオン交換樹脂の減容安定化処理を行うための技術開発を実施する。</p>	<p><b>妥当</b></p>	<p>妥当:</p> <p>○上記の自治体での説明実施等を踏まえ、さらに現地での説明会の開催や現場を対象とした解析が期待される。</p> <p>○機構内の他の研究成果や他機関との情報交換等連携して、最終的なアウトプットをつくるときには、より実用的な付加価値をつけていくように努力して頂ければと思います。</p> <p>○焼却炉内でのセシウム挙動と、耐火物への蓄積等に関しては、知見を蓄積して整理にて、研究開発はほとんど終了とのこと。新たな知見の集約は必要なくとも、その知見をどう生かすか、社会への対応は今後の重要課題であり、分かり易い情報の蓄積と発信、社会での活用などには十分な配慮を継続していただきたい。</p> <p>○必要な追加的試験等が計画されており、妥当であると思う。</p> <p>○目標を達成した項目が多いので、課題が終了してくるのは自然であり、計画は妥当だと思います。</p> <p>○若干研究の速度が鈍ったように見えるが、大事な研究なので着実に進めて欲しい。</p>
<p>評価</p> <p>S: 特に優れた実績を上げている。                  A 設定目標を達成、または目標を上回る実績をあげた。                  B: 設定目標は未達成だが、目標に近い実績をあげた。(目標達成度 70%以上、100%未満)                  C 設定目標は未達成であり、達成に向けた実績も不十分である。(目標達成度 70%未満)</p>		

表-6 福島環境研究開発・評価シート  
 研究開発課題名：環境モニタリング・マッピング技術開発

機構自己評価		評価委員会評価	
自己評価内容	評価	評価	理由／意見等
<p>(1) 研究開発課題の妥当性</p> <p>【無人ヘリコプターによる放射線モニタリング技術の高度化】                      これまで、有人ヘリ等による広域のマッピングに係る技術開発を進めてきた。今後は、さらに詳細な汚染状況を迅速にモニタリングする技術が求められている。特に森林は放射性 Cs が長期的に存在していくと予想されることから、森林の活用、被ばく防護等のために森林内の詳細な汚染分布測定が求められている。また市街地、住宅周辺の詳細な汚染状況把握なども求められており、無人ヘリモニタリング技術の開発が必要不可欠である。</p> <p>【水底モニタリング技術の開発】                      PSF 等を用いた農業用ため池測定技術に関しては、住民帰還後の農業活動に関して安全・安心に寄与するために極めて重要である。地元からの関心も高く、水底や水中の放射性 Cs の測定技術の開発が、今後も必要である。</p> <p>【無人航空機を用いた広域の放射線モニタリング技術の開発】                      JAXA と開発中の無人航空機による放射線測定システムは、100km の範囲を約 6 時間に渡って、あらかじめプログラミングした飛行ルートに添って自律的に測定ができる。このため森林火災や原子力施設事故における防災資機材として使用できる。福島第一原子力発電所のみならず、全国の原子力発電所の防災対策にも適用可能な技術であり開発は妥当である。</p> <p>【高線量下の地表におけるガンマ線可視化技術の実証】                      PSF を用いた 1F の汚染水監視、排水監視技術については、性能が確認できたことから、これらへの活用が期待できる。今後、東京電力等の要望に応じて技術開発に協力していく。また、高線量下の放射線環境の可視化にコンプトンカメラ等の技術を応用し、被ばく低減等に貢献していく。</p> <p>【福島県内空間線量率速報システムの構築】                      住民帰還を進展させるためにも、住民が利用する路線バスなど、広範囲にわたる公共交通機関を利用した空間線量率がリアルタイムにて測定され、公開されることが必要である。安心感を与えるために継続した情報発信が求められる。</p>		<p><b>妥当</b></p>	<p>妥当：                      ○モニタリング対象をしっかりと見据えつつ、技術開発を行って欲しい。海外との研究協力も積極的に進めて欲しい。</p> <p>○研究目的・計画と地元のニーズがどの程度合致しているかに関して、適切な計画設定が重要であると考えられる。                      具体的には、計画が地元のニーズのどの点にどのように貢献し、計画が達成されることにより、復興にどの程度貢献できるのかを適切に示す必要がある。</p> <p>○機構でしかできない技術を発展するための意義がある。森林の林縁の測定には意義があるとは思えるが、森林内の線量測定には、あまり意義が感じられない。水底モニタリングについても、線量測定というよりは、底質のサンプリング等の自動化の方が重要であると考えられる。遠隔測定とそのキャリブレーションを行うことも併せて、設定していただきたい。</p> <p>○どのような場面で活用していくのか、アウトカムをより明確にしていけるのではないか。</p> <p>○特に線量の高い地域での森林・住宅地・水底などの継続的なモニタリングは重要であり、対象別により詳細なデータ把握をめざした研究開発課題の設定は妥当と考える。</p> <p>○森林の放射性物質対策等のために詳細な汚染分布測定が求められており、またスピード感をもって取り組む必要があることから妥当であると思う。</p> <p>○3 次元計測を進めていこうという点は、ニーズに応じた対応であり、妥当なモチベーションだと思います。                      森林のモニタリングをする理由が、林産物(林業)の復興というのは無理があると思います。外部被ばくが全く問題でない森林ですら、シイタケ原木の出荷は出来ていません。オンサイトで使えるという方が意義があると思います。高線量域に絞った目的でもよいように思います。</p> <p>○森林における環境モニタリングは極めて重要であり、さまざまな手法でさらに時間軸を意識して進めて欲しい。これは全体的に言えることであるがモニタリングの進展し、住民がどのように変化したのか、帰還が進んだかの研究課題も必要だと思う。</p> <p>○これまでの実績を活かした機構独自の妥当な課題である。長期的に見るとより広い意味での「福島発の技術」といった大きな視点でアピールすることも重要だろう。</p> <p>○どういう場所(森林?)で、どこまで詳細な除染状況把握が必要なのかを明確にしてほしい。そのための技術開発を目指してほしい。</p>

表-6 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名：環境モニタリング・マッピング技術開発

<p>(2)研究開発計画の妥当性</p> <p>【無人ヘリコプターによる放射線モニタリング技術の高度化】 比較的大型無人ヘリを用いた現行のモニタリング技術に関しては、民間への技術移転を進めるが、マイクロ UAV、ドローン、マルチコプターと呼ばれる小型無人ヘリを用いた測定技術の開発を強化する。また、森林や山間部、市街地等の複雑地形での放射性物質の立体的な沈着状況を詳細に測定できるコンプトンカメラと 3D オール画像を組み合わせた解析手法を確立する。森林や住宅地における汚染状況の詳細測定に関しては、地元のニーズ等にも合致しており、計画は妥当であると考えられる。</p> <p>【水底モニタリング技術の開発】 PSF を用いた農業用ため池測定技術に関しては、民間移転を進める。今後は、ガンマ線スペクトルを用いた放射能分布の推定手法等の高度化を図る。また、より深い湖や沿岸海域でのモニタリング技術を開発していく。住民帰還、農業用水の利用等の地元ニーズもあり、計画は妥当である。</p> <p>【無人航空機を用いた広域の放射線モニタリング技術の開発】 長期間続く廃炉作業に係る防災対策や全国の原子力発電所等の防災資機材としての活用が見込まれ、計画は妥当であると考えられる。</p> <p>【高線量下の地表におけるガンマ線可視化技術の実証】 ・PSF による 1F 汚染水等の監視技術については、適用の可能性が確認されたことから、東京電力等への技術移転などを念頭に開発することが必要。 ・高線量率箇所の探査と実時間でのガンマ線の可視化を目的として作業者のヘルメットに装着、及びドローンに搭載するウェアラブル・コンプトンカメラを開発する。</p> <p>【福島県内空間線量率速報システムの構築】 福島県民などの安全・安心の醸成のため、継続した情報公開に努めることが必要である。ただし民間への技術移転も念頭に計画していく。</p>	<p style="text-align: center;"><b>妥当</b></p>	<p>妥当:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○具体的な対象を明確にした(抽象的でない)詳細計画を是非策定してほしい。</li> <li>○機構でしかできない技術を発展するための意義がある。住宅近傍の、森林の林縁の線量測定、住居地域の線量分布の詳細な調査は、住民の帰還において、重要な意義があると考えられる。</li> <li>○中長期計画ということで、ニーズの変化も考慮した長期間の戦略的な計画づくりが必要。また、単に研究開発し、民間への技術移転・支援だけでなく、社会実装を先導する取り組みも、様々なセクターとの連携によって進めていくべきではないか。</li> <li>○研究計画書には「・・・の高度化」という表現が多用されている。それで結構ながら、研究成果をどのように活用するのか、活用してほしいのかで、高度化の意味は違ってくる。例えば、精度を高めるだけでなく、将来的には、地元の方々や団体の参加を得て、住民参加型モニタリングなど新しいリスクコミュニケーション手法が可能性として考えられることから、簡単な手順で精度の高い計測ができる手法の開発なども、視野に入れていただいてもいいのではないかと考えている。</li> <li>○技術開発と合わせて技術移転を進めることから市町村等のニーズにも合致しており、計画は妥当であると思う。</li> <li>○それぞれの計測技術について、感度の設定をさせていただきたいと思います。感度次第で使える方向性がかわると思います。たとえば、シイタケ原木(50Bq/kg)のヘリコプターマッピングは無理でしょうし、PSF で1F のタンクをモニタリングするのは妥当だと思いますし。ウェアラブル・コンプトンカメラはとても重要な課題だと思います。</li> <li>○研究と同時に技術移転の視点も忘れずに計画を進めて欲しい。</li> <li>○森林内の 3D モニタリングについては活用(場所(ニーズ)と他の手法での代替を十分に議論してから開発を進めるべきだろう。</li> </ul>
<p>評価</p> <p>S:特に優れた実績を上げている。 A 設定目標を達成、または目標を上回る実績をあげた。 B:設定目標は未達成だが、目標に近い実績をあげた。(目標達成度 70%以上、100%未満) C 設定目標は未達成であり、達成に向けた実績も不十分である。(目標達成度 70%未満)</p>		

表-7 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名：福島長期環境動態研究

機構自己評価		評価委員会評価	
自己評価内容	評価	評価	理由／意見等
<p>(1) 研究開発課題の妥当性</p> <p>依然として12万余の県民の方々が避難生活を余儀なくされているが、彼らの早期帰還や産業復興のためには、以下の問題を解決していくことが必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・未除染の森林から、将来、降雨等により放射性セシウムが生活圏に侵入した場合の空間線量率の変動の評価(これが上昇する恐れがあることから、(特に小さい子供がいる)家族が帰還することには否定的)。</li> <li>・未除染の森林に存在する放射性セシウムが、将来、樹木、河川水系、農地に侵入した場合の木材、水産物、農作物中の放射性セシウム濃度の変動の評価(これが基準値を超える恐れがあることから、従事者は事業再開に否定的)。</li> </ul> <p>このためには、環境動態研究を進め、以下のようなことを科学的根拠に基づき、定量的に示すことが必要。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・福島県内の河川水系における将来の放射性セシウムの挙動を予測できること。</li> <li>・将来予想される濃度や被ばく線量は、帰還・事業再開等に問題のないレベルであること。</li> <li>・条件によっては、従来の管理方法や既存の技術に基づき、セシウムの濃度や被ばく線量を有意に低減させる方策があること。</li> </ul> <p>これらを示すことにより、上記のような問題解決に資することができると思われることから、課題の設定は妥当と考える。</p>		<p><b>妥当</b></p>	<p>妥当:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○重要な課題であり、しっかりと取り組んでほしい。</li> <li>○研究成果のアウトプット方法を見据え、取得したデータの活用方法が検討されている。</li> <li>○モデルを出口としたとりまとめは、妥当である。一方で、除染の影響で土壌侵食・河川・湖沼へと波及してくることが予想されるため、除染の影響を項目に加えていただきたい。</li> <li>○中長期的に重要な課題。生活圏と農林水産業への影響等を特に重視すべきと思います。</li> <li>○環境回復から復興に向けて、避難されている人やお住いの方々にとっての将来の生活の不安は根強い。そのような方々にとって重要な情報となる環境動態研究は重要であり、課題設定は妥当と考える。</li> <li>なお、研究成果が出てから社会に発信するだけでなく、このような課題を設定して研究をしている、ということ公表することが、社会の不安を少しでも和らげることになり、研究成果だけでなく、研究課題や計画自体の発信も重要課題として考えていただきたい。</li> <li>○生活圏除染が先行的に実施されてきたが、森林、河川、ダム等における放射性物質対策を求めるニーズは多いことから妥当であると思う。</li> <li>○内部被ばくの予測の必要性がいまいち難しいところ。そのような声がありますでしょうか？ (私が知る限りですが、予測というよりは現況どうなのか、というニーズはあります)。</li> <li>細かいですが、木材の基準値はありません。少し目的が総花的かな、,、と思いますが、広く概要を知るモデルを組む、ということも必要に思いますので、概ね妥当な課題設定だと思います。</li> <li>○幅広い分野で少しふるしきを広げ過ぎの感がある。ただ重要な研究課題であることには変わりない。研究が進んだ時の社会との接点がどう変容していくかも研究してほしい。</li> <li>○これまでの研究をベースに検討されている妥当な計画である。機構が資源を投入していくべきポイントがもう少し明確に見えるようにしていくとより理解しやすい。「地衣類」については全体の並びの中での表題に違和感があるので、「・・・モニタリング手法開発」のような一般的なものにするほうが良いのではないかと。</li> </ul> <p>修正:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○網羅的な研究テーマなので、連携先との仕分けをどのようにするのかを、より明確にしたうえで進めてほしい。</li> <li>特に国環研とどのように住み分けるのか？一結果としてどのような成果になるのか、福島県のニーズに対応した優先順位をつけるべきである。予算は限定されているので重点化を図るべき。</li> </ul>



表-7 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名：福島長期環境動態研究

<p>(2)研究開発計画の妥当性</p> <p>平成 27～28 年度においては、解析評価ツールの詳細開発とパラメータ整備、取得データのデータベース化および評価システム開発を進めることとし、それに向けたデータ取得と調査・分析手法の確立を目指す。</p> <p>平成 29～30 年度においては、解析評価ツールの検証と改良、データベースの更新と評価システムの改良手法の確立を進めることとし、それに向けたデータ取得と取得データに基づくパラメータ設定・更新手法を確立する。調査場所については、半分程度に合理化し、これらの目的に必要なデータを効率的に取得する方法を確立する。</p> <p>平成 31 年度以降は、必要最小限の現地調査手法に限定し、効率的にデータを継続取得するとともに、データベース更新、解析評価ツールの改良、パラメータの更新を着実に進める。</p> <p>このように、現在の避難区域見直しの一つのターゲットである平成 30 年頃前までにデータベース化と評価システムの開発を着実に進めるとともに、調査場所・方法を合理化し、効率的にデータを取得するとともに、将来のデータベース更新やシステム改良を見据えてそれらの手法も整備しつつ進めることとしており、計画は妥当と考える。</p>		<p>妥当： ○世界的な研究協力を是非進めて欲しい。</p> <p>○データの活用に向けたシステム開発において、利用ユーザの想定を適切に行うことが重要である。システム開発においては、適切なデータの選択、データの提示方法に加え、ソフトウェア開発工程を見据えた開発設計が必要となる。その際、開発に適切なフィードバックをかけられるような開発の流れの設計が重要であり、ソフトウェア工学の知見を踏まえたスケジューリングが求められる。</p> <p>○モデルを出口としたとりまとめは、妥当であり、データの収集とモデリングに特化することが望ましい。一方で、除染の影響で土壌侵食・河川・湖沼へと波及してくることが予想されるため、除染の影響、GIS ベースで加え、浮遊砂、河川水等の濃度変化とその影響について、を項目に加えていただきたい。また、土壌侵食、流動に新たな知見が得られつつあるため、SACT 自体のアップデートも含めて調査研究項目に入れていただきたい。</p> <p>○様々なセクターとの連携により、研究開発課題も多様なニーズや変化に応じて柔軟に実施計画も見直していくことが戦略性をもった計画だと思いません。</p> <p>○平成 30 年頃を一つの目安と考え、計画を進めてゆく計画は妥当と考える。なお、福島の復興、日本全体での知見の活用、世界への情報発信など、それぞれに重視するデータや分析の方法が違うことも考えられる。より多様性を持って、しかも活用できる形で情報の集積と発信が可能になるよう、一層の発展を期待する。</p> <p>なお、水に対する不安意識は、セシウムの動態情報を常に簡単に入手可能な専門家とそうではない一般社会ではかけ離れており、そのような観点から、水や、地下水、湧き水、などの情報把握と分かり易い発信は今後とも重視していただきたい。</p>
<p>評価</p> <p>S:特に優れた実績を上げている。  A 設定目標を達成、または目標を上回る実績をあげた。  B:設定目標は未達成だが、目標に近い実績をあげた。(目標達成度 70%以上、100%未満)  C 設定目標は未達成であり、達成に向けた実績も不十分である。(目標達成度 70%未満)</p>		

表-8 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名: 除染・減容技術の高度化

機構自己評価		評価委員会評価	
自己評価内容	評価	評価	理由/意見等
<p>(1) 研究開発課題の妥当性</p> <p>【除染効果評価システムの高度化・実証】 福島県内除染の進捗率約 50%(住宅地の除染)、今後、加速化が予想される除染事業や除染後の評価(除染効果の維持確認、将来予測)評価、フォローアップを継続して実施することが、国、自治体から求められている。課題の選定、方向性、緊急性、社会的ニーズとの整合は妥当。</p> <p>【ポリイオン等によるセシウム移行抑制技術の開発】 森林の除染(生活圏)は約 30%今後、本格化が予想される森林除染や河川、ため池等の処置に係る、本システムを用いての技術支援を継続して実施する必要がある。課題の選定、方向性、社会的ニーズとの整合は妥当。</p> <p>【除去土壌等の分別・減容等処理技術開発】 中間貯蔵施設に搬出される膨大な量の除去土壌について、有効な減容技術で土壌等を処理、処理後の土壌の再生利用を促進することで、処分する量の低減、処分負担の軽減を図る必要があり、そのための国等から支援要請を受けている。課題の選定、方向性、緊急性、社会的ニーズとの整合は妥当。</p> <p>【可燃物の分解・減容技術開発】 除染現場で発生する草木類、中間貯蔵施設に搬出される可燃物について、焼却とは別の(常温での処置等による)安全な分解・減容処理技術を開発、実用化することで、(熱、オフガス飛散に係る)住民不安を軽減し、可燃物の減容化の促進が期待できる。また、除去土壌の処理時に発生する可燃物について、システムを組み合わせることで分別工程・労力の低減も期待できる。課題の選定、方向性、緊急性、社会的ニーズとの整合は妥当。</p>		<p>妥当</p>	<p>妥当:</p> <p>○方向性としては妥当であると考ええる。</p> <p>○除染効果評価システムについては、是非現地データを大いに取り込み、重点的な高度化を期待する。一方で、特に張濃縮減容化の基礎となる基礎データの収集をまずはかるべきであり、そのエビデンスを基に、再検討が必要。ポリイオン粘土法については、現在は、放射線遮蔽と土壌移動を抑制する材料が求められているので、遮蔽と土壌固定を合わせて用いる方法に変更すべき。</p> <p>○減容化技術については、県外最終処分までの出口から見た全体の技術システムをデザインシアセスメントを行った後に、あるいは並行して検討しながら、技術開発課題の対象を検討し、柔軟に対応していてもよいのではないか。減容化後の高濃度に濃縮された廃棄物の最終処分に向けた廃棄体の在り方等に関する研究課題も必要で、原子力分野の蓄積が活かせると思われる。</p> <p>○放射性物質に汚染された廃棄物の大幅な減容化は、中間貯蔵施設建設や 30 年後には完了するとされる最終処分場建設に関し、重要な要素となる。大幅な減容化を図れるようにめざす課題設定は妥当と考える。 なお、ポリイオンだけでなく、セシウム移行抑制に関する多様な技術開発を期待したい。</p> <p>○今後、市町村除染においては、比較的低線量域での効果的な手法が求められていることから、評価システムや移行抑制技術開発は必須の課題であり、妥当であると思う。</p> <p>○森林除染は今後本格化しないのではないのでしょうか？ 除染廃棄物が今後たくさん出てくるというニーズを受けた課題設定であろうかと思えます。是非、減容化の技術を確立していただきたいと思えます。</p> <p>○研究の重要性は高いが機構ならではの視点を持った課題の解決に取り組んでもらいたい。 住民が減容したものをどこまでなら受け入れるか社会的な観点も合わせて進めてほしい。</p> <p>○これまでの3つの事業を統合した合理的な計画になっている。</p> <p>修正: ○ポリイオン等のテーマは必要か、ほかの技術との優位性を示すべきである。除染効果評価システムRESETを適用した結果、改善されるべき点を明らかにして集中化してほしい。 減容化技術については、特にゼネコン各社からすでに多くの提案技術との差、違いを明確にして評価できるシステムをつくる必要がある。</p>

表-8 福島環境研究開発・評価シート  
研究開発課題名: 除染・減容技術の高度化

<p>(2)研究開発計画の妥当性</p> <p>【除染効果評価システムの高度化・実証】 国、市町村の除染の状況、進捗と平仄を併せており、研究開発の進め方は妥当。</p> <p>【ポリイオン等によるセシウム移行抑制技術の開発】 国、市町村の除染の状況、進捗と平仄を併せており、研究開発の進め方は妥当。</p> <p>【除去土壌等の分別・減容等処理技術開発】 国、市町村の除染の状況、進捗、国の中間貯蔵施設設計画と平仄を併せており、研究開発の進め方は妥当。</p> <p>【可燃物の分解・減容技術開発】 国、市町村の除染の状況、進捗、国の中間貯蔵施設設計画と平仄を併せており、研究開発の進め方は妥当。</p>		<p>妥当:</p> <p>○具体的な研究課題が当初2年間のみの記載となっている点で、目標を若干見失っている部分もあるのではないかと気になる。実際のところ、中間貯蔵に関するものなど、これからどのような具体的な課題が出てくるか不明の部分も多いと思われるが、より意欲的な計画策定を期待したい。</p> <p>○住民の帰還やリスクコミュニケーションの支援に向けて、どのような情報の提供がどのような効果につながるかを見据えた研究計画が重要であると考ええる。</p> <p>○研究開発計画は、基本的には妥当である。十分なエビデンスに基づき、研究方針を毎年見直しつつ、効果的な研究開発を行うことが重要である。</p> <p>○様々なセクターと連携し、原子力分野の中核機関としての先導的役割をどのように果たしていくか、議論していければと思います。</p> <p>○除染廃棄物の最終処分に向けて、今後30年を見ずえた計画は妥当と考える。 (以下、展開の内容を再掲)今後、復興に向けて福島の方々への関心は今後れている。国に提案するだけでなく、実装につなげる意欲をより強調して取り組んでいただくことを願っている。また、除染から復興に向けて福島県民の関心が徐々に移る中、家屋を新築、改修する際の建材として「セシウムを通しにくい建材」などが販売され始めている。ポリイオン等によるセシウム移行抑制技術開発などが研究テーマの重要な柱になっているが、このような移行抑制技術の多様なパターンが今後被災地に提案されることが急増すると考えられ、多様な技術や提案をどう評価するののかも、機構に期待されてくるのではないかと考える。ぜひ念頭に置いていただきたい。</p> <p>○計画の進め方に問題なく妥当であると思う。なお、研究開発は可能な限り前倒しで行うよう期待する。</p> <p>○除染効果評価システムですが、先の飯島さんのユーザーフレンドリーなシステムとはどういった差別化が図られているのでしょうか？よりサイトスペシフィックなシステムになっているなどが違いますか？</p> <p>○重要な研究なので実用化の視点をもって進めてほしい。</p> <p>○実際の中間貯蔵等の時間的な流れの中で、時機を逸すること無く有効に活かせるように計画を進めて頂きたい。</p>
<p>評価</p> <p>S:特に優れた実績を上げている。 A:設定目標を達成、または目標を上回る実績をあげた。 B:設定目標は未達成だが、目標に近い実績をあげた。(目標達成度 70%以上、100%未満) C:設定目標は未達成であり、達成に向けた実績も不十分である。(目標達成度 70%未満)</p>		

This is a blank page.

## 参考資料

第3期中長期計画における貴機構の環境回復に係る研究開発全般に対する評価委員会各委員からの意見・提言

This is a blank page.

参考資料「第3期中長期計画における貴機構の環境回復に係る研究開発全般に対する評価委員会各委員からの意見・提言」

第3期中長期計画における環境回復に係る研究開発全般

- 全体の方向性として、福島復興に向けてのニーズを抽出し、地元へのフィードバックを提供する流れに関して、個々の研究課題に応じて行うだけでなく、横断的な枠組みとして取り組むことが重要であると考ええる。  
「コミュニケーション活動」の体系化やさらなる発展、そして、上記の取組みにつなげていくことが必要ではないかと考える。
- 福島県民を中心にした社会への成果の提供を含めたアウトリーチ活動も、福島県環境創造センターの活動との連携の下で重要な事項ではないかと思えます。
- 今後10年程度の中長期的な計画と考え、廃止措置と環境回復に的を絞っている基本方針は妥当と考え。なお、特に環境回復を考えると、研究成果を除染から中間貯蔵、最終処分へとつなぐと共に、避難されている方々の帰還や帰還後の安全、安心にどうつなぐかが重要であり、課題意識は的確なものと言える。  
このような研究と社会への活用に関しては、多様な機関との連携と民間への研究成果の移転を重要テーマとして挙げているが、今後数年間は「福島県環境創造センター」がこのような研究と情報発信の中心となるよう、研究体制を整える時期でもあり、時間が必要かもしれないが、新たな体制の構築に柔軟に挑戦していただきたいと考えている。  
「環境創造センター」には「交流棟」が併設されており、研究成果の社会への発信によるリスクコミュニケーションや、「専門機関・行政」と福島の方々の信頼関係の、放射線に関する研修など、放射線と暮らしの福島の方々や日本社会にとって重要な場となる。交流棟の内容への参画や情報共有など、ぜひ推進していただきたい。
- なお、信頼関係づくりの基盤となる「リスクコミュニケーション」においても、最新の知見の情報提供だけでなく、知見を収集する過程への地域社会の参画や、そのような体験を踏まえた環境回復への参加経験が、主体的な復興への意欲の増進にもつながると考えられ、科学研究と社会科学をつなぐ新たな研究分野を開拓するなどにも挑戦していただくことを期待する。
- 環境回復への取組について、JAEAが担う役割の一つとして「住民帰還に貢献する」ことは極めて重要であるが、第一義的には全ての県民(避難していない人、避難したくてもできない人等含む)の安全・安心の確保に資する研究開発がベースにあつて、その上で住民帰還について特出しするよう書きぶりにした方がより分かりやすいのではないかと思います。
- 体系的に研究を進める一方で、選択と集中が必要になる、という点、大変難しいと思いますが、うまく他の機関と連携して進めていただけることを願っています。
- 環境創造センターを中心とした研究の中核形成と関連機関との連携推進によって、福島の問題解決が加速されることを期待する。

他研究部門における環境回復に係る研究開発

- 広範な課題が実施され、ニーズに即した成果が挙がっていると思えます。
- 自主的に課題設定しているものだけでなく、国や自治体等からの要請によって対応している課題が多いものと理解しています。
- 外部からの要請に対して、機構として窓口をどのように一元化されているのか、機構内での連携による効率的な対応をどのように調整されているのか、継続的な研究開発というより、今後も基本的には外部からの要請に応じて適宜対応していくという理解でよろしいのか、このあたりの疑問に対して、中長期計画における体制の在り方、内部での連携の在り方について検討いただくといいと思います。
- 環境回復に向けた除染・減容技術や、個人被ばく線量の測定・評価に関する他機関との連携研究は、具体的であり喫緊の課題解決に向けて重要な研究と言える。環境回復に関する研究成果はJAEAの評価対象事業と合わせるとどのような成果を生むのかしっかりと検証し、課題解決に活用していただきたい。また、個人被ばく線量に関する研究は今後の福島の方々の生活をどう評価するか重要な要素であり、中長期的な研究対象として取り組む計画は適切と考える。帰還希望住民への情報提供と、帰還区域拡充への展開に活用する計画など、環境回復から復興に向けて重要な要素であり、適切な情報提供が社会の不安軽減に影響が強いと考えられ、情報提供の方法なども連携団体と綿密に計画して活用することを期待する。
- 個人個人の健康影響を把握・評価する上で、個人線量による評価は極めて重要であることから、そのため実効線量評価法の早期確立を期待する。
- 機構の高い技術力を基盤にして福島環境回復に関する重要な研究が数多く実施されていることは評価できる。



付録

(日本原子力研究開発機構 作成)

This is a blank page.

## 付録 1

研究開発課題の事後／事前評価について（諮問）

This is a blank page.

26原機(福企)005

平成26年9月16日

福島環境研究開発・評価委員会

委員長 高橋 隆行 殿

独立行政法人日本原子力研究開発機構

理事長 松浦 祥次郎

研究開発課題の事後／事前評価について (諮問)

「研究開発・評価委員会の設置について」(17(達)第42号)第3条第1項に基づき、次の事項について諮問します。

記

〔諮問事項〕

- ・「福島環境回復に関する技術等の研究開発」に関する事後評価
- ・「福島環境回復に関する技術等の研究開発」に関する事前評価

以上

This is a blank page.

## 付録 2

福島環境研究開発・評価委員会における委員の主たる意見・提言に  
対する原子力機構の措置【事後評価】

This is a blank page.



福島環境研究開発・評価委員会における委員の主たる意見・提言に対する原子力機構の措置

答申書意見	機構の対応措置
<p><b>3.2 環境モニタリング・マッピング技術の高度化</b> (1)実績の評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>計測成果が十分得られていない技術もあるように見受けられる。今後、開発したシステムの実際への応用を通じた評価を実施していただきたい。</li> </ul>	<p>拝承。 ROV システム開発や無人観測船を利用した計測技術等に関しては、実フィールドでの適用評価試験や性能評価試験を行い、実用性を評価していきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>安全性を考慮した無人でのデータ収集技術は重要であるため、運用の安全性への配慮、および技術展開における安全性の向上、運用方法の伝達が重要である。</li> </ul>	<p>拝承。 今後も安全性向上に努めていきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>開発された技術の解析を過去のデータにもさかのぼって解析するなど、初期のフォールアウトの実態解明への貢献を期待する。</li> <li>事故直後当初の航空機モニタリングデータの提供等は実態解明と施策決定に大きく貢献した。その後の研究開発のフォローアップも含めて高く評価できる。多くのニーズを生み出していることは高く評価できるが、ニーズとのマッチングを行う努力をさらに行えば、社会実装へのさらなる波及効果が出てくるのではないか。そのような観点で取り組みを強化されたい。</li> </ul>	<p>拝承。 特に初期に得られたデータは貴重ですので新たな解析手法を解析した場合はフィードバックに努めていきます。また、今後も継続してモニタリングデータの解析や提供等を行うとともに、ニーズにマッチした研究開発に取り組み、更なる効果を上げていきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>空間線量率公開システムなど、モニタリング成果を福島の方々や自治体などに速報するシステムを整えているが、そのようなシステムの使い勝手など、自治体などにヒアリングするなど効果を確認し、PDCAサイクルを回す仕組みを整えてもいいのではないか。</li> </ul>	<p>これまでも、自治体や関係機関の意向を伺い、この結果を反映してシステム構築しており、今後も継続します。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>無人ヘリモニタリングの技術は進展し、各方面への応用が期待できる。モニタリングは除染の最初の課題。ゆっくりではなく迅速にやるということを考えていて欲しい。</li> </ul>	<p>拝承。</p>

答申書意見	機構の対応措置
<ul style="list-style-type: none"> <li>・自然バックグラウンドの差し引きも国民向けにモニタリングデータを説明する際に重要である。無人航空機はどのような場面に有効であるのか、もっと積極的に前面に出すとアピール度が増すだろう。防災目的などをもっと前面に出しても良いだろう。</li> </ul>	<p>無人機システムの観測能力や信頼性向上を図るため、JAXA との共同研究契約を再度取交し、原子力発電所の事故直後や山林火災等の防災を含めた、目視範囲外における遠隔にも運用可能な無人機開発を目指します。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・無人ヘリについては、千葉大の研究もあるかと思うが、どのように連携しているのか、あるいはどの点がすぐれているのかなど、情報があれば、研究成果が理解しやすい。</li> </ul>	<p>拝承。 小型無人ヘリ(μ UAV)については、大学等との連携を図り、測定システムの研究開発を継続していきます。</p>
<p>(2)成果の波及効果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・事故直後当初の航空機モニタリングデータの提供等は実態解明と施策決定に大きく貢献した。国からの委託事業で評価範囲外であるが、その波及効果は多大なものであったので高く評価する。</li> <li>・様々な場面で、多くのニーズに答えている。事業化も進んでおり高く評価できる。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・技術の高度化を活かすために、ぜひ安全性への配慮を重視していただきたい。</li> </ul>	<p>拝承。 無人ヘリ等のトラブルは、大きな事故につながる可能性が高いので、測定システムの安全性を最重視した技術開発を進めていきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・福島の方々にとっては、現状を的確に把握するのは重要なことであり、対象別に把握できている情報を、多様な媒体別に届けるよう総合的なプランを今後検討し構築していただきたいと考える。</li> </ul>	<p>モニタリングデータ、調査結果等の成果に関しては、論文発表、HP 掲載等多様な媒体での提供に努めていきます。特に現在、福島に係る包括的なデータベースの構築を進めているところでありますので、これらを活用するなどして、様々なニーズに応じた提供に努めていきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・様々な現場に応じたモニタリングに活用されるなど、優れた成果をあげていると思う。今後は、各種モニタリング手法(歩行サーベイ)との組み合わせやより感度を上げるなどにより、きめ細やかなモニタリング結果の分かりやすい情報提供に資することを期待する。</li> </ul>	<p>拝承。</p>

答申書意見	機構の対応措置
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ピークフィッティングの技術については、正直それほど画期的なものであるのか、やや疑問である。さらに、これが以前のデータでの適用がないというのは、機構の問題ではないかもしれないが、波及効果は限定的であるという印象を受ける。</li> </ul>	<p>航空モニタリング結果を評価する際に課題になった天然核種の差し引きに関する改善を行ったものです。結果として、この方法により天然核種の影響を軽減できたことはモニタリング結果の向上に大きく貢献したものであります。今後も専門家の意見や知見を参考として精度向上に努めていきたいと思っております。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・航空機モニタリングの位置付けを明確化した方がよい。また、技術移転をもう少し加速させた方がいい。</li> </ul>	<p>無人機システムについては、原子力発電所の事故直後や山林火災等の防災を含めた、目視範囲外における遠隔にも運用可能な無人機開発を加速します。なお、狭い範囲を詳細な空間分解能、例えば3Dで測定する要求に対応するための無人ヘリ、<math>\mu</math>UAV等の技術や広範囲を迅速に測定するための無人航空機を用いた方法など、用途やニーズに即したモニタリング手法の開発を進め、早急に技術移転を進めていきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・データの公表方法、どのように活用されているかについて言及があると良い。</li> </ul>	<p>拝承。 次回報告に反映したいと思っております。</p>
<p>(3)今後の研究開発の展開</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・より高度な目標を目指しており、妥当と考える。</li> <li>・面的除染に加えて局所的除染も多く行われており、効果的に除染を進めるためには、より実態に応じたモニタリングに対応する必要がある、この取組みは妥当であると思う。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・利用方法の展開に際して、適切な利用方法の伝達を介した安全性への配慮を重視していただきたい。</li> </ul>	<p>拝承。 技術移転や民間利用に際しては、安全性を高めるとともに誤った使用、特に安全性が損なわれないような注意事項も含めて展開していきます。</p>

答申書意見	機構の対応措置
<ul style="list-style-type: none"> <li>・産業界との連携を含め、中核的機関として社会実装の取組にも積極的に貢献していただきたい。</li> <li>・なお、精度を高めるだけでなく、将来的には、地元の方々や団体の参加を得て、住民参加型モニタリングなど新しいリスクコミュニケーション手法が考えられることから、簡単な手順で精度の高い計測ができる手法の開発なども、視野に入れていただいてもいいのではないか。</li> </ul>	<p>拝承。</p> <p>これまで以上に産学との連携を強化し、環境モニタリング・マッピング技術の高度化等に貢献していきます。</p> <p>また、技術開発においては技術移転、特に一般の方も使えることを考慮して、より簡単な手順・方法で使い勝手のよい測定システムを開発していきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・住民が一番関心が高いので、成果をもっと広く一般に知らせた方がよい。</li> </ul>	<p>拝承。</p> <p>今後も、広報誌やインターネット、一般の方が参加できるような環境安全センター報告会など、機会を捉えて広くお知らせしていきたいと思っております。</p>

答申書意見	機構の対応措置
<p><b>3.3 福島長期環境動態研究</b></p> <p>(1)実績の評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・森林や河川、ダム等における放射性物質対策については、市町村や県民からも要望があるところであり、対策を検討する上で欠かせない環境動態を明らかにしたことは評価できると思う。</li> <li>・モデルの開発を中心に、期待通りの研究を行っている」と評価できる。<u>取得されたデータ、特に線量率の変化及び解析結果を各省庁(林野庁・環境省・県等)と共有することが期待される(→①)</u>。また、<u>モデルの入力データは大学等の各機関の既存の研究データ等を入力することにより、より精度の向上が期待できる(→①)</u>。</li> <li>・広範囲な対象に実測とモデル化によるアプローチで多くの有用な基礎的知見を得ていると高く評価する。例えば、海水中で粘土からセシウムが脱離する現象が海産物の摂取による内部被ばくと今後の変化の見通しなどにどのようにつながるのか、<u>科学的な精緻化とともに、ある程度の確からしさの中で情報発信できることもあるように思われる(→②)</u>。</li> <li>・森林と共に生活してきた福島の方々にとって、森に入ることを制限されるのは、想像以上に厳しいことと言える。生活基盤の林業はもちろん、山菜をいただき自然と共に歩むくらし、子どもたちの自然体験活動など、これまで当たり前になっていたことができないのは、大変な苦痛となる。<u>森林や河川の環境動態調査により、その将来状況を展望できるようになることは、帰還している方々や帰還を考えている方々の将来を設計に重要な要素であり、研究成果をどう広く伝えるか、その辺にも気配りを徹底していただきたいと考える(→</u></li> </ul>	<p>①環境省や農林水産省等関係省庁とは適宜打合せを持ち、データや研究成果を共有しつつ、進めているところです。また、国立環境研究所とは、共同研究等の形で協力を進め、分担して研究を進めているところです。今後、各機関との協力状況を俯瞰し、各機関と調整しつつ、より効率的・効果的に研究を進めていきます。その際、移動モデリングや核種-鉱物相互作用評価等原子力機構が多くの知見を有する分野に力を入れていくとともに、データの共有化やモデルのベンチマーク(国立環境研究所とは既に進めつつあります。)等、より有効な協力の在り方も検討していきます。</p> <p>②現在、大学や国立環境研究所等と協力し、環境動態研究の成果を住民の方々に分かりやすく説明するためのコンテンツ作成や情報発信の機会や方法に関する検討を始めたところです。また、農業、林業、及び水産業の施業に環境動態研究の成果を活用するべく、関係者・関係機関への調査やマニュアル等への反映方法について、検討を開始したところです。さらに、取りまとめられた成果は、定期的にプレス発表や成果報告会の形で積極的に公表するとともに、ホームページでも公開しております。これらの取り組みを引き続き進めていくとともに、住民や従事者の方々の視点からかけ離れることのないよう、進め方を工夫していきます。</p> <p>③移動抑制対策は、1)下層植生が衰退した斜面の土壌流亡防止、及び2)農業用水路等の小水路における微小浮遊懸濁粒子の移動抑制の2つの観点に絞って対策案を検討していま</p>

答申書意見	機構の対応措置
<p>②)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>移動抑制はどの目的にどのような対策をするのか、その青写真が見えない(→③)。</u></li> <li>・<u>移行モデル、すなわち将来の予測が目的であると思うが、いつごろどのようなものを作るイメージなのか不明であった(→④)。</u></li> <li>・<u>地衣類のモニタリングは実施されているが、他の生物の関与も考えた方がよい。すなわち生態系(食物連鎖網や動植物の活動)としてとらえるような研究ができるとうい(→⑤)。</u></li> <li>・<u>除染対策に影響を与えるのでやはり迅速に成果を出して欲しい(→⑥)。</u></li> <li>・<u>研究項目が多いので、全体の動態を把握するために何が必要なのか、実施している研究がそれにどのように答えるものであるのかをより分かり易くアピールすると良い。各パートについては、例えば、なぜダムが重要であるのか、ダムを評価する際に何が重要であるのか、それに対して何をして何が分かったのか、などがパッと分かるように整理されると良い。そのためには、全体の結果を見渡せるような図などがあるとより良い。また、他機関の研究との関連(位置づけ)も分かり易く示せるとより良い(→⑦)。</u></li> </ul> <p>(2)成果の波及効果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・提供されたデータが、自治体の対策立案や住民説明に活用されており、住民への情報提供に役立っている。</li> <li>・自治体等で実際に解析ツールが用いられている点は高く評価できると思います。</li> <li>・全体的に、<u>個々の基礎的な知見の集積を最終的にどのような国民目線の評価に繋げるのか、またそのための取組についても今後検討していただきたい(→②)。</u></li> </ul>	<p>す。</p> <p>④評価システムのコンセプトについては、現在整理を進めているところです。その際、関係自治体、住民、及び従事者の方々等想定されるユーザーのニーズに的確に応えるものとなるよう、留意しながら進めていきます。</p> <p>⑤内部被ばくに関しては、将来農業等を再開した際に、農産物等に含まれる放射性セシウムの濃度が摂取する際の基準値(100 Bq/kg)を超えないことをより確かなものとするための施業方法の確立が求められています。そのためには生態系内における放射性セシウムの挙動評価が不可欠であり、森林総合研究所、国立環境研究所、農業・食品産業技術総合研究機構等の関係研究機関と協力して評価を進めていきます。</p> <p>⑥成果については、可能な限り前倒しで取りまとめを進めているところです。今後も、ニーズの高い農業・林業・水産業の復興に直結する調査項目に対して、予算を重点的に配分していきます。</p> <p>⑦環境創造センタープロジェクトにおいては、国立環境研究所・福島県との分担も含め、環境回復関係の各調査研究項目のポイント・内容等を整理し、俯瞰図も作成したところです。今後、関係研究機関についても含めた形で、俯瞰図をバージョンアップしていきたいと考えております。</p> <p>⑧福島環境安全センターにおいては、「福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の分布</p>

答申書意見	機構の対応措置
<ul style="list-style-type: none"> <li>・森林だけでなく、河川、田畑が今後いつごろから活用できるのか、避難している方や、帰還を検討しているの方々にとって、長期的な動態解明は重要な情報といえる。活用の方法として住民説明会にも活用したとのことだが、<u>このような活用方法がシステムとして定着することが重要と考え、一層の波及効果を期待したい(→③)。</u></li> <li>・放射性物質の分布状況など住民理解を得るためにも活用されており、評価できると思う。<u>今後は、移動抑制技術の開発とも相まって効果的な対策に結びつくことを期待する(→①③)。</u></li> <li>・自治体や住民説明の場で活用されており評価できる。<u>断片的な印象を与えがちな分野であるので、他機関との関係も含めて全体をより包括的に説明できるような工夫がなされると、さらに波及効果が高まると考える(→⑦)。</u></li> <li>・モデルの比較など、<u>他機関との連携なども含めてほしい(→①)。</u></li> </ul> <p>(3)今後の研究開発の展開</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・生活圏以外の森林や河川等については、放射性物質対策を講ずる上で、さらに知見を得ていく必要があり、この取組みは妥当である。</li> <li>・<u>ユーザフレンドリーな評価システムの開発は容易ではないため、適切な検討方法、および方法論の選択を期待する(→③)。</u></li> <li>・中長期的に予算と体制が維持できる機構に、<u>中核機関としての期待は大きい。国立環境研究所等との連携の下で今後も先導してほしい(→①)。</u></li> <li>・福島復興、日本全体での知見の活用、世界への情報発信など、それぞれに重視するデータや分析の方法が違うことも考えられ</li> </ul>	<p>状況等に関する調査」等の事業を通じ、膨大な環境モニタリングデータの蓄積があり、このデータベース化を進めています。その際には、国内外で有効に活用できるような国際標準データベース化と、一般の方がデータから得られる知見を理解しやすいようなグラフ化等の「見える化」の2つの観点から事業を進めています。環境動態研究で得られたデータについても、このデータベースへの格納、及び国際標準フォーマット化と見える化に向け、準備を進めているところです。特に、「見える化」の検討に際しては、関係自治体、住民、及び従事者の方々等想定されるユーザーのニーズに的確に応えるものとなるよう、留意しながら進めていきます。</p> <p>⑨本評価システムでは、土地の傾斜も考慮して、将来の放射性セシウムの水平・鉛直移動に伴う線量率変化に基づき、外部被ばく線量を計算することにより、将来の被ばく線量を予測することを目指しています。これは、帰還を考えている住民の方々の安心感の情勢につながるものと考えています。</p>

答申書意見	機構の対応措置
<p>る。より多様性を持って、しかも活用できる形で情報の集積が可能になるよう、一層の発展を期待する(→⑧)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>水に対する不安は、セシウム動態に関する情報を常に簡単に入手可能な専門家とそうではない一般社会ではかけ離れており、そのような観点から、水や、地下水、湧き水、などの情報把握と分かり易い発信は今後とも重視されたい(→②)。</u></li> <li>・<u>被ばく線量の予測モデルはどのようなものかイメージしにくい。将来予測ではなく、現在の汚染状況における予測モデルか？そのようなニーズはあるのか？(→⑨)</u></li> <li>・<u>今後の放射性物質の環境動態モデル作りの基盤になるよう研究を進めて欲しい(→③)。</u> <u>このデータを活用しやすい形で公開できるようにして欲しい(→⑧)。</u></li> </ul>	



答申書意見	機構の対応措置
<p><b>3.4Cs の吸脱着過程の解明</b></p> <p>(1)実績の評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・セシウムの吸脱着過程に関して、化学結合を含む興味深い知見が、研究計画に沿って得られている。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・当該分野に留まらず、専門性の異なる分野の研究者との意見交換を進め、積極的にそれらの視点の導入を心掛けている点は高い評価に値する。</li> </ul>	<p>今後も様々分野への問題点の紹介を通じてあらゆる科学的知見を結集できるよう意見交換の推進を図る予定です。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・サイエンスとして大変貴重な基礎的知見が得られている。</li> </ul>	<p>サイエンスを理解しつつ、出口を意識した研究を実施する予定です。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・中間貯蔵施設建設の準備が本格化している現在、放射性物質に汚染された廃棄物の大幅な減容化技術の確立と実現が喫緊の課題となっている。このような状況を的確に見すえて、セシウムの吸脱着過程の解明に長年取り組み、大幅な廃棄物減容化を可能にする基盤研究を確立した点は大いに評価できる。</li> </ul>	<p>減容化に関する既存技術の効率向上を検討するとともに、経済性、及び環境負荷低減を意識した研究開発を実践する予定です。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・除染に伴う除去土壌等の減容化、再生利用に向けた基盤となる研究であり、計画目的に沿って効果が得られており、評価できると思う。</li> </ul>	<p>今後は減容化に関する新しい技術開発に重点をおいて研究を進めていきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・機構ならではの優れた基礎研究はなされているが、ケーススタディであるにもかかわらず、一般化しようとしているところはかなり無理があり、場合によっては問題を引き起こすことがあり得る。今後、基礎研究を進めながらも、一般化するためのより応用研究(多くの地点の土壌を分析する等々)していくことが望ましい。</li> </ul>	<p>御指摘の点は謙虚に受け止めたいと考えております。また、研究において全てのパターンを一度に潰すのは難しいことも理解しております。まずは、なるべく多くの種類の試料についてメカニズム解明を解明していく予定です。一方、メカニズム解明はあくまで減容化を出口とした研究の一環であり、実試料の減容化に向けた化学プロセスを検討する過程で、これまでのモデルでは説明できない問題に直面した場合、また改めて吸脱着原理の追求を実施していく予定です。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・酸で溶解するのは FES 以外の吸着、酸で溶解しないのは FES が主なのか？このあたりの</li> </ul>	<p>FES など層間に取り込まれているセシウムは、層間の開閉を通じてその溶出挙動を明らかに</p>

答申書意見	機構の対応措置
<p>関連が解析できるような実験系が組めるとよい。</p>	<p>していく予定です。</p>
<p>・環境動態等の他の課題との連携が見えにくい。どの程度現場の解析に活かされているのかが見えてくるとより良い。</p>	<p>少なからず環境移行の予測に関連した知見が含まれていると思われますので、今後積極的に情報交換を進めていきたいと思っております。</p>
<p>・国際的な研究成果であることは違いないが、除去効率などのエンジニアリング技術としてのつながりがよく見えない。エンジニアリング的には目標を設けて達成度を評価すべきである。</p>	<p>現在ある程度民間企業で確立されつつある技術をサマリーしており、その二次廃棄物の問題など課題を克服する形の技術開発を進めたいと考えています。</p>
<p>・ため池の成果はよく理解できない。今後、削除してもよいと考える。</p>	<p>溜池の研究は、2次汚染を防止することを一つの減容化の考えであるとして進めてきましたが、今後検討します。</p>
<p>(2)成果の波及効果</p> <p>・応用や実用化といった観点では評価しにくい分野である。我が国から発信する重要な基礎研究としての波及効果を評価する。</p>	<p>今後も出口を意識しつつ、研究成果の情報発信に努めます。</p>
<p>・波及効果という意味では大きく期待できる場所であるが、現時点での実績としてはまだ入口にあるように感じられる。</p>	<p>御指摘のとおり、入口の技術であると思いますが、民間企業などで取り組むことのできない中長期的な化学プロセスの開発に開発を進める方向で考えたいと思っております。</p>
<p>・今後、実用化するにあたっては、技術的な課題を解決してゆくことが重要であり、機構内だけでなく他機関との連携を含めて展開されることに期待する。</p>	<p>これまでどおり、産業技術総合研究所、国立環境研究所、物質・材料研究機構、国際農林水産業研究センター、電力中央研究所、東京大学、北海道大学など大学などとの協力を維持しつつ、民間企業との情報交換も積極的に進め、中長期的視点での研究を推進していく所存です。</p>
<p>・すでに基盤研究の成果を活用した研修体制を整えており、評価できるが、具体的な成果を中間貯蔵の建設と合わせて実施するなどの準備にはなっておらず、成果の民間移転や実用技術開発などへの活用を一層進めたいと考えている。</p>	<p>了解しました。今後の課題を整理し、技術リファレンスとしてまとめ、技術の民間移転を含めた情報交換を検討していきたいと思っております。</p>

答申書意見	機構の対応措置
<ul style="list-style-type: none"> <li>研究成果に関して、異分野の研究者への発信、異なる立場の方々への発信がされることにより、波及効果が期待される。</li> </ul>	<p>特に高度なサイエンスを実践している研究者も、福島にいかに関与すべきかという問題意識を持っている方も多く、今後も情報発信に努めたいと考えています。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>コスト面も含めて実フィールド等における実用化が期待される。</li> </ul>	<p>技術開発の大きな視点は、二次廃棄物を最小化する環境負荷低減の観点、経済コストをどう考えるかという部分での技術開発を検討すべきと考えています。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>焼却処分への知見の適用の青写真がいまいち見えてこない。</li> </ul>	<p>現段階では、廃棄物を焼却したらどのような材料の変化が見られるか？この材料を再利用することが可能か？あるいは、ここに残っているセシウムが溶脱しないかなどを検討しているところで、この視点は、安全な管理において重要だと考えています。</p>
<p>(3)今後の研究開発の展開</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>福島の復興計画に関連する研究者の数は多いことが想定されるため、多様性のある場における情報発信を期待する。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>応用につき進む前に、一般化についての検討が必要である。</li> </ul>	<p>この点は極めて重要であると思っています。小さな結果をインテグレートしていくことでマクロの挙動を理解すること、すなわち一般化できるよう研究を進めたいと考えています。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>実用化に向けた工学との連携である。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>分級の成果を一層高め、放射性物質に汚染された廃棄物の減容化は、中間貯蔵施設建設には間に合わないのであれば、30年後には完了するとされる最終処分までに、大幅な減容化を図れるようにするなど、具体的な目標を設定して実現に向けて取り組んでいただきたい。</li> </ul>	<p>この点が民間企業ではなく、機構が実施すべき研究であると考えています。超濃縮減容化という新しい概念を導入し、最終処分自体の最小化、コストの最小化をいかに目指すかを最大の目的としていく所存です。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>研究成果の実用化にむけた展開が計画されており、妥当であると思う。なお、特に費用対効果については十分検討する必要があると思う。</li> <li>減容化は今福島が直面している最も大きな課</li> </ul>	<p>設備投資は既におおむね終わっているもので、今後は、研究に対する費用対効果も重要なファクターとして研究を進めていく予定です。中間貯蔵からの最終処分という最も重要な課題に対応していく予定です。長丁場の研究にな</p>

答申書意見	機構の対応措置
<p>題。ぜひその面で役立つよう研究を進めて欲しい。</p>	<p>ると考えられるため、人材育成も含めて検討していきます。</p>
<p>・ため池に関する研究は今後は不要と考える。</p>	<p>検討します。</p>

答申書意見	機構の対応措置
<p><b>3.5 除染技術の高度化</b></p> <p>(1)実績の評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>除染技術の高度化に向け、国や自治体の除染活動支援に関してシステム化が進められている。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>内閣府から委託した除染モデル事業、環境省等からの除染技術実証事業などの管理運営業務は、本評価の対象外ではあるが、大きな貢献を果たし、その後のフォローアップとしての除染効果評価システム等の研究開発の実績は十分に評価できる。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>環境省など政府機関からの委託事業内容は評価対象外とのことで、今回の発表内容で「高度化」の状況を明確に把握し評価させていただくのは難しい面がある。ただし、除染効果評価システムなど、除染をどう評価するか市町村職員が判断できるようなシステム開発など、着実に成果を上げてきていると評価できる。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>除染効果評価システムの高度化・実証については、高く評価できる。しかし、機構に対する期待が大きいため、実際のパラメータの入力によりモデルのアップデートが必要であり、場合によってはミスリーディングを引き起こす可能性すらあるので、今後の実測データを入力した開発が重要である。他の処理技術については、他省庁や他の研究開発との関連が明確では無いので、そのあたりを明確にしてほしい。</li> </ul>	<p>委員会の場ではデータのアップデートは行ってないと回答しましたが、実際には航空機モニタリングデータなどを適宜アップデートしており、今後も継続していきます。他の処理技術については、今後とも新技術に関する情報収集を行い、他省庁や他の研究開発との関連を明確にしなが、適宜開発に反映させていきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>市町村にとって必要な除染技術や除染の効果評価等について、計画目的に沿った成果が得られており、評価できると思う。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>除染技術の高度化はニーズが高く、成果は上げてはいるが、少し取り組みが遅れている印象を受ける。</li> </ul>	<p>今後とも国、自治体等のニーズ把握に努め、適切に技術開発を進めていきます。</p>

答申書意見	機構の対応措置
<ul style="list-style-type: none"> <li>・実際に自治体等が利用できる評価システムが作られて、実際の場面に適用されていることは、おおいに評価できる。現場に適用される実際の技術については、全体の技術的動向や現場のニーズに対して、どの程度重要な部分に取り組んでいるのかが理解しにくく、評価しにくい。</li> </ul>	<p>上記同様、今後とも国、自治体等のニーズ把握に努め、必要に応じ除染効果評価システムに反映させていきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・高度化の定義と各研究テーマ毎に高度化の目標をより定量的に示してその達成度を評価すべきである。例えば、ポリイオンの技術は従来技術と比べどのように抑制効果があったのか、コスト的にどの程度抑えられたのかなど定量的に示してほしい。</li> </ul>	<p>拝承。 今後、従来技術に比べた、定量的な目標設定、達成度評価に留意していきます。</p>
<p>(2)成果の波及効果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・分野的には実用化に近い研究であり、もっと情報提供すべきである。除染をするかしないかの判断は難しいが、その政策判断に寄与する予測システムは評価できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・拝承。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・除染効果評価システムの評価に関して、除染コストの低減、および住民不安の軽減の効果的な測定方法の開発が期待される。</li> </ul>	<p>除染効果評価システムの評価方法、精度等については、当初の目的を達していると考えており、今後は自治体等への普及を更に進めます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・除染効果評価システムについては、機構ならではの研究成果を生かしたもので、高く評価できる。今後精度向上をよりはかっていただくことが望ましい。減容化等の技術開発は、他の機関で開発されている技術との比較検討により、取捨選択が望ましい。</li> </ul>	<p>除染効果評価システムの今後については、国、自治体等への更なる普及、利用促進を図る計画です。減容化技術については、他機関の状況も踏まえながら、取捨選択していきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ポータルサイトや除染評価システムの活用度に対する評価と改善への取組について、一層の努力が期待される。除去土壌等や可燃物の分別・減容化技術の開発については、より現場ニーズに応える観点から行われていると理解されるが、他の熱的減容化の研究課題との重なり感もあり、相互の関係の整理も必</li> </ul>	<p>ポータルサイト及び除染評価システムの利用促進については継続して取り組んでいきます。減容化技術については、他機関の状況も踏まえながら、取捨選択していきます。</p>

答申書意見	機構の対応措置
要。	
<ul style="list-style-type: none"> <li>除染に関する対象別のシステムの確立や評価システムの自治体での応用など、成果はあがっている。ただし、そのような状況が各自治体の除染作業の進展や地域との信頼関係構築にどの程度の効果を上げているかなどの視点が入っておらず、波及効果をどう測定し評価するのも、今後検討していただきたいと考える。</li> </ul>	<p>我々の成果が自治体の除染進展や地域との信頼関係構築にどの程度貢献しているか、除染の進捗率や依頼対応件数以外で、定量的に評価することは難しいが、可能な範囲で効果の評価を加えるよう検討していきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>除染技術や効果評価システムの市町村へのさらなる普及が望まれる。</li> </ul>	<p>自治体支援の一環として、これらの普及に努めていきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>除染効果評価システムについては実際の利用が進んでおり評価できる。個々の技術については、全体の技術的動向の中での位置付けや現場のニーズへの対応をより明確に示すことが重要と考える。</li> </ul>	<p>個々の技術については、現場への適用性等を整理し、見通しの得られたものから順次公開するなど展開を図っていきます。</p>
<p>(3)今後の研究開発の展開</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>除染効果評価システムの評価に関して、その有効性を示す効果的な測定方法の開発が期待される。</li> </ul>	<p>除染効果評価システムの評価方法、精度等については当初の目的を達していると考えており、今後は自治体等への普及を更に進めます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>除染効果システムにしては、実際のデータを基に高度化が強く望まれる。この点に集中した精力的な研究開発が望まれる。一方、減容化等の技術開発は、他の機関で開発されている技術をレビューした上で、取捨選択が望ましい。</li> </ul>	<p>委員会の場ではデータのアップデートは行っていないと回答しましたが、実際には航空機モニタリングデータなどを適宜アップデートしており、今後も継続していきます。減容化技術については、他機関の状況も踏まえながら、取捨選択していきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>技術ニーズの変化を踏まえて、実用化可能性の高い技術に研究開発対象を絞っていくことも検討が必要。減容化関係は、熱的減容化の課題との統合も考えられるが、別にするのであれば、位置づけをもう少し明確にすべき。</li> </ul>	<p>今後も国、自治体等のニーズ調査を行い、適切に技術開発を進めていきます。減容化技術については、他機関の検討状況も眺めながら、取捨選択していきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>除染廃棄物の減容化や、減容化後の再生利用など、中間貯蔵施設の建設準備が本格化する中では、喫緊のテーマと言える。成果を</li> </ul>	<p>拝承。</p>

答申書意見	機構の対応措置
<p>国に提案するだけでなく、実装につなげる意欲をより強調して取り組んでいただくことを願っている。</p>	
<p>・除染から復興に向けて福島県民の関心が徐々に移る中、家屋を新築、改修する際の建材として「セシウムを通しにくい建材」などが販売され始めている。ポリイオン等によるセシウム移行抑制技術開発などが研究テーマの重要な柱になっているが、このような移行抑制技術の多様なパターンが今後被災地に提案されることが急増すると考えられ、多様な技術や提案をどう評価するのも、機構に期待されてくるのではないかと考える。ぜひ念頭に置いていただきたい。</p>	<p>今後も国、自治体等社会からのニーズに応えられるよう、技術開発を進めていきます。</p>
<p>・県民から除染効果に関する問い合わせも多く、今後の取組みは妥当である。</p>	<p>拝承。</p>
<p>・活用に重きをおいたプロジェクトであるので、他のプロジェクトで得られた成果をいち早く取り込んで、現場活用を進めていただきたい。</p>	<p>拝承。</p>
<p>・一方的な成果の情報提供でなく、現場の声を踏まえた双方向的な情報提供のあり方を模索すべきである。</p>	<p>「除染情報なび」のQ&amp;A集を活用し、双方向の情報提供となるよう努めていきます。</p>
<p>・可燃物に対する減容化技術は、他技術（焼却）と比べなにがメリットなのか、定量的に示してほしい。例えば排ガス量とか、生成する残渣量等についてデータがとれるように工夫してほしい。</p>	<p>今後、更なる試験を進めていく段階で定量的な評価を行います。</p>



答申書意見	機構の対応措置
<p><b>3.6 除去物・災害廃棄物の減容方法の開発</b></p> <p>(1)実績の評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・災害廃棄物の焼却が増えると、焼却施設近隣の住民の方の不安感も増えると考えられ、焼却炉内でのセシウムの挙動に関して、多様な視点での試験データの蓄積を続けており、適切に進めていると評価する。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・限られたリソースの下で、機構のベースを用いて有用な知見が多く出されていると評価する。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・焼却に伴うCs挙動については、計画通りの成果が得られたものと評価できる。今後環境省等との情報共有、技術開発を進めることを期待する。</li> </ul>	<p>研究成果の取りまとめ及び発表を引き続き行うことにより、関係機関との情報共有に努めます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・各市町村における焼却施設でのCs対策を行う上で、基礎となる貴重なデータが得られたところであり、評価できると思う。燃焼時の温度がCsの化学形もほぼ確定してきており、目標を達成している。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・Cs挙動のシミュレーションにより、バグフィルターを通りぬけるCsが極めて少ない点は、今後活用されるデータである。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・今後の実用化につなげられる成果であり、もっと応用にも目を向けた方がいい。</li> </ul>	<p>廃棄物の熱的減容処理方法自体については確立された処理技術ですが、処理時のCsの挙動については科学的知見が少なかったこと、また、その点が公衆等の不安を惹起していたことから、Csの挙動解明を主要な課題とした基礎的な研究を実施しました。ただし、水蒸気を用いたガス化燃焼のような特殊な処理技術については実用化につなげるための研究開発を実施しています。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・機構の仕事でもないかも知れないが、焼却による減容のニーズは高いので、どんどん応用に力を入れるネットワークを作れないのだろうか。</li> </ul>	<p>廃棄物の熱的減容処理方法自体については確立された処理技術ですが、放射性物質を含んだ廃棄物の処理に伴う安全性の評価や作業時の安全性の確保方策等については機構が</p>

答申書意見	機構の対応措置
	知見を多く持っていることから、それらの観点で貢献をしていきたいと考えております。
<p>・開発された技術がどのように実際の施設に適用されていくのかが理解しにくい。実用化に向けた展開を期待したい。</p>	<p>開発をした燃焼シミュレーションコードについては、今後、公開することを検討しています。本コードを活用することにより、Csを含んだ廃棄物をより安全に処理するための焼却炉の設計開発が可能になると考えています。また、水蒸気を用いたガス化燃焼については実規模の炉の設計をメーカーと共同で実施しており、そのデータを公開することにより、実用化に貢献できるものと考えています。</p>
<p>・焼却時のCs挙動や焼却灰のCs形態については他の研究手法(Csの吸脱着のテーマ)を参照されて、XAFSのみでなく検討してほしい。耐火物へのCsの蓄積機構や脱着、移行速度は、重要なテーマである。ぜひ、成果発表してほしい。</p>	<p>Csの吸脱着を実施しているグループの協力を仰ぎつつ焼却時のCs挙動や焼却灰のCs形態に関する分析は実施しており、今回は、主要な成果ということでXAFSによる分析結果をご説明しました。研究成果の取りまとめ及び発表については遅滞なく実施するようにいたします。</p>
<p>・Csと共存する原子、例えばClが存在すると蒸発しやすくなると考えられる。</p>	<p>ご指摘のとおりClのようにCsの移行を促進する元素等がありますが、今回の研究開発では、扱いがより難しい飛灰にCsが移行しないことを主眼とした物質の探索とその評価に主眼を置いた研究開発を実施しました。</p>
<p>(2)成果の波及効果</p> <p>・実機での対応が可能となるよう更なる研究が望まれる。</p>	<p>燃焼シミュレーションコードと水蒸気を用いたガス化燃焼については実規模での利用を想定した研究開発を実施しました。また、焼却時や耐火物へのCsの移行メカニズムについても実規模の炉での安全評価を実施する上での基礎データになると考えています。その上で、これらの研究成果が実機で使われるように、成果の取りまとめと発信に努めるようにいたします。</p>
<p>・この研究成果をどのように、各焼却炉で活かしたのか、またその状況を近隣住民に提供することで、対話の活性化や信頼関係の構築にどのように活用したか、など、定量的な部分</p>	<p>燃焼シミュレーションコードによる解析結果について、福島県内の廃棄物処理事業者に対し説明を行ったことはありますが、今後は、機構の公開ホームページ、機関誌「Topics 福島」等の</p>

答申書意見	機構の対応措置
<p>だけでなく、定性的な効果も記録してはどうか。せっかくの成果を社会がどう活用するか、そのつながりに配慮することが、特に今回のような事故後の対応として必要と考える。</p>	<p>広く社会に向けて開かれた情報伝達媒体に、研究成果を掲載することを検討したいと思いません。</p>
<p>・実際の焼却施設開発に向けての位置付けをより明確にし、実用化に直接貢献する成果が生まれることを期待する。</p>	<p>開発をした燃焼シミュレーションコードについては、今後、公開することを検討しています。本コードを活用することにより、Csを含んだ廃棄物をより安全に処理するための焼却炉の設計開発が可能になると考えています。また、水蒸気を用いたガス化燃焼については実規模の炉の設計をメーカーと共同で実施しており、そのデータを公開することにより、実用化に貢献できるものと考えています。</p>
<p>・広く研究成果を積極的に発信してほしい。国立環境研との連携分担を明確にすべき。</p>	<p>研究成果が実機で使われるように、成果の取りまとめと発信に努めるようにいたします。国立環境研究所とは震災発生後間もなくから双方の研究開発に関する情報交換を実施しており重複が可能な限り起こらないようにするとともに、炉内でのCsの挙動評価については双方の特色を生かした共同研究を実施しています。</p>
<p>(3)今後の研究開発の展開 ・目標を達成した項目が多いので、課題が終了してくるのは自然であり、計画は妥当である。</p>	<p>拝承。</p>
<p>・自治体での説明実施等を踏まえ、さらに現地での説明会の開催や現場を対象とした解析が期待される。</p>	<p>燃焼シミュレーションコードについては、福島県内にある実機のモデル化を行ったうえで評価を実施し、その結果を報告している。今後は、機構の公開ホームページ、機関誌「Topics 福島」等の広く社会に向けて開かれた情報伝達媒体に、研究成果を掲載することを検討したいと思いません。</p>

答申書意見	機構の対応措置
<ul style="list-style-type: none"> <li>・機構内の他の研究成果や他機関との情報交換等連携して、最終的なアウトプットをつくる際には、より実用的な付加価値をつけることを期待する。</li> <li>・焼却炉内でのセシウム挙動と、耐火物への蓄積等に関しては、知見を蓄積して整理にて、研究開発はほとんど終了とのこと。新たな知見の集約は必要なくとも、その知見をどう生かすか、社会への対応は今後の重要課題であり、分かり易い情報の蓄積と発信、社会での活用などには十分な配慮を継続していただきたい。</li> </ul>	<p>炉内でのCsの挙動評価については、国立環境研究所と双方の特色を生かした共同研究を進めており、両者の成果を統合することにより、多面的な評価が可能になると考えております。学術誌等への成果発表に加えて、今後は、機構の公開ホームページ、機関誌「Topics 福島」等の広く社会に向けて開かれた情報伝達媒体に、研究成果を掲載することを検討したいと思います。</p>

### 付録 3

福島環境研究開発・評価委員会における委員の主たる意見・提言に  
対する原子力機構の措置【事前評価】

This is a blank page.

福島環境研究開発・評価委員会における委員の主たる意見・提言に対する原子力機構の措置

答申書意見	機構の対応措置
<p><b>4.2 環境モニタリング・マッピング技術開発</b>                      (1)研究開発課題の妥当性                      ・機構でしかできない技術を発展するための意義がある。</p>	<p>拝承。</p>
<p>・モニタリング対象をしっかりと見据えつつ、技術開発を行って欲しい。海外との研究協力も積極的に進めて欲しい。</p>	<p>拝承。</p>
<p>・特に線量の高い地域での森林・住宅地・水底などの継続的なモニタリングは重要であり、対象別により詳細なデータ把握をめざした研究開発課題の設定は妥当である。</p>	<p>拝承。</p>
<p>・森林の放射性物質対策等のために詳細な汚染分布測定が求められており、またスピード感をもって取り組む必要もあることから妥当である。</p>	<p>拝承。</p>
<p>・研究目的・計画と地元のニーズがどの程度合致しているかに関して、適切な計画設定が重要である。具体的には、計画が地元のニーズのどの点にどのように貢献し、計画が達成されることにより、復興にどの程度貢献できるのかを適切に示す必要がある。</p>	<p>年度計画や研究活動の実施に当たっては市町村への説明を丁寧に行うとともに、研究成果や復興への貢献については積極的に自治体等へ報告、公開を行い、意見を伺う等、今後も努めていきます。</p>
<p>・3次元計測を進めていこうという点は、ニーズに応じた対応である。</p>	<p>拝承。</p>
<p>・森林の林縁の測定には意義があるとは思えるが、森林内の線量測定には、あまり意義が感じられない。                      ・森林のモニタリングをする理由が、林産物(林業)の復興というのは無理がある。外部被ばくが全く問題でない森林ですら、シイタケ原木の出荷は出来ていない。</p>	<p>μUAVをモニタリングシステムの開発に於いては、住民等の外部被ばく等の観点からは林縁の測定が重要と考えられ、このニーズにも応えられるように開発します。また、森林内の測定値と同一場所の上空からの測定値を比較評価する事で、これまでの航空機モニタリングデータから森林内の線量が推定可能となるなど、森林内の線量測定には意義があります。また、林産物(林業)の復興のみならず、環境動態研究の観点からも森林内の線量測定には意味があると思われるので、意見も踏まえつつ地元の</p>

答申書意見	機構の対応措置
	ニーズを的確に捉えて進めていくこととします。
<ul style="list-style-type: none"> <li>・オンサイトで使えるという方が意義がある。高線量域に絞った目的でも良いのではないか。</li> </ul>	GPS が使えない場所(森林内, 建屋内等)での線量測定との観点からは, オンサイトでも適用可能な技術開発を目指しています。
<ul style="list-style-type: none"> <li>・水底モニタリングについても, 線量測定というよりは, 底質のサンプリング等の自動化の方が重要であると考えられる。遠隔測定とそのキャリブレーションを行うことも併せて, 設定していただきたい。</li> </ul>	従来 of 平面的な濃度分布測定のための PSF では, 水底のサンプリング等を用いてキャリブレーションを行っており, 水底のサンプリング及びその分析の自動化は重要と考えております。ここでは格子状の PSF を用いて, 3D 的な放射能物質の流れを測定可能な技術開発を目指しており, これもまた重要と考えております。意見を踏まえ開発を進めたいと思います。
<ul style="list-style-type: none"> <li>・長期的に見るとより広い意味での「福島発の技術」といった大きな視点でアピールすることも重要だろう。</li> </ul>	<p>拝承。</p> <p>成果報告会, 報告書, 学会等で広く一般に成果を公表していきます。また, 今後ますます普及が進められる本技術への福島での研究成果発信に努めていきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・どのような場面で活用していくのか, アウトカムをより明確にしていくべきではないか。</li> </ul>	<p>拝承。</p> <p>各研究の将来計画を具体化するとともに, その成果の適切な反映先を検討していきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・これは全体的に言えることであるがモニタリングの進展により, 住民がどのように変化したのか, 帰還が進んだかの検討も必要である。</li> </ul>	<p>拝承。</p> <p>難しい課題ではありますが, 節目ごとに研究成果を整理し, モニタリングの進展と住民の帰還の因果を検討するよう努力していきます。</p>
<p>(2)研究開発計画の妥当性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・機構でしかできない技術を発展するための意義がある。</li> <li>・住宅近傍の, 森林の林縁の線量測定, 住居地域の線量分布の詳細な調査は, 住民の帰還において, 重要な意義があると考えられる。</li> <li>・技術開発と合わせて技術移転も進めることから市町村等のニーズにも合致しており, 計画は妥当であると思う。</li> </ul>	<p>拝承。</p>



答申書意見	機構の対応措置
<ul style="list-style-type: none"> <li>・具体的な対象を明確にした(抽象的でない)詳細計画を是非策定してほしい。</li> <li>・中長期計画ということで、ニーズの変化も考慮した長期間の戦略的な計画づくりが必要。</li> <li>・研究計画書には「・・・の高度化」という表現が多用されている。それで結構ながら、研究成果をどのように活用するのか、活用してほしいのかで、高度化の意味は違ってくる。</li> </ul>	<p>拝承。</p> <p>各研究開発の将来計画を具体化するとともに、実効性のある計画の検討及びその成果の適切な反映先の検討をしていきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・単に研究開発し、民間への技術移転・支援だけでなく、社会実装を先導する取り組みも、様々なセクターとの連携によって進めていくべきではないか。</li> <li>・精度を高めるだけでなく、将来的には、地元の方々や団体の参加を得て、住民参加型モニタリングなど新しいリスクコミュニケーション手法が可能性として考えられることから、簡単な手順で精度の高い計測ができる手法の開発なども、視野に入れていただいてもいいのではないか。</li> <li>・それぞれの計測技術について、感度の設定をしていただきたい。感度次第で使える方向性は変わりうる。</li> <li>・例えば、シイタケ原木(50Bq/kg)のヘリコプターマッピングは無理であり、PSFで1Fのタンクをモニタリングするのは妥当である。ウェアラブルコンプトンカメラの開発はとても重要な課題である。</li> <li>・研究と同時に技術移転の視点も忘れずに計画を進めて欲しい。</li> </ul>	<p>拝承。</p> <p>これまで以上に産学との連携を強化し、環境モニタリング・マッピング技術の高度化や技術移転にとどまらず、国内外への普及、及び展開に貢献できるよう進めていきます。</p> <p>また、技術開発においては、単に測定精度を追求するだけでなく、測定感度も含めた利用用途に応じた最適な測定システムの開発及び民への技術移転を考慮して、より簡単な手順・方法で使い勝手の良い測定システム等の開発を考慮し、今後の計画を検討していきたいと思います。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・森林内の3Dモニタリングについては活用の場所(ニーズ)と他の手法での代替を十分に議論してから開発を進めるべきだろう。</li> </ul>	<p>拝承。</p>

答申書意見	機構の対応措置
<p><b>4.3 福島長期環境動態研究</b></p> <p>(1)研究開発課題の妥当性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・生活圏除染が先行的に実施されてきたが、森林、河川、ダム等における放射性物質対策を求めるニーズは多いことから妥当である。</li> <li>・中長期的に重要な課題。<u>生活圏と農林水産業への影響等を特に重視すべき(→①)。</u></li> <li>・研究成果のアウトプット方法を見据え、取得したデータの活用方法が検討されている。</li> <li>・<u>除染の影響で土壌侵食・河川・湖沼へと波及して行くことが予想されるため、除染の影響を項目に加えていただきたい(→②)。</u></li> <li>・環境回復から復興に向けて、避難されている人やお住いの方々にとっての将来の生活の不安は根強い。そのようなの方々にとって重要な情報となる環境動態研究は重要であり、課題設定は妥当と考える。</li> <li>・<u>内部被ばくの予測について社会的なニーズはあるのか(→③)。</u></li> <li>・<u>少し目的が総花的という印象を受ける(→④)が、広く概要を知るモデルを組む、ということも必要であることから、概ね妥当な課題設定である</u>と考える。</li> <li>・<u>機構が資源を投入していくべきポイントがもう少し明確に見えるようにしていくとより理解しやすい(→⑤)。</u></li> <li>・<u>網羅的な研究テーマなので、連携先との仕分けをどのようにするのかを、より明確にしたうえで進めてほしい(→⑤)。</u></li> <li>・<u>福島県のニーズに対応した優先順位をつけるべきである。予算は限定されているので重点化を図るべき(→①)。</u></li> <li>・<u>研究成果が出てから社会に発信するだけでなく、このような課題を設定して研究をしている、ということを公表することが、社会の不安</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①成果については、可能な限り前倒しで取りまとめを進めているところです。今後も、ニーズの高い農業・林業・水産業の復興に直結する調査項目に対して、予算を重点的に配分していきます。</li> <li>②御指摘のとおり、土壌流亡に伴う放射性セシウムの移動においては、除染による流亡挙動の変化が重要なファクターになりうると考えており、これを考慮した土壌流亡挙動の評価も進めています。</li> <li>③内部被ばくに関しては、将来農業等を再開した際に、農産物等に含まれる放射性セシウムの濃度が摂取する際の基準値(100 Bq/kg)を超えないことをより確かなものとするための施業方法の確立が求められています。そのためには生態系内における放射性セシウムの挙動評価が不可欠であり、森林総合研究所、国立環境研究所、農業・食品産業技術総合研究機構等の関係研究機関と協力して評価を進めていきます。</li> <li>④環境創造センタープロジェクトにおいては、国立環境研究所・福島県との分担も含め、環境回復関係の各調査研究項目のポイント・内容等を整理し、俯瞰図も作成したところです。今後、関係研究機関についても含めた形で、俯瞰図をバージョンアップしていきたいと考えております。</li> <li>⑤環境省や農林水産省等関係省庁とは適宜打合せを持ち、データや研究成果を共有しつ</li> </ul>

答申書意見	機構の対応措置
<p>を少しでも和らげることになり、研究成果だけでなく、研究課題や計画自体の発信も重要課題として考えていただきたい(→⑥)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>国立環境研究所と十分に連携して実施することを期待する(→⑤)。</u></li> </ul> <p>(2)研究開発計画の妥当性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>環境動態で構築する評価システムとRESETとの違いを明確にすること(→⑦)。</u></li> <li>・平成30年頃を一つの目安と考え、計画を進めてゆく計画は妥当と考える。</li> <li>・福島復興、日本全体での知見の活用、世界への情報発信など、それぞれに重視するデータや分析の方法が違うことも考えられる。<u>より多様性を持って、しかも活用できる形で情報の集積と発信が可能になるよう(→⑧)、一層の発展を期待する。</u></li> <li>・モデルを出口としたとりまとめは、妥当であり、<u>データの収集とモデリングに特化することが望ましい(→⑤)。</u></li> <li>・<u>水に対する不安意識は、セシウムの動態情報を常に簡単に入手可能な専門家とそうではない一般社会ではかけ離れており、そのような観点から、水や、地下水、湧き水、などの情報把握と分かり易い発信は今後とも重視していただきたい(→⑥)。</u></li> <li>・一方で、<u>除染の影響で土壌侵食・河川・湖沼へと波及してくることが予想されるため、除染の影響、GISベースで加え、浮遊砂、河川水等の濃度変化とその影響について、を項目に加えていただきたい(→②)。</u></li> <li>・計画の進め方に問題なく妥当であると思う。なお、<u>手法の開発等は可能な限り前倒しで行うよう期待する(→①)。</u></li> <li>・地道なモニタリングは大変重要だと思います。</li> </ul>	<p>つ、進めているところです。また、国立環境研究所等関係研究機関とは、共同研究等の形で協力を進め、分担して研究を進めているところです。今後、各機関との協力状況を俯瞰し、各機関と調整しつつ、より効率的・効果的に研究を進めていきます。その際、移動モデリングや核種-鉱物相互作用評価等原子力機構が多くの知見を有する分野に力を入れていくとともに、データの共有化やモデルのベンチマーク(国立環境研究所とは既に進めつつあります。)等、より有効な協力の在り方も検討していきます。</p> <p>⑥現在、大学や国立環境研究所等と協力し、環境動態研究の成果を住民の方々に分かりやすく説明するためのコンテンツ作成や情報発信の機会や方法に関する検討を始めたところです。また、農業、林業、水産業の施業に環境動態研究の成果を活用するべく、関係者・関係機関への調査やマニュアル等への反映方法について、検討を開始したところです。さらに、取りまとめられた成果は、定期的にプレス発表や成果報告会の形で積極的に公表するとともに、ホームページでも公開しております。これらの取り組みを引き続き進めていくとともに、住民や従事者の方々の視点からかけ離れることのないよう、進め方を工夫していきます。</p> <p>⑦RESETも本評価システムに含まれる外部被ばく線量評価ツールも、放射性セシウムの分布に基づき外部被ばく線量を計算するという意味では、同じツールです。しかし、本評価システムでは、土地の傾斜も考慮(RESETでは考慮できない。)して、将来の放射性セシウムの水平・鉛直移動に伴う線量率変化(RESETでは除染に</p>

答申書意見	機構の対応措置
<p>是非進めていただきたいと思えます。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>ユーザーフレンドリーな評価システムですが、RESETとはどういった差別化が図られているのでしょうか？目的は同一に思いますが、スケールが違いますか？(→⑦)</u></li> <li>・<u>データの活用に向けたシステム開発において、利用ユーザの想定を適切に行うことが重要である(→⑧)。</u></li> <li>・<u>利用者と双方向性のデータベースを構築してほしい(→⑧)。</u></li> <li>・<u>国内外の関連研究機関との連携が目に見える形で進展することを期待する(→⑤)。</u></li> </ul>	<p>よる均一な濃度減少のみ考慮)に基づき、外部被ばく線量を計算することにより、将来の被ばく線量を予測することができます。これは、帰還を考えている住民の方々の安心感の情勢につながるものと考えています。</p> <p>⑧福島環境安全センターにおいては、「福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の分布状況等に関する調査」等の事業を通じ、膨大な環境モニタリングデータの蓄積があり、このデータベース化を進めています。その際には、国内外で有効に活用できるような国際標準データベース化と、一般の方がデータから得られる知見を理解しやすいようなグラフ化等の「見える化」の2つの観点から事業を進めています。環境動態研究で得られたデータについても、このデータベースへの格納、並びに国際標準フォーマット化及び見える化に向け、準備を進めているところです。特に、「見える化」の検討に際しては、関係自治体、住民及び従事者の方々等想定されるユーザのニーズに的確に応えるものとなるよう、留意しながら進めていきます。</p>

答申書意見	機構の対応措置
<p><b>4.4 除染・減容技術の高度化</b></p> <p>(1)研究開発課題の妥当性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・除染廃棄物が今後たくさん出てくるというニーズを受けた課題設定であろうかと思えます。是非、減容化の技術を確立していただきたいと思えます。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・研究の重要性は高いが機構ならではの視点を持った課題の解決に取り組んでもらいたい。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・研究開発課題に関して、ニーズ抽出方法の妥当性の検討を踏まえた設定が必要であると考える。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・除染効果評価システムについては、是非現地データを大いに取り込み、重点的な高度化を期待する。</li> </ul>	<p>委員会の場では現地データの取り込みは行っていないと回答しましたが、実際には現地データを取り込んでおります。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・減容化技術については、県外最終処分までの出口から見た全体の技術システムをデザインシアセスメントを行った後に、あるいは並行して検討しながら、技術開発課題の対象を検討し、柔軟に対応していてもよいのではないか。</li> </ul>	<p>本システムの評価方法、精度等については当日の目的を達していると考えており、今後は自治体等への普及を更に進めます。技術開発課題に対する検討については、中間貯蔵施設に関する検討動向を睨みながら柔軟に対処していきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射性物質に汚染された廃棄物の大幅な減容化は、中間貯蔵施設建設や30年後には完了するとされる最終処分場建設に関し、重要な要素となる。大幅な減容化を図れるように目指す課題設定は妥当と考える。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ポリイオンだけでなく、セシウム移行抑制に関する多様な技術開発を期待したい。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・住民が減容したものをどこまでなら受け入れるか社会的な観点も合わせて進めてほしい。</li> </ul>	<p>これまで行っているリスクコミュニケーションの場を活用するなどして研究を進めていきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ポリイオン等のテーマは必要か、ほかの技術との優位性を示すべきである。</li> </ul>	<p>研究開発テーマの適切な取捨選択を行います。</p>

答申書意見	機構の対応措置
<ul style="list-style-type: none"> <li>除染効果評価システムRESETを適用した結果、改善されるべき点を明らかにして集中化してほしい。</li> </ul>	<p>国及び自治体の要請に基づき、除染等の適切な手法を評価し提案します。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>減容化技術については、既にある多くの提案技術との差、違いを明確にして評価できるシステムをつくる必要がある。</li> </ul>	<p>減容化技術については、他機関の開発状況も踏まえながら取捨選択していきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>減容化後の高濃度に濃縮された廃棄物の最終処分に向けた廃棄体の在り方等に関する研究課題も必要で、原子力分野の蓄積が活かせると思われる。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<p>(2)研究開発計画の妥当性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>計画の進め方に問題なく妥当であると思う。なお、研究開発は可能な限り前倒しで行うよう期待する</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>様々なセクターと連携し、原子力分野の中核機関としての先導的役割をどのように果たしていくか、議論していければと思います。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>移行抑制技術の多様なパターンが今後被災地に提案されることが急増すると考えられ、多様な技術や提案をどう評価するのも、機構に期待されてくるのではないかと考える。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>重要な研究なので実用化の視点をもって進めてほしい。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>実際の間貯蔵等の時間的な流れの中で、時機を逸すること無く有効に活かせるように計画を進めて頂きたい。</li> </ul>	<p>拝承。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>住民の帰還やリスクコミュニケーションの支援に向けて、どのような情報の提供がどのような効果につながるかを見据えた研究計画が重要であると考えます。</li> </ul>	<p>住民の帰還に向けた情報提供とその効果を考慮しつつ、研究開発の検討を行います。</p>

# 国際単位系 (SI)

表1. SI基本単位

基本量	SI基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質량	モル	mol
光量	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI組立単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m <sup>2</sup>
体積	立方メートル	m <sup>3</sup>
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s <sup>2</sup>
波数	毎メートル	m <sup>-1</sup>
密度, 質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m <sup>3</sup>
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m <sup>2</sup>
比体積	立方メートル毎キログラム	m <sup>3</sup> /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m <sup>2</sup>
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度 <sup>(a)</sup> , 濃度	モル毎立方メートル	mol/m <sup>3</sup>
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m <sup>3</sup>
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m <sup>2</sup>
屈折率 <sup>(b)</sup>	(数字の)	1
比透磁率 <sup>(b)</sup>	(数字の)	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) ともよばれる。  
(b) これらは無次元量あるいは次元1をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の1は通常は表記しない。

表3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI組立単位		
	名称	記号	他のSI単位による表し方
平面角	ラジアン <sup>(b)</sup>	rad	1 <sup>(b)</sup>
立体角	ステラジアン <sup>(b)</sup>	sr <sup>(e)</sup>	1 <sup>(b)</sup>
周波数	ヘルツ <sup>(d)</sup>	Hz	s <sup>-1</sup>
力	ニュートン	N	m kg s <sup>-2</sup>
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m <sup>2</sup>
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N m
仕事率, 工率, 放射束	ワット	W	J/s
電荷, 電気量	クーロン	C	s A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	ファラド	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメン	S	A/V
磁束	ウェーバ	Wb	V s
磁束密度	テスラ	T	Wb/m <sup>2</sup>
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度 <sup>(e)</sup>	°C	K
光照射量	ルーメン	lm	cd sr <sup>(e)</sup>
放射線核種の放射能 <sup>(f)</sup>	ベクレル <sup>(d)</sup>	Bq	s <sup>-1</sup>
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg
線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量	シーベルト <sup>(g)</sup>	Sv	J/kg
酸素活性	カタール	kat	s <sup>-1</sup> mol

(a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。  
(b) ラジアンとステラジアンは数字の1に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の1は明示されない。  
(c) 測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。  
(d) ヘルツは周期現象についての、ベクレルは放射線核種の統計的過程についてのみ使用される。  
(e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の間は同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。  
(f) 放射線核種の放射能 (activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。  
(g) 単位シーベルト (PV, 2002, 70, 205) についてはCIPM勧告2 (CI-2002) を参照。

表4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI組立単位	
	名称	記号
粘力のモーメント	パスカル秒	Pa s
表面張力	ニュートンメートル	N m
角速度	ニュートン毎メートル	N/m
角加速度	ラジアン毎秒	rad/s
熱流密度, 放射照度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s <sup>2</sup>
熱容量, エントロピー	ワット毎平方メートル	W/m <sup>2</sup>
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K
比エネルギー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)
熱伝導率	ジュール毎キログラム	J/kg
体積エネルギー	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)
電界の強さ	ジュール毎立方メートル	J/m <sup>3</sup>
電荷密度	ジュール毎立方メートル	J/m <sup>3</sup>
電表面電位	ジュール毎立方メートル	J/m <sup>3</sup>
電束密度, 電気変位	ジュール毎立方メートル	J/m <sup>3</sup>
誘電率	ジュール毎立方メートル	J/m <sup>3</sup>
透磁率	ジュール毎立方メートル	J/m <sup>3</sup>
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)
照射線量 (X線及びγ線)	ジュール毎キログラム	C/kg
吸収線量率	グレイ毎秒	Gy/s
放射線強度	ワット毎ステラジアン	W/sr
放射線輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m <sup>2</sup> sr)
酵素活性濃度	カタール毎立方メートル	kat/m <sup>3</sup>

表5. SI接頭語

乗数	名称	記号	乗数	名称	記号
10 <sup>24</sup>	ヨタ	Y	10 <sup>-1</sup>	デシ	d
10 <sup>21</sup>	ゼタ	Z	10 <sup>-2</sup>	センチ	c
10 <sup>18</sup>	エクサ	E	10 <sup>-3</sup>	ミリ	m
10 <sup>15</sup>	ペタ	P	10 <sup>-6</sup>	マイクロ	μ
10 <sup>12</sup>	テラ	T	10 <sup>-9</sup>	ナノ	n
10 <sup>9</sup>	ギガ	G	10 <sup>-12</sup>	ピコ	p
10 <sup>6</sup>	メガ	M	10 <sup>-15</sup>	フェムト	f
10 <sup>3</sup>	キロ	k	10 <sup>-18</sup>	アト	a
10 <sup>2</sup>	ヘクト	h	10 <sup>-21</sup>	zepto	z
10 <sup>1</sup>	デカ	da	10 <sup>-24</sup>	ヨタ	y

表6. SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI単位による値
分	min	1 min=60 s
時	h	1 h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=(1/60)°=(π/10 800) rad
秒	"	1"=(1/60)'=(π/648 000) rad
ヘクタール	ha	1 ha=1 hm <sup>2</sup> =10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
リットル	L, l	1 L=1 l=1 dm <sup>3</sup> =10 <sup>3</sup> cm <sup>3</sup> =10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
トン	t	1 t=10 <sup>3</sup> kg

表7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI単位で表される数値
電子ボルト	eV	1 eV=1.602 176 53(14)×10 <sup>-19</sup> J
ダルトン	Da	1 Da=1.660 538 86(28)×10 <sup>-27</sup> kg
統一原子質量単位	u	1 u=1 Da
天文単位	ua	1 ua=1.495 978 706 91(6)×10 <sup>11</sup> m

表8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1MPa=100 kPa=10 <sup>5</sup> Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg=133.322Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=100pm=10 <sup>-10</sup> m
海里	M	1 M=1852m
バイン	b	1 b=100fm <sup>2</sup> =(10 <sup>12</sup> cm) <sup>2</sup> =10 <sup>28</sup> m <sup>2</sup>
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的関係は、 対数量の定義に依存。
ベレル	B	
デシベル	dB	

表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI単位で表される数値
エルグ	erg	1 erg=10 <sup>-7</sup> J
ダイン	dyn	1 dyn=10 <sup>-5</sup> N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm <sup>-2</sup> =0.1Pa s
ストークス	St	1 St=1cm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> =10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>
ストルブ	sb	1 sb=1cd cm <sup>-2</sup> =10 <sup>4</sup> cd m <sup>-2</sup>
フオト	ph	1 ph=1cd sr cm <sup>-2</sup> =10 <sup>4</sup> lx
ガリ	Gal	1 Gal=1cm s <sup>-2</sup> =10 <sup>-2</sup> ms <sup>-2</sup>
マクスウェル	Mx	1 Mx=1 G cm <sup>2</sup> =10 <sup>-8</sup> Wb
ガウス	G	1 G=1Mx cm <sup>-2</sup> =10 <sup>-4</sup> T
エルステッド <sup>(a)</sup>	Oe	1 OeΔ=(10 <sup>3</sup> /4π)A m <sup>-1</sup>

(a) 3元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「Δ」は対応関係を示すものである。

表10. SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI単位で表される数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10 <sup>10</sup> Bq
レントゲン	R	1 R=2.58×10 <sup>-4</sup> C/kg
ラド	rad	1 rad=1cGy=10 <sup>-2</sup> Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 <sup>-2</sup> Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 <sup>-9</sup> T
フェルミ	f	1 フェルミ=1 fm=10 <sup>-15</sup> m
メートル系カラット		1 メートル系カラット=0.2 g=2×10 <sup>-4</sup> kg
トル	Torr	1 Torr=(101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm=101 325 Pa
カロリ	cal	1 cal=4.1858J (「15℃」カロリ), 4.1868J (「IT」カロリ), 4.184J (「熱化学」カロリ)
ミクロン	μ	1 μ=1μm=10 <sup>-6</sup> m

