JAEA-Review
2020-017
DOI:10.11484/jaea-review-2020-017

国際原子力機関の緊急時対応援助ネットワークへの原子力機構の登録と関連活動

Registration and Related Activities of the Japan Atomic Energy Agency for the Response and Assistance Network of the International Atomic Energy Agency

外川 織彦　早川 剛　田中 忠夫　山本 一也
奥野 浩

Orihiko TOGAWA, Tsuyoshi HAYAKAWA, Tadao TANAKA, Kazuya YAMAMOTO and Hiroshi OKUNO

安全研究・防災支援部門
原子力緊急時支援・研修センター

Nuclear Emergency Assistance and Training Center
Sector of Nuclear Safety Research and Emergency Preparedness

September 2020
Japan Atomic Energy Agency
日本原子力研究開発機構

JAEA-Review

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（https://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, 2020

JAEA-Review 2020-017

国際原子力機関の緊急時対応援助ネットワークへの
原子力機構の登録と関連活動

日本原子力研究開発機構　安全研究・防災支援部門
原子力緊急時支援・研修センター

外川　織彦、早川　剛、田中　忠夫、山本　一也[+]、奥野　浩[+]

（2020 年 7 月 9 日　受理）

我が国は、原子力事故または放射線緊急事態に際して、国際的支援の提供に貢献するため、2010 年に国際原子力機関（IAEA）の緊急時対応援助ネットワーク（RANET）に参加した。その際に、日本原子力研究開発機構（JAEA：原子力機構）は現地外での技術援助が可能な機関として RANET に登録した。原子力機構の登録分野は以下の 7 分野であった。すなわち、1) 航空機による汚染調査、2) 放射線レベル・汚染調査、3) 環境試料の濃度測定、4) 事故評価と助言、5) 体内被ばく線量評価、6) バイオアッセイ、7) 線量再構築であった。登録後に原子力機構は援助可能性の問合せを 3 回受けたが、実際に援助を行うには至らなかった。一方、RANET 登録に関連して IAEA が実施する国際緊急時対応演習（ConvEx）にほぼ毎年参加してきた。本報告書では、RANET の概要、原子力機構の登録及び ConvEx 参加活動の概要を述べる。

原子力緊急時支援・研修センター：〒311-1206 茨城県ひたちなか市西十三奉行 11601-13
+ 安全研究・防災支援部門　規制・国際情報分析室

JAEA-Review 2020-017

Registration and Related Activities of the Japan Atomic Energy Agency for the Response and Assistance Network of the International Atomic Energy Agency

Orihiko TOGAWA, Tsuyoshi HAYAKAWA, Tadao TANAKA,
Kazuya YAMAMOTO+ and Hiroshi OKUNO+

Nuclear Emergency Assistance and Training Center
Sector of Nuclear Safety Research and Emergency Preparedness
Japan Atomic Energy Agency
Hitachinaka-shi, Ibaraki-ken

(Received July 9, 2020)

In 2010, the government of Japan joined the Response and Assistance Network (RANET) of the International Atomic Energy Agency (IAEA), in order to contribute to offering international assistance in the case of a nuclear accident or radiological emergency. At that occasion, the Japan Atomic Energy Agency (JAEA) was registered as the National Assistance Capability (NAC) having resources capable of the External Based Support (EBS) in the following seven areas: 1) aerial survey, 2) radiation monitoring, 3) environmental measurements, 4) assessment and advice, 5) internal dose assessment, 6) bioassay and 7) dose reconstruction. After the registration, three inquiries were directed to the JAEA about a possibility of its support. However, the JAEA's assistance has not eventually been realized. On the other hand, the JAEA participated almost every year in the international Convention Exercise (ConvEx) carried out by the IAEA in connection with RANET. This report describes an outline of the RANET and related activities of the JAEA for RANET registration and participation in the ConvEx.

Keywords: International Atomic Energy Agency, Response and Assistance Network, National Assistance Capability, International Convention Exercise, Japan Atomic Energy Agency, External Based Support, Registration

---

+ Office for Analysis of Regulatory and International Information, Sector of Nuclear Safety Research and Emergency Preparedness

目　次

1. 背景と目的 ……1

2. 緊急時対応援助ネットワーク（RANET）の概要 ……3
2.1 運営要領の改訂経緯 ……3
2.2 EPR-RANET 2018 の概要 ……3
2.3 援助機関（NAC）の登録事項 ……8
2.4 要請／支援時の提供情報 ……8

3. 原子力機構内の体制構築と登録分野 ……9
3.1 体制構築 ……9
3.2 EPR-RANET 2006 での登録分野 ……10
3.3 原子力機構の専門的能力と利用資機材 ……13
3.4 EPR-RANET 2018 に対応する援助分野及び分野内の区分 ……14

4. 緊急時対応援助ネットワーク（RANET）への対応実績 ……16
4.1 対応実績の概要 ……16
4.2 2010 年ベネズエラからの要請への対応 ……16
4.3 2012 年ペルーからの要請への対応 ……18
4.4 2016 年ジョージアからの要請への対応 ……21

5. 国際緊急時対応演習（ConvEx）への参加 ……22
5.1 ConvEx の概要 ……22
5.2 ConvEx に対する活動実績 ……23

6. 今後の方向性 ……31

謝辞 ……32

参考文献 ……33

Contents

1. Background and objectives ····· 1

2. Outline of Response and Assistance Network (RANET) ····· 3
2.1 Progress in revisions of operational manual ····· 3
2.2 Outline of EPR-RANET 2018 ····· 3
2.3 Registration items for National Assistance Capabilities (NAC) ····· 8
2.4 Information provided at the time of request / support ····· 8

3. Structure building within JAEA and its registration fields ····· 9
3.1 Structure building within JAEA ····· 9
3.2 Registration areas in EPR-RANET 2006 ····· 10
3.3 Expertise of JAEA and its own equipment ····· 13
3.4 Functional areas and capabilities corresponding to EPR-RANET 2018 ····· 14

4. Response records for Response and Assistance Network (RANET) ····· 16
4.1 Outline of response records ····· 16
4.2 Response to request from Venezuela in 2010 ····· 16
4.3 Response to request from Peru in 2012 ····· 18
4.4 Response to request from Georgia in 2016 ····· 21

5. Participation in international Convention Exercises (ConvEx) ····· 22
5.1 Outline of ConvEx ····· 22
5.2 Activity records for ConvEx ····· 23

6. Future directions ····· 31

Acknowledgments ····· 32

References ····· 33

1. 背景と目的

国際原子力機関（IAEA）は、1986 年に旧ソビエト連邦で発生したチェルノブイリ原子力発電所の事故後に、「原子力事故の早期通報に関する条約」（以下、早期通報条約と称す）[1]、及び「原子力事故又は放射線緊急事態の場合における援助に関する条約」（以下、援助条約と称す）[2]を採択した。我が国は翌 1987 年に両条約を締結した。

ここで、早期通報条約は、他国に対して放射線安全に関する影響を及ぼし得るような国境を越える放射性物質の放出をもたらす原子力事故が発生した場合、他国に直接または IAEA を通じて通報し、放射線の影響を最小限にするための情報を提供するものである。また、援助条約は、原子力事故または放射線緊急事態における援助を必要とする場合に、他国に直接または IAEA を通じて、他の締約国または IAEA 等の国際機関に援助を要請することができるようにするものである。

援助条約に基づいて、IAEA を通じて他国の援助要請を可能にするための取り決めとして、2000 年に IAEA の「緊急対応ネットワーク」（Emergency Response Network；以下、ERNET と称す）が設定された [3),4)]。しかし、ERNET が緊急時になってから対応することから、緊急時になる前にその能力を登録する仕組みとして変更され、その呼び名も 2005 年には「Response Assistance Network」（以下、RANET と称す）と変更された。援助活動が可能な能力を国毎に事前に IAEA に登録しておき、援助が必要になった時に RANET 登録国に可能な援助を要請できるようにするためであった。RANET のマニュアルも 2006 年に初版 [5-8)]ができてから、2018 年までに 3 回改訂が行われた [9),10),11)]。また、2010 年のマニュアル [9)]からは、RANET の名称を「緊急時対応援助ネットワーク」（Response and Assistance Network）と変更した。RANET の概要は第 2 章に述べる。

IAEA は、原子力事故及び放射線緊急事態における国際協力の取り決めを重要視している。IAEA が発刊した一般的安全要件第 7 編「原子力事故または放射線緊急事態への準備と対応」では、全部で 26 ある要件のうち、要件 17 を国際援助の取り決めに当てている [12)]。 要件 17 では、「政府は、原子力または放射線の緊急事態への準備と対応のために、国際的支援を受け、またその提供に貢献するため取り決めを整備することを確実にしなければならない。」と記載している。この記載は、RANET への登録が国際的に重要な安全要件であると、IAEA 及びその加盟国が考えていることを示唆している。

我が国は、早期通報条約及び援助条約の規定を履行するため、我が国の領域外で発生した原子力事故及び放射線緊急事態における「通報受信当局（National Warning Point: NWP）」及び「国外緊急事態管轄当局（National Competent Authority for an Emergency Abroad: NCA(A)）」として外務省を指定している。また、「国内緊急事態管轄当局（National Competent Authority for a Domestic Emergency: NCA(D)）」としては、原子力規制委員会、国土交通省及び外務省が指定されている。2010 年 6 月には、我が国が RANET に登録したことを外務省 [13)]及び文部科学省（以下、文科省と称す）[14)]が発表した。同時に、文科省傘下の日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構と称す）、放射線医学総合研究所（2016 年 4 月から量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所；以下、放医研と称す）及び広島大学を、援助を行う機関として登録した。登録と同時に、原子力機構はプレス発表を行った [15)]。

2010 年 6 月時点における原子力機構の RANET 登録分野は、(1) 航空機による汚染調査、(2) 放射線レベル・汚染調査、(3) 環境試料の濃度測定、(4) 事故評価と助言、(5) 体内被ばく線量評

価、(6) バイオアッセイ、(7) 線量再構築の 7 分野である [15]。また、原子力機構では、我が国の動向を踏まえつつ、RANET への登録を前提とした国外の原子力災害に対する支援対応の枠組みを策定した。この枠組みや登録分野の変遷についての詳細は第 3 章に述べる。

東京電力福島第一原子力発電所事故（以下、福島第一原発事故と称す）後の対応の一つとして、原子力に関する規制が原子力規制委員会に一本化されたことに伴い、RANET に関する事項の所管も 2013 年 4 月からは文科省から原子力規制委員会に移管された。

この報告書は、国外における原子力事故または放射線緊急事態への援助と対応について、原子力機構における今後の検討及び活動の参考にするため、IAEA が導入した RANET に関する原子力機構の登録から 2020 年 3 月までの活動をまとめたものである。

2. 緊急時対応援助ネットワーク（RANET）の概要

2.1 運営要領の改訂経緯

RANET の運営要領は、初版が EPR-RANET 2006 として 2006 年 3 月発刊され、同年 5 月より発効した [5-8]。その後、援助分野の再構築及び援助活動リーダの業務の追加等を図って第 2 版の EPR-RANET 2010 が発刊され、2011 年 1 月より発効した [9]。さらに、原子力施設事故評価が追加されて第 3 版の EPR-RANET 2013 が 2013 年 8 月発刊され、同年 9 月より発効した [10]。続いて、第 4 版の EPR-RANET 2018 が 2018 年 7 月に発刊され、同年 8 月より発効した [11]。

RANET の運営要領には、援助活動の考え方、参加国の援助機関（National Assistance Capabilities；以下、NAC と称す）、援助分野、援助実施計画等について記載がある。4 種類の RANET マニュアル（EPR-RANET 2006、RANET 2010、RANET 2013 及び RANET 2018）に掲載された援助分野を図 2-1 に示す。

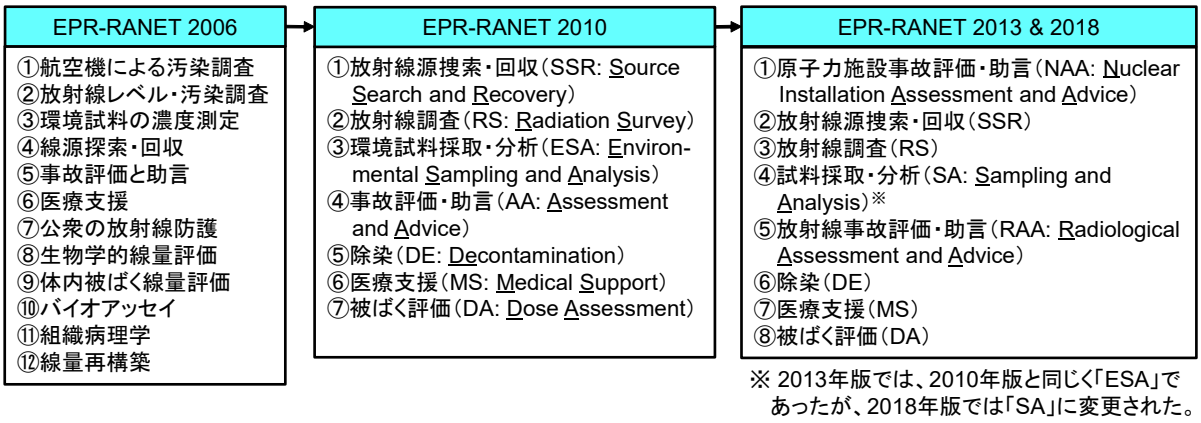


図 2-1　4 種類の RANET マニュアル（EPR-RANET 2006、RANET 2010、RANET 2013 及び RANET 2018）に記載された援助分野

2.2 EPR-RANET 2018 の概要

2018 年に改訂された運営要領（EPR-RANET 2018）の構成及びこの運営要領の特徴的な内容を以下に示す。なお、本報告書は、EPR-RANET 2013 に基づいて記載された原子力防災情報 第 9 回「IAEA の EPR-RANET 2013 について」（平成 25 年 11 月）[16]を、EPR-RANET 2018 に基づいて改訂したものである。

(1) EPR-RANET 2018 の構成

EPR-RANET 2018 の目次構成とその概要は以下の通りである。

1) 前書き

報告書の目的、記載内容及び構成

2) RANET とは

3) 援助活動の考え方（活動の全体像、援助実施計画、NAC の活動開始、現地での安全確保、援助の終了、援助報告、経費の措置）
4) 参加国の援助能力（援助分野と支援方法、専門的能力、資機材、即応体制、NAC の登録、民間資源の登録、NAC に対する IAEA 審査）
5) 援助実施計画（目的と範囲、援助要請国及び援助提供国、援助チーム、援助の現地展開等）
6) 援助分野の技術指針（図 2-1 の EPR-RANET 2018 における①～⑧の援助分野毎に記載）
7) 付録（A. 登録様式、B. RANET 援助実施計画例、C. RANET 技術資料の参考リスト、D. 医療資機材の標準リスト、E. 測定器の性能下限値、F. 援助成果の仕様、G. 各チームリーダの責任と職務、H. 物品の一時輸入のための国際通関手帳書式、I. 援助要請の例、J. 援助提供の例）

なお、付録の H、I 及び J は EPR-RANET 2018 で追加されたものである。

(2) 特徴的な内容

1) 活動の全体像

EPR-RANET 2018 における援助活動の全体像を図 2-2 に示す。原子力事故または放射線緊急事態が発生した場合、援助要請国（発災国に限定されない）は IAEA の事故・緊急事態対応センター（Incident and Emergency Centre；以下、IEC と称す）に援助を要請する。要請の方法は、① IEC が開設する専用ウェブシステムによる方法、② IEC へのファックスによる方法、または③ IEC への電話による方法の 3 つがある。この際、援助要請国は、事故の種類、場所、発生時刻、事故対応に当たる自国の機関の名称と住所、IEC と連携する対応者の氏名と連絡手段の詳細、及び要請する援助分野等の情報を示す。

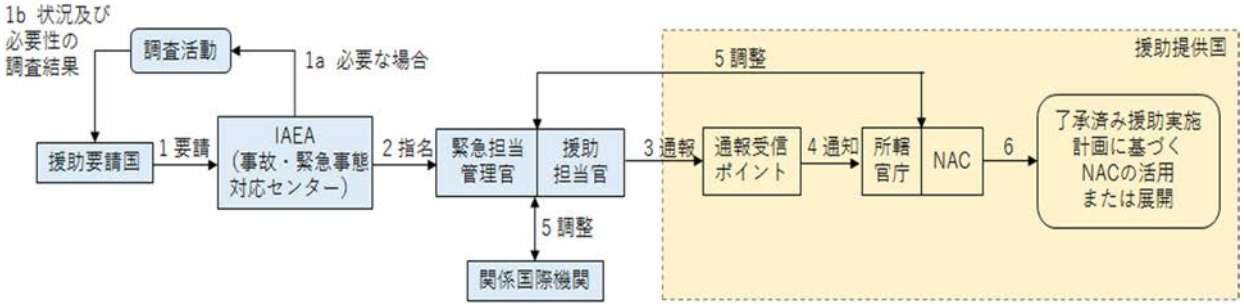


図 2-2　RANET による援助活動の全体像

この公式な援助要請に基づき、IAEA は IEC を介して援助活動に係る調整及び促進の基点となる。IEC は、緊急担当管理官を通じて援助担当官を指名する。IEC は状況を把握し、RANET による援助活動の立ち上げの必要性を提言するため、調査活動を現地で展開することがある。ここで、NAC の活動開始が提言された場合、援助担当官は援助提供国の通報受信ポイントに通報し、併せて、援助提供国の所轄官庁及び NAC の取りまとめ役、並びに関係国際機関に調整を要請する。要請を受けた所轄官庁と NAC の取りまとめ役は、援助の可

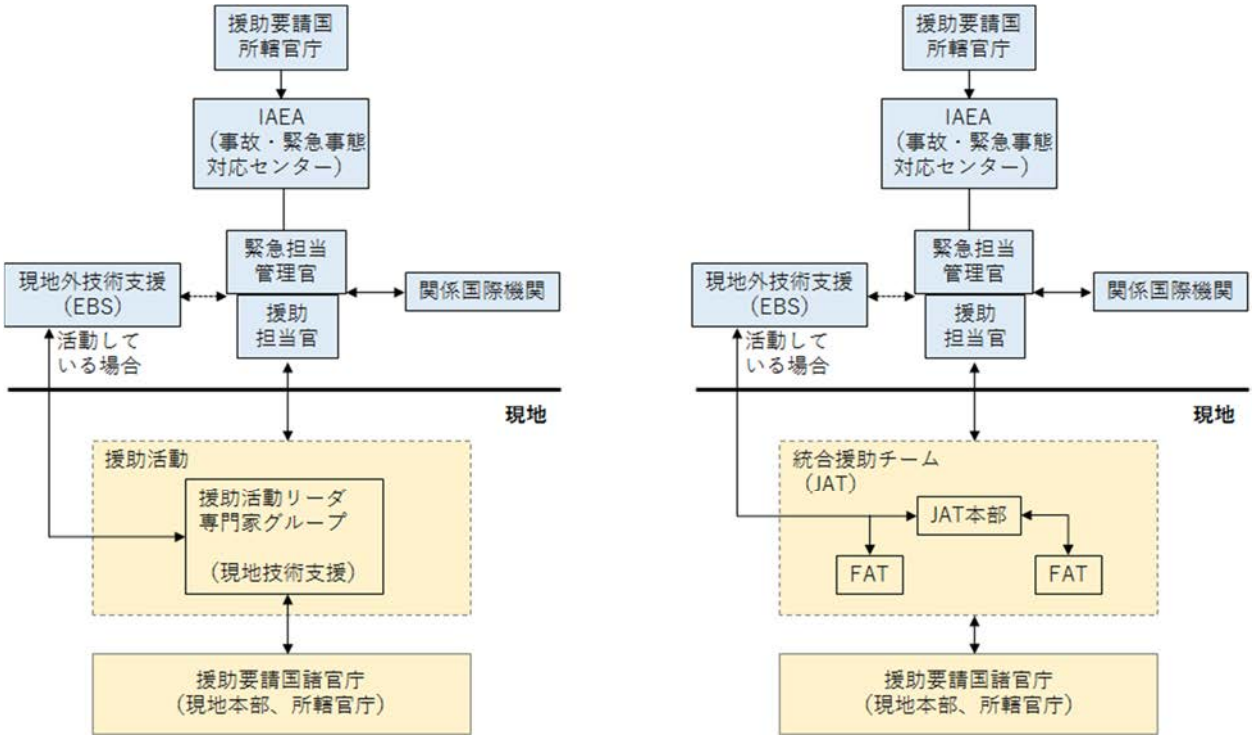
否について援助担当官へ連絡する。要請があれば、NAC の要員及び資機材はスタンバイ状態に入り、可能な援助機能については援助実施計画に従い、活用または現地展開が行われる。なお、援助実施計画は援助要請国及び援助提供国と調整の上、援助担当官が作成するものである。

2) 援助活動の方法

支援方法には、現地技術支援（Field Assistance Team；以下、FAT と称す）による活動と現地外技術支援（External Based Support；以下、EBS と称す）による活動の 2 種類がある。EBS は援助提供国に留まって援助するだけではなく、援助要請国に赴いて実施する支援もあり得る。

FAT では援助提供国が専門家グループや資機材を現地展開し、FAT のリーダが置かれる。EBS では専門家グループ等を現地展開せず、現地外から助言及び資機材の提供等を行い、EBS のリーダが置かれる。また、FAT 及び EBS の各リーダとは別に、援助活動全体を統括する援助活動リーダも置かれる。援助活動リーダは、FAT の現地展開前に現地展開する専門家へ援助活動の目的や現地の状況を理解させること、現地展開中は援助要請国、援助提供国、IEC 及びその他の機関との調整を行うこと、並びに援助終了時には援助実施報告書を作成し、IEC へ提出すること等の責任を有し、RANET の重要な役割を担う（図 2-3 (a) 参照）。

FAT または EBS が複数チームの場合には、統合援助チーム（Joint Assistance Team；以下、JAT と称す）が組織され、JAT 本部が置かれる。JAT 本部長は先述の援助活動リーダが当たる。JAT 本部事務局は、現地展開した要員等の支援、現地機関及び IEC との連携等の本部長の補佐を担う（図 2-3 (b) 参照）。



(a) FAT が単独チームの場合　　(b) FAT または EBS が複数チームの場合

図 2-3　RANET における援助活動の概念

なお、NAC の活動開始に際して、FAT 及び EBS の各リーダは援助実施計画に従い、各チームの活動計画を作成する。

(3) EPR-RANET 2018 における援助分野及び分野内の区分

RANET における援助分野及び分野内の区分は、RANET マニュアルが改訂されるたびに更新されている。最新の EPR-RANET 2018 における区分を下記に示す。なお、援助の大分類を「分野」、その中で分割した小分類を「区分」と称する。

1) NAA（Nuclear Installation Assessment and Advice）原子力施設の事故評価と助言[1]

NAA-1 原子炉の設計に関する助言
NAA-2 原子炉の運転に関する助言
NAA-3 原子炉の事故に関する解析
NAA-4 研究炉に関する評価と助言
NAA-5 燃料製造施設に関する評価と助言
NAA-6 使用済燃料の貯蔵に関する評価と助言

[1] 福島第一原発事故を受け、2012 年 1 月 31 日から 2 月 2 日まで開催された IAEA の「RANET 能力の強化に関する諮問会合」において、日本が追加を提案したもので、その後正式に追加が決定された。

NAA-7 使用済燃料の再処理に関する評価と助言
NAA-8 特殊技術の運用

2) SSR（Source Search and Recovery）放射線源の捜索と回収
SSR-1 徒歩／手作業／地上ベースの捜索
SSR-2 車両ベースの捜索
SSR-3 空中の捜索
SSR-4 海上の捜索
SSR-5 放射線源の回収

3) RS（Radiation Survey）放射線調査
RS-1 徒歩／手作業／地上ベースの調査
RS-2 In situ ガンマ線分光分析
RS-3 車両ベースの調査
RS-4 空中ベースの調査
RS-5 現場管理

4) SA（Sampling and Analysis）試料採取と分析
SA-1 環境試料の採取
SA-2 ガンマ線分光分析
SA-3 アルファ線分光法
SA-4 ベータ線計測
SA-5 証拠管理
SA-6 高度核分析

5) RAA（Radiological Assessment and Advice）放射線事故評価と助言
RAA-1 大気拡散
RAA-2 水中拡散
RAA-3 放射線生態学的モデル
RAA-4 線量予測
RAA-5 公衆の放射線防護
RAA-6 修復と回復
RAA-7 地理的データの図示
RAA-8 危険性と脅威の評価

6) DE（Decontamination）除染
DE-1 除染に関する専門的能力
DE-2 除染に関する支援

7) MS（Medical Support）医療支援
MS-1 医学的トリアージ

MS-2 治療に関する支援
MS-3 緊急的治療
MS-4 心理学的支援

8) DA（Dose Assessment）線量評価
DA-1 細胞遺伝学に基づいた生物学的線量評価
DA-2 電子スピン共鳴
DA-3 光刺激ルミネッセンス／電子スピン共鳴
DA-4 放射化分析
DA-5 生体内／直接的バイオアッセイ
DA-6 試験管内／間接的バイオアッセイ
DA-7 内部被ばく線量計算
DA-8 線量再構築

2.3 援助機関（NAC）の登録事項

NAC の登録では、その力量を事前に IAEA に登録することになっている。NAC の登録には、① 要請の受発信及び援助の受入れを承認する所管官庁が専用の書式を提出すること、② NAC の維持、対応は RANET の運営要領に従って、国の責務とすることの 2 点が必須要件となっている（援助条約の加盟国であるという EPR-RANET 2013 で必要とされた条件は、EPR-RANET 2018 では除外された）。専用の書式には、援助分野（Functional Area）とその支援方法（FAT、EBS）、専門的能力（Expertise）、資機材（Resources）等を記載する。なお、援助分野及び分野内の区分は RANET マニュアルが改訂されるたびに更新されている。

2.4 要請／支援時の提供情報

IAEA が援助実施計画を作成する上で、援助国及びその NAC の能力に関する情報を事前に伝える必要がある。EPR-RANET 2018 の付録 J にはその援助提供の記載例が挙げられている。以下には、その項目を列挙する。

① 援助実施国名
② 規制機関
③ 援助担当官
④ 提供支援分野
⑤ 支援専門家及び資機材
⑥ 支援提供期間
⑦ 提供資機材
⑧ 支援提供条件

上記のうち①から③は援助実施国の方で記載することになるので、NAC としては④から⑧を記載することになる。

3. 原子力機構内の体制構築と登録分野

3.1 体制構築

原子力機構では、2010 年に RANET へ登録するに当たり、内規を整備するとともに体制構築を行った。

原子力緊急時への対応として、原子力機構は達[2]を制定し、支援体制の大枠を定めた。この達の中で、国外で発生した原子力災害に対して原子力機構が実施する支援に係る事項を規定した。具体的には、支援の決定、支援対応策の策定、派遣に係る安全要件、国外に派遣する職員の選任などである。さらに、原子力緊急時支援・研修センター（以下、支援・研修センターと称す）は、通達[3]及びマニュアル[4]の中で、支援の策定に関する手順を定めた。

これらの達、通達及びマニュアルを基に、支援・研修センター長は同センターに所属する専任者（職員等）から現地活動調整担当者を、支援対応を行う専門家を専門分野毎に指名している指名専門家などの中から選び、支援対応案を作成する。なお、現地への職員等の派遣に当たっては地域の放射線安全及び発生国の治安情報などを考慮することとしている。

内規を参考にして原子力機構内の体制を図示すると図 3-1 のようになる。国際機関（あるいは発災国から直接）から支援要請があった場合には、支援・研修センター長が理事長に状況を報告し、理事長が支援の必要性を決定する。もし、原子力機構が支援の必要性を決定した場合には、同センター長が原子力機構内有識者と相談して支援対応策を作成する。理事長は同センター長から支援対応策の報告を受けて、その決定を行う。

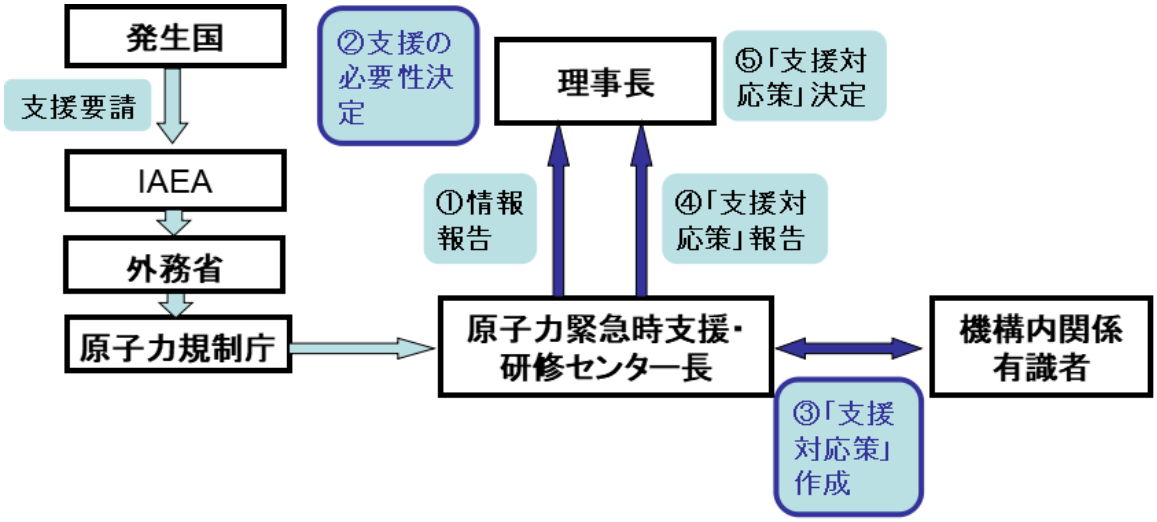


図 3-1　RANET に基づき支援要請があった場合における
原子力機構内の連絡・決定体制

---

[2] 日本原子力研究開発機構：「国外の原子力災害に対する支援について（達）」（2010）〔非公開〕.

[3] 原子力緊急時支援・研修センター：「国外の原子力災害に対する支援対応手順について（通達）」（2010）〔非公開〕.

[4] 原子力緊急時支援・研修センター：「緊急時対応援助ネットワーク（IAEA/RANET）からの支援要請に係る初動対応マニュアル」（2020 改訂）〔非公開〕.

3.2 EPR-RANET 2006 での登録分野

第 1 章の「背景と目的」に記したように、2010 年 6 月時点における原子力機構の RANET 登録分野は、(1) 航空機による汚染調査、(2) 放射線レベル・汚染調査、(3) 環境試料の濃度測定、(4) 事故評価と助言、(5) 体内被ばく線量評価、(6) バイオアッセイ、(7) 線量再構築の 7 分野である。いずれも、EBS が可能な機関として RANET に登録した。この際、図 2-1 に示す EPR-RANET 2006 の援助分野に基づいて登録を行った。これら 7 つの援助分野について、当時の英文での登録資料を参考として、また EPR-RANET 2006 の記載に従ってその内容を詳細に説明する。

(1) 航空機による汚染調査

1) 援助能力

- 広域に渡って放射性物質、または紛失／出処不明の発生源を検出、位置特定及び出処確認すること。
- 広域に渡る地表汚染に関する情報を入手すること。

2) 利用資機材

空中検出システム（放射性核種別及び／または線量率）、及び分析・評価のための地上での機能。

3) 期待される成果

放射性物質、または紛失／出処不明の放射線源の検出、位置特定及び出処確認、及び／または地表汚染、線量率、等高線図に表示できる積算線量などの測定データ。

4) 適用形態

配置：現地技術支援。

現地外技術支援：分析と評価（任意）。

5) 適用状況

広域に渡る放射線調査。

(2) 放射線レベル・汚染調査

1) 援助能力

- 地上調査によって発生源を捜索すること。
- 地上調査によって地域をモニタリングすること。
- 汚染地域または線量率が高い地域を検出し、位置を特定し、そして区分すること、必要に応じて試料採取を実施すること。
- 放射性核種を特定すること。
- 地上調査によって線量率を測定すること。
- 必要に応じて、緊急の防護措置の必要性を特定すること。
- 外部汚染について、人員、機器及び他の物体をモニタリングすること。

2) 利用資機材

可搬型の放射線測定機器及び放射性核種測定機器、及び／または車両による線量率、及び／または放射性核種測定システム。試料採取機器。

3) 期待される成果

地表汚染、線量率、等高線図に表示できる積算線量などの紛失または出処不明の放射線源の検出、位置特定及び出処確認、及び／または測定データ。人員、機器及び他の物体に関

する外部汚染の検出と位置。

4) 適用形態

配置：現地技術支援。

現地外技術支援：調査・評価（任意）。

5) 適用状況

線量率の上昇または汚染が疑われる状況。

(3) 環境試料の濃度測定

1) 援助能力

- 環境中の特定の放射性核種を特定し定量化すること。
- 環境試料を採取すること。
- 測定用試料を準備すること。
- 試料中の放射性核種の濃度を測定すること。

2) 利用資機材

In-situ ガンマ線分光分析システム。実験室用分光分析システム（可能ならば可搬型）。可搬型放射線測定機器。試料採取（及び試料調製）機器。

3) 期待される成果

種々の環境試料中の放射性核種組成及び濃度の同定。

4) 適用形態

配置 ：現地技術支援。

現地外技術支援：試料の実験室分析及び評価（任意）。

5) 適用状況

地上汚染及び／または環境試料の放射性核種組成及び濃度に関する詳細な分析が必要とされる状況。

(4) 事故評価と助言

1) 援助能力

- 事象または緊急事態の放射線影響を評価し、推定すること。
- 事象または緊急事態の予想される進展を評価する。
- 以下の事項について提言すること：モニタリング戦略。緩和措置。従事者の防護。医療対応の管理。緊急防護措置、農業対策、食物摂取制限及び長期的防護対策を含む公衆健康の防護。公開情報。事象で発生する廃棄物の回収作業と管理。

2) 利用資機材

プルーム拡散モデル、線量評価ツール、データ処理及び表示システム。

3) 期待される成果

事象の放射線影響の評価、 事象の進展の予測、適正な分野における専門家の助言／勧告。

4) 適用形態

配置 ：現地技術支援 （任意）。

現地外技術支援：勧告の発出、モデリングツールの実行及び予測の提供（任意）。

5) 適用状況

原子力／放射線事故または緊急事態。

(5) 体内被ばく線量評価

1) 援助能力

- 内部汚染を引き起こす放射性核種を特定すること。
- 内部汚染のレベルと場所を評価すること。
- 体外除去治療による内部汚染の減少を推定すること。
- 適切なモデルを用いて、預託実効線量及びリスクに関してデータを解釈すること。

2) 利用資機材

全身カウンター、臓器モニタ、傷モニタ[5]。IAEA または ICRP によって承認された線量評価モデル。個々の残留関数。

3) 期待される成果

預託実効線量及び決定臓器への線量の評価。

4) 適用形態

配置 ：現地技術支援 （任意）。

現地外技術支援：実験室分析、線量評価。

5) 適用状況

内部汚染を被った個人。

(6) バイオアッセイ

1) 援助能力

- 排泄物中、及び鼻粘液、髪の毛、血液などの他の生物学的試料中の特定の放射性核種のレベルを特定し決定すること。
- 適切なモデルを用いて、預託実効線量に関してデータを解釈すること。
- 対外除去治療におけるデータを解釈し、措置の効率を評価し、そして結果として起こる預託線量を評価すること。

2) 利用資機材

計測機器、可搬型放射線計測機器、IAEA または ICRP によって承認された線量評価モデル、個々の残留関数。

3) 期待される成果

生物学的試料中の特定の放射性核種の評価レベルと預託実効線量の推定。

4) 適用形態

配置：現地技術支援 （任意）。

現地外技術支援：分析、助言、線量評価（任意）。

5) 適用状況

内部汚染を被った個人。

[5] 傷モニタ（wound counter）は、アクチニドから放出される低エネルギー光子を測定することにより、生体内に入ったアクチニド汚染を測定する。

(7) 線量再構築

1) 援助能力

- 線量再構築に必要な情報を収集すること。
- 決定臓器に特別な注意を払いながら線量再構築を行うこと。

2) 利用資機材

線量評価ツールとモデル。

3) 期待される成果

すべての被ばく経路による外部及び内部被ばく線量、並びに全身の線量分布及び決定臓器への線量の推定。

4) 適用形態

配置 ：現地技術支援 （任意）。

現地外技術支援：線量の再構築。

5) 適用状況

個人の被ばく。

3.3 原子力機構の専門的能力と利用資機材

原子力機構が EPR-RANET 2006 に従って 7 つの援助分野に登録した際に、原子力機構が所有している援助能力（援助分野とその支援方法、専門的能力、利用資機材等）に関する情報を IAEA に提出した。これらの援助能力のうち、原子力機構が所有する専門的能力と利用資機材について以下に記述する。

(1) 航空機による汚染調査

専門的能力：航空サーベイの戦略及びモニタリング機器に関する助言

(2) 放射線レベル・汚染調査

専門的能力：放射線モニタリングの戦略、空間線量率モニタリング、汚染モニタリング（地表、物体表面、人員）、ガンマ線及び中性子線量率モニタリング

利用資機材：GM カウンター、電離線量計、中性子線量計

(3) 環境試料の濃度測定

専門的能力：環境試料採取の戦略、試料調製技術、土壌汚染評価、アルファ線分光分析、ガンマ線分光分析、化学分析

利用資機材：可搬型ダスト捕集器、ヨウ素捕集器、化学分析実験室

(4) 事故評価と助言

専門的能力：緊急時管理、放射線防護、放射線管理、線量評価・予測、外部線量評価、WSPEEDI による大気拡散解析

利用資機材：遮蔽評価ソフトウェア、WSPEEDI

(5) 体内被ばく線量評価

専門的能力：内部被ばく線量評価、全身モニタリング

利用資機材：全身カウンター

(6) バイオアッセイ

専門的能力：生体内バイオアッセイ

利用資機材：試料採取機器、高精度放射線測定システム、化学分析実験室

(7) 線量再構築

専門的能力：線量再構築技術

3.4 EPR-RANET 2018 に対応する援助分野及び分野内の区分

(1) 我が国が登録している援助分野及び分野内の区分

RANET における援助分野及び分野内の区分は、RANET マニュアルが改訂されるたびに更新されている。現在の我が国の登録分野及び区分を下記に示す（EPR-RANET 2018 における全体の援助分野及び分野内の区分は第 2.2 節(3)に示されている）。

1) NAA 原子力施設の事故評価と助言

NAA-1 原子炉の設計に関する助言

NAA-2 原子炉の運転に関する助言

NAA-3 原子炉の事故に関する解析

3) RS 放射線調査

RS-1 徒歩／手作業／地上ベースの調査

RS-4 空中ベースの調査

4) SA 試料採取と分析

SA-1 環境試料の採取

SA-2 ガンマ線分光分析

SA-3 アルファ線分光法

SA-4 ベータ線計測

5) RAA 放射線事故評価と助言

RAA-1 大気拡散

RAA-5 公衆の放射線防護

7) MS 医療支援

MS-1 医学的トリアージ

MS-2 治療に関する支援

MS-3 緊急的治療

8) DA 線量評価

DA-1 細胞遺伝学に基づいた生物学的線量評価

DA-5 生体内／直接的バイオアッセイ

DA-6 試験管内／間接的バイオアッセイ

DA-7 内部被ばく線量計算

DA-8 線量再構築

⑵ 原子力機構の 2010 年登録分野と EPR-RANET 2018 の対応区分

原子力機構は EPR-RANET 2006 の援助分野に従って登録を行ったが、最新のマニュアルである EPR-RANET 2018 の援助分野及び分野内の区分とは異なっている。現在の我が国の登録分野を踏まえ、原子力機構の援助分野が EPR-RANET 2018 のどの区分に対応するかを表 3-1 に示した。

表 3-1　原子力機構の 2010 年登録分野と EPR-RANET 2018 の対応区分

2010年登録分野	EPR-RANET 2018の対応区分
(1) 航空機による汚染調査	RS-4 空中ベースの調査
(2) 放射線レベル・汚染調査	RS-1 徒歩／手作業／地上ベースの調査
(3) 環境試料の濃度測定	SA-1 環境試料の採取 SA-2 ガンマ線分光分析 SA-3 アルファ線分光法 SA-4 ベータ線計測
(4) 事故評価と助言	RAA-1 大気拡散 RAA-5 公衆の放射線防護
(5) 体内被ばく線量評価	DA-7 内部被ばく線量計算
(6) バイオアッセイ	DA-5 生体内／直接的バイオアッセイ DA-6 試験管内／間接的バイオアッセイ
(7) 線量再構築	DA-8 線量再構築

4. 緊急時対応援助ネットワーク（RANET）への対応実績

4.1 対応実績の概要

原子力機構が 2010 年に RANET に登録して以降、3 件の要請問合せがあり対応した（表 4-1）。原子力機構が援助可能として回答した 1 件は、より近くの国が実際の支援を行った（2010 年ベネズエラからの要請）。また、他の 2 件は要請事項が登録していた支援事項に該当しなかった（2012 年ペルーからの要請；2016 年ジョージアからの要請）。

表 4-1　RANET を通じた原子力機構への支援要請問合せ

問合せ時期	対象国	要請内容	原子力機構の回答
2010 年 8 月	ベネズエラ	カテーテル挿入による心臓病治療の際の X 線過剰照射患者の医療処置と線量再評価	線量再評価のみ支援可能
2012 年 2 月	ペルー	非破壊検査に伴う高線量被ばく者への医療処置	医療案件であり登録外
2016 年 6 月	ジョージア	1997年リロ過剰被ばく事故の患者の容体変化に伴う医療処置	医療案件であり登録外

以下には、それぞれの要請に対する原子力機構の対応を支援・研修センター年報から抜粋する。また、元になった緊急事態について IAEA の資料を基に補足する。

4.2 2010 年ベネズエラからの要請への対応

(1) 要請への対応の概要

支援・研修センターの平成 22 年（2010 年）度年報には、本対応について以下のように短く記載されている [17]。

「原子力機構が登録した RANET（Response Assistance Network）への対応として、8 月 5 日に受信したベネズエラでの被ばく事故に対する被ばく量評価の依頼について、RANET の初動連絡体制により対応した。」

当時は、今後の対応に備えて支援対応策案を作成していた。作成した支援対応策案の内容を以下に記述する。

(2) ベネズエラにおける X 線過剰照射事案に対する支援対応策案

1) 発生した緊急事態の概要

2009 年 9 月にベネズエラのカラカスの病院でカテーテル挿入による心臓病治療を行った。胸部が赤紫色になり、やけど治療を行ったが改善しなかった。放射線による病変と診断し、皮膚移植を行った。心臓治療における X 線過剰照射と疑われるため、ベネズエラは患者の医療処置と線量再評価を要請した。

2) 国等の対応状況

① 国としての対応

文科省からの要請及びそれに対する原子力機構の対応を表 4-2 に示す。

表 4-2　ベネズエラにおける X 線過剰照射事案に対する要請と原子力機構の支援対応

年月日	対　　応
2010 年 8 月 5 日	IAEA RANET に基づく支援要請があり、文科省より登録機関（原子力機構、放医研、広島大学）へ援助可能性の検討依頼
同　日	原子力機構より文科省へ、線量評価について支援可能と回答

② 具体的要請内容

医療処置と線量再評価を実施する。具体的には以下の通りである。

- 傷害の進展をフォローし、対応した臨床処置を実施するため、患者を観察すること。
- 被ばく線量を計算し、傷害の程度を決定すること。

3) 原子力機構としての支援計画

① 支援内容及び実施体制

a) 支援項目

線量の再評価について国内より支援する。文科省への回答文は以下の通りである。

“JAEA will support to calculate radiation dose if detailed information is available, especially irradiation conditions at the medical exposure.”

b) 派遣体制

現時点では、現地派遣は必要でない。

② 事故関連情報、被害情報など支援に必要な情報の収集と分析内容

文科省原子力安全国際室と連携し、当事国から情報の収集を実施する。

③ 国等の関係機関との連携方法

文科省原子力安全国際室を通して、外務省等の関係省庁や他の対応機関と連携する。

4) 支援計画検討に関する重要事項

① 要員の放射線被ばく管理の考え方

不要（現地派遣や放射性物質を扱う作業は実施しないため）

② 現地対応における安全確保に関する事前措置

不要（現地派遣は実施しないため）

③ 事態進展等に係る撤退等を含む緊急措置

不要（現地派遣は実施しないため）

(3) IAEA の活動としての総括

2010 年の IAEA 年報によると、IAEA は援助条約にもとづき 3 件の援助要請に対応したとのことである。いずれも中南米諸国において起きたものである。本件は、「介入型放射線学手順中の患者の過度の被ばく」（overexposure of a patient during an interventional radiology procedure）と表現されている [18]。

4.3 2012 年ペルーからの要請への対応

(1) 要請への対応の概要

支援・研修センターの平成 23 年（2011 年）度年報には、本対応について以下のように短く記載されている [19]。

「原子力機構が登録している、原子力事故、放射線緊急事態等が発生した場合の国際的な支援の枠組みとして構築された RANET（Response Assistance Network）に対し、平成 24 年 2 月 3 日に受信したペルー、リマ近傍での非破壊検査に伴う高線量被ばく事故への支援要請について、RANET の初動連絡体制により対応した。なお、この要請に対する実動はなかった。」

当時は、今後の対応に備えて支援対応策案及び要請対応時系列を作成していた。作成した支援対応策案の内容及び要請対応の時系列を以下に記述する。

(2) ペルーにおける高線量被ばく事案に対する支援対応策案

1) 発生した緊急事態の概要

2012 年 1 月にペルーのチルカ（リマ近傍）にて、非破壊検査において高線量被ばくが発生した。撮影技師は吐き気及び嘔吐、他の 2 人は吐き気のみを示したが、その後収まった。初期の計算、症状及び線量計の値から、撮影技師の全身被ばく線量は、6～7Gy、指の局所的被ばくは 50Gy 以上と推定されている。また、他のスタッフ 2 人は 1～3Gy の被ばくと推定される。患者は腫瘍性疾患病院に入院している。ペルーは医療処置を要請した。

2) 国等の対応状況

① 国としての対応

文科省からの要請及びそれに対する原子力機構の対応を表 4-3 に示す。

表 4-3　ペルーにおける高線量被ばく事案に対する要請
と原子力機構の支援対応

年月日	対　　応
2012 年 2 月 3 日	IAEA RANET に基づく支援要請があり、文科省より登録機関（原子力機構、放医研、広島大学）へ援助可能性の検討依頼
同　日	原子力機構より文科省へ、医療処置を要求されていることから、原子力機構としての登録項目外と回答

② 具体的要請内容

数日中に医療施設で患者を受け入れ、ペルーが要請している医療処置を実施する。具体的には以下の通りである。

- 高度の放射線被ばく患者治療に関する高度の知識と経験を有する病院で患者を受け入れること。
- 血液蘇生手術及び自己人幹細胞移植の形成外科手術を施せること。

3) 原子力機構としての支援計画

① 支援内容及び実施体制

a) 支援項目

今回の事案は医療処置を要求されている。このため、原子力機構としては対応しない。文科省への回答文は以下の通りである。

“This request is intended for medical treatment. This field is out of support from JAEA.”

b) 派遣体制

現時点では、現地派遣は必要でない。

② 事故関連情報、被害情報など支援に必要な情報の収集と分析内容

文科省原子力安全国際室を通した情報の収集を実施する。

③ 国等の関係機関との連携方法

文科省原子力安全国際室を通して、必要に応じて外務省等の関係省庁や他の対応機関と連携する。

4) 支援計画検討に関する重要事項

① 要員の放射線被ばく管理の考え方

不要

② 現地対応における安全確保に関する事前措置

不要

③ 事態進展等に係る撤退等を含む緊急措置
不要

(3) 要請対応の時系列
援助要請があった 2012 年 2 月 3 日の要請対応の時系列を表 4-4 に示す。

表 4-4　ペルーにおける高線量被ばく事案に対する要請
と原子力機構の要請対応の時系列

時刻	内　　容
11:22	支援・研修センター長へ RANET の援助要請が入る旨文科省より電話連絡有り センター内関係者に支援棟 2F へ集合するよう指示
11:23	担当理事へ RANET 援助要請が入ることを連絡
11:35	文科省より RANET 援助要請メールを受信（支援・研修センター内関係者へコピー配布）
11:41	支援・研修センター内関係者へメール転送
11:43	文科省原子力安全課原子力安全国際室の担当者へメール受信した旨連絡
12:02	安全統括部保安管理課及び福井支所へメール文書を FAX で転送
12:02	安全統括部保安管理課担当者へ電話連絡
12:04	福井支所長へ電話連絡
12:05	福井支所担当者へ電話連絡
12:50	担当理事に回答案を送付し、対応方針確認
12:56	支援・研修センター長より文科省へ回答

(4) IAEA の活動としての総括

2012 年の IAEA 年報によると、3 件の現地派遣（線量再構築、医療の助言、線源捜索の補助）があったとのことである。医療的措置はフランスの病院で実施され、その費用の補助は米国によってなされた[20]。なお、ペルーの事象は INES3（暫定評価）として IAEA に登録された[21]。

4.4 2016 年ジョージアからの要請への対応

(1) 要請への対応の概要

支援・研修センターの平成 28 年（2016 年）度年報には、本対応について以下のように短く記載されている[22]。

「平成 28 年 6 月にジョージアから被ばく事故の患者容体変化に伴う医療処置の依頼を受けたが、医療案件であり、登録外であることから具体的な支援は実施しなかった。」

なお、今回の要請を受けて、原子力機構では医療処置に関しては要請問合せをしないように原子力規制庁に連絡した。

(2) IAEA の活動としての総括

2016 年の IAEA 年報によると、ジョージアの要請に従って下記のように医学的助言を行ったとのことである[23]。なお、1997 年にリロで発生した放射線事故は、廃棄された放射線源による皮膚被ばくであり、詳細については IAEA から報告書が公開されている[24]。

「2016 年に、ジョージアからの要請に応じて、当局は 1997 年にジョージアのリロで発生した放射線事故の影響を受けた患者の放射線障害管理に関する医学的助言を提供することにより、関連当局を支援する支援任務を行った。」

5. 国際緊急時対応演習（ConvEx）への参加

5.1 ConvEx の概要

IAEA の IEC は、「原子力事故の早期通報に関する条約」及び「原子力事故または放射線緊急事態の場合の援助に関する条約」の下で、特定の機能を試験するための国際緊急時対応演習（Convention Exercise: ConvEx）を実施している。

ここでは、原子力防災情報 第 14 回「IAEA の国際緊急時対応演習（ConvEx）について」（平成 26 年 4 月）[25]を参考にして、ConvEx の概要について簡潔にまとめる。詳細については、EPR-IEComm 2012[26]及びその改訂版である EPR-IEComm 2019[27]を参照されたい。なお、原子力防災情報 第 14 回は EPR-IEComm 2012 に基づいて作成されているが、本節では改訂版である EPR-IEComm 2019 に従って記述する。

ConvEx には以下に示すように 3 つのレベルがある。

(1) ConvEx-1

ConvEx-1 演習は、加盟国の連絡先（通報受信ポイント（NWP））との緊急連絡が常に可能であること及び連絡先の応答時間を試験する。ConvEx-1 は、目的や試験項目に応じて 3 つのカテゴリー（1a、1b 及び 1c）に区分される。この演習は IAEA と加盟国の連絡先との試験であるため、基本的には原子力機構が参加することはない。

(2) ConvEx-2

ConvEx-2 演習は、加盟国内で所管する官庁（NCA）による報告様式の適切な作成、並びに情報の交換及び援助の要請・提供に係る適切な手順を訓練することにより、国際的な対応システムにおける特定の部分を試験する。例えば、通知書及び報告書式を完成させる手続き、国際援助を要求または提供するための手順、または 6～8 時間でのすべての対応の手配などに関する試験である。

なお、ConvEx-2 は目的や試験項目に応じて 7 つのカテゴリー（2a、2b、2c、2d、2e、2f 及び 2g）に区分される。このうち、ConvEx-2b は RANET による援助要請及び援助提供の準備に関する調整プロセスを試験する目的で年 1 回行われ、原子力機構はこの演習へはほぼ毎年参加してきた。また、ConvEx-2c は国境を越えた放射線緊急事態に係る仕組みを試験する目的で 2～3 年に 1 回行われる。所轄官庁から連絡があった場合にはこの演習に参加している。

(3) ConvEx-3

ConvEx-3 演習は数日間続く本格的な演習であり、重大な原子力事故または放射線緊急事態の発生時における締約国及び関係国際機関の対応を試験・評価する [28]。ConvEx-3 は 3～5 年に 1 回、周知済みの日取りで実施する。ConvEx-3 は 2001 年から 2017 年までに 5 回開催されており、我が国は 2017 年の演習を除いてこれまで 4 回参加している。

5.2 ConvEx に対する活動実績

原子力機構が参加した ConvEx 演習について、その活動実績を支援・研修センター年報に基づいてまとめる [29-34]。ここでは、原子力機構がほぼ毎年参加してきた ConvEx-2b を中心として、関係する ConvEx-2c や ConvEx-3 についても記述する。

(1) 2012 年度

ConvEx-2b 演習は、RANET による援助要請及び援助提供を試験する目的で年 1 回行われている。2012 年 7 月 27 日（日本時間）に文科省からの連絡を受け、RANET に関する活動の一環として ConvEx-2b が実施され、原子力機構として初めて参加した。ConvEx-2b は、事前には開始日時を知らされない状況下で実施され（ただし、実施週は事前連絡がある）、IAEA からの通報を受けて各国が速やかに適切な対応をすることを求められている。この演習への対応状況を以下に報告する [29]。

1) 演習概要

① 演習期間：2012 年 7 月 31 日（火）～8 月 3 日（金）

② 演習シナリオ

スロベニア共和国クルシュコ（KRSKO）原子力発電所（PWR）では、激しい雷により機器が被害を受け、原子炉は手動停止させたが、残存出力は定格出力の 20%であった。また、一次冷却材が漏洩し炉心露出が発生した。さらに、水素爆発及び放射性物質の漏洩があった。放射性物質の放出は現在も継続している可能性があり、発電所職員は炉心冷却を確立したが、おそらく不十分である。原子力発電所から半径 10km 圏内の住民の避難は終了しており、放射線モニタリングの拡張、モニタリング結果に基づく避難の拡大、必要に応じた食品の生産禁止を計画している。

③ スロベニア共和国からの支援要請

- 線量測定と除染：個人モニタリングと除染装備一式
- 線量測定：汚染マッピングを行うための航空機及び車両装備一式
- 環境試料採取：空気サンプリング装置並びに土壌、食物、水及び牛乳の汚染測定のための可搬型装備一式
- 線量測定：現場型スペクトロメーター一式
- 環境試料分析：試料分析の分析能力

2) 原子力機構としての対応

演習実施における連絡等の支援対応の流れは図 3-1 に沿ったものとした。実際の時系列概要は以下のようになった。

① 7 月 31 日（演習 1 日目）9 時 41 分：支援・研修センターは、文科省を通じて IAEA からの支援要請内容を受信

② 同日 12 時 23 分：支援・研修センターから検討結果（提供可能資機材及び分析能力）を文科省へ連絡

③ 同日 19 時 31 分：外務省から IAEA に連絡

④ 8 月 2 日（演習 3 日目）18 時 27 分：IAEA から各国へ演習終了の報告メールを送信

⑤ 8 月 3 日（演習 4 日目）9 時 41 分：文科省から演習終了報告メールを支援・研修センターで受信

3) 原子力機構内有識者及び指名専門家の対応

特に、スロベニア共和国からの支援要請（環境試料分析：試料分析の分析能力）に応じて、各専門の有識者、指名専門家等を通して 3 拠点併せて週 150 件の試料分析の協力依頼を行った。

4) 演習を通して得られた課題

① 原子力機構としての対応

原子力機構の資機材を外国へ提供するために、資機材に関する仕様及びマニュアルを予め英文で準備しておくべきである。

② 国としての対応

資機材の返還、環境試料（放射能汚染を伴う土壌、生物試料等）の国内受入れ、搬送について事前に決めておくと良い。

③ IAEA としての対応

演習の進捗状況について情報共有を進めるなどして、途中経過を明確にしておくと良い。

5) その他（他機関、他国の対応状況など）

放医研及び広島大学が、原子力機構と同様に EBS として資材提供の回答を行った。これら 2 機関が文科省に回答した時刻は原子力機構と相前後しており、あまり変わらなかったとの報告を受けている。また、演習参加国に関して正式な連絡はないが、メールの宛先から 30 ヶ国程度と推測される。そのうち、支援要請に応じたのは 19 ヶ国である。

(2) 2013 年度

1) ConvEx-2b への参加 [30]

ConvEx-2b 演習が 2013 年 6 月 12 日（日本時間）に実施された。IAEA の担当官より事前に、6 月 10 日の週に実施するとの情報を得ていた。本演習のシナリオは、スロベニア共和国のクルシュコ（KRSKO）原子力発電所（PWR）にて、嵐に伴う雷により火災が発生し、原子炉は停止し、非常用ディーゼルも両系統が使用不可になった、というものであった。

要請事項としては、以下の 6 項目があった。

- 車によるサーベイ
- 空からのサーベイ
- 線量予測と大気拡散予測
- 除染・医療処置の補助
- 原子炉運転への助言
- 環境試料採取と試料分析

これに対して、原子力機構は「環境試料分析の能力及び WSPEEDI を用いた大気拡散計算が可能」と返信した。ConvEx-2b 演習参加の様子を写真 5-1 に、得られた情報を記載したホワイト・ボードを写真 5-2 に示す。

写真 5-1　支援・研修センターにおける ConvEx-2b 演習参加の様子

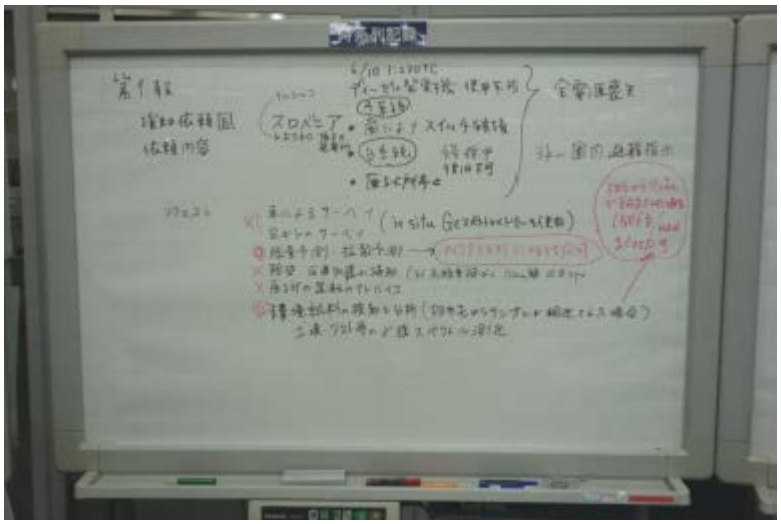


写真 5-2　ConvEx-2b 演習におけるホワイト・ボードの記載

2) ConvEx-3 への参加 [30]

ConvEx-3 演習は数日間続く本格的な演習であり、重大な原子力事故または放射線緊急事態の発生時における締約国及び関係国際機関の対応を試験・評価するために 3～5 年に 1 回実施される。ConvEx-3 演習が、2013 年 11 月 20 日～21 日（日本時間）に実施された。こ

れらの日に実施するとの情報は、IAEA の担当官より事前に得ていた。IAEA からの情報受信と原子力機構の対応に関する時系列は以下の通りである。

① 第 1 報（20 日 21 時 01 分受信）

「モロッコのタンジェ新港（Tangier Med 港）において放射性物質散布装置（Radiological Dispersion Device；以下、RDD と称す）を使用した爆発が起こった。このため重篤な被ばく患者への医療支援を要請する。」という演習シナリオで演習が開始された。これに対して、本件は緊急医療支援（被ばく医療）であることから、原子力機構としての対応はないと返信した。

② 第 2 報（21 日 10 時 49 分受信）

「モロッコのマラケシュ市内での新たな爆発（RDD を使用した爆発）が起こり、タンジェ新港での爆発（RDD を使用した爆発）のより詳細な情報（続報）が得られた。このため、放射性廃棄物の管理、汚染された死体の管理、周辺区域の除染を要請する。」という追加要請が行われた。これに対して、放射性廃棄物の取扱いに関する技術的助言及び周辺区域の除染に関する技術的助言が可能であると返信した。ConvEx-3 演習参加の様子を写真 5-3 に、得られた情報を記載したホワイト・ボードを写真 5-4 に示す。

写真 5-3　支援・研修センターにおける ConvEx-3 演習参加の様子

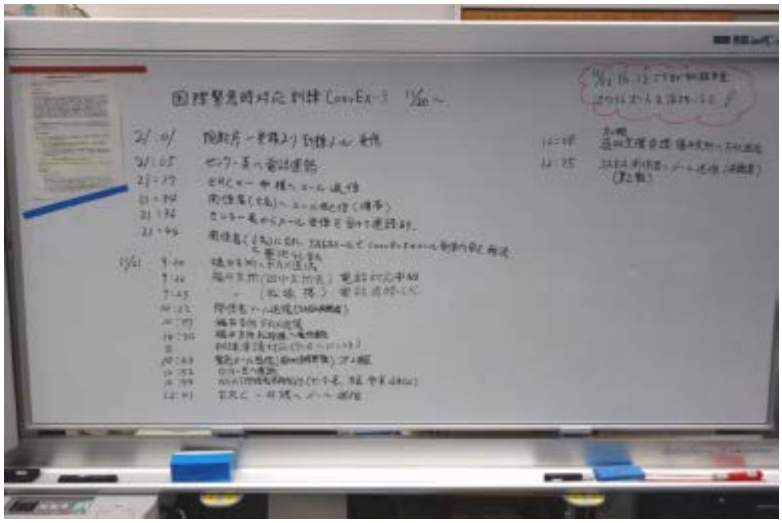


写真 5-4　ConvEx-3 演習におけるホワイト・ボードの記載

(3) 2014 年度

ConvEx-2b 演習が 2014 年 9 月 3 日（日本時間）に抜打ちで実施された。支援・研修センターは、原子力規制庁から演習開始の通報を受け、緊急時体制に移行するとともに ConvEx-2b 演習に参加した[31]。

演習では、原子力規制庁を通じて援助要請を受けたが、要請の内容は放射線被ばくによる医療支援であった。原子力機構が RANET に登録している支援項目に医療支援は含まれないことから、支援範囲外であり支援できない旨の回答を原子力規制庁に返信した。また、追加の援助要請等への対応のために待機を継続し、原子力規制庁からの演習終了の連絡をもって緊急時体制を解除し演習を終了した。

(4) 2015 年度

ConvEx-2c 演習は国境を越えた放射線緊急事態に係る仕組みを試験する演習であり、2 年に 1 回実施することになっている。2015 年 12 月 15 日（日本時間）に、ConvEx-2c 演習が抜打ちで実施された。支援・研修センターは、原子力規制庁からの演習開始の通報を受け、緊急時体制に移行するとともにこの演習に参加した[32]。

第一報では、メキシコでの放射線源の盗難事故の連絡があり、援助要請内容は、盗難線源捜索サーベイ、空間線量サーベイに関する現地派遣での支援ということであった。しかし、続報では、メキシコ・シティ国際空港で放射性物質による汚染が拡大していることが見つかり、放射線サーベイと除染についての援助を要請されたという演習シナリオで行われた。原子力機構では、除染に関する技術的援助と関連資材の提供が可能である旨の回答を行った。その後さらに、ポルトガルの空港でも汚染が見つかり、医療及び線量再構築の要請があった。原子力機構で線量再構築の支援が可能であると回答をした段階で演習が終了した。なお、今回の演習は 2 日に渡って行われ、原子力規制庁を通して IAEA から送られてくる要請は断続的であり、演習では午後から夜中まで対応し、さらに最終回答の発信は翌日となった。

(5) 2016 年度

2016 年 6 月 22 日（日本時間）に、ConvEx-2b 演習に関する情報共有のメールを原子力規制庁から受信した。本演習は、エジプトのギザの人口過密地域において放射性物質を含む爆発が発生し、15 名死亡、250 名以上が負傷したという想定シナリオで実施されるものであった。エジプトから IAEA を通して、放出源捜索、事故評価と助言、医療支援などの 5 分野の 7 区分について援助要請が出された。しかし、原子力規制庁担当者によれば、メール受信の時点では我が国に対する援助要請が出されていなかったので、情報共有としてシナリオ情報を送ったとのことであった。支援・研修センターでは、当直長がセンター長と相談の上、センター内関係者にメールにて情報共有する対応とした[22]。続報により我が国に対して援助要請があった場合には対応することとしたが、新たな要請はなかった。

(6) 2017 年度

1) ConvEx-2b への参加[33]

2017 年 12 月 6 日から 8 日（日本時間）にかけて、ConvEx-2b 演習がマレーシアからの支援要請に対応する形で実施された。演習シナリオは、^{192}Ir 産業放射線源（5 TBq）が輸送途中に盗難された 3 日後、スクラップ工場の隣に住んでいる 3 人に被ばく症状が現れているというものであった。放射線源捜索（SSR-1 Foot/manual/ground based search、SSR-2 Vehicle based search、SSR-3 Aerial search）、線量予測（RAA-4 Dose predictions）、医療支援（MS-2 Support in treatment、MS-3 Emergency treatment）、被ばく評価（DA-8 Dose reconstruction）及び除染（DE-1 Expertise in decontamination）という 5 分野の 8 区分について、IAEA はマレーシアからの支援を要請され、演習参加国に対してその要請の連絡を行った。

上記の支援要請は、所轄官庁である原子力規制庁を通して原子力機構の支援・研修センターにメールで届いた。原子力機構内では、支援・研修センターの関係者を集合させるとともに、センター長等の責任者と連絡を取りつつ、原子力機構が対応できる支援内容について検討を行い、原子力規制庁へ回答を送付するなど緊急時対応演習を行った。原子力機構は、地上ベース及び車両ベースの放射線源捜索（SSR-1 Foot/manual/ground based search、SSR-2 Vehicle based search）並びに線量予測（RAA-4 Dose predictions）について、EBS が可能である旨を原子力規制庁に回答した。

また、本演習への参加の機会に、RANET を通じた国際援助の課題や在り方について、原子力規制庁及び他の国内登録機関（放医研及び広島大学）と意見交換を行った。派遣中に現地で死亡したり怪我をした時の補償の問題が解決されていないこと、医師の診療行為に関して基本はそれぞれの国での医師免許が必要になること、現地のロジスティクスに関する支援（例えば、通訳の確保）がほとんど期待できないこと、大型の資機材（航空機サーベイの機器やモニタリングカーなど）は現地搬入が困難なこと、などが今後の検討課題として挙げられた。

2) ConvEx-3 演習の実施

ConvEx-3 演習が 2017 年 6 月に実施されたが、我が国は参加しなかった。

(7) 2018 年度

1) ConvEx-2b への参加（その 1）[34]

ConvEx-2b 演習が 2018 年 10 月 17 日から 18 日（日本時間）にかけて実施された。アラブ首長国連邦のバラカ原子力発電所（現状は建設中で燃料初装荷が 2020 年頃の予定）から放射性汚染物が大量に放出され、約 250 名が被ばくしたという演習シナリオで行われた。アラブ首長国連邦からは、RANET の支援要請表に沿った多数の要請項目（7 分野の 13 区分）が提出された。

原子力機構からは、地上での放射線調査（RS-1 Foot/manual/ground based survey）、環境試料採取（ESA-1 Environmental sampling）及びガンマ線分光分析（ESA-2 Gamma spectrometry）に関する EBS が可能である旨を原子力規制庁に返答した。さらに IAEA からの質問に対して、これら分野（RS-1、ESA-1、 ESA-2）の計画と方法に関する助言を行う専門家 2 名のほか、放射線測定器 2 台、個人線量計 5 個、放射線防護具 5 式という資機材（RS-1 及び ESA-1 用）を準備ができ次第、数日内に派遣・提供することが可能と回答した。ただし、派遣者及び資機材の保障の問題が明確になった時点で派遣の決定を行うとした。

2) ConvEx-2b への参加（その 2）[34]

ConvEx-2b 演習が 2019 年 3 月 27 日（日本時間）に実施された。アラブ首長国連邦のバラカ原子力発電所の事故により放射性物質が放出され、全面緊急事態後に UPZ 内（原子力発電所から半径 16km 圏）における住民の屋内退避と安定ヨウ素剤服用という防護対策が実施され、住民の総実効線量当量（TEDE）が 10mSv を超過したという報告が、アラブ首長国連邦原子力規制機関より IAEA に対して行われたとの演習シナリオで実施された。原子力機構には原子力規制庁を通じて様々な支援要請（6 分野の 8 区分）があり、原子力機構は放射性物質の大気拡散推定（RAA-1 Atmospheric dispersion）、被ばく線量再構築（DA-8 Dose reconstruction）及び原子力発電所事故解析（NAA-3 Nuclear Power Reactor Accident Analysis）について、いずれも EBS が可能であると回答した。

また、上記の 3 種類の援助区分について以下の説明を追記した。放射性物質の大気拡散推定については、放出源情報（放出開始時刻、放出継続時間、放出位置・高さ、核種放出量）が入手できれば、原子力機構で開発した WSPEEDI-II システム（世界版緊急時環境線量情報予測システム第 2 版システム）による大気拡散計算が可能である。被ばく線量再構築については 2 つの可能性がある。一つは、放出源情報を入手できれば WSPEEDI-II システムを使用して線量の時空間分布を推定可能である。もう一つは、現地における空間線量率モニタリングデータを入手できれば、統計的手法による空間分布を推定できる可能性がある。原子力発電所事故解析については、当該原子炉に関するプラント設計情報及びパラメータ（温度、圧力、水位など）を可能な限り詳細に入手できれば、原子力機構で開発した THALES-2 コード（総合的シビアアクシデント解析コード）による事故解析が可能である。

3) ConvEx-2c への参加 [34]

ConvEx-2c 演習が 2018 年 11 月 28 日（日本時間）に実施された。アイルランドの首都ダブリンの 2 箇所において放射線を放出する爆弾が爆発し、多くの人々が爆発と放射性物質により影響を受け、病院に搬送されたとの演習シナリオで実施された。放射線障害を示す住民がおり、爆弾の破片が拡散している。このため、以下の援助が要請された。

- Source Search and Recovery（放射線源の捜索と回収）
  SSR-5 Source recovery（放射線源の回収）
- Medical Support（医療支援）
  MS-2 Support in treatment（治療に関する支援）
  MS-3 Emergency treatment（緊急的治療）
- Decontamination（除染）
  DE-1 Expertise in decontamination（除染に関する専門的能力）
- RS-5 Scene Control（現場管理）
- SA-5 Evidence Management（証拠管理）

これに対して原子力機構では、現時点では情報が少ないため明確な判断はできないが、汚染状況などのより詳細な情報が得られた場合に、東京電力福島第一原発事故後の除染経験により、EBS として除染方法に関する助言（DE-1 Expertise in decontamination）を提供できる可能性があるとの回答を行った。なお、除染に関する援助に関して、原子力機構内において事前に対応準備を進めておくべきことが本対応を通じて認識された。

(8) 2019 年度

ConvEx-2b 演習が 2020 年 3 月 25 日から 26 日（日本時間）にかけて実施された。スリランカのトリンコマリー市コネスヴァラム寺院で起きたテロに対して、医療的支援（MS-2 Support in treatment、MS-4 Psychological support）、被ばく評価（RAA-4 Dose predictions、RAA-6 Remediation and recovery、RAA-8 Hazard and threat assessment FAT）、線量再構築（DA-8 Dose reconstruction）及び除染（DE-1 Expertise in decontamination）を 7 種類の援助を要請された。

原子力機構は要求された支援について、線量予測（RAA-4 Dose predictions）及び線量再構築（DA-8 Dose reconstruction）を EBS が可能であるとの回答を行った。また、2 種類の援助区分について以下の説明を追記した。線量予測及び線量再構築には 2 つの可能性がある。一つは、放出源情報を入手できれば WSPEEDI-II システムを使用して線量の時空間分布を推定可能である。もう一つは、現地における空間線量率モニタリングデータを入手できれば、統計的手法による空間分布を推定できる可能性がある。

6. 今後の方向性

原子力機構は、RANET へ EBS が可能な機関として 2010 年に登録された。登録から約 10 年間が経過した現在の活動においては、以下への留意が言及できる。

- 事故時における関係者への連絡体制は、RANET 登録時に図 3-1 のように定め、初動の連絡体制及び対応する専門家による検討といった総合的な実働訓練を、2012 年の ConvEx-2b に合わせて実施した。体制や初動訓練の在り方は今後も継続的に見直していく。
- 最新の RANET マニュアルである EPR-RANET 2018 では、援助分野及び分野内の区分が多様化している。原子力機構の登録分野及び区分以外の支援要請（例えば、NAA「原子力施設の事故評価と助言」の分野、DE「除染」の分野）があった場合、EBS の可能性について原子力規制庁や外務省と連携しつつ検討する。
- 国外で発生する事故への我が国の対応は RANET に限らず、二国間協定に基づく支援提供に対応する可能性がある。
- 現在の RANET の EBS では、現地には派遣しなくとも技術支援要請国に赴いて支援することも可能となっている。RANET の枠組みを通じて、あるいは RANET の枠組みに限らず原子力機構から技術支援要請国へ職員を派遣する場合には、外務省、原子力規制庁、文科省及び関係機関と一体で国レベルでの対応が不可欠である。

謝　辞

RANET の登録（より具体的には EBS 登録及び FAT 登録検討）に当たり、文科省原子力安全課原子力安全国際室あるいは放射線安全対策課国際室（当時）の須山賢也氏、赤坂尚昭氏、久我徹氏には、多大なご協力と有益なご助言をいただいたことに感謝致します。

RANET の国内におけるとりまとめ官庁が文科省から原子力規制庁に一本化されて以降、原子力規制委員庁国際室の一井直人氏には、RANET 登録に関しての状況をご教示いただいたことに感謝致します。

原子力機構の支援・研修センターにおいて、登録時に直接的・間接的に関与された方々、特に、金盛正至氏、片桐裕実氏、武藤重男氏、山下利之氏には、感謝を申し上げます。

また、RANET の概要を記述するに当たっては、原子力防災情報第 9 回「IAEA の EPR-RANET 2013 について」（平成 25 年 11 月）[16]を参考にし、ConvEx の概要を記述するに当たっては、原子力防災情報第 14 回「IAEA の国際緊急時対応演習（ConvEx）について」（平成 26 年 4 月）[25]を参考にしました。該当記事の原稿を執筆した住谷昭洋氏に感謝します。

参考文献

1) 「原子力事故の早期通報に関する条約（早期通報条約）」(1987), available from http://www.nsr.go.jp/activity/kokusai/jyouyaku.html#section5 (accessed on 16/6/2020).

2) 「原子力事故又は放射線緊急事態の場合における援助に関する条約（援助条約）」(1987), available from http://www.nsr.go.jp/activity/kokusai/jyouyaku.html#section6 (accessed on 16/6/2020).

3) IAEA: "IAEA Emergency Response Network ERNET", EPR-ERNET 2000 (2000), available from https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/32/037/32037201.pdf (accessed on 16/6/2020).

4) IAEA: "IAEA Emergency Response Network ERNET", EPR-ERNET 2002 (2002), available from https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/ernet2002_web.pdf (accessed on 16/6/2020).

5) IAEA: "IAEA Response Assistance Network", EPR-RANET 2006 (2006), available from http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/37/062/37062546.pdf (accessed on 16/6/2020).

6) IAEA: "RANET Assistance Action Plan: Arrangements for Providing International Assistance and Sample of Assistance Action Plan", EPR-RANET 2006 ATTACHMENT 1 (2007), available from https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/39/006/39006997.pdf (accessed on 16/6/2020).

7) IAEA: "RANET Registry: Instructions and Application Form for Registration of National Assistance Capabilities", EPR-RANET 2006 ATTACHMENT 2 (2007), available from https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/39/006/39006998.pdf (accessed on 16/6/2020).

8) IAEA: "RANET Technical Guidelines: Interim Technical Guidelines for National Assistance Capabilities", EPR-RANET 2006 ATTACHMENT3 (2007), available from https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/39/006/39006999.pdf (accessed on 16/6/2020).

9) IAEA: "IAEA Response and Assistance Network", EPR-RANET 2010 (2010).

10) IAEA: “IAEA Response and Assistance Network”, EPR-RANET 2013 (2013), available from
https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/EPR-RANET_2013_web.pdf
(accessed on 16/6/2020).

11) IAEA: “IAEA Response and Assistance Network”, EPR-RANET 2018 (2018), available from
https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/EPR-RANET2018web.pdf
(accessed on 16/6/2020).

12) IAEA: “Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency”, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 7 (2015), available from
https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P_1708_web.pdf
(accessed on 16/6/2020).

13) 外務省：「国際原子力機関の緊急時対応援助ネットワーク（RANET）への参加」(2010), available from
https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/22/6/0618_01.html (accessed on 16/6/2020).

14) 文部科学省：「国際原子力機関の緊急時対応援助ネットワーク（RANET）への参加」(2010), available from
http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/6021721/www.mext.go.jp/b_menu/houdou/22/06/1294934.htm (accessed on 16/6/2020).

15) 日本原子力研究開発機構：「原子力事故、放射線緊急事態等に対する国際支援について－IAEA が提案している緊急時対応援助ネットワークへの登録－」(2010), available from
https://www.jaea.go.jp/02/press2010/p10061801/index.html (accessed on 16/6/2020).

16) 原子力緊急時支援・研修センター：「原子力防災情報 第 9 回「IAEA の EPR-RANET 2013 について」」(2013), available from
https://www.jaea.go.jp/04/shien/research/EP009.html (accessed on 16/6/2020).

17) 片桐裕実、奥野浩、澤畑正由、池田武司、佐藤宗平、寺門直也、長倉智啓、中西千佳、福本雅弘、山本一也、阿部美奈子、川上剛、菊池政之、住谷昭洋、松坂勝：「原子力緊急時支援・研修センターの活動（平成 22 年度）」, JAEA-Review 2011-037 (2011), 66p.

18) IAEA: “IAEA Annual Report 2010” (2010), available from
https://www.iaea.org/publications/reports/annual-report-2010 (accessed on 16/6/2020).

19) 片桐裕実、奥野浩、岡本明子、池田武司、田村謙一、長倉智啓、中西千佳、山本一也、阿部美奈子、佐藤宗平、川上剛、菊池政之、住谷昭洋、松坂勝：「原子力緊急時支援・研修センターの活動（平成 23 年度）」，JAEA-Review 2012-033 (2012), 70p.

20) IAEA: "IAEA Annual Report 2012" (2012), available from https://www.iaea.org/publications/reports/annual-report-2012 (accessed on 16/6/2020).

21) IAEA: "Accident in industrial radiography" (2012), available from https://www-news.iaea.org/ErfView.aspx?mId=aedb233e-67a2-4786-a1c8-903592619080 (accessed on 16/6/2020).

22) 原子力緊急時支援・研修センター：「原子力緊急時支援・研修センターの活動（平成 28 年度）」，JAEA-Review 2017-020 (2017), 45p.

23) IAEA: "IAEA Annual Report 2016" (2016), available from https://www.iaea.org/publications/reports/annual-report-2016 (accessed on 16/6/2020).

24) IAEA: "The Radiological Accident in Lilo" (2000), available from https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1097_web.pdf (accessed on 16/6/2020).

25) 原子力緊急時支援・研修センター：「原子力防災情報 第 14 回「IAEA の国際緊急時対応演習（ConvEx）について」」(2014), available from https://www.jaea.go.jp/04/shien/research/EP014.html (accessed on 16/6/2020).

26) IAEA: "Operations Manual for Incident and Emergency Communication", EPR-IEComm 2012 (2012), available from https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/EPR_IEComm-2012_Web.pdf (accessed on 16/6/2020).

27) IAEA: "Operations Manual for Incident and Emergency Communication", EPR-IEComm 2019 (2020), available from https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/EPR_IEComm%202019%20web.pdf (accessed on 16/6/2020).

28) 山本一也：「IAEA 国際緊急時対応演習 ConvEx-3 に関する調査」，JAEA-Review 2007-021 (2007), 57p.

29) 佐藤猛、武藤重男、奥野浩、片桐裕実、秋山聖光、岡本明子、小家雅博、池田武司、根本内利正、斉藤徹、住谷明雄、川又宏之、長倉智啓、中西千佳、平山悠介、山本一也、佐藤宗平、住谷昭洋、川上剛、菊池政之、青木一史、中村耕一、松坂勝：「原子力緊急時支援・研修センターの活動（平成 24 年度）」，JAEA-Review 2013-046 (2014), 65p.

30) 佐藤猛、武藤重男、秋山聖光、青木一史、岡本明子、川上剛、久米伸英、中西千佳、小家雅博、川又宏之、根本内利正、斉藤徹、加藤正、住谷明雄、山本一也、佐藤宗平、住谷昭洋、奥野浩、吉田宏、菊池政之、松坂勝：「原子力緊急時支援・研修センターの活動（平成 25 年度）」，JAEA-Review 2014-048 (2015), 69p.

31) 原子力緊急時支援・研修センター：「原子力緊急時支援・研修センターの活動（平成 26 年度）」，JAEA-Review 2016-005 (2016), 55p.

32) 原子力緊急時支援・研修センター：「原子力緊急時支援・研修センターの活動（平成 27 年度）」，JAEA-Review 2017-011 (2017), 54p.

33) 原子力緊急時支援・研修センター：「原子力緊急時支援・研修センターの活動（平成 29 年度）」，JAEA-Review 2018-015 (2018), 78p.

34) 原子力緊急時支援・研修センター：「原子力緊急時支援・研修センターの活動（平成 30 年度）」，JAEA-Review 2019-013 (2019), 81p.

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
物質量	モル	mol
光度	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^2
体積	立方メートル	m^3
速さ，速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s^2
波数	毎メートル	m^{-1}
密度，質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m^3
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m^2
比体積	立方メートル毎キログラム	m^3/kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m^2
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度[a]，濃度	モル毎立方メートル	mol/m^3
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m^3
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m^2
屈折率[b]	（数字の）　1	1
比透磁率[b]	（数字の）　1	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	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン[b]	rad	1 [b]	m/m
立体角	ステラジアン[b]	sr[c]	1 [b]	m^2/m^2
周波数	ヘルツ[d]	Hz		s^{-1}
力	ニュートン	N		$m\ kg\ s^{-2}$
圧力，応力	パスカル	Pa	N/m^2	$m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
エネルギー，仕事，熱量	ジュール	J	N m	$m^2\ kg\ s^{-2}$
仕事率，工率，放射束	ワット	W	J/s	$m^2\ kg\ s^{-3}$
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	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
静電容量	ファラド	F	C/V	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^4\ A^2$
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-2}$
コンダクタンス	ジーメンス	S	A/V	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^3\ A^2$
磁束	ウエーバ	Wb	Vs	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
磁束密度	テスラ	T	Wb/m^2	$kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-2}$
セルシウス温度	セルシウス度[e]	℃		K
光束	ルーメン	lm	cd sr[c]	cd
照度	ルクス	lx	lm/m^2	$m^{-2}\ cd$
放射性核種の放射能[f]	ベクレル[d]	Bq		s^{-1}
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg	$m^2\ s^{-2}$
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[g]	Sv	J/kg	$m^2\ s^{-2}$
酸素活性	カタール	kat		$s^{-1}\ mol$

(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み、ベクレルは放射性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大きさは同一である。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)放射性核種の放射能（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	SI 基本単位による表し方
粘度	パスカル秒	Pa s	$m^{-1}\ kg\ s^{-1}$
力のモーメント	ニュートンメートル	N m	$m^2\ kg\ s^{-2}$
表面張力	ニュートン毎メートル	N/m	$kg\ s^{-2}$
角速度	ラジアン毎秒	rad/s	$m\ m^{-1}\ s^{-1}=s^{-1}$
角加速度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s^2	$m\ m^{-1}\ s^{-2}=s^{-2}$
熱流密度，放射照度	ワット毎平方メートル	W/m^2	$kg\ s^{-3}$
熱容量，エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	$m^2\ kg\ s^{-2}\ K^{-1}$
比熱容量，比エントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	$m^2\ s^{-2}\ K^{-1}$
比エネルギー	ジュール毎キログラム	J/kg	$m^2\ s^{-2}$
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	$m\ kg\ s^{-3}\ K^{-1}$
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	J/m^3	$m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m	$m\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
電荷密度	クーロン毎立方メートル	C/m^3	$m^{-3}\ s\ A$
表面電荷	クーロン毎平方メートル	C/m^2	$m^{-2}\ s\ A$
電束密度，電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m^2	$m^{-2}\ s\ A$
誘電率	ファラド毎メートル	F/m	$m^{-3}\ kg^{-1}\ s^4\ A^2$
透磁率	ヘンリー毎メートル	H/m	$m\ kg\ s^{-2}\ A^{-2}$
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	$m^2\ kg\ s^{-2}\ mol^{-1}$
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)	$m^2\ kg\ s^{-2}\ K^{-1}\ mol^{-1}$
照射線量（X 線及びγ線）	クーロン毎キログラム	C/kg	$kg^{-1}\ s\ A$
吸収線量率	グレイ毎秒	Gy/s	$m^2\ s^{-3}$
放射強度	ワット毎ステラジアン	W/sr	$m^4\ m^{-2}\ kg\ s^{-3}=m^2\ kg\ s^{-3}$
放射輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	$W/(m^2\ sr)$	$m^2\ m^{-2}\ kg\ s^{-3}=kg\ s^{-3}$
酵素活性濃度	カタール毎立方メートル	kat/m^3	$m^{-3}\ s^{-1}\ mol$

表５．SI 接頭語

乗数	名称	記号	乗数	名称	記号
10^{24}	ヨタ	Y	10^{-1}	デシ	d
10^{21}	ゼタ	Z	10^{-2}	センチ	c
10^{18}	エクサ	E	10^{-3}	ミリ	m
10^{15}	ペタ	P	10^{-6}	マイクロ	μ
10^{12}	テラ	T	10^{-9}	ナノ	n
10^{9}	ギガ	G	10^{-12}	ピコ	p
10^{6}	メガ	M	10^{-15}	フェムト	f
10^{3}	キロ	k	10^{-18}	アト	a
10^{2}	ヘクト	h	10^{-21}	ゼプト	z
10^{1}	デカ	da	10^{-24}	ヨクト	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 $hm^2=10^4m^2$
リットル	L, l	1 L=1 l=1 $dm^3=10^3cm^3=10^{-3}m^3$
トン	t	1 t=10^3 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^{-19}J
ダルトン	Da	1 Da=1.660 538 86(28)×10^{-27}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^{11}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=10^5Pa
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^{-10}m
海里	M	1 M=1852m
バーン	b	1 b=100fm^2=$(10^{-12}cm)^2$=$10^{-28}m^2$
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的な関係は、対数量の定義に依存。
ベル	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^{-7} J
ダイン	dyn	1 dyn=10^{-5}N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm^{-2}=0.1Pa s
ストークス	St	1 St =$1cm^2\ s^{-1}$=$10^{-4}m^2\ s^{-1}$
スチルブ	sb	1 sb =1cd cm^{-2}=10^4cd m^{-2}
フォト	ph	1 ph=1cd sr cm^{-2} =10^4lx
ガル	Gal	1 Gal =1cm s^{-2}=$10^{-2}ms^{-2}$
マクスウエル	Mx	1 Mx = 1G cm^2=10^{-8}Wb
ガウス	G	1 G =1Mx cm^{-2} =10^{-4}T
エルステッド[a]	Oe	1 Oe ≙ $(10^3/4\pi)$A m^{-1}

(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「 ≙ 」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^{10}Bq
レントゲン	R	1 R = 2.58×10^{-4}C/kg
ラド	rad	1 rad=1cGy=10^{-2}Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10^{-2}Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10^{-9}T
フェルミ		1 フェルミ=1 fm=10^{-15}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^{-4}kg
トル	Torr	1 Torr = (101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm = 101 325 Pa
カロリー	cal	1 cal=4.1858J（「15℃」カロリー），4.1868J（「IT」カロリー），4.184J（「熱化学」カロリー）
ミクロン	μ	1 μ =1μm=10^{-6}m

（第8版，2006年）