



IAEA 国際緊急時対応演習 ConvEx-3(2008) の視察報告

Report on the Observation of IAEA International Emergency Response Exercise
ConvEx-3(2008)

山本 一也 住谷 昭洋

Kazuya YAMAMOTO and Akihiro SUMIYA

原子力緊急時支援・研修センター

Nuclear Emergency Assistance and Training Center

February 2009

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Review

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

独立行政法人日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 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
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,
Japan Atomic Energy Agency
2-4 Shirakata Shirane, 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, 2009

IAEA 国際緊急時対応演習ConvEx-3(2008)の視察報告

日本原子力研究開発機構 原子力緊急時支援・研修センター
山本 一也, 住谷 昭洋

(2008年 11月 19日受理)

2008年7月のメキシコで行われた原子力発電所事故対応演習に合わせて, IAEAは国際緊急時対応演習ConvEx-3(2008)を実施した。本調査報告は, このConvEx-3(2008)における演習上の事故発生国であるメキシコの現地活動とIAEA本部の事故・緊急時センター(IEC)の国際緊急時対応活動を, 2箇所ですべて同時に視察調査を行い, その結果をまとめたものである。

メキシコはまだ2基のBWRがあるのみであるが, 米国の原子力防災体制をベースに, 非常にしっかりした緊急時対応体制を確立している。メキシコの原子力防災体制及びIAEAのIECの緊急時対応体制から, 緊急時活動レベルEALの導入や長時間の訓練, 早期対応に係る強化など, 我が国にも参考となるいくつかの重要な知見が得られた。

また, 我が国においても, これまでの原子力防災に係る知見, 経験を基に, 「我が国を他国の原子力災害から守る」, あるいは「我が国で発生した原子力災害の他国への影響を低減する」という視点で, 今後原子力防災を考えていく必要がある。このConvEx-3(2008)の演習活動の視察を通して, 日本の隣接国に係る原子力災害対応という面から, 広域に渡る環境モニタリング体制や国外の原子力災害に対する国際援助の体制の確立など, 今後検討すべき課題をまとめた。

なお, 本視察調査は, 文部科学省の「科学技術国際協力の総合的推進」による専門家の派遣として実施されたものである。

Report on the Observation of IAEA International Emergency Response Exercise ConvEx-3(2008)

Kazuya YAMAMOTO and Akihiro SUMIYA

Nuclear Emergency Assistance and Training Center
Japan Atomic Energy Agency
Hitachinaka-shi, Ibaraki-ken

(Received November 19, 2008)

The International Atomic Energy Agency IAEA carried out a large-scale international emergency response exercise under the designated name of ConvEx-3(2008), accompanying the national exercise of Mexico in July 2008. This review report summarizes two simultaneous observations of the exercises in Mexico and the IAEA headquarter during ConvEx-3(2008).

Mexico has established a very steady nuclear emergency response system based on that of US, while only two BWR nuclear power units have been operated yet. The Mexican nuclear emergency response system and the emergency response activities of the Incident and Emergency Centre of the IAEA headquarter impressed important knowledge on observers that is helpful for enhancement of Japanese nuclear emergency response system in the future, e.g. establishment of Emergency Action Level and of implementation of long time exercise and enhancement of prompt protective actions.

Japan had established the Act on Special Measures Concerning Nuclear Emergency Preparedness and has developed the nuclear disaster prevention system since the JCO Criticality Accident in Tokai-mura. Now is the new stage to enhance the system on the view point of “prevention of a nuclear disaster affecting the neighboring countries” or “prevention of a nuclear disaster which arise from the neighboring countries”. The ConvEx-3(2008) suggested key issues about nuclear disaster prevention related to the neighboring countries, e.g. establishment of much wider environmental monitoring and of international assistance system against a foreign nuclear disaster.

The observations of the IAEA ConvEx-3(2008) exercise described in this review report were funded by the MEXT (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology).

Keywords: Nuclear Emergency Exercise, IAEA International Emergency Response Exercise, ConvEx-3, Exercise Observation

目次

1 . はじめに	1
2 . IAEAの国際緊急時対応演習ConvEx-3について	3
3 . IAEAの国際緊急時対応と援助の体制	6
3.1 EPR-ENATOM 2007の概要	6
3.2 RANETの概要	8
4 . ConvEx-3(2008) 演習の概要	14
4.1 演習参加国と参加国際機関	14
4.2 ConvEx-3(2008)における演習目的	15
4.3 事故想定サイト	19
4.4 演習のねらいと演習シナリオ	20
5 . IAEA本部事故・緊急時センター（IEC）における演習の状況	27
5.1 IECの概要	27
5.2 演習の状況	31
6 . メキシコにおける演習の状況	39
6.1 メキシコの原子力防災体制	39
6.1.1 PEREの概要	39
6.1.2 防災関連施設	42
6.2 演習の状況	52
7 . 演習における国際援助の状況	60
7.1 拡散予測解析	60
7.2 空中モニタリング	61
7.3 そのほかの国際援助	62
8 . 日本の原子力防災対応に参考となる事項	63
8.1 メキシコの原子力防災体制及びIECの緊急時対応体制から得られた知見	63
8.2 日本の隣接国に係る原子力災害対応に関してConvEx-3から得られた知見	68
9 . まとめ	73
謝辞	74
引用・参考文献	75
付録A 緊急時活動のレベル分類（EAL）	78
付録B EPR-ENATOM 2007における「全面緊急事態」の対応要領	80
付録C ConvEx-3 (2008)の事故進展シナリオ	83
付録D ConvEx-3 (2008)で用いられたソースタームデータ	89
付録E ConvEx-3 (2008)における国際援助の通信例	90

CONTENTS

1 . Introduction	1
2 . The IAEA International Emergency Response Exercise ConvEx-3	3
3 . The system of international emergency response and assistance of the IAEA	6
3.1 Outline of the EPR-ENATOM 2007	6
3.2 Outline of the RANET	8
4 . Description of the ConvEx-3(2008)	14
4.1 Participating countries and international organizations	14
4.2 Exercise objectives of the ConvEx-3(2008)	15
4.3 Accident site information	19
4.4 Exercise scenario and scope	20
5 . The activities of the Incident and Emergency Centre of the IAEA during the exercise	27
5.1 Description of the Incident and Emergency Centre	27
5.2 State of the activities during the exercise	31
6 . State of the activities in Mexico during the ConvEx-3(2008)	39
6.1 The nuclear emergency response system of Mexico	39
6.1.1 Outline of the PERE	39
6.1.2 Facilities related to nuclear emergency response	42
6.2 State of the activities during the exercise	52
7 . State of international assistance during the ConvEx-3(2008)	60
7.1 Atmospheric dispersion forecast modelling and dose assessment	60
7.2 Aerial survey	61
7.3 Other international assistances	62
8 . Knowledge that is helpful for the Japanese nuclear emergency response	63
8.1 Knowledge learned from the exercise of Mexico and IAEA Incident and Emergency Centre	63
8.2 Knowledge learned from the ConvEx-3(2008) about nuclear disaster prevention related to the neighboring countries	68
9 . Summary	73
Acknowledgements	74
References	75
Appendix A Emergency Action Level	78
Appendix B Response action in General Emergency case according to the EPR-ENATOM 2007	80
Appendix C Accident development scenario of the ConvEx-3(2008)	83
Appendix D Source Term Data	89
Appendix E Documents of the international assistance during the ConvEx-3(2008)	90

1. はじめに

国際原子力機関（以下、「IAEA」という。）の原子力事故関連 2 条約（原子力事故の早期通報に関する条約，原子力事故又は放射線緊急事態における援助に関する条約）¹⁾に基づく国際緊急時対応演習 ConvEx-3（2008）が，メキシコの原子力総合防災演習に合わせ，2008 年 7 月 9 日及び 10 日に実施された。

本調査報告は，国際緊急時対応演習 ConvEx-3（2008）における IAEA の事故・緊急時センター（IAEA Incident and Emergency Centre：以下、「IEC」という。）及び事故発生想定国メキシコの緊急時対応活動を中心に，その他加盟国及び国際機関との情報交換，国際援助の活動状況について視察調査した結果をまとめたものである。

我が国においては，1999 年に茨城県東海村で発生した JCO ウラン加工工場における臨界事故を契機として，原子力災害対策特別措置法が制定され，我が国の原子力防災の枠組みの見直しが行われ，国内の原子力防災体制が整備，強化された。

その後，アジア諸国においては，中国，韓国の急速な原子力発電所の増設計画に見られるように，“研究炉”や“放射性同位元素利用”に対する防災から“原子力発電所”に係る防災へと方向が変化しつつある。

また，IAEA は，2002 年に「原子力又は放射線緊急事態に対する準備と対応」と題する安全要件（No. GS-R-2）²⁾を，2007 年に「原子力又は放射線緊急事態に対する準備の整備」と題する緊急事態準備に関わる安全指針（No. GS-G-2.1）³⁾を発行し，各国の原子力あるいは放射線緊急時対応のためのインフラ整備と必要な機能要件について規定を強化した。

IAEA は，原子力事故関連 2 条約成立後の 1987 年に IAEA 本部に上述の IEC の前身である緊急対応センター（Emergency Response Centre：ERC）を設置し，1989 年には ERC と加盟国間の原子力事故発生時の通報及びその国際援助に係る情報のやり取りについて，ENATOM（Emergency Notification and Assistance - Technical Operations Manual）というマニュアルを発行している。⁴⁾ また，2000 年に ERNET（global Emergency Response Network）を構築した。一方，上述の各国への原子力あるいは放射線緊急時対応に関する安全要件等の強化にともなって，ERC の対応範囲を放射線テロ攻撃にも拡大，強化し，国際援助に係る連携を強めるため，2005 年に上述の IEC に組織を改正するとともに，同年緊急時情報ネットワークである ERNET を国際援助のためのネットワーク RANET（IAEA Response Assistance Network）として強化を図った。⁵⁾ さらに IAEA のマニュアル ENATOM も 2007 年に改訂が実施され（以下，「EPR-ENATOM 2007」という。）⁴⁾，国際緊急時対応演習の強化等が図られている。

欧州においては，経済協力開発機構原子力機関（OECD/NEA）が，国際原子力緊急時演習（International Nuclear Emergency Exercises：以下，INEX という。）を，1993 年から 2006 年までに 3 つの異なる演習フェーズで実施している。⁶⁾ すなわち，1993 年の INEX 1 で国境を挟んだ事故対応の図上演習，1996～1999 年の INEX 2 で国際間の情

報交換や広報を含む指揮所演習，2005年～2006年のINEX 3で原子力事故の事後管理に関する図上演習が実施されている。また，2001年にINEX2000として総括的な演習を実施している。^{*}

上記のように，我が国の新しい原子力防災体制が確立されて以降，国際的な動向として，原子力防災対応や準備をより強化しようとする動きと国際的な連携を強化する動きの2つがある。このような国際的な流れの中で，国内体制の整備を終えた我が国の原子力防災は，これまでの知見，経験を基に，「我が国を他国の原子力災害から守る」，あるいは「我が国で発生した原子力災害の他国への影響を低減する」という視点で考えて行かなければならない新しい段階に入りつつある。

以上のような状況を踏まえ，本視察調査では，視察調査結果を基に次の2点について検討も実施した。

メキシコの原子力防災体制，緊急事態対応，防護対策の考え方を調査し，我が国でも取り入れるべき点の検討。

我が国が，IAEAの国際緊急時対応演習において原子力災害が発生したと想定する国（以下，「事故発生想定国」という。）として，あるいは近隣国が事故発生想定国として参加した場合を想定し，ConvEx-3演習の全体概要と演習参加に関し準備しておくべき事項の検討。

本視察調査は，演習における情報を集中管理するオーストリアのIAEA本部と事故発生想定国であるメキシコの2箇所について，同時に視察を実施した。それぞれの視察調査の場所と出張期間は以下の通りである。

IAEA本部：視察調査場所；IEC

出張期間；2008年7月8日～7月13日

メキシコ：視察調査場所；ラグナベルデ原子力発電所及び周辺の

ベラクルス州にある原子力防災関連施設

出張期間；2008年7月7日～7月12日

なお，本視察調査は，文部科学省の「科学技術国際協力の総合的推進」による専門家の派遣として実施されたものである。

^{*} INEX 2000において，IAEAは第1回のConvEx-3を共同実施している。p.4を参照。

2. IAEAの国際緊急時対応演習ConvEx-3について

第1章で述べたように IAEA の国際緊急時対応演習 ConvEx-3 は、原子力事故関連 2 条約に基づいて IAEA が実施するものであり、IEC と加盟国間の情報連携を中心に、事故発生想定国の原子力総合防災演習に合わせて実施される演習である。その“ConvEx”という名称は、原子力事故関連 2 条約の“Convention Exercise”から取られている。

IAEA の国際緊急時対応演習としての ConvEx は、演習レベルの異なる 3 種の演習があり、各演習レベルはさらに 2 ~ 4 段階の演習モードが設定されている。^{*} ConvEx-3 はその最も高いレベルの演習であり、いわゆる総合演習に相当している。^{4,7)}

今回視察を実施した 2008 年の ConvEx-3 (2008) の詳細については第 4 章で述べる。ここでは EPR-ENATOM 2007 に基づき、ConvEx-3 の全般的な特徴をまとめる。

(1) ConvEx-3 の実施方法に係る特徴

- ・ ConvEx-3 は、3 ~ 5 年に 1 回実施される、すべての活動と情報交換の仕組みを試験する大規模演習である。通常、事故発生想定国が実施する国レベルの原子力防災演習時にあわせて実施される。
- ・ EPR-ENATOM 2007 に基づく ConvEx-3 の基本的な演習の形を図 - 1 に示す。
- ・ ConvEx-3 の演習目的は、次の 3 点であるとされている。⁸⁾
 - i) 重大な原子力事故における加盟国及び関係国際機関の対応をテスト
 - ii) ENATOM 等の国際的緊急事態管理システムのテストと評価
 - iii) 対応の良い点及び自国で行う演習では分からない欠点あるいは改善の必要な部門を洗い出す
- ・ ConvEx-3 を実施するに当たって、上記の ConvEx-3 の演習目的をベースに演習参加国及び参加国際機関共通の演習目的をいくつか具体的に設定する。また、演習参加国及び参加国際機関は、この共通演習目的とは別に、独自の演習目的を各自設定することが認められており、各国、各機関の実情に応じた個別の演習も ConvEx-3 の中で実施できる。
- ・ 演習の参加対象は IAEA、特に本部の IEC、と条約加盟国、及び FAO、WHO、WMO 等の国際機関である。
- ・ 条約加盟国の参加には A、B 2 種類の参加レベルがある。⁹⁾ “レベル A 参加” は、IEC からの緊急時通報を受信、確認するまでの演習に参加するもので、参加国の対外的な所轄官庁 (National Competent Authority for an Emergency Abroad、以下、「NCA(A)」という。)及び通報受信ポイント (National Warning Point、以下、「NWP」という。)のみが演習に参加する。“レベル B 参加” は、“レベル A 参加” に相当する活動以外に、緊急事態の発生に関わる通報を発信、あるいは受信した際の自国内に

^{*} ConvEx の演習レベル及び各訓練モードの詳細は IAEA マニュアル ENATOM-2007 に詳細が記載されている。⁴⁾ また、山本の ConvEx-3 (2005) に関する調査報告書にも記載している。⁷⁾

おける必要な対応や国際的な原子力緊急事態に係る援助要請を受けたときの対応までを行うもので、事故発生想定国もこれに含まれる。事故発生想定国においては、自国内の原子力緊急事態に係る所轄官庁（National Competent Authority for a Domestic Emergency、以下、「NCA(D)」という。）が国際社会との窓口となり、当該国の原子力防災体制に基づいて事故の対応活動が行われる。事故発生想定国以外の“レベルB参加”国では、NCA(A)と自国内の関係機関が演習に参加する。^{*}

- ・IAEAはコーディネーションやコントロール等IECのすべての機能を検証し、関係する国際機関とすべての加盟国がFAXとENAC（Early Notification and Assistance Convention）Webサイト⁴⁾を使用して情報交換等の対応等を確認する。
- ・演習の時間は、36時間以上、48時間未満とされており、ほぼリアルタイムで、中断することなく、連続して実施される。したがって、演習参加者はシフトを組み交替することが要求され、演習の評価に当たっては、要員交替時の手順や引継ぎ状況がチェックポイントになっている。
- ・演習参加者には実施日と事故発生想定国、事故発生原子力施設のみが知らされるシナリオ非提示型演習である。演習開始時刻、演習シナリオは事前に知らされず、被ばくの予測等は、演習当日の実際の気象条件で行うこととなっている。ただし、演習における実技もしくは模擬による活動範囲は各演習参加国及び参加国際機関がそれぞれ決めてよいとされている。
- ・ConvEx-3の演習企画や国際機関との調整は、IAEAのIACRNA（Inter-Agency Committee on Response to Nuclear Accidents）が演習当事国とともに行う。
- ・IACRNAは演習当事国、周辺国及び国際関係機関等とともに統合国際演習ワーキンググループ（Working Group on Joint International Exercises）を設置し、準備を約1.5年程度かけて行う。

(2) 過去の ConvEx-3

- ・第1回：2001年5月22日～23日 フランスのグラブリーヌ（Gravelines）原子力発電所
この第1回のConvEx-3演習はOECD/NEAの INEX 2000/JINEX-1演習との共同実施である。^{10, 11)}
- ・第2回：2005年5月11日～12日 ルーマニアのセルナボーダ（Cernavoda）原子力発電所
このConvEx-3(2005)については、IAEAから演習報告書が発行され¹²⁾、また山本が公開文献を中心とした調査報告を行っている。⁷⁾

(3) メキシコの選定経緯

- ・今回のConvEx-3(2008)は、チェコ、クウェート、モロッコ、メキシコが立候補した。
- ・クウェート及びモロッコは原子力発電所を保有していないため、選定されなかった。
- ・ラテンアメリカは実施経験がないことからメキシコが選定された。

^{*} 我が国の場合、NWP、NCA(A)ともに外務省国際原子力協力室、NCA(D)は、防災施設に応じて、経済産業省原子力安全・保安院国際室、あるいは文部科学省科学技術・学術政策局原子力安全課原子力安全国際室、国土交通省総合政策局技術安全課である。

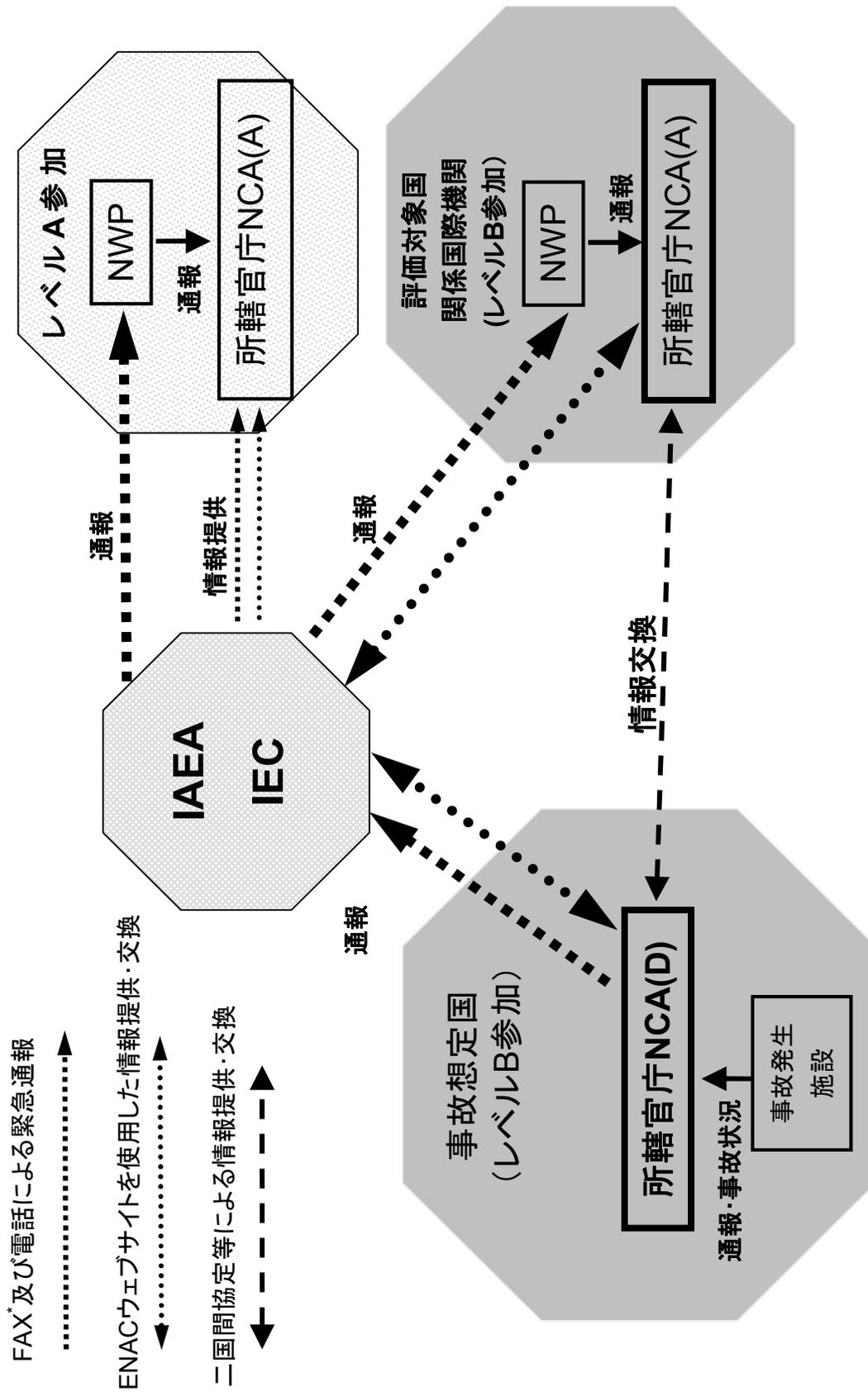


図 - 1 ConvEx-3 の基本的な演習の形

3 . IAEAの国際緊急時対応と援助の体制

IAEA の国際緊急時対応演習 ConvEx-3 は、原子力事故関連 2 条約に基づいて IAEA が整備した、IEC と加盟国及び関係国際機関との間の緊急時通報及び情報交換の枠組み EPR-ENATOM 2007、及び国際援助のネットワーク RANET に則って実施される。ここでは、今回視察した ConvEx-3 における緊急時対応活動のベースとなっている EPR-ENATOM 2007 と EPR-RANET 2006 の仕組みについて概要をまとめておく。

3.1 EPR-ENATOM 2007 の概要

第 1 章で述べたように、EPR-ENATOM 2007 は、原子力事故関連 2 条約を IAEA が運用するためのマニュアルであり、表題は「緊急時の通報と援助に係る技術的運用マニュアル」である。⁴⁾

原子力施設に係る原子力事故の早期通報に関する条約に基づく通報は、EPR-ENATOM 2007 では「サイト緊急事態 (Site Area Emergency)」以上の緊急時活動レベルが対象となっている (もちろん、それ以下の事象でも自主的な判断に基づいて通報されているケースはある)。^{*}

「サイト緊急事態」の段階では、加盟国は必ずしも IAEA への通報義務はない。しかし、IAEA は事故発生の際 IEC への通報を強く加盟国に要望するという立場をとっている。また、この段階では、事故発生国に対する条約加盟国からの助言についても、各加盟国の自主的判断に基づくとされている。

一方、「全面緊急事態 (General Emergency) **」の段階では、事故発生国は、次の対応を求められる。

全面緊急事態の通報
 関連情報の提供
 影響を受ける国からの情報提供要請に対する対応

特に放射性物質等の放出が国境を越える、もしくはその可能性がある場合は、IAEA 及び周辺国、すなわち事故の影響を受ける可能性がある国、に対し、これらの対応は加盟国の義務となる。

「事故の影響を受ける可能性がある国」の基準や目安は明確ではないが、EPR-ENATOM 2007 の記述から、IAEA は事故の原子力発電所から半径 1000km (研究炉では 50km) の範囲を想定しているものと考えられる。EPR-ENATOM 2007 に記載された対応要領では、この範囲に含まれる国と IEC との情報交換をより強化している。付

^{*} EPR-ENATOM 2007 は、原子力施設に係る通報だけに限定しているわけではなく、「危険な放射線源の紛失」、「衛星等の再突入」、「未知の放射線源による放射線レベルの上昇」、「その他の放射線緊急事態あるいは脅威」についても通報及び情報交換を規定している。緊急時活動レベルについては GS-R-2 の 4.20 に IAEA の定義がある。²⁾ 付録 A 「緊急時活動のレベル分類 (EAL)」参照。

^{**} 「一般緊急事態」の訳語を使用する例がある。例えば、我が国の「原子力防災指針」参照。¹³⁾

録 B に、EPR-ENATOM 2007 に記載された「全面緊急事態」における対応要領を示す。また、EPR-ENATOM 2007 に記載はないが、ConvEx-3 (2008) の演習参加者用ガイド (Guide for Evaluators)⁹⁾では、IAEA は、この範囲をゾーン 1、それよりも距離の離れている範囲をゾーン 2 と称している。以下、本調査報告でも、この IAEA の区別にしたがって、事故影響を受ける可能性がある範囲、すなわち事故の原子力発電所から半径 1000km (研究炉では 50km) の範囲、にある国を「ゾーン 1 の国」、それよりも離れている国を「ゾーン 2 の国」という。

EPR-ENATOM 2007 では、原子力事故関連 2 条約に基づく通報や情報交換の方法についても記載している。事故発生を伝える第 1 報、助言メッセージ、緊急時活動のレベル分類 (p.6 脚注参照。以下、「EAL」という。) 及び EAL の変更のような緊急時の通報や確実に送らなければならない重要情報に関しては、FAX (ファクシミリ) を原則として用いなければならない。さらにこのような FAX を受信した IAEA の IEC 及び関係国際機関の NWP、加盟国の NWP あるいは NCA(A) は、当該 FAX の受信完了を発信元に連絡 (EPR-ENATOM 2007 では「電話等により」とある。) することが求められる。

上記のように、IAEA の IEC と関係国際機関あるいは加盟国の間の重要な通信は FAX を第 1 としており、IAEA が定めた様式、すなわち“EMERCON 様式”^{*}、を使用しなければならないとされている。EMERCON 様式には次の 3 種類がある。

GENF: 「全面緊急事態」用様式 (General Emergency at Nuclear Facility Form)

MPA: 放射線測定・防護対策用様式 (Radiation Measurements and Protective Actions Form)

SRF: 標準報告用様式 (Standard Reporting Form)

「サイト緊急事態」では SRF を通報に使用する。

なお、EMERCON 様式そのものは一般には公開されてはいない。

IAEA の IEC と関係国際機関あるいは加盟国の間の通報連絡手段はいくつかある。重要な通信は上述したように FAX が原則であるが、これを補完する通信手段として ENAC ウェブサイトがある。ENAC ウェブサイトは、Web 上に確立された IAEA の通報連絡システムであり、“Early Notification and Assistance Conventions web site” の略称である。ENAC ウェブサイトは、インターネットを介して、IAEA の IEC のサーバにアクセスして開くことができるが、IEC が発行するログオン ID とパスワードが必要である。

電話と電子メールの利用は、EPR-ENATOM 2007 では推奨されていない。電話は基本的に EMERCON 様式を使った FAX をはじめ、緊急時通報 FAX の確認に用いるものとされている。IEC に入る電話音声はすべて録音されている。また、特に電子メールは、IEC がフル対応モードの状態 (すなわち「サイト緊急事態」の通報を確認した以降) に限って、情報を要求する場合に使うものとされ、第 1 報、助言メッセージ、緊急時クラスの変更連絡に使ってはならないとしている。

^{*} EMERCON の名称は “Emergency Convention” の略語である。⁴⁾

なお、EPR-ENATOM 2007 には、IAEA の IEC と関係国際機関あるいは加盟国の間の通報連絡では、原則として英語を使うことが記されている。

3.2 RANET の概要

前節で述べたように、EPR-ENATOM 2007 は、原子力事故関連 2 条約を IAEA が運用するための緊急時の通報と援助に係るマニュアルであるが、国際援助に係る“原子力事故又は放射線緊急事態における援助に関する条約”の実効性をより高めるため、実施体制を中心に整備されたのが RANET であり、その運用マニュアルが「対応援助ネットワーク EPR-RANET 2006」である(以下、「EPR-RANET 2006」という。)⁵⁾ また、EPR-RANET 2006 には、以下の 3 つの付属文書がある。

- 1) 付属文書 1- 援助活動計画 (Assistance Action Plan)
- 2) 付属文書 2- RANET 登録 (RANET Registry)
- 3) 付属文書 3- 技術基準 (Technical Guidelines)

以下、EPR-RANET 2006 に基づいて、IAEA の原子力事故あるいは放射線緊急事態における国際援助について概要をまとめておく。

EPR-RANET 2006 では、条約加盟国及び関係国際機関が原子力事故あるいは放射線緊急事態に実施する国際援助は、基本的に事故発生国等援助を求める国からの要請に基づいて、あらかじめ IEC に登録した特定の援助を提供することとなっている。ただし、RANET は国際援助をより円滑に、効果的に実施することを目的としたシステムであるから、国際援助の要請あるいは援助の提供は、RANET の登録の有無にかかわらず、条約加盟国であれば可能である。

RANET に参加するには、付属文書 2「RANET 登録」に記載された登録様式に基づき IEC に登録する必要がある。RANET に参加登録した加盟国は、適切な訓練を受け、必要な機器を備えた専門家を用意し、次の事態あるいは事象に対して迅速に、効果的に対応する能力が求められる。

核関連事故または放射線関連緊急事態

その他の核関連事故または放射線事象

このように、EPR-RANET 2006 が国際援助の対象としている事象は、我が国で考える原子力防災の範囲よりもかなり広い。図 - 2 に、RANET の国際援助体制と仕組みを示す。

また、RANET 参加国には以下の責任が生じるとされている。

- (1) 援助要請国は、国内で行われるいかなる援助も、その全体の指導、指揮、支援はその援助要請国の責任の下で行われる(援助条約第 3 条)。
- (2) 援助提供国は、自国の能力の範囲内で援助を提供する。
- (3) 援助提供国は、援助提供のためのリソース(専門家、資機材)を、「国の援助機能機関」(National Assistance Capabilities、以下、「NAC」という。)として位置付ける。

- (4) 援助提供国は、NAC コーディネータを選任する。
- (5) 援助提供国は、提供する“援助の形”を決める（RANET 参加登録時）。
- (6) 援助提供国は、（RANET 参加登録とは別に）資格ある専門家、資機材を選定し、IAEA の IEC に登録する。

RANET における“援助の形”には、「専門家グループの派遣」と「遠隔サポート」の 2 つがある。

「専門家グループの派遣」は、ミッションリーダーの下、資格を持った（すなわち適切な訓練を受けた）各分野（後述する）の専門家グループを派遣するもので、EPR-RANET 2006 では「現地援助チーム」(Field Assistance Team, 以下、「FAT」という。)と称している（専門家の分野については後述参照）。

「遠隔サポート」は、援助要請している国あるいは FAT, IAEA の IEC に対して、例えば自国内から専門的な助言（解析評価、モニタリング、分析、医療その他の緊急時対応）やデータの提供を行うもので、EPR-RANET 2006 では「外部拠点支援」(External Based Support, 以下、「EBS」という。)と称している。

図 - 3 に EPR-RANET 2006 に記載された FAT（現地援助チーム）と援助活動の体制を示す。

RANET の国際援助の内容としては、以下の 4 分野である。

- a) 助言
- b) 解析・評価
- c) モニタリング
- d) 復旧

この国際援助の 4 分野に対して、技術的専門分野の視点から以下の 12 の分野が示されている。RANET 参加登録時に、援助提供する専門分野とそれに割当てられた NAC を決めておかなければならない。

Aerial survey 航空機による汚染調査
Radiation monitoring 放射線レベル・汚染調査
Environmental measurements 環境試料の濃度測定
Source search/recovery 線源搜索・回収
Assessment and advice 事故評価と助言
Medical support 医療支援
Public health protection 公衆の放射線防護
Biodosimetry 生物学的線量評価
Internal dose assessment 体内被ばく線量評価
Bioassay バイオアッセイ
Histopathology 組織病理学
Dose reconstruction 線量再構築

EPR-RANET 2006 に基づいて行われる国際援助活動の手順は以下の通りである(図 - 2 参照)。

- (1) 援助要請する国は、EMERCON 様式を用いた FAX で援助要請を IAEA IEC に通報する。
- (2) IEC は、援助要請国へ状況把握、必要性調査のための IAEA 現地対応チーム (Field Response Team, 以下、「FRT」という。) について派遣の要否を検討し、必要に応じて派遣する。
- (3) もし、RANET に基づく国際援助が必要と判断されれば、IEC は RANET 参加国の NWP に緊急事態を連絡する。
- (4) 緊急事態の連絡を受けた各国 NWP は自国の NCA(A)に通報。NCA(A) は IEC と共に国際援助の準備調整を開始する。
- (5) IEC は支援活動計画 (Assistance Action Plan) を作成し、参加する NCA(A)及び国際機関と調整して、援助要請国に提案する。
- (6) IEC と援助要請国で合意された支援活動計画に基づいて、要請されている援助能力を使用あるいは動員するため、各国 NCA(A)に通報する。
- (7) 援助提供を決定した国は、NCA(A)が、登録している“援助の形”に基づいて提供する援助を決め、関係する NAC を立ち上げる。
- (8) 立ち上げの指示を受けた NAC は FAT 及び / あるいは EBS の要員を動員し、活動を開始する。

なお、援助内容が多分野に渡り、より複雑な援助活動を必要とする場合、IAEA の FRT は各国から動員されたすべての FAT とともに統合援助チーム (Joint Assistance Team, 以下、「JAT」という。) を現地に設置し、現地における援助活動と IEC との連絡、調整は JAT で統一的に行われる。図 - 4 に JAT の体制を示す。

2008 年 7 月現在、RANET に参加登録している国は、オーストラリア、フィンランド、メキシコ、パキスタン、スロヴェニア、スリランカ、スウェーデン、米国、ルーマニア、トルコ、ハンガリーの 11 カ国であり、キューバ、ニュージーランド及び英国等が新たに参加登録の準備をしている。¹⁴⁾

なお、フランスはまだ RANET に参加登録していないが、RANET の前身である ERNET には参加しており、第 6 章で述べるように国際的な援助活動は実施しており、ConvEx-3(2008)でも援助活動の提供を表明している。

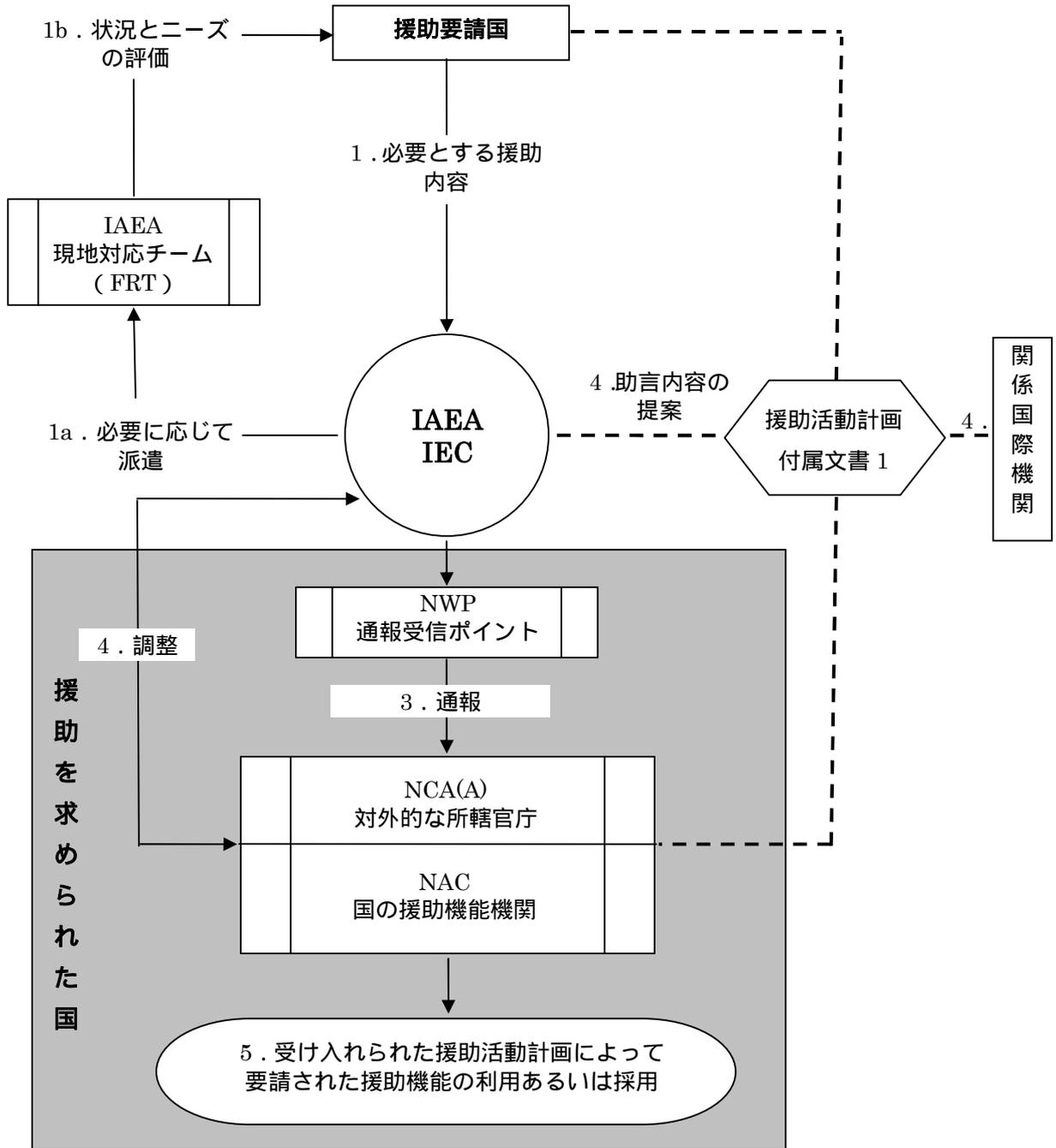


図 - 2 IAEA RANET (対応援助ネットワーク) の国際援助の体制と仕組み
 [出典: 「EPR-RANET 2006」⁵⁾を基に作成]

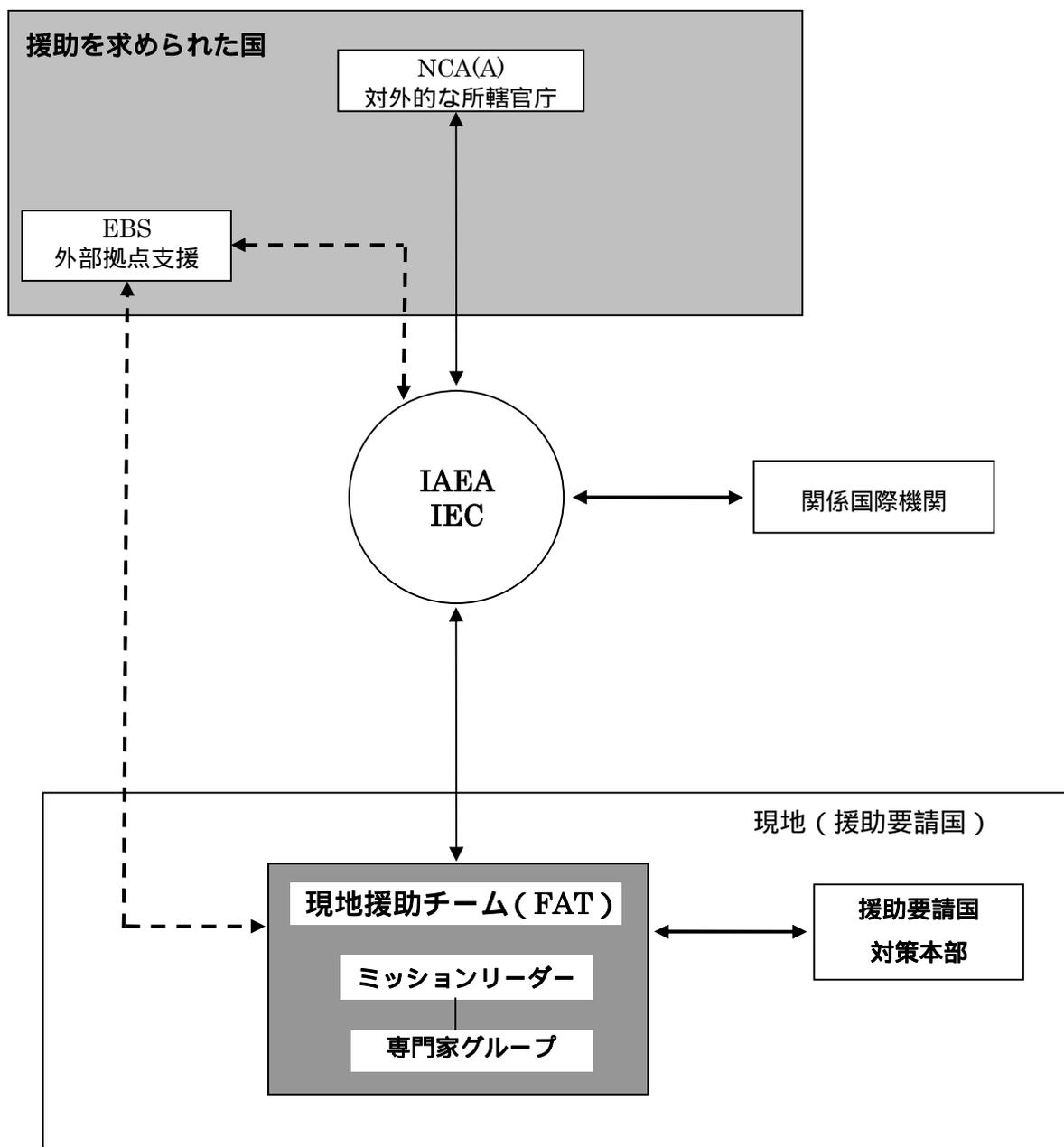


図 - 3 FAT (現地援助チーム) と援助活動の体制
 [出典 : 「EPR-RANET 2006」⁵⁾ を基に作成]

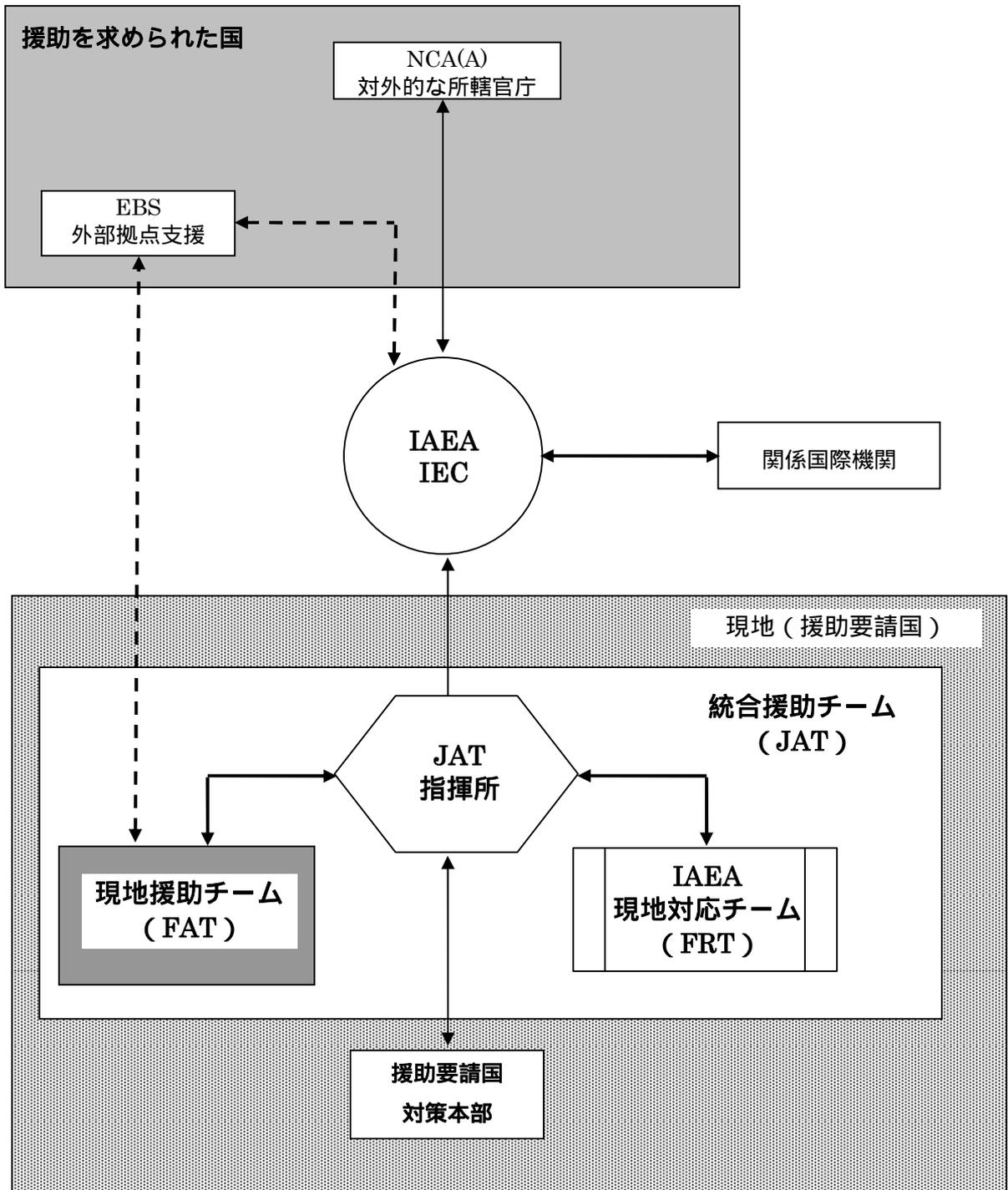


図 - 4 JAT (統合援助チーム) の体制
 [出典：「EPR-RANET 2006」⁵⁾を基に作成]

4 . ConvEx-3(2008) 演習の概要

4.1 演習参加国と参加国際機関

演習参加国は、事前には 67 カ国とされていたが⁹⁾、IAEA の演習後のニュースリリース¹⁵⁾によると 75 カ国ということである。最終的な参加国の一覧表は、2009 年に発行予定の ConvEx-3(2008)演習報告書に記載されるので、これにより確認する必要がある。ConvEx-3 の演習参加に関する特別な基準や目安に関わる記載はこれまでの調査ではなかった。しかし、IAEA を中心とする国際社会の中で暗黙のうちに演習参加の“標準”のようなものは存在するものと考えられる。ここでは、どのような国と国際機関がどのようなレベルで参加しているのか把握するため、演習実施前に発行された演習参加者用ガイド⁹⁾に記載された一覧表に基づいて演習参加国と参加国際機関をまとめておく。

表 - 1 及び図 - 5 に ConvEx-3(2008)の演習参加国を示す。第 2 章で述べたように、ConvEx-3 では、IAEA の IEC との通報確認演習のみ参加する“レベル A 参加”と、必要な緊急時対応に係る情報提供、情報交換を行う“レベル B 参加”があるが、ConvEx-3(2008)では 26 カ国が“レベル B 参加”している。

第 3 章で述べたように、EPR-ENATOM 2007 において IEC と情報提供、情報交換を行うことを想定されている「ゾーン 1 の国」は、今回の演習では、米国とグアテマラの 2 カ国が該当するが、米国が“レベル B 参加”であるのに対し、グアテマラは“レベル A 参加”である。前回、2005 年にルーマニアで行われた ConvEx-3(2005)^{7,12)}では、ルーマニアに隣接する国々が“レベル B 参加”していたが、メキシコの隣接国であるということでは、今回は「ゾーン 2 の国」に該当するキューバが“レベル B 参加”している。

一方、表 - 1 あるいは図 - 4 から分かるように、“レベル B 参加”した 26 カ国の中には、トルコやフィリピンといった非常に遠い国がいくつか含まれており、今回の演習に関しては、参加のレベルに「距離」は関係しなかったと考えてよい。また、表 - 1 で“斜体”文字で示した RANET 参加国及び参加予定国から分かるように、国際援助に係る RANET への参加と“レベル B 参加”についても関係は見られない。

以上から、理想的には、EPR-ENATOM 2007 で所定の対応が求められるとしている「ゾーン 1 の国」、及び RANET 参加国が、ConvEx-3 の演習において“レベル B 参加”するものと考えられるが、現状においては各国の事情や意向の方が強く反映されているものと考えられる。事故発生国に隣接する国が“レベル B 参加”するケースが多い傾向はあるが、必ずしも徹底されているわけではない。

国際機関の参加についても必ずしも固定しているわけではない。表 - 2 に ConvEx-3(2008)における参加国際機関を示す。その中で、IAEA 以外に 4 機関が今回の ConvEx-3(2008)で“レベル B 参加”している。前回の ConvEx-3(2005)でも、IAEA 以外に参加していた国際機関は 5 機関あり、その中で“レベル B 参加”していた欧州委員会 (EC) は、今回“レベル A 参加”である。

したがって、ConvEx-3 という演習から見ると、国際的な原子力緊急時の対応及び援助において中心となる国際機関は、IAEA 以外に国連食糧農業機構機関（FAO）、世界保健機関（WHO）、世界気象機関（WMO）の 3 機関であることが分かる。

4.2 ConvEx-3(2008)における演習目的

ConvEx-3 では、すべての演習参加国及び参加国際機関で整合した演習評価を実施するため、5 つの共通演習目的が設定される。さらに、演習参加国あるいは参加国際機関は、それぞれの事情に応じて、独自の演習目的を設定することができる。共通演習目的は演習参加者用ガイド⁹⁾に記載されており、演習参加者に事前に周知されている。

また、設定された演習目的の達成度を評価するため、各目的に対し個別評価事項がいくつか準備される。各目的の個別評価事項は、演習参加者には知らされない。共通演習目的に対する個別評価事項は、演習マニュアル（Exercise Manual）¹⁶⁾及び演習評価者用マニュアル（Guide for Evaluators）¹⁷⁾に記載されているが、これらのマニュアルは演習終了まで開示が制限されている。

演習評価者用マニュアル¹⁷⁾にある ConvEx-3(2008)の共通演習目的とその個別評価事項は以下のとおりである。

- (1) 〔対応管理〕原子力緊急時における対応管理が効果的に、かつ、適切に行われたかをテストする。

手順と期待される時間に関し、初期通報に対しタイムリーかつ適切に対応したか。

- ・手順に沿って適切な対応だったか。
- ・行われた初期対応活動を列挙：
- ・初期対応活動を開始するまでに要した時間：（時間，分で記録）

緊急時対応センターあるいは対策本部（以下、「ERC」という。）は立上げ（設置）されたか。その場合、立上げ手順は正しく実施されたか。立上げのための通報システムは期待されたように機能したか。

ERCは、期待された時間内に、必要な活動範囲について準備ができたか。

- ・期待される時間：（あらかじめ立上げに要する時間が設定される。）
- ・ERC に最初の要員が到着した時間を記録：
- ・ERC に最後の要員が到着した時間を記録：

対応要員はその手順に精通しているように見えたか。ある業務について、手順あるいはツールの追加が必要なように見えなかったか。

期待された対応業務がタイムリーかつ適切に行われたか。

- （緊急時対応計画で）期待されていた業務と異なる行動がなされなかったか。そのような行動は正当化されるものであったか。

対応要員は決められた役割の範囲で活動していたか。

緊急時対応責任者（以下、「ERM」という。）は、対応の優先付けやフォローの

手法を会得していたか。

新しい交代要員は、それ以前になされた決定や活動状況をよく理解していたか。

- ・意思決定事項や取られている活動をよく理解していた。
- ・次のシフトに対して業務優先順位が引き継がれていた。
- ・後任のシフトが業務の優先順位を変更したか。
- ・業務の優先順位が変更された場合、それがよい結果をもたらしたか。

効果的かつタイムリーな対応のために十分なリソースや能力があったか。

- ・必要であったが無かったリソースまたは能力を記録：

- (2) 〔連絡・情報交換〕原子力緊急時において情報交換が効果的に、かつ、タイムリーに行われたかをテストする。

ERCが原子力緊急事態の第1報を受信したのは何時（協定世界時UTC）だったか。

- ・ERC が受信した時間を記録：（協定世界時で記録）

ERCは受信した通報を認知していたか。

受信及び発信されるメッセージをフォローし続けていたか。

- ・受信に関して：
- ・発信に関して：

通信手段（第1，第2，バックアップ系）は常に使える状態で、機能していたか。

- ・第1手段：
- ・第2手段：
- ・バックアップ系：

特記事項：

通信手段の種類（FAX，電話，電子メール，ENAC，ウェブサイト）毎に，
使える状態か，機能していたか否か，使用不能状態が15分以内か否かを記録。

通報メッセージは手順に則って，期待された時間内に配布されたか。

- ・手順に則っていた。
- ・期待された時間内だった。

関係する対応機関／対応者との間に決まった連絡関係が確立されていたか。

受信した情報はタイムリー，明瞭，かつ十分なものであったか。

- ・タイムリーだった。
- ・明瞭だった。
- ・十分だった。

通報連絡において何か不十分な例はあったか。

ERCは公式なウェブサイト（事故発生国，その他の国，国際機関）から情報を得ていたか。もし得ていたら，それはどの程度有益であったか。

- (3) 〔国際援助〕国際援助のアレンジメントが効果的に行われたかをテストする。^{*} 援助要請がNWPに送られた。CA(A)に通報されるまでに要した時間(時,分)。

・次のイベントについて日時を記録：(協定世界時)

- a) IECが援助要請を配布
- b) NWPが援助要請を受信
- c) CA(A)が受報

援助要請を受信して、援助に提供可能なリソースをIAEAのIECに連絡するまでに要した時間(時,分で記録)。

・次のイベントについて日時を記録：(協定世界時で記録)

- a) CA(A)が援助要請に関して決定を行ったとき。
- b) IECがCA(A)より回答を受信したとき。

援助提供にあたり援助要請国に対し、要求する何か特定の条件があるか。(もしあれば、内容を記録)

援助要請を受信してから、要請された専門家/資材を実際に用意/調達するのに要した時間(時,分で記録)。

・要請された援助で想定される用意について日時を記録：(協定世界時で記録)

援助活動の用意を準備する過程で見出された課題(困難な点)は何か。(もしあれば、内容を記録)

援助の専門家をIAEAのRANETに登録しているか。もし登録していなければ、その主な障害もしくは理由は何か。

- (4) 〔広報〕プレスリリースが(関係機関と)連携して、かつ、タイムリーに行われたかをテストするとともに、広報された情報の整合性(内容に矛盾がないこと)をチェックする。

プレスリリースは、その役割、責任、取られるべき行動に限られていたか。

プレスリリース作成の広報担当者は、関連情報やウェブサイトをきちんと参照して作成していたか。

プレスリリースは、他の対応機関/隣接各国と調整されたものであったか。

横断的問題のプレスリリースの場合、メディアへの最終発行前に、レビューのために関係機関へ送られていたか。

発行されたプレスリリースのコピーは関係機関に配布されていたか。

^{*} この演習目的に関する質問は、2005年のConvEx-3(2005)⁷⁾にはなかった新しい評価項目である。演習評価者に対する質問というより、各国のCA(A)あるいは国際機関に対する質問という形式になっている。

- (5) 〔防護対策〕「ゾーン1の各国」と「ゾーン2の各国」を比較し、対応活動及び防護対策に矛盾がないことを確認する。^{*}

(評価者の評価対象) 当該国において実施された防護対策は何か(もしあれば)。個々の防護対策の実施決定に関してキーとなる情報/評価は何であったか。

- ・演習評価者用マニュアルには、及び の個別評価事項で用いる“事故影響国において想定される防護対策”チェックリストが添付されている。¹⁶⁾ 演習評価者は、チェックリストの防護対策について、実施されたすべての対策についてチェックし、個々の対策の決定についてその理由を“理由のリスト”から1つを選択するか、あるいは記入する。

防護対策の実施決定は、事前に策定された国の緊急時対応判断基準に基づいたものか、その場の判断(計画の枠外、すなわち政治的な/住民の圧力等)によるものか。

- ・次の2つから回答を選択する。

- a) 事前に策定された国の緊急時対応判断基準に基づいた実施決定。
- b) 政治的な/住民の圧力のため(放射線防護の観点で)正規ではない防護対策を実施したか。

防護対策の決定時に、隣接国や国際共同体において実施されていた(もしくは実施されることになっていた)防護対策について知っていたか。隣接国や国際共同体と相談したか。

計画の枠組みの想定外で実施された防護対策あるいはその他の活動があったか。そのような防護対策あるいはその他の活動の実施がやむなきに至った理由は何か。防護対策あるいはその他の活動の実施を決定するに当たっての主な課題(困難)は何か。防護対策あるいはその他の活動の実施を決定するに当たっての主要因は何か。

共通演習目的「(5) 防護対策」の個別評価事項に追加された特別な質問事項:

事故発生国, IAEA, あるいは影響国から公式情報を受け取る前に, 指導/助言/警告/情報をしたか。

活動する/しない前, 公式情報を受け取る準備にどのくらいの時間を要したか。
(6時間以内, 12時間以内, 24時間以内, 24時間以上)

公式情報を得ようとして事前対策を行ったか。

事前に策定された放射線事故や緊急事態に関する大使館の緊急時対応計画はあるか。

^{*} この演習目的に関する個別評価事項は、演習中に行う評価ではなく、演習後に各国評価者から提出された回答を相互比較するため、アンケート形式の評価チェックリストとの形で記載されている。また「防護対策」に関して、特別に質問が付加されている。これらも第(3)項と同様、ConvEx-3(2005)⁷⁾にはなかった新しい評価項目であるが、演習評価者に回答させるには少々難しいと思われる内容が含まれている。

事故発生国あるいは影響国にいる自国民に対し、指導/助言/警告/情報をどのようにして広報するか。(大使館を通じて、旅行会社を通じて、メディアを通じて、ウェブを通じて、その他の手段)

以上の共通演習目的とその個別評価事項全部が、すべての演習参加国及び参加国際機関に対して、適用されるわけではなく、演習評価者用マニュアルでは、適用を受ける演習目的と各目的の個別評価事項は各自で選定できるものとされている。¹⁷⁾

ConvEx-3(2008)の共通演習目的とその個別評価事項については、前回 2005 年の ConvEx-3(2005)に比べ、国際援助と防護対策に係る対応活動の評価が新たに加わった点が今回の特徴である。特に、演習評価者用マニュアルにおいて、国際支援に係る情報授受の円滑に行われたかどうか、また、実施された対応活動あるいは防護対策が事前に決められていた手順や計画内容に従ったものかどうかという点が個別評価事項として加えられていたことが注目される。¹⁷⁾

演習参加国あるいは参加国際機関が独自に設定した演習目的は、当該国あるいは当該機関内で周知されるだけであるため、本調査の段階ではほとんど把握できていない。2009年初頭に発行が予定されている ConvEx-3(2008)演習報告書には記載されるものと思われる。これまでの例としては、ConvEx-3(2008)でIAEAがIECに新たに導入したインフラに関する適用性試験を設定した例⁸⁾、ConvEx-3(2005)でルーマニアが住民避難や家屋の除染等を設定した例⁷⁾がある。

4.3 事故想定サイト

ConvEx-3(2008)は、メキシコを事故発生国として想定し、メキシコの連邦レベルの原子力緊急時対応演習に合わせて実施された。事故想定原子力施設は、メキシコ唯一の原子力発電所であるラグナベルデ(Laguna Verde)原子力発電所である。本原子力発電所は、メキシコ湾に面したベラクルス州にあり、州都ハラパ(Xalapa)の西北西60km、ベラクルス(Veracruz)市街から北北西に70km、メキシコシティから東北東に290kmの位置にある。図-6にラグナベルデ原子力発電所の位置を示す。ラグナベルデ原子力発電所は、米国国境から約750km、グアテマラ国境から約700kmであり、キューバまでは約1200kmの距離がある。

写真-1にラグナベルデ原子力発電所の外観を示す。ラグナベルデ原子力発電所はメキシコ連邦電力委員会(Comisión Federal de Electricidad、以下、「CFE」という。)によって運転され、680MWeのBWR(BWR-5 Mark-II)2基がある。1号機は1990年7月に運転開始、2号機は1995年4月に運転開始している。本演習では、この1号機で火災が発生し、偶然の不具合等が重なり、次第に「全面緊急事態」へと事態が悪化していくという事故想定である。

4.4 演習のねらいと演習シナリオ

後述するように、ConvEx-3 (2008) は参加者に演習シナリオが知らされない、いわゆるシナリオ非提示型演習であるため、演習の実施段階においては、参加者が実際に行う対応状況や判断によって演習の流れが若干変化し、演習企画段階の構想と差異が生じる。ここでは、演習を開催する側の「演習のねらい」を明らかにするため、ConvEx-3 (2008) の演習マニュアル¹⁶⁾及び演習に先立って実施責任者から示された本演習のコンセプトに関する報告⁸⁾から、ConvEx-3 (2008) の企画段階における演習の条件、実施要領及び演習シナリオをまとめておく。

(1) ConvEx-3 (2008) の構想

国境を越えて複数の国に深刻な事故の影響を及ぼす重大な原子力緊急事態であること。

実際に事故の影響を受ける国はほとんどないが、数カ国(アメリカとキューバ、グアテマラ)は潜在的にその可能性があるという設定。

その他の多くの国は事故の推移を見守っているという設定。

演習シナリオに含めておく課題

- ・放射性物質の放出(大気中及び海中)
- ・医療上の問題及び公衆の健康問題
- ・食料及び農林水産物の汚染(輸出/輸入上の問題)
- ・車両、船舶の汚染(越境上の問題)
- ・外国国籍の人々及び旅行者に関する問題

(2) 演習の条件

信頼性のある演習シナリオを用いる(演習中の混乱防止)。

演習シナリオは参加者には知らされない(シナリオ非提示型演習)。

演習開始時刻は事前に知らされない。

演習当日の実際の気象条件で行う。

演習の進行はリアルタイムに近いこと(演習途中においてプロセスの省略、ジャンプ、中断は行わない)。

演習は36時間以上、48時間未満の間、継続して行う(交替時の手順・引継ぎ業務の状況を演習評価者がチェックするため、要員交替を必要とするように長時間連続して実施する)。

演習における実技もしくは模擬による活動の実施範囲は、各演習参加国及び参加国際機関がそれぞれ決めることができる。

演習実施前後に行う演習に関するプレス発表は、各国及び各国際機関で連携して対応する。

(3) 演習シナリオ

ConvEx-3 (2008) の事故進展シナリオは、ラグナベルデ原子力発電所の CFE が作成

し、事前に規制側、すなわち後述する原子力安全・保障措置委員会(Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, 以下、「CNSNS」という。)の承認を得て、IAEAのIACRNAに提出されたものである。¹⁶⁾

事故進展シナリオは、我が国の原子力総合防災訓練で用いられているBWR原子力発電所のシナリオと比較すると、事故進展そのものは非常に類似しているが、事業者の事故収拾能力をみるという観点で作成されており、かなり複雑なものとなっている。

本演習における事故進展を中心に演習シナリオの概要を以下に述べる。また、より詳細な事故進展シナリオを付録Cに示す。

なお、事故進展シナリオに記載しているメキシコのEALに関しては、第6章の第6.1節「メキシコの原子力防災体制」で説明する。

保護区域(NSW(原子炉補機冷却系)ポンプ建屋)で火災発生を示す火災警報発報。保護区域(NSWポンプ建屋)で原因不明の火災が15分以上継続したため、「異常事象(Unusual Event)」の宣言、通報が行われる。

火災場所がNSW(原子炉補機冷却系)のループ1のポンプ区画と判明。

放射性廃棄物処理建屋で容器の運搬作業中、容器を落下させ、作業員1人に胸部と右足に汚染発生。

この火災の延焼によって、火災あるいは爆発がシステムの1区画(NSWシステム)で発生、「警戒(Alert Emergency)」の宣言、通報が行われる。

火災原因となったループ1の短絡原因を調査中に、ループ1母線の保護リレーが働き外部電源系全てが遮断される。非常用ディーゼル発電機DGが3台起動したが、DG-1がループ1の母線故障の影響で起動に失敗。

負荷遮断状態となりタービンがトリップ。引き続き原子炉が自動スクラムにより停止したが、一部の制御棒の挿入が失敗し、「サイト緊急事態(Site Emergency)」の宣言(スクラム失敗、かつ、出力5%または不明)、通報が行われる。CNSNSは、この通報を受けて「避難」の緊急通報サイレンを吹鳴。^{*}

炉心再循環系のタービン駆動主給水ポンプがトリップし、炉心水位を回復するためRCIC(原子炉隔離時冷却系)を手動起動したが、炉心出力が高く蒸気発生量が多いため、主蒸気逃がし安全弁及びバイパス弁から放出される蒸気量に追いつかず、水位がL2まで低下。

本来HPCS(高圧炉心スプレイ系)により炉心注入がなされるはずであるが、ATWSのため(炉心の反応度添加を避けるため)作動回路を運転員が殺していたため、注入されず、水位がL1まで低下。同様にADS(自動減圧系)の作動回路がブロックされており強制注入されず水位がさらに低下。

蒸気凝縮によりウエットウエル圧力が上昇したため、RHR-B系によりウエットウエルスプレイを試みたが、ポンプ不調でスプレイできず。

^{*} 「サイト緊急事態」で「避難」の措置を取るのは、予防的防護対策としての措置である。

外部電源が復旧し、ドライウエルスプレイを試みるがRHR-B系の故障、NSW-バックアップポンプの不作動でスプレイできず。

圧力抑制機能が全て失われたため、ADS(自動減圧系)により緊急減圧を実施。「全面緊急事態(General Emergency)」の宣言(スクラム失敗、かつ、緊急減圧/炉心冠水)、通報が行われる。

炉心水位が“Top active fuel”(TAF)レベルまで低下。給水をRCIC(原子炉隔離時冷却系)及び常用給水系N-2により行うが、水位はTAF(実効燃料頂部)まで回復せず燃料の一部が損傷。水素濃度が上昇する。

ドライウエルの水素濃度、酸素濃度が上昇(H₂: 4.5%, O₂: 3.5%)。要員を原子炉建屋から退去させた後、当直長が格納容器のベントを指示。

格納容器のベント作業(ドライウエルベント)を約20分間実施。格納容器内圧力、0.05 kg/cm²まで低下。本ベント作業によって放出された放射性物質に関する演習上のソースタームデータは付録Dを参照。

すべての制御棒の挿入に成功。

炉心冷却系が復旧し、炉心水位の上昇、炉心冷却の回復により、事態の收拾が図られる。(訓練終了)

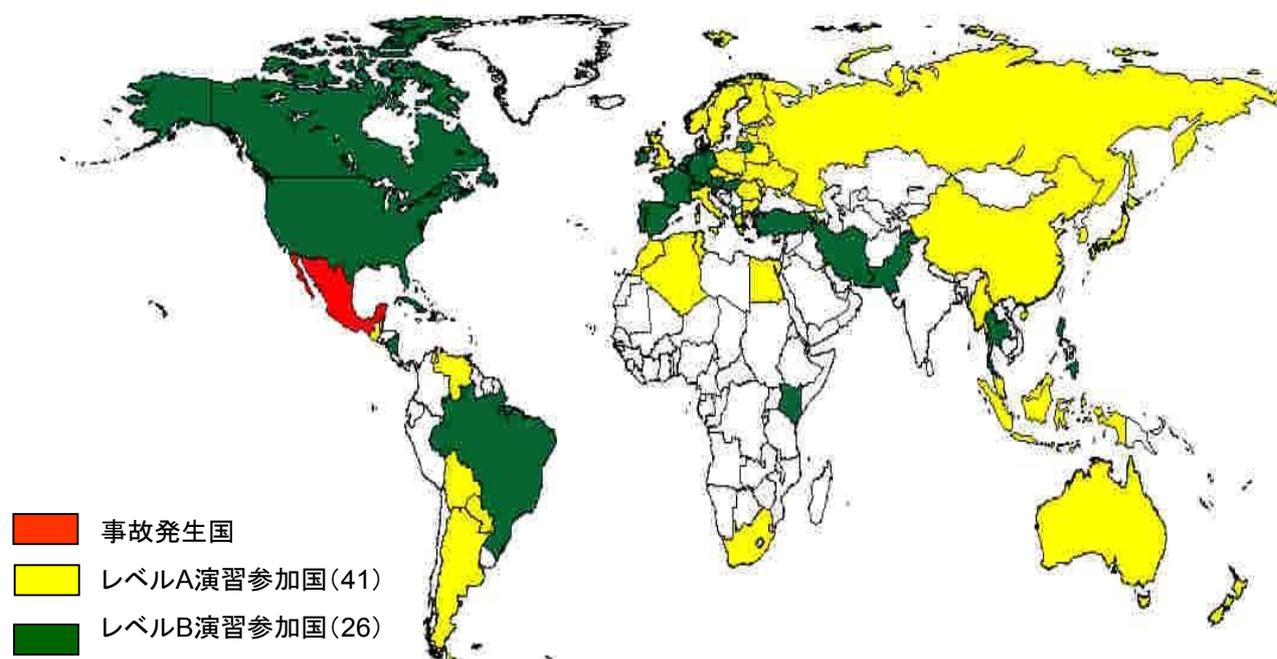


図 - 5 CONVEK-3 (2008)演習参加国
 [出典 : 「 CONVEK-3 (2008) Guide for Players 」⁹⁾]



図 - 6 ラグナベルデ原子力発電所の位置
 [出典 : 「 CONVEK-3 (2008) Guide for Players 」⁹⁾を基に作成]



写真 - 1 ラグナベルデ原子力発電所の外観
〔出典：「CONVEX-3 (2008) Guide for Players」⁹⁾〕

表 - 1 ConvEx-3(2008)の演習参加国
 [出典：「CONVEX-3(2008)Guide for Players」⁹⁾]

レベル A 参加（通報受信のみ）

1	Algeria	15	Indonesia	29	Norway
2	Argentina	16	Italy	30	Paraguay
3	Armenia	17	Japan	31	Poland
4	<i>Australia</i>	18	Korea	32	Romania
5	Belarus	19	Kuwait	33	Russian Fed.
6	Bolivia	20	Latvia	34	Singapore
7	Bulgaria	21	Lebanon	35	Slovakia
8	China	22	Luxembourg	36	South Africa
9	Czech Rep.	23	Malaysia	37	<i>Sweden</i>
10	Egypt	24	Mauritius	38	Tunisia
11	Estonia	25	Moldova	39	<i>UK</i>
12	<i>Finland</i>	26	Morocco	40	Ukraine
13	Greece	27	Myanmar	41	Venezuela
14	<u>Guatemala</u>	28	<i>New Zealand</i>		

レベル B 参加（通報及び情報交換，援助）

1	Albania	14	Lithuania
2	Austria	15	<i>Mexico</i>
3	Belgium	16	Netherlands
4	Brazil	17	Nicaragua
5	Canada	18	<i>Pakistan</i>
6	<u>Cuba</u>	19	Philippines
7	France	20	Portugal
8	Germany	21	<i>Slovenia</i>
9	Haiti	22	Spain
10	<i>Hungary</i>	23	Switzerland
11	Iran	24	Thailand
12	Ireland	25	<i>Turkey</i>
13	Kenya	26	<u>USA</u>

注：上記の表において，“中抜き文字”のメキシコは事故発生想定国，“下線付き文字”は隣接国（「ゾーン 1 の国」とキューバ），“斜体”は 2008 年 7 月 1 日現在の RANET 参加国及び参加予定国を表す。

表 - 2 ConvEx-3(2008)の演習参加国際機関
 [出典：「CONVEX-3(2008)Guide for Players」⁹⁾]

1	国際原子力機関	IAEA : International Atomic Energy Agency
2	欧州委員会	EC : European Commission
3	欧州刑事警察機構	EUROPOL : European Police Office
4	汎アメリカ衛生機関	PAHO : Pan American Health Organization
5	国連食糧農業機構機関	FAO : Food and Agricultural Organisation of the United Nations
6	国際民間航空機関	ICAO : International Civil Aviation Organization
7	経済協力開発機構 原子力機関	OECD/NEA : OECD Nuclear Energy Agency
8	国際刑事警察機構	INTERPOL : International Criminal Police Organization
9	世界保健機関	WHO : World Health Organization
10	世界気象機関	WMO : World Meteorological Organization

注：上記の表において、太字は演習シナリオ上において国際援助の活動が想定されていた機関を表す。

5 . IAEA本部事故・緊急時センター（IEC）における演習の状況

5.1 IEC の概要

IEC は、原子力、放射線あるいはセキュリティ関連の事故や緊急事態、脅威等に対し、タイムリーかつ効率的なサービス提供と国際協力の促進によって加盟国の能力強化を図ることを目標として、2005年2月に設置された。IEC は、事故や緊急事態等において、迅速な情報交換と要請に基づく支援を行い、また早期警戒と発生防止ための情報交換や知識の共有も行う。

IEC は IAEA の入っている国連ビルの A , B 棟の内 ,低い B 棟の 8 階の南端側にある。



IAEA のある国連ビルディング B 棟

(1) IEC の緊急時対応体制

事故発生国において「サイト緊急事態」以上の事象発生を確認すると、センター長による緊急時体制の宣言がなされ、IEC は 24 時間体制（Full Response Mode）に移行する。この IEC 緊急時対応体制の構成は以下の通り。

- ・ 緊急時対応管理チーム（総括業務）,
- ・ 技術チーム（プラント状態及び被ばく評価結果等を分析）,
- ・ 運営チーム（IEC 運営を行う。ただし、詳細不明、緊急時対応管理チームと活動）,
- ・ ロジスチックチーム,
- ・ リエゾン(事故発生国, 国際機関, 「ゾーン の国」, 「ゾーン の国」),
- ・ 広報担当官,
- ・ スクリーニング担当（作業内容不明, 入手情報の分別, 分類担当と思われる）,
- ・ 情報伝達担当,
- ・ ENAC 担当（ENAC ウェブサイトへの書込み作業）),
- ・ IEC 技術担当（IEC 内のシステム, インフラの管理）

IEC 緊急時体制における活動要員数は常時 20 名弱である。各チームは数人程度で、緊急時体制発出時に最初のシフトチーム要員が選定される。

IEC 緊急時体制の要員招集には、(チーム編成が少数なため)一斉招集システム等は使用せず、各チームごとに電話で確認、招集する方法を取っている。

従来、緊急時対応は IEC のスタッフのみで実施していた。しかし、10 数人しかいないため、要員の交替等、活動は必ずしも円滑にできなかった。そこで、IEC の緊急時体制立上げ後は、IAEA の原子力安全・セキュリティ局 (Department of Nuclear Safety and Security) を挙げて対応する体制を、本 ConvEx-3 (2008) 演習に先立って整えた。

また、2007 年に米国から緊急時対応の専門家を 1 年契約のコンサルタントとして導入した。彼は、原子力安全・セキュリティ局の 80 人に専門別の研修訓練を行うとともに、IEC 内のレイアウト、運営要領の見直しを行った。

要員は、専門別研修訓練を受けた 80 人の中から、対応に当たれるかどうか(個人的都合)を確認の上、選定される。シフトの交替は、従来は 12 時間であったが、これも新たに見直され、3 つのシフトチームによる 10.5 時間制で、交代時の引継ぎのため、30 分間のオーバーラップを設けている。最初のシフトチームの要員に選ばれなかった者は、その時点で帰宅し、次のシフトチームの要員は 10 時間ほど後に参集することが指示される。また、要員達は帰宅に際し、連絡先を明確にしなければならないことが定められている。

IEC 専用にカスタマイズされた演習参加者用ガイドによると、当初シフトチームは 4 チームで計画されていたものと思われる。しかし、実際の演習時では、3 つのチームで運用されるように変更されたもようである。チーム数変更の理由は確認できなかったが、視察者の見た限りでは 1 チーム分の人員が演習評価やコントローラに当てられていたものと思われた (IAEA の演習評価は 10 名ほどのシフトチーム 2 つで実施されていた)。

シフトのために夜間活動する要員には特別な手当がある。また、深夜帰宅、あるいは参集する要員がタクシーを使用する場合は、領収書を提出して、事後清算する。

(2) IEC の緊急時活動ルーム

IEC の緊急時活動ルームは、ガラスの仕切り壁とドアで仕切られ、ロックを解除する ID カードを所持していないと入室できない(外から中の活動を見ることは可能)。また、扉を開放しておくとも警報が鳴る。緊急時活動ルームは、一切の飲食が禁止されており、緊急時対応体制に移行すると、食事や休憩時の軽食等が別室に用意される。



緊急時活動ルーム入口と室内飲食禁止の掲示



別室（エレベータ前）に用意された食事・休憩所

IEC 緊急時対応管理チームの前に 8 面のビデオウォールがあり、その前で技術チームリーダーやリエゾンを含めて、IEC の緊急時対応会議が行われる。ビデオウォールの表示は自由に切り替えが可能であるが、緊急時にはそれぞれ以下が表示されている。

- IAEA Alert log（専用ウェブサイト）
- EMERCON メッセージ（ヘッダーのみの表示）
- 事故ステータスボード（時 分現在のプラントの状態）
- 現在の活動要員（担当と氏名）
- MTPI リリース（メディアへの公開情報リスト）
- ENAC ウェブサイトの画面〔WMO プロダクトデータのサイトと切換え〕
- イベントログ（メキシコの対応）
- 行動事項（IEC の対応項目）

実際の事故発生時に IEC で解析の実行や結果の評価を実施するかどうかは確認できなかった。

また、IEC は加盟国の原子力施設に係る特別なデータベースも持っていないもようである。プラント情報を得るのに、メキシコのラグナベルデ原子力発電所のウェブサイトや、米国アルゴンヌ国立研究所の INSC（国際原子力安全センター： International Nuclear Safety Center）のウェブサイトを利用していた。¹⁹⁾

5.2 演習の状況

IEC における演習の視察は、IEC 緊急時活動ルームに隣接した緊急事態管理会議室で主に実施した。この部屋は、演習中のメディア取材対応に使われ、大きなガラス越しに緊急時活動ルーム内を見ることができる。IEC 緊急時活動ルーム内の音は漏れてこないが、IEC 側で我々視察者のために、会議室内の 4 枚の大型モニターでこちらが要求したビデオウォールを表示し、また緊急時活動ルーム内の緊急時対応管理チーム会議場所を中心とした室内音声を流してくれていたため、緊急時対応管理会議及び事故発生国リエゾンの電話、ENAC ウェブサイト記録事項等の大方の動きは把握することができた（ただし、奥の通信室は見ることができないので、FAX 等やり取りされている情報すべてがタイムリーに入手できたわけではない）。この緊急事態管理会議室は、7 月 10 日のメディア取材が行われている間以外は、視察者が自由に使用できた。



緊急事態管理会議室から緊急時活動ルームを見た様子
（4 枚の大型モニターの背後に緊急時活動ルームのガラス窓 3 枚がある。）

(1) 時系列記録

以下に、演習における IEC の活動状況を時系列で述べる。

- ・ウィーン時間の 7 月 9 日 13:04、スウェーデンより、「CNN でメキシコのラグナベルデ原子力発電所において火災発生ニュースがあり」の通報と事実確認依頼が IEC に入

電し、演習開始となった。ただちに、IEC はメキシコ側へ確認作業に入り、内容の検討打合せが 13：30（ウィーン時間。以下同様）に IEC 内で開始された。打合せ中の 13：35 に、メキシコより“ Facility Emergency ”の通報が EMERCON の FAX 様式で IEC に入電した。

- ・メキシコの緊急時計画では第 6 章で述べるように、緊急時活動レベルを、異常事象、警戒、サイト緊急事態、全面緊急事態の 4 段階としている。そのため、IEC 内では 13:35 の“ Facility Emergency ”通報の内容が、警戒(Alert)と サイト緊急事態(Site Area Emergency)のどちらに該当するのか判断するのに苦慮していた。それは、前述したように、IEC の緊急時体制の宣言及び加盟国への情報発信は、事故発生国のサイト緊急事態を規準としているためである。



メキシコの現地に電話で内容確認している Stern IEC センター長
（ビデオウォールに写っているのは CNN のメディア情報監視）

- ・IEC では、メキシコの“ Facility Emergency ”の詳細を確認するため、「電話」で現地 CNSNS（メキシコの NCA(D)）に連絡を入れたが、電話に出たものが、「演習」のことを理解しておらず、しかも英語が通じない相手であった。そこで、IEC はスペイン語のできる担当者（今回の演習で、緊急時体制の発出後に事故発生国リエゾン担当となる要員）が代わって、対応し、情報の確認を行った。結果として、警戒(Alert)段階であると判断され、緊急時体制は立上げされず、引き続き情報収集が継続された。
- ・演習初期の「異常事象」段階（14：45）において、同発電所の廃棄物処理建屋で身体汚染事故が発生した旨の通報が EMERCON の FAX 様式で IEC に入電した。（本来このレベルの事象は国内対応で済むので、通常通報を用いなければならないが、EMERCON の FAX 様式が使用されていたため、）IEC 側はこれがどういう内容か、国際援助を必要とするのかどうかを確認しようと努力していた模様である（非常に混乱していたので、内容をよく把握することができなかった）。この確認も電話を介し、スペイン語で行わ

れ、メキシコ側対応者の回答が不明確であったため、身体汚染に係る本通報は、未確認情報として扱われた。後述するように、その後、メキシコ側からこの件について助言要請がなされた。

- ・ 17:05 に、メキシコから“サイト緊急事態”の通報が EMERCON の FAX 様式で IEC に入電した。これを受けて、IEC は緊急時体制に移行し、17:20 頃から 24 時間体制に入るための要員交替、業務引継ぎが行われた。WMO-RSMC に気象データの提供依頼が行われた。加盟各国の NWP への通報は、17:35 に FAX で送信された。



IEC の緊急時体制への移行（シフト体制に入る要員との業務引継ぎの様子）

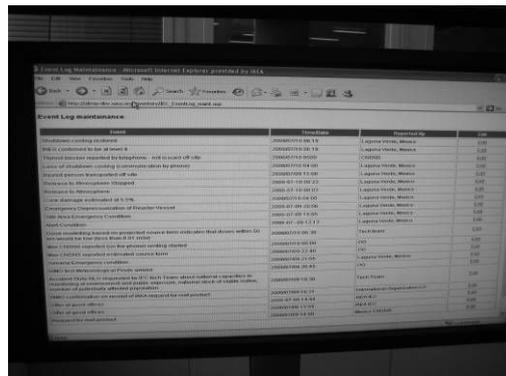
- ・ 17:34 に、メキシコから、身体汚染の作業者に関し内部被ばくが判明した場合に対する処置についての助言、及び発電所周辺地域の気象予測についての情報を求める FAX が IEC に入電した(第 7 章及び付録 E 参照)。ただし、身体汚染に係る 14:45 の通報は、演習終了までついに IAEA 側では未確認情報のままであった。WHO（世界保健機関）はそれを受けて助言をメキシコに行った。WHO の助言は電子メールを用いて行われたもようである。

気象予測についての要請は、ラグナベルデ発電所周辺の 8 時間先までの気象予測である。

- ・ 18:35（推定）に、メキシコから、17:15（ウィーン時間）に避難開始し、既に完了したという通報が入電した（前述したように、この時点ではサイト緊急事態段階であることから、この避難では予防的に実施されたものと考えられる。また、この通報ではどの範囲の何人について実施されたのか記載がないが、演習後のメキシコ側の情報から、発電所から 5 km 範囲内の住民、982 人と考えられる。）。
 - ・ さらに、19:22（推定）に、発電所から風下方向（北北西から西北西のセクター）5～16km の範囲に避難指示の広報を 17:30 から開始したという通報があった。対象となる住民数は 3807 人としている（先の 18:35 の通報とこの通報は、ENAC ウェブサイトに記録された通報時間に明らかな誤りがあり、真の通報時間は確認できない）。
 - ・ 19:08 に、メキシコから、18:00（ウィーン時間）に避難が開始し、住民数は 4029 人、3 時間ほどを要するという通報が入電した。これは、（通報時間は前後するが）19:22

(推定)で通報された風下方向 5~16km の避難についての情報と考えられる。しかし、その後、避難終了時間については 19:28 であったと 19:53 に連絡がなされた。(ただし、第 6 章で述べるように、演習後のメキシコ側の情報では、この風下方向 5~16km の避難は“全面緊急事態”以後に実施されたとあり、両者の情報に矛盾がある。どちらが正しいかということについて、この視察の範囲では確認できなかった。2009 年に IAEA から発行される ConvEx-3(2008)演習報告書で確認する必要がある。)

- ・ 20:58 に、米国ワシントン州の WMO (世界気象機関) -RSMC (Regional Specialized Meteorological Centre) から FAX で、米国 NOAA (国立海洋大気庁: National Oceanic Atmospheric Administration) の HYSPLIT モデル (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model) を用いた Cs137 の空气中濃度分布と地表面沈着濃度分布の 24 時間、48 時間、72 時間後の予測解析結果が提供された。さらにこの結果は、22:41 に「ゾーン 1 の国」向けに FAX で送信された (日本を含むゾーン 2 加盟国には 10 日の 0:31 に情報提供された)。しかし、原図が色分けして描かれていたものと思われ、FAX は非常に不鮮明で、実際にこれから内容を正確に読取ることは厳しいと思われた。現在は、ほとんどのコンピュータ解析結果等の図は色分けして描かれているのが普通であり、やはり、このような情報を FAX で送るのは不適切と考えざるを得ない。電子メールをはじめ、ネットワーク通信を利用して、電子ファイルとして情報交換することが不可欠と思われた。
 - ・ 22:11 に、メキシコから、22:05 スクラム失敗と炉容器の緊急時減圧という“全面緊急事態”の通報が EMERCON の FAX 様式で IEC に入電した。
 - ・ 23:27 に、風向きが変化したため、影響範囲が変化するという通報が入電した。その後、10 日に日付が変わった 0:28 に変化した風下方向 5~16km の区域の避難は条件が悪く、実施できないという通報が入電した。
 - ・ 23:42 に、炉容器の緊急時減圧を 21:06 に実施という、“サイト緊急事態”相当の通報があった。
 - ・ 10 日 1:14 に、9 日の 23:05、水素濃度が 5.5% に上昇、格納容器ベントを実施したという“全面緊急事態”の通報が入電した。
- [これ以降、メキシコから EMERCON の様式での入電は ENAC ウェブサイト上に記載されていない。以降はビデオウォールのイベントログを基に記録したものである。]



IEC イベントログの編集画面

- ・ 10日 1:14 に、メキシコから格納容器ベントを終了し、放射性物質の放出が停止という通報が入電した（格納容器ベントは約 20 分ほど継続したものと思われる）。
- ・ 10日 1:00~2:00 頃に IEC で要員交替，業務引継ぎ（2 回目）が行われた。
- ・ 10日 2:23 に、IEC からゾーン 1 加盟国に対してモニタリング情報と防護対策についての情報要求が発信された。
- ・ 10日 3:15 に、リトアニア，イランから環境放射線に異常ない旨の連絡が ENAC ウェブサイト上に記載（その他の参加国からの連絡の有無は ENAC ウェブサイト上では把握できていない）。
- ・ 10日 5:00 に、メキシコから原子炉停止時冷却系が停止という通報が入電した。
- ・ IEC は、10日 5:15 にラグナベルデ原子力発電所が完全に停止していること，周辺の避難は既に完了していることを IAEA の公開ウェブ上に発表（模擬発表）。
- ・ 10日 6:00 に、メキシコから安定ヨウ素剤に関する連絡が電話であった（内容は不明）。
- ・ 10日 6:42 に、ENAC ウェブサイトに障害が発生し使用不能となった。IEC から加盟各国の NCA(A)に FAX あるいは電子メールで情報伝達する旨の通報が発信された。
- ・ 10日 7:19 に、メキシコから国際原子力事象評価尺度 INES を 4 とすること，原子炉停止時冷却系が復旧したという通報が入電した。
- ・ 10日 8:20 に、メキシコから国際原子力事象評価尺度 INES を 4 から 5 に変更するという通報が入電した。
- ・ 10日 9:35，IEC 内打合せが実施された（被ばくの評価，風と降雨の影響，16km 圏内に残っている警察等の情報，住民避難の状況等を確認）。この間を CNN の 3 名が特別に緊急時活動ルームに入り，撮影を行っていた。（その後，我々のいた会議室で取材が行われた。）



IEC 内打合せの様子（カメラは CNN の取材）

- ・ 10 日 11：16 に，メキシコから地表面の汚染評価を速やかに行うため，空中モニタリングに関する国際援助の要請が入った旨の通報が，IEC から加盟各国の NCA(A)に FAX で発信された。（視察時には把握できなかったが，メキシコからの支援要請が IEC に実際に入った時間は 6：57 ということが，後で分かった。このことから，IEC が各国 NCA(A)に向けて発信するまでにかなり時間を費やしたことが分かる。）
- ・ 10 日 13：00～14：00 頃に IEC で要員交替，業務引継ぎ（3 回目）が行われた。
- ・ メキシコからの空中モニタリングに関する援助要請に対し，10 日 13：50 にスウェーデンから援助可能のメッセージが電子メールで，14：02 にフランス原子力安全規制機関 ASN(Autorité de sûreté nucléaire)から援助可能のメッセージが FAX で入電した。その後 16：30 までの間に，アルメニア，スロバキア，ドイツ，ブラジル，イスラエル，カナダから入電があり，最終的に 8 カ国から援助可能の回答があった。
- ・ 14：54 に WMO-RSMC モントリオールから WMO-RSMC の専用ウェブサイトを通じて，Cs137 の空气中濃度と地表面沈着濃度分布の 24 時間，48 時間，72 時間後の予測解析(単位放出)結果が提供された。この拡散予測解析は，WMO の気象予測データを用いて，米国ローレンスリバモア国立研究所の国立大気放出物情報センター NARAC (National Atmospheric Release Advisory Center) で解析したものだとのことであった。
- ・ 10 日 14：58 に，ENAC ウェブサイトの障害が復旧し，正常に使用可能であるという通報が，IEC から加盟各国の NCA(A)に発信された。
- ・ 15：06 に IAEA としての記者発表（模擬会見）が C 棟 4 階の会議室で行われた。記者発表では，IAEA 広報部（メディア及びアウトリーチ課）が司会を行い，IEC の Stern センター長以下 3 名で対応した。図やグラフ等はまったく使用せず，完全に口頭説明だけであった。Stern センター長は，放射性物質放出前に(風下 5km～16km 以内の)約 3000 人ほどの住民を 16km の範囲外(すなわちブルーム被ばく EPZ の外側)に避難完了したこと，メキシコがより深刻な状況となる状況を避けるため，格納容器ベントを実施した

こと、本事故が国際原子力事象評価尺度 INES の 5 と評価されたことを説明した。

技術チームの担当者が事故の概要説明として、単純な火災から、最終的に全面緊急事態に至った経過を説明した。

記者発表では、共同通信社はじめ 3~4 の IAEA に入っている報道関係者が実際に記者役として質問を行った。質問は長期影響やゾーン 1 の国（近隣の国）への影響、国民の心理的な影響といったオーソドックスな質問がなされたが、それ以外に、ソースタームの量に関しどのようにして決めたのかという問いに対し、メキシコ側から提供されたものであり、詳細は分からないと回答していた。また、ラグナベルデ発電所は世界によくあるタイプの原子炉であり、よそでも同じような事故が起こるのではないかと、格納容器ベントは本当に唯一の方策だったのか、人々の健康よりもプラントを守らんがための措置だったのではないかと手厳しい質問もなされた。



模擬記者発表の様子

- ・ 10 日 15 : 09 に、IEC からすべての加盟国に対して計画している住民の防護対策についての情報要求が発信された。
〔演習の予定では、その後、18 : 00 ~ 19 : 00 頃にはメキシコのラグナベルデ原子力発電所での演習が終了する。〕
- ・ 10 日 19 : 31 に、今度は ENAC ウェブサイトの電子メールに障害が発生し使用不能となった旨の通報がすべての加盟国に発信された。
- ・ 11 日 0 : 45 に、IEC から演習終了の通知がすべての加盟国に発信された。視察者には 9 日の時点でも演習の進展が予定よりも早めであると感じていたが、演習マニュアル¹⁶⁾では 11 日 8 : 00 頃に終了する想定だったので、演習全体が 7 時間あまり短くなったことになる。リアルタイムで行われるシナリオ非提示型演習では、このようなことは十分あり得るものと思われた。

(2) IEC の演習で気付いた事項

IAEA の IEC においては、FAX や ENAC ウェブサイトへの書込みは、“雛形”を使用せず、ほとんど白紙の状態から作成していた。IEC の演習を見る限り、リアルタイムによる演習であり、慌てる必要がないということかもしれないが、非常に効率が悪く、時系列上非常に重要な時間や日付に何件か誤記入が見られた。

我が国では緊急事態宣言や広報文等は“雛形”を使用するのが普通であり、これまでさまざまな工夫がなされてきた。我が国の場合、経験の浅い参加者が短縮された訓練時間の中で非常に圧縮された対応活動を求められることから、“雛形”の利用が求められたという事情があるが、ミスの防止、初心者の対応力向上の観点からも、我が国のような“雛形”の使用は非常に有効である。さらに、IEC の IT 化の水準を考えれば、これらのある程度自動化することもそれほど難しくないものと思われる。

6 . メキシコにおける演習の状況

6.1 メキシコの原子力防災体制

ラグナベルデ (Laguna Verde) 原子力発電所は、メキシコ連邦電力委員会(Comisión Federal de Electricidad ; 以下、「CFE」という。)が運営する国営事業所である。また、規制を担当する原子力安全・保障措置委員会(Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias ; 以下、「CNSNS」という。)も CFE と同様に、エネルギー省傘下の組織である。²⁰⁾ IAEA の EPR-ENATOM 2007 に係るメキシコの所轄官庁 NCA(D)は、この CNSNS である。図 - 7 に CNSNS の体制を示す。

メキシコの緊急時計画は、発電所サイトの緊急時計画(Plan de Emergencia Interna ; 以下、「PEI」という。)とオフサイトの緊急時計画(Plan de Emergencias Radiológico Externo ; 以下、「PERE」という。)から構成される。

メキシコの緊急時対応体制は米国の体制をベースにして構築しているものと考えられる。すなわち、PEI による発電所サイトの防災体制は、米国 NRC の NUREG-0654/FEMA-REP-1²¹⁾で規定されている体制に非常に近く、技術支援センター (Technical Support Center ; TSC) と運営支援センター (Operational Support Center ; OSC) を発電所サイト内の中央制御室に近い場所に設置し、かつ、サイトからあまり離れない場所に関係機関の調整や情報の共有、解析作業等を実施する緊急時管理センター (Centro de Control de Emergencias ; 以下、「CCE」という。)を設置する。この PEI の防災体制を図 - 8 に示す。CCE は、米国の緊急時活動施設 (EOF; Emergency Operations Facility) と同じ機能を持ち、我が国の緊急事態応急対策拠点施設 (オフサイトセンター ; 以下、「OFC」という。)に相当する施設であり、CFE が管理している。

PERE の実施体制は、全体の統括は内務省であり、この傘下に CFE、交通・通信省、国防省(陸軍)、海軍省、保健省、連邦警察、さらに発電所のあるベラクルス (Veracruz) 州政府が参画する。PERE において、それぞれの組織は、タスクフォース番号で識別される。また、ベラクルス州は地域防災計画に当たる「ベラクルス州市民防護システム」を作成、整備している。

メキシコの PERE と防災関連施設については、今回の ConvEx-3(2008)の視察結果を踏まえ、以下に少し詳しく記しておく。

6.1.1 PEREの概要^{20, 22)}

上述のように、PERE も米国の規準、NUREG-0654/FEMA-REP-1 をベースにしているものと考えられる。

メキシコの緊急時計画区域 (EPZ ; Emergency Planning Zone) は、外部被ばくあるいは放射性物質の吸入による被ばくに係るブルーム被ばく経路 EPZ として半径 16km (10 マイル)の範囲、食物摂取による被ばくに係る摂取経路 EPZ として半径 80km (50 マイル)

の範囲を設定し、事故の状況によってはさらに拡大する可能性があるとしている。これは米国の規準と同一である。

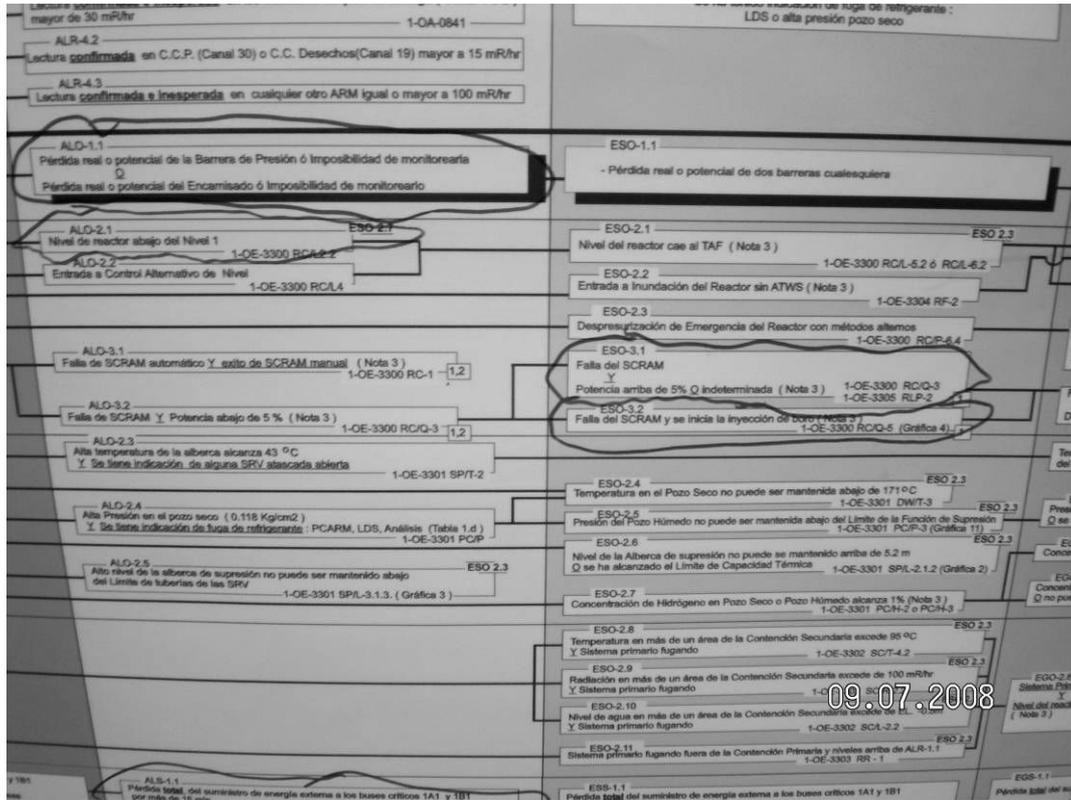
また、緊急時活動レベル (Emergency Action Level ; 以下、「EAL」という。)は、米国原子力協会の NEI-99-01 Rev.4²³⁾を適用しているとしている。²²⁾ EAL は、緊急時をプラント状態に対応した 4 つのカテゴリーに分け、それぞれに行うべき対策、対処活動を対応させる考え方であるが、NEI-99-01 は、発電所を運転する運転員が、そのプラント状態がこの 4 つの緊急時カテゴリー、すなわち、「異常事象 (UN)」、「警戒 (AL)」、「サイト緊急事態 (ES)」、「全面緊急事態 (EG)」の 4 段階、のどれに該当するかを判断するためのマニュアルを作成するための基準書である (付録 A 参照)。

メキシコでは、発電所や CCE に、横軸に EAL (UN, AL, ES, EG)、縦軸にプラント状態に係る具体的な事象の分類 (R, O, S, P) を取ったマトリックスの大きなフローチャートのボードを掲示し、事故の進展に応じて該当する事象をペンで囲み、一目でプラント状態と事態の深刻さが分かるように工夫している点が注目された。このフローチャートボードをみると、プラント状態に係る事象については、「放射線関係 (R)」、「原子炉運転状態 (O)」、「ユーティリティ供給 (S)」、「発電所における一般災害(火災、落雷等) (P)」の 4 つのカテゴリーで分類しており、NEI-99-01 とはやや異なる、メキシコ独自の分類を用いていることがわかる。

CATEGORIA	CLASIFICACION	UN	AL	ES	EG
R	(R)				
O	(O)				
S	(S)				
P	(P)				

EAL と事象の分類のマトリックスフローチャート

下に示すフローチャートの拡大写真は、視察において、「サイト緊急事態」の宣言後に撮影したものである。緊急時基準 ESO-3.2 までペンで囲みが書かれており、プラントが、原子炉運転状態 (O) のサイト緊急事態 (ES) である第 3.2 項に該当する「毒物制御系 (SLC) の手動起動の失敗」の状態を示している (付録 C の事故進展シナリオ (その 3) 参照)。



EAL と事象の分類のマトリックスフローチャート (拡大写真)

防護対策に係る介入レベルは米国環境管理庁 (Environmental Protection Agency ; EPA) の防護活動指針²⁴⁾を適用しているとしている。²²⁾したがって、早期段階については、放射性物質の放出開始から 4 日間に受ける予測線量で 1~5 rem (10~50 mSv) を避難の規準とし、公衆の避難は 1 rem (10 mSv) 以上で開始されるものと考えられる。

メキシコの安定ヨウ素剤の服用に関して記載された公開文献がほとんどないため、その詳細は不明である。視察で得た情報では、「サイト緊急事態」で発電所内の作業者に、「全面緊急事態」で発電所周辺の半径 5km の範囲の住民に配布されるもようである。また、住民に対しては、事前配布せず、集合センターもしくは避難者モニタリングセンターのような集合場所で海軍から配布されるようであるが、詳細は確認できなかった。また、放射性ヨウ素の放出予測がない場合は安定ヨウ素剤を配布しない、また安定ヨウ素剤の住民への配布にあたって医師は介在していないとのことであった。安定ヨウ素剤の服用基準値(予測線量)については、尋ねたが不明であった。米国と同じ基準を適用している可能性

は高いものと思われる。

ConvEx-3(2008)では、「警戒」で発電所周辺 5km の住民に事故の広報が行われ、「サイト緊急事態」で発電所周辺 5km の主要道路が封鎖され、さらにこの 5km 範囲の住民（居住者数 928 人）の避難が行われた。第 5 章 5.2 節で記したように、この「サイト緊急事態」段階での避難は“予防的”な目的で実施されたものであるが、これが今回の国際的な演習に合わせて取入れられた措置なのか、既にメキシコでは“予防的”に避難を実施する手順が確立されているのかという点については、今回の視察では確認できなかった。

さらに、「全面緊急事態」に至ると、風下の発電所周辺 5～16km 範囲の住民避難（ENAC ウェブサイトの記録では 4029 人）が行われた（第 5 章で述べたように、IEC の ENAC ウェブサイトの記録では、この避難は「全面緊急事態」に至る前に完了している）。本演習では、我が国の原子力防災訓練と同様に、避難対象地区の一部の住民の協力を得て、この避難演習を実施したものと思われる。

メキシコの原子力災害時の住民避難に関して注目されるのは、住民が避難のために自宅を離れる際は、退去済みであることの目印として玄関のドアに白い布を縛り付けておくことが PERE に記載されていることである。²²⁾ これは、我が国でも新潟県柏崎市の原子力災害時避難誘導マニュアルに同様な記述があり²⁵⁾、柏崎市は避難終了の確認に非常に有効であると報告している。

なお、メキシコの国の原子力防災演習は、PERE に基づき 2 年に 1 回の間隔で実施されている（ただし対象は、メキシコ国内唯一の原子力発電所であるラグナベルデ原子力発電所のみである。）。一方、PEI に基づく発電所の防災演習は、最低 5 年に 1 回実施することとされている。²⁰⁾

6.1.2 防災関連施設²²⁾

(1) 技術支援センター

発電所の事故・トラブルの発生時は、まず発電所の当直責任者(SS : Shift Supervisor)が確認し、サイト緊急時管理者(SEC : Site Emergency Coordinator)が「異常事象(UN)」の宣言をする。この時点で CNSNS に通報が行われる。異常事象の発生した原子炉は、停止操作が開始される。

事象の進展により、「警戒(AL)」、「サイト緊急事態(ES)」、「全面緊急事態(EG)」となった場合は、各段階で SEC がその宣言をし、同時に CNSNS にもそれぞれ通報を行う。周辺の地方公共団体への通報については明確な情報はないが、米国の規準を準用しているとすれば、CNSNS への通報に続いてなされるものと考えられる。

PEI の発動は「警戒(AL)」以上の事象であり、このときから発電所内の中央制御室近傍に技術支援センターと運営支援センターが設置され、また CCE 並びに CCE 内のタスクフォース管理者(ORE)の立上げも並行して行われる。

技術支援センターでは、対応活動の項目と対応者は室内のボードに掲示されている。ま

た、各対応者の代理者も指定されている。



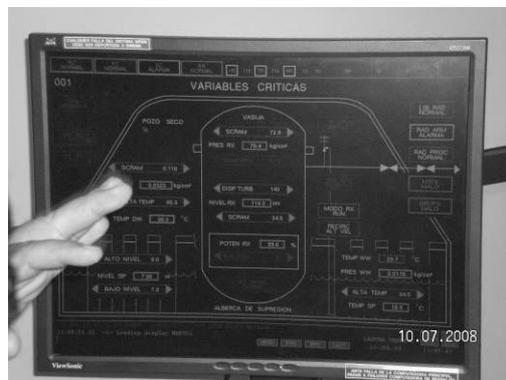
技術支援センターの対応活動・対応者表示ボード

技術支援センターの通報担当者は、CCE 等へ電話で通報する。また、必要に応じて Fax も使用している。



技術支援センターの電話と Fax

緊急時対策室内には、我が国の ERSS* の ICS に相当する安全パラメータ表示システム (SPDS) が設置され、プラント状態の監視が行われる。このシステムは CCE に設置されており、CCE でも同じ情報を得ることができる。緊急時の対応記録は、専用のファイルに綴じられた専用書式に記録する。



プラント監視システム SPDS

* 独立行政法人原子力安全基盤機構 (JNES) が運用する緊急時対策支援システム (Emergency Response Supporting System ; ERSS) ²⁶⁾

(2) 緊急時管理センター-CCE

我が国の OFC に相当する CCE は、発電所の南 約 9km にあるキャンプ “ El Farallon ” に設置されており、ブルーム被ばく経路 EPZ の半径 16km (10 マイル) の範囲内にある。これは、米国の緊急時活動施設 EOF と同様な基準 (20 マイル以内のサイトからあまり離れない場所) が適用されているものと考えられる。図 - 9 にラグナベルデ原子力発電所のブルーム被ばく経路 EPZ の 16km 範囲内にある施設の位置を示す。

なお、CCE の代替施設が、ベラクルス市の Medellin に整備されている (発電所との距離は約 67km)。

CCE には、CFE (事業主体) の他、内務省の対策本部 (JC ; Jefatura de Control) と CNSNS (規制官庁)、ベラクルス州及びその他の地方公共団体等、8 つのタスクフォースの関係者が参集する。住民避難等の防護対策の最終的な意思決定は CCE でなされる。



緊急時管理センターCCEの外観と標識

CCE には、原子炉運転関係、被ばく予測関係、気象関係の 3 つの技術支援部門が設置され、各技術支援部門にはそれぞれいくつかの活動チームがある。以下にその例として 3 つの活動チームの様子を写真で示す。



技術解析チーム



被ばく線量計算チーム



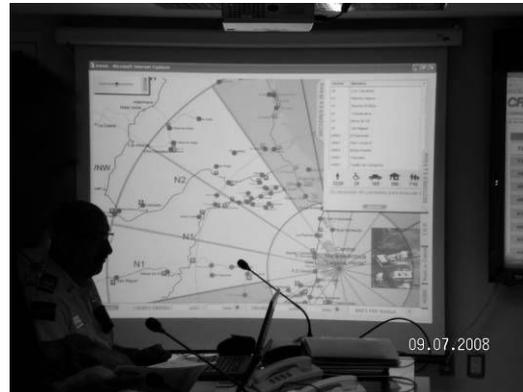
環境モニタリングチーム

プラント状態の監視のための安全パラメータ表示システム（SPDS）以外に、炉心損傷予測評価では米国サンディア国立研究所の MELCOR コード²⁷⁾を導入（前出，42 ページ脚注の ERSS の DPS，APS に相当²⁵⁾）、環境拡散解析及び被ばく／防護対策評価には前出の米国の RASCAL コード(Ver. 3.05)¹⁸⁾を導入（SPEEDI*に相当）している。²⁰⁾

また、技術支援部門の隣には、ガラス窓で仕切られた関係者が集合して情報共有、意思決定できる会議室がある。この会議室には、RASCAL の解析や情報共有システム、気象モニタの 3 画面がそれぞれ同時に表示できる大型表示パネルがある。



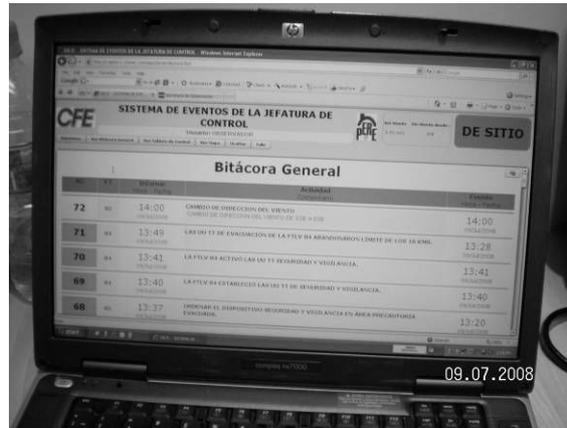
会議室



大型表示パネル

CCE の情報共有システムは、CCE 内及びメキシコシティの CNSNS 本部との情報共有を目的とした専用のシステムである。時系列的にイベントを記録するものであるが、CFE が整備したものと考えられる。表示画面を見る限り、我が国のオフサイトセンターで使用されている“防災業務情報共有システム”²⁹⁾のようなファイルの添付機能等は確認できなかった。

* (財)原子力安全技術センターが運用する緊急時迅速放射能影響予測システム (System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information ; SPEEDI)²⁸⁾



CCE の情報共有システム

CCE には、この他に前述した 8 つのタスクフォース関係者が所属元と連絡するブースがある。



タスクフォース関係者ブース

(3) 避難住民のための防護対策施設

図 - 10 にラグナベルデ原子力発電所周辺の緊急時防護対策関連施設の位置を示す。

緊急時の避難指示等の広報は、広報車や広報ヘリコプター、及びテレビ、ラジオで行われる。避難対象地域の住民は各自の自家用車で避難者モニタリングセンター（Centro de Monitoreo de Evacuados：救護所に相当）へ集合し、スクリーニング*や医療チェックを受ける。そのため、避難ルートはあらかじめ大まかに決められている。要援助者や移動手段のない人は、16km の EPZ 範囲内に 61 ヶ所設けられた集合センター（Centro de Reunión：、図 - 9 参照）に徒歩で参集し、地方公共団体あるいは軍が用意するバスやトラックに乗り、避難者モニタリングセンターに搬送される。

* 衣服や体に放射性物質が付着していないかどうかを調べるための検査。



集合センター



避難ルートを示す標識

〔出典：SEGOBの「PERE」ホームページ²²⁾〕

避難者モニタリングセンターCME は、ベラクルス市の南、発電所から約 70km の Cempoala、発電所の南西方向約 100km のコルドバ (Cordoba) 市内の Emilio Carranza と La Esperanza の 3 箇所にある。

医療チェック等をパスした避難住民は、バスやトラックで避難所 (Albergues) に移送される。避難所は発電所の北と南に設置され、南側は発電所から約 60km のベラクルス市内の Cardel 約 60km の Cempoala 約 100km のコルドバ市内の Emilio Carranza、Ursulo Galvan の 4 箇所、北側は発電所から約 40km の Vega de Alatorre と約 66km の Nautla の 2 箇所である。

避難者モニタリングセンターCME 及び避難所 Albergues はいずれも 16km の EPZ 範囲からかなり離れた地点にあることが注目された。

(4) 機材及び車両用除染施設 CDV

放射性物質放出前に避難完了した場合には、避難車両等の汚染は問題ないが、万一、放射性物質放出後の避難、あるいは避難に放出開始のような事態では、避難車両等の除染が必要となる。個人で避難者モニタリングセンターCME に集合した場合は、そこで車両の汚染検査、除染作業が行われるもようであるが²²⁾、バスや機材等は専用の除染施設 (Centro de Descontaminación de Equipo y Vehículos ; CDV) で汚染検査、除染を行う。この CDV は発電所の北と南の 2 箇所に設置されている。視察した南側の施設は発電所から約 20km の道路脇に設置されていた。

本演習では、避難住民 (参加者数は不明) を乗せたバスの除染訓練が CDV において実施された。バスは CDV に立ち寄り、バスの汚染検査及び除染を受けたのち、避難者モニタリングセンターCME へ向かった。このバスの住民が、要援助者や移手段のない人のための避難訓練の参加者であったのか、あるいは後述する避難者モニタリングセンターにおける住民の汚染スクリーニング訓練のための協力者であったのか、本視察では確認できなかった。少なくとも要援助者や移手段のない人のための避難訓練を本演習で行うという説明はなかったため、後者の可能性が高いものと考えられる。

機材及び車両用除染施設 CDV の様子を以下に示す。



機材及び車両用除染施設 CDV の外観

ConvEx-3(2008)の演習視察団や見学者のためと考えられるが、CDV の配置等を示した図が掲示されていた。図 - 11 にそれを基にした CDV の模式図を示す。CDV は 2 区画にロープで分けられ、入り口側がモニタリングの区画、出口側が除染の区画となっている。また、防護服等の作業者の防護資機材や化学除染剤、除染器具、サーベイメータ、放射性廃棄物の廃棄容器、除染廃液の貯蔵タンク等が設置されている。除染廃液は、貯蔵タンク手前の分配バルブの操作で、除染作業時のみ廃液が貯蔵タンクに流れるように切換え、平常時は雨水が海へ流れるようにしている。汚染検査の基準値は 0.5cps、バックグラウンドは 0.1cps とのことであった。基準値は異なるが、汚染検査の現場で、表面汚染密度 (Bq/cm²)ではなく、サーベイメータの計数率 (cps) で汚染の管理を行う方法は、米国と同様である。*



機材及び車両用除染施設 CDV の防護資機材

* あらかじめ汚染密度の管理規準と使用するサーベイメータの計数率の係数を把握しておく必要がある。



使用しているサーベイメータ



放射性廃棄物の廃棄容器

(5) 避難者モニタリングセンター-CME

救護所に相当する避難者モニタリングセンター-CME に到着した住民は、ここでスクリーニングや医療チェックを受けた後、避難所に搬送される。避難者モニタリングセンター-CME のスクリーニングにて汚染が確認された住民は、CME 内の除染室にて除染が行われる。CME の壁には、住民のために簡単な除染室内での要領を示す掲示がされていた。

CME にはスクリーニング用のゲート式モニタが2台設置され、男女別になっている。これは、汚染が確認された場合の身体除染における脱衣に備えるためである。汚染が確認されなかった住民は、ゲート式モニタを逆行して、次の避難施設へ移動する。CME のゲート式モニタは3段の階段を上がるようになっており、車椅子を要するような障害のある人には不向きであった。そのような場合には、スクリーニング要員が介助して、抱えてゲート式モニタにあげるとのことであった。

汚染が検出された住民は、ゲート式モニタを更に進み、除染室に誘導され、詳細な検査と除染が行われる。汚染検査の基準値は 4.2cps、バックグラウンドは 0.2cps とのことであった。^{*}

なお、CME にて除染が出来なかった住民及び負傷者は、ベラクルス州の海軍病院 (HOSNAVER)、その他の医療施設 (SESVER)、あるいはメキシコシティの専門施設に送られるとのことであった。

また、CME には救急資格 (Paramedic) を有する陸軍の医療関係者が配置されていた。

^{*} 前出の機材及び車両用除染施設 CDV における汚染検査の基準値と異なるのは、使用しているサーベイメータ (検出器) の検出効率の違いが大きな要因と考えられる。



Cempoala の避難者モニタリングセンターCME と標識



除染室内の掲示



スクリーニング作業のデモの様子



ゲート式モニタ



CME に派遣された陸軍の医療関係者

(6) 被ばく管理ポスト PCE

被ばく管理ポスト(Puesto de Control de la Exposición ; PCE)は , CCE のある El Farallon とベラクルス市にある研究所が設置する。今回の演習では , 発電所の南側約 30km の発電所へ向かう道路脇に設置されていた。

我が国の環境放射線モニタリングセンターに相当するが , 簡易な設備で移動可能なものと考えられる。内部に防災業務従事者のための電子式集積線量計、通信設備、防護資機材等が配備されている。



被ばく管理ポスト PCE の外観



PCE の防護資機材等

6.2 演習の状況

メキシコの ConvEx-3(2008)の視察調査における訪問先は以下のとおりである。

7月9日

- ・ 機材及び車両用除染施設 CDV 午前と夜間の計 2 回訪問
- ・ 避難者モニタリングセンター CME 午前と夜間の計 2 回訪問
- ・ 緊急時管理センター CCE
- ・ 被ばく管理ポスト PCE

7月10日

- ・ ラグナベルデ原子力発電所 技術支援センター

メキシコの視察調査は、発災国側の原子力防災体制及び演習の状況について調査した。視察は、各国からの視察団とともに、メキシコ側が準備した手順及び移動手段(バス)で行った。

ConvEx-3(2008)は、メキシコでは7月9日の午前6:00から開始された。

避難者モニタリングセンターCME及び除染施設CDVは、午前中の明るい内に1回訪問し、施設の内部を見学した。これは、演習シナリオの関係で、実際の演習活動が夜間となるため、夜間の演習状況を視察する前に屋外活動の多い両施設の様子をよく観察できるようにというメキシコ側の配慮である。

避難者モニタリングセンターCME及び除染施設CDV、被ばく管理ポストPCEの警備はいずれも小銃所持の陸軍兵士が数名で当たっていた。メキシコの原子力防災対応は軍の寄与が大きいのが特徴と思われる。

演習視察は、当初、写真撮影は原則禁止、質問もCNSNSの随行者にのみ可能とされていたが、実際は避難者モニタリングセンターCMEにおける除染作業の撮影が断られた程度で、かなり公開されたものであった。また、各国からの視察者にも記者の取材があり、マスコミ規制はそれほど厳しく感じられなかった。

(1) 機材及び車両用除染施設 CDV の演習状況

演習がリアルタイムで実施されているため、CDVの演習は、住民避難の開始後であるため、夜間となった。前節第6.1.2項の(4)で述べたように(47ページ参照)、本演習ではCDVの演習とともに、後述する避難住民のスクリーニング訓練が実施されているが、実動を伴った住民避難訓練は行われなかったもようである。これは、メキシコでは住民の避難は自家用車によって行われるため、訓練の実施に多くの困難を伴うためと考えられる。

演習シナリオ上は、放射性物質放出前の避難であるため、必ずしも汚染検査等の必要はないので、CDVの演習として、演習シナリオに係らず、住民を乗せたバスの汚染検査及び除染作業を実施したのと考えられる。汚染検査の演習では、汚染を模擬した密封線源を使用していた。



機材及び車両用除染施設 CDV の汚染検査の演習の様子

(2) 避難者モニタリングセンターCME の演習状況

CME の演習も夜間となった。演習は、機材及び車両用除染施設 CDV で汚染検査の終了したバスが CME に到着し、住民のスクリーニングが行われた（前述，(1)参照）。スクリーニングでは、バスから降りた住民を男女別に整列させ、スクリーニングの責任者から、これから行われるスクリーニングの説明を行った後、順次、2 台のゲート式モニタに進んでいった。男女別にスクリーニングを行うのは、前節で述べたように、汚染が確認された場合の除染で脱衣が必要となるためである。視察では、この先の身体除染の演習は見る事ができなかった。

なお、スクリーニングの責任者は、外見からも分るように先端が黄色に着色された靴を履いていた。また、軍関係者は赤い防護服、CFE 関係者は黄色い防護服を着用しているとのことであった。スクリーニングの責任者は赤い防護服を着用していたことから、軍関係者と思われる。



避難者モニタリングセンターCME のスクリーニングの様子
（右の写真，奥の施設が除染室である。）

(3) その他の視察状況

ラグナベルデ原子力発電所の技術支援センターの見学は、7月10日に行われた。演習シナリオの関係で、各国からの視察団が発電所に到着したときには、発電所における演習プログラムは終了していた（メキシコシティの CNSNS や IAEA 側では継続）。技術支援センターの様子は、第 6.1.2 項で述べたとおりである。

ラグナベルデ原子力発電所はメキシコで唯一の原子力発電所サイトであり、2 基の BWR がある。興味深かったのは、2 基の BWR の内、1 基で事故が発生し、全面緊急事態(40 ページ参照)に至った場合でも、残る 1 基を運転停止することはないということであった。

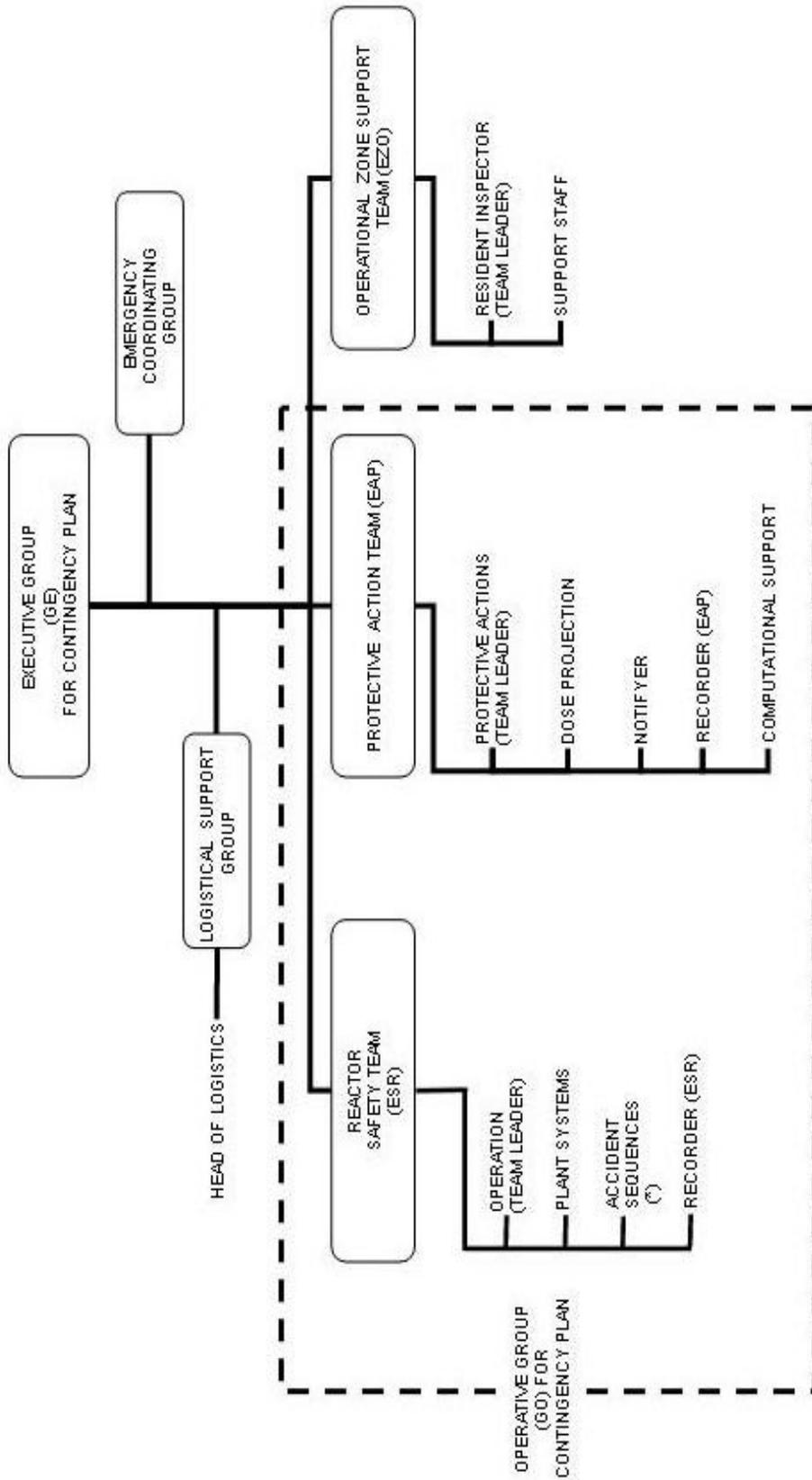
周辺住民の教育設備

ラグナベルデ発電所の周辺住民に原子力発電に関する教育や、PERE に基づく避難計画を説明するため、パソコン(15 台)と大型スクリーンを内部に設置した巡回バスが展示されていた。このプログラムは教育レベルに合わせて年齢別に構成されており、その年齢構成は以下のとおり。

- ・ 6 歳～ 9 歳
- ・ 9 歳～ 14 歳
- ・ 15 歳以上

現地のマスコミ報道

各国からの視察団代表者に対し現地のマスコミのインタビューがあり、メキシコ全国に放送され、地元紙にも本演習が紹介された。



(1) LIAISON BETWEEN ESR AND EAP

図 - 7 原子力安全・保障措置委員会 CNSNS の体制

[出典 : 「 CONVEX-3 (2008) Guide for Players 」⁹⁾を基に作成]

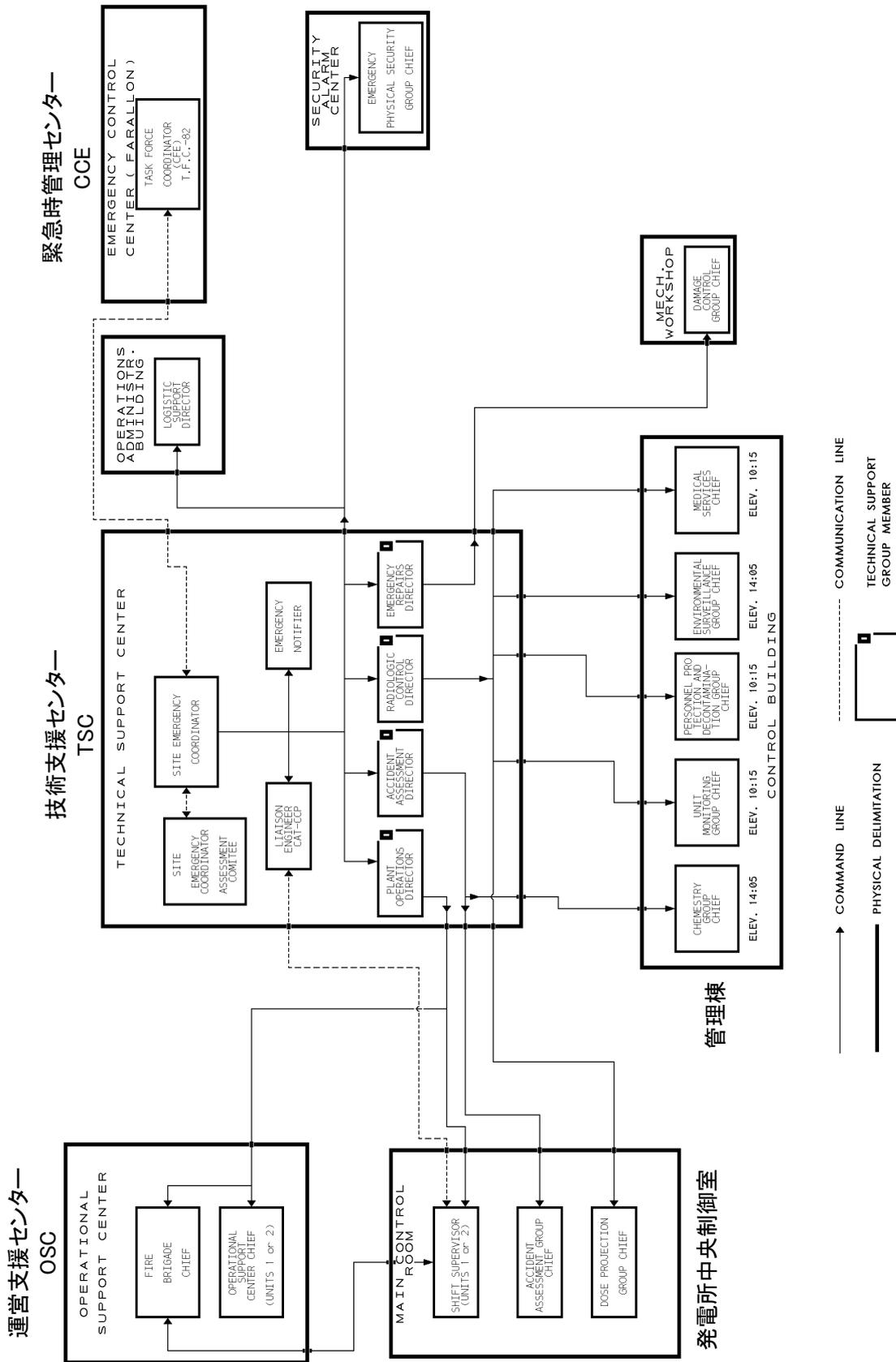


図 - 8 メキシコの発電所サイト緊急時計画 PEI の防災体制
 [出典 : 「 CONVEX-3 (2008) Guide for Players 」 9)]



図 - 9 ラグナベルデ原子力発電所のブルーム被ばく経路 EPZ (16km) 内の防災関連施設
 [出典 : 「 CONVEX-3 (2008) Guide for Players 」⁹⁾を基に作成]



図 - 10 ラグナベルデ原子力発電所周辺の緊急時防護対策関連施設
〔出典：「CONVEX-3 (2008) Guide for Players」⁹⁾を基に作成〕

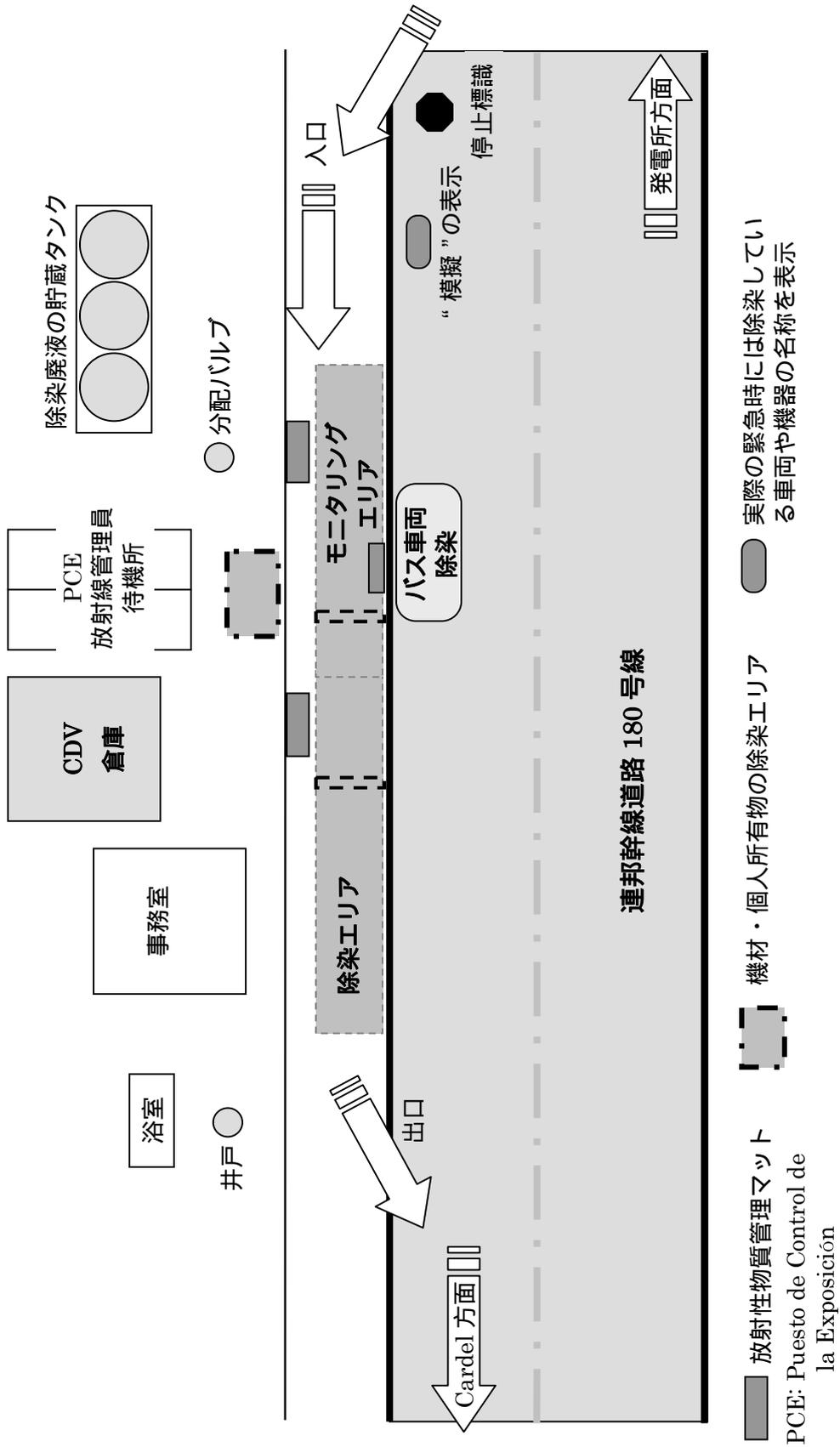


図 - 11 機材及び車両用除染施設 CDV の模式図

7. 演習における国際援助の状況

今回の ConvEx-3(2008)演習において、IEC を中心に国際援助に係る演習が行われた。本演習では FAT の実際の動員はなく、IEC から発信されたメキシコからの要請等に対して、各国及び関係国際機関がそれぞれの状況に基づいて援助の可否について IEC へ回答を発信していた。

本演習において、国際援助に係る援助要請の発信等の情報授受は RANET の仕組みがそのまま適用された。しかし、第 3.2 節で述べたように、現状では RANET へ参加登録済みの国はごく一部であるため、本演習では、RANET に参加していない国にも範囲を広げて、国際援助の演習が行われている。

今回の視察調査で入手した資料を基に、本演習における国際援助演習の状況を以下にまとめる。また、付録 E に国際援助の通信例を示す。

7.1 拡散予測解析

放射性物質の拡散予測解析に関する情報の援助は 2 回提供された。1 回目は、メキシコからの“全面緊急事態”の通報が入る直前に、米国ワシントン州の WMO-RSMC(Regional Specialized Meteorological Centre) が提供した。7 月 9 日 20:00(ウィーン時間)に放射性物質放出開始を仮定し、Cs 137 の空气中濃度分布と地表面沈着濃度分布の 24 時間、48 時間、72 時間後の予測解析をした。この WMO-RSMC ワシントンの拡散予測解析は、米国 NOAA の ARL(Air Resources Laboratory) が提供している HYSPLIT モデル(Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model³⁰⁾)を用いている。Cs 137 の放出量は 1.0×10^9 Bq とされているが、これがメキシコ側から提供された条件なのかどうかは、メキシコからの拡散予測解析に関する要請が把握できなかったため、今回の視察調査では不明である。WMO-RSMC ワシントンの提供データは空气中濃度と地表面沈着濃度だけで、それによる被ばく評価データはない。

第 5.2 節で述べたように、これ以前の 9 日の昼間に、IEC 技術チームでは何度か ST-DOSE(Source Term to Dose; 米国 NRC の RASCAL コードのソースタームから被ばくを変換するツール³¹⁾)を開いていたので、IEC において被ばく評価を実施するケースもあるものと思われる。しかし、今回の ConvEx-3 演習では、そのような結果はどこにも提供されていないので、結局 IEC で被ばく評価は実施しなかったものと思われる。メキシコ側ではこの WMO の情報を基に、RASCAL コードを用いて被ばく評価を行ったものと考えられる。

2 回目の拡散予測解析に関する援助は、7 月 10 日のメキシコからの空中モニタリングに関する支援要請の後に WMO-RSMC モントリオールから提供された。視察者が受けた説明では、WMO-RSMC モントリオールが米国 DOE(エネルギー省)のローレンスリバモア国立研究所の NARAC(National Atmospheric Release Advisory Center)³²⁾と連携

し、RSMCの気象予測データを用いて、NARACが放射性物質の大気拡散解析を実施したものである。解析は、格納容器ベントを実施した直後、10日の1:00(ウィーン時間)に放射性物質放出開始を仮定し、24時間、48時間、72時間後のCs137の単位放出について空気中濃度と地表面沈着濃度の分布結果を提供している。

付録Eの1.及び2.に、この2回目の拡散予測解析に関する提供情報から、24時間後のCs137の単位放出についての空気中濃度と地表面沈着濃度の分布結果をそれぞれ示す。提供データは単位放出の条件のみであることから、メキシコからのソースターム情報の提供はなかったものと考えられる。メキシコは、自力でRASCALコードを用いて被ばく評価を行ったものと考えられるので、この国際援助がどれほど有効であったか不明である。

なお、今回のConvEx-3(2008)演習に合わせて、日本原子力研究開発機構が、前出SPEEDIの世界版であるWSPEEDI³³⁾を用いて、上記のNARAC及びロシアの連邦環境緊急時対応センターFEERC(Federal Environmental Emergency Response Center)と演習上の条件で放射性物質の大気拡散予測解析の相互比較試験を実施している。

7.2 空中モニタリング

メキシコから地表面の汚染評価を速やかに行うため、空中モニタリングに関する援助要請が行われた。付録Eの3.に援助要請を各国に呼びかけたIECの発信文を付した。援助要請の範囲は、測定機器のサイトまでの輸送、測定の実施、及び測定結果のまとめ(原文ではproduction of aerial surveysとなっている。)であり、メキシコ政府は必要であれば、機器と要員の搬送のための輸送は手配するとしている。

第5.2節で述べたように、メキシコからの援助要請をIECが受けてから国際社会に向けて発信するまでにかなり時間を要してしまった。この点は、年末頃にまとめられる演習評価報告書で課題として指摘される可能性がある。

メキシコからの空中モニタリングに関する援助要請に対し、提供可能な回答が8件あった。回答のあった順に、スウェーデン、フランス、アルメニア、スロバキア、ドイツ、ブラジル、イスラエル、カナダである。援助提供の回答例として、フランスASNからの援助の申し出内容は以下の通りであった(付録Eの4.参照)。

- ・7月10日午後9:00(メキシコ時間)に「HERINUC」(仏国の空中モニタリング機器)を派遣することができること、
- ・要員3名を含め、メキシコの空港への許可を求めること。
- ・同時に、市民防護部隊から、住民の汚染サーベイの専門家を2チーム(12名)送ることができる。

援助提供可能を申し出た8カ国のうち、RANETに参加登録しているのはスウェーデンのみであった。また、空中モニタリングに関する援助要請に対し、20カ国から支援できない旨の返信がFAX等で行われた。多くはその体制が整っていないというものであった

が、遠すぎる、あるいは資金的な問題から提供できないとするハンガリーやラトビア、ルーマニアのような国、現在国内活動中であるため派遣できないとするポルトガル、地上におけるモニタリングであれば援助できるとするアルバニアやアルゼンチンのような国があった。一方、我が国を含め、まったく回答を返信しなかった国も半分以上あった。

7.3 そのほかの国際援助

メキシコのラグナベルデ原子力発電所で発生した身体汚染の作業者に関し、メキシコ側から、内部被ばくが判明した場合に対する処置についての助言、及び発電所周辺地域の気象予測についての情報を求める FAX が IEC に送られた(第 5.2 節、付録 E の 5. 及び 6. 参照)。メキシコからの助言要請に対し、WHO (世界保健機関) が助言をメキシコに送った。

メキシコ側からの FAX に記載された作業者の身体汚染は以下の通り。

- ・胸部汚染；38 mR/h (9.8 μ C/kg/h) [約 33 μ rem/h 相当]
- ・右足；4 mR/h (1.0 μ C/kg/h) [約 3.4 μ rem/h 相当]

メキシコからの要請文書に内部被ばくの核種等の情報が記載されていなかったため、WHO の助言もウランやトリチウムまで含む一般的な内部被ばくに対する処置内容に止まっていた。

演習マニュアル¹⁶⁾では、事後の農業対策関連の助言の要請について、FAO (国連食糧農業機構機関) が援助として助言することになっていた。しかし、IEC の ConvEx-3 演習総責任者とメキシコ側の CNSNS の演習責任者が相談し、(理由は不明であるが、)この助言要請を省略し、演習終了することになった。このことも演習が予定より早く終了した理由と思われる。IEC からの情報によれば、FAO はメキシコの助言要請を予想して、助言内容の検討を行っていたもようである。ConvEx-3(2008)の演習評価に関する総括会議は 2008 年 11 月に計画されており、その ConvEx-3(2008)演習報告書は 2009 年初頭に発行される予定である。FAO の国際援助が演習で省略されてしまったことに対して、ConvEx-3(2008)演習報告書の記載が注目される。

8. 日本の原子力防災対応に参考となる事項

ConvEx-3 (2008) における IAEA 本部の IEC の視察、及び事故発生国のメキシコ現地の視察調査結果に基づいて、今後、我が国の原子力防災対応に参考となる知見を整理した。以下に、それを述べる。

8.1 メキシコの原子力防災体制及びIECの緊急時対応体制から得られた知見

(1) 事業者の「事故収拾活動」が訓練で重用視されていること。

我が国とメキシコの原子力防災訓練について、訓練項目の比較を表 - 3 に示す。メキシコの訓練に対する考え方は米国、IAEA と同じで、基本的にシナリオ非提示訓練であり、リアルタイムで2日間、昼夜に渡って実施する。また、「事業者の事故収拾活動」が訓練で重用視されている点が、我が国の訓練と比べ特徴的である。これは、メキシコでは事業者の事故対応能力が規制側による訓練評価対象となっており、この背景として、事業者の緊急時対応計画がプラント設置許可、あるいは運転継続の許可要件となっていることにある。

我が国においては、事業者の「事故収拾活動訓練」は事業者自身の訓練として実施され、国等によってその有効性を評価されることはないが、最近外部の第三者による訓練評価の導入が進められており、より客観的な訓練評価が行われるようになってきている。「事故収拾活動」のような分野についてもより高度な専門的訓練評価ができる第三者機関の体制を整備し、事業者の訓練をより充実していくことが必要と考えられる。

また、ConvEx-3 (2008) における事故進展シナリオは、火災から始まって、各機器の故障が重なり、最後は格納容器のベント作業が実施されて、事態が終息に向かうという流れであり、途中で汚染を伴う負傷者が発生すること、事前に避難を完了し、安定ヨウ素剤投与の必要性がなくなることなど、我が国の原子力総合防災訓練で用いられているのシナリオと非常に類似している。しかし、上記のように、事業者の事故収拾能力をみるという観点で作成されており、アクシデントマネージメントの観点から、かなり詳細なシナリオを作成している。

我が国のオフサイトセンターにおける応急対策に関する技術的な検討と意思決定に関わる訓練、あるいは事業者への応急対策に関する支援の訓練、国民への事故状況の情報提供としての広報訓練として、このような事業者の詳細な訓練情報を用い、その多量な情報の中から重要な情報を見極めて、必要な判断、広報情報を再構成する訓練はオフサイトセンターの緊急時対応力の向上に有効と考えられる。ラグナベルデ原子力発電所は、我が国の BWR 原子力発電所にも同じタイプのプラントがあり、上記のような意味で、ConvEx-3(2008)におけるメキシコの演習シナリオは我が国の訓練に非常に参考になるものと思われる。

(2) 緊急時活動レベルEALが導入されていること。

緊急時活動レベル EAL (付録 A 参照) は、IAEA の「原子力又は放射線緊急事態に対する準備と対応」に関する安全要件 GS-R-2²⁾ に規定されているが、我が国ではまだ採用されていない。我が国では、原子力災害対策特別措置法の第 10 条に定められた通報基準に該当する特定事象と第 15 条に定められた緊急事態事象がそれに近いものであるが、防護対策の内容、特に避難の実施に関しては、事故進展予測評価や放射性物質の環境拡散予測評価を基に決定することになっており、原子力災害対策特別措置法の原子力緊急事態（すなわち、15 条事象と一般に呼ばれている事象）が、ただちに周辺住民の避難の必要性を意味しているわけではない。また、IAEA の「サイト緊急事態」あるいは「全面緊急事態」との対応も分かり難い。

緊急時活動レベル EAL と原子力災害対策特別措置法の第 10 条及び第 15 条の上記のような違いは、前者がオンサイト及びオフサイトの応急対策や防護対策の実施に係る基準であるのに対して、後者は原子力緊急時における対応体制を確立するための基準であることに起因している。したがって、後述(7)で述べるように、原子力施設の状況に応じて「早期に対応」するためには原子力災害対策特別措置法の第 15 条の規定に加えて、IAEA 規準が要求する緊急時活動レベル EAL を我が国においても整備する必要がある。

第 3 章で述べたように、IAEA の ENATOM に基づく緊急時対応は緊急時活動レベル EAL を前提に組み立てられており、IEC は事故発生国の「サイト緊急事態」以上の通報で緊急事態対応体制 (Full Response Mode) に移行し、「全面緊急事態」で加盟各国と緊急時情報の提供と緊急時の監視活動実施の警告を開始する。仮に現在、我が国で事故が発生した場合、“15 条事象”に至ったとしても、「サイト緊急事態」あるいは「全面緊急事態」としてただちに通報することはできない。現状においては、第 10 条の“特定事象”あるいは“15 条事象”以降のプラント状態に応じて、我が国の NCA(D) である経済産業省において、独自に「サイト緊急事態」あるいは「全面緊急事態」を判断し、IAEA への通報を行うことになる。

原子力事故の早期通報に関する条約に基づく IAEA への通報は、担当省庁の判断によって行われるよりも、より公に認められた判断基準に基づいて行われることが必要であり、その意味でも、緊急時活動レベル EAL を我が国においても整備することは重要である。既に海外では緊急時活動レベル EAL を運用している国はいくつか存在している。メキシコは、BWR がまだ 2 基しかないが、プラント状況を非常に分かり易い形で示すものとして、これをオンサイト及びオフサイトで活用した好事例といえる。海外において原子力発電所建設に積極的に携わっているメーカーが国内に複数存在し、世界で最も原子力技術の進んだ国のひとつである我が国において、緊急時活動レベル EAL が整備できないことは考え難く、早急に整備するべきものと思われる。

(3) 長時間の連続対応活動の訓練が考慮されていること。

メキシコで、事業者の事故対応能力が規制側による評価対象となっていることによって、訓練実施方法に関しても以下のような違いがある。

長時間の連続対応における、要員の交代に係る体制や引継ぎの要領も訓練評価対象となること。

夜間の防護対策活動が含まれること。

の夜間の活動訓練については次節の(4)で述べることとし、ここでは の長時間の連続対応訓練について述べる。IAEA 本部の IEC の視察及びメキシコの現地活動の視察から、長時間の連続対応を行う訓練には次の 2 つの有益な側面があると思われる。すなわち、

a) より実践的な要員の交代、すなわちシフト体制の確認

b) 初心者に対する教育的効果

a) に関しては、我が国では、消防機関等の一部の機関を除き、事業者を含む多くの原子力防災関係機関では緊急時対応におけるシフト体制が決められていないと考えられる。

過去の原子力施設の事故では、事態の収束を図る初期のフェーズだけでも 3 日～1 週間を要しているケースがある。また、ConvEx-3 では、演習の評価項目として、要員交替が必要となるように演習の継続時間を 36 時間以上、48 時間未満としている。平常時における人員配置との関係もあるため、緊急時対応における各部署の必要人員数とシフトの方法は事前に検討しておく必要がある。

緊急時対応に限らず、一般的にシフト体制において最も課題となるのは業務の引継ぎである。ConvEx-3 の演習評価でも要員交替時の円滑な業務の継続が必ず評価の重点項目となっている。しかし、第 5 章に述べたように、IEC における要員の交替は予想外に簡単で、各担当者ベースで立ち話のような形で行われていた。我が国であれば、“引継ぎの打合せ”という形で行われるであろうと思われる。IEC におけるシフト体制では要員交替に 30 分のオーバーラップを取っているが、視察の限りでは厳密に時間を区切っているわけではなく、1～2 時間の間に徐々に引継ぎを行い、徐々に要員が入れ替わっていくといった様子であった。責任や権限の切換えについて新たなルールが必要となる可能性があるが、複雑で非定型な緊急時の業務を円滑に次のシフトに移行させるという点では、前後のシフトが混在する状態でしばらく業務を実施するオーバーラップ時間を設けた方が、打合せをもつよりも合理的である可能性がある。

いずれにしても、原子力防災関係機関において、シフト体制を決め、訓練時に要員交替の業務引継ぎの要領をすべての要員に習得させておくことが重要である。

b) については、必ずしも長時間の訓練の方がよいというわけではない。実際、IAEA 本部の IEC の演習状況でも、長時間のリアルタイムによる訓練は、リアルタイム故に、散発的に情報が入るだけであるため、我が国の短時間に圧縮された訓練に慣れている視察者らにとっては全体として間延びしているように感じられた。また、2 日に渡る長時間の演習であるため、演習参加者も体力的にも厳しく、集中力を維持することが難しいかもしれ

ないと思われた。

しかし、演習全体がゆっくりとして、参加者にばたばたした様子がなく、参加者はしっかり対応を考え、資料等を自身で作成し、十分に議論を行って上で演習を進めていた点は注目される。我が国の訓練は、シナリオを実際よりも高度に圧縮し、訓練時間を短縮するために、参加者はめまぐるしく対応に追われ、機械的に手順を追うことに精一杯であるように感じられる。これは、特に初心者に関して顕著である。現在の我が国の原子力総合防災訓練は2日間に渡って行われており、これを中断することなくリアルタイムで実施することによって、参加者が緊急時に実際に行う作業を確かめながら経験する機会とすれば、教育的効果のいっそうの向上が期待できるものと思われる。

要員の習熟度を考慮し、リアルタイムによる長時間の訓練とシナリオを圧縮した高密度な訓練の両方を組み合わせて教育計画を考えることが有効と思われる。

(4) 夜間の活動訓練が実施されていること。

我が国では、夜間の避難はリスクが高いことを考慮し、夜間を避けて避難を実施するように研修でも教育され、訓練においてもそのような方向で行うが、前述したように、メキシコでは敢えて夜間の防護対策活動を訓練で行っていた。メキシコの訓練の意図は、“訓練”の観点から、より判断と準備の困難が予想される夜間の避難を想定し、確認したものと考えられる。

我が国においても、放射性物質放出までの時間が差し迫った状況を想定する必要があるとするならば、夜間避難の可能性は避けられない。まず、夜間の防護対策実施に必要な新たな対応事項を洗い出し、リスク低減方策を検討する必要がある。その上で、地方公共団体の対策本部あるいはオフサイトセンターの机上訓練からこれを導入し、国等の原子力総合防災訓練において小さな規模の訓練で実施していくことも一案と思われる。

(5) 救護所、避難所等の防護対策関連施設がEPZの外側であること。

メキシコの避難者モニタリングセンターCME及び避難所 Albergues はいずれも16kmのEPZ範囲からかなり離れた地点にある。避難者の最初の集合地点(避難における行き先)となる避難者モニタリングセンターCMEは、発電所から70kmあるいは100kmという距離にあり、避難者が宿泊することになる避難所 Albergues も40km～100kmの範囲内にある。

避難距離が70kmあるいは100kmもあると、その移動は避難者にとってかなりの負担であり、事故発生の危険性が高まることが考えられる。また、我が国のように、地方公共団体がバスを用意する場合でも、搬送時間が長く、避難がいっそう困難になるものと予想される。

しかしながら、実際の原子力災害では、防護対策が数日間に渡り継続する場合も考えられ、風向など気象条件の変化、あるいは事故の進展(悪化)で防護対策を必要とする範囲が

変わる可能性も否定できない。このような場合、救護所や避難所が原子力施設に近いと、避難住民に施設の移動を強いることも避けられず、大きな混乱の要因にもなる。³⁵⁾スクリーニングの実施や避難を実施するのであれば、初めから十分に距離を取った施設を選定し、気象条件や事態の変化に対しても、施設の変更を必要としないことが重要である。我が国では、避難者モニタリングセンターに対応する救護所と避難所の区別があまり明確ではなく、また平常時においてはこれらの候補施設だけが決まっているのみで、その多くは原子力防災指針¹³⁾が定めるEPZの範囲内にある。^{*}

メキシコの救護所や避難所は離れすぎていて、避難にかなりの労力を要する懸念があるが、EPZの外側に救護所や避難所を設置している点は、我が国の地域防災計画において参考とすべきものと思われる。我が国のEPZは原子力発電所の場合10kmであるが、10km～50kmの距離の避難は一般災害においても実施例があり³⁴⁾、避難不可能な距離ではない。救護所および避難所の候補施設は初めからEPZの外側にある施設を選定し、市町村を越えた広域の避難を行う体制を道府県が主導的に整備することが期待される。

(6) 住民の避難終了確認に工夫をしていること。

メキシコでは、住民が避難のために自宅を離れる際は、退去済みの目印として玄関のドアに白い布を縛り付けておく。これは新潟県柏崎市の原子力災害時避難誘導マニュアルに記載された避難終了確認のための工夫の例と同じである。河川の氾濫や高潮における避難が河川や海岸線に沿って実施されるのに対し、原子力災害における避難は、非常に広い面積に渡って行われる点が、重要な特徴であり、避難終了を確認するために行われる各家々の残留者確認はより大きな労力と時間を要する。柏崎市やメキシコの例を参考にして、各地域の実情に合わせて工夫を行うことが重要である。

(7) 早期対応力の強化がなされていること。

第6章で述べたように、ConvEx-3(2008)においてメキシコでは「サイト緊急事態」段階で住民の避難を実施した。これはIAEAの「原子力又は放射線緊急事態に対する準備と対応」に関する安全要件GS-R-2²⁾で求められている、放射線による確定的影響のリスクを低減するための予防的活動範囲、“PAZ”、の措置に相当する防護対策と考えられる。メキシコが既にIAEAの規準に合わせて“PAZ”を導入しているのか、今回の国際演習ConvEx-3(2008)のために特別に演習シナリオに取入れられた措置なのか、今回の視察の範囲では確認できなかった。

しかし、米国では以前から「全面緊急事態」の判断で半径2マイル及び風下方向5マイルの範囲に“即時避難”を導入し、さらに学校の児童・生徒や病院の入院患者等については「サイト緊急事態」の段階で避難させることが望ましいとしている。³⁴⁾メキシコ

^{*} 我が国の原子力防災指針¹³⁾が定めるEPZは、メキシコのブルーム被ばく経路EPZ(38ページ参照)に相当する。

の ConvEx-3(2008)における上記の措置は、明らかにこの米国の考え方をベースにした「早期対応」と考えることができる。

また、フランスでは“即時対応フェーズ”を導入し、原子力発電所の事故発生時に、6時間未満のうちに放射性物質放出の危険性がある事故を判断し、ただちに半径2km以内に屋内退避を実施し、放射性物質の通過を待って避難を実施する。³⁷⁾このように、欧米では、既にいくつかの国においてIAEAの“PAZ”に相当する即時対応が導入されている。IAEAの演習においても、前回のConvEx-3(2005)では、ルーマニアが非常に放射性物質放出の早い演習シナリオを用い、フランスと同様な“即時対応フェーズ”の演習が取り入れられている。³⁶⁾もし我が国が事故発生国としてConvEx-3に参加することがあれば、IAEAの安全要件で求められている「早期」の対応を演習シナリオに取り入れる必要に迫られる可能性は大きい。

ConvEx-3への参加の如何によらず、このような「早期対応」を強化する国際的な動向から、我が国においても、「早期対応」の必要性について専門家の意見をまとめ、“即時避難”等の「早期対応力を強化」していく必要がある。

8.2 日本の隣接国に係る原子力災害対応に関してConvEx-3から得られた知見

近年、国際的な原子力防災に係る要求は、他国へ与える事故の影響、あるいは他国の事故の影響に対する備えを整備する、新しい段階に入ってきた。我が国においても、これまでの原子力防災に係る知見、経験を基に、「我が国を他国の原子力災害から守る」、あるいは「我が国で発生した原子力災害の他国への影響を低減する」という視点で考える必要がある。IAEAの国際緊急時対応演習ConvEx-3は、このような視点で今後の我が国の原子力防災の向上を考える上で、非常によい機会であると思われる。

第3章に述べたIAEAのENATOMの枠組みでは、我が国のNCA(A)である外務省と環境モニタリングを行う文部科学省の連携が非常に重要であり、我が国が事故発生国であれば、これにNCA(D)である経済産業省が加わる。隣接国における原子力災害の発生時には政府に「放射能対策連絡会議」が設置され、対応に当たるものと考えられる。図-12に原子力災害が韓国で発生した場合を例に、ENATOMと我が国の想定される対応体制を示す。

以上を踏まえて、我が国が事故発生国として、あるいは近隣国(例えば韓国)が事故発生国としてConvEx-3演習に参加した場合を仮定して、今後検討すべき課題や準備について以下にまとめる。

(1) 広域に渡る環境モニタリングと放射性物質の拡散予測評価

隣接国における原子力災害として、韓国を仮定すると、第3章に述べたEPR-ENATOM 2007の「事故の影響を受ける可能性がある国」の範囲内、1000km⁴⁾に我が国は該当す

る。また、事故が発生した原子力発電所から半径 300km*を仮に食物摂取制限に係る範囲の目安とすると、対馬や壱岐島をはじめ、佐賀県、福岡県等の九州北部、及び山口県等の山陰地方の環境モニタリング評価を迅速に実施し、影響の程度を判断、国内外に広報する必要がある。このような状況を踏まえると、今後、以下の点を強化していく必要があると考えられる。

- i) 全国に分散している原子力事業者及び立地道県の既存モニタリングポストを利用して、迅速に全国のおおまかな影響評価を行うこと。
- ii) 広域に渡る空中モニタリングによる環境影響評価を行うこと。
- iii) 放射性物質の拡散予測評価に解析地域により汎用性が高い WSPEEDI³³⁾の緊急時における利用を整備すること。
- iv) 従来 of 緊急時モニタリング計画の対象となっていなかった地域の緊急時モニタリングの方法、実施体制を整備すること。特に、環境モニタリングの主体となっている県への支援が重要な課題と考えられる。そのためには、玄海原子力発電所や島根原子力発電所におけるモニタリングが重要となるが、その他、九州大学や長崎大学、広島大学などの協力が得られるか検討する必要がある。活動開始までに時間を要する可能性が高いものの、質・量の点で指定公共機関の緊急時モニタリングが最も期待される。隣接国における原子力災害にあつては、指定公共機関の機動性、実効性を高めることが不可欠と思われる。

(2) 隣接国からの環境モニタリングと放射性物質の放出に係るデータ提供

隣接国における原子力緊急時においては、当該国との国際的な協力も不可欠である。韓国を例に取れば、日韓は既に日韓原子力平和利用協力取極(平成 2 年 10 月 11 日外務省告示第 449 号)を交わしているが、例えば、韓国原子力安全技術院 (KINS; Korea Institute of Nuclear Safety) が整備している CARE(Computerized Technical Advisory System for the Radiological Emergency) system³⁸⁾が提供している情報が有益であり、最低限でも以下のデータは、原子力事故時に我が国が提供を受けることができるようにしておく必要がある。

IERNet (Integrated Environment Radiation Monitoring Network); 環境モニタリングデータ

STES (Source Term Estimation System); 原子力発電所のソースターム及び放射性物質の放出量データ

FADAS (Following Accident Dose Assessment System); 拡散予測データ

* IAEA EPR-METHOD 2003 “Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency”³⁸⁾で示されている食品制限計画区域の例。

(3) 国外の原子力災害に対する国際援助の体制

我が国は、現在 RANET に参加していないが、“原子力事故又は放射線緊急事態における援助に関する条約”に加盟しており、隣接国はじめ、国外における原子力災害の発生時には世界で最も原子力技術の進んだ国のひとつとして、何らかの援助が期待されるものと思われる。

第 3.2 節で述べたように、現状では RANET に参加していない国でも ConvEx-3 演習において（実動部隊の派遣は机上レベルであるが）国際援助の演習が行われている。次回の ConvEx-3 演習の開催場所は来年以降に検討が開始されるが、もしアジアの隣国で実施された場合には、我が国も国際援助に係る演習に可能な範囲で参加する必要があるものと思われる。また、RANET についても、今日の我が国の国際的な役割の増加を考えると、参加登録していく方向にあるものと考えられる。

原子力災害時における国際援助にあたっては、プラント状態の評価や応急対策、環境拡散予測評価といった RANET の EBS に相当する技術援助、および放射線や緊急被ばく医療の専門家派遣などの FAT に相当する人的援助の 2 つの面から、実施するための国内体制の整備が必要である。専門家派遣は基本的に“国際緊急援助隊の派遣に関する法律”に基づいて実施されものと考えられるが、援助活動の実施主体となる NAC として位置付けられる国内機関については緊急時対応活動や国際援助活動を実施する法的裏付けが必要となるものと考えられる。

表 - 3 日本とメキシコの原子力防災訓練の訓練項目の比較

訓練項目	日本	メキシコ
訓練方法	シナリオ提示	シナリオ非提示
訓練時間	圧縮・中断あり	リアルタイム・継続
関係機関相互の連携訓練		
オフサイトセンター活動訓練		
住民避難実働訓練		× *
事業者事故収拾活動訓練	×	

* 本ConvEx-3(2008)演習において、避難住民を乗せたバスの除染訓練や住民のスクリーニング訓練は実施されているが、このバスの住民が、要援助者や移動手段のない人のための避難訓練の参加者であったのか不明である。少なくとも実働を伴った住民避難訓練は行われなかったもようである(52ページ参照)。

9. まとめ

本調査報告は、IAEA が 2008 年 7 月 9 日～ 7 月 10 日に実施した国際緊急時対応演習 ConvEx-3 (2008) を視察し、IAEA 本部の事故・緊急時センター IEC と事故発生想定国メキシコの緊急時対応活動、IEC と加盟国、国際機関との間の情報交換、及び原子力緊急時における国際援助について調査した結果をまとめたものである。

メキシコはまだ 2 基の BWR があるのみであるが、米国の原子力防災体制をベースに、非常にしっかりした緊急時対応体制を確立している。本調査によって、メキシコの原子力防災体制及び IEC の緊急時対応体制から、我が国の原子力防災対応に参考となると考えられる、以下のような知見が得られた。

- (1) 事業者の「事故収拾活動」が訓練で重用視されていること。
- (2) 緊急時活動レベル EAL を導入していること。
- (3) 長時間の連続対応活動の訓練も実施されていること。
- (4) 夜間の活動訓練が実施されていること。
- (5) 救護所、避難所等の防護対策関連施設が EPZ の外側であること。
- (6) 住民の避難終了確認が工夫されていること。
- (7) 早期対応力強化のため、即時避難等が実施されること。

また、我が国においても、これまでの原子力防災に係る知見、経験を基に、「我が国を他国の原子力災害から守る」、あるいは「我が国で発生した原子力災害の他国への影響を低減する」という視点で、今後原子力防災を考えていく必要がある。この ConvEx-3 (2008) の演習活動の視察を通して、日本の隣接国に係る原子力災害対応という面で考えると、今後検討すべき課題や準備として、以下のような事項がある。

- (1) 広域に渡る環境モニタリングと放射性物質の拡散予測評価の確立
- (2) 隣接国からの環境モニタリングと放射性物質の放出に係るデータ提供の確立
- (3) 国外の原子力災害に対する国際援助の体制の確立

次回の IAEA の国際緊急時対応演習 ConvEx-3 は 3 年後の 2011 年に実施される可能性が高い。我が国が次回の ConvEx-3 に事故発生国として、あるいはその隣接国として参加するかどうかは分からない。しかし、国際動向は原子力災害対応をより強化していく方向に進んでおり、過去の原子力施設の事故を克服し、世界で最も原子力技術の進んだ国のひとつである我が国が、原子力の平和利用のみならず原子力防災においても、手本としての役割を、アジア諸国をはじめとする国際社会に示していくことが重要であると思われる。

謝 辞

本 ConvEx-3 (2008) 演習の視察調査は、文部科学省の「科学技術国際協力の総合的推進」による専門家の派遣として実施されたものである。本視察調査の機会を我々に与えてくださった文部科学省 科学技術・学術政策局 原子力安全課 防災環境対策室の木野正登室長及び宮本啓二専門官に感謝いたします。特に、宮本啓二専門官には、軽水炉原子力発電所のプラント設計や安全系の機構に疎い筆者らにラグナベルデ原子力発電所の詳細な事故進展シナリオを和訳し、整理して教えていただいたことをはじめ、多くの御助言をいただきましたことを心より御礼申し上げます。

また、ConvEx-3 (2008) 演習の視察を許可し、演習マニュアルや演習時の通報連絡情報等一式提供していただいた IAEA 本部 IEC の Rafael Martincic 氏には、心より感謝申し上げます。Martincic 氏の御協力なくして本調査を遂行することはできませんでした。また、メキシコにおける視察では CNSNS の Alejandro Cortes Carmona 氏が視察団の計画をアレンジし、多数の視察ポイントにおいてスペイン語の分からない筆者に英語で説明していただいたこと等、現地で多分に御世話になったことを深く感謝いたします。

さらに、IAEA 本部 IEC の視察に関しては、IEC に所属する藤元憲三氏に IEC 内の体制や動向に関する情報をいただきました。藤元氏の御協力に心より感謝いたします。

このウィーン出張に関しては JAEA 国際部の持地敏郎ウィーン事務所長及びウィーン事務所スタッフの方々に大変お世話になりました。深く感謝いたします。

引用・参考文献

- [1] International Atomic Energy Agency: “Convention on Early Notification of a Nuclear Accident and Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency,” Legal Series No. 14, IAEA, Vienna (1987).
- [2] International Atomic Energy Agency, et al.: “Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency,” IAEA Safety Requirements No. GS-R-2, IAEA, Vienna (2002).
- [3] International Atomic Energy Agency, et al.: “Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency,” IAEA Safety Guide GS-G-2.1 (2007).
- [4] International Atomic Energy Agency: “Emergency Notification and Assistance - Technical Operations Manual,” EPR-ENATOM 2007, IAEA, Vienna (2007).
- [5] International Atomic Energy Agency: “IAEA Response Assistance Network - Incident and Emergency Centre,” EPR-RANET 2006, IAEA, Vienna (2006)
- [6] OECD Nuclear Energy Agency, Working Party on Nuclear Emergency Matters (WPNEM): “International Nuclear Emergency Exercises (INEX),” (online) <http://www.nea.fr/html/rp/inex/index.html>
- [7] 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)
- [8] R. Martincic: “ConvEx-3 (2008) - Exercise Concept,” ANSN緊急時対応専門部会, インドネシア、ジャカルタ 6月11日-12日 (2007年)
- [9] International Atomic Energy Agency, IACRINA: “CONVEX-3 (2008) Guide for Players,” IAEA , Vienna , (2008)
- [10] International Atomic Energy Agency: “International Nuclear Emergency Exercise JINEX 1,” IAEA Evaluation Report, EPR-CONVEX 3/JINEX 1 (2001), Vienna, Oct. 2002
- [11] OECD Nuclear Energy Agency, Working Party on Nuclear Emergency Matters (WPNEM): “INEX 2000 Exercise Evaluation Report,” NEA/CRPPH/INEX(2005)10, (2005)
- [12] International Atomic Energy Agency, IACRINA: “CONVEX-3 (2005) Exercise Report,” IAEA , Vienna , (2005)
- [13] 原子力安全委員会： “ 原子力施設等の防災対策について ” , 2007年5月
- [14] American Nuclear Society: NUCLEAR NEWS, May 2008, p.52
- [15] International Atomic Energy Agency: “38-Hour Global Drill on Simulated Nuclear Accident Concludes,” IAEA News Top Stories, 11 July 2008 (online) <http://www.iaea.org/NewsCenter/News/2008/convexconcludes.html>

- [16] International Atomic Energy Agency, IACR/IAEA: “CONVEX-3 (2008) Exercise Manual,” IAEA , Vienna , (2008)
- [17] International Atomic Energy Agency, IACR/IAEA: “CONVEX-3 (2008) Guide for Evaluators,” IAEA , Vienna , (2008)
- [18] S.A. McGuire, J.V. Ramsdell, Jr., G.F. Athey, “RASCAL 3.0.5: Description of Models and Methods,” NUREG-1887, U.S. NRC, Washington, DC (2007).
- [19] Argonne National Laboratory: “International Nuclear Safety Center (INSC),” (online) [<http://www.insc.anl.gov/>](http://www.insc.anl.gov/)
- [20] Secretaría de Energía (SENER) : “National Report presented by United Mexican States to fulfill the obligations of the Convention on Nuclear Safety 2004-2006,” IAEA, (2007)
- [21] U.S. Nuclear Regulatory Commission: “Criteria for Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response Plans and Preparedness in Support of Nuclear Plants,” NUREG-0654/FEMA-REP-1, Rev. 1, U.S. NRC, Washington, DC (1980).
- [22] Secretaría de Gobernación (SEGOB): “PERE (Plan de Emergencia Radiológico Externo)” ホームページ (online) [<http://pere.proteccioncivil.gob.mx/Portal/PtMain.php?nIdHeader=305&nIdPanel=307&nIdLateralIzq=302&nIdFooter=301>](http://pere.proteccioncivil.gob.mx/Portal/PtMain.php?nIdHeader=305&nIdPanel=307&nIdLateralIzq=302&nIdFooter=301)
- [23] Nuclear Energy Institute: “Methodology for Development of Emergency Action Levels,” NEI 99-01 Rev. 4 (NUMARC/NESP-007), (2003)
- [24] U.S. Environmental Protection Agency: “Manual of Protective Action Guides and Protective Actions for Nuclear Incidents,” EPA 400-R-92-001, (1992).
- [25] 柏崎市 : “ 原子力災害時避難誘導マニュアル ” , 新潟県柏崎市 , (2006).
- [26] 独立行政法人原子力安全基盤機構 : “ ” 緊急時対策支援システム (ERSS) ” , ホームページ (online) [<http://www.ines.go.jp/bousaipage/indexj.htm>](http://www.ines.go.jp/bousaipage/indexj.htm)
- [27] Sandia National Laboratories: “MELCOR,” ホームページ (online) [< http://melcor.sandia.gov/ >](http://melcor.sandia.gov/)
- [28] 文部科学省原子力安全課 : “ 緊急時迅速放射能影響予測システム (SPEEDI) ” , 環境防災N ネットホームページ (online) [<http://www.bousai.ne.jp/visual/gen_taisei/speedi/speedi1_1.html>](http://www.bousai.ne.jp/visual/gen_taisei/speedi/speedi1_1.html)
- [29] Fumitaka Watanabe: “Improvement of Emergency Information Clearinghouse (ECHO) for Nuclear Emergency Management,” 2nd International Joint Topical Meeting on Emergency Preparedness & Response and Robotic & Remote Systems, March 9-12, Albuquerque, NM, USA (2008)
また、和文では以下のレポートがある。
渡辺 文隆，山本 一也，佐治木 健二郎，安 貞憲，五十嵐 幸：“防災業務情報共有

- システムECHOの開発” , JAEA-Technology 2008-025 (2008)
- [30] National Atmospheric Release Advisory Center: “HYSPLIT - Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model,” ホームページ (online)
<<http://www.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>>
- [31] Sjoreen, A., et al., “Radiological Assessment System for Consequence Analysis (RASCAL) Version 3.0,” ANS 7th Topical Meeting on Emergency Preparedness and Response, Santa Fe, NM USA, American Nuclear Society, Sept. 13-17, 1999.
- [32] National Atmospheric Release Advisory Center: “NARAC,” ホームページ (online)
<<https://narac.llnl.gov/>>
- [33] 寺田宏明, 永井晴康, 古野朗子, 掛札豊和, 原山卓也, 茅野政道: “緊急時環境線量情報予測システム(世界版) WSPEEDI 第2版の開発”, 日本原子力学会和文論文誌, Vol. 7, No. 3, p. 257-267 (2008)
- [34] 山本一也: “原子力緊急時の住民避難計画の策定に関する調査”, JAEA-Review 2007-035 (2007)
- [35] National Commission of Nuclear Safety and Safeguards: “Observers Manual: CONVEX-3 (2008) Exercise, Laguna Verde Veracruz, Mexico, July 2008,” (2008)
- [36] 山本一也: “原子力緊急時の住民避難計画の策定に関する調査() - フランスの即時対応と避難,及び避難時間評価に関する各種モデルの実例調査 -”, JAEA-Review 2008-027 (2008)
- [37] International Atomic Energy Agency: “Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency,” EPR-METHOD 2003, IAEA, Vienna (2003).
- [38] Korea Institute of Nuclear Safety: “CARE system,” ホームページ (online)
<http://care.kins.re.kr/english_main.htm>

付録A 緊急時活動のレベル分類 (EAL)

IAEA の安全要件 GS-R-2「原子力又は放射線緊急事態に対する準備と対応」²⁾ の 4.20 項に緊急時活動レベル (EAL ; Emergency Action Level) が規定されている。さらにその具体的な対応の考え方がマニュアル EPR-METHOD 2003「原子力又は放射線緊急事態に対する対応体制開発の方法」に記載されている。³⁷⁾

IAEA の緊急時活動レベルは、付表 - 1 に示す 4 つにレベル分類されている。

緊急時活動レベルは、原子力施設の状態によって判断されるべきものであり、原子力施設の状態を判断する基準が、各緊急時活動レベルに対して客観的に判断できる指標あるいは定量的に測定できる指標によって規定されている必要がある。

IAEA の緊急時活動レベルに対する判断基準はまだ発行されておらず、ドラフトの段階にある。^{*}しかし、欧米諸国では、GS-R-2 以前に緊急時活動レベルに対する判断基準を独自に規定し、運用している国々がある。米国では、原子力規制委員会 (NRC ; Nuclear Regulatory Commission) が「原子力施設の支援における放射線緊急時対応計画と備えの準備と評価に係る規準」(NUREG-0654)²¹⁾ で規定し、事業者向けにその緊急時活動レベルの判断に関するガイド「緊急時活動レベルの開発のための方法論」NEI 99-01 (NUMARC/NESP-007)²³⁾ を米国原子力エネルギー協会 (NEI ; Nuclear Energy Institute) が作成している。米国 NRC の緊急時活動レベルは、前述 IAEA の分類とは少し異なっているので、比較のため、付表 - 1 に IAEA の示す

本視察調査を実施したメキシコも、上記の NUREG-0654 に準拠し、NEI 99-01 を適用しているもようである。

^{*} IAEAのドラフト安全ガイドDS44「原子力あるいは放射線緊急時に対する準備及び対応に用いる判断基準」(Criteria for Use in Preparedness and Response to a Nuclear or Radiological Emergency, Version 2.0 (2007))

付表 - 1 IAEA と NRC の緊急時活動レベル^{2, 21)}

IAEA		NRC	
緊急時活動レベル (Emergency Action Level)	状 況	緊急時活動レベル	状 況
アラート〔警戒〕 (Alert)	サイト内の従業員あるいは公衆の防護水準が不確か、あるいは著しく低下した状態	異常事象の通告 (Notification of Unusual Event)	今後の操作のミスや設備の故障によってはさらに深刻な事象となりうる、あるいは、現時点で明らかになっていないがさらに深刻な事象となりうる兆候を示す小さな事象（プラントの安全水準の低下の可能性）
施設緊急事態 (Facility Emergency)	サイト内の従業員の防護水準に重大な低下が生じた状態	アラート〔警戒〕	<ul style="list-style-type: none"> 今後の操作のミスや設備の故障によってはさらに深刻な事象となりうる、あるいは、現時点で明らかになっていないがさらに深刻な事象となりうる兆候を示す小さな事象（プラントの安全水準の大幅な低下）
サイト緊急事態 (Site Area Emergency)	サイト内の従業員及び施設周辺に対して防護水準に重大な低下が生じた状態	サイト緊急事態	<ul style="list-style-type: none"> 有意な放射性物質の放出が発生しつつある、あるいは予想される。
全面〔一般〕緊急事態 (General Emergency)	サイト外に対して緊急の防護対策をとらなければならないような放射性物質の放出あるいは放射線被ばくが発生した状態、あるいはその十分なリスクがある状態。	全面〔一般〕緊急事態	<ul style="list-style-type: none"> 隔離機能の健全性が損なわれる可能性とともに、炉心の損傷や溶融が発生、あるいは差迫っている状態。オフサイトにおける被ばくレベルがEPA PAG*）を超えてしまうことが十分予想される放射性物質の放出。

付録B EPR-ENATOM 2007における「全面緊急事態」の対応要領⁴⁾

事故発生国による「全面緊急事態」の第1報	
事故発生国	IAEA IEC
<ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>NCA(D)はGENFを用い、FAXで第1報をIECに送信</u> ➤ ENACに通報内容を書込む または自国の緊急時HPに掲載(そのときは当該URLをGENFに記載) ➤ NCA(D)はIECが第1報を受信したことを電話で確認 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 第1報を受信、その内容を事故発生国NCA(D)に電話で確認 ➤ IECは24/7対応モードに移行 ➤ 全加盟国のNWP及び関係国際機関へ事故発生の第1報送付(事故の影響が予想される非加盟国含む) ➤ 事故発生国から通報内容を、全加盟国のNWP及びNCA(A)にFAXで送信 ➤ ENACに通報内容を書込む(添付資料含む) 事故発生国の緊急時HPがある場合、URLを記載 ➤ 事故の原子力発電所から<u>ゾーン1内*</u>の国(周辺国)のNCA(A)へ電子メール送信 <ul style="list-style-type: none"> ・ ENACへアクセスの要請のため ・ <u>ENACでの受信確認ができないゾーン1内の国へ電話で確認</u> これにより事故の影響が予想される非加盟国等との電話連絡体制を確立

事故発生国からのその後の事故情報	
事故発生国	IAEA IEC
<ul style="list-style-type: none"> ➤ NCA(D)はGENFもしくはMPAを用い、FAXでIECに送信(なお、このGENFもしくはMPAのFAXは電子メールでも可であるとされている。) ➤ ENACに情報内容を書込む または自国の緊急時HPに掲載 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事故発生国から事故情報を、全加盟国のNCA(A)にFAXで送信(事故の影響が予想される非加盟国含む) ➤ ENACに添付資料を含むフォローアップ情報を書込む

* “ゾーン1”は事故発生原子力発電所から半径1000kmの範囲。(p.6参照)

気象関連情報	
事故発生国	IAEA IEC
<ul style="list-style-type: none"> ➤ NCA(D)は自国で気象関連情報を作成，あるいはWMOへ要請 ➤ NCA(D)はその気象関連情報をFAXでIECに送信（これは電子メールもしくはENACへの書込みでも可であるとされている。） 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ WMOへ気象関連情報の要請と受信 ➤ 気象関連情報を，全加盟国のNCA(A)にFAXで送信（事故の影響が予想される非加盟国含む） ➤ ENACに気象関連情報を書込む

周辺国への情報提供要請	
情報提供を求められた国	IAEA IEC
<ul style="list-style-type: none"> ➤ NCA(A)は，IECから求められた情報を，MPAを用いてFAXでIECに回答 また，上記関連情報，あるいはそれを掲載している<u>自国の緊急時HPのURL</u>をENACに書込む 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>周辺国のNCA(A)に環境放射能モニタリングと防護対策に関する情報を求めることができる。</u> ➤ 周辺国等から入手した情報を一式揃えて，全加盟国のNCA(A)にFAXで送信 ➤ 上記情報一式をENACに書込む ➤ ENACに，<u>周辺国の情報を掲載して緊急時HPのハイパーリンクを設定</u>

その他の国からの情報の要求	
情報を求める国	IAEA IEC
<p>➤ 加盟国のNCA(A) は、FAXを用いてIECに情報を要求できる（これは電話あるいは電子メールを用いても可であるとされている）。</p>	<p>➤ 各国からの要求を取りまとめ、事故発生国のNCA(D)、あるいは関連諸国のNCA(A)に送付</p> <p>➤ 入手した回答を、要求のあったNCA(A)にFAXで送信（これは電話あるいは電子メールを用いても可であるとされている。）</p>
情報提供を求められた国	
<p>✓ 事故発生国のNCA(D)、あるいは関連諸国のNCA(A) は、FAXを用いてIECに回答（これは電話あるいは電子メールを用いても可であるとされている。）</p>	<p>➤ 上記情報一式をENACに書込む</p> <p>➤ ただし、以下の場合、<u>全加盟国のNCA(A) に助言メッセージをFAXで送信する。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 各国からの要求が十分に多い場合 ・ <u>誤情報（うわさ）への対応を要する場合</u>

広報	
事故発生国	IAEA IEC
<p>➤ NCA(D) は、発表したプレス発表の内容を（FAXによる）IECへ送信、及びENACへの書込む</p> <p>または、それを掲載しているHPのURLを送信するかENACに書込んで可</p> <p>➤ 事故発生国のINES評価担当は、INES/NEWSシステムにERF*を送信</p>	<p>➤ 事故発生国のプレス発表、あるいはそれを掲載しているHPのURLをENACに書込む</p>
	IAEA広報部（MTPD）
	<p>➤ 連絡体制を確立</p> <p>➤ 事故発生国及び関係国際機関の公式のメディア対応部署担当職員とメディア発表情報の連携のため</p> <p>➤ プレス発表を実施、同時にIAEAのHPに掲載</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 内容：第1報及びIAEAの役割と対応活動状況
	IAEAのINESコーディネータ
	<p>➤ 各国のINES評価担当への情報の周知徹底</p>

* ERF（Event Rating Form） IAEAのINES報告システム（INES/NEWS）で使用する報告様式¹³⁾

付録C ConvEx-3 (2008)の事故進展シナリオ (その1)¹⁶⁾

事故進展	事業者対応		対応処置等
	From	To	
<p>初期のプラント状態： 1号機，100%出力運転中(運転サイクル末期) 2号機，100%出力運転中(運転サイクル中期)</p>	当直長	運転員	<p>発生場所の確認と処置</p> <p>報告：ループ1NSWポンプAで火災発生。ポンプBへも影響する恐れあり。処置不可能。指揮者（SEC；Site Emergency Coordinator）は消防隊に通報。</p> <p>消火活動開始</p> <p>「異常事象」宣言：保護区域での15分以上の火災継続（緊急時基準NUP-4.1），「異常事象」の手続き手順開始。</p> <p>CNSNSへ通報。1号炉の停止手順開始。</p> <p>「警戒」宣言：火災あるいは爆発が1区画にのみ発生（ループ1のみ被害）（緊急時基準ALP-4.1）</p> <p>CNSNSへ通報。緊急時サイレン吹鳴。</p> <p>当直長は「警戒」レベルを「異常事象」（NUP-4.1）に降格を検討，CNSNSへ通報。</p> <p>損傷程度の調査と修復所要時間評価</p> <p>CNSNSへ通報（CNSNSは後に身体除染方法についてIECに助言要請。</p>
<p>NSWポンプ建屋火災発生警報発報 （中央制御室中央盤）</p>	<p>当直長</p> <p>運転員</p> <p>消防隊</p> <p>緊急時指揮者</p>	<p>当直長</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p>	
<p>・NSW室の火災鎮火</p>	消防隊	—	
<p>・放射性廃棄物建屋で汚染者発生。容器運搬中落下させ、漏洩した放射性物質がかかる。</p>	緊急補修部長	補修班	
	廃棄物処理課		

付録 C ConvEx-3 (2008)の事故進展シナリオ (その2) ¹⁶⁾

事故進展	事業者対応		対応処置等
	From	To	
<ul style="list-style-type: none"> ・火災原因となったループ1の短絡状況調査中にループ1の母線保護リレーが働き、外部送電系全てが遮断、負荷遮断状態となる。同時にタービンがトリップし発電機も停止したので所内の電源が全て喪失。 ・非常用DGが3台起動。DG-1がループ1母線故障の影響で停止。 ・ガバナ弁、主蒸気止め弁の急速閉止により原子炉が自動停止。 ・原子炉圧力が上昇し圧力設定(73.68kg/cm²)に達したためATWS(advanced transient without scram)信号が発信し、再循環ポンプがトリップ(炉出力65%及び35%)。 	緊急時指揮者	—	「警戒」宣言：(緊急時基準 ALS-1.1) CNSNSへ通報。
<ul style="list-style-type: none"> ・補助制御棒挿入システム(BRI; backup rod insertion)及び代替自動制御棒挿入システム(ARI; automatic alternate insertion)による制御棒挿入失敗。 ・原子炉水位がLSまで上昇しタービン駆動補助給水ポンプがトリップ。 ・バイパス弁圧力制御作動。主蒸気逃し安全弁作動(設定圧力作動モード)。 	当直長 運転員	—	TSC(Technical Support Center), ECC(Emergency Control Center), ORETF(Mexican Off-site Response Organization Task Force)-82の設置・活動開始 「サイト緊急事態」宣言：スクラム失敗、かつ、出力5%以上あるいは出力不明。(緊急時基準 ESO-3.1) CNSNSへ通報。「避難」サイレン吹鳴。 原子炉冷却材の分析を要請 代替手段による制御棒挿入再試行

付録 C ConvEx-3 (2008)の事故進展シナリオ (その3) ¹⁶⁾

事故進展	事業者対応		対応処置等
	From	To	
<p>・ HPCS (高圧炉心スプレイ系) / ADS (自動減圧系) 作動回路ブロック。(ATWS のため反応度添加1防止)</p> <p>・ バイパス弁開固着</p> <p>・ 圧力が 74kg/cm² に上昇。原子炉水位が低下したため RCIC (原子炉隔離時冷却系) を手動起動。しかし、出力が高く発生蒸気量が多く、バイパス弁及び主蒸気逃し安全弁からの放出蒸気量が大きく給水が追いつかないため水位低下。</p> <p>・ 毒物制御系 (SLC) の手動起動, 失敗。</p> <p>・ 水位が L2 まで低下。L2 信号により, MSIV (主蒸気隔離弁) 自動閉止, HPCS (高圧炉心スプレイ系) 自動起動 (作動回路がブロックされているため起動せず), SGTCS (非常用ガス処理系) 自動起動。</p> <p>・ MSIV (主蒸気隔離弁) が開状態。</p> <p>・ ウエットウエル / ドライウエルの温度 / 圧力が上昇。ウエットウエルの HCTL (heat capacity temperature limit) 超過。タービン建屋で放射線モニター発報。</p> <p>・ 主蒸気系破損を考慮し, MSIV (主蒸気隔離弁) 手動閉止</p>	<p>当直 運転技術 グループ</p>	<p>運転員</p>	<p>(緊急時基準 ESO-3.2) 毒物制御系 (SLC) の手動起動再試行 制御棒挿入再試行 制御棒挿入のための処置</p>
	<p>当直 運転技術 グループ</p>	<p>— 損傷管理 グループ</p>	<p>運転員</p>

付録 C ConvEx-3 (2008)の事故進展シナリオ (その4) ¹⁶⁾

事故進展	事業者対応		対応処置等
	From	To	
<ul style="list-style-type: none"> 原子炉水位が L1 まで低下し NCCW (nuclear closed cooling water) が自動隔離。自動起動すべき HPC (高圧炉心スプレイ系) / ADS (自動減圧系) の作動回路がブロックされているため炉心注入がなされず原子炉水位がさらに低下。 	当直	—	1 号炉で放射性物質放出が差し迫っており、2 号炉の停止を勧告。 ATWS 状況下で、RCIC (原子炉隔離時冷却系) のみで、原子炉水位を TAF (実効燃料頂部) 以上に維持、原子炉出力を 5 % 未満に維持、ドライウエル圧力を 0.118kg/cm ² 以下に維持する具体的な操作方法を指示。 ドライウエル雰囲気中の水素濃度測定を要請
	当直	運転員	
<ul style="list-style-type: none"> ウエットウエル圧力上昇継続。制限値 0.76kg/cm² に近接のため、RHR - B にてウエットウエルスプレイを開始するがポンプの不調、及びバルブ開けられず、スプレイ失敗。(圧力を下げスクラビング能力確保) 運転員努力で RCIC (原子炉隔離時冷却系) により原子炉水位を TAF 以上で維持し、手動で逃し安全弁の設定圧力調整で原子炉圧力を維持。 外部電源復帰。 燃料損傷の可能性。(原子炉冷却材 I-131 濃度 2μCi/g より判断) ウエットウエル圧力が制限値(0.76kg/cm²)を上回る。 ドライウエル雰囲気中の水素濃度 0.5% 	運転員	—	燃料損傷率の評価 ドライウエルスプレイの準備開始
	事故評価グループ	—	燃料損傷率の評価
	運転技術グループ	—	燃料損傷率の評価

付録 C ConvEx-3 (2008)の事故進展シナリオ (その5) ¹⁶⁾

事故進展	事業者対応		対応処置等
	From	To	
<ul style="list-style-type: none"> ・モニタリング PLGGMS (Post LOCA gross gamma monitoring system) 指示値 2.5R/h ・ドライウエルスブレイを行うが RHR-B のポンプ故障、及び NSW-II のバックアップポンプが動かさずスプレイできず。 ・圧力抑制機能喪失が差し迫ったため、ADS(自動減圧系)により緊急減圧を実施。 ・原子炉水位が低下し炉心が露出。常用給水系 N-21 により給水を試みるが TAF (実効燃料頂部) の下 - 63cm までしか回復せず。 ・ドライウエル水素濃度が 1 % を超える。 ・ドライウエル水素濃度及び酸素濃度が各々 5.5% 及び 4.5% に達する。 ・緊急ベント開始。原子炉建屋内、放射線高警報発報 ・水素濃度 1% に低下。酸素濃度 > 10%。 ・緊急ベント完了 ・原子炉冷却材の I-131 濃度 400μCi/g。 	<p>運転技術グループ</p> <p>緊急時指揮者</p> <p>化学グループ</p> <p>化学グループ</p>	<p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>全要員 (応急処置要員 除く)</p> <p>応急処置要員</p> <p>—</p>	<p>(緊急時基準 ESO-2.5)</p> <p>「全面緊急事態」宣言：スクラム失敗、かつ緊急減圧もしくは炉心冠水。(緊急時基準 EGO-3.1)</p> <p>ドライウエルの雰囲気分析を要請</p> <p>(緊急時基準 ESO-2.1)</p> <p>原子炉冷却材の分析を要請</p> <p>(緊急時基準 ESO-2.7)</p> <p>(緊急時基準 EGO-2.7)</p> <p>燃料破損が進んでいる証拠と見なし、ドライウエルから原子炉建屋への放射性物質放出に備え、原子炉建屋から要員退避。</p> <p>緊急ベント開始指示 (緊急時基準 EGO-2.5)</p> <p>ベント終了指示</p> <p>数%の燃料損傷に相当。</p>

付録 C ConvEx-3 (2008)の事故進展シナリオ (その6) ¹⁶⁾

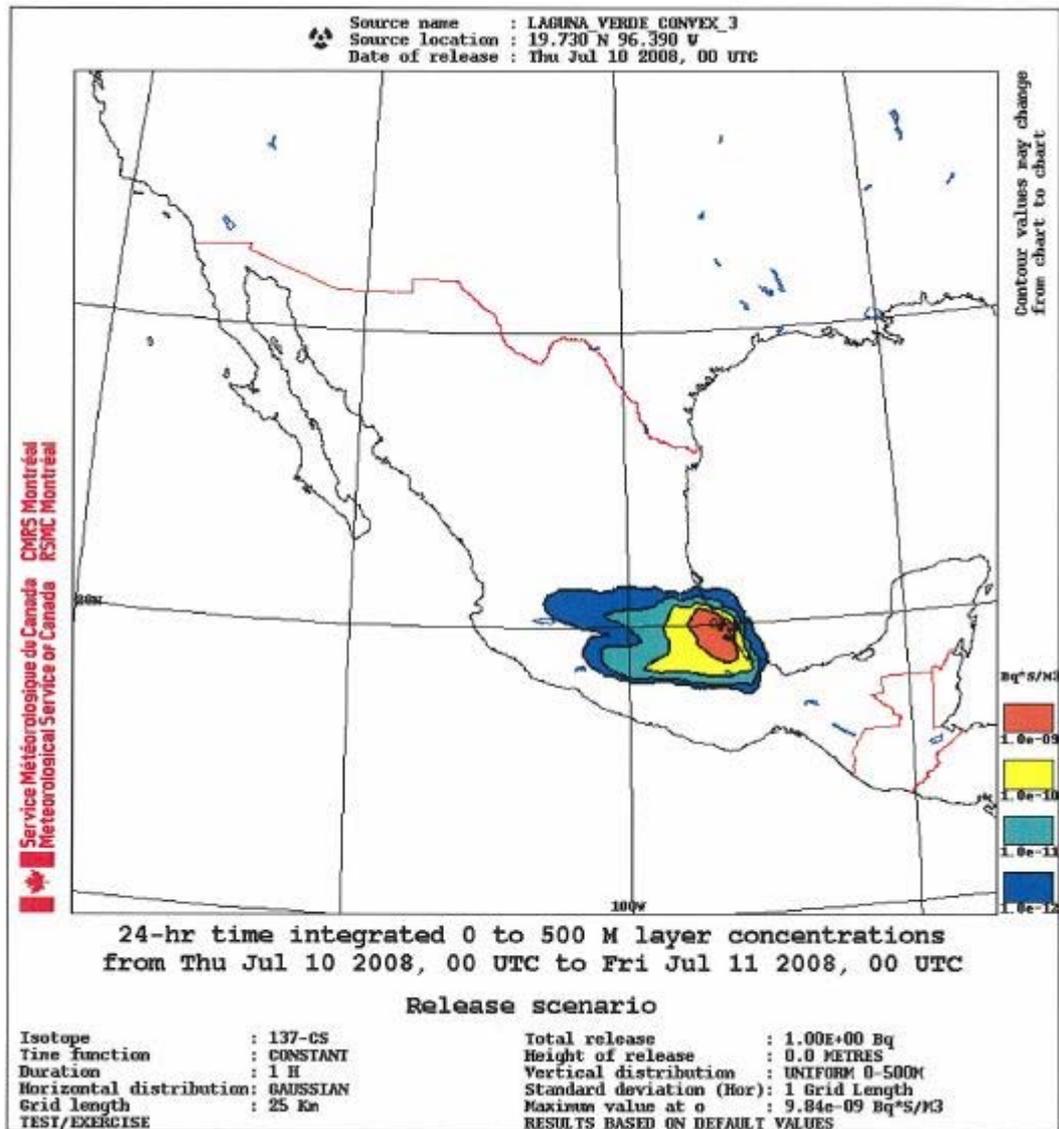
事故進展	事業者対応		対応処置等
	From	To	
<p>・制御棒挿入再試行, 全挿入成功。</p> <p>・ドライウエル/ウエットウエル温度/圧力が回復し安定。原子炉水位制御システムが回復し水位が TAF 以上に回復。炉心が冠水し冷却状態維持。原子炉は安定状態となる。</p> <p>・訓練終了。10%以上の燃料損傷が生じており General Emergency 状態は継続。復旧作業は継続。</p>	<p>運転員</p> <p>TSC</p> <p>ECC</p>	<p>—</p> <p>ECC</p>	<p>緊急時活動レベル (EAL) の状況を報告。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「異常事象」：緊急時基準 NUP-4.1 ・「警戒」：緊急時基準 ALP-4.1, ALS-1.1 ・「サイト緊急事態」：緊急時基準 ESO-3.1, ESO-3.2, ESO-2.5, ESO-2.1, ESO-2.7 ・「全面緊急事態」：緊急時基準 EGO-3.1, EGR-1.1, EGO-2.7, EGO-2.5

付録D ConvEx-3 (2008)で用いられたソースタームデータ
 [出典：「CONVEX-3 (2008) Guide for Controllers」⁹⁾を基に作成]

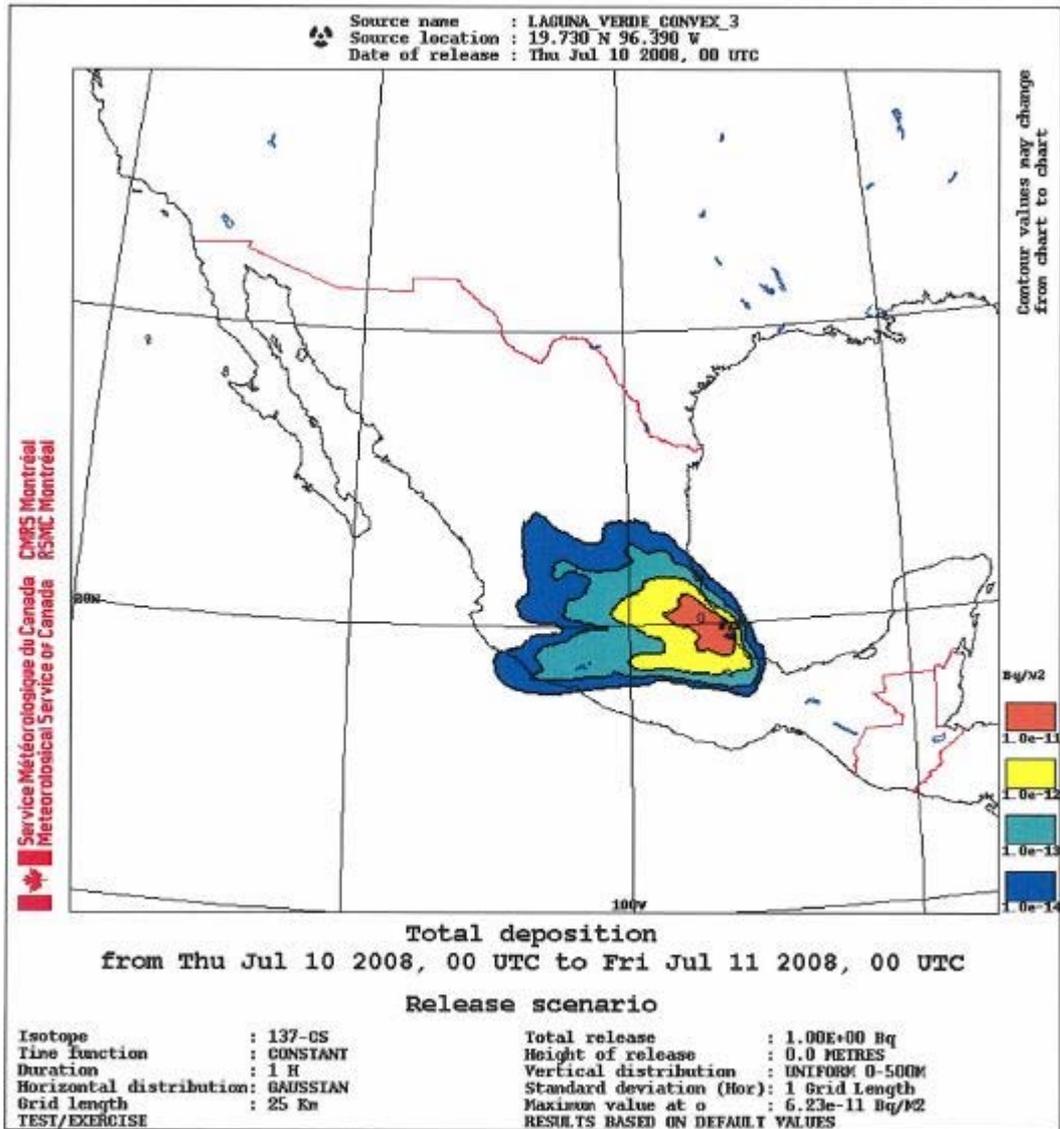
核種	放射能 (Ci)	核種	放射能 (Ci)	核種	放射能 (Ci)
Kr-85	3.67E+01	Y-91	2.98E-02	Rb-87	4.59E-14
Kr-85m	4.82E+02	Mo-99	4.82E-01	Rb-88	7.11E+02
Kr-87	5.27E+01	Tc-99m	4.82E-01	Y-90	7.34E-05
Kr-88	7.11E+02	Ru-103	3.67E-01	Y-91m	1.03E-02
Xe-131m	6.42E+01	Ru-106	7.80E-02	Tc-99	5.73E-10
Xe-133	1.10E+04	Sb-127	3.67E-01	Rh-103m	3.44E-01
Xe-133m	3.67E+02	Sb-129	6.65E-01	Rh-106	7.80E-02
Xe-135	3.90E+03	Te-129m	3.44E-01	Te-127m	1.26E-04
Xe-135m	4.13E+00	Te-131m	6.42E-01	Te-127	1.33E-01
Xe-138	2.75E-06	Te-132	7.34E+00	Te-129	3.44E-01
I-131	3.21E+01	Cs-134	2.52E+00	Te-131	1.47E-01
I-132	4.36E+01	Cs-136	9.63E-01	Cs-135	4.36E-09
I-133	5.04E+01	Cs-137	1.56E+00	Cs-138	2.75E-03
I-134	1.95E-01	Ba-140	4.13E+00	Ba-137m	1.56E+00
I-135	2.75E+01	La-140	4.13E-02	Pr-144m	3.21E-04
Sr-89	2.29E+00	Ce-144	5.50E-02	Pr-144	5.50E-02
Sr-90	9.40E-02	Np-239	9.63E-01		
Sr-91	1.65E+00	Pu-239	2.52E-08		

付録E ConvEx-3 (2008)における国際援助の通信例

1. WMO-RSMCモントリオールからのCs137の単位放出についての大気拡散解析結果
(高さ0m ~ 500mの24時間後空气中濃度分布)



2. WMO-RSMCモントリオールからのCs 137の単位放出についての大気拡散解析結果
(24時間後地表面沈着濃度分布)



3. IAEAのIECが発信したメキシコへの空中モニタリングに関する援助の要請



INCIDENT AND EMERGENCY CENTRE

FAX: +43 1 2630959

EXERCISE EXERCISE EXERCISE

Date: 2008-07-10
UTC Time: 10:16

Total Pages including cover sheet: 1

Fax Message – Request for assistance

To: All National Points of Contact

Subject: Laguna Verde NPP off-site aerial monitoring

We have received from the Official Contact Point, Mexico, the following request:

in order to quickly evaluate the extension and levels of the ground contamination in an area centered on the Laguna Verde Nuclear Power Plant, the government of Mexico is requesting assistance to provide aerial monitoring services.

The services include the transport to the site of the relevant equipment, and the operation of the aerial monitoring equipment and finally the production of aerial surveys in the area around the NPP. It is possible that the government of Mexico can provide the necessary air transportation for the equipment and operators.

The IEC would like to receive from all member states the following information as to whether the member state is willing and able to assist with this request, and as to which conditions and requirements would be necessary for the assistance to be made.

So that the IEC can use the information for future reference, the IEC would appreciate a reply to this request from all member states.

Respectfully,

IEC Emergency Response Manager

(署名部分は削除)

4. フランスからの空中モニタリングに関する援助の申し出



REPUBLIQUE FRANÇAISE

EXERCICE EXERCICE EXERCICE

SITE : CONVEX (Mexique)		DATE : 10/07/2008	HEURE : 12.43
EMETTEUR : ASN (France)		NOM : Verhaeghe Bruno	VISA :
DESTINATAIRE(S) :	<input type="checkbox"/> Préfecture Fax : _____	<input type="checkbox"/> MSNR	
	<input type="checkbox"/> PCD-Site	<input type="checkbox"/> Cabinet MINEFE	
	<input type="checkbox"/> PCD-N Exploitant	<input type="checkbox"/> Cabinet Ministre « Santé »	
	<input type="checkbox"/> CTC/IRSN	<input type="checkbox"/> Cabinet Ministre « Environnement »	
	<input type="checkbox"/> COGIC	<input checked="" type="checkbox"/> Autres : IAEA/IEC	
	<input type="checkbox"/> SGDN (CVA)		

MESSAGE

The ASN, Competent Authority under the Notification Convention, acknowledges the reception of the Mexican request for assistance for aerial monitoring.

We have the honour to be able to answer positively to the request.

A plane towards Mexico is planned today (arrival in Mexico 9 pm local time). Could you please ask the Mexican authorities to allow a French plane to land in Mexico airport with HELINUC, our aerial monitoring device (with 3 persons)?

Then, we also propose to send, at the same time, two teams (12 persons), from the civil protection, specialized in victims radioactivity monitoring.

Best regards,

ASN
FRANCE

ERC-IN
10/07/2008
TIME (UTC)
13:02

EXERCICE EXERCICE EXERCICE

[署名部分は削除]

5 . メキシコからの身体除染に関する助言の要請

TO: IEC VIENNA
FROM: NCA-MEXICO

THIS IS AN EXERCISE

The Nuclear Safety and Safeguards National Commission (National Competent Authority under the Assistance Convention) requests advice on medical assistance.

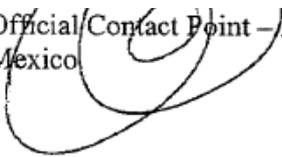
A worker from the Laguna Verde Nuclear Power Plant had an accident in a radioactive contaminated area. He is presenting radioactive contamination in torax and right leg. We request advice in case of internal contamination is determined.

Torax dose rate: 38 mR/h

Right leg: 4mR/h

The radionuclide identity is unknown.

Official Contact Point - NCA
Mexico



[署名部分は削除]

6 . メキシコからの気象予測情報に関する助言の要請

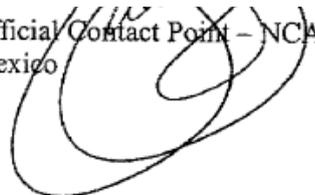
TO: IEC VIENNA
FROM: NCA-MEXICO

THIS IS AN EXERCISE

The Nuclear Safety and Safeguards National Commission (National Competent Authority under the Assistance Convention) requests advice on meteorology forecast.

A weather forecast for the next 8 hours around the Laguna Verde NPP is required.

Official Contact Point - NCA
Mexico

A large, stylized handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and curves, positioned over the text 'Official Contact Point - NCA Mexico'.

[署名部分は削除]

This is a blank page.

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
物質の量	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基本単位	
	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
比誘電率 ^(b)	(数字の)	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) とよばれる。
 (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	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン ^(b)	rad	1 ^(b)
立体角	ステラジアン ^(b)	sr ^(b)	1 ^(b)
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
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N m
仕事率, 工率, 放射	ワット	W	J/s
電荷, 電気量	クーロン	C	s A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	ファラド	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメンズ	S	A/V
磁束	ウェーバ	Wb	Vs
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度 ^(e)	°C	K
光強度	ルーメン	lm	cd sr ^(f)
照射度	ルクス	lx	lm/m ²
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
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
酸素活性化	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 (CF-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
粘り	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 ¹ s ⁻¹ s ⁻¹
角加速度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	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	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 ³ 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	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10 ²⁴	ヨタ	Y	10 ⁻¹	デシ	d
10 ²¹	ゼン	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	zepto	z
10 ¹	デカ	da	10 ⁻²⁴	yocto	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=60s
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/10800) rad
秒	"	1"=(1/60)'=(π/648000) rad
ヘクタール	ha	1 ha=1 hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1 L=1 l=1 dm ³ =10 ³ cm 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=0.1 MPa=100 kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg=133.322 Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1 nm=100 pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852 m
バトン	b	1 b=100 fm 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。
ベベル	B	
デジベル	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 =0.1 Pa s
ストークス	St	1 St=1 cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
ステルブ	sb	1 sb=1 cd cm ⁻² =10 ⁻⁴ cd m ⁻²
フォト	ph	1 ph=1 cd sr cm ⁻² 10 ⁴ lx
ガリ	Gal	1 Gal=1 cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	Mx	1 Mx=1 G cm ² =10 ⁻⁸ Wb
ガウス	G	1 G=1 Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T
エルステッド ^(c)	Oe	1 Oe ₀ =(10 ³ /4π) A m ⁻¹

(c) 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=1 cGy=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	fm	1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1メートル系カラット=200 mg=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	cal	1 cal=4.185 J (「15°C」カロリ), 4.1868 J (「IT」カロリ) 4.184 J (「熱化学」カロリ)

