

東京電力福島第一 原子力発電所における ALPS処理水の処分の 安全性に関する IAEAレビュー

**報告書1：東京電力と経済産業省に対する
レビューミッション
(2022年2月)**

本報告書の和訳は、IAEAによる公式な翻訳でなく、経済産業省が独自に翻訳したものである。

本書は以下に示す組織の財的支援を受けて作成された。本書に示す見解は必ずしもこれらの組織の見解を反映しているとは限らない。



Australian Government



**Te Kāwanatanga
o Aotearoa**
New Zealand Government



© IAEA, 2022

本報告書は、東京電力福島第一原子力発電所におけるALPS処理水の処分に関するIAEAによる安全性の調査の進展について、IAEAが作成したものである。本書に示す見解は、必ずしもIAEA加盟国の見解を反映しているとは限らない。本報告書の作成にあたっては情報の正確性に細心の注意を払っているが、IAEAとその加盟国は、本報告書の使用を原因とする結果について責任を負わない。国又は地域の呼び方は、当該国又は地域、その当局・機関、その領域の画定に関する法的状況について、IAEAによる判断を示すものではない。会社又は製品の名称(公認か否かを問わない)に言及した場合でも、所有権を侵害する意図を示すものではなく、IAEAによる支持又は推薦と解釈されるものでもない。IAEAは、本報告書で言及される外部又は第三者のインターネットウェブサイトのURLの正確性や閲覧可否について責任を負わず、そのようなウェブサイトのコンテンツの正確性や適切性についても保証しない。

**東京電力福島第一原子力発電所における
ALPS処理水の処分の安全性に関する
IAEAレビュー**

**報告書1：東京電力と経済産業省に対するレビューミッション
(2022年2月)**

目次

概要	1
I. 第I部	3
I.1. 序論、背景	5
I.2. 関係するIAEA国際安全基準の適用及び説明	8
I.3. ミッションの範囲と構成の概要	10
I.4. 基本方針の概要と提案されている放出方法	12
II. 第II部	15
II.1. 横断的な要求事項と推奨事項	17
II.2. 放出／ソースタークの性状	19
II.3. 放出管理のシステムとプロセスに関する安全性	22
II.4. 環境への放射線影響評価	25
II.5. 放出に関する規制管理と認可	38
II.6. ソース及び環境モニタリングプログラム	43
II.7. 利害関係者の関与	46
II.8. 職業上の放射線防護	48
付録I. 適用されるIAEA国際安全基準	51
付録II. 64の放射性核種の一覧	53
参考資料	54
III. 第III部 - 付録	55
付録I. レビューチームのメンバーの一覧	57
付録II 日本側参加者の一覧	58
付録III. ミッションの日程と議題	59

概要

2022年2月13日～19日、IAEAは、日本の東京電力と経済産業省に対し、最初のレビューミッションを実施した。本ミッションは、東京電力福島第一原子力発電所におけるALPS(多核種除去設備)処理水の安全性レビューに関するIAEAの日本に対する支援の付託事項(Terms of Reference)の下で実施され、防護と安全性の評価に係るレビュー要素の一部として位置付けられた。本ミッションは、向こう数カ月から数年にわたり実施される一連のミッションのうち、最初のミッションとして実施された。レビューチームは、IAEAの幹部職員により調整・指揮され、15名のメンバーが参加した。レビューチームのメンバーは、タスクフォースのメンバーが指定した国際専門家及びIAEA事務局の専門家により構成されている。

IAEAレビューのスコープは、日本政府からの要請、IAEAの法定機能及びタスクフォースの権限に基づき、東京電力福島第一原子力発電所におけるALPS処理水の処分に関する日本の基本方針の実施について、IAEAの国際安全基準¹に照らして安全性の評価を行うことに特化されている。基本方針で示された現在のアプローチでは、ALPS処理水の管理された海洋放出(「バッチ放出」)を約30年かけて行うこととしている。本ミッションを実施するにあたっては、日本政府からの要請に基づき、基本方針に示されているこの管理された海洋放出という具体的なアプローチに焦点がおかれた。

このアプローチを実行するために、東京電力は、安全性評価や環境への放射線影響評価(REIA)を含む実施計画(廃炉活動実施における取り決め)の修正を提案した。本ミッションのスコープは、提案された放出システムや処理に係る設備、放出システムに接続されるALPS処理水タンク(K4タンク群)、関連する運転面及びエンジニア面の安全管理、東京電力が行う予測的環境への放射線影響評価を含む放出の安全性評価、そして東京電力により策定及び維持される放射線防護プログラムであった。なお、サイト全般の廃炉に係る活動については、本ミッション及びIAEA安全性レビュー全体のスコープの対象外とみなされた。

レビューが照らすべきIAEA国際安全基準は、以下8つの技術的課題に整理された。

1. 横断的な要求及び推奨事項
2. 放出／ソースタークムの性状
3. 放出管理のシステム及び処理に関する安全性
4. 環境への放射線影響評価(REIA)
5. 放出に関する規制管理と認可
6. ソース及び環境モニタリングプログラム
7. 利害関係者の関与
8. 職業上の放射線防護

ミッション期間中、タスクフォースは、東京電力及び経済産業省の関係者から全面的な協力を受け、IAEAのレビューを成功裏に終えるための強固なコミットメントを確認した。その準備において、東京電力と日本政府は、ALPS処理水の処分に適用されるIAEA安全基準で定められた要件及び推奨に照らして、自らの活動を自己評価した資料をタスクフォースに提供した。

¹ IAEAが策定した国際安全基準は、人々と環境を防護するための世界的な基準となっている。世界中で整合性のとれた高レベルの安全性の確立に貢献している。IAEA基準の策定、検討、確立のプロセスには、IAEA事務局及び全IAEA加盟国が関与する。IAEAは、国連の管轄機関やその他関係機関と協議の上でこれを行っている。

また、技術分野ごとに参考資料で提供された情報を要約し、複雑な議題について補足説明を行うためのプレゼンテーションがタスクフォースに対して提供された。1週間にわたり、幅広い技術的議題が議論され、これらの議論の詳細は本報告書の第II部に記載されている。タスクフォースが得たいいくつかの大まかな所見は、以下のように要約される。

- IAEAレビューに関する多くの要件は、その性質上、包括的かつ横断的なものである（政府の枠組み、安全に対する責任、作業者及び一般市民の防護と安全性の最適化など）。タスクフォースは、これらの要件に対する日本の遵守状況の評価を継続し、すべての関連情報が検討され、全体的な評価が可能となった時点で、レビュープロセスの最後に、包括的な結論を出す予定である。
- タスクフォースは、実施計画の修正や環境への放射線影響評価など、このレビューに関する主要な技術文書について、より強固な理解を深めた。ミッション中に、ソースターム（放出されるALPS処理水）の性状、プロセスの異なる段階における最適化の方法、線量拘束値及び放出上限値の適用、異常事象と外部ハザード及びそれらの影響の検討方法など、さらなる議論によって明確にすべきいくつかの領域が特定された。
- さらに、タスクフォースは、東京電力福島第一原子力発電所のサイトにおいて、処理水に関わる希釈設備、放水立坑及び海底トンネルなど、放出に必要なインフラ建設計画も含め、初期の設計と準備を目視確認することができた。
- タスクフォースは、規制機関や他関係省庁との議論を通じて、ソース及び環境モニタリングプログラムの策定が依然進行中であることを指摘した。タスクフォースは、これらのモニタリングプログラムの策定を引き続きフォローするとともに、IAEAの独立したサンプリング、データ検証、分析活動の策定及び実施において、それらを考慮に入れる予定である。
- 経済産業省からは、基本方針の策定前後の過程や、これまでの利害関係者や国民との意見交換について、幅広い説明がなされた。タスクフォースは、これまでの多大な取組に留意するとともに、今後、利害関係者がどのようにプロセスに関与していくかを引き続き注目していくこととした。

タスクフォースは、レビューミッションにおける顕著な進展に留意するとともに、東京電力、経済産業省及びレビューチームによって特定された次のステップに満足していることを強調した。この作業は依然進行中であり、IAEA タスクフォースが結論を出すために、今後も徹底的なレビューを続ける予定である。

東京電力及び経済産業省に対する2回目のミッションは、現在、2022年後半に計画されている。この2回目のミッションでは、多くの技術的議題に関する東京電力と経済産業省の進捗について引き続きレビューを行い、環境への放射線影響評価及び実施計画の改訂版を確認する機会を得られる予定である。

このミッション報告書は、タスクフォースと日本との間の議論を反映し、タスクフォースからの見解を文書化したものである。本報告書はタスクフォースにより起草、承認され、IAEAによりウェブサイト上に公開されている。本報告書及びIAEAレビュー下にある他のミッション報告書は、進捗報告としての役割を果たすことを意図したものであり、IAEAレビューが継続している間は最終的な結論は導き出せない。ALPS処理水の放出開始前に、IAEAは、レビューの全側面にわたってタスクフォースが収集した結論を含む包括的な報告書を発行する予定である。この包括的な報告書は、タスクフォースの最終的な結論及び所見が含まれる予定である。

I. 第I部

I.1. 序論、背景

日本政府は2021年4月、「東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所におけるALPS処理水の処分に関する基本方針」を公表した。この方針には、日本の規制機関の承認を受けた上で多核種除去設備(ALPS)から東京電力福島第一原子力発電所周辺の海洋に処理水を放出する計画が含まれている。その後間もなく、日本政府は、IAEA国際安全基準²に準拠した安全かつ透明性の高い方法で処理水の放出を実施できるよう、IAEAに対し、処理水の放出に関する計画や活動を監視・確認するよう支援を要請した。IAEAは日本からの要請を歓迎し、受け入れた。

2021年7月21日、IAEAと日本政府は、東京電力福島第一原子力発電所におけるALPS処理水の安全性レビューに関するIAEAの日本に対する支援の付託事項に署名した。この付託事項では、IAEAがレビューを実施するにあたり使用する広範な枠組みが規定されている。2021年9月、IAEAは東京にチームを派遣し、IAEAのレビューの範囲、重要なマイルストーン、おおよその予定に関する最終合意を得るための会議と討議を行った。また、チームは福島第一原子力発電所を訪問し、専門家と技術的な詳細情報について話し合い、IAEAのレビューに関する主な活動や場所を特定した。

IAEAによる日本への支援では、今後数十年にわたる処理水の放出が、IAEAの国際安全基準に適合して行われるかを評価する技術的なレビューを行う。また、放出前、放出中、放出後における東京電力のソース及び環境モニタリングプログラムの検証も行う。このレビューは、日本が提出した参考資料及びレビューミッションの結果に基づいて実施される。IAEAでは、以下に挙げるものを含む、日本の計画の重要な安全要素について検討する。

- 放出される処理水の放射線学的性状
- 使用する装置や、放出において適用・遵守する基準など、処理水放出における安全性
- 人と環境の防護に関する放射線環境影響の評価
- 放出に関する環境モニタリング
- 放出計画の認可、検査、継続的評価などの規制管理

IAEAのレビューは、すべての主要な安全性要素が適切に対処されていることを確認するために、以下3点の主要要素に整理される。

- **防護・安全性の評価** – この要素では、ALPS処理水の放出に関する規制承認申請の一環として東京電力が作成した実施計画、環境への放射線影響評価(REIA)、その他資料の技術的側面のレビューに重点を置いている。この要素については、主に東京電力、経済産業省³と連携し、期待される措置は、関連するIAEA国際安全基準に定められている通り、プロセス全体を通じて、東京電力が実施する予定である。

² IAEAが策定した国際安全基準は、人々と環境を防護するための世界的な基準となっている。世界中で整合性のとれた高レベルの安全性の確立に貢献している。IAEA基準の策定、検討、確立のプロセスには、IAEA事務局及び全IAEA加盟国が関与する。IAEAは、国連の管轄機関やその他関係機関と協議の上でこれを行っている。

³ 経済産業省は政府機関として、福島第一原子力発電所の廃炉の監視を行っている。経済産業省は、基本方針の公表に先立ち、ALPS処理水の取扱いに関する研究を主導した。この観点から、IAEAレビューにおける防護・安全要素の評価では、経済産業省が関与する。

- **規制活動及びプロセス** – この要素では、関連するIAEA国際安全基準に従って、原子力規制委員会のレビュー・承認プロセスが実施されているかどうかを評価することに重点を置いている。主に、日本国内の原子力安全を確保することを目的とする独立した規制機関である原子力規制委員会と連携する。福島第一原子力発電所からのALPS処理水の放出に関する原子力規制委員会の審査に関連する規制的側面のみに焦点を当てる。
- **サンプリング、データ検証、分析** – この要素には、ALPS処理水の放出に関連して、東京電力及び日本政府から得たデータを検証するために実施される、IAEAの独立したサンプリング及び分析に関するすべての活動が含まれる。サンプルは、IAEAの研究所及び独立した第三者研究所で分析される。また、この要素には、職業上の被ばくの検証も含まれる。

IAEAレビューを完全に透明かつ包括的な方法で実施するため、IAEA事務局長はタスクフォースを設置した。タスクフォースは、IAEAの権限の下で活動し、IAEAの幹部職員が議長を務める。タスクフォースには、様々な技術的専門分野において幅広い経験を持つ、国際的に認知された専門家や、IAEA事務局の専門家で構成される。これらの専門家が個々の専門的な能力を用いてタスクフォースの一員を務め、レビューを支援することで、IAEAのレビューが包括的に行われ、最高の国際的専門知識や、様々な技術的見解が確保できる。

IAEAが実施するレビューでは、技術文書のレビューと分析、レビューミッション、検証活動を行う。レビュー開始時、日本政府と東京電力は、ALPS処理水の放出に関する情報が記述された資料を提供した。その後、タスクフォースからの要請があった時、又は東京電力が関係機関に提出する準備が整った時点で、追加資料が提供された。この情報は、タスクフォースのメンバーによって慎重にレビューされ、関連機関とのレビューミッションに用いられる。レビューミッションの目的は、日本政府又は東京電力が提出した参考資料のレビュー、技術的な問題に関する説明の要求、追加情報の要求、及び必要に応じた現場視察である。さらに、独立したサンプリング・分析活動を支援するため、タスクフォースは必要に応じて討議や現場でのサンプリングを行う。これらの活動では、包括的かつ透明なアプローチを確保するため、可能な場合は独立した第三者研究所が関与する。

IAEAのレビューは数年にわたって実施され、様々な方法で進捗状況が報告される。外部利害関係者と進捗状況を共有する際は、主に正式な報告書を用いる。レビューミッション後に発行される報告書では、タスクフォースと日本の討議を反映し、タスクフォースによる視察結果を記録する。報告書は、レビューミッションから約2ヶ月後に公表される。これらの報告書は、IAEAタスクフォースによって作成及び承認され、IAEAによって公開される。ただし、これらの報告書は進捗報告を目的としており、IAEAのレビューが継続している間は、最終的な結論は下されない。ALPS処理水の放出開始前に、IAEAは、レビューの全側面にわたってタスクフォースが収集した結論を含む包括的な報告書を発行する予定である。この包括的な報告書は、タスクフォースの最終的な結論及び所見が含まれる予定である。

IAEAのレビューに関する追加情報、背景情報、文書、報告書、その他刊行物については、IAEAの福島ALPSレビューウェブサイトを参照。⁴

IAEAのレビューの要素

防護と安全性 の評価

- 東京電力の実施計画及び関連文書のレビュー
- ソースの性状、放出の安全性、職業上の被ばく、放射線環境影響評価などの技術的な考慮事項に焦点を当てる。

規制活動及 びプロセス

- プロジェクトに関する原子力規制委員会の活動及びプロセスをレビューする。
- 安全目標、規制要件、規制評価、規制点検に焦点を当てる。

独立したサンプ リング、データ 検証、分析

- 日本から得たデータを検証するための独立したサンプリングと分析。
- ソースタームと環境サンプルの分析の実施。

図I-1.IAEAによるALPS処理水放出に関するレビューの3つの要素

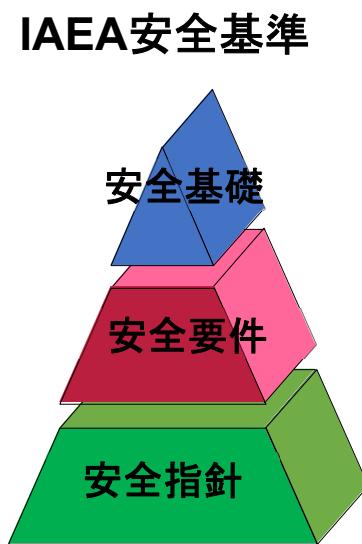
⁴ <https://www.iaea.org/topics/response/fukushima-daiichi-nuclear-accident/fukushima-daiichi-treated-water-discharge>

I.2. 関連するIAEA国際安全基準の適用及び概要

IAEA憲章では、IAEAが「人命や物資の防護の安全性に関する基準を…制定又は採用」できることとしている。原子力及び放射能の安全性を確保するため、IAEAは自身の業務においてこの基準を使用しなければならず、加盟国は国の規制条項としてこの基準を適用できる。IAEAは、国連の管轄機関やその他関係機関と協議の上でこれを行っている。定期的なレビューの対象である一連の高品質な安全基準は、IAEAによる適用支援と同様に、安定かつ持続可能な国際的安全体制の重要な要素である。

IAEAは1958年に安全基準プログラムを開始した。品質、目的への適合性、継続的な改善に重点を置いており、IAEA基準は世界中で広く使用されている。現在、安全基準には、高度な防護と安全の確保に必要な事項について国際的な合意を形成するための、統一された基本安全原則が含まれる。ただし、基準は、実際に適切に適用される場合にのみ効果を発揮する。そのため、IAEAは、国際的な受け入れとIAEA規格の使用を促進するために活動を行っている。

IAEAの安全サービスには、設計、敷地計画、工学安全性、操作安全性、放射線安全性、放射性物質の安全な輸送、放射性廃棄物の安全な管理、政府組織、規制事項、組織内の安全文化を対象とする。この安全サービスにより、加盟国による基準の適用を支援し、貴重な経験と洞察の共有を可能にしている。安全規制は各国の責任の元にあり、多くの国はIAEAの基準を各国の規制に適用することを決定している。様々な国際安全基準の関係者に対して、IAEA規格は、規則に基づく義務を効果的に履行するための一貫した信頼できる手段となっている。



図I-2.IAEA安全基準の階層

また、IAEA国際安全基準は、原子力発電や、医療・産業・農業・研究における原子力の活用の安全性を高めるため、世界中の規制機関や運用者が活用している。安全はそれ自体が目的ではなく、現在及び将来における、すべての国における人々や環境を防護するための必須条件である。放射線に関するリスクは、公平かつ持続可能な開発へ貢献している原子力を不当に制限することなく、評価・管理しなければならない。また、政府、規制機関、及び運用者は、核物質及び放射線源が、有効、安全、倫理的に使用されていることを確認しなければならない。IAEA国際安全基準はこの促進を目指すものであり、すべての加盟国に対しこの基準の使用が奨励されている。

本レビューの目的において、タスクフォースは、ALPS処理水の海洋放出に関連する複数のIAEA国際安全基準を特定した。これらの規格では、放射線防護と放射線源の安全、放射性物質放出の規制管理、環境への放射線影響評価の構造と内容、環境・ソースモニタリングの実施について記載している。タスクフォースではすべてのIAEA国際安全基準を必要に応じて確認するが、本レビューで参照される主な安全基準は以下である。

- IAEA安全基準シリーズ No.SF-1 基本安全原則: 安全原則 [1]
- IAEA安全基準シリーズ No.GSR Part3 放射線防護と放射線源の安全: 国際基本安全基準 [2]
- IAEA安全基準シリーズ No.GSG-7 職業上の放射線防護 [3]
- IAEA安全基準シリーズ No.GSG-9 環境への放射性排出物の規制管理 [4]
- IAEA安全基準シリーズ No.GSG-10 予測的放射線環境影響に関する施設と活動の評価 [5];
- IAEA安全基準シリーズ No.RS-G-1.8 放射線防護のための環境・ソースのモニタリング [6]

I.3. ミッションの範囲と構成の概要

IAEAレビューのスコープは、日本政府からの要請及びタスクフォースの権限に基づき、東京電力福島第一原子力発電所におけるALPS処理水の処分に関する日本の基本方針の実施について、安全性の評価を行うことに特化している。日本政府は基本方針において、ALPS処理水を海洋放出する計画を策定している。タスクフォースが本ミッションを実施するにあたっては、日本政府からの要請に基づき、この管理された海洋放出という基本方針に示された具体的なアプローチのレビューを行った。タスクフォースは、提案されたアプローチの国内規制審査が日本国内で実施中であることを確認した。

IAEAは、2022年2月13～19日に、経済産業省と東京電力に対する第1回のレビューミッションを実施した。レビューチームは、タスクフォースのメンバーとして正式に指定された国際専門家及びIAEA事務局の専門家により構成されている（付録Iを参照）。本ミッションでは、防護・安全評価に関するIAEAレビューの一環として、東京電力及び経済産業省の職員・専門家との協議を行った。

レビューチームは、東京の経済産業省本省において、経済産業省及び東京電力の職員（付録II参照）と協議を行った。また、福島県の福島第一原子力発電所も訪問し、現場でのブリーフィングやALPS処理施設、K4タンク保管ヤード、混合・希釈が予定される場所、海水取込み地点、予定される配管経路など、現場の重要な箇所を視察した。

タスクフォースはミッションの前に、東京電力及び経済産業省と、重要な技術的議題が十分に網羅・整理されていることを確認するための体制について合意を行った（付録III参照）。関連するIAEA国際安全基準に対してレビューは、8つの技術的議題に整理された。

1. 横断的な要求及び推奨事項
2. 放出／ソースタームの性状
3. 放出管理のシステム及び処理に関する安全性
4. 環境への放射線影響評価（REIA）
5. 放出に関する規制管理と認可
6. ソース及び環境モニタリングプログラム
7. 利害関係者の関与
8. 職業上の放射線防護

提案された放出システムや処理に係る設備、放出システムに接続されるALPS処理水タンク（K4タンク群）、関連する運転面及びエンジニア面の安全管理、東京電力が行う予測的環境への放射線影響評価を含む放出の安全評価、東京電力により策定及び維持される放射線防護プログラム、提案された放出に対応するために必要に応じて予想されるサイトへのその他変更又は改善が、レビュー・ミッションのスコープに含まれた。必要がある場合は、タスクフォースが総合的な理解を得られるよう、幅広い廃炉作業に関する文書や説明を要求したが、概して、全体的な廃炉作業については、本ミッション及びIAEAの安全性レビューの対象外として考えられた。

東京電力と日本政府はIAEAレビューに協力するため、汚染水に関するデータ、その発生メカニズム、処理状況、ALPSシステムの工学及び処理に関する情報、ALPS処理水の性状、測定方法などの放出システムの技術的及び運転上の重要な検討事項に関する背景説明資料及び補助データをタスクフォースに提供した。

東京電力は原子力規制委員会に対し、2021年11月には環境への放射線影響評価を、同年12月には改訂実施計画を提出した。この情報は公開され、タスクフォースはその英語版を入手した。

本レビューミッションに協力するため、東京電力と日本政府は、ALPS処理水の処分に適用されるIAEA安全基準で定められた要件及び推奨に照らして、自らの活動を自己評価した資料をタスクフォースに提供した。また、本ミッションの最中、東京電力は、各技術分野について参考資料に記載されている情報を要約し、複雑な議題についての追加説明を行うためのプレゼンテーションを行った。

マスコミも参加したミッションの開会式では、日本の高官が開会の挨拶をした。初日、レビューチームは、ミッション前にタスクフォースが確認した参考資料に基づき、初回フィードバックと所見を伝えるプレゼンテーションを行った。本ミッションは、東京電力及び経済産業省との間で合意された8つの技術的議題を中心に構成された(上述の議題一覧を参照)。各技術的議題について、東京電力及び経済産業省は必要に応じてプレゼンテーションを行い、参考資料に記載されている情報を要約して説明した他、タスクフォースが事前に特定した問題についての追加説明を行った。レビューチーム及び東京電力/経済産業省は、東京電力又は経済産業省による措置が、国の規制要件及びIAEA国際安全基準にどの程度準拠しているかをより深く理解するための、オープンな議論を行った。週の終わりには、レビューチームの当初の所見を東京電力と経済産業省向けに簡単なプレゼンテーションでまとめ、ミッション参加者全員が成果を共有して理解できるようフォローアップの討議を行った。タスクフォースが確認した主な考察テーマと所見を、本報告書の第II部の「考察」にまとめている。

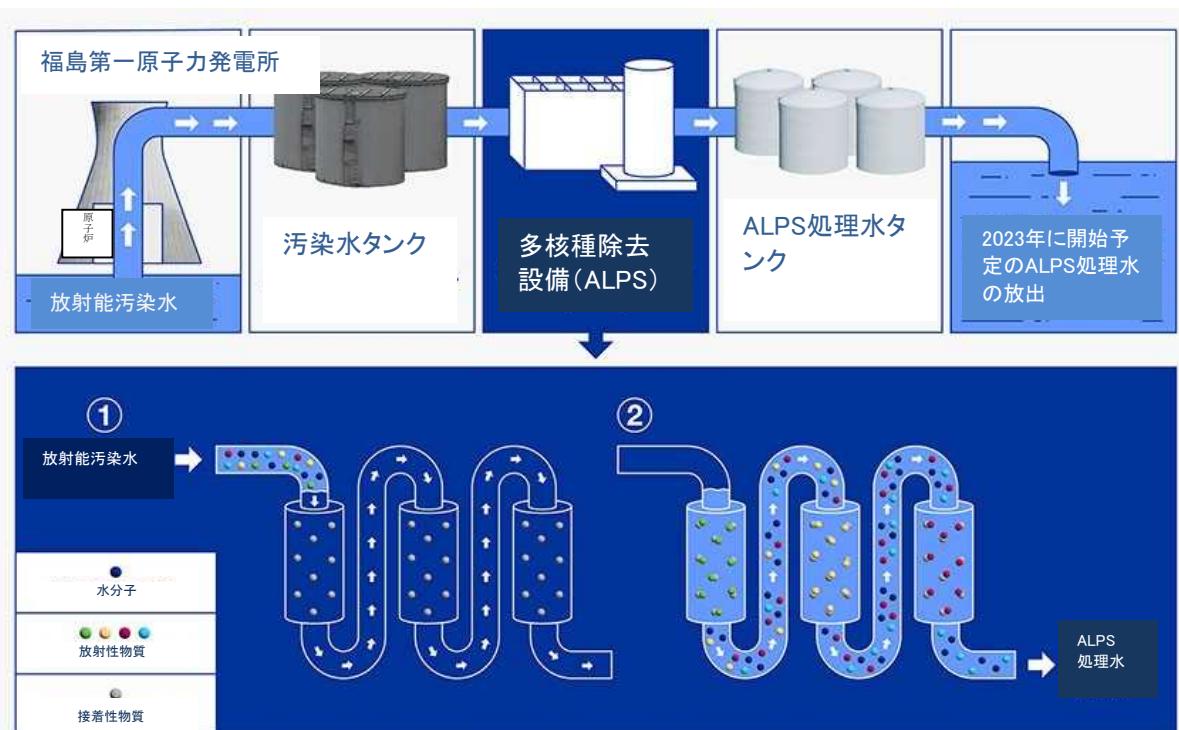
現在、2022年後半に、東京電力及び経済産業省に対する2回目のミッションが計画されている。この2回目のミッションでは、東京電力と経済産業省の進捗を引き続き調査し、環境への放射線影響評価及び実施計画の改訂版を確認する機会を得る予定である。

I.4. 基本方針の概要と提案されている放出方法

東京電力福島第一原子力発電所におけるALPS処理水の処分に関する基本方針は、廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議により、2021年4月13日に公表された。基本方針には、日本政府の基本理念、背景、ALPS処理水の海洋放出を選択するに至ったこれまでの概要が記載されている。日本政府は基本方針において、「ALPS小委員会の報告書やこれまで頂いたご意見を踏まえ、福島第一原子力発電所において安全かつ着実に廃炉・汚染水・処理水対策を進めていくため、各種法令等を厳格に遵守するとともに、風評影響を最大限抑制する対応を徹底することを前提に、ALPS処理水の処分を行うこととする」としている。

さらに基本方針では、「ALPS処理水の海洋放出に当たっては、ALARAの原則に基づき、厳格に管理しながら浄化処理や希釈等を行うことによりリスクをできる限り低減する対応を講じることを前提に、福島第一原子力発電所において実施することとする」としている。基本方針ではこの決定の裏付けのため、リスク低減の重要性、人と環境の防護、福島の復興支援の確保等の背景と正当性を説明している。また、福島第一原子力発電所に貯蔵されているALPS処理水の処分及び管理に関する他の技術的評価に関する、関係閣僚等会議による作業についても記載している。

基本方針で示された現在のアプローチでは、ALPS処理水の管理された海洋放出（「バッチ放出」）を約30年かけて行うこととしている。このアプローチを実行するために、東京電力は、安全性評価や環境への放射線影響評価（REIA）を含む実施計画（廃炉活動実施における取り決め）の修正を提案した。提案された放出アプローチの詳細は、現在原子力規制委員会による審査を受けているため、その結果に基づいて変更となる場合がある。



出典:経済産業省、東京電力

図I-3. ALPS処理水放出システムの概要

東京電力は、ALPS処理水を分析し、放射性核種の成分が放出規制基準に適合していることが確認された場合に、ALPS処理水を放出することを提案している。ALPS処理水の放射線組成は、最初に生成された時期や、ALPSで処理された時期など、様々な要因によって変化する。そのため、現在現場に保管されている処理水をさらに処理する二次的なALPS処理プロセスラインが確立される予定である。処理水は、放出基準を達成するまでALPS設備で処理される。これを検証するため、東京電力は既存のK4タンク群を、10タンクずつ3グループに整理した。各タンクグループには、「ALPSプロセスラインの処理水を入れる」「成分の分析・確認を行っている最中の水を保持する」「放出可能となった水を保持する」という3つの機能が順番に割り当てられた。

放出可能とみなされた処理水は、処理水を海面まで移送する配管にまで送られ、海水と混合される。海水は、旧福島第一原子力発電所5号機の給水口から取り込まれる。海水ヘッダーパイプの水平部分で海水とALPS処理水が混合し、海底トンネルを通り海岸線から約1km離れた地点で放出される。東京電力が示す放出地点は、商業漁業制限区域となっている。放出にあたっては、処理水の年間放出量の制限は22兆ベクレル未満、トリチウム濃度の制限は1500ベクレル/リットルとしている。基本方針及びALPS処理水の放出に関する詳細情報については、参考資料[7-8]を参照。



図I-4.福島第一原子力発電所におけるALPS処理水貯蔵タンク(出典: 東京電力HP)。

II. 第II部

II.1. 横断的な要求及び推奨事項

(a) 概要

SF-1 [1] では、基本安全目標と10の関連する安全原則を記述しており、その意図と目的を簡単に説明している。放出に適用する要件の作成においては、以下の安全原則が考慮される。

- **原則1 安全責任:** 安全に対する責任は、放射線リスクを発生させる施設や活動を担う人物又は組織が負わなければならない
- **原則5 防護の最適化:** 合理的に達成できる最高レベルの安全性を達成できるよう防護を最適化しなければならない
- **原則6 個人に対するリスクの制限:** 放射線リスクの管理措置では、個人が許容値を超えた危険を被ってはならない
- **原則7 現在及び将来の世代の防護:** 現在及び将来の人と環境が、放射線リスクから防護されなければならない

GSR Part 3 [2] では、放射線リスクを引き起こす活動の規制に関する政治・法律・規制の枠組みを確立するための要件が定められている。この要件は、登録者又は許可取得者だけでなく規制機関に適用される。これらの要件には、作業者及び公衆に対する線量限度の設定、計画被ばく状況における職業被ばく及び公衆被ばくに適用される線量拘束値等、作業者や一般市民の防護及び安全の最適化、認可プロセスの確立、運転性能の要件などが含まれている。この要件に従って予測的環境への放射線影響評価を実施し、代表的個人への被ばく線量を推定するためにこの要件を使用しなければならない。

GSR Part 3 [2]には、世界的及び長期的な観点から人と環境を防護することの具体的な重要性に関する内容が記載されており、特にこの部分がIAEAによるALPS処理水の処分に関するレビューに関連している。GSR Part 3 [2]の第1.32項には、次のように記述されている。

「グローバルかつ長期的視点において、施設の運転と活動の実施に関する放射線リスク（特に、国境を越えて、長時間にわたって持続し得るようなリスク）に対する人と環境の防護は、公平で持続可能な開発を達成するために重要である。」

また、GSR Part 3 [2]の第2.39項では安全の責任について「放射線リスクを生じさせる施設と活動の実施主体である個人又は組織は、防護と安全に対する一義的責任を負わなければならず、これは他者に委任することはできない。」と記載されている。

放射線リスクに対処するための段階的アプローチの概念と、様々な技術活動における防護の最適化についても、GSR Part 3 [2]で記載されている。GSR Part 3 [2]では、放射線防護に重点を置いており、「防護と安全に責任を負う関係者は、放射線防護の原則がすべての被ばく状況に関して適用されることを確実にしなければならない。」としている。さらに、GSR Part 3 [2]の2.12では、「防護と安全の体系に関する要件の適用は、被ばく状況に関する放射線リスクと釣り合いが取れていなければならない。」と記載されている。

(b) 考察

東京電力は、ミッション前ならびにミッション中に、福島第一原子力発電所に保管されている処理水の処分計画について、タスクフォースに対してプレゼンを行い、資料を提供した。これらの資料には、主要安全責任者、現在日本が提案するアプローチにおける現在と将来の世代及び環境の防護の検討状況、全体的な承認・規制アプローチ、提案されている放出計画における段階的なアプローチや防護の最適化等の特定の議題の検討状況等について記載されており、これはIAEAレビューに用いられ、主要な安全概念に関するタスクフォースの理解を促進するものとなった。タスクフォースは本ミッションにおいて、東京電力と経済産業省の関係者から多大な協力を得たこと、また、IAEAレビューを無事に完了することに対する東京電力と経済産業省のコミットメントを確認した。

タスクフォースは、提案された処理水放出が現在の計画では30年間続くとされていることを考慮して、このアプローチの持続可能性⁵とこのプロジェクトの長期管理の重要性を確認した。持続可能性と長期管理は、IAEAレビューで検討される様々な技術分野に適用される、分野を横断する議題である。タスクフォースは、リスク、人と環境への影響、及び承認プロセスに関する現在の前提に関連する可能性のある、長期的な運転期間における予期しない展開を特定・検討するための制度を設定することが重要であることを確認した。

レビューに適用されるIAEA国際安全基準の具体的な要件及び推奨事項については、本報告書の関連セクション(例 II.3ではシステム及びプロセスの安全性について、II.8では職業上の放射線防護について扱っている)で説明されている。さらに、規制プロセスに関連する概念(線量拘束値、防護最適化、段階的アプローチ、承認プロセスの構成など)については、II.5で詳しく説明されており、IAEAレビューの対象となる規制活動とプロセスを対象とする原子力規制委員会へのミッション(2022年3月)の一部である。

(c) 総括及びフォローアップ

この章で扱う要件は本質的に部門横断的であり、IAEAレビューの複数の側面に関連する広範な概念が対象となっている。タスクフォースは、最終的な結論が導き出されるまで、レビューの様々な要素においてこれらの分野横断的な議題を引き続き検討する。結論は、ALPS処理水の放出前に、包括的な報告書に記載される。タスクフォースは、このレビューに適用されるIAEA国際安全基準に含まれる要件及び推奨事項に関連して、経済産業省及び東京電力に対して特別な追加情報を要求していない(付録I参照)。しかし、本章で特定された概念は、次回の東京電力及び経済産業省に対するレビューミッションで必要に応じて提起される場合がある。

⁵ 1987年、国連のブルントラント委員会は、サステナビリティを「将来の世代がニーズを満たす能力を損なうことなく、現在のニーズを満たすこと」と定義した。

II.2. 放出／ソースタームの性状

(a) 概要

ALPS処理水の放出認可を求める申請者は、GSG-9 [4]に記載されている放出の承認プロセスに従って、放出する処理水の性状を明らかにすることが推奨されている。この性状評価と、その後の主な被ばく経路の識別により、代表的個人の被ばくを適切に評価できる。

IAEA国際安全基準に基づき、ALPS処理水の放射性核種の成分、ならびに放出される処理水の量を、段階的なアプローチを用いて事前分析することが推奨されている。この分析では、予想される放射能の成分、放出される放射性核種の種類と放射能、物理的・化学的形態、放出方法及び経路、放出流量に関するデータを扱っている。

(b) 考察

東京電力は、ALPS処理水放出口、貯蔵タンク、二次処理後のプロセスなど、処理及び放出プロセスの様々な段階における処理水の放射線性状についての情報を提供した。

タスクフォースは、ALPS処理水の放出のソースターム（経産省注：放出される放射性物質の種類と量）について、環境への放射線影響評価の基礎となることから、十分に保守的（経産省注：過小評価とならないようリスクを高めに見積もる評価方法）かつ現実的に定義することの重要性についてコメントした。ソースタームが明確に記述されていれば、利害関係者が理解しやすくなる。

東京電力は、ALPSによって除去の対象となる62種類の核分裂及び中性子放射化による放射性核種の特定方法を提示した。環境への放射線影響評価のソースタームには、これら62核種と³H及び¹⁴C(ALPSによって除去されない)が含まれている。

核分裂及び中性子放射化による放射性核種の特定には、オークリッジ同位体生成(ORIGEN)コード⁶を使用して、燃料同位体組成及びその後の減衰及び崩壊の計算が含まれる。このモデリングの実施中の様々な段階で行われた仮定及び決定についても説明が行われた。東京電力では当初30日間の原子炉冷却期間を想定していたが、レビューミッションの際に、より長い12年間の原子炉冷却期間の仮定を含む方法を調整していた。東京電力は、この変更後の前提に基づき再評価を行う予定であると述べた。これは、2011年以降、有意な核分裂及び中性子放射化が発生していないため、放出開始時(2023年)には存在しない可能性のある多くの短寿命放射性核種がソースタームから除外となることが予想される。

12年間という冷却期間の採用は、貯蔵タンクから取得した実際のALPS処理水のサンプルにおいて、環境への放射線影響評価に記載されている放射性核種の一部のみが分析されているという、タスクフォースの懸念に対応するものでもあった。過去10年間において、東京電力が示している63種類の核種(³H以外)のうち、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、⁹⁰Sr、⁶⁰Co、¹²⁵Sb、¹⁰⁶Ru、¹²⁹I、⁹⁹Tc、¹⁴C、全α線、全β線が定期的に測定されている。

タスクフォースは、各原子炉の燃料同位体組成の判断方法や、含有放射性核種の減衰と崩壊を評価するためにORIGENコードを実行する際に適用されたすべての決定や仮定など、ソースタームの生成方法に関する詳細な情報を提供するよう東京電力に促した。

東京電力は、ソースターム（環境への放射線影響評価で検討されているものを除く）に追加の放射性核種を含めることも検討していると説明した。追加を検討している放射性核種には、Np、Pu、Am、Cmの同位体を含む、ウラン同位体及び超ウラン元素や、長寿命で放射能を大量放出する、核分裂及び中性子放射化による生成物⁷がある。東京電力は、ALPS処理システムの複数箇所や、セシウム除去設備、蒸発濃縮設備において、2011年以降の様々な時期に採取したサンプルにおける放射性核種の分析結果を示した。

⁶ <https://www.ornl.gov/project/origin>

⁷ Cl-36, Se-79, Zr-93, Pd-107, Ca-41, Fe-55, Ni-59, Nb-93m, Mo-93, Sn-121n, Ba-133

東京電力は、概して、これら放射性核種の放射能レベルは日本の関連規制基準値を下回っているため、この初期的情報に基づき、ソースタームに追加しない可能性が高いと述べた。

東京電力は、ALPS処理設備の様々な箇所及び各貯蔵タンク内の放射性核種濃度の測定値、処理及びタンク充填日に関するスケジュールデータを用いることにより、全タンク内の放射能濃度の擬似代表的なデータセットが得られると説明した。東京電力では、各貯蔵タンクから移送され、放出前にK4タンクに貯蔵される処理水の性状についての測定を行う予定であることを確認した。この測定は、東京電力による処理水放出前のK4タンクの分析・確認プロセスの一環として実施される予定である。

タスクフォースは、モデルによる放射性核種の選択の完了次第、東京電力が、タンクの実際の内容物のサンプル採取と実験分析に基づいて、包括的な放射線性状評価を行う必要があることを確認した。これは、環境モニタリングのための信頼性あるベースラインの確立を含む、環境への放射線影響評価ならびにソース及び環境モニタリングに関する根拠に基づく計画に必要である。

タスクフォースは、K4タンクに保管されており、放出準備ができているALPS処理水の各バッチの特性を完全に明らかにする必要はないと考えた。しかし、環境への放射線影響評価で用いる入力情報については一般人が受ける放射線量を十分に評価できるよう、特性の評価は現実的かつ保守的に行う必要があることを確認した。

タスクフォースは、特にウラン同位体や超ウラン元素を中心とした α 放出体、ならびに、 ^3H 、 ^{14}C 、 ^{129}I 、 ^{99}Tc 等、海洋放出後に全体に影響を及ぼす可能性のある放射性核種について測定を実施するよう東京電力に推奨した。

東京電力では、全 α 線スクリーニング法を用いて測定を行い、環境への放射線影響評価において、放射性核種を放出する各 α 線の放射能濃度の総和が、総 α 放射能濃度と等しいと仮定している。このアプローチは環境への放射線影響評価としては十分保守的であり、放出物が定期的なソースモニタリングの許容限度を下回ることを確認するには十分に受諾できるものであるため、タスクフォースはこのアプローチに同意した。

しかし、ソースタームは環境への放射線影響評価の基礎となることから、利害関係者の理解を深め透明性を高めるために、タスクフォースがより詳細で強固なアプローチを提案した。これには、適切な放射性核種分析手法を使用した放射性核種を放出する重要な各 α 線(^{239}Pu 等)の放射能濃度の判定、及び現在の評価結果と比較が含まれる(総計を用いる)。タスクフォースは、全ての α 線を放出する各放射性核種の放射性濃度を測定する、又は、定期的なソースモニタリングにおいてこれらの測定を行う必要はないとしつつ、この測定を少なくとも1回は実施することが重要であることを確認した。タスクフォースは、ウラン同位体と超ウラン元素の測定を実施することを提案する理由は、予想濃度の確認のためであると説明した。東京電力は、ウラン同位体はALPS処理において除去対象となっている62種類の放射性核種に含まれておらず(その放射能濃度は関連する規制基準値の1%未満であると測定された)、従って、環境への放射線影響評価で使用されているソースタームにも含まれていないと説明した。

また、東京電力は、2013年度から2018年度までの各年度に1つのタンク群を調査し評価した貯蔵タンク内の処理水の化学的特性についても紹介した。東京電力は、環境防護のために化学性状評価を実施している。測定結果では、化学物質は水質汚濁防止法⁸に定められた日本の規制基準値をはるかに下回っていることが示された。タスクフォースは、放出されるALPS処理水中の放射性核種の物理的・化学的特性(トリチウムの種形成等)と、これらの特性による環境における放射性核種の挙動に対する影響について、追加情報が必要であると指摘した。

⁸ 東京電力は、ALPS処理水の化学的パラメータ(pH、浮遊固体、化学的酸素要求量等)及び処理水中の化学物質(アンモニア、硝酸化合物、重金属等)を測定している。

液体放出をする場合は、pH及び溶解性の判定は特に重要である。

また、³Hの種形成の根拠(有機結合型トリチウムではなくトリチウム水)についても議論された。東京電力は、化学的酸素要求量を分析したALPS処理水のサンプルでは有機物量が低いことが分かっているため、100%トリチウム水という前提は有効であるという意見の裏付けになっていると説明している。タスクフォースは、例えそうであっても、環境への放射線影響評価に有機結合型トリチウムを含めることと、環境モニタリングプログラムの一環として東京電力が行った仮定の妥当性を検証することが重要であると指摘した。

(c) 総括及びフォローアップ

タスクフォースは、十分に保守的かつ現実的なソースタームの作成と、環境への放射線影響評価の改訂の計画について、東京電力が提示した根拠に同意した。タスクフォースは、規制機関による審査と承認の時間を確保するため、ソースタームの性状を確定して再提出する必要があることを確認した。タスクフォースは、ソースタームの性状と、ソース及び環境モニタリングプログラムの作成との間に、強固な結びつきを維持することの重要性を強調した。これにより、前提条件を確証し、環境への放射線影響評価を適切に修正することができる。東京電力は、ソースの性状と環境への放射線影響評価に基づき、海洋でモニタリングする放射性核種を選択することを確認した。

II.3. 放出管理のシステムとプロセスに関する安全性

(a) 概要

GSR Part 3 [2]の要件13には、「規制機関は、安全評価の要件を確立し施行しなければならず、放射線リスクを生じさせる施設もしくは活動に責任を持つ個人又は組織は、この施設又は活動の適切な安全評価を実施しなければならない」と記載されている。

許可取得者は、GSR Part 3 [2]に定められた要件に従って、福島第一原子力発電所からのALPS処理水の放出に関する適切な安全性評価を実施し、規制機関が承認前にレビュー及び評価を行えるよう提出する必要がある。

安全性評価では、考えられる被ばくの発生の原因を特定し、通常の運転において予測される被ばくの起りやすさと大きさを判定し、防護及び安全に関する規定の妥当性を評価することを目的としている。

安全性評価には、放出時の運転に関する運転制限及び条件のレビュー、防護及び安全に関連する構造、システム、部品の考えられる故障理由及びそのような事象により引き起こされる事項、外部要因が防護と安全に及ぼす影響、防護と安全に関連する運転手順において考えられるミスの理由及びそのようなミスにより引き起こされる事項を含めなければならない。

(b) 考察

経済産業省及び東京電力からタスクフォースに提供された情報によると、ALPS処理水の海洋放出に関する安全性評価は、原子力規制委員会の定める要件に準拠して、東京電力が実施した。この安全性評価は実施計画の一部である。

東京電力は、放出システムの設計基準の策定にあたっては、希釈されていないALPS処理水の放出が発生する可能性のある事象の検知・防止のための冗長かつ多様な安全機能と安全対策の導入を考慮した。機器については、評価の目的のため、(1) 測定・確認用設備(3つのタンク群で構成) (2) 輸送装置(ALPS処理水を希釈地点まで輸送する) (3) 希釈設備(海水ポンプ、放出シャフト等) の3つのグループに分類した。例えば、本分析の結果、東京電力は緊急遮断弁の位置とその種類の選択に関する基準を定めた。

詳細なシステム設計と、防護及び安全に関する操作手順には、放出プロセスの誤動作を防止するための安全性評価の結果が含まれる。

東京電力は、放出制御システムの故障に繋がる可能性のある事象(单一故障事象)を特定するため、フォルト・ツリー解析を実施した。選択したすべての事象の結果が評価され、予防措置が特定され、その結果が環境への放射線影響評価に含まれた。初期評価では、潜在被ばくは規制基準よりも大幅に低いことが示された。この分析において、最も影響の大きい事象は、実施計画に規定された条件を満たさないALPS処理水の意図しない海洋放出であることが判明した。

規制機関による安全性評価の審査後、東京電力は、安全性評価において検討されたすべての点が、東京電力のマニュアル及び操作手順に適切に反映されることを確認する予定である。また、東京電力は、必要に応じて安全性評価を更新することにもコミットしている。

タスクフォースは、東京電力が单一故障事象とそれにより起こり得る結果を特定するため、順序立てられた規則正しい方法で特定したことを認めた。この評価の結果として、東京電力は、施設の設計及び関連する運用手順に的確な予防措置を講じていた。

GSR Part 3 [2]に準拠して、安全性評価の目的には、被ばくが発生する可能性のある原因の特定、通常運転における被ばくの起こりやすさと大きさの判定、及び妥当かつ実行可能な範囲での潜在被ばくの評価が含まれる。潜在被ばくには、事故、装置故障、操作ミス、自然現象、人間の不注意等、確率的性質の事象による原因から予測的に検討される被ばく(仮定されるもの)が含まれる。潜在被ばくとは、被ばくが確実に発生するとは想定されないものの、発生源で予期される運転上での発生又は事故、機器の故障や運転ミスなど、確率的性質の事象によって発生する可能性がある被ばくを意味する。タスクフォースは、放出の実施に関する合格基準並びに運転制限及び条件の確立、外部事象及び異常事象の影響の評価を支援するため、東京電力は、一般市民及び作業者の潜在被ばくを評価しなければならないことを確認した。

タスクフォースは、システム安全関連の側面と放出プロセスに関するいくつかの重要な点について、以下にまとめた。

異常事象: 東京電力では、フォルト・ツリー解析を簡略化したマスターロジック図を用いて、異常事象の発生状況の解析、根本原因の特定、事象の分類、予防措置の特定を行った。タスクフォースは、東京電力が、潜在的な異常事象の発生を制限する方法を実証できたことも確認した(特定された事象に確率や故障率を割り当てるなど)。

外部事象: 外部事象は、施設の運転に無関係の事象、施設又は操業の安全に影響を与える可能性のある活動の行為として定義される。東京電力は、津波の可能性を考慮した設計を選択しており、津波による被害を受けないことが予想される施設の領域を設置場所とした。タスクフォースは、外部要因が防護と安全に影響を与える可能性のある原因を安全性評価に含める必要があることを確認し、安全性評価を拡大して測定・確認用タンクからのALPS処理水の無制御放出につながる可能性のある外部事象を対象とするよう東京電力に推奨した。タスクフォースは、東京電力が、設計の採用において最大の課題となる制限事例(有界シナリオ又は包囲シナリオ)を妥当な数だけ選択し、サイト外での特別緊急措置又は特定の放射性核種の放出限度の必要性の有無に基づきこれらのシナリオを評価できると提案した。タスクフォースは、関連する線量の評価に極端な仮定シナリオを使用することを提案した。この仮定シナリオは、K4タンクの損傷につながる可能性のある開始事象と考えることができる。

合格基準: 東京電力は、設計において、希釈されていないALPS処理水の放出が発生する可能性のある事象の検知・防止のための冗長かつ多様な安全機能及び安全対策を考慮した。タスクフォースは、設備の建設に移る前に、システムの(確率論的又は確定論的)合格基準を策定し、設計の安全レベルを判定することを検討するよう東京電力へ提案した。合格基準は、構造、システム、又は部品が設計機能を実行できるかどうかを評価するために使用される機能指標又は条件の値に対する指定範囲として設定する必要がある。

運転限度及び条件: GSR Part 3 [2]の3.32項に従い、安全性評価には、ALPS処理水の放出に関するシステムの運転限度及び条件を含めなければならない。

運転限度及び条件とは、認可された施設の安全な運転のために、規制機関によって承認された機器及び人員のパラメータ制限、機能能力、及びパフォーマンスレベルを規定する規則として定義される。タスクフォースは、ALPS処理水の放出システムの安全性評価において、関連する運転制限及び条件を東京電力が含めるよう提案した。東京電力は、国内の審査・承認プロセスを通じ、規制機関である原子力規制委員会との間で、多くの運転制限及び条件について協議中であることを確認した。

計装及び制御: 安全性評価では、システムの安全のための重要性を考慮して、耐用期間における、意図する機能のために認定された計装及び制御システム・部品、並びに適用される設計基準の対応について説明することが必要である。東京電力は会議の中で、信頼性の高い運転を確保し、ミス及び誤作動を防止することを目的としたシステム設計及び装置開発の情報を紹介した。タスクフォースは、設備の運転中に実装する予定のコンピュータベースのソフトウェアや人為的ミスなど、計装と制御の信頼性を考慮するよう東京電力に促した。

持続可能性: タスクフォースは、放出は30年間に及ぶことが予想されるため、放出におけるシステムの持続可能性を考慮することが重要であると強調した。タスクフォースは、東京電力の提供する情報に基づき、持続可能性に関する側面は、既に東京電力の設備設計に反映されていることを確認した(例: 海洋放出にはパイプではなく、水中トンネルの建設を選択することで、腐食及びメンテナンス頻度が低減する)。タスクフォースは、IAEA国際安全基準への準拠の実証のため、持続可能性に関する考慮事項がどのように施設の設計に組み込まれたかについて、タスクフォースに対して多くの説明が口頭であったことから、東京電力に対して明確に文書化することを推奨した。例えば、システムコンポーネントの老朽化と人事管理を対象とした文書による説明を含めることで、安全性評価は拡張することができる。

(c) 総括及びフォローアップ

タスクフォースは、東京電力が安全性評価について、詳細で包括的な方法で膨大な分析を行ったこと、ならびに、多くの起こりうる単一故障について考慮した上でALPS処理水放出の設計基準を検討したことを認めた。

東京電力は、異常事象、事故、外部事象などの具体的なシナリオの選定理由について説明した。タスクフォースは、東京電力において、方法論や使用するデータを含む、安全性評価のために検討されたすべての点について、安全性評価において十分に文書化することが期待されたとした。

また、タスクフォースは、すべての故障モードを考慮した包括的な評価を行い、希釈されていないALPS処理水の放出につながる可能性のある様々な要因を特定することの重要性について言及した。これらの点の一部は環境への放射線影響評価で説明されているものの、放出に関するシステム設計基準を正当化するために説明の追加文書が必要であることも言及した。

II.4. 環境への放射線影響評価

(a) 概要

GSR Part 3 [2] では、放射線リスクを引き起こす活動の規制に関する政治・法律・規制の枠組みを確立するための要件が定められている。これらの要件は、規制機関及び登録者又は許可取得者の両方に適用される。これらの要件には、作業者及び公衆に対する線量限度の設定、計画被ばく状況における公衆被ばくに適用される線量拘束値等、公衆の防護及び安全の最適化、認可プロセスの確立、運転性能の要件などが含まれている。この要件に従って予測的環境への放射線影響評価を実施し、代表的個人への被ばく線量を推定するためにこの要件を使用しなければならない。

放出の規制管理と許認可については、本報告書の第II.5項で説明しており、放出の認可の確立においては、予測的環境への放射線影響評価の結果を考慮するべきであるとしている。この評価は、通常放射線環境影響評価(REIA)と呼ばれる。

環境放出の許可申請を行う際に登録者又は許可取得者に課せられる責任については、GSR Part 3 [2]に記載されている。GSR Part 3 [2]の第3.9項では、以下のように記述されている。

「許認可を申請するいかなる個人又は組織は:

(e) 規制機関の要請に応じて、施設又は活動に関連する放射線リスクに応じて、環境への放射線環境影響について適切に予測的評価を行わなければならない。」

さらに、GSR Part 3 [2]の第3.15項では、以下のように記述されている。

「登録者及び許可取得者は:

(d) 認可され、かつ規制機関が環境への放射線影響の予測的評価を求める線源については、その評価を実施し、それを最新の状態に保たなければならない。」

予測的環境への放射線影響評価の実施の一環として、GSR Part 3 [2]の第3.132項では、以下のように記述されている。

「登録者及び許可取得者は、供給者と協力して、排出の許認可の適用において、適宜:

(a) 排出される物質の特性と放射能及び排出予定場所並びに方法を決定しなければならない;

(b) 適切な運転前調査により、排出された放射性核種が一般市民の被ばくをもたらす可能性のあるすべての重要な被ばく経路を決定しなければならない;

(c) 計画的な排出による代表的個人への線量を評価しなければならない;

(d) 規制機関の要請に応じて、防護と安全の体系の特徴と統合された方法で、放射線環境影響を考慮しなければならない;

(e) 認可された排出限度とその実施の条件を規制機関による規定への入力として、上記(a)～(d)の結果を規制機関に提出しなければならない。」

線源の設計、計画、運転、廃炉における防護と安全の最適化の原則の適用については、GSR Part 3 [2]で以下のように記述されている。

「登録者及び許可取得者は…、以下を考慮しなければならない：

- (a) 線源の特性及び使用の変化、環境中の拡散条件の変化、被ばく経路の変化又は代表的個人の決定に用いられるパラメータ値の変化など、一般市民の被ばくに影響を及ぼす可能性のあるあらゆる条件の潜在的変化；
- (c) 線源の存在期間中に放出された放射性物質の環境中でのビルドアップ及び集積の可能性；
- (d) 線量評価における不確実性、特に、線源と代表的個人が、時間的又は空間的に隔たりのある場合の線量への寄与における不確実性。」

GSR Part 3 [2]の要件9において、計画被ばく状況における防護及び安全に対する登録者及び許可取得者の責任については、第3.15項で以下のように記載されている。

「登録者及び許可取得者は：

- (e) 潜在被ばくの起こりやすさと大きさ、その起こり得る影響及びそれによって影響を受ける可能性のある人数を評価しなければならない…」

GSG-9 [4]及びGSG-10 [5]では、GSR Part 3 [2]で規定されている要件を満たす環境への放射線影響評価の実施に関する推奨事項が記載されている。図4.1には、公衆の防護のための環境への放射線影響評価の要素を示しており、その図の末端は、代表的個人に対する線量の評価及び線量拘束値と線量限度との比較となっている(GSG-10 [5]の図2)。線量評価を行うためには、環境における放射性核種の挙動と、食品や環境における放射能濃度の推定が必要である。線量は、人口集団の中での、より高度に被ばくした個人を代表する、代表的個人に対して評価される。

GSR Part 3 [2]における防護及び安全のシステムに関する要件では、放射線による有害な影響からの環境の適切な防護について主に記述している。GSR Part 3 [2]の第1.33項では、以下のように記述されている。

「…この分野における国際動向は、環境の脆弱性に対する意識の高まりを示している。この動向はまた、人と環境との関わりに関わらず、広範な環境において、環境が放射性核種を含む産業汚染物質の影響から守られていることを(想定するのではなく)立証できることが必要であることを示している。これは通常、環境への影響を特定し、環境防護のための適切な判断基準を定義し、防護のための利用可能な選択肢の影響を評価して予測される結果を比較するために、予測的環境影響評価によって達成される。このような評価の方法と判断基準が今なお策定中であり、今後も進展を続けるであろう。」

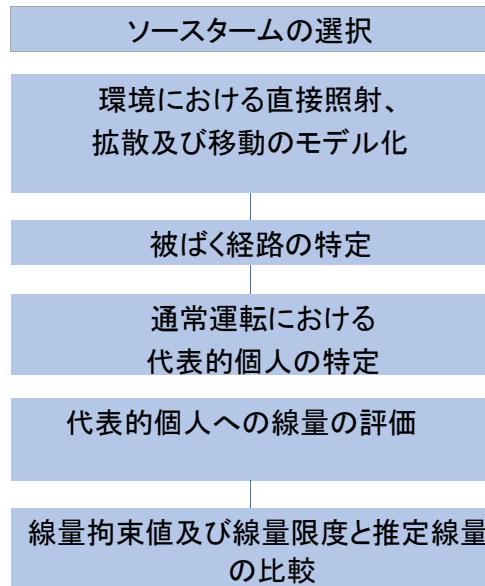


図4.1.通常運転における公衆の防護のための環境への放射線影響評価の要素(GSG-10 [5]の図2)

GSG-10 [5]では、環境保護のためのICRPアプローチに基づく([9]を参照)、動植物の被ばく評価の一般的な方法について記述している。動植物の保護に関する明示的な評価の必要性は、国の規制又は国際的に適用される規制の対象となり、検討される施設又は活動の特性及び環境条件によって異なる(GSG-10 [5]の第I-2項)。

説明されている一般的な方法については、代表的生物は、被ばく条件により最も線量が高くなる地域にあると想定される、特定の主要生態系(地上、海洋、淡水など)と関連するICRP参考動植物から直接選択されている([9]参照)。

図4.2(IAEA GSG-10 [5]の図I-2)では、動植物を保護するための一般的な評価要素を示しており、エンドポイントは、参考動植物への線量率の評価及び導き出された検討基準値との比較となっている。公衆への線量の評価と同様に、環境における放射性核種の挙動と、環境における放射能濃度の推定が必要である。代表的生物の概念に従い、動植物集団への影響を評価する際に推定される線量率は、最も大きい被ばくが発生する可能性のある地域にある個別の生物群が受ける線量率の特性である線量率である。

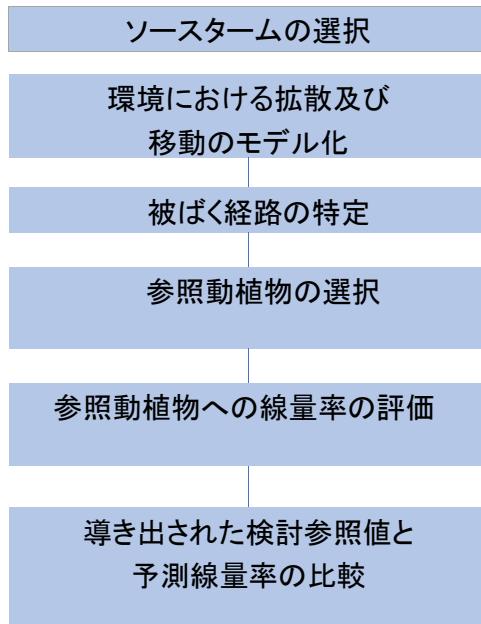


図4.2.動植物の保護を目的とした一般的な評価の要素(GSG-10 [5]の図I-2)

(b) 考察

東京電力は、一般市民の防護に向けて検討していた環境への放射線影響評価方法の概要を紹介した。この方法は、図4.1に示すように、かかる評価の主な要素を記載しているGSG-10[5]の第5.8項に記述されているアプローチと一貫している。東京電力は、この環境への放射線影響評価が日本政府の基本方針に従って実施されたことを示した。

環境への放射線影響評価に使用するソースターム

GSG-9 [4]の第5.20項では、環境への放射線影響評価への入力のための、放出の性状に関する推奨事項を示している。施設の運転中に放出される放射性核種の成分、潜在放出経路、環境への放出量を特定するため、運転前分析を実施することが推奨されている。GSG-10 [5]の第5.9項では、この性状を詳細に説明しており、放射線防護の観点から、関連する放射性核種の組成と量を選択すべきであるとしている。また、放射性核種の放出経路及び物理特性(気体、エアロゾル、液体など)、ならびに環境移動及び線量計測に関連する化学的特性も選択すべきとしている。GSG-10 [5]の第5.11項では、各放射性核種の総放出量は規制機関が要求する期間内で統合すべきと明記している。ALPS処理水の放出については、計画放出期間は約30年間である。第5.11項では、運転一年間あたりで放出される放射能として放出を表現すべきと説明している。

東京電力では、環境への放射線影響評価で使用するソースタームの選定及び放出物の特性評価に使用する手順、方法論、前提条件について説明した。詳細はII.2で説明している。東京電力は、多数のソースタームと、その組成に関する複数の仮定を検討した。タスクフォースは、実際の放出時にALPS処理水に存在すると合理的に予想される放射性核種をソースタームに反映する必要があると指摘した。タスクフォースは、放出されるすべての放射性核種を含め、線量に影響を持つものを特定できるようにすることが重要であると付け加えた。環境への放射線影響評価への入力として、IAEA国際安全基準では、放射性核種ごとに放出量をベクレル/年単位で表すことが推奨されている。

東京電力は、ALPS処理水は福島第一原子力発電所沖合約1kmの海底に放出されると説明し、海岸線からの最適距離を決定するために様々な放出地点で異なる拡散シミュレーションを行っていることを説明した。東京電力はこのシミュレーションの結果を示し、検討する放出地点(沖合1km)に放出した場合、他の箇所に比べて福島第一原子力発電所付近の濃度が低くなるとした。タスクフォースは東京電力に対し、環境への放射線影響評価における放出地点の選択の根拠を文書化し、現在の状況において最適である理由を説明するよう推奨した。

被ばくシナリオの特定

環境への放射線影響評価では、各シナリオにおける環境への放出に関連すると考えられる被ばく経路と、異なる被ばく経路の相対的な重要性は、放出の性質と経路、及び放射性核種の物理的・化学的特性によって異なる。水への放出の場合は、漁獲食品の消費・漁獲・生産、灌漑、レクリエーションなど、水の使用を考慮する必要がある(GSG-10[5]第5.27項)。

GSG-10 [5]の第5.30項では、全体線量に対する被ばく経路の寄与が、関係する放射線核種、習慣データ、ある場所で費やされる時間、その他考慮される人口の特性によって異なることから、被ばくシナリオとサイト性状によっては、あらゆる潜在被ばく経路を評価に含める必要はないことが説明されている。そのため、一部の被ばく経路は、関連する線量が存在しないか無視できると評価されるという理由で、評価から除外される場合がある。

ただし、GSG-10 [5] の第5.30項では、特定の被ばく経路を考慮から除外する決定を正当化すべきであることを明確にしている。

東京電力が提示した環境への放射線影響評価では、ALPS処理水の海洋放出に関連すると考えられる、多数の内部・外部被ばく経路が確認された(表4.1を参照)。

表4.1.東京電力が環境への放射線影響評価で検討している被ばく経路

外部被ばく経路	内部被ばく経路
以下から受ける外部被ばく <ul style="list-style-type: none">• 海面• 船体• 浸水• 浜辺の堆積物• 漁網	魚介類(魚、軟体動物、海藻)の摂取

東京電力は環境への放射線影響評価において、3つの年齢層(成人、小児、乳児)の内部被ばくと外部被ばくの両方についての線量評価を提示した。推定線量では、評価に含まれる他の被ばく経路と比較して、魚介類の摂取による総線量への寄与が最も高かったことが示されている。

タスクフォースは、主な被ばく経路は魚介類の摂取であるが、線量が非常に低いと予想される場合でも、東京電力は環境への放射線影響評価において、あらゆる妥当な被ばく経路が考慮されていることを示す必要があると述べた。GSG-10 [5]の第5.27項では、地表水への放出(通常、原子力発電所などの原子力施設)の可能性のある被ばく経路の一覧を示している。タスクフォースは、全ての被ばく経路のために検討できる再浮遊物質(波しうき、浜辺の堆積物等)の吸入、漁網の取り扱いによる皮膚への β 線量、堆積物の偶発的な摂取による軽微な被ばく経路を特定した。

東京電力は、タスクフォースとの協議の結果、GSG-10 [5]に準拠した他の軽微な被ばく経路を検討し、その他の国の、又は国際的なガイドラインに記載されている他の被ばく経路も検討する可能性

に合意した。

東京電力は、環境への放射線影響評価の改訂版において、軽微な被ばく経路からの線量評価を文書化し、IAEAタスクフォースに関連文書を提供することに合意した。

環境中の放射性核種の挙動及び食品や環境における放射能濃度の推定

GSG-10 [5]の第5.13、5.14、5.16項では、環境媒体や代表的個人への放射性核種の拡散や移動を予測するための、様々なモデルやデータの使用方法が説明されている。GSG-10 [5]に従って、線量推定に関連するプロセスを特定し、環境内で放出された放射性核種の挙動を把握する表現において概念的モデルを詳述すべきである。数学的モデルを使用することで、想定される放出物から生じる環境要素(空気、堆積物、土壤、水、生物相等)における放射能濃度を見積もることができる。選択するモデルは、予想される放出物の特性を考慮して、必要に応じて、放射性核種の拡散、希釈、移動、蓄積、並びにその崩壊又はその他除去メカニズムのシミュレーションに適しているべきである。GSG-10 [5]の第5.16項では、地表水(淡水、かん水、海洋水)中の放射性核種の水中拡散や、放出に関連する水中堆積物中の放射性核種の蓄積及びその後の移動可能性について特に言及している。

東京電力は、環境への放射線影響評価報告書においてサイト周辺の気象・水循環条件を考慮した高度な海洋拡散モデルを採用した。このモデルは、領域海洋モデリングシステム(ROMS、<https://www.myroms.org/>)と呼ばれ、福島第一原子力発電所事故後の海水中のセシウム濃度の環境モニタリング測定においても採用された。これは、モデルを使用した計算結果と、類似した被ばくシナリオにおける測定値から得た実際のデータとを比較する検証の実施により、環境内における放射性核種の拡散及び移動に関して使用されるモデルは、可能な限り、適用及び検証される状況に適している必要があると述べるGSG-10[5]の5.2及び5.3項に準拠している。

東京電力では、このモデルの拡散シミュレーションをトリチウムに使用・適用し、ALPS処理水のすべての放射性核種が水溶性であり、同時に拡散すると仮定した上で、各ソースタームの存在比を用いて残りの濃度の計算を行った。拡散シミュレーションでは、堆積は考慮されていない。東京電力は、すべての放射性核種が水中にあるとの仮定は、保守的なアプローチであると説明した。

タスクフォースは、海洋における³Hのモデル上の拡散はCsと同じであると仮定することが適切であり、放出されるソースタームにおけるその他のすべての放射性核種が³Hと同じ道筋で拡散すると仮定することは適切であると、東京電力が示すことを提案した。

放射性核種が連續的に放出されると、平衡状態を想定できるまで環境内に蓄積される。GSG-10 [5]の第5.22項では、放出物から環境への放射線量の推定は、最も高い放射線被ばくが予想される時間について計算する必要があることを説明している。この放射線量を推定するために使用される環境媒体の放射能濃度は、蓄積が最大であると仮定できる条件を代表する必要がある。例えば、ALPS放出は30年間続くことが予想されるため、30年目の線量を評価して、長寿命放射性核種の最大蓄積又はビルドアップ、及び環境中の放射性産物の内部成長を考慮する必要がある。長寿命放射性核種が放出されると、放出期間後に環境内の放射性核種の移動プロセスが鈍化するなど、放出終了後に最大被ばくが発生する場合がある。タスクフォースは、この可能性を考慮するべきであると説明した。

タスクフォースは、国際安全基準への準拠を確認するための基本量は、ある年における1年間の外部被ばくによる線量と、その年における放射性核種の摂取による預託線量、つまり、個人の生涯にわたる取込みにより予想される個人が被ばくする総線量であることに同意した。

タスクフォースは、施設の運転中に環境内の放射性核種の蓄積とビルドアップを考慮するため、「線量預託」の概念を使用できることを確認した。つまり、放射性物質の放出に起因する総線量である。図4.3は、次のように「線量預託」を示している：(a) 放出初年度から A + B + C + D + E、(b) 放出2年目から(継掛け部分)A + B + C + D + E、(c) 継続放出の条件（まずTを無限とし、その後最大放出時間に調整）。

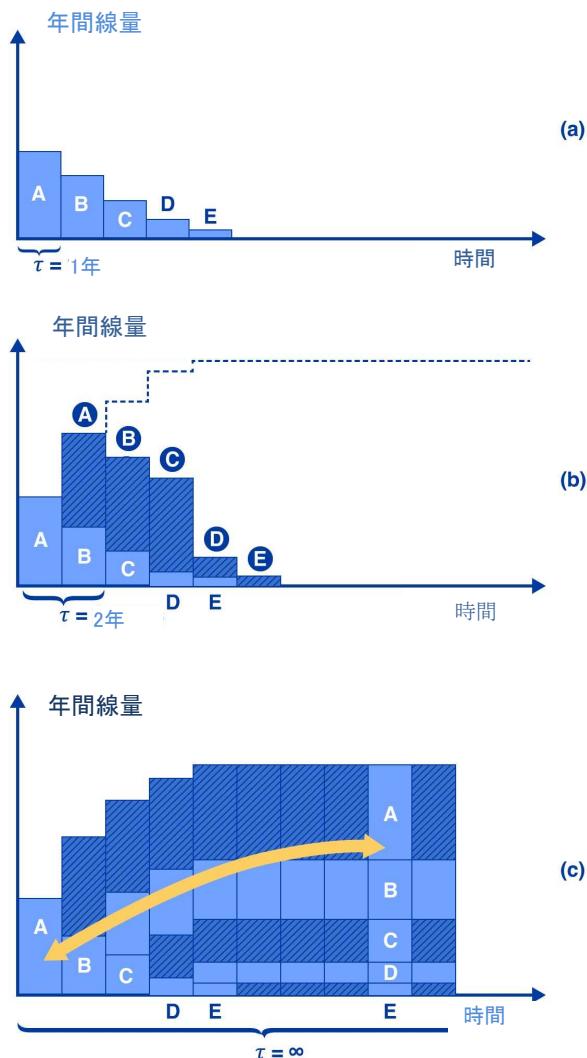


図4.3.環境内での放射性核種の蓄積とビルドアップによる継時線量預託

したがって、線量預託は、環境内の放射性核種の蓄積及びビルドアップを考慮して、最終放出年における代表的個人に対する預託実効線量と同じである。

東京電力が提供する環境への放射線影響評価では、現在、1年間の放出量から預託実効線量が算出されている。タスクフォースは、この計算において、提案されている30年間の放出期間と、この30年間で、一部の放射性核種が環境に蓄積(堆積物等)する可能性があることを考慮する必要があることを確認した。タスクフォースは、放出最終年における代表的個人に対する預託実効線量について、環境内の放射性核種の蓄積とビルドアップを考慮して、環境への放射線影響評価で計算する必要があると付け加えた。このアプローチに従う場合、計画される放出最終年における代表的個人への預託線量では、全放出期間及び放出期間後の環境における生物濃縮を考慮することとなる。

東京電力は、提案されている放出期間中の公衆への線量の計算について、その前提条件を説明した。東京電力では、「IAEA技術報告書シリーズNo.422 海洋環境における生物相に対する沈殿物分配係数及び濃縮係数 [10]」に記載されている平衡状態、並びに海水中における濃度は、海水と堆積物の間で発生する堆積や吸着プロセスの影響を受けないと仮定した。東京電力は、評価においてこのアプローチに従った結果、初年の予測線量が図4.3に示す最大線量に相当する結果となったことを確認した(30年目に相当)。

タスクフォースは東京電力と討議を行い、環境における放射性核種の移動及び公衆の被ばくを判定するために環境への放射線影響評価で用いるパラメータ値(濃度係数、分配係数など)の選択を明確に説明し、必要であればサイト固有の値を使用する必要があるとした。

東京電力では、改訂される環境への放射線影響評価において、線量計算の前提条件を明確に文書化し、その前提条件の保守的性質の証拠を提供する計画であると説明した。これには、堆積物中の放射性核種の蓄積に関する前提条件や、環境中の放射性核種の蓄積に関して環境への放射線影響評価で考慮される被ばく状況の特定が含まれる予定である。東京電力は、放出期間における海洋堆積物中の放射性核種の生物濃縮のモデル予測への影響と、これを改訂される環境への放射線影響評価に含める必要性についても検討することで合意した。

代表的個人の特性

GSG-10 [5]の第5.32項に従い、代表的個人への線量は、人口集団においてより多く被ばくする個人を代表する個人群から選択した特性を使用して計算するべきである。GSG-10 [5]では、代表的個人の特性については、国の規制に従い、規制機関との合意の上、申請者が指定すべきであるとされている。

代表的個人への線量を評価するにあたって重要な特性は、GSG-10 [5]の第5.34項に記載されているように、代表的個人の想定される位置である(放射性核種の放出地点からの距離及び方向等)。代表的個人の居住場所は、実際の人又は人のグループ、もしくは慎重な仮定を使用して選択した場所に住んでいると仮定される人又は人のグループに基づく(地域内で最も濃度が高いと想定される場所等)。

東京電力は、環境への放射線影響評価報告書において、代表的個人の特性について、「原子力発電軽水炉の安全審査における一般公衆の線量評価指針」に準拠して設定したと述べた。評価に使用された、代表的個人の食品消費率などの習慣データは、国家統計データ(国民健康・栄養調査)を基準とした。表4.2では、環境への放射線影響評価報告書において東京電力が説明する代表的個人の特性をまとめている。

表4.2.東京電力が環境への放射線影響評価において使用する習慣データ

パラメータ	大人 [代表的個人]	小人	幼児
摂取率[g d⁻¹]^a			
魚	58(190)	29(97)	12(39)
無脊椎動物	10(62)	5.1(31)	2(12)
海藻	11(52)	5.3(26)	2.1(10)
代表的個人の滞在 [hr y⁻¹]			
浜辺	500		
釣り	2880		
漁網の取り扱い	1920		
水泳	96		

^a 代表的個人の海産物摂取率は、日本の国家統計データに基づいている。評価では、平均値で海産物を摂取する人と、大量の海産物を摂取する人(平均 + 2σ)の2つのシナリオを考慮した。

代表的個人への線量を計算する目的で、東京電力は、海洋拡散モデルを用いて、放出地点周囲の10 km × 10 kmの面積における海水中の放射能濃度を算出した後、この放射能濃度を用いて、検討されるすべての被ばく経路からの線量を推定した。東京電力は、「帰宅困難区域」又は「採捕禁止区域」内の海岸線付近では、一般市民が生活できない、あるいは活動を行うことができないため、これは保守的な前提であると説明した(図4.4参照)。タスクフォースは、「帰宅困難区域」内とそれの隣接区域の両方における海流のために、海岸沿いにおいて予想される海中濃度が高くなることから、平均濃度が保守的であるかを質問した。

海岸線に沿った位置の「帰宅困難区域」内及びその北部及び南部に隣接する漁港内において、放射性核種の潜在的に高いと予測される濃度ではなく、海水中の平均濃度を使用するという前提条件の文脈において、放出地点に関する代表的個人の予想位置に関する前提条件についても議論された。タスクフォースは、制限のある現在、及び将来住民が地域に戻り、提案されている30年の放出中に浜辺や地域で釣り等をする場合における、代表的個人の潜在位置をさらに考慮するよう、東京電力に提案した。

東京電力は、10 km × 10 kmの海域で海水中の平均濃度を測定する理由と、それがすべての被ばく経路に適している(及び保守的である)理由について説明することに合意した。東京電力では、当該地域に居住する人の習慣についてより詳細に説明し、地域データと整合性があることを説明する予定である。また、東京電力は、改訂される環境への放射線影響評価において海岸線沿いの代表的個人の潜在位置について、当該地域に帰還する可能性が低い場合でも、より詳細な検討を行う予定である。

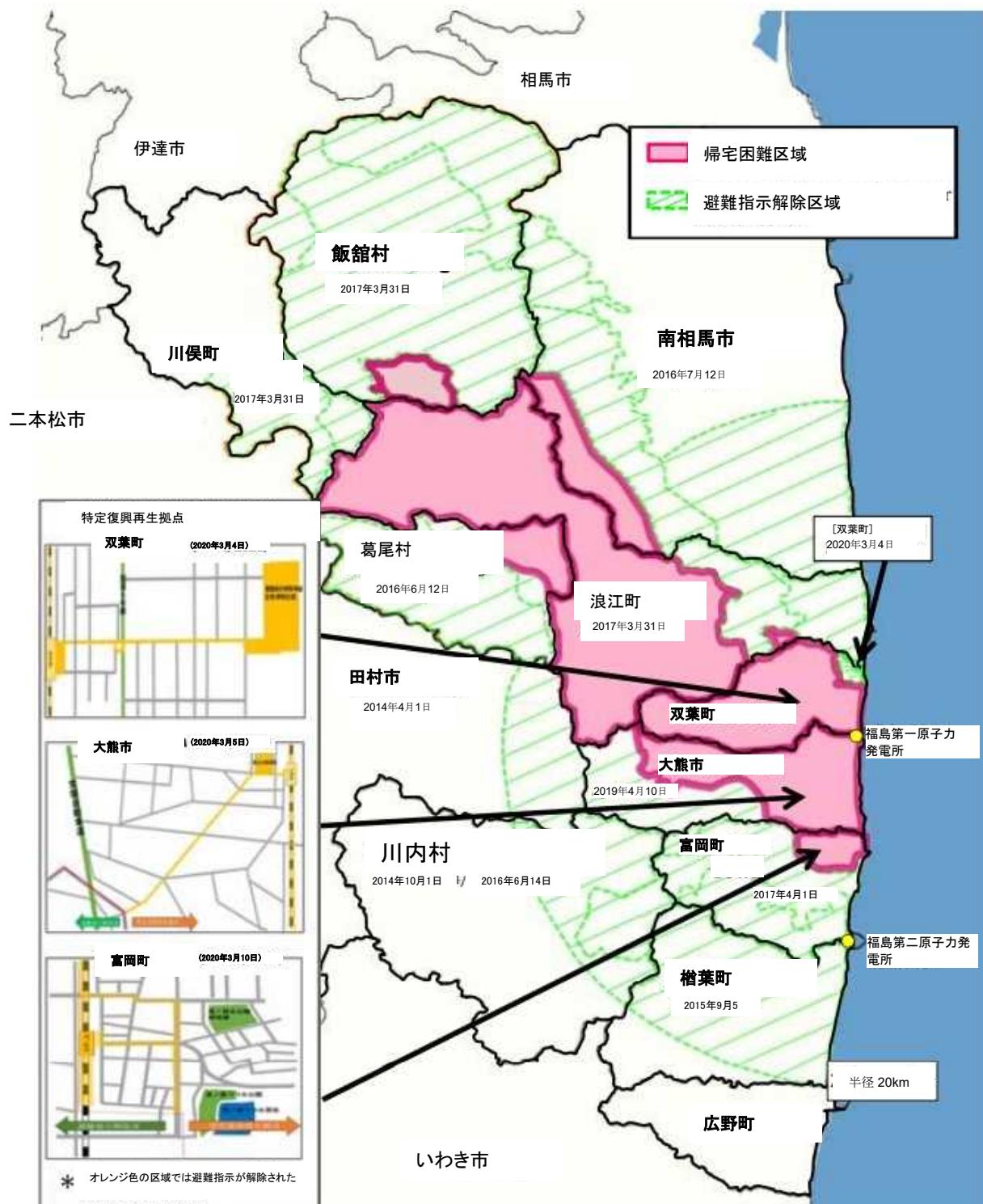


図4.4.福島第一原子力発電所周辺地域の状況

(出展: https://fhms.jp/fhms/uploads/03_10yr_chapter1_en.pdf)

代表的個人及びエンドポイントへの線量の評価(越境エンドポイントを含む)

GSGS-10の第5.36項では、代表的個人への個別実効線量は、放射性核種の取込み(摂取及び吸入による内部被ばく)と外部被ばくによる預託実効線量の合計であると説明されている。内部被ばくによる線量は、摂取及び吸入による放射性核種の取込みによる線量係数を使用して計算される。これにより、単位取込みあたりの預託実効線量が、ベクレルあたりのシーベルトの単位(Sv/Bq)で表される。一般市民に適用される線量係数の一覧は、GSR Part 3 [2]に記載されている。標準モデルは、外部被ばくによる実効線量と、線量係数を計算するために存在する。

東京電力は、対象となる様々な被ばく経路及び年齢層の代表的個人に対する、環境への放射線影響評価で算出された預託実効線量を提示した。成人及び小児の預託実効線量の計算に使用された年齢層と線量係数は、GSR Part 3 [2]に記載されているものと同じである。

東京電力は、様々な年齢層及びソースターmを考慮した場合の、代表的個人が受ける最高推定実効線量は非常に低く、年間数 μ Sv程度であることを説明した。これは、放出するALPS処理水について原子力規制委員会が指定した線量拘束値(50 μ Sv)の約50分の1である。東京電力では、魚介類の摂取(特に魚)は、全体線量に占める割合が最も大きい被ばく経路であると述べた。

東京電力は、代表的個人のトリチウムの摂取線量を推定するため、すべてのトリチウムはトリチウム水(HTO)の形態であると仮定した。タスクフォースは、たとえ放出されたトリチウムからの線量が全体線量において大きな割合を占めない場合でも、食物の消費に関して有機結合型トリチウムを含めることも重要であると助言した。

タスクフォースは、現在の環境への放射線影響評価に基づき、線量推定における有機結合型トリチウムの検討が総線量に影響を与える可能性は低いものの、東京電力が環境への放射線影響評価における環境中の様々なトリチウムの化学的形態を検討していると実証することは非常に重要であると認識した。東京電力は、有機結合型トリチウムへの対応についての考察を、改訂される環境への放射線影響評価に含めることに合意した。

GSG-9 [4]第5.24項では、放出が発生した国での管轄下又は制御下にある領域又はその他地域の外部において、放出による重大な公衆被ばくが発生した場合、運営組織は当該地域の公衆及び環境に対する放出の放射線影響の評価を行うべきであるとされている。

タスクフォースは地球の海洋循環に影響を及ぼす可能性のあるソースターm中には放射性核種が含まれており(^{129}I 、 ^{14}C 、 ^{99}TC 、 ^3H 等)、海洋の放射性核種の循環を環境への放射線影響評価で考慮し予期せぬ発見を避ける必要があることについて、東京電力と議論を行った。タスクフォースは、海洋における世界的な拡散や循環による線量は非常に小さいものの、世界的循環による近隣諸国への線量については国際社会が関心を持っているため、環境への放射線影響評価で考慮する必要があると説明した。東京電力は、モデル内での海流の流れを考慮し、海洋におけるトリチウムの推定放射能濃度が低いこと、放出地点からの距離が遠い場合はALPS処理水によるトリチウムを検出することは困難又は不可能であることを確認した。

潜在被ばくによる線量の評価

施設及び活動の安全評価の一環として、事故の可能性を低減するための工学的安全機能及び運転行動を特定し、事故が発生した場合はその影響を低減するため、様々な種類の事故が想定されている(GSG-10 [5]の第5.44項)。GSG-10 [5]に記載されている推奨事項に従い、潜在被ばくの予測評価では、安全評価に基づく潜在被ばくシナリオを特定した想定事故による一般市民への線量の推定を使用するべきである。潜在被ばくにおける代表的個人を特定し、代表的個人への線量の評価を推定し、該当する確立された基準と比較する必要がある。

東京電力は、ALPS処理水の放出開始後に発生する可能性のある特定事故シナリオにおける潜在線量について実施した評価を示した。これは環境への放射線影響評価報告書の参考資料Aで説明されている。タスクフォースは、被ばく経路について、海面からの外部被ばくの1つしか考慮されていないことを確認した。タスクフォースは、事故が発生した場合に実施できる防護措置や緩和措置を考慮せずに、すべての被ばく経路における線量の計算が重要であることについて東京電力と討議した。タスクフォースは、規制区域内の海産物が実質的に禁止されることが予想される場合であっても、環境への放射線影響評価には海産物の消費を含める必要があり、関連する計算において潜在ソースタームのすべての放射性核種を考慮又は使用する必要があることを強調した。

動植物やエンドポイントへの線量の評価

GSG-10[5]の5.81項では、環境内に様々な生態系を保護するためのICRPアプローチに基づいて、通常の運転における動植物への影響を評価する方法を例示している(参考文献[9]を参照)。これは、動植物の保護を明確に考慮する必要がある国家的又は国際的な枠組みに使用できる。

東京電力は、GSG-10 [5]の付録IIに記載されている動植物保護の一般環境影響評価の評価手法を用いて、海洋環境標準生物、カレイ目、カニ、海藻に代表される動植物への線量を計算した。タスクフォースは、東京電力が、IAEA国際安全基準に規定されている一般的な方法に沿って、動植物の保護に関する評価を環境への放射線影響評価に含めていることを確認した。

不確実性の考慮

GSG-10 [5]の第6.7項に基づき、不確実性の最も重要な原因と不確実性に最も寄与するプロセスを特定するため、感度解析を実施すべきである。これに基づき、不確実性の低減が必要と判断された場合には、さらなる調査、モデル化、または実験データの収集が行われるかもしれない。

東京電力は、環境への放射線影響評価に関連する不確実性を評価するためのアプローチを提示した。また、環境への放射線影響評価で使用された、不確実性の影響を受けるデータ、パラメータ、前提条件、並びに、これらが代表的個人への線量の計算に与える影響について特定した。東京電力は、ソースタームの選択及び保守的に行われた仮定より、評価結果が線量拘束値を超える可能性は高くないと結論付けた。

タスクフォースは、環境への放射線影響評価に記載されている不確実性を考慮するアプローチと、説明された保守的な仮定の使用について、東京電力と討議を行った。タスクフォースは、感度解析(つまり、各重要な仮定の変化が線量に与える影響の評価)を実施することで、不確実性が環境への放射線影響評価で考慮されているとして利害関係者へ信頼性がもたらされると助言した。タスクフォースは、感度解析を使用して、最適化に関する将来の議論のために情報を補うこともできると付け加えた。

東京電力は、タスクフォースからのフィードバック、特に、選択した仮定及びパラメータ値に推定される線量の感度を確認した上で、この議題についてさらに検討すること、さらにその検討内容を改訂される環境への放射線影響評価に含めることを説明した。

(c) 総括及びフォローアップ

東京電力により包括的な環境への放射線影響評価が実施され、2021年11月に公表された。本ミッション中、環境への放射線影響評価に関してタスクフォースと東京電力の間で詳細な議論が行われた。この議論は、環境への放射線影響評価において東京電力が使用するモデル、仮定、データについての明確な説明の提供を目的とした。タスクフォースと東京電力は、環境への放射線影響評価において、東京電力が行った作業を反映し、環境への放射線影響評価の結果に信頼性をもたらすためには、これらのモデルの、より詳細かつ徹底的な記述が必要であることに合意した。東京電力は、改訂される環境への放射線影響評価においてタスクフォースからのフィードバックを考慮することに同意した。

タスクフォースは、東京電力が作成した環境への放射線影響評価において、保守的な仮定を用いて、想定される代表的個人への線量は非常に低く、規制機関(原子力規制委員会)が設定した線量拘束値を大幅に下回ることが予想されると示している。タスクフォースは、環境への放射線影響評価を進める上で実施された包括的かつ詳細な評価を確認した。タスクフォースは、環境への放射線影響評価を十分に文書化し、使用される方法とデータの明確な説明を含める必要があること、また、プロセス全体で翻訳を行い、完成した場合は、より広範な利用者による理解を可能とすべきであることを強調した。

環境内の放射性核種の挙動に関する環境への放射線影響評価内のいくつかの重要な仮定及び、「代表的個人」に代表される潜在被ばくを含む一般市民に対する線量の予測推定値の計算について討議が行われ、タスクフォースと東京電力は、当該仮定が適切であること、環境への放射線影響評価において東京電力が提示するものと同程度に保守的であることを証明するために、さらなる評価が必要であることに合意した。

II.5. 放出に関する規制管理と認可

(a) 概要

IAEA安全基準シリーズ No. GSR Part 3 [2] 放射線防護と放射線源の安全:国際基本安全基準では、放射線リスクを引き起こす放射能の規制に関する安全のための政府、法律、規制の枠組みを確立するにあたっての要件を定めている。この要件は、登録者又は許可取得者だけでなく規制機関にも適用される。

放出の許認可

潜在的に高い放射線リスクをもたらす可能性のある施設又は活動については、当該施設又は活動による放出物の規制が、放出の十分な管理・制御及びその放射能的な影響等に対する、厳格な技術的及び規制的条件を確立する許認可(登録又は許可等)の手段により管理されることが適切である可能性がある。GSR Part 3で定められた要件に従って、公衆及び環境の防護の最適化のためには、許可取得者が放出物を適切に管理する必要がある。

GSR Part 3 [2]の第3.132項では、以下のように記述されている。

「登録者及び許可取得者は、供給者と協力して、排出の許認可の適用において、適宜:

- (a) 排出される物質の特性と放射能及び排出予定場所並びに方法を決定しなければならない;
- (b) 適切な運転前調査により、排出された放射性核種が一般市民の被ばくをもたらす可能性のあるすべての重要な被ばく経路を決定しなければならない;
- (c) 計画的な排出による代表的個人への線量を評価しなければならない;
- (d) 規制機関の要請に応じて、防護と安全の体系の特徴と統合された方法で、放射線環境影響を考慮しなければならない;
- (e) 3.123 項に従い、認可された排出限度とその実施の条件を規制機関による規定への入力として、上記(a)~(d)の結果を規制機関に提出しなければならない。」

防護及び安全の最適化

放射性廃棄物及び放出物に関して記述されているGSR Part 3 [2]の要件31では、次のように記載されている:「関連する関係者は、放射性廃棄物及び環境への放射性物質の排出が、許認可に従って管理されることを確実にしなければならない。」

GSR Part 3 [2]の第3.119項では、次のように規定されている:「政府又は規制機関は、個人が公衆被ばくを受ける又は受ける可能性のある状況に係る防護と安全の最適化に関する要件を定め実行しなければならない。」GSR Part 3 [2]の第3.120項では、次のように記載されている:「政府又は規制機関は、一般市民の防護と安全の最適化に使用される線量拘束値及びリスク拘束値を、規定又は承認しなければならない。」

GSR Part 3 [2]の第3.22項(c)では、次のように記述されている:「政府又は規制機関は…防護と安全の最適化に用いる…拘束値を規定するためのプロセスを確立又は承認しなければならない。」

GSR Part 3 [2]の要件11では、次のように記載されている:「政府又は規制機関は、防護と安全の最適化の要件を規定し、実施しなければならず、登録者又は許可取得者は防護と安全が最適化されることを確実にしなければならない。」

認可された放出物の放出により公衆が受ける線量について、線量限度及び線量拘束値が確立される。線量拘束値は、すべての被ばくを経済的・社会的・環境的要因を考慮して合理的に達成可能な低いレベルにすることを目的として、防護と安全の最適化に使用される。

線量拘束値は制御される各ソースに対して個別に設定され、防護及び安全の最適化のためのオプションの範囲を定義する際の境界条件として機能する。線量拘束値は線量限度とは異なる。線量拘束値を超過した場合、規制要件への不準拠とはならないが、フォローアップ措置が必要となる場合がある。

計画被ばく状況における公衆被ばくについては、政府又は規制機関は、サイトの特性、施設又は活動の特性、被ばくのシナリオ、利害関係者の見解を考慮して、線量拘束値の確立又は承認を確実にする。被ばくが発生した後、実装されている防護及び安全の最適化戦略(防護戦略という)の適合性を評価し、必要に応じて調整を行うためのベンチマークとして線量拘束値を使用できる。線量拘束値の設定は、他の健康及び安全に関する規定及び利用可能な技術と併せて考慮する必要がある。

放出限度

規制機関は、施設及び活動の放出限度を設定して公衆への被ばくを制御し、放射線防護の観点から一般市民の防護を最適化することを確実にする。放出限度により、電離放射線の影響から環境が防護される。このアプローチは、この方法が許可される条件の手段によって環境が防護されているという結論に基づくものである。一部の加盟国は、公衆の防護の最適化に加えて、動植物の集団に対する放射線被ばくの影響の推定など、環境の防護をより明確に評価する必要があると考えている。

GSR Part 3 [2]の第3.123項では、放出の制御に関する要件を次のように規定している：

「規制機関は、認可された排出限度を含む、公衆被ばくに関する運転限度及び条件を確立又は承認しなければならない。これらの運転限度及び条件は：

- (a) 登録者及び許可取得者が、線源の運用開始後に適合性の実証のための判断基準として用いなければならない；
- (b) 防護と安全の最適化の結果を考慮した線量限度を下回る線量に相当しなければならない；
- (c) 類似する施設の運転又は活動における良好事例を反映させなければならない；
- (d) 運転上の柔軟性に余裕を持たせなければならない；
- (e) 規制機関の要件に従って受ける放射線環境影響の予測される評価結果を考慮しなければならない。」

規制機関(原子力規制委員会)及び許可取得者(東京電力)の両方に対して、放出の規制管理及び許認可について、GSR Part 3 [2]では要件を、GSG-9 [4]では推奨事項を確立している。本ミッションの文脈において、タスクフォースは許可取得者(東京電力)によるこれらの要件の適用について検討した。付録Iでは、放出の規制管理及び承認のレビュー中に、タスクフォースが考慮した適用可能な要件及び推奨事項について記述している。

(b) 考察

本ミッション中、タスクフォースは、放出の管理及び許認可に関する関連規制要件を遵守するために東京電力が実施している行動や活動に関する情報を、東京電力から受け取った。東京電力は、実施計画及び環境への放射線影響評価に含まれる、関連する詳細情報を提示した。

放出の許認可

東京電力と経済産業省は、福島第一原子力発電所に関する既存の規制枠組みである、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」について説明した。この法律において、福島第一原子力発電所は特定原子力施設として指定されており、当該施設である福島第一原子力発電所に対する特別規定が確立されている。経済産業省及び東京電力は、ALPS処理水の放出を規制するための追加の規制要件や法律が制定されていなかったことを説明した。タスクフォースは、IAEA国際安全基準への東京電力の準拠を検討する際に考慮する必要がある、福島第一原子力発電所に存在する複雑性を確認した。

東京電力は、規制枠組みに基づき、特定原子力施設である福島第一原子力発電所の実施計画の変更認可申請を、原子力規制委員会に提出する必要がある。この申請はALPS処理水の処分を対象としており、実施計画の変更には、放出施設及び関連施設の設計の詳細、施設の安全確保のための具体的な措置、環境への放射線影響評価が含まれる。

東京電力が原子力規制委員会に提出する情報の種類は、GSR Part 3 [2]の第3.132項で規定されている、放出の許認可を申請する際の許可取得者に対する要件に従っている。

東京電力と原子力規制委員会は、規制承認プロセスの一環として、申請の提出後、定期的に審査会合に参加し、議論を行う。東京電力は、この会合における討議内容の概要を説明し、また、レビュー・ミッション中にタスクフォースが提起した問題の一部が原子力規制委員会及び東京電力の計画でも提起されており、実施計画及び環境への放射線影響評価の今後の改訂において扱うことを確認した。

線量拘束値と放出限度

タスクフォースは、経済産業省及び東京電力が提供した資料をレビューし、日本の法律には線量拘束値の概念がないことを確認した。しかし、東京電力は、ALPS処理水の放出に際して、軽水炉施設付近の公衆に対しては0.05mSv/年の「線量制御目標」を使用して、代表的個人への予測された影響が十分に低いかを評価することを示した。

ALPS処理水の処分に関する日本政府の基本方針では、トリチウムの放出限度を年間22兆ベクレル、トリチウムの運転放出濃度を1リットルあたり1,500ベクレルとしている。日本政府が東京電力及び利害関係者と協議した結果として、この運転放出濃度が確立された。東京電力は、環境への放射線影響評価への入力として、放出限度(トリチウム年間22兆ベクレル)を使用した。

GSG-9 [4]の第5.13項では、放出限度設定の許認可プロセスの手順に関する推奨を示しており、GSG-9 [4]の図3では、申請者の行動を特定している(図5.1に複写)。東京電力は、これらの推奨に従い、代表的個人の被ばくを適切に評価するため、特定の放出物及び主な被ばく経路の特性を把握し、公衆の防護及び安全の最適化に使用する措置を提示し、代表的個人への線量を評価するべきである。

タスクフォースは、IAEA国際安全基準に準拠するため、線量拘束値を環境への放射線影響評価への入力として使用して、最大放出量を計算し、原子力規制委員会による放出限度の確立に関する決定を通知する必要があることを確認した。

タスクフォースと経済産業省及び東京電力の議論後、タスクフォースは、日本の原子力発電所の運転目標である0.05 mSv/年を、ALPS処理水の放出に対する線量拘束値として使用できるのではないかと提案した。タスクフォースは、環境への放射線影響評価への入力としてこの線量(年間0.05 mSv)を用いて環境への放射線影響評価を改訂し、トリチウムの放出限度が適切かどうかを実証し、必要に応じて他の放射性核種の放出限度も通知するよう東京電力に対して助言した。

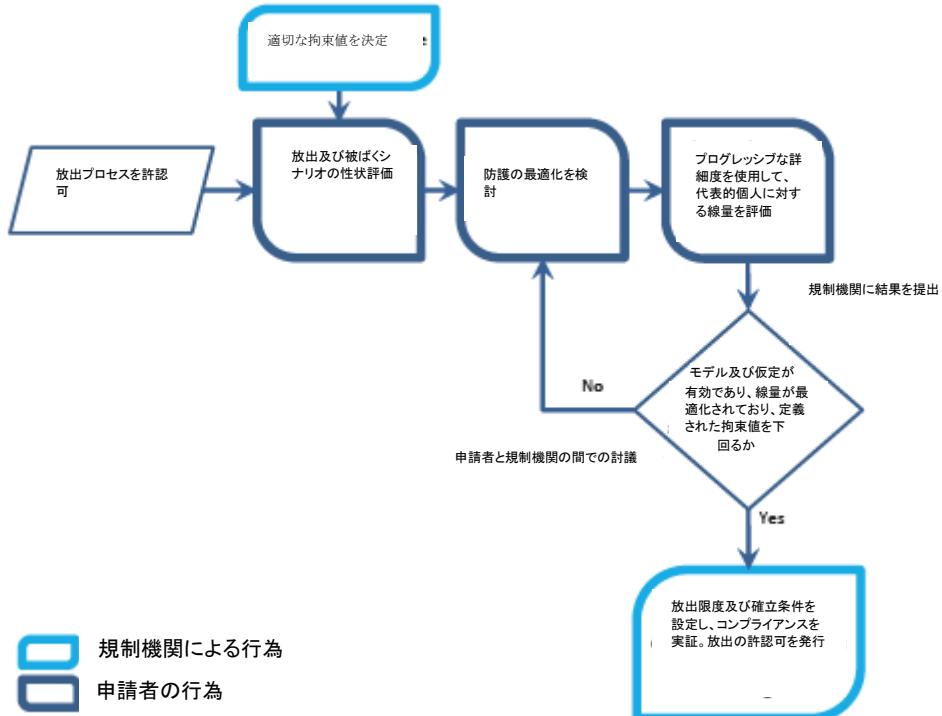


図5.1:放出限度の設定手順及び行為者(GSG-9[4]の図3)。

タスクフォースは、環境への放射線影響評価の改訂により最適化された放出限度が、より高いトリチウムの放出量を示す可能性があることを確認した(すなわち、線量拘束値以下で代表的個人への線量となる年間放出トリチウム量が、年間22兆ベクレルを超える)。これは、公衆の防護が最適化されているかを東京電力が実証するのに役立つものであり、国民及び環境の防護に関して利害関係者の信頼を構築し、年間22兆ベクレルを超えるトリチウム放出量が依然として線量拘束値を満たしていることを実証することとなるため、ポジティブなメッセージとなる。

防護の最適化

東京電力は、実施計画において、日本政府の基本方針で定められた放出限度と同一の固定放出量を使用している。タスクフォースは、年間22兆ベクレルの値が固定されており、環境への放射線影響評価で計算された代表的個人への線量の結果とは無関係に選択されていることを確認した。タスクフォースは、この放出量は、独立した放出による公衆への線量を考慮し、利害関係者の理解などの他の関連要因を検討する場合には、保守的である可能性が高いことを確認した。

タスクフォースは、現在の状況においては、関連するすべての放出パラメータ(放出量、放出点、放出時間等)及びその他の関連要因を考慮して、防護の最適化を実施するよう助言した。主な可変放出パラメータの1つが、放出量である。最適化の開始点は、環境への放射線影響評価で示される最大放出量である(代表的個人への線量となる各放射性核種の年間放出量が年間0.05 mSvの線量拘束値以下)。

タスクフォースは、東京電力に対し、防護の最適化、可変パラメータ、検討すべき要因についてのアプローチを文書化するよう助言し、東京電力は、どのように利害関係者をプロセスに関与させるかについて確認した(本報告書II.7を参照)。

タスクフォースは、防護の最適化で考慮されるその他の要因として、以下を提案した。

- サイト上の貯蔵水によるリスクの管理に必要な取組
- 広範な福島サイトにおける貯蔵水が廃炉に与える影響、使用済み燃料などの有害物質の管理
- 線量を低減するための措置による、放射線に関係ない環境影響(例:水の取込みに伴う生態系や生息地への影響)
- 放出に必要な設備の建設・運転・保守に関連する職業上の被ばく
- 炭素収支
- サイトでのタンクの保守及び放出に関連する社会的懸念(現地、国内、国外)

福島第一原子力発電所サイトの防護の最適化で考慮される関連要素に対する、放出量などの様々な主要可変パラメータの影響を理解することは、ALPS処理水の放出に最適なパラメータを特定し、一般市民への最適な線量を特定するのに役立つ。

タスクフォースは、一般的意見として、提案されたALPS処理水の放出のために大量の作業と分析が行われているように見えるが、IAEA国際安全基準に照らして、関連する要件への準拠を実証できるよう、この取組を書面で明確に説明し文書化する必要があることを確認した。タスクフォースは、線量拘束値及び放出限度の確立に向けて取られたアプローチの関連するIAEA国際安全基準に概説されている要件及び推奨への準拠状況を明確に定義するため、さらなる議論が必要であることを確認した。

(c) 総括及びフォローアップ

タスクフォースは、許可取得者(東京電力)に関連する要件に重点を置いて、本項の関連条項をレビューした。しかし、タスクフォースは、本報告書のII.2及びII.4と本項の関連性を認識し、潜在的に適用可能な多数の要件を明確にするために規制機関との追加の協議が必要であることを確認した。さらに、現在の国内規制審査の結果、一部のパラメータやアプローチが変更され、今後、タスクフォースによる再評価が必要となる可能性がある。

II.6. ソース及び環境モニタリングプログラム

(a) 概要

GSR Part 3 [2]の要件14では、遵守の検証のためのモニタリングについて、次のように記載している：「登録者、許可取得者及び雇用主は、防護と安全に係わる要件への適合を検証するためのモニタリングを実施しなければならない。」

GSR Part 3 [2]の第3.38項に従い、すべてのモニタリング活動では、品質保証範囲に関して確立された基準、特に、モニタリングプログラムの設計及び実施に関するものを遵守する必要がある。これには、適切に保守及び調整された機器、サンプル採取地点、有資格者及び訓練された者、手順書等が含まれる。

GSR Part 3 [2]の第3.137項に従い、許可取得者は以下を行う必要がある。

- 放出による公衆被ばくが適切に評価され、その評価が許認可への準拠を確証及び実証するのに十分であることを確実にするためのモニタリングプログラムを確立、及び実施する。
- モニタリングプログラムの結果を適切に記録する。
- 承認された間隔でモニタリングプログラムの結果を規制機関に報告又は提供する。
- 規制機関によって定められた報告基準に従って、放出に関する許可された制限等、公衆被ばくに関する運転上の制限及び条件を超えるレベルが確認された場合は、速やかに規制機関に報告する。
- 規制機関が定めた報告基準に従って、放出に起因する可能性のある環境での放射性核種の線量率又は濃度の有意な増加が確認された場合は、速やかに規制機関に報告する。
- 事故又は放出に起因するその他の異常事象によって環境内の放射性核種の濃度が予期せず上昇した場合の緊急時にモニタリングを実施する能力を確立・維持する。
- 公衆被ばくの評価と放射線環境影響の評価で想定された仮定が適切であることを確認する。

GSG-9 [4]に準拠して、放射線による影響のリスクの評価レベルによって、頻度等の監視の要件を決定することが推奨される。

環境モニタリングについて、GSG-9 [4]では、初回放出前に施設周辺の環境における既存のバックグラウンド放射線レベルを判定し、ベースラインを確立するための運転前分析を(放出開始前に)実施することが推奨されている。RS-G-1.8[6]に従い、運転の初期段階ではより頻繁で詳細な環境測定が必要になる場合がある。また、目的に沿って測定が確実に行えるように、すべてのモニタリングプログラムを定期的にレビューすることが推奨されている。

(b) 考察

放出源でのモニタリング

放出源でのモニタリングには放出地点での放射能濃度の測定が含まれ、主な目的は、放出物の許容限界への準拠を確認することである。東京電力では、ALPS処理水を均質化し、一貫した放射線特性を確保するため、「バッチ放出」のアプローチを検討している。つまり、放出する物質は、放出前に均質化したバッチから貯水槽で採取したサンプルのバッチ量と放射性核種組成によって特徴付けられる。ソースモニタリングは、サンプル中の放射能濃度の連続的及び断続的なサンプル採取及び検査測定に基づいて計画される。

東京電力は、提案される放出方法、並びに、放出が提案されるALPS処理水の各バッチが許容放出限度に適合していることを測定により確認する方法について説明した

この放出方法はソースモニタリングの方法と関連しており、以下のように要約できる（測定・確認用設備で10タンク構成される各グループ）。

1. 測定・確認用設備内のタンクが満たされる。
2. 搅拌（タンク内）及び循環（タンク間）により均一性を確保する⁹。
3. 確認・分析用にサンプルが採取される（¹⁴C及び³Hを含む64種類すべての放射性核種 – 付録IIを参照）。
4. データにより遵守が確認された場合は、バルブが開かれ希釈・放出される。

測定・確認用設備から収集されたサンプルは、IAEAのソースモニタリングの検証の焦点となる。

東京電力は、放出が行われる場合、放出立坑から採取した希釈されたALPS処理水サンプルの³Hを定期的に監視し、³Hレベルが放出限度値（1500Bq/L）に適合することを確認する予定であることをタスクフォースに伝えた。このサンプリング地点は放出地点に最も近く、希釈されたサンプルは、実際に環境内に放出されたALPS処理水と同一となる。

IAEAではこのモニタリングを、測定・確認用設備を焦点とした主な活動の補足として、ソースモニタリングの検証に含めることを意図している。

環境モニタリング

環境モニタリングには、環境媒体（水、堆積物、食物、飲料水等）における放射性核種濃度の測定が含まれる。環境モニタリングの目的は、ソースモニタリングの結果及び線量予測に使用される関連モデルを検証し、予測が一貫しており線量限度を超えていないことを確認することである。環境モニタリングを行う他の理由は、放射能濃度の予期せぬ変化の検出を容易にして長期的傾向を評価すること、参考される個人に対する実際又は将来の線量の評価を可能にするデータを取得すること、及び公衆へ情報を提供することである。環境モニタリングはサイト外で実施する必要がある。通常、ソース関連と人関連の環境モニタリングが行われる。環境モニタリングで検出される放射能濃度は通常、保守的モデルで推定される濃度よりも低いため、遡及的線量計算は多くの場合、ソースモニタリングデータと適切なモデルに基づいて行われる。

東京電力及び関係省庁は、現在実施している環境モニタリング活動の詳細を説明している。福島第一原子力発電所周辺の海洋環境の広範なモニタリングは、環境省及び原子力規制委員会が調整を行い定期的に改訂されている日本の「総合モニタリング計画」の一環として、様々な組織によって実施されている。海域モニタリングは、「海域モニタリングの進め方」（総合モニタリング計画の別紙を参照）に従って実施される。この文書には、サンプル採取場所の深さ、サンプル採取頻度、検出限界、関係組織の責任等が記載されている。モニタリングは、海水、堆積物、海洋生物相（魚、貝類、海藻）のサンプル採取と分析で構成され、事故現場から離れた様々な場所（福島第一原子力発電所近海、沿岸区域、沖合区域、外海区域）で行われる。この計画では、海洋環境における放射線状況の包括的な概要を確認することを目的としており、このデータは、海洋経路からの放射線被ばくを評価するための十分な基盤となる。

東京電力は、海域モニタリング計画に責任を負うとともに、海洋環境における「独自モニタリング計画」を実施している。

東京電力と経済産業省は、特にALPS処理水の放出に対応するために、これら既存の環境モニタリング計画に対する改善を提示した。その内容は、以下のように要約できる。

⁹レビューミッション開始時、この搅拌・循環方法は試験の対象となった。

- ・ 東京電力の「独自のモニタリング計画」で計画する追加のALPS特定モニタリングでは、サンプル採取頻度と地点を増やした海水中の³Hのモニタリング、魚類中の³H(放射性セシウムに追加)のモニタリング、サンプル採取地点を増やした海藻中の³H及び¹²⁹I(ガンマ放射性核種に追加)が計画されている。
- ・ 日本政府の海域モニタリング計画は、東京電力の監視プログラムと政府機関による監視プログラムで構成されている。海水中の³Hを高い頻度でモニタリングすることに加え、「主要な7つの放射性核種」のモニタリングを四半期ごと行う。また、有機結合型トリチウム(OBT)、自由水形トリチウム(FWT)、水中生物内の¹²⁹I、魚類内の¹⁴C、海藻内の¹²⁹Iのモニタリングも計画されている。

タスクフォースは、強化されたこの海洋モニタリングがすぐに開始される予定であることを理解した(放出開始の約1年前)。モニタリングの結果は速やかに開示し、透明性を高めるため第三者によるサンプル採取と分析を促進する。

タスクフォースは、環境モニタリングの強化計画を歓迎し、ALPS処理水の放出が人や環境に与える潜在影響を評価するための高品質で代表的なモニタリングプログラム(ソース及び環境)は規制管理のための要件であることを強調した。さらにタスクフォースは、透明性を高め、関係者とのコミュニケーションを促進するためには、十分に正確で実証可能な高品質のデータが不可欠であることを強調した。

東京電力は、タスクフォースとの討議後、ALPS処理水の放出開始の前年における季節的な影響を把握できるよう、できるだけ早くのベースライン調査プログラムを確立、検討、実施する必要があることに同意した。

さらに、ミッション時点までのモニタリングで検出された放射性核種の推定年間放出量についても議論が行われた。³Hについては、年間放出量は22兆ベクレルの放出限度を下回る見込みであり、他の放射性核種の年間放出量は比較的小ない(¹⁴C、¹²⁹I、⁹⁹TCは約108～109ベクレル)。東京電力は、環境中の⁹⁹TCを除き、ソース及び環境モニタリングの現在の計画にこれらすべての放射性核種が含まれていると明らかにした。

タスクフォースは、強化された環境モニタリングプログラムの設計における、環境への放射線影響評価で特定された重要な放射性核種及び主要な被ばく経路の反映状況について、東京電力が説明する必要があると助言した。

(c) 総括及びフォローアップ

ソースモニタリングに関して提供された情報に基づき、タスクフォースは、測定・確認用設備、放出立坑、その他の関連する地点におけるサンプリング及び分析を対象としたソースモニタリングについて、明確に定義された最終計画が必要であることを確認した。

タスクフォースは、東京電力と日本政府による強化された環境モニタリングの計画を歓迎した。タスクフォースは、日本政府による環境モニタリングの計画において、福島第一原子力発電所運転者としての東京電力の役割をさらに明確化することについて関心を示した。タスクフォースは、環境モニタリングプログラムを環境への放射線影響評価の結果に関連付け、公衆への線量に寄与する最も重大な放射性核種及び被ばく経路に焦点を当てることの重要性を強調した。

タスクフォースは、複数の組織がモニタリング活動を行っていることから、測定の不確実性を考慮して、確認・分析の基準を定義する必要があると指摘した。

II.7. 利害関係者の関与

(a) 概要

GSR Part 3 [2]に従い、政府又は規制機関は、その決定の影響を受ける当事者及び、必要であれば、公衆及びその他利害関係者に情報を提供し、それらと協議することが必要である。

IAEA国際安全基準では、「利害関係者」という用語は、組織の活動や業務に利害関係を持つ人やグループを広範に意味する。環境への放射性物質の放出においては、一般に「利害関係者」は、一般市民を代表する個人又は組織、産業、公衆衛生・原子力・環境を担当する政府機関又は部署、科学機関、ニュースメディア、環境団体、並びに、検討される施設又は活動の周辺に居住する地元生産者及び住民など、放出によって大きな影響を受ける可能性のある特定の行動様式を持つ集団を含む。

GSG-9 [4]の第5.99項では、次のように記述されている:「放射性放出物の規制管理では、施設内の放射性廃棄物管理や公衆防護レベルの最適化等、運転面と社会面の両方が考慮されるため、必要に応じて検討すべき複数の利害関係者が存在する。放出の許認可を得るプロセスでは、規制機関、申請者、その他利害関係者との間で情報の交換が必要になる可能性がある。利害関係者の中には、他国、特に近隣国に所在する者もいる可能性がある。」

GSG-9 [4]の第5.101項ではさらに、次のように述べている:「場合によっては、放出の許認可が確定される前に、利害関係者との情報交換に特定の要件がある。…特に、今後の環境への放射線影響評価の結果は議論の中心となるべきである。」

放出管理に関する情報の交換は、他の意思決定プロセスの一部となる場合がある。このような情報交換には、放射線被ばくに関するリスクに対する公衆の懸念や、運転中の放出により発生する可能性のある公衆への線量の検討など、社会的側面の検討事項が含まれるべきである。

(b) 考察

経済産業省は、日本政府と東京電力が利害関係者に関する主な手段の概要を紹介した。これには、在京外交団等に対して行われるブリーフィングセッション(2011年以降100回以上の開催)、近隣諸国の政府機関等他国の政府又は機関とのコミュニケーションを通じた二国間交流、現地視察の実施、技術会合でのプレゼンテーション、サイトでの廃炉の進捗状況を詳述する公的報告書、環境モニタリング結果の提示、公衆に進捗状況を発信するための国際的な定期刊行物での情報提供が含まれる。

経済産業省は、日本政府がALPS処理水の取扱いについて、長年にわたり公衆との関係を持っているが、昨年においては利害関係者と関連情報や進捗状況を共有できる機会が多く見られたことを確認した。経済産業省は、近隣諸国への一部のアウトリーチは、より良い理解と意見交換を促進するために、各国の母国語でも行われていることを確認した。

タスクフォースは、日本の取り組みと、利害関係者との様々な交流機会についてコメントした。特に、タスクフォースは、様々な利害関係者への関与とコミュニケーションに向けた東京電力と経済産業省間の協力について確認した。

タスクフォースは、日本政府と東京電力が利害関係者と効果的に関与し、利害関係者の理解を促進することが重要であると確認した。経済産業省は、過去10年間の集中的なコミュニケーション努力により、安全概念及び福島第一原子力発電所の廃炉との関連性について国民が適度に理解するに至ったことを確認した。

しかし、ALPS処理水の取扱いにも関連しているリスク低減や廃炉の最適化など、より微妙な概念は、一般公衆にはまだ広く理解されていない。

タスクフォースは経済産業省及び東京電力に対して要請し、東京電力が対応・対処した利害関係者によるコメント又は意見における関与方法の例を提示した。経済産業省及び東京電力は、改訂実施計画の当初策定において、モニタリング計画及び放出限度の変更により、いくつかの既知の問題が対処されたことを説明した。例を挙げると、地域社会の懸念を緩和するために、トリチウムの放出限度(1,500Bq/L)が選択された。タスクフォースは、環境への放射線影響評価及び実施計画の意見公募期間における、東京電力及び経済産業省による質問や意見への対応について、より多くの情報を得たいと考えていることを確認した。

タスクフォースは、利害関係者の関与により、代表的個人の特性の理解及び関連する利害関係者が提供する場所固有の習慣データを用いて推定した線量の受け入れ可能性が改善すること、また、利害関係者の関与は最適化プロセスへの重要なインプットと見なされることを確認した。タスクフォースはまた、提案される放出計画の長期的性質は、独自又は異なるコミュニケーションニーズを発生させる可能性があること、また、東京電力はこのプロジェクトの期間中における利害関係者の関与を説明する計画の策定を検討できることを確認した。特に、タスクフォースは、環境への放射線影響評価の仮定や代表的個人の定義に直接影響を与える可能性があることから、現地地域における変化(土地の使用等)や人の習慣の変化に対する意識を維持することの重要性を強調した。

タスクフォースは、処理水の放出期間中、日本政府が近隣諸国との政府との関与を継続することの重要性を強調した。

タスクフォースは、原子力規制委員会によって審査・承認される可能性のある実施計画等の文書/計画における、利害関係者の関与の考慮状況の確認に関心があることを示した。

(c) 総括及びフォローアップ

経済産業省及び東京電力は、基本方針の公表以降に実施された幅広い公衆への関与活動の詳しい概要を説明した。経済産業省では、その活動に関係する利害関係者は、地域社会、一般公衆、各国政府等であると説明した。タスクフォースは、東京電力に対し、様々な利害関係者のグループへの関与に対して取ったアプローチに関するコメントを行った。また、タスクフォースは、提案されているALPS処理水の放出に関する情報やデータの多くを公開することで、経済産業省及び東京電力が透明性高いコミュニケーションに取り組んでいることを示していることを確認した。

タスクフォースは、IAEAのレビュー期間中、利害関係者の関与について東京電力、経済産業省、日本政府が取ったアプローチに関する情報を引き続き入手したいと考えていることを確認した。タスクフォースが関心を持つ要素には、ALPS放出プロセスの規制面及び運転面における利害関係者の役割を強調する明確な方針又はアプローチの特定、利害関係者の関与を検討するための長期計画、環境への放射線影響評価や改訂実施計画等の重要な文書に対する意見募集の実施及び確認などがある。経済産業省は、ALPS放出プロセスの規制・運転面における利害関係者の役割は、2021年12月に公表した「ALPS処理水の処分に関する基本方針の着実な実行に向けた行動計画」に記載されていることを説明した。経済産業省は、この行動計画は英語に翻訳されることを確認した。タスクフォースは、経済産業省又は東京電力が提出した追加情報をレビューし、ミッション中に確認された特定の問題に対応するとともに、次回の経済産業省・東京電力に対するレビュー・ミッションにおいてこれらの点をフォローアップする予定である。

II.8. 職業上の放射線防護

(a) 概要

GSR Part 3 [2]では、管理区域及び監視区域の指定、現地規則、職場のモニタリングに関する組織的・手順的・技術的な取り決めを確立・維持するための要件を、職業被ばくに対する放射線防護プログラム(要件24)に定めている。ほとんどの場合、作業者が受ける線量はGSR Part 3 [2]における線量限度を十分に下回っており、ごく一部の作業者のみが線量制限の要件による影響を受ける可能性がある。最適化の要件は、放射線防護プログラムの確立と実施の主要な動機であるべきであり、これには、多くの場合、潜在被ばく防止又は低減するための措置や、事故の影響を軽減するための措置が含まれる。

GSG-7 [3]の第3.49項に従い、職業被ばくに対する放射線防護プログラムの基本的な目的は、リスクの性質と範囲に応じた管理構造、方針、手順、組織的な取り決めの採用を通じて、防護と安全に対する管理者の責任を果たすことである。

GSG-7の第5.3項では、以下のように記述されている。

「地域の汚染は、排出、放射性廃棄物管理、廃止措置のような許認可された活動の結果として、計画被ばく状況に対する要件によって規制上の管理を受けている施設と活動から生じことがある。このような汚染に起因する被ばく状況は、全体的な行為の一部として管理されている。したがって、現存被ばく状況ではなく、計画被ばく状況である。」

作業者の放射線防護は、作業者の総合的な健康と安全を確保するための唯一の要素であり、産業衛生、産業安全、火災安全等、他の安全衛生分野の責任者と緊密に協力して確立・管理するべきである(GSG-7[3]の第3.50項)。

(b) 考察

東京電力は、放射線管理区域測定指針、並びに管理区域及び制御区域の設定・解除・変更の管理に関する指針に従い、サイト全体が管理区域として指定されており、職業被ばくの管理、個別・職場モニタリングに関して調整が行われていること、また、継続的な(オンラインでの)モニタリング(線量率及び粉塵のモニタリング)が定期レビュー(毎月)で実施されていることを説明した。契約者を含む約4,000人の作業者¹⁰(2022年3月現在)が現場で作業を行っており、福島第一原子力発電所での廃炉を実施し、発展させている。東京電力は福島第一原視力発電所サイトにおいて放射線防護プログラムを実施しており、福島第一原子力発電所の全作業者は、外部被ばくに関する定期的に個別モニタリングプログラムを受けています。汚染により記録レベルを超えて被ばくした特定作業者や、呼吸器防護機器を使用する作業者に対し、放射性核種の取込みによる被ばくについての個別モニタリングプログラムが実施される。東京電力は、契約者を含む作業者の職業被ばくデータは、東京電力が収集・保管・管理し、中央データベースに提出していると説明した。また、福島第一原子力発電所では、「健康モニタリングマニュアル」及び「長期ヘルスケアマニュアル」における必要な記録保持契約に基づく、6か月ごとの医療検査からなる作業者の「健康モニタリングプログラム」が実施されている。

東京電力は、線量管理ガイドラインに基づき、内部線量の記録レベルが2mSvであることをタスクフォースに情報提供した。東京電力はそれ以下の値を測定することはできるが、2mSvを超える値のみが記録・保持される。タスクフォースは、放射性核種の取込みの記録レベルは、1年間の取込みによる預託実効線量1mSvに対応するものとして設定できること、また、放射性同位体(³H等)に固有である方法又は測定技術の最小検出限度の限界を用いた最低値として0.1mSvにも設定できることを確認した。

タスクフォースは、放射線防護プログラムをALPSシステムのすべての段階(設計特性から、ALPSの構造及び運転又はプロセス制御に至るまで)に関連付ける必要があることを強調した。タスクフォースは、ALPSの構築及び運転を直接担当する作業者の総数(契約者を含む)に関する情報を要求した。タスクフォースは、特に、高線量が発生する可能性のある放出施設周辺の構築活動(フィルターの交換など)に関心を寄せた。タスクフォースは、作業者の線量の対数正規分布に関するデータを提供するよう東京電力に要請した(内部・外部被ばくによるもの)。タスクフォースは、作業者が既にALPSシステムの建設工事に従事しているため、線量の報告の開始点について東京電力に同意する必要があることと、またそれが、ALPS作業者グループにおける線量分析結果がALPSによるもののみであることの確信に有用であることを確認した。東京電力は、全作業における線量管理からALPS作業を切り離す方法を決定することは難しいと回答した。タスクフォースは、契約者の雇用主に関して、契約者の防護に関する方針及び取り決め(協力、期待事項、保証等)について、より詳細な情報を提供するよう東京電力に要請した。タスクフォースは、ALPSについて具体的に取られたアプローチを書面で提供するよう東京電力に要請した。

東京電力は、作業者の線量が一定水準を超える可能性がある場合にのみ、線量評価と最適化の要件が適用されるため、評価する必要があるのは作業者のごく一部であることを説明する情報を提供した。また、東京電力は、線量評価のため、及び、被ばく状況の変化に関する警告の提供のため、職場及び個人のモニタリングプログラムをさらに実施する予定である。東京電力は、本施設で実施されるすべての作業について、管轄機関(請負人を含む)が提出し東京電力が検証する放射線管理計画があることを説明した。作業計画における被ばくの管理を討議する会議(ALARA会議)が計画段階で事前に組織される。設計が決定されると、被ばくを管理するために計画が策定され(特定区域で作業する人員数等)、調整が行えるよう、線量が設計を超えていないかを確認するため作業区域が事前にモニタリングされる。タスクフォースは、東京電力による線量限度への遵守状況及び作業者の防護の最適化、並びに、より具体的には、最適化プロセスへの重要な入力としてのモニタリング及び線量評価についての包括的な説明を要求した。

タスクフォースは、線量評価方法及び線量最適化ソフトウェアの使用の有無について東京電力を情報を探した。東京電力は、既存の施設については、特定区域における線量率と作業時間に基づいて計算を行うと説明した。タスクフォースは、被ばくの管理においては、時間的制約及び個人防護具の使用よりも管理措置(設計や手順など)を優先すべきであることを提案した。

東京電力は、作業者の内部被ばくに関するタスクフォースによる質問の後、³Hによる内部線量が少ない理由を説明した。³Hは水中のHTOとして測定されることにより、空気中の濃度が推定される。東京電力は、すべての作業者が適切な個人防護具を着用しているため、吸入による被ばくはないと言付け加えた。

タスクフォースは、内部被ばくによる作業者への線量計算における、全身放射能計測以外の方法の使用の有無を東京電力へ質問した。東京電力は、全身放射能計測はガンマ線放射性核種の検出にのみ使用していると説明した。東京電力は、鼻・口でスミア法を実施し、 α 又は β 線による推定線量が2mSvを超えていたことが判明した場合は、バイオアッセイ測定を実施する。

タスクフォースは、東京電力が偶発的なシナリオによる内部被ばく並びに外部被ばくを評価する予定があるかを質問した。東京電力は、現場でのすべての作業は個人防護具を着用している作業者が実施しているため、吸入による被ばく経路はない回答した。

タスクフォースは、東京電力が福島第一原子力発電所の全作業者に対する個人防護具の使用を信頼していることを確認し、東京電力に対し、管理の階層(設計、手順、個人用防護具の使用)を用いて、体系的な方法でALPS特有の職業被ばくの管理について取るアプローチを設定するよう助言した。タスクフォースは、作業者の被ばくに関する線量限度と線量拘束値の使用に関する情報、及び個人の被ばくの調査レベルに関する情報を取得することを望んだ。

(c) 総括及びフォローアップ

東京電力は、放射線防護プログラムの詳細な概要を提供したが、タスクフォースは、関連分野及び運転中の放射線状態の変化を考慮した定期的にALPSサイトの再評価を行うアプローチに関するさらなる情報が必要であるとした。タスクフォースは、個人モニタリング、職場モニタリング、被ばく評価、調査レベルなど、記録レベル等の職業被ばくのモニタリングと評価のプログラムを個別に提示することが、東京電力にとって有用であると続けた。

タスクフォースは、東京電力に対し、ALPSの防護と安全性の最適化に関する手順を明確に説明するよう要請した。タスクフォースは、東京電力による線量限度への適合状況及び作業者への線量の最適化に関する包括的な説明、ALPSの運転を担当する者の作業許可及び訓練の手配に関する詳細な情報を要請した。

付録I. 適用されるIAEA国際安全基準

この付録には、環境内の放射性放出物に適用されるIAEA国際安全基準の一覧が記載されている。

章	安全基準	項
II.1. 横断的な要求及び推奨事項	GSR-Part 3	1.7, 1.8, 1.32, 1.33–1.35, 2.12, 2.39, 2.40, 3.5, 3.9, 3.13, 3.15(c–f, j), 要件29, 3.119, 3.120(a, c–d), 3.121, 要件30, 要件31, 3.131(c–f)
	GSG-9	5.35(d)
	GSG-10	5.7
II.2. 放出／ソースタームの性状	GSG-9	5.13(b), 5.20, 5.21
	RS-G-1.8	5.12(a, b), 5.15, 5.18–5.20, 5.22
II.3. 放出管理のシステム及び処理に関する安全性	GSR-Part 3 3.34,	要件13, 3.29–3.31, 3.32(a–d), 3.33(a, b, d), 3.122, 3.127(d)
II.4. 環境への放射線影響評価(REIA)	GSR-Part 3	3.123(c), 3.124(a), 3.126(a, c, d)
	GSG-9	5.13(d, e), 5.22, 5.24, 5.43, 5.44, 5.46, 5.48, 5.51–5.58
	GSG-10	4.2–4.5, 4.9, 4.13, 5.2, 5.4, 5.6, 5.8, 5.9, 5.11–5.17, 5.19, 5.20, 5.22–5.26, 5.27(a–i), 5.30, 5.32–5.34, 5.36, 5.37, 5.43–5.81, 6.2–6.7
II.5. 放出に関する規制管理と認可	GSR-Part 3	1.7, 1.15, 1.17, 1.22, 1.23, 1.25, 1.28, 3.22–3.28, 3.120, 3.123(a), 3.124(b), 3.126, 3.132(a, b, d, e), 3.133, 3.134
	GSG-9	5.1, 5.2, 5.5, 5.8, 5.9, 5.13(a, c, f, g), 5.14–5.18, 5.23, 5.25, 5.26, 5.30(b–e), 5.31–5.34, 5.35(c, e–g), 5.36, 5.39–5.42, 5.50, 5.51, 5.59–5.62, 5.66–5.69, 5.73, 5.74, 5.76, 5.82, 5.99–5.101
	GSG-10	4.11, 5.29, 5.38–5.42
II.6. ソース及び環境モニタリングプログラム	GSR-Part 3	要件14, 3.37, 3.38, 3.127(f–g), 要件32, 3.135(a, c–f), 3.137(a–e, g, h)
	GSG-9	5.13(b), 5.23, 5.74–5.76, 5.78–5.81, 5.84
	RS-G-1.8	5.1–5.3, 5.5, 5.6, 5.8, 5.9, 5.11, 5.12(c–i), 5.13, 5.16–5.18, 5.21, 5.23–5.30
II.7. 利害関係者の関与	GSR-Part 3	3.124(c)
	GSG-9	5.99–5.102

章	安全基準	項
II.8. 職業上の放射線防護	GSR-Part 3	1.17, 1.22–1.24, 1.26, 2.35, 2.40(b), 2.41(b), 3.19, 3.26, 3.28, 3.34–3.38, 3.40, 3.42–3.44, 3.47, 3.68–3.71, 3.73–3.75, 3.76(a, d, e), 3.78, 3.79, 3.87–3.110
	GSG-7	2.9–2.13, 2.15, 2.16, 2.18, 2.19, 3.49–3.52, 3.60–3.66, 3.75–3.88, 3.90–3.110, 3.112– 3.120, 3.122, 3.129, 3.132, 3.133–3.139, 3.141–3.146, 3.149, 3.150, 3.151, 10.1–10.6, 10.8, 10.9, 10.11–10.24, 10.28

付録II. 64の放射性核種の一覧

本付録では、東京電力が評価対象として選定した64の放射性核種を表示する。³H、¹⁴C、及び⁶²Sの放射性核種はALPSによって除去される。

	放射性核種	半減期		放射性核種	半減期
1	H-3	12.3 a	33	Te-129m	33.6 d
2	C-14	5.73x10 ³ a	34	I-129	1.57x10 ⁷ a
3	Mn-54	312 d	35	Cs-134	2.06 a
4	Fe-59	44.5 d	36	Cs-135	2.30x10 ⁶ a
5	Co-58	70.8 d	37	Cs-136	13.1 d
6	Co-60	5.27 a	38	Cs-137	30.0 a
7	Ni-63	96.0 a	39	Ba-137m	153 s
8	Zn-65	244 d	40	Ba-140	12.7 d
9	Rb-86	18.6 d	41	Ce-141	32.5 d
10	Sr-89	50.5 d	42	Ce-144	284 d
11	Sr-90	29.1 a	43	Pr-144	0.288 h
12	Y-90	2.67 d	44	Pr-144m	432 s
13	Y-91	58.5 d	45	Pm-146	5.53 a
14	Nb-95	35.1 d	46	Pm-147	2.62 a
15	Tc-99	2.13x10 ⁵ a	47	Pm-148	5.37 d
16	Ru-103	39.3 d	48	Pm-148m	41.3 d
17	Ru-106	1.01 a	49	Sm-151	90.0 a
18	Rh-103m	0.935 h	50	Eu-152	13.3 a
19	Rh-106	30.1 s	51	Eu-154	8.80 a
20	Ag-110m	250 d	52	Eu-155	4.96 a
21	Cd-113m	13.6 a	53	Gd-153	242 d
22	Cd-115m	44.6 d	54	Tb-160	72.3 d
23	Sn-119m	293 d	55	Pu-238	87.7 a
24	Sn-123	129 d	56	Pu-239	2.41x10 ⁴ a
25	Sn-126	1.00x10 ⁵ a	57	Pu-240	6.54x10 ³ a
26	Sb-124	60.2 d	58	Pu-241	14.4 a
27	Sb-125	2.77 a	59	Am-241	4.32x10 ² a
28	Te-123m	120 d	60	Am-242m	1.52x10 ² a
29	Te-125m	58.0 d	61	Am-243	7.38x10 ³ a
30	Te-127	9.35 h	62	Cm-242	163 d
31	Te-127m	109 d	63	Cm-243	28.5 a
32	Te-129	1.16 h	64	Cm-244	18.1 a

參考資料

- [1] EUROPEAN ATOMIC ENERGY COMMUNITY, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Fundamental Safety Principles, IAEA Safety Standards Series No. SF-1, IAEA, Vienna (2006).
- [2] EUROPEAN COMMISSION, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, IAEA, Vienna (2014).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Occupational Radiation Protection, IAEA Safety Standards Series No. GSG-7, IAEA, Vienna (2018).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment, IAEA Safety Standards Series No. GSG-9, IAEA, Vienna (2018).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GSG-10, IAEA, Vienna (2018).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection, IAEA Safety Standards Series No. RS-G- 1.8, IAEA, Vienna (2005).
- [7] <https://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/decommissioning/atw.html>
- [8] <https://www.tepco.co.jp/en/decommision/planaction/alps/index-e.html>
- [9] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection of the Environment under Different Exposure Situations, Publication 124, Sage Publishing, London (2014).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment, IAEA Technical Reports Series No. 422, IAEA, Vienna (2004).

III. 第III部 – 付録

付録I. レビューチームのメンバーの一覧

タスクフォース代表

- Gustavo CARUSO 原子力安全・核セキュリティ局調整官

IAEA 事務局

- | | |
|------------------|--------------------------|
| • Joanne BROWN | 廃棄物・環境安全部ユニットヘッド |
| • Anna CLARK | 廃棄物・環境安全部セクションヘッド |
| • Eric FREEMAN | 原子力安全・核セキュリティ局プログラムオフィサー |
| • Paul MCGINNITY | IAEA海洋環境所研究員 |
| • Maria NIKOLAKI | 基準専門家 |
| • Burcin OKYAR | 放射線安全専門家 |

国際専門家

- | | |
|---------------------|--------|
| • Michael BOYD | 米国 |
| • Abel GONZALEZ | アルゼンチン |
| • Nguyen HAO QUANG | ベトナム |
| • Hongsuk KIM | 韓国 |
| • Jean-Luc LACHAUME | フランス |
| • Senlin LIU | 中国 |
| • Jo NETTLETON | 英国 |
| • Sergey SHINKAREV | ロシア |



付録II 日本側参加者の一覧

経済産業省 - 資源エネルギー庁 原子力発電所事故収束対応室

- ・ 湯本 啓市 原子力事故災害対処審議官
- ・ 田辺 有紀 國際担当調整官
- ・ 泉井 厚志 課長補佐
- ・ 飯塚 千亜希 課長補佐
- ・ 安良岡 悟 課長補佐
- ・ 本澤 佑子 係長

東京電力 福島第一廃炉推進カンパニー

- ・ 松本 純一 ALPS処理水対策責任者

福島第一原子力発電所 ALPS処理水プログラム部処理水分析評価プロジェクトグループ

- ・ 實重 宏明 グループマネージャー
- ・ 清岡 英男 課長

福島第一原子力発電所 ALPS処理水プログラム部処理水機械設備設置プロジェクトグループ

- ・ 山根 正嗣 グループマネージャー

福島第一原子力発電所 防災・放射線センター

- ・ 牧平 淳智 センター所長
- ・ 岡村 知巳 海洋環境担当

プロジェクトマネジメント室 中長期計画グループ

- ・ 佐藤 学 グループマネージャー
- ・ 松崎 勝久

廃炉コミュニケーションセンター

- ・ 柏木 悅史 副所長

福島第一原子力発電所 ALPS処理水プログラム部

- ・ 清水 研司 部長

福島第一原子力発電所 防災・放射線センター 放射線・環境部

- ・ 林田 敏幸 部長

福島第一原子力発電所 業務統括室

- ・ 西脇 正昭 室長

東京電力原子力・立地本部

原子力・安全統括部 原子力保健安全センターグループ

- ・ 金濱 秀昭 グループマネージャー

付録III.ミッションの日程と議題

経済産業省及び東京電力に対する第1回レビューミッション

2022年2月13日～19日

2022年2月14日(月)(於 経済産業省)	
09:00 – 10:00	オープニングセッション
10:00 – 12:00	議題1:横断的な要求及び推奨事項
12:00 – 13:00	昼食
13:00 – 15:00	議題2:ソースタームの性状
15:00 – 17:00	議題3:安全関連事項

2022年2月15日(火)(於 福島)	
09:00 – 12:00	福島第一原子力発電所視察 サンプル採取の立ち合い
12:00 – 13:30	昼食
13:30 – 17:00	議題8:職業上の放射線防護

2022年2月16日(水)(於 福島)	
09:00 – 12:00	議題4:環境への放射線影響評価
12:00 – 13:00	昼食
13:00 – 17:00	議題5:放出に関する規制管理と認可

2022年2月17日(木)(於 経済産業省)	
09:00 – 12:00	議題7:利害関係者の関与
12:00 – 13:00	昼食
13:00 – 17:00	議題6:ソース及び環境モニタリングプログラム

2022年2月18日(金)(於 経済産業省)	
09:00 – 12:00	最終確認の会議
12:00 – 13:00	昼食
13:00 – 16:00	追加の議論

国際原子力機関
ウイーン

