

令和4年度原子力施設等防災対策等委託費
(航空機モニタリングをはじめとする環境放射
線モニタリング技術に係る国際動向調査) 事業

成果報告書

令和5年3月

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

本報告書は、原子力規制庁による令和4年度原子力施設等防災対策等委託費（航空機モニタリングをはじめとする環境放射線モニタリング技術に係る国際動向調査）事業の成果をとりまとめたものである。

目次

1. はじめに	3
2. 会議スケジュール実績	5
2.1. 意見交換及び実地視察に関する項目	5
2.2. 意見交換における発表者とタイトル	6
3. 意見交換	7
3.1. 発表概要 (3/13)	7
3.2. 発表概要 (3/14)	10
3.3. 発表概要 (3/15)	13
3.4. 発表概要 (3/16)	16
3.5. 発表概要 (3/17)	17
4. 質疑応答	19
4.1. フランス側からの質問	19
4.2. 日本側からの質問	22
5. 実地視察	25
5.1. 実地視察 (3/13)	25
5.2. 実地視察 (3/14)	26
5.3. 実地視察 (3/15)	27
5.4. 実地視察 (3/16)	28
5.5. 実地視察 (3/17)	29
6. 参考文献	30

1. はじめに

原子力災害発生時の放射線や放射性物質のモニタリングに係る技術や体制については、原子力発電所を有する諸外国においても検討が進められており、これらの内容をフォローし、国内での体制の検討に反映させることは有効かつ有用であると考えられる。また、日本原子力研究開発機構（Japan Atomic Energy Agency, 以下「JAEA」という。）では、福島第一原子力発電所事故以来、有人ヘリや無人機を用いた空からのモニタリング手法について研究開発を行っている。そのような、経験を活かし、原子力規制庁（Nuclear Regulation Authority, 以下「NRA」という。）から「航空機モニタリングをはじめとする環境放射線モニタリング技術に係る国際動向調査」を受託した。

本事業では、航空機モニタリングをはじめとする環境放射線モニタリング技術について、これまで深く意見交換を行うことのなかった諸外国の状況について情報収集することにより、今後の我が国の緊急時モニタリング体制の確立や関係各国との緊急時の円滑な情報共有に資することを目的とする。今年度は、フランスに着目し、原子力防災に関わる担当者とモニタリングに係る技術のうち、次の項目について意見交換及び実地視察を行った。

・意見交換内容

- 1) 航空機による放射線モニタリングの実施・運用について
- 2) 放射線モニタリングに係る情報の共有及び公表について
- 3) 防護措置、環境モニタリング及び被ばく線量評価の関連性について
- 4) 緊急時モニタリング要員の被ばく線量限度について
- 5) 海域における放射線モニタリングの実施・運用について
- 6) 緊急時モニタリング体制全般について（資機材配備体制を含む）
- 7) 令和元年度原子力施設等防災対策等委託費（航空機モニタリングをはじめとする環境放射線モニタリング技術に係る国際動向調査）事業において実施した放射線モニタリングツールの比較試験の結果について

・実地視察内容

- 1) 航空機による放射線モニタリングの実施・運用について
- 2) 放射線モニタリングに係る情報の共有及び公表について
- 3) モニタリングポスト等の環境放射線モニタリング設備について
- 4) 無人機のモニタリングへの適用状況について

フランスは、我が国の緊急時モニタリング情報共有・公表システムに類似したシステムを運用している。また、チェルノブイリ原子力発電所事故の経験や自国での原子力施設の事故の経験から、原子力防災の仕組みの整備は世界トップレベルであり、航空機モニタリングに係る体制も整備されている。フランス原子力安全局（Autorité de sûreté nucléaire, 以下

「ASN」という。)、放射線防護・原子力安全研究所 (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, 以下 IRSN) という。) 及びグループアントラ社 Groupe INTRA との間で、環境放射線モニタリングに係る技術について意見交換を実施した。これらの意見交換を通じて、今後の我が国の環境放射線モニタリング体制の強化に資する情報をまとめた。

2. 会議スケジュール実績

2.1. 意見交換及び実地視察に関する項目

下記の趣旨に基づきフランス側の研究者や行政関係者と意見交換及び実地視察を行った。
 会合での意見交換に関する項目を表 2-1 に、実地視察に関する項目を表 2-2 に示す。

表 2-1 意見交換に関する項目

項目	3/13	3/14	3/15	3/16	3/17
1) 航空機による放射線モニタリングの実施・運用について	○	○	○		
2) 放射線モニタリングに係る情報の共有及び公表について	○	○	○	○	○
3) 防護措置、環境モニタリング及び被ばく線量評価の関連性について	○	○	○	○	○
4) 緊急時モニタリング要員の被ばく線量限度について	○		○		
5) 海域における放射線モニタリングの実施・運用について	○	○	○		
6) 緊急時モニタリング体制全般について（資機材配備体制を含む）	○	○	○	○	○
7) 令和元年度原子力施設等防災対策等委託費（航空機モニタリングをはじめとする環境放射線モニタリング技術に係る国際動向調査）事業において実施した放射線モニタリングツールの比較試験の結果について			○		

○: 実施項目、空白: 実施なし

表 2-2 実地視察に関する項目

項目	3/13	3/14	3/15	3/16	3/17
1) 航空機による放射線モニタリングの実施・運用について	○				
2) 放射線モニタリングに係る情報の共有及び公表について	○	○	○		
3) モニタリングポスト等の環境放射線モニタリング設備について		○			
4) 無人機のモニタリングへの適用状況について		○		○	

○: 実施項目、空白: 実施なし

2.2. 意見交換における発表者とタイトル
 会合における発表者所属及びプレゼンタイトルを表 2-3 に示す。

表 2-3 発表者及びプレゼンタイトル

日付	No.	所属	タイトル
3/13	(1)	NRA	Address as Japanese delegation and introduction of Japanese attendees 日本側代表団としての挨拶と日本側出席者の紹介
	(2)	JAEA	Japan-France joint meeting on environmental radiation monitoring techniques – JAEA's introduction 環境放射線モニタリングに関する日本-フランス合同会議—JAEA の紹介
	(3)	IRSN	Presentation of the Institute IRSN のプレゼンテーション
	(4)	IRSN	IRSN's Emergency Technical Centre IRSN の緊急時技術センター
	(5)	ASN	Preparedness and Response in the Event of a Nuclear or Radiological Emergency: Role of ASN 原子力・放射線緊急事態に向けた準備と対応：ASN の役割
3/14	(6)	IRSN	Radiological Intervention and Environmental Monitoring Department 放射線介入・環境モニタリング課
	(7)	IRSN	Environmental Analysis and Metrology Department 環境分析・計測課
	(8)	IRSN	Environmental Monitoring by Sampling laboratory サンプリングラボによる環境モニタリング
	(9)	IRSN	IRSN Data Sharing & Publications IRSN のデータ共有・公表
	(10)	IRSN	The Remote Sensing Laboratory リモートセンシングラボ
3/15	(11)	IRSN	Feedback of In-situ Measurement in Japan in 2019 and Presentation of Subjects of Interest for IRSN 2019 年の日本での In-situ 測定のフィードバック及び IRSN の関心事項
	(12)	NRA	Japan's OIL approach and measures to protect the population in PAZs and UPZs 日本の OIL の考え方や PAZ 及び UPZ の住民防護策
	(13)	JAEA	Subject of interest 関心事項
3/16	(14)	Groupe INTRA	GIE Groupe INTRA Groupe INTRA 社について
3/17	(15)	NRA	Radiation protection of the population in Japan 日本における住民の放射線防護の考え方
	(16)	JAEA	Summary of this joint meeting and proposals for future cooperation (JAEA) 本合同会議の総括及び今後の協力関係の提案 (JAEA)
	(17)	IRSN	Summary of this joint meeting and proposals for future cooperation (IRSN) 本合同会議の総括及び今後の協力関係の提案 (IRSN)

3. 意見交換

3.1. 発表概要 (3/13)

- 1) 「日本側代表団としての挨拶と日本側出席者の紹介」(発表者所属: NRA)
 - ・ 政府担当者も含めた合同会議であるため、技術的な側面に加え、環境放射線モニタリングの運用や危機の維持管理など制度的な側面についても意見交換を希望する。

- 2) 「環境放射線モニタリングに関する日本-フランス合同会議—JAEA の紹介」(発表者所属: JAEA)
 - ・ JAEA は福島第一原子力発電所事故直後から、海外の研究機関と協力をしている。フランスとは 2019 年度に合同会議を実施しており、2022 年度はカナダとも同様の会議を行った。将来的には福島を訓練のフィールドとして使ってもらいたいと考えている。
 - ・ 南相馬の環境モニタリンググループには 30 名が所属している。放射線測定から分析まで行っており、現場の対応だけでなく学術論文を作れることも強みである。女性が多いのは、放射線レベルが下がっていることの裏付けでもある。
 - ・ 避難区域の中で特定復興再生拠点区域は 2022 年～2023 年にかけて、その他の帰還困難区域は 2030 年までに解除予定である。
 - ・ 無人ヘリコプターを用いた放射線モニタリング技術が開発されている。NRA からの受託研究の一環で、2012 年から毎年空間線量率測定を実施している 1)。無人ヘリによる調査結果から、河川の合流地点の空間線量率が高いことが分かった 2)。
 - ・ 2024 年に予定されている福島第一原子力発電所における ^3H を含んだ処理水の海洋放出に備え、2022 年に 1,000 件のサンプルを採取した。
 - ・ 2023 年度は無人機のモニタリングに基づく機械学習を実施予定である。福島でのモニタリング結果を教師データにしており、任意の検出器に適用可能である。検出器の重量は 1kg 以下であるため、無人機にも搭載可能である。
 - ・ NRA の公開データをもとに、個人の生活行動に応じた被ばく状況をシミュレーションすることが可能なシステムを開発した 3)。Google map をベースに、屋内・屋外、移動手段を選択して線量を求める。地方自治体に導入し、リスクコミュニケーションにも活用している。

- 3) 「IRSN のプレゼンテーション」(発表者所属: IRSN)
 - ・ IRSN は、「原子力の安全とセキュリティ」、「人と環境の保護（電離放射線のリスクなど）」、「放射線及び原子力事故時の対応」の 3 つの分野で介入を行う。市民の安全と事故があった時の対応の両方に対応する。
 - ・ IRSN は商工業的公施設法人で、5 つの省（環境、防衛、保健等）が関係している。1,800 人の従業員のうち 3/4 が研究員であり、フランスに 9 か所事務所がある。予算は 2 億 7,100 万ユーロで、40%が研究に使われている。
 - ・ 「健康と環境」、「原子力の安全」、「セキュリティ」の 3 つの分野のエキスパートを目

- 指している。
- ・ IRSN の代表は Jean Christophe NIEL 氏である。「セキュリティ・核不拡散」、「健康・環境」、「原子力安全」、「サイト管理・運営」の 4 つの部門に分かれている。放射線防護や緊急時対応を担当するのは「健康・環境部門」である。501 名の職員のうち半数が環境局、もう半数が健康局に所属している。
 - ・ 環境局では、「放射性廃棄物」、「環境」、「エコシステム」の 3 つの分野を扱う。自然災害のリスクに対応する「SCAN」、放射線介入・環境モニタリングの「SIRSE」、住民防護の「SEREN」など 7 つの課がある。「SIRSE」は平時から、危機が迫っている特殊な状況、事故時のすべての段階まで対応する。
- 4) 「IRSN の緊急時技術センター」(発表者所属: IRSN)
- ・ 原子力事故の際、IRSN は「分析」、「モニタリング」、「人体への放射線の影響の確認」、「当局への報告」をミッションとする。
 - ・ 危機管理にあたって 4 つの重要なテーマがある。まず「モニタリングと監視」である。次に「緊急時に特別な人事の配置」、「緊急時に活用する装置・システム・機械の配備」、そして「緊急時に対応する人員のトレーニング」である。
 - ・ 緊急時対応として、毎週 35 人が 24 時間対応可能な体制になっている。IRSN の電話番号に通報があると自動的に動員される。危機管理対策はこの人員に限らず、移動式のユニットやラボもある。
 - ・ 事故の状況予測と分析は、Emergency Technical Centre で行う。一方、人体への影響分析や環境モニタリングは現地またはラボで行う。
 - ・ 緊急時は IRSN の職員 1,700 人のうち 300 人が自らの意思で対応する。そのための研修やトレーニングにも参加している。
 - ・ Emergency Crisis Center では次の 5 つのプロセスを繰り返す。1.データ収集・分析部門では場所・天候・測定データを集める。2.診断・予測部門では、IAEA でも認められているメソッドで今後の予測をする。3.放出評価部門では、放射性物質がどれくらい放出されるか、また人や環境にどの程度影響を与えるかを評価する。4.評価比較部門では、センターで出した見方と現場のオペレーターの考えを比較する。5.成果報告部門では、関係省庁に結果を伝えて公表する。この 1~5 までの工程を 1 時間~1 時間 30 分で実施する。
 - ・ データ収集と分析部門では、現場に 1 分間に 1,000 件のメッセージが送られてくる。天候情報は気象庁から 1 日に 4 回入手し世界中に展開する。リアルタイムモニタリングの Teleray⁴)には 500 か所のステーションがあり、オペレーターから来るものも合わせると 1,000 か所のステーションがある。
 - ・ 診断・予測部門では自分たちがこういった状況にあるのか分析し、今後何が起きるのか検討する。診断・予測方法は決まっており、現場でも同じ方法を用いる。評価方法は IAEA のスタンダードに準拠している。

- ・ 放出評価部門では分析をして、環境にどのような影響があるか、どのように広がっていくかを評価する。事故があった場所のすぐ近くから、周辺数 km にあたるところ、国全体、地球全体への影響を考える。こちら、評価方法は IAEA のスタンダードに準拠している。データを比較して今後の予測について改善を行うために、事故後はすぐにデータを分析する。既に計算されたシステムがあるためすぐに分析結果が出てくる。データが増え、分析する時間があるとより正確な評価が可能となる。
- ・ 評価比較部門では、センターで評価を出した後に現場のオペレーターが出した評価と照らし合わせて、自分たちがどういう状況にいて、これからどういう状況になるかを考える。事前に十分な準備を行い、定期的にコミュニケーションをとる。またメソッドやトレーニングを常に考え、必要な時にすぐに使えるようにしている。
- ・ 成果報告部門では、ASN にデータを送る。人々を守ることが目的である。
- ・ 事故後には、どこに人が居住することが可能か、どこを食料を食べたり売ったりして良いのかを決める。そのために車やヘリ、歩行サーベイで必要な放射線測定を行う。リアルタイムで送られてくるモニタリングステーションのほか、移動可能なモニタリングカーもある。

5) 「原子力・放射線緊急事態に向けた準備と対応：ASN の役割」(発表者所属: ASN)

- ・ 原子力事故の際、フランスでは県知事が代表責任者となる。事故の規模が大きくなるにつれて、地域レベルから首相レベルまで担当が上がる。ASN と IRSN は県知事と各省庁の仲介役にもなる。また、ASN は IAEA や EU など国際的な協力もしている。
- ・ 原子力危機の際、ASN は次の 4 つの柱を基本としている。まず現状を把握して管理すること。事故現場に必要な人員を派遣するミッションも含まれる。2 つ目に市民を守るため、避難させるためのアドバイスを県知事に与えること。3 つ目に人々に情報を伝えること。ASN の立ち位置は独立しているため自由に情報を伝えられる。4 つ目に国外に情報を伝える役割である。
- ・ ASN には独自の緊急時体制があり、24 時間対応可能な人員が常に 20 人いる。これらのスタッフは、放射性物質が放出されたり、原子力発電所で事故が起こったりした場合に対応するようになっており、緊急性に依ってチームを結成する。発電所などで何か起きた場合、ASN にすぐに情報が回り、ASN から人を現場に派遣する。昨年燃料製造工場で火災が起きた際にも、フランス電力株式会社 (Électricité de France, 以下「EDF」という。) や現場の人々と一緒に緊急対応した。なお、放射性物質の放出はなかった。発電所で事故が起きていなくても住民が不安に思っている場合は Emergency Center で対応する。
- ・ 緊急時は皆 Emergency Center に来て対応する。ASN の運営に携わる人事部職員等を除き、450 人が危機対応可能な体制にある。危機は長く続く場合もあるのでそれだけの人員を要する。EDF が ASN に直接情報を送る体制になっている。
- ・ 訓練は年に 10 回～12 回、2 日間にわたって実施する。EDF、政府関係者、IRSN も合

同で参加する。訓練内容は事前に知らされないことになっている。

- ・ ASNが訓練全体をコーディネートする。体制がうまく機能しているか、危機が起きたときうまくコミュニケーションがとれるか等テストする。偽のジャーナリストから質問するシチュエーションも作る。
- ・ 2022年には10件の訓練を実施した。原子力発電所や軍を含むフランスの原子力に関わるすべての機関が関与している。
- ・ 海外との訓練も実施している。フランスでは隣接国の人々を呼んだり、各国から呼ばれたりすることもある。隣接地域の人々を守ることが非常に重要なテーマである。
- ・ 2022年にアラブ首長国連邦で行った訓練では、フランス大使館とも協力して実施した。
- ・ ASNはEDFが作成する緊急対策プランを承認する役割がある。そのプランをEDFが実際に利用可能か、機能するかが重要であるため、予告なしにEDFに緊急プランの開始を命令することもある。

3.2. 発表概要 (3/14)

6) 「放射線介入・環境モニタリング課」(発表者所属: IRSN)

- ・ 環境分析・計測課には、「放射線評価・介入」、「緊急時対応準備」、「環境モニタリング」という3つの柱がある。事故の状況を正しく把握し、対応するようトレーニングしている。
- ・ 実地視察対象施設である放射線防護・現場評価ラボ North 部は、各施設で何が起きているのかを見極めることをミッションとして定めている。Le Vésinet には環境モニタリング(サンプリング)をする部署や、モニタリング結果を管理・利用する部署がある。

7) 「環境分析・計測課」(発表者所属: IRSN)

- ・ 52名が環境の分析のみに従事している。Le Vésinet には様々なラボがあり、700メートル地下のラボもある。
- ・ この部署の活動内容として、まずフランス全土でモニタリングを実施している。次に独自のプロトコルによるリサーチ等を実施している。さらに規制当局のサポートを実施している。これは安全に関する点検で、サンプルを各研究所に送り、正しい分析結果を出しているか検査するものである。食品中の放射能検査に関する規定を管理したり、危機時の戦略を決めるサポートをしたりすることもある。さらに、公的・私的機関についても測定をサポートを行う。サービス分野では飲料水に関する検査もある。
- ・ Le Vésinet のラボの敷地は約 4,000 m²あり、年間 13,000 件のサンプル分析と 2,500 件のキャリブレーションを実施している。
- ・ 原子力事故の際は独自のプロトコルを使って Pu などを分析する。ラ・アーク再処理工場での事故の際もここで分析を行った。解析をより早く進めるために AI も活用し

ている。原子力事故のほかテロへも対応する研究所である。一般向けに用いられる食品の分析ツールも整備されている。

- ・ IRSN は、フランスの各研究所が正しく機能しているかを監査すると同時に、危機が起きた際に関連団体と協力して対応する役割もある。

8) 「サンプリングラボによる環境モニタリング」(発表者所属: IRSN)

- ・ サンプリングラボの主な機能は 3 つある。「規制当局のサポート」、「緊急時対応のサポート」及び「環境モニタリング」である。1 年間に 6,000 件のモニタリングを実施しており、公表することも重要な仕事で、研究開発も行う。サンプリングにあたっては、採取、検査、処理方法のプログラムも作成する。
- ・ 原子力施設周辺のみならず、施設から離れた場所でもモニタリングを実施する。モニタリングの流れとしては、放射性核種を特定して、どこで（空中か食品中かなど）、どのようにモニタリングするかを決める。その後モニタリング結果をラボで分析する。
- ・ 放射性物質の種類や場所・目的によって、定期的に行う分析とオプションとして加える分析とがある。原子力発電所については γ 線放出核種、 ^3H 、 ^{14}C は定期的に分析しており、 α 及び β 線放出核種（例: ^{90}Sr ）は必要があれば分析している。
- ・ フランス全土で年間を通して、空中、地表、水中それぞれでのモニタリングを行っており、空間線量率の測定地点だけで 450 か所ある。そのほか、海水、木の葉、チーズ、魚などのモニタリングも実施している。
- ・ 2023 年は 6,825 件のサンプリングを計画している。すべてのサンプルを IRSN のみで採るのは難しいため、農業省など別の機関もサンプルを採取する。
- ・ サンプルを採取したらラボに送ってデータを登録する。その後試薬を加えたり、計測や処理を行い承認後に公開される。その際にはトレーサビリティが重視されている。
- ・ 研究開発分野としてパッシブサンプリングも実施されている。空気中の ^3H のモニタリングは既に承認されており、カーボンも承認されるよう取り組んでいる。金額的にリーズナブルなのが良い点である。
- ・ 何か災害が起きた際は緊急時のモニタリングプランを実行し、災害現場とそれ以外の場所のサンプルをとって数値を比較する。

9) 「IRSN のデータ共有・公表」(発表者所属: IRSN)

- ・ IRSN ではすべてのラボが同じメソッドを使って分析している。1960 年代から現在までの情報を保管したデータベースがあり、IRSN 職員であれば誰でもアクセス可能である。
- ・ 原子力施設をはじめ 66 の団体・企業・研究所等からのデータを集計するネットワークシステムとして、RNM (The National network for environmental Radioactivity Measurements) がある。各研究所が正しく機能しているか、IRSN がテストすることもある。データの公表方法についても各機関でばらばらにならないよう均一化し、ウ

ウェブサイトで公開する。これらは平常時に常に行われているシステムである。

- ・ RNM のウェブサイト 5)では地図上でデータが確認できるほか、グラフや表にしたり検索をかけることが可能である。このデータをもとに冊子を出している。RNM には 300 万件のサンプリング結果と、400 万件の測定結果を掲載している。全国的な認証委員会があり、現場の作業員の測定技術を担保するようにしている。
- ・ 災害が起きた場合のシステムは別にあり、緊急時はより早くデータが処理される。IRSN がすべてのデータを集約するのは平常時と同じだが、データは一般市民に公表されず、意思決定者にのみ公表される点は異なる。プローブによる測定、車載サーベイや航空機サーベイなど現場のデータは自動で集められ、地図や表、グラフにまとめる。地図では測定場所が一覧表示され、異常があれば赤で示すなどわかりやすくなっている。
- ・ これとは別に、緊急時に一般市民に公表するための情報ツールがある。何が起きたか簡単にわかるよう短いタイトルをつけたり、地図や写真を入れることが可能である。シンプルなものなので広報担当も使いやすい。

10) 「リモートセンシングラボ」(発表者所属: IRSN)

- ・ リモートセンシングラボには 7 名が勤務している。フランス全土に 500 近く設置された遠隔モニタリング機器を管理している。「放射線レベルの異常の検知」、「原子力施設が実施するモニタリング結果を補完するデータの提供」、「迅速な情報公開」を任務とする。平常時も緊急時も同様である。
- ・ 異常を検知するにはフランスの放射線モニタリングネットワークシステム Teleray を常に使える状態にしておくことが重要である。緊急時は 24 時間体制で対応する。異常の原因がわからない場合は IRSN の緊急対策本部に連絡する。固定モニタリングポストに加えてモバイルで測定を行うこともある。
- ・ ラボでは EDF、フランス原子力・代替エネルギー庁 (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, 以下「CEA」という。)、原子力関連事業に携わるオラノ社 (以下「Orano」という。) の施設周辺の情報からモバイルでの測定結果までを集約する。他国のデータも一覧で見られるようになっている。また、フランスでの測定結果は近隣諸国にも送られている。
- ・ Teleray からの警報では、気象の異常、事故や放射性物質の運搬による放射線レベルの異常を検知可能である。警告の種類をすばやく行うため AI を活用し、IRSN の他部署とも連携している。
- ・ Hydro Teleray は、7 か所に設置したガンマ線スペクトロメータで河川の水中モニタリングを実施している。スペクトルデータがリアルタイムでラボに送られてくる。
- ・ 空中モニタリングについては、ヘリコプターの使用に関して民間企業と 3 年契約を締結している。年間 30 時間使用可能である。
- ・ 国際的なデータ共有システムとして、ヨーロッパ連合放射線データ交換プラットフォーム

ーム (The European Radiological Data Exchange Platform, 以下「EURDEP」という。) ⁶⁾が整備されている。ドイツは測定機器を多数設置しているが、サンプルを採取することはあまりない。これに対してフランスは原子力施設等の近くに測定機器を設置している。チェルノブイリ原子力発電所事故の影響が大きかった地域は、ドイツのような戦略をとっている。イタリア、イギリス、スペインなどはフランスと似たような体制である。フィンランドはロシアの原発や原子力潜水艦基地が近いため、測定機器の設置が多い。

3.3. 発表概要 (3/15)

11) 「2019 年の日本での In-situ 測定のフィードバック及び IRSN の関心事項について」 (発表者所属: IRSN)

- ・ 2019 年の合同会議ではフランス側として初めてドローンに検出器を搭載して測定した。
- ・ 車載サーベイ用機材はたくさんあるが、2019 年は緊急時に使用する小型の機材を使用した。汚染されている地域とそうでない地域の区分けが課題であったが、最終的に自分たちが目指していた結果となり、JAEA のデータとも一致していたので満足している。
- ・ バックパックサーベイでは、特に線量計の開発をさらに進めることができた。空間線量率が高すぎるとシステムが作動しなかった点は課題となった。
- ・ ドローンでの測定では、空中での測定結果を地上 1 m 高さにおける空間線量率に換算する際、供給元のアルゴリズムではうまくいかないことが判明したため、JAEA の手法 ⁷⁾を採用することになった。また、地質学的な影響を考慮したキャリブレーションも課題となっている。
- ・ 2019 年当時フランスが使用していた GPS は古くて性能があまり良くなかったため、現在は新しい GPS を採用している。GPS が原因で測定の比較ができないことに気づいた。
- ・ 環境モニタリング (特に海洋モニタリング) については、平常時のモニタリングやサンプリングに関する知識が豊富でないため、日本の技術を学びたいと考えている。特に、緊急時に海に排出される液体と気体の両方について、モニタリング体制や平常時とのデータの比較など、日本ではどのようにしているのか知りたいと考えている。
- ・ 今後日本と意見交換したい関心事項を挙げた。まず緊急時の航空機モニタリングについて、どのような機材を使って測定するのかに加えて、その結果の活用方法、測定スタッフのマネジメント方法、トレーニング方法、トポロジーを考慮した補正方法の議論を希望した。次にデータの公表について、検出したデータを一般市民にどう公開するか、異なる技術で算出した結果をどう一元化するか、公表するデータの対象は線量のみなのかその他のデータも含めるのか、様々な測定結果を 1 つの地図上にどう表すかなどの議論を希望した。

- 12) 「日本の OIL の考え方や PAZ 及び UPZ の住民防護策について」(発表者所属: NRA)
- ・ 福島第一原子力発電所事故の際、住民の防護は予測をもとに決定することとなっていた。実際の事故では、気象条件などからいつどのようにソースタームが放出されるか、正確に予測できなかった。その反省から、事故後は IAEA のセーフティガイド等⁸⁾をもとに戦略を見直し、予測は使わないこととなった。
 - ・ 放射性物質の放出前は発電所の状態に応じた緊急時活動レベル (Emergency Action Level, 以下「EAL」という。)、放出後は放射線モニタリングに基づく運用上の介入レベル (Operational Intervention Level, 以下「OIL」という。) で住民防護策を判断することとした。EAL では事業者から事故の状況を説明してもらう。
 - ・ 現在、原子力発電所から半径 5 km について予防的防護措置を準備する区域 (Precautionary Action Zone, 以下「PAZ」という。)、5 km~30 km までを緊急時防護措置を準備する区域 (Urgent Protection action planning Zone, 以下「UPZ」という。) に設定している。PAZ は放射性物質の放出前に事前に住民を避難させる区域である。UPZ は住民防護の準備をする区域 (自宅でのシェルタリングや避難などの計画を立てる) である。
 - ・ 住民の防護措置判断をする EAL について紹介した。警戒事態 (Alert, 以下「AL」という。) はトラブルが起きた状態、施設敷地緊急事態 (Site Emergency, 以下「SE」という。) はトラブルをまだ止められるかもしれない段階、全面緊急事態 (General Emergency, 以下「GE」という。) はトラブルをもう止められない状態のことを指す。SE になったら PAZ の住民は避難の準備を始める。避難に時間がかかる人々は SE の段階で避難させるが、一般の人々は GE で避難する。GE は放射性物質が放出されていない段階で、一般的な原子力発電所の事故の場合 GE から放出まで数日間余裕があるため、この間に PAZ の人々が避難する。GE のとき UPZ の人々は、自宅でシェルタリングをする。
 - ・ 放射性物質が放出した際のプルームはシェルタリングで防護する。放射性物質が地面に降り注いで汚染されたら、そのレベルに応じてシェルタリングから避難するなどを決める。
 - ・ 原子力発電所周辺にはそれぞれ 100 台ほど固定型の放射線測定器が設置されている。365 日測り続けており、緊急時はすぐにデータがわかるようになっている。
 - ・ ダストサンプリングについて紹介した。大気モニタは放射性物質をその場で測る検出器を搭載している。緊急時に 10 分ごとにβ線を測定し、数値の変化を確認するものである。福島第一原子力発電所事故後、検出器の周りにγ線放出核種が溜まり正確な測定ができなかったのに対し、β線は遮蔽が容易なためβ線検出器を採用した。現場のフィルターをラボに持ち帰ってγ線スペクトロメータ (ゲルマニウム半導体検出器) で測る。
 - ・ ヨウ素サンプラは 6 時間ごとにサンプルフィルターを自動で交換するもので、測定は

ラボに持ち帰ってから行う。福島第一原子力発電所事故の経験から、モニタリング要員を防護するため1週間は自動で交換するように改造した。大気モニタでプルームの有無を確認し、ヨウ素サンプラのフィルターを1週間後に測定すればプルームの流れとヨウ素の量がわかる。福島原発事故の際プルームの動きを捉えられなかったため、ヨウ素がどのように広がっていくかを測るシステムを作った。

- ・ 平常時のモニタリングは緊急事態に備えるものという考えがあるため、ガンマ線検出器は事故に備えて設置して計測し続けている。一方、大気モニタとヨウ素サンプラは事故が起きたときに遠隔で電源を入れられるようにしている。なお、原子力発電所から5 km 圏内では発電所からの漏洩を監視する目的でガンマ線検出器・大気モニタ・ヨウ素サンプラを設置し、常に稼働させている。
- ・ 緊急時モニタリングでは土や飲料水のサンプリングも行う。平常時は原発周辺で河川水を測り、緊急時は河川水を浄化した後の水道水からサンプリングする。UPZ 内はシェルタリングしているため、決まった場所で水道水を保管してもらい、水を飲んでどれくらい被ばくしたかわかるようにしている。
- ・ 福島第一原子力発電所事故の際、福島第一原子力発電所に海水のサンプリングを依頼した。事故後1~2週間後に開始した。その後、海底土や魚のサンプリングも始めた。海水も深さを変えてサンプリングするようになった。サンプリングの際、海水のシミュレーションはできていなかった。海に流れていったガンマ線の計測はしておらず、今でもそのシステムはできていない。
- ・ データの公開について説明。モニタリングポスト (γ 線放出核種に起因する空間線量率) の情報は国側に集約される。同じ時間に来たデータは規制庁内部用と一般用の両方に同じ内容が掲載される。

13) 「関心事項」(発表者所属: JAEA)

- ・ 原子力防災で必要なのはモチベーションの維持、体制、コストの最適化だと考えている。
- ・ 福島事故直後、日本には航空機モニタリングの技術はほとんどなく、2011年3月22日から米国エネルギー省が初めて実施。それを教訓として JAEA が航空機モニタリング技術を開発^{1,7)}した。
- ・ 1年ごとの航空機モニタリング結果の推移から、空間線量率の高い地域が縮小していることが分かった。
- ・ JAEA に航空機モニタリング専用のチームを発足(10名所属)、各原発周辺のバックグラウンドを測定。NRA の事故対応マニュアルに位置付けられている。自然放射線マップを見ると福島周辺より西日本の方が高線量なことがわかる。
- ・ 航空機によるバックグラウンド測定は技術維持のための事業⁹⁾になっている。自衛隊とも測定訓練を行っていたが、現在は電波法上の制約等で中止。
- ・ 航空機モニタリングは規制庁の政策に位置づけられている。モニタリングポストはコ

ストがかかり一部しか設置できないため UAV を活用を考えている。PAZ 内に人が入れないことを考慮して 5 km 圏内は UAV、5 km 以遠は有人のヘリコプターでの測定を実施することが好ましい。

- ・ 現在の海水モニタリングの実施団体と対象、場所、頻度、トリチウムの検出下限値等を紹介した。発電所の近くは NRA、福島県、TEPCO の 3 者で実施されている。
- ・ 2023 年から処理水の海洋放出が始まるため、サンプリングポイントが 5 倍に増えた。港湾の中には TEPCO のみがモニタリングを実施しており、JAEA はこれらのモニタリング結果を解析している。
- ・ JAEA が手掛ける無人機材を紹介した。今後、海洋のサンプルの採取に船を使いたいと思っている。2023 年度から規制庁が年に 1 回行う原子力防災訓練に無人機と無人ヘリを使う計画が出ている。
- ・ 無人機で測定したデータを補正するための地形の測量（トポグラフィー）も実施。レーザーを使う場合と写真を合成する場合がある。換算には逆解析法を使っていたが、最近機械学習の方が優れていることが分かった。必要なデータは計数率、測定高度、RGB データ、トポグラフィーデータの 4 つである。JAEA の教師データはフランスの検出器にも適用可能である。線量マップでは従来法に機械学習を適用すると線路がはっきり見えるようになった¹⁰⁾。
- ・ JAEA が活用する無人機 Penguin C は 20 時間以上飛ぶことが利点。滑走路が使えない場所でもカタパルトで発射可能である。この事業は 4 年目で既に 30 回以上飛ばしており⁹⁾、これまで事故はない。プルームを計測して情報提供することを目的に研究開発を行っている。福島事故の際はプルームが出るまで 1 日かかったため、長い時間フライトが可能であることがポイント。
- ・ JAEA の福島専用データベースサイト¹¹⁾を紹介。空間線量率や海水など 14 のカテゴリで 5,700 万件のデータが入っている。航空機モニタリングのデータも見られる。空間線量率のデータ件数が一番多い。

3.4. 発表概要 (3/16)

14) 「Groupe Intra 社について」(発表者所属: Groupe INTRA)

- ・ Groupe Intra は、EDF、CEA、Orano のフランスの原子力に関係する 3 社が出資して設立された。緊急時に遠隔操作可能なロボットを用いて災害に対応する組織である。チェルノブイリ原子力発電所事故後の 1988 年に設立され、22 人勤務している。
- ・ 緊急時は「放射線状況の視覚化」、「機材管理」、「機材の運用」、「土木工事」をミッションとする。
- ・ 5 人 1 組の「オンコール」チームを結成し、24 時間 365 日体制で対応するようにしている。チームメンバーは 1 時間以内に集合し、2 時間以内にサイトに到着する体制を構築している。親会社から緊急時対応などの一報が入ったらどの無人モジュールを動員するか決定する。

- ・ 1 週間ごとの勤務で毎週金曜日にトレーニングを実施して機材の使い方を学んでいる。シミュレーションサイトには階段やドア、通路が再現されており、機材の実際の運用を体験可能である。また DosiCase という無線機器を使って線源の場所や強さを特定するバーチャルシステムや、蛍光粉末に反応するセンサーで除染訓練を行うシステムもある。
- ・ 環境放射線マッピングには MIRION のセンサーを搭載したドローンや大型検出器を載せた有人ヘリを活用している。環境放射線モニタリングでは小型線量計や SKYLINK という通信機付きのプロブを活用している。
- ・ 同社の工場では遠隔操作可能なロボットを一括でコントロールするようになっている。土木工事等で必要なロボットも保有している。
- ・ 緊急時のガイドラインとして次の 3 つのシナリオを想定している。作業場・作業エリアともに汚染リスクがないシナリオ、作業エリアに汚染リスクがあるシナリオ、すべて汚染されたシナリオである。レベルに応じて防護アイテムを決定する。
- ・ 全国規模、近隣諸国との訓練も実施。EDF とパンリー原発周辺で行った訓練では暴風雨のため原子力発電所に陸路でアクセスできない想定でボートを活用した。グラブリース原子力発電所周辺での訓練では水中ドローンで深さ方向の測定も実施した。
- ・ 実際の事故でも訓練の成果を発揮できた例がある。2022 年 11 月、シヴォー原子力発電所の原子炉近くで少量の放射線漏れが検出された。炉心近くのバルブの圧力が上がっていることが判明したため Groupe INTRA に要請があり、ガンマカメラやドローンによる放射線量の測定後、遠隔ロボットでパイプを切断し、細かくして遮蔽ボックスの中に入れるミッションを行った。線量は 30~50 mSv/h、場所によっては 50 Sv/h の高線量だった。ミッションに成功し、訓練と比べてオペレーションの違いもわかったので Groupe INTRA としても良い経験となった。
- ・ Groupe INTRA は毎年ワークショップを開催しており、前回はパイロットに対するストレスをテーマにして日本を含む様々な国から参加があった。2023 年はオペレーションチームのマネージャーに対するストレスをテーマに 10 月 12 日に開催予定。日本の皆さんに再び来てほしい。キースピーカーの推薦もしてほしい。Groupe INTRA は日本原子力発電株式会社の美浜原子力緊急事態支援センターと協力関係にある。
- ・ 現在、政府関係者のみがアクセス可能な専用の情報交換サイトを構築中である。

3.5. 発表概要 (3/17)

15) 「日本における住民の放射線防護の考え方」(発表者所属: NRA)

- ・ 日本は、福島第一原子力発電所事故前にはシミュレーションで炉の状況予測を行い、そのデータ予測をもとにプルーム予測をしていた。拡散計算はできたが炉のデータが取れなかった。その原因は、電源喪失してすべてのセンサーが止まってしまい、計算できなくなったこと。この経験から日本では OIL の考え方を利用して自動的に住民を避難させることにした。

- ・ 日本は、オンサイトとオフサイトの情報が統一されていないため、これが問題であると痛感した。
- 16) 「本合同会議の総括及び今後の協力関係の提案 (JAEA)」 (発表者所属: JAEA)
- ・ 今後の協力関係の継続を希望した。将来的に次のいずれかのタイミングを提案したい。「2023 年末と 2024 年夏に福島で合同調査を行い、UAV のカリブレーションと機械学習に関するレクチャーをする」、または「2023 年に米国、カナダ、韓国と合同でミーティングを行う」、「もしくは IEEE (2023 年 11 月、バンクーバー、締め切りは 5 月) や Groupe INTRA、IAEA などの会合で合同プレゼンをする」ことも考えられる。
- 17) 「本合同会議の総括及び今後の協力関係の提案 (IRSN)」 (発表者所属: IRSN)
- ・ 福島で合同調査やカリブレーション、機械学習について学ぶ機会をいただけたら嬉しいと考えている。フランス側としては 2024 年の春または夏に福島を再訪問したいと思っている。UAV での測定を含むアジェンダについてはこれから検討したい。フラクタル測定にも非常に興味がある。
 - ・ 次の訪問の一番の目的は、車載サーベイ、歩行サーベイ、UAV など様々なデータを 1 つのマップに統合することであり、フランスの課題でもある。日本側の地図と比較研究を希望した。
 - ・ 日本の NRA とも、政策側へのアドバイスやフランス側のシミュレーション、事故後の測定などについて情報交換を希望した。
 - ・ もし可能であれば IRSN の職員 1~2 名は福島に 1~2 週間長く残って測定し、技術的な研修ができれば良いと考えている。
 - ・ 2025 年は日本代表団をフランスに招待したい。フランスで毎月実施している防災訓練を見学や、予測・計算システムの詳細の見学を予定している。

4. 質疑応答

4.1. フランス側からの質問

表 4-1 にフランス側からの質問に対する回答の一覧を示す。

表 4-1 質疑応答 (フランス側からの質問)

項目	質問	回答
避難指示区域	帰還困難区域に関する決定とはどのような内容か。	2030 年までの解除は決定しており、2024年8月に具体的なロジスティクスを決定する予定
水中モニタリング・海洋サンプリング	河川の測定は空中か、水中か。	空中で測定したものを 1m の高さに換算している
	水底の線量は空気遮蔽されてわからないのではないか。	水中についても別のモニタリングを実施している
	海水モニタリングで検出下限値がそれぞれ異なるのはなぜか。	検出器の種類によって異なる。東京電力が設定する放出下限値は 30 分で 1,500 Bq/L となっている。
	海洋サンプリングの場所は国が決めているのか。政府以外にも測っている団体はあるのか。	国の計画に基づいてサンプリングの場所が決まっている。大学でも測っているが、政府は国で計画した場所の結果しか公表していない。
個人被ばく線量評価システム	スマートフォンの中に計測機器が入っているのではなく、自分の生活行動パターンからシミュレーションするのか。	スマートフォンの GPS を活用して過去の行動の被ばく評価ができる。また、行動予定を入れれば将来の被ばく量もわかる。
放射線測定技術レベル	フランスでは大学や民間施設を含む各研究所をまとめる機関があるが、日本も同様か。	放射線分析の研究所を自治体に置いている。その研究所の技術レベルを統一するため NRA がテストをしている。また IRSN のラボと同じような組織に日本分析センターがあり、NRA の指導の下に活動している。
PAZ、UPZ 等の区域	原発周辺の住民は、自分の居住場所が PAZ か、UPZ かなどわかっているのか。	各自治体が避難計画を定めて住民に周知している。
	UPZ の住民にはヨウ素剤を配布しているのか。	PAZ の住民に配布している。ヨウ素剤を飲んでから避難するが、UPZ ではその際に配布される。シェルタリングしているときは飲まない。
モニタリングポ	原発周辺の固定モニタリングポス	国の勧告に基づいて自治体（県）で決

ストの管理	トの設置場所や種類はどのように決めているのか。また予算はどこから出ているのか。	めて設置している。NaI 検出器、電離箱、半導体検出器がある。最終的に国が資金を拠出している。
	モニタリングポストのメンテナンスを行う専門のチームがあるのか。壊れた場合すぐに誰かを派遣するなど決まりはあるのか。	各県に専門のチームを作ってもらい、機械の故障に対応する。キャリブレーションなど専門的なことは業者（測定器の販売元）に依頼する。平常時は1日程度機材チェックをして直らなければ可搬型機械を持って行って測定する。緊急時はすぐに可搬型機械を持って行って測り直す。
放射性物質の放出モデル	放射性物質が海水にどう流れているか、モデルはできているのか。	福島の時はできていなかった。現在、気象庁や水産庁などで検討中。
モニタリング結果	NRA 内部用と一般公開用のデータにはどのような違いがあるのか。	内部用はもう少し詳しく検討できるような、グラフを作るなどの機能はあるが、基本的に一般公開用と同じ内容になっている。
	JAEA のデータベースを使っている人からのフィードバックはあるか。	現在はアクセス解析のみしているが、フィードバックをもらえる仕組みにしたい。
無人航空機モニタリング	無人ヘリと無人航空機はどのように使い分けているのか	無人航空機は事故直後に長時間飛ばすことができる
	無人航空機には無人ヘリと同じ検出器を搭載しているのか	似たような検出器を搭載している
	モニタリング結果に AI を適用すると時間がかかるのか。機械学習には市販のソフトウェアを使っているのか。	ほぼリアルタイムで結果が見られる。市販の「Neural Works Predict」を利用。
	過去の測定結果も AI を適用できるのか。	適用可能。ソフトウェアではなく、JAEA が蓄積した教師データが重要。
	プルームとバックグラウンドはどのように区別するのか。	まだ明確な回答はなく研究中。規制庁側はプルームではなく、地上に沈着した放射性物質を無人機で計測し、汚染地域がどこまで広がったのかを知りたい。プルームと既に汚染された部分とを区別するために、JAEA が検討しているプルームを測る技術が使えようと思う。

オンサイトとオフサイトの情報交換について	日本の情報共有の体制の改善は、技術面もしくは省庁間の協力のどちらからアプローチするのか。	両方のアプローチが必要。原子力事故の際は首相をサポートする災害対策本部が発足するが、その中の情報もオンサイトとオフサイトに分かれている。政策的にも意思決定者に適切な情報を与えられるよう、省庁間で協力していく体制を整えなければならない。
----------------------	--	---

4.2. 日本側からの質問

表 4-2 に日本側からの質問に対する回答の一覧を示す。

表 4-2 質疑応答 (日本側からの質問)

項目	質問	回答
国外への情報提供	IAEA の国際放射線監視情報システム (IRMIS) にも情報提供しているのか。	IRMIS と同様、周辺国・EU にも情報を送っている。隣接している国についてはビデオカンファレンスをやるなどより密な情報提供をしている。隣接国・EU は双方向の関係にあり、各国で危機があったら互いに人を派遣することもある。
環境モニタリング	緊急時モニタリングの実務は IRSN で決定して、ASN では各国との調整を行っているのか。	環境モニタリングは IRSN が責任を持っている。
	原子力施設以外からの異常は IRSN がモニタリングするのか、それとも電力事業者に任せているのか。	施設にいる作業員が、IRSN が指定したやり方で測定する。IRSN では、施設周辺から広い範囲のフランス全土にかけて測定する。IRSN では年間 6,500 件の測定を実施しており、施設作業員の測定より多い。
	環境モニタリングの目的は何か。原発からの放射性物質の漏洩の監視なのか、事故が起きたときに備えてバックグラウンド測定をするためか。	事故時のバックグラウンド測定のため。また、人々を安心させる意味もある。測定値が低いから大丈夫ということのみならず、計測していることで安心感を与える。
ASN での人事異動	日本の NRA では3年に1回ほど人事異動があるが、フランスではどうか。	ASN の委員 (コミッショナー) は任期があるが、エージェントと呼ばれる人々には決まりがない。異動は頻繁にあり、異動するごとに研修を受けて能力を高めている。スタッフが現場での対応力を身に着けることが目的。
原子力潜水艦に関するモニタリング	原子力潜水艦に関しては g 線放出核種より ^3H の方が重要だと考えているのか。日本は米国の原子力潜水艦の寄港があるため g 線を中心に測定。米国の場合、燃料の交換などをするのではない。フラン	^3H は原子力潜水艦から漏洩する可能性があるため測定。フランスだと燃料交換も考えられる。潜水艦の仕組みが米国とフランスとで異なるため、漏洩する可能性のある物質も異なる。

	スの場合は原料の交換する作業があるので ^3H に加えて γ 線放出核種や Pu など測るのか。	
データの公開	意思決定者に対するデータの公開とあったが、一般市民に対する公開は行っているのか。	意思決定までに時間がないため、出てきたデータを簡単に公表するのみ。一般市民に公開するデータとは異なる。
	グラフにはどんなデータがあるのか。サンプルに含まれる放射能も同じように表示できるか。	空間線量率や、シミュレーションで通常時と事故時にどのような値になるかが表示できる。放射能の数値も表示される。一般市民に対しては少し手を加えてわかりやすいようにしている。
新しい GPS	新しい GPS は、フランスの衛星を用いて、位置情報を補正するタイプか。	衛星により位置情報の補正ができるタイプ。昔の GPS より広い範囲で接続できるため、日本で新しい GPS をテストしたい。
ドローンの規制	原子力発電所周辺でのドローンの飛行に規制はあるか。	トレーニングや訓練をする際、毎月国の機関と原発にその内容を通知して承認を得ることになっている。手続は年々複雑になっている。IRSN も認証機関に毎回承認を得ている。緊急時はドローンを飛ばした後に事後報告として書類を提出することになると思う。
緊急時の通信手段	Groupe INTRA のシミュレーションサイトで見学した放射線ブルームのマップは Google Map を使っているのか。緊急時にインターネットが使えない場合はどう対処するのか。	Google Map を使用。地図はすべてオフラインで使用できるように保存している。
住民防護の判断	住民の避難やシェルタリングについて判断基準は決まっているのか。	モニタリング結果は使わず、状況を観察して放射性物質がいつ放出されるか、線量を予測する。福島事故後に緊急時のプランが見直され、シミュレーションを行って短時間に炉心溶融のリスクがあると判断された場合は 5 km 圏内の住民を避難させる。各事業所から送られてくるデータをもとに予測する。
	炉心溶融がいつになるかというこ	10 時間以内に溶融の場合は住民を避難

とを予測しているのか。	させる。例えば 15 日程度かかるのであればその間にモニタリングをする
日本では事故の状況予測に応じて住民防護が決められている。フランスではシェルタリングの範囲を決めているようだったが、測定はしているのか。	放出前は事業所から送られてくるデータをもとに予測して、5 km 圏内の人々を避難させたりシェルタリングさせたりする決定を行う。放出後はシミュレーションと測定（TELERAY のような自動測定や車載サーベイなど）を組み合わせることで予測する。
フランスでは 5 km 以遠の住民防護はどのタイミングで判断するのか。	フランスでは 5~20 km の範囲を設定。5 km 圏内の住民を優先的に防護する。その後、それ以外の住民のシェルタリング、ヨウ素剤の配布、追加の避難などを検討する。公衆衛生法に 10 mSv/h でシェルタリング、50 mSv/h で避難とヨウ素剤の配布という被ばく線量の推奨値が書いてある。
被ばく線量は予測で判断するのか、実測で判断するのか。予測の場合、事象によって決めているのか、計算しているのか。	福島事故の際、フランスのツールや計算方法を使って正しく事故評価・分析ができた。遠く離れた場所の事故でも少ないパラメータで線量が推測できたと自負している。発電所の状態に関するデータは IRSN の Technical Crisis Center に直接送られてきて、その数値を特殊なツールに入れると炉心溶融がいつになるのかなど予測できるようになっている。放射性物質を閉じ込める3つのバリアをカテゴリーごとに診断（Diagnostics）、予測（Prognostics）して評価する。評価の段階ではコンテナの状態や圧力のなど少ないパラメータを入力するのみで仕組みは単純。

5. 実地視察

5.1. 実地視察 (3/13)

表 5-1 に実地視察の様子を示す。

表 5-1 実地視察 (3/13) の様子

IRSN での会合の様子	IRSN 前での集合写真
	
IRSN Technical Crisis Center 見学の様子	ASN 前での集合写真
	

5.2. 実地視察 (3/14)

表 5-2 に実地視察の様子を示す。

表 5-2 実地視察 (3/14) の様子

IRSN Le Vesinet 施設見学の様子	IRSN Le Vesinet 施設見学の様子
	
IRSN Le Vesinet 施設見学の様子	IRSN Le Vesinet 施設見学の様子
	

5.3. 実地視察 (3/15)

表 5-3 に実地視察の様子を示す。

表 5-3 実地視察 (3/15) の様子

IRSN での会合の様子	IRSN での会合の様子
	

5.4. 実地視察 (3/16)

表 5-4 に実地視察の様子を示す。

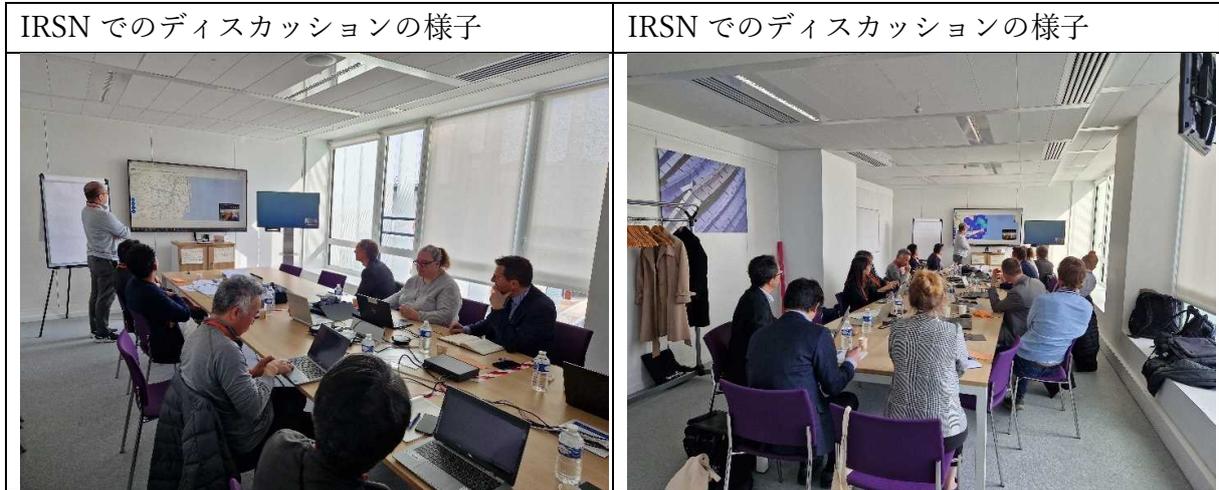
表 5-4 実地視察 (3/16) の様子

Groupe INTRA での会合の様子	Groupe INTRA 施設見学の様子
	
Groupe INTRA 施設見学の様子	Groupe INTRA 施設見学の様子
	

5.5. 実地視察 (3/17)

表 5-5 に実地視察の様子を示す。

表 5-5 実地視察 (3/17) の様子



6. 参考文献

- 1) Y. Sanada et al., Comparison of Dose Rates from Four Surveys around the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant for Location Factor Evaluation, *J. Rad. Prot. Res.*, **46(4)**, 184-193 (2021).
- 2) K. Azami et al., Characteristics of radiocesium contamination of dry riverbeds due to the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident assessed by airborne radiation monitoring, *Land. Eco. Eng.*, **14**, 3-15 (2018).
- 3) R. Sato et al., Validation of a Model for Estimating Individual External Dose Based on Ambient Dose Equivalent and Life Patterns, *J. Rad. Prot. Res.*, **47(2)**, 77-85 (2022).
- 4) TELERAY, available from <<http://teleray.irsn.fr/#mappage>> (accessed on 29 Mar. 2023).
- 5) The National network for environmental Radioactivity Measurements, available from <<https://www.measure-radioactive.fr/en#/expert>> (accessed on 29 Mar. 2023).
- 6) The European Radiological Data Exchange Platform, available from <<https://remap.jrc.ec.europa.eu/Simple.aspx>> (accessed on 29 Mar. 2023)
- 7) Y. Sanada et al., Evaluation of ecological half-life of dose rate based on airborne radiation monitoring following the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident, *J. Environ. Radioact.*, **192**, 417-425 (2018).
- 8) IAEA, Operational Intervention Levels for Reactor Emergencies and Methodology for Their Derivation, ERP-NPP-OILS 2017, 1-160 (2017).
- 9) 普天間章ほか, 令和3年度緊急時対応技術適用のためのバックグラウンド航空機モニタリング (受託研究), JAEA-Research 2022-028 (2022).
- 10) M. Sasaki et al., Visualization of dose rate distribution around Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant using artificial neural networks, *JSST*, 305-307 (2021).
- 11) 放射性物質モニタリングデータの情報公開サイト, available from <<https://emdb.jaea.go.jp/emdb/>> (accessed on 29 Mar. 2023).