

放射線防護

# 原子力発電所における 職業被ばく

ISOE プログラム  
第 21 回年次報告書(2011 年)

© OECD 2011  
NEA/CRPPH/ISOE(2011)

経済協力開発機構  
原子力機関

## 序文

世界全体で、原子力発電所での職業被ばくは1990年代初頭以来着実に低減してきた。規制面の圧力、技術進歩、プラントの設計や運転手順の改善、ALARA文化、及び経験の交換がこの低減傾向に貢献してきた。しかし、世界中の原子力発電所で続いている経年劣化と寿命延長の可能性、継続的な経済的圧力、規制、社会、政治の漸進的変化、及び原子力発電所新設の可能性を背景に、職業被ばくが合理的に達成可能な限り低く(ALARA)なることを確実にするという任務は、運転コスト及び社会的要因を考慮した場合、放射線防護専門家に対して依然として課題を提起し続けている。

1992年以來、OECD原子力機関(NEA)と国際原子力機関(IAEA)の共同出資による職業被ばく情報システム(ISOE)は、世界中の原子力発電事業者と国内規制当局の放射線防護専門家が原子力発電所作業員の放射線防護のための国際的協力事業について協議、促進、調整するためのフォーラムを提供してきた。ISOEの目標は、職業放射線防護を最適化する方法について広範かつ定期的に更新される情報、データ、経験を交換することによって、原子力発電所での職業被ばく管理を改善することである。

1つの技術交換のイニシアチブとして、ISOEプログラムには、世界規模の職業被ばくデータの収集・分析プログラム(原子力発電所についての世界最大の職業被ばくデータベースとなっている)並びに線量低減の情報及び経験を共有するための情報ネットワークが含まれている。ISOEの発足以来、その参加者は、各地の放射線防護プログラムでのALARA原則の適用を促進する線量傾向分析、手法比較、並びに費用・便益及びその他の解析のために、職業被ばくのデータと情報を交換するこのデータベースと通信ネットワークのシステムを利用してきた。

このISOEプログラム第21回年次報告書では、2011年のISOEプログラム(2011)の状況を紹介する。

「…ALARA の経験、線量低減手法、原子力施設職員及び請負業者従業員の個人・集団放射線量に関する情報やデータを交換し、分析することは、効果的な線量管理プログラムを実施し、ALARA 原則を適用するために不可欠である。」(ISOE 規約、2012～2015 年)

## 目次

序文 .....	1
目次 .....	3
概要 .....	5
1. 職業被ばく情報システム (ISOE) への参加の状況 .....	7
2. 職業被ばく傾向 .....	1
2.1 職業被ばくの傾向: 運転中の原子炉 .....	1
2.2 職業被ばくの傾向: 最終的に停止された原子炉 .....	12
3. ISOE 経験交換活動 .....	15
3.1 ISOE ALARA シンポジウム .....	15
3.2 ISOE ウェブサイト (www.isoe-network.net) .....	15
3.3 ISOE ベンチマーキング視察 .....	17
4 2011 年の ISOE プログラム管理活動 .....	19
4.1 ISOE 公式データベースの管理 .....	19
4.2 ISOE ネットワークの管理 .....	19
4.3 ISOE 管理及びプログラム活動 .....	19
5. ISOE 参加国における 2011 年の主要事象 .....	22
アルメニア .....	23
ベルギー .....	25
ブルガリア .....	27
カナダ .....	28
チェコ共和国 .....	32
フィンランド .....	34
フランス .....	36
ドイツ .....	40
ハンガリー .....	42
イタリア .....	44
日本 .....	45
リトアニア .....	48
メキシコ .....	51
オランダ .....	52
ルーマニア .....	53
ロシア連邦 .....	56
スロバキア共和国 .....	58
スロベニア .....	61
南アフリカ .....	62

スペイン .....	63
スウェーデン .....	67
スイス.....	71
ウクライナ .....	73
英国 .....	74
米国 .....	76

## 表

表 1 正式な ISOE 参加者及び ISOE データベース(2011 年 12 月現在) .....	8
表 2 運転中原子炉の平均集団線量の概要(2011 年) .....	3
表 3 国別及び原子炉型式別の 1 基当たり平均年間集団線量(2009～2011 年、人・Sv/基) .....	3
表 4 国別及び原子炉型式別の 1 基当たり 3 カ年移動平均年間集団線量 .....	5
表 5 最終的に停止された原子炉に関する国別及び原子炉型式別の基数と 1 基当たり平均年間線量 (人・mSv/基)(2009～2011 年) .....	12

## 図

図 1 ISOE に含まれている、運転中の全原子炉の原子炉型式別の 1 基当たりの平均集団線量.....	2
図 2 ISOE に含まれている、運転中の全原子炉の原子炉型式別の 1 基当たり 3 カ年移動平均.....	2
図 3 2011 年における国別の PWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基) .....	9
図 4 2011 年における国別の VVER 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基) .....	9
図 5 2011 年における国別の BWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基) .....	10
図 6 2011 年における国別の PHWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基) .....	10
図 7 2011 年における炉型式別の 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基) .....	11
図 8 停止中原子炉 1 基当たりの平均集団線量:PWR/VVER(人・mSv/基) .....	13
図 9 停止中原子炉 1 基当たりの平均集団線量:BWR(人・mSv/基) .....	13
図 10 停止中原子炉 1 基当たりの平均集団線量:GCR(人・mSv/基) .....	14
図 11 停止中原子炉 1 基当たりの平均集団線量:PWR/VVER, BWR, GCR(人・mSv/基) .....	14

## 概要

1992 年以來職業被ばく情報システム (ISOE) は、原子力発電所及び国内規制当局の放射線防護専門家のための世界的な情報・経験交換ネットワークを通じて、また ALARA 管理のための関連技術資源の発表を通じて、原子力発電所における作業員の放射線防護の最適化を支援してきた。この ISOE プログラム第 21 回年次報告書では、2011 年における ISOE プログラムの状況を紹介する。

ISOE は NEA と IAEA の共同出資によるものであり、その会員資格は、ISOE プログラムの規約を受け入れる世界中の電気事業者及び放射線防護規制当局に対して開かれている。2008～2011 年に関する現在の ISOE 規約は、2008 年 1 月 1 日に発効した。2011 年末時点で、ISOE プログラムには 29 カ国で 67 の電気事業者 (317 基の運転中のユニット及び 48 基の停止中ユニット) と 27 カ国の規制当局が参加していた。ISOE 放射線被ばくデータベースには、393 基を超える運転中の原子炉における職業被ばくレベル及び傾向に関する情報が取り込まれ、世界中の商業用発電用原子炉のおよそ 90% を網羅している。4 つの ISOE 技術センター (欧州、北米、アジア及び IAEA) が ISOE プログラムの日常的な技術的業務を管理している。

運転中の発電用原子炉について ISOE メンバーから提供された職業被ばくデータに基づくと、1 基当たりの 2011 年平均年間集団線量と、1 基当たりの 3 カ年移動平均 (2009～2011 年) は、以下のとおりであった。

	2011 年平均年間 集団線量 (人・Sv/基)	2009～2011 年の 3 カ年移動平均 (人・Sv/基)
加圧水型原子炉 (PWR)	0.65	0.69
加圧水型原子炉 (VVER)	0.51	0.54
加圧重水型原子炉 (PHWR/CANDU)	1.18	1.30
沸騰水型原子炉 (BWR)	1.18	1.44
ガス冷却炉 (GCR) 及び軽水冷却黒鉛減速炉 (LWGR) を含む全ての原子炉	0.76	0.82

ISOE データベースには、運転中の原子炉からの情報に加えて、停止中又は廃止措置段階にある原子炉 80 基からの線量データが含まれている。それらの原子炉ユニットは、一般的に型式と規模がさまざまであり、廃止措置プログラムのさまざまな段階にあるため、明確な線量傾向を特定することは困難である。しかし、より良いベンチマーキングを促進すべく、それらの原子炉に関するデータ収集を改善するための作業が 2011 年も継続された。運転中の原子炉及び廃止措置段階にある原子炉に関する職業線量傾向の詳細が、本報告書のセクション 2 で示されている。

ISOE はその職業被ばくのデータと分析でよく知られているが、このプログラムの強みはそうした情報をその参加者間で広く共有するという目的に由来している。2011 年、ISOE 参加者には、ISOE ネットワーク・ウェブサイト ([www.isoe-network.net](http://www.isoe-network.net)) を通じ、ウェブベースで包括的に線量低減及び ISOEALARA 資源に関する情報や経験を交換する場が引き続き提供された。

原子力発電所における職業被ばく管理に関する年次 ISOE ALARA シンポジウムは引き続き、ISOE の参加者及び供給業者にとって、職業被ばく問題に関する実用的な情報や経験を交換する重要なフォーラムとなった。各技術センターは、引き続き地域的なシンポジウムを主催した。2011 年は、北米技術センターが EPRI との協力の下、米国フォートローダーデールで ISOE 北米地域シンポジウムを主催した。この地域シンポジウムは、職業放射線被ばくを合理的に達成可能な限り低く維持するためのアイデアや管理方法の交換を推進する世界規模のフォーラムとなっている。

重要な点は、迅速な技術的フィードバックを求める特別な要請に対して、また ISOE 地域間の線量低減情報交換を目的とする自発的なサイト・ベンチマーキング視察の企画において、各技術センターが支援を行っているという点である。ISOE シンポジウムと技術的視察の組み合わせによって、放射線防護専門家らが会合し、情報を共有し、ISOE 地域間で連携を構築し、職業被ばく管理のための世界的なアプローチを構築する手段が提供されている。

ISOE データ分析ワーキング・グループ (WGDA) は、ISOE データベースの完全性及び一貫性の維持に重点を置きながら、ISOE データ及び経験の技術的解析を継続的に支援した。

ISOE 加盟国における主な出来事について本報告書のセクション 5 で概説している。ISOE の参加状況及び 2012 年の作業プログラムは、Annex に示されている。

## 1. 職業被ばく情報システム (ISOE) への参加の状況

1992 年以來 ISOE は、電気事業者及び国内規制当局の放射線防護専門家のための世界的な情報・経験交換ネットワークを通じて、また ALARA 管理のための関連技術資源の発表を通じて、原子力発電所における作業員の放射線防護の最適化を支援してきた。ISOE プログラムには、世界的規模の職業被ばくデータ収集・分析プログラム(原子力発電所に関する世界最大の職業被ばくデータベースとなっている)と、線量低減の情報と経験を共有するための通信ネットワークが含まれている。ISOE 発足以来その参加者らは、これらの資源を活用し、各地の放射線防護プログラムにおける ALARA 原則の適用を促進する線量傾向分析、手法比較、並びに費用・便益及びその他の解析のために、また経験を世界的に共有するために、職業被ばくのデータと情報を交換している。

ISOE の参加者には、規約(2008～2011 年)に従って ISOE の運営に参加することに同意した原子力発電事業者(公共及び民間)、国内規制当局(又はそれらを代理する機関)及び ISOE 技術センターが含まれている。4 つの ISOE 技術センター(アジア、欧州、北米、IAEA)は、4 つの ISOE 地域のメンバーを支援するために日常の技術活動を管理している(国と技術センターの提携については付属書 3 を参照)。ISOE の目的は、参加者に以下を提供することである。

- 原子力発電所での作業員の防護を改善する方法及び職業被ばくに関する、広範かつ定期的に更新される情報
- 集められたデータの評価や分析など、上記の問題に関する情報を、放射線防護の最適化に寄与するものとして普及させるメカニズム

2011 年 12 月時点で ISOE 事務局が得たフィードバックによれば、ISOE プログラムに参加していたのは、315 基の運転中のユニット及び 48 基の停止中ユニットを含む、29 カ国の 67 の電気事業者<sup>1</sup>、並びに 27 カ国の規制当局である(3 カ国から 2 つの当局が参加)。表 1 には、2011 年 12 月時点におけるすべての参加者を、国別、原子炉型式別及び原子炉状況別にまとめている。本報告書発表の時点で ISOE に正式に加盟していた原子炉、電気事業者及び当局の完全なリストは、付属書 3 に示されている。

参加当局は、参加電気事業者によって毎年提供される被ばくデータに加えて、一部の認可取得者が ISOE メンバーではない場合においても公式の国内データにより貢献することができる。したがって、ISOE データベースには 30 カ国の 477 基の原子炉(393 基が運転中、84 基が冷温停止状態又は廃止措置の何らかの段階)での職業被ばくのデータと情報が含まれており、これは世界中にある運転中の商業用発電用原子炉の約 90%を網羅している。ISOE データベースは、ISOE ネットワーク・ウェブサイト及び CD-ROM を通じて、すべての ISOE メンバーがその参加電気事業者又は参加当局としての立場に応じて入手できるようになっている。

---

<sup>1</sup> 主な電気事業者の数。複数の企業によって所有もしくは運転されているプラントも存在する。



表 1 正式な ISOE 参加者及び ISOE データベース(2011 年 12 月現在)

注記:本報告書発表時点での正式な ISOE 参加者のリストは、付属書 3 で示されている。

運転中の原子炉:ISOE 参加者							
国名	PWR	VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	Total
アルメニア	-	1	-	-	-	-	1
ベルギー	7	-	-	-	-	-	7
ブラジル	2	-	-	-	-	-	2
ブルガリア	-	2	-	-	-	-	2
カナダ	-	-	-	22	-	-	22
中国	7	-	-	-	-	-	7
チェコ共和国	-	6	-	-	-	-	6
フィンランド	-	2	2	-	-	-	4
フランス	58	-	-	-	-	-	58
ドイツ	11	-	6	-	-	-	17
ハンガリー	-	4	-	-	-	-	4
日本	24	-	26	-	-	-	50
韓国	17	-	-	4	-	-	21
メキシコ	-	-	2	-	-	-	2
オランダ	1	-	-	-	-	-	1
ルーマニア	-	-	-	2	-	-	2
ロシア連邦	-	16	-	-	-	-	16
スロバキア共和国	-	4	-	-	-	-	4
スロベニア	1	-	-	-	-	-	1
南アフリカ	2	-	-	-	-	-	2
スペイン	6	-	2	-	-	-	8
スウェーデン	3	-	7	-	-	-	10
スイス	3	-	2	-	-	-	5
ウクライナ	-	15	-	-	-	-	15
英国	1	-	-	-	-	-	1
米国	27	-	22	-	-	-	49
合計	170	50	69	28	-	-	317
運転中の原子炉:ISOE には参加していないが、ISOE データベースに収載されているもの							
国名	PWR/VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	Total	
パキスタン	2	-	1	-	-	3	
英国	-	-	-	18	-	18	
米国	42	13	-	-	-	55	
合計	44	13	1	18	-	76	
ISOE データベースに含まれている運転中の原子炉の合計数							
	PWR/VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	Total	
合計	264	82	29	18	-	393	

表 1 正式な ISOE 参加者及び ISOE データベース(2011 年 12 月現在)(続き)

最終的に停止した原子炉:ISOE 参加者							
国名	PWR/ VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	Other	合計
ブルガリア	4	-	-	-	-	-	4
カナダ	-	-	2	-	-	-	2
フランス	1	-	-	6	-	-	7
ドイツ	3	1	-	1	-	-	5
イタリア	1	2	-	1	-	-	4
日本	-	6	-	1	-	1	8
リトアニア	-	-	-	-	2	-	2
オランダ	-	1	-	-	-	-	1
ロシア連邦	2	-	-	-	-	-	2
スロバキア	2	-	-	-	-	-	2
スペイン	1	-	-	1	-	-	2
スウェーデン	-	2	-	-	-	-	2
ウクライナ	-	-	-	-	3	-	3
米国	2	1	-	1	-	-	4
<b>合計</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>48</b>

最終的に停止した原子炉:ISOE に参加してはいないが ISOE データベースに含まれているもの

国名	PWR/ VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	Other	合計
英国	-	-	-	22	-	-	22
米国	8	5	-	1	-	-	14
<b>合計</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>23</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>36</b>

ISOE データベースに含まれている最終的に停止した原子炉の合計数

	PWR/ VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	Other	合計
<b>合計</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>34</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>84</b>

ISOE データベースに含まれている原子炉の合計数

	PWR/ VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	Other	合計
<b>合計</b>	<b>288</b>	<b>100</b>	<b>31</b>	<b>52</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>477</b>

参加国数	29
参加電気事業者数 <sup>2</sup>	67
参加当局数 <sup>3</sup>	27

<sup>2</sup> 主な電気事業者の数。複数の企業によって所有もしくは運転されているプラントも存在する。

<sup>3</sup> 一カ国につき2つの当局が参加。

## 2. 職業被ばく傾向

ISOE の重要な要素の 1 つは、世界中の原子力発電施設における職業被ばくの傾向を追跡し、それにより ISOE メンバー間でベンチマーキング、比較分析及び経験交換を行うことである。この情報は、参加電気事業者によって提供された年間職業被ばくデータ(一般的には運転線量測定システムに基づく)を含む ISOE 職業被ばくデータベースの中で維持される。現在の ISOE データベースには、以下の種類のデータが含まれている。

- 運転中、停止中又は廃止措置の何らかの段階にある商業用 NPP からの線量測定情報には以下が含まれる:
  - 通常運転に関する年間集団線量
  - 保全作業/燃料取替停止
  - 計画外停止期間
  - 特定の作業や作業員カテゴリーに関する年間集団線量
- プラント特有の線量低減に関する情報(放射性物質、水化学、運転開始/停止手順、コバルト低減プログラム等)
- 特定の作業、業務、手順、機器、任務に関する放射線防護関連情報(放射線に関する教訓)
  - 有効な線量低減
  - 有効な除染
  - 作業管理原則の実施

ISOE メンバーは、ISOE データベースを用いて国別、原子炉型式別、又は姉妹ユニットのグループ化など他の基準ごとの、さまざまなベンチマーキングと傾向分析を行うことができる。以下の概要は、原子力発電所における職業被ばくの一般的傾向を明らかにするものである。

### 2.1 職業被ばくの傾向: 運転中の原子炉

図 1 及び 2 は、1992～2011 年について、原子炉 1 基当たりの 3 カ年移動平均集団線量に見られる傾向を原子炉型式別に示したものである。概して、運転中の原子炉 1 基当たりの平均集団線量は、ISOE データベースの対象期間において着実に減少している。2011 年の平均も、過去数年間と同水準を維持している。年ごとのばらつきが多少あるものの、ほとんどの原子炉で線量の明らかな低下傾向が続いている。例外として PHWR の場合、1996～1998 年に低い数値を達成して以来、上昇傾向を示している。

2011 年の原子炉型式別の 1 基当たりの平均年間集団線量概要は、表 2 に示されている。過去 3 年間における技術センター地域毎の各国の被ばく傾向は、1 基当たりの平均年間集団線量及び 3 カ年移動平均として表 3 及び表 4 に、それぞれ示されている。これらの結果は主に、2011 年の間に ISOE データベースに報告及び記録されたデータを個々の国別報告書(セクション 5)によって適宜補完したものに基いている。図 3～7 は、2011 年のデータの内訳を棒グラフで示し、最も平均線量が高い国から順に並べたものである。すべての図における「基数」は、2011 年についてデータが報告された原子炉ユニットの数を意

味している。

図 1 ISOE に含まれている、運転中の全原子炉の原子炉型式別の 1 基当たりの平均集団線量  
(1992~2011 年、人・Sv/基)

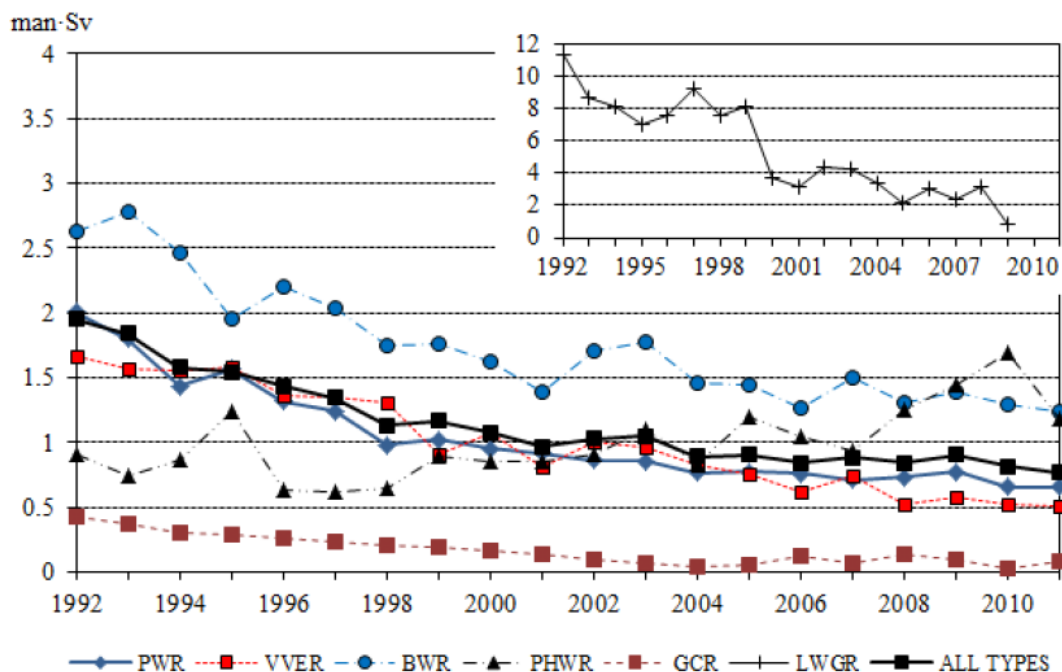


図 2 ISOE に含まれている、運転中の全原子炉の原子炉型式別の 1 基当たり 3 年移動平均  
(1992~2011 年、人・Sv/基)

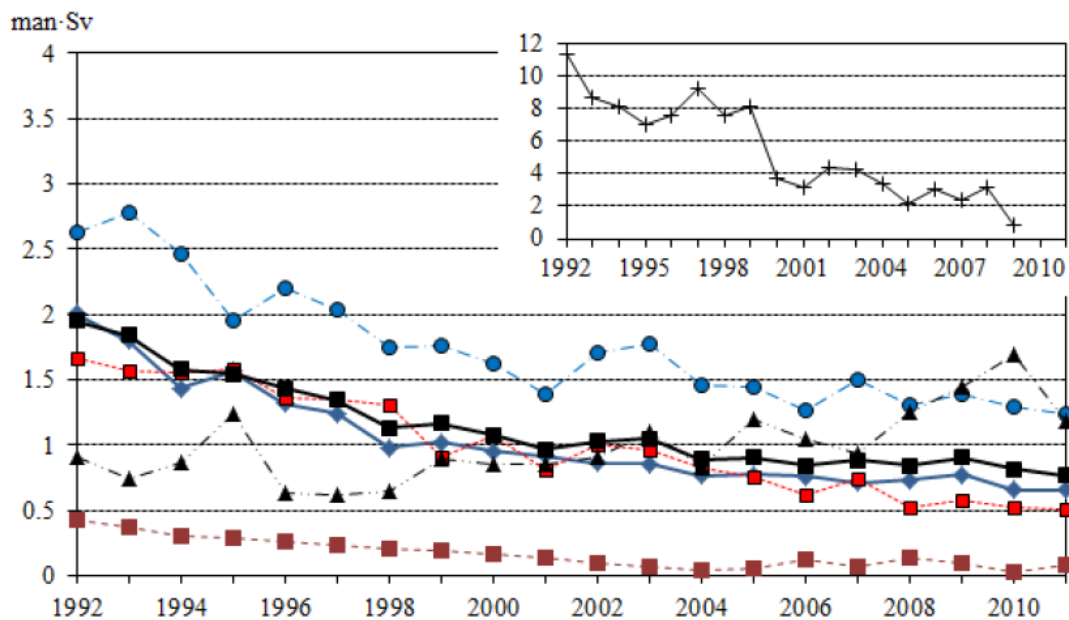


表 2 運転中原子炉の平均集団線量の概要(2011 年)

	2011 年の平均年間集団線量 (人・Sv/基)	2008 年～2011 年の 3 カ年移 動平均(人・Sv/基)
加圧水型原子炉(PWR)	0.65	0.69
加圧水型原子炉(VVER)	0.51	0.54
沸騰水型原子炉(BWR)	1.18	1.30
重水炉(PHWR/CANDU)	1.18	1.44
ガス冷却炉(GCR)及び軽水冷却黒鉛 減速炉(LWGR)を含む全ての原子炉	0.76	0.82

表 3 国別及び原子炉型式別の 1 基当たり平均年間集団線量(2009～2011 年、人・Sv/基)

	PWR			VVER			BWR		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
アルメニア				0.55	0.77	1.25			
ベルギー	0.36	0.30	0.37						
ブラジル	1.04	0.50	0.37						
ブルガリア				0.28	0.43	0.27			
カナダ									
中国	0.54	0.44	0.51						
チェコ共和国				0.15	0.12	0.12			
フィンランド				0.38	0.81	0.36	0.59	0.45	0.48
フランス	0.70	0.62	0.72						
ドイツ	1.05	0.61	0.43				1.01	0.88	0.58
ハンガリー				0.44	0.37	0.59			
日本	1.61	1.51	0.96				1.32	1.23	1.05
韓国	0.47	0.45	0.54						
メキシコ							2.08	5.01	0.83
オランダ	0.24	0.62	0.28						
パキスタン	0.23	0.61	0.26						
ルーマニア									
ロシア連邦				0.80	0.65	0.66			
スロバキア共和国				0.21	0.17	0.14			
スロベニア	0.65	0.85	0.07						
南アフリカ	0.74	0.52	0.55						
スペイン	0.72	0.33	0.50				2.31	0.52	2.05
スウェーデン	0.92	0.46	1.43				1.41	0.93	1.07
スイス	0.36	0.53	0.36				1.14	1.25	1.07
ウクライナ				0.72	0.66	0.59			
英国	0.34	0.27	0.54						
米国	0.66	0.55	0.61				1.49	1.35	1.42
<b>平均</b>	<b>0.77</b>	<b>0.66</b>	<b>0.65</b>	<b>0.57</b>	<b>0.53</b>	<b>0.51</b>	<b>1.39</b>	<b>1.29</b>	<b>1.18</b>

注記: ISOE データベースから計算したものではなく、国別報告書から直接的に取り出したデータ:英国(2009、2010 及び 2011 年 GCR)。

2009 年の BWR の線量には、2009 年 11 月 18 日から廃止措置中である浜岡 1 及び 2 号機が含まれる。

日本に関する 2010 年及び 2011 年の BWR 線量には、福島第一原子力発電所 1～6 号機の線量は含まれていない。

表 4 国別及び原子炉型式別の 1 基当たり平均年間集団線量(2009～2011 年、人・Sv/基)(続)

	PHWR			GCR			LWGR		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
カナダ	1.39	1.69	1.27						
韓国	2.21	2.18	0.52						
リトアニア							0.79		
パキスタン	1.86	2.47	4.01						
ルーマニア	0.24	0.39	0.20						
英国				0.09	0.03	0.08			
平均	1.45	1.70	1.18	0.09	0.03	0.08	0.79		

	2009	2010	2011
世界平均	0.90	0.82	0.75

	欧州			アジア			北米			IAEA		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
PWR	0.70	0.56	0.65	1.15	1.08	0.79	0.66	0.55	0.61	0.65	0.52	0.43
VVER	0.27	0.28	0.27							0.72	0.64	0.62
BRW	1.26	0.86	0.96	1.32	1.23	1.05	1.52	1.55	1.39			
PHWR				2.21	2.18	0.52	1.39	1.69	1.27	0.78	1.08	1.47
GCR	0.09	0.03	0.08									
LWGR										0.79		

注記:リトアニアの原子炉は全て 2010 年に停止した。

ISOE の 4 つの地域の構成は、附属書 3 を参照

表 5 国別及び原子炉型式別の 1 基当たり 3 カ年移動平均年間集団線量  
(2007～2009 年及び 2009～2011 年、人・Sv/基)

	PWR			VVER			BWR		
	/07-/09	/08-/10	/09-/11	/07-/09	/08-/10	/09-/11	/07-/09	/08-/10	/09-/11
アルメニア				0.86	0.86	0.86			
ベルギー	0.34	0.35	0.34						
ブラジル	0.94	0.76	0.64						
ブルガリア				0.32	0.32	0.33			
カナダ									
中国	0.58	0.51	0.50						
チェコ共和国				0.15	0.13	0.13			
フィンランド				0.50	0.65	0.51	0.55	0.50	0.51
フランス	0.66	0.66	0.68						
ドイツ	0.90	0.76	0.69				1.06	1.03	0.82
ハンガリー				0.41	0.38	0.47			
日本	1.53	1.59	1.38				1.40	1.33	1.21
韓国	0.52	0.47	0.48						
メキシコ							3.17	3.93	2.64
オランダ	0.25	0.38	0.38						
パキスタン	0.44	0.48	0.34						
ルーマニア									
ロシア				0.80	0.71	0.70			
スロバキア共和国				0.22	0.18	0.17			
スロベニア	0.56	0.55	0.52						
南アフリカ	0.74	0.67	0.60						
スペイン	0.50	0.45	0.52				2.32	1.11	1.63
スウェーデン	0.63	0.65	0.94				1.12	1.06	1.14
スイス	0.40	0.45	0.42				1.13	1.18	1.16
ウクライナ				0.85	0.68	0.66			
英国	0.22	0.29	0.38						
米国	0.66	0.63	0.61				1.42	1.36	1.42
平均	<b>0.74</b>	<b>0.72</b>	<b>0.69</b>	<b>0.62</b>	<b>0.54</b>	<b>0.54</b>	<b>1.40</b>	<b>1.33</b>	<b>1.30</b>

	PWR			GCR			LWGR		
	/07-/09	/08-/10	/09-/11	/07-/09	/08-/10	/09-/11	/07-/09	/08-/10	/09-/11
カナダ	1.23	1.49	1.44						
韓国	1.20	1.66	1.63						
リトアニア							2.09	1.94	0.79
パキスタン	2.63	2.68	2.78						
ルーマニア	0.29	0.33	0.33						
英国				0.10	0.09	0.07			
平均	<b>1.22</b>	<b>1.47</b>	<b>1.44</b>	<b>0.10</b>	<b>0.09</b>	<b>0.07</b>	<b>2.09</b>	<b>1.94</b>	<b>0.79</b>

	/07-/09	/08-/10	/09-/11
世界平均	<b>0.88</b>	<b>0.85</b>	<b>0.82</b>

	欧州			アジア			北米			IAEA		
	/07-/09	/08-/10	/09-/11	/07-/09	/08-/10	/09-/11	/07-/09	/08-/10	/09-/11	/07-/09	/08-/10	/09-/11
PWR	0.64	0.62	0.64	1.11	1.13	1.01	0.66	0.63	0.61	0.66	0.58	0.52
VVER	0.28	0.27	0.27							0.79	0.68	0.66
BRW	1.17	1.01	1.03	1.40	1.33	1.24	1.51	1.49	1.48			
PHWR				1.20	1.66	1.63	1.23	1.49	1.44	1.17	1.11	1.11
GCR	0.10	0.09	0.07									
LWGR										2.09	1.94	0.79

注記: IAOE データベースに基づき計算し、各国から直接提供されたデータにより補足したものである(表 3 の注記を参照)

下記は、ISOE 欧州及びアジア地域で観測された結果と傾向の簡単な概要である<sup>1</sup>。なお、発電所の設計の多様さとパラメーターの複雑さが集団線量に影響を与えているため、以下の分析と数値は各国における放射線防護のクオリティについて、いかなる結論も支持するものではないことに注意が必要である。各国における線量傾向の詳細な考察及び分析は、セクション 5 に示されている。

## 欧州地域

### 1 基当たりの平均年間集団線量(表 3)

2011 年における PWR1 基当たりの平均年間集団線量は、2010 年の 0.56 人・Sv からわずかに上昇し 0.65 人・Sv となった。ベルギー、フランス、スペイン、スウェーデン及び英国では数値が増加し、ドイツ、スイス、及びオランダでは減少していることが分かる。こうした増減の結果、世界的には増加となった。

2011 年における VVER1 基当たりの平均年間集団線量は、2010 年の 0.28 人・Sv/基から横ばいの 0.27 人・Sv/基となった。

2011 年の BWR の平均年間集団線量は、2010 年の 0.86 人・Sv から増加し 0.96 人・Sv となった。

### 国別及び原子炉型式別の 1 基当たり 3 カ年移動平均年間集団線量(表 4)

3カ年移動平均年間集団線量の動きは、線量の一般的な傾向をよりの確に表している。この動きを見ると、PWR及びVVERの平均値が安定していること、また2008年～2010年に比べて2009年～2011年のBWRの値が一定であることが分かる。

VVERについては、チェコ共和国における2009年～2011年の1基当たり3カ年移動平均年間集団線量が最低値の0.13人・Svを記録した。次点として、スロバキア共和国(0.17人・Sv/基)、ハンガリー(0.47人・Sv/基)、フィンランド(0.51人・Sv/基)が続く。

欧州のPWRに関する各国のデータを見ると、2009年～2011年の3カ年移動平均年間集団線量が、5つの大きなグループに区別できることが分かる。

- ベルギー:約0.3人・Sv/基
- スイス、オランダ、英国:約0.4人・Sv/基
- スペイン:約0.5人・Sv/基
- フランス、ドイツ:約0.7人・Sv/基
- スウェーデン:約0.7人・Sv/基

欧州におけるBWRの1基当たり3カ年移動平均年間集団線量については、インランドが最低値の0.51人・Sv/基を記録し、その後ドイツの0.82人・Sv/基、スウェーデンとスイスの約1.15人・Sv/基、最後にスペインの1.63人・Sv/基が続く。

### 集団線量に影響を与えた主な事象

国別報告(第5章)には、2011年における参加各国の集団線量に影響を与えた主な事象に関する情報が

---

<sup>1</sup> ISOE 北米知己及び IAEA 地域のデータは、各国別報告を参照。



掲載されている。欧州各国の重要な点は以下の通りである：

- チェコ共和国：テメリン2号機の内部構造物解体中、異物混入防止活動が実施され、線量が40 mSv増加した。
- フランス：トリカスタン1号機では、強制停止中に追加の作業が行われた。ノジャン2号機では、全ての燃料集合体で浸透探傷試験が実施された。
- スペイン：アルマラス1及び2号機では、出力を110%まで増強した。コフレンテスでは、ドライウェル内の再循環系及び原子炉冷却材浄化系においてソースタームの増加が見られた。また、原子炉容器の密閉中、燃料取替フロアにおいて線量が上昇した。
- スウェーデン：リングハルス2号機では、CAT（原子炉格納容器気密試験、ILRT=総合漏えい率試験）中における火災後の清掃活動が実施された。本清掃における合計線量は1663人・mSvであった。オスカーシャム3号機では、2009年に交換された内部構造物を細断し、最終貯蔵用に放射性廃棄物パッケージに格納した。本作業に関する合計集団線量は296人・mSvであった。

### アジア地域

アジア地域における1基当たりの平均年間集団線量は、韓国のPWRを除く全ての炉型において、前年よりも減少している。

2011年における福島第一原子力発電所(BWR 6基)及び福島第二原子力発電所(BWR 4基)の被ばくデータは、2011年3月11に発生した東日本大震災の地震と津波によって生じた原子力事故を考慮し、ISOEデータベースから除外した。2011年度の日本のBWRにおける1基当たりの平均年間集団線量は、1.05人・Svであった。この数値は、福島第一及び福島第二原子力発電所を除く前年の値(1.13人・Sv)よりも低かった。過去数年間にわたり、日本のBWRにおける被ばく線量は低下し続けている。

日本のPWRにおける平均集団線量は0.96人・Svであり、2010年度の1.51人・Svから大幅に低下した。また、2009年度までの上昇傾向から、下降傾向に転じている。PWRにおける被ばくに影響を与えた主な事象は、高温配管サポート部の耐震余裕度向上のための作業である。

韓国のPWRにおける1基当たりの平均年間集団線量は0.54人・Svであり、前年よりも0.09人・Sv高かったが、依然被ばくレベルは低いままである。

韓国のPHWRにおける2011年の平均年間集団線量は、前年の2.18人・Svから大幅に減少した0.52人・Svとなり、2008年の水準まで戻った。2009年及び2010年は、月城1号機における圧力管及びカランドリア管の交換を含む改修作業により、被ばく線量が高くなった。

### IAEA 地域

#### 1 基当たりの平均年間集団線量(表 3)

PWRにおける1基当たりの平均年間集団線量は、2009年～2011年の間にわずかに低下した。その内訳としては、2009年が0.65人・Sv、2010年が0.52人・Sv、2011年が0.43人・Svであった。

2011年のVVERにおける1基当たりの平均年間集団線量は0.64人・Svであり、2010年の0.62人・Svと同水準を維持した。

PHWRにおける平均集団線量は、2010年の1.08人・Svから増加し、2011年は1.47人・Svとなった。

LWGRについては、リトアニアでLWGR型炉が停止して以来、11年における運転中LWGRに関するデー

タは無い。

### 3 3年移動平均年間集団線量(表 4)

PWRについては、2009年～2011年の3年移動平均年間集団線量が0.52人・Svとなり、2008年～2010年の0.58人・Svよりも低かった。

VVERについては、2009年～2011年の値が0.68人・Svとなり、2008年～2010年の0.66人・Svとほぼ同水準を維持した。PHWRについては、両期間の間に変化は無かった。2010年にリトアニアのLWGR型炉が停止したことにより、2009年～2011年の値(0.79人・Sv)は、2008年～2010年の値(1.94人・Sv)より低下した。

OECD非加盟国におけるPWRについては、パキスタンが2009年～2011年の3年移動平均年間集団線量で最低の0.34人・Sv/基を記録した。次点として、中国(0.50人・Sv/基)、スロベニア(0.52人・Sv/基)、南アフリカ共和国(0.60人・Sv/基)が続く。

ブルガリアは、2009年～2011年の3年移動平均年間集団線量において、OECD非加盟国で最も低い0.33人・Sv/基を記録した。

欧州におけるBWRの3年移動平均年間集団線量については、フィンランドが最低の0.51人・Sv/基を記録した。次点としてドイツの0.82人・Sv/基、スウェーデン及びスイスの約1.15人・Sv/基、及びスペインの1.63人・Sv/基が続く。

PWRについては、表3及び表4が示す通り、IAEA技術センターの国々の数字が、その他のISOE地域と類似していることが分かる。PHWRについては、IAEA技術センターの指標の方が、その他の国々よりも良い結果となった。

VVERについては、OECD非加盟国における被ばくレベルが欧州地域よりも高かった。その理由は、本タイプの原子炉における発電の違いによるものと考えられる。

図 3 2011 年における国別の PWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)

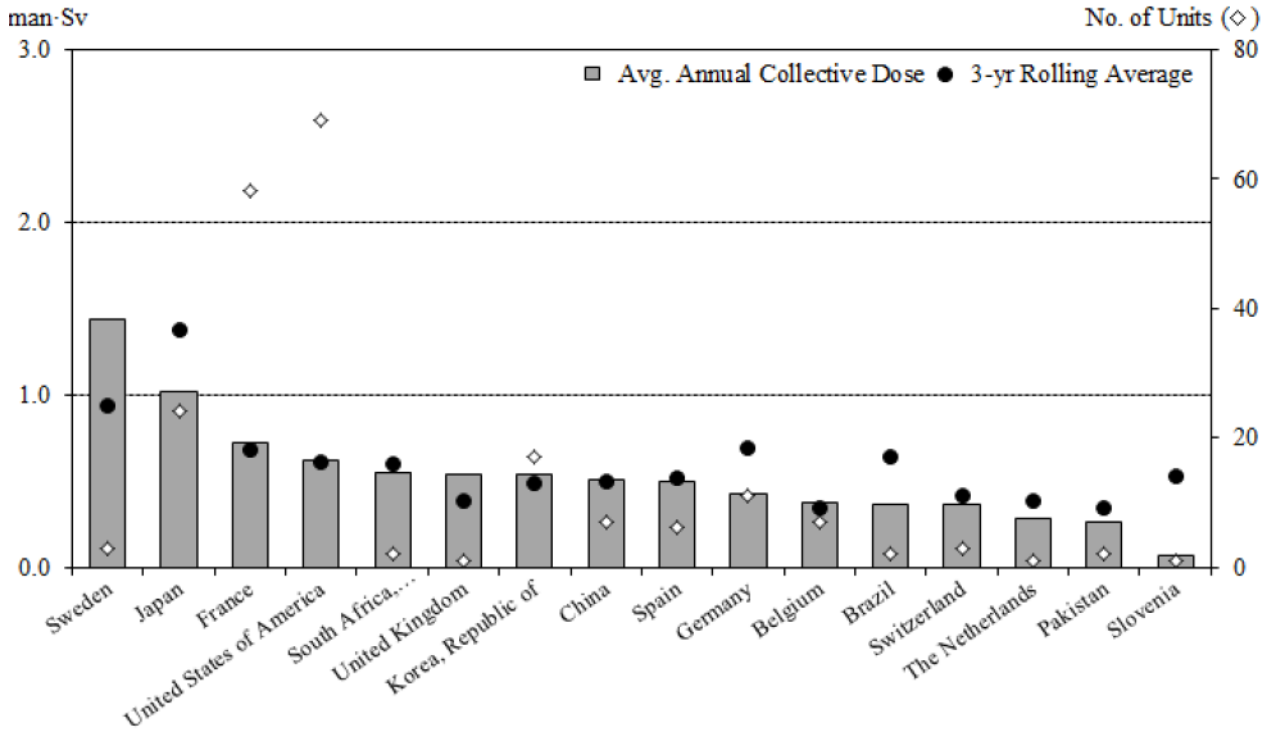


図 4 2011 年における国別の VVER 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)

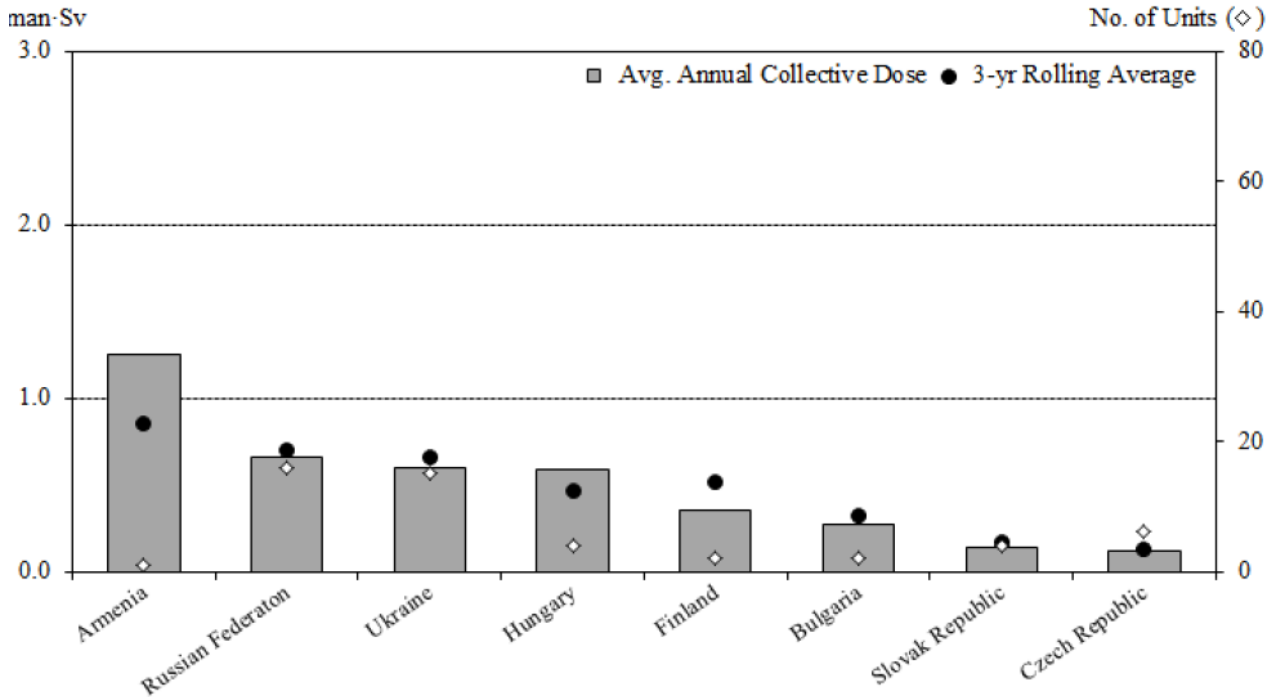


図 5 2011 年における国別の BWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)

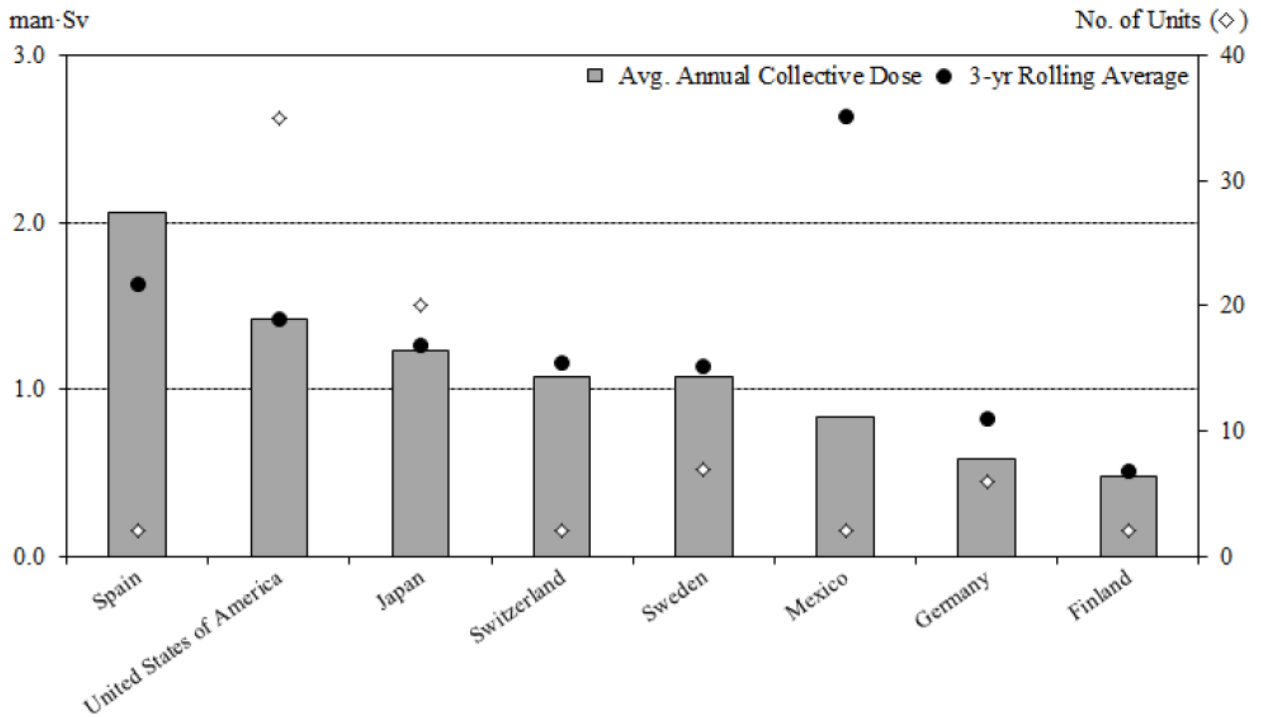


図 6 2011 年における国別の PHWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)

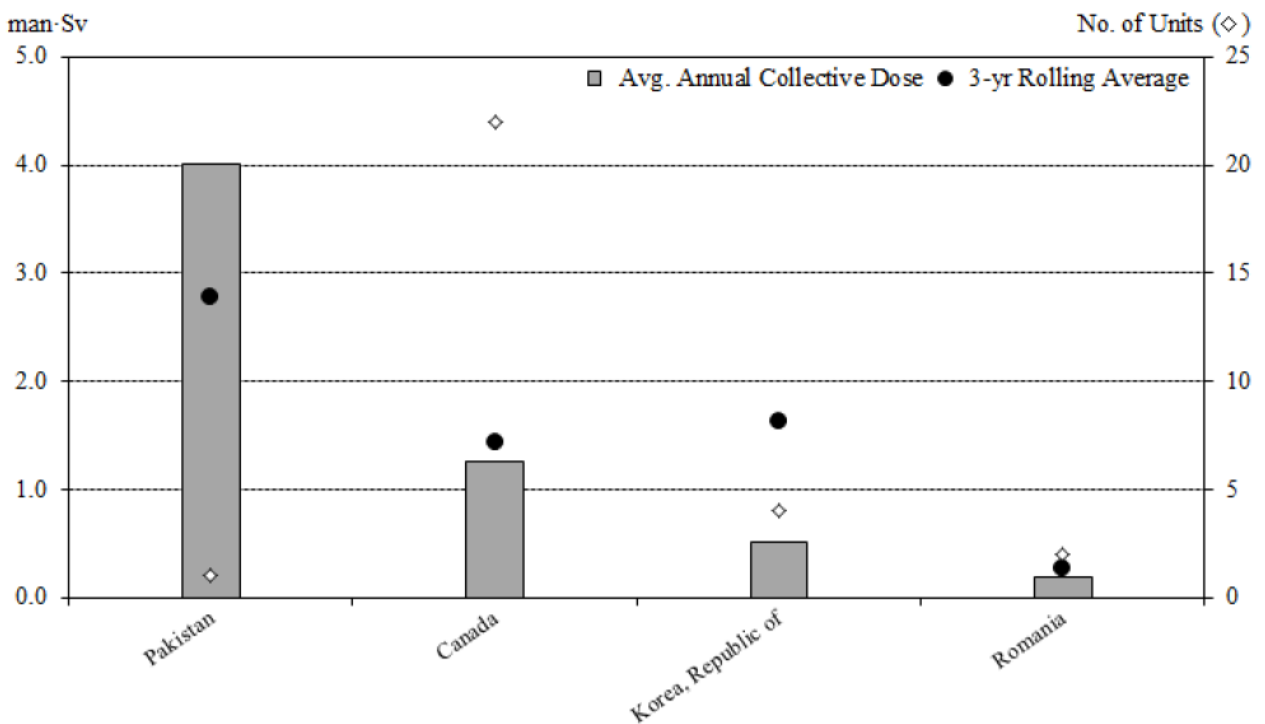
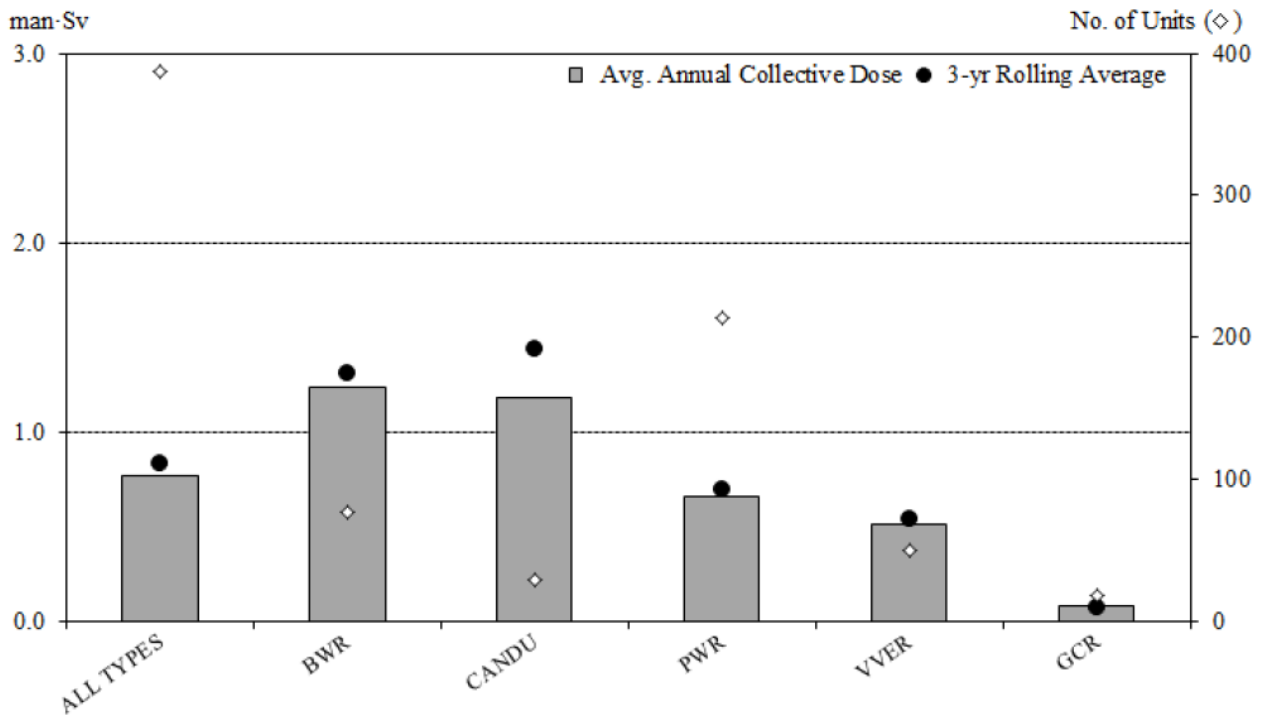


図 7 2011 年における炉型別の 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)



## 2.2 職業被ばくの傾向:最終的に停止された原子炉

ISOE データベースには、運転中の原子炉からの情報に加えて、停止中原子炉又は廃止措置の何らかの段階にある 84 基の原子炉からの線量データが含まれている。本セクションでは、2009～2011 年に報告されたそれらの原子炉に関する線量傾向の概要を示す。それらの原子炉ユニットは、一般に型式と規模がさまざまであり、廃止措置プログラムのさまざまな段階にあり、提供されるデータの詳細度がさまざまである。さらに、それらの数字が限られた数の停止中原子炉に基づいているため、断定的な結論を下すことはできない。ISOE データ分析ワーキング・グループの下、より良いベンチマーキングを促進するために、停止中原子炉と廃止措置段階の原子炉に関するデータ収集の改善を目的とする作業が 2011 年においても継続された。

表 5 は、最終的に停止された原子炉の 1 基当たり平均年間集団線量を 2009～2011 年について国別及び原子炉型式別に示したものであり、ISOE データベースに記録されたデータをそれぞれの国別報告書(セクション 5)で適宜補完したものに基いている。図 8～11 には、最終的に停止された原子炉の国毎の平均年間集団線量を 1992～2011 年について原子炉型式別(PWR、BWR、GCR)に示している。すべての図において、「基数」は、当該年にデータが報告されたユニットの数を意味している。

表 6 最終的に停止された原子炉に関する国別及び原子炉型式別の基数と 1 基当たり平均年間線量 (人・mSv/基) (2009～2011 年)

		2009		2010		2011	
		基数	線量	基数	線量	基数	線量
PWR	フランス	1	62.1	1	117.2	1	264.1
	ドイツ	5	128.0	2	388.4	3	126.3
	イタリア	1	1.7	1	3.2	1	1.8
	スペイン	1	244.0	1	53.0	1	190.0
	米国	8	1.5	8	2.0	6	49.4
VVER	ブルガリア	4	29.4	4	11.3	4	9.2
	ドイツ	5	20.0	n/a	n/a	n/a	n/a
	ロシア連邦	2	84.0	2	77.6	2	66.3
	スロバキア共和国*	2	106.0	2	12.4	2	10.1
BWR	ドイツ	3	138.0	1	427.1	1	289.5
	イタリア	2	6.18	2	60.3	2	15.1
	日本			2	123.8	2	96.9
	オランダ	1	0.6	n/a	n/a	1	10.0
	スウェーデン	2	27.0	2	6.2	2	27.2
	米国	4	4.8	5	21.6	5	24.5
GCR	フランス	6	8.8	6	1.3	6	2.4
	ドイツ	2	17.0	n/a	n/a	n/a	n/a
	イタリア	1	0	1	1.7	1	10.4
	日本	1	20.0	1	50.0	1	50.0
	英国	16	42.0	16	48.0	16	49.0
LWGR	リトアニア	1	144.7	2	236.2	2	304.8
LWCHWR	日本	1	114.6	1	111.6	1	126.6

図 8 停止中原子炉 1 基当たりの平均集団線量:PWR/VVER(人・mSv/基)

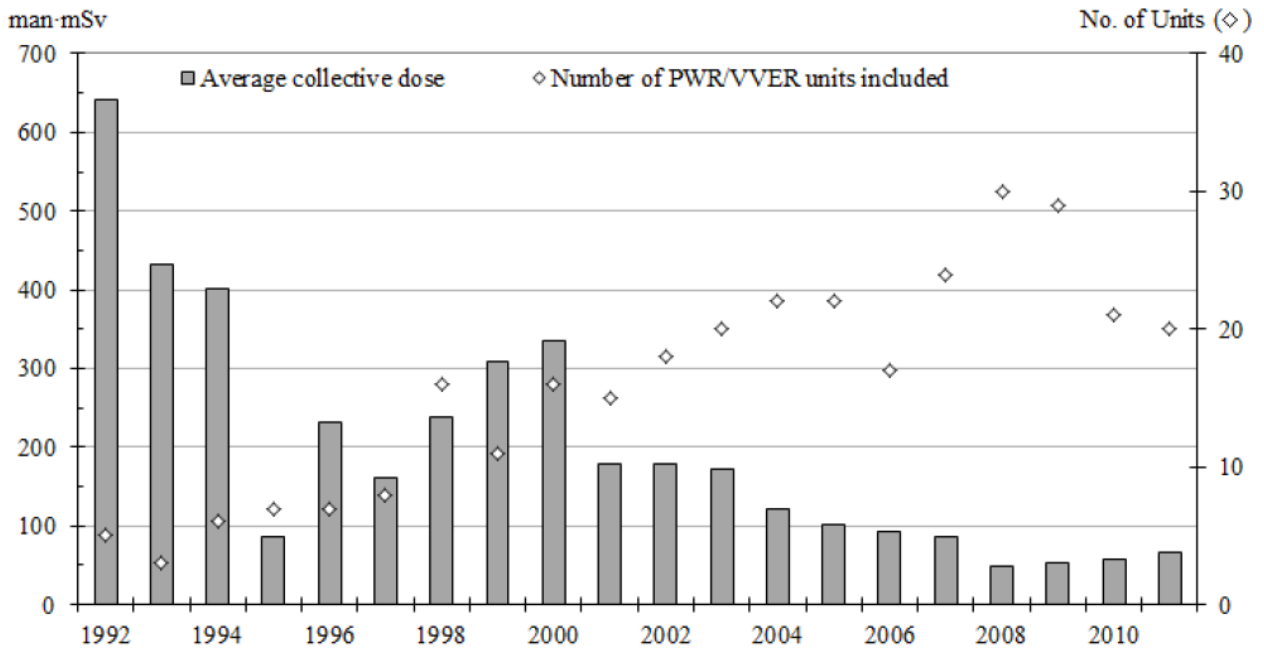


図 9 停止中原子炉 1 基当たりの平均集団線量:BWR(人・mSv/基)

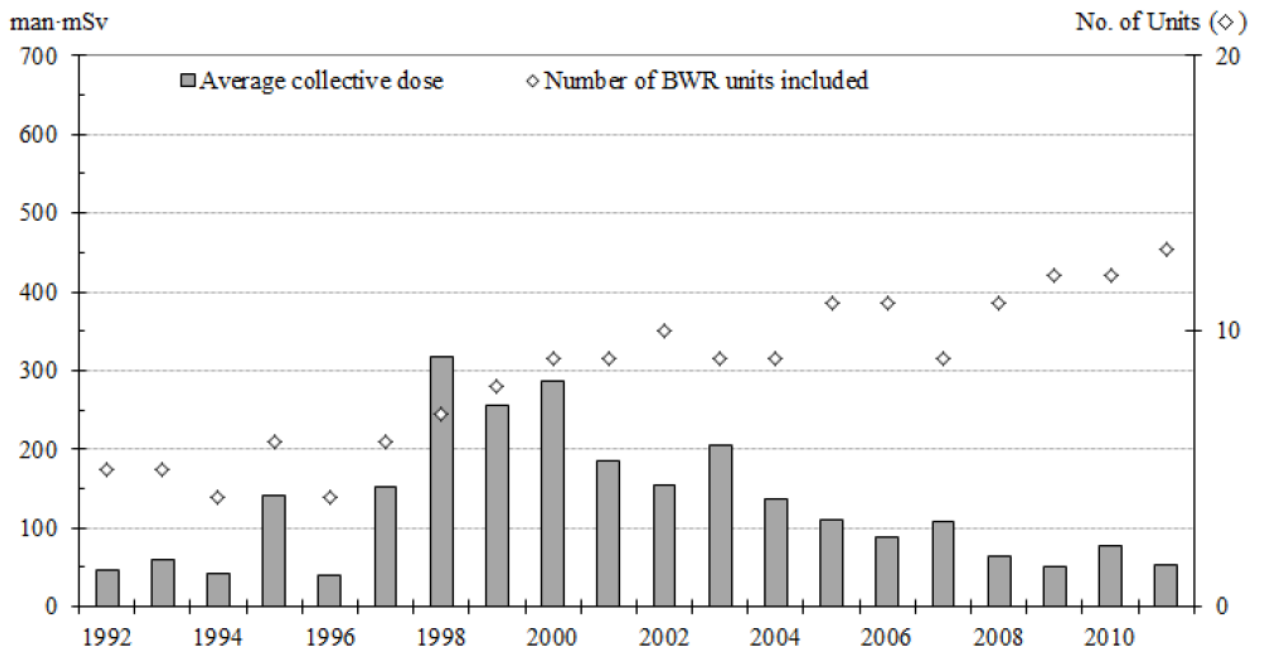


図 10 停止中原子炉 1 基当たりの平均集団線量:GCR(人・mSv/基)

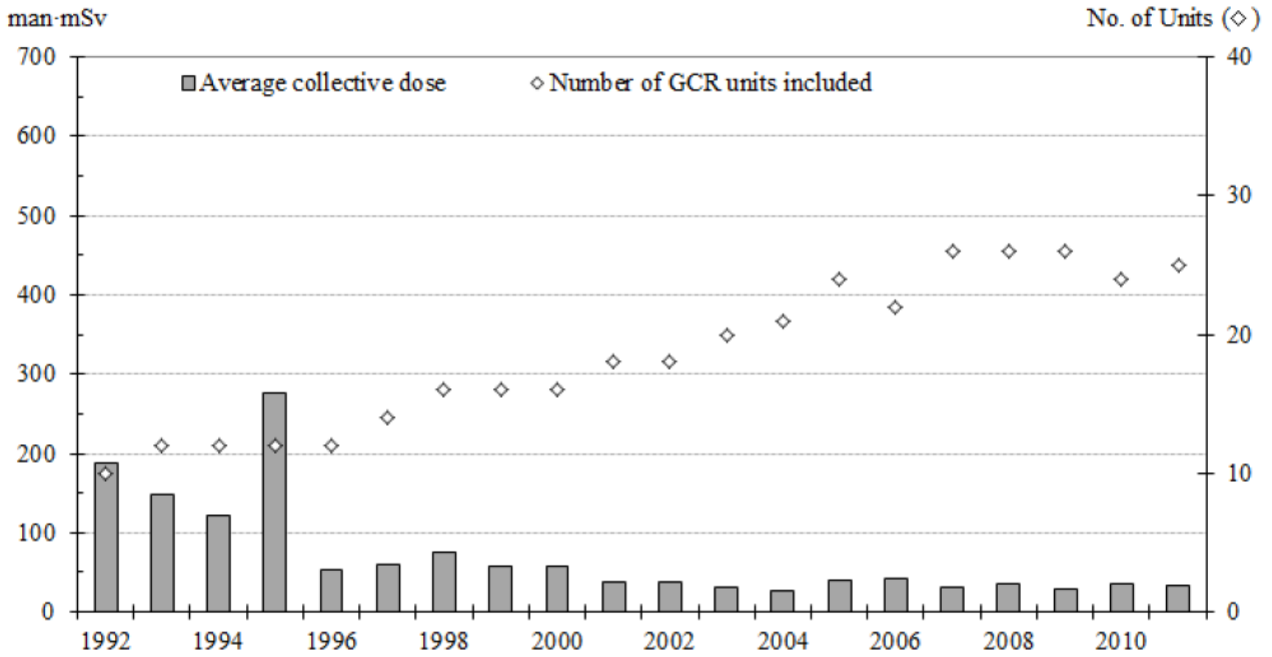
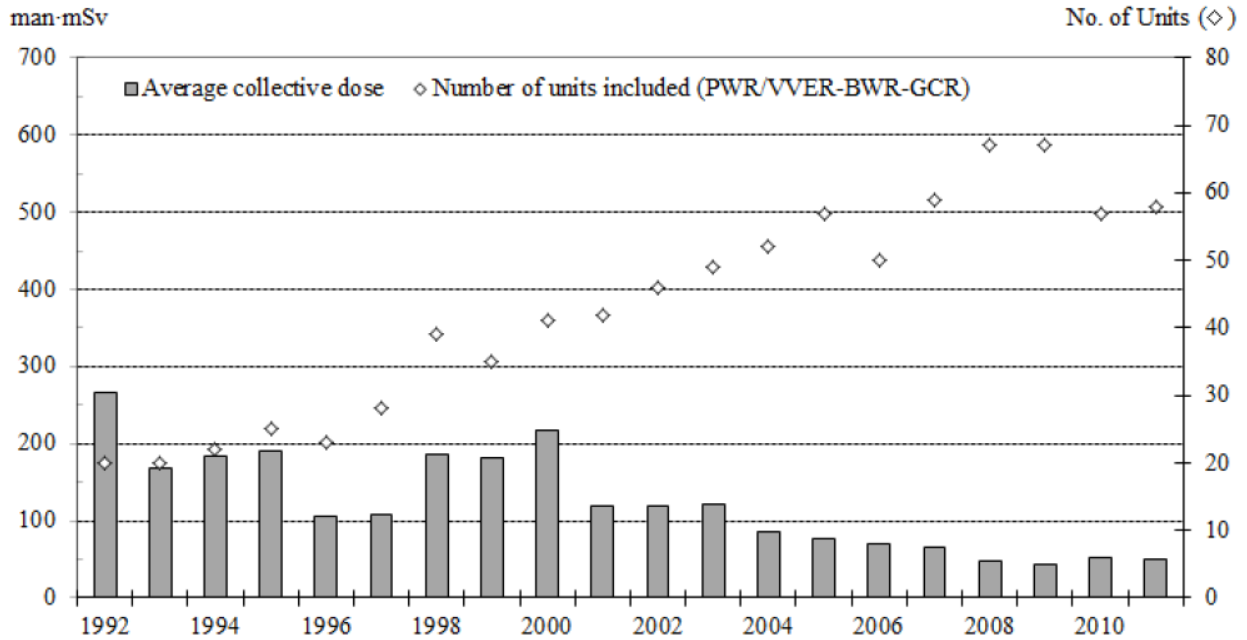


図 11 停止中原子炉 1 基当たりの平均集団線量:PWR/VVER, BWR, GCR(人・mSv/基)





### 3. ISOE 経験交換活動

ISOE はその職業被ばくのデータと分析でよく知られているが、そのプログラムの強みはそうした情報をその参加者間で広く共有するという取り組みに由来している。ISOE シンポジウム、ISOE ネットワーク及び技術的視察の組み合わせによって、放射線防護専門家が会合し、情報を共有し、ISOE 地域間の連携を構築し、職業被ばく管理に対する世界的なアプローチを構築する手段が提供されている。本セクションでは、2011 年における ISOE 内の主要な情報・経験交換活動に関する情報を提供する。

#### 3.1 ISOE ALARA シンポジウム

##### ISOE 国際ALARA シンポジウム

2011 年は、ISOE 国際シンポジウムは開催されなかった。

2012 年の ISOE 国際 ALARA シンポジウムは北米技術センターによって、2013 年はアジア技術センターによって、それぞれ開催される予定である。

##### ISOE 地域ALARA シンポジウム

北米技術センターは、電力研究所 (EPRI) と共同で、2011 年 ISOE 北米 ALARA シンポジウムを開催した。このシンポジウムは、2011 年 1 月 10 日～12 日に、米国フォートローダーデールで開催された。6 カ国から 138 名が参加した。ドレスデン原子力発電所が、ワールドクラス ALARA パフォーマンス賞を受賞した。その他に、以下の受賞があった。

- 『ピッカリング A 原子力発電所 4 号機ボイラー6-ホットパーティクルの回収 (Pickering A Unit 4 Boiler 6 – Hot Particle Recovery) 』、C. Glover (カナダ、ピッカリング A 原子力発電所)
- 『イン・ビトロでのサンプリングを必要とする空気中のアルファ汚染事象の教訓 (Lessons learned from an Airborne Alpha Contamination Event Requiring Implementation of In-Vitro Sampling) 』A.P. Stevenson (米国、オコニー原子力発電所)

#### 3.2 ISOE ウェブサイト(www.isoe-network.net)

ISOE ネットワークとは、線量低減とALARA資源に関するISOE参加者のための包括的な情報交換ウェブサイトであり、シンプルなウェブ・ブラウザ・インターフェースを通じて、ISOEリソースに迅速かつ統合的にアクセスすることができる。このネットワークには、公開情報とメンバー限定情報の両方が含まれている。参加者は、ISOE刊行物、報告書やシンポジウム議事録、参加者間のリアルタイム・コミュニケーションのためのウェブ・フォーラム、メンバーのアドレス帳、ISOE職業被ばくデータベースへのオンライン・アクセスなど、広範かつ拡大し続けるALARAリソースへのアクセスが可能となる。

##### ISOE職業被ばくデータベース

ISOE内のデータへのユーザー・アクセスを増加させるため、ISOE参加者はISOEネットワークを通じ、ISOE職業被ばくデータベースにアクセスできるようになっている。

データベース上の原子炉の状況を修正することとなった。現状の状況は3件のみ維持されることとなった。そのうち2件は運転中の原子炉(運転前及び運転中)で、1件は停止された原子炉(廃止措置)である。原子炉の廃止措置については、3つの段階が定義されている。それは、永久停止、安全貯蔵、廃止措置活動である。

ISOE 1アンケートには、外部線量分布表と類似した新たな内部線量分布表が組み込まれた。

2005年以来、MADRASの名称で知られるデータベース統計解析モジュールが、ネットワーク上で利用可能となっている。予め設定された解析の主要カテゴリーには、以下が含まれる。

- ユニット・レベルでのベンチマーキング
- 1基当たりの平均年間集団線量
- 年間合計集団線量
- 発電したエネルギー当たりの年間集団線量
- 外部作業員及び停止による合計集団線量への寄与
- 原子炉ユニット数の傾向
- 1基当たりの集団線量の3カ年移動平均
- 線量率
- さまざまなクエリー

これらの解析からのアウトプットはグラフや表形式で提示され、ユーザーはローカルで印刷や保存を行い、利用または参照することができる。2011年には、MADRASで21の新たな解析が行われた。また、望ましい分析をメモリーに記憶するための、新たな機能が実装された。

### **RPライブラリー**

最も利用されているウェブサイト機能の1つであるRPライブラリーは、ISOEメンバーにISOEとALARAソースの総合カタログを提供し、放射線防護専門家の職業被ばく管理を支援するものである。RPライブラリーには、広範な一般向け及び技術者向けのISOE刊行物、報告書、プレゼンテーション、議事録などが含まれている。以下の種類の文書が入手可能である。2011年には、以下の種類の文書が入手可能となった。

- ベンチマーキング報告書
- RP経験報告書
- RP管理文書
- プラント情報関連文書
- PRフォーラムの統合
- シビアアクシデントマネジメント文書

### **RPフォーラム**

登録されたISOEユーザーは、RPライブラリーに加えて、RPフォーラムにもアクセスすることが可能であり、ネットワーク内のユーザーに対して職業放射線防護に関する質問、コメント、その他の情報を提出できるようになっている。このフォーラムには、全メンバーが含まれる共通のユーザー・グループに加え、専門的

な規制者グループと一般電気事業者グループが置かれている。RPフォーラムに入力された質問と回答はすべてウェブサイトの検索エンジンで検索可能なため、入力された情報の潜在的な利用者が拡大している。

2011年は、ネットワーク上に以下の要望が寄せられた。回答が5件を超えた要望については、ETCによって回答が統合され、RPライブラリー上で閲覧可能となる。

全メンバー

日付	国	タイトル
2011年5月	フランス:EDF	1次ループ及び2次ループ間の漏えい率の検出

電気事業者のみ

日付	国	タイトル
2011年1月	スウェーデン:フォルスマルク	屋外の汚染管理
2011年2月	フィンランド:オルキルオト	ポータブルコンタミネーションモニター
2011年3月	スウェーデン:リングハルス	高線量区域
2011年5月	フランス:EDF	使用済み燃料取替に関する線量測定
2011年7月	フランス:EDF	適切な年間集団線量目標の設定
2011年8月	スウェーデン:リングハルス	SF建屋、コアビームからの散乱線
2011年9月	米国:ワッツバー	ワッツバーにおける放射線作業許可に関する質問
2011年10月	フランス:EDF	振動機能付き線量計
2011年10月	フランス:CEPN	廃水管理に伴う職業被ばく
2011年12月	ルーマニア:チェルナボータ	EPD及びTLDの月次測定値の乖離
2011年12月	スウェーデン:リングハルス	アセンブリの除染

### 3.3 ISOE ベンチマーキング視察

放射線防護の慣行と経験の直接的交換を促進するために、ISOEプログラムは、4つの技術センター地域において、参加電気事業者間の自発的なサイト・ベンチマーキング視察を支援している。これらの視察は、電気事業者の要請に応じ、技術センターの支援を得て企画される。これらの視察の目的は、受け入れ発電所における良好な放射線防護慣行を特定し、その情報を訪問側の発電所と直接共有することである。ISOEの下でのこうした視察の要請及び受け入れは、電気事業者と技術センターの自主性に基づいており、視察後の報告書は、ISOEネットワークのウェブサイトを通じてISOEメンバーが（電気事業者や当局としての立場に応じて）入手できるようにして、ISOE内における当該情報の広範な普及を促進している。2011年に実施された視察の重点事項を以下にまとめる。

#### ETCの企画によるベンチマーキング視察

2011年には、ETCがフランスの電気事業者EDFのために、エクセロン（米国）へのベンチマーキング視察を企画した。その際、ISOE/ETCのリソースを利用するのではなく、ISOEのコネクションを利用した。本視

察の報告は、ISOEウェブサイトの電気事業者専用ページで閲覧可能である。

視察は2011年10月31日～11月4日に実施された。フランスの視察団は、複数名のEDFの代表者及び2名のCEPNの代表者から成る。

討議の主なトピックは以下の通り：

- 企業レベルでの放射線防護管理
- ALARA
- オンサイト作業のフォローアップ
- RP技術者のトレーニング
- 様々な放射線区域の分類及び管理

#### **NATCの企画によるベンチマーキング視察**

ISOE北米技術センター及びエクセロンの代表者が、2011年3月4日～5日、グラブリーヌNPP(フランス)を視察した。

主な議題は、EDFのPWRにおける配管のCZT計測であった。

## 4. 2011 年の ISOE プログラム管理活動

2011年も引き続きISOEプログラムでは、職業被ばくデータの収集と運転中の放射線防護に関する情報及び経験の効果的な交換、及び地域間の協力と連携の強化に焦点を当てた。これらは、ISOE ALARA シンポジウム、ISOEネットワークウェブサイト、及びISOE主催ベンチマーク視察(詳細はセクション4参照)を通して促進された。これらの取り組みは、ISOEプログラムを通して、原子力発電所における職業放射線防護及びALARA分野のエンドユーザー(放射線防護専門家)のニーズに答えるために実施されている。

### 4.1 ISOE 公式データベースの管理

#### 公式データベースの公表

ISOE 参加者は、ウェブ上のISOEネットワーク・データ入力モジュールとMicrosoft ACCESSに基づくISOEデータベース・ソフトウェアを用いてそれぞれの2010年のデータを提供し、ETCがそれらの情報をデータベースに統合した。ウェブ上に直接入力されたデータは質問票が認証され次第、入手できるようになっており、Microsoft ACCESSに入力されたデータを元に定期的に更新を行っている。

ETCは引き続きISOE公式データベースを管理し、2011年1月に2009年のデータを含むデータベースのCD-ROM/MS-Accessバージョンを作成し、配布した。各参加当局用の特定のデータベースがETCによって作成及び配布された。そのデータベースとCD-ROM版ISOEソフトウェアが年末に発表され、ISOE運営委員会の年次会議の後にすべてのISOE参加者に提供された。

### 4.2 ISOE ネットワークの管理

ISOEネットワークは、ISOEデータベースを含むISOE関連情報及び資源の中心的ポータルサイトとして引き続き機能した。ISOE国内コーディネーター又は個人が要請したすべての新規ユーザー・アカウントがETCにより作成及び実施され、NEA事務局がユーザーへの通知を行った。2011年末に、およそ611の電気事業者と110の規制当局メンバーのアカウントが作成された。

### 4.3 ISOE 管理及びプログラム活動

ISOE プログラムの全般的な運用の一環として、以下を含む進行中の技術及び運営会議が 2011 年全体を通じて開催された。

#### ISOE会合

ウェブ上でのISOE適用に関する技術会

ISOE事務局

データ分析ワーキング・グループ

NEA-ETCウェブ・ワーキング・グループ

第21回ISOE運営委員会会議

#### NEA/CRPPH-ISOE合同活動

職業被ばく専門家グループ

#### 日程

2011年1月及び5月

2011年5月及び11月

2011年5月及び11月

2011年10月

2011年11月

2011年3月及び10月

## **ISOE 運営委員会**

ISOE 運営委員会は、引き続き ISOE プログラムの管理に重点を置き、2011 年の年次会議で ISOE プログラムの進捗状況を検討し、2012 年の作業プログラムを承認した。2011 年中頃に開催された ISOE 事務局会議では、2011 年の ISOE 活動状況、ISOE 規約の更新状況、ISOE 年次セッション 2011 の計画、及び福島事故後の活動に重点が置かれた。シビアアクシデント管理における職業放射線防護に関する新たな専門家グループの設立が決定された。

## **ISOE データ分析ワーキング・グループ**

データ分析ワーキング・グループ (WGDA) は 2011 年 5 月及び 11 月に会合を開催し、ISOE データベースの統合性、完全性及び適時性、並びに予め決定された新 MADRAS クエリーの実施など、ISOE データ集積及び解析の向上のための選択肢に、引き続き重点を置いた。WGDA は 2011 年 5 月の会合時に、福島事故とその結果、及びシビアアクシデント時の放射線防護情報に関する ISOE の行動についてトピックセッションを設けた。また、ISOE 2 レポートの収集を中止し、既存の全レポートを RP ライブラリーに掲載することが決定された。

廃止措置タスクチーム: ISOE D に関する調査は最小限の作業/タスクによる廃止措置に適応しており、また関連する廃止措置活動完了後の報告の可能性にも適応している。この新たな提案を実行に移すことが検討される予定である。

## **水化学及びブースター管理に関する専門家グループ (EGWC)**

EGWC は、2011 年の運営委員会での決定に基づき組織された。2011 年 6 月に第一回目の会合を開催し、11 月には第二回目を開催した。本グループの目的は、一次水化学及びブースター管理における放射線防護の側面に関するレポートの発行である。本レポートには、放射線防護に直接関連する放射線防護の知識、技術及び経験の現状を反映させる。データ分析ワーキンググループ (WGDA) の下、EGWC は知識、技術及び経験の現状をレビュー及び分析し、サマリーレポートを作成する予定である。

EGWC は作業を行うにあたり、以下を実施する:

- 原子力業界における、原子炉の一次水化学及びブースター管理の運用面に関する情報及び実地経験を収集する。その際、特に職業被ばく管理への影響に重きを置く。
- 一次水化学管理において良好事例達成に重要な役割を果たす要因と側面を特定し、職員の線量及び運転コストに与える影響を分析及び定量化する。

## **シビアアクシデント管理及び事故後復旧における職業放射線防護に関する ISOE 専門家グループ (EG-SAM)**

事務局は、福島第一発電所事故を受けて EGSAM の創設を決定した。このグループの目的は、シビアアクシデントの初期対応および復旧作業において、適切な放射線防護作業範囲における最適な放射線防護管理手順に関する報告書を作成することで、良好な放射線防護慣行を特定し、過去の原子炉事故から学んだ放射線防護の教訓を整理及び伝達することである。

EG-SAMは以下を通して作業を行う：

- 高放射線区域の作業員の線量管理及び原子力産業における運転面や線量測定に関する実務経験について、職業被ばく管理手順に特に重点を置いた情報収集を行うこと。
- シビアアクシデント管理及び事故後の復旧における職業放射線防護に関する良好な慣行を達成するための重要な要素及び側面(知識、経験、技術、規制要件及びガイダンス、作業員の関与、情報)を特定する。

#### **NEA/CRPPH-ISOE 合同活動:職業被ばく専門家グループ**

EGOE が NEA 放射線防護及び公共保健委員会 (CRPPH) によって創設され、その活動への参加が ISOE に要請された。EGOE は 2011 年に一度会合し、すべての技術センターを含む ISOE メンバーが多数参加した。EGOE は、線量拘束値の概念が職業被ばく管理においてどのように実施されているかを解釈及び分析することを目的とする ICRP Publication 103 の実施について検討した。その報告書は、現在作成中である。幾つかの国から線量拘束値に関する実際的な情報を収集するために、European Radioprotection Authority Network (ERPAN) 内でも調査が実施された。EGOE は、新たな NPP 建設にあたっての ORP 原則と手順、及び職業放射線防護の線量拘束値に関する 2 件のケーススタディを紹介した。さらに、3 件目のケーススタディとして、移動労働者に関する調査も開始した。この調査には、国毎に異なる線量限度の影響、外部作業員の線量のトラッキング及び調整(データベース)、国際放射線パスブック、高放射線リスク作業及び複合的な職場リスク(放射線、毒性、化学物質等)管理を解決するための総合リスク管理及び放射線リスクの位置付けが含まれている。

## 5. ISOE 参加国における 2011 年の主要事象

要約データにはつきものであるが、セクション 2「職業線量の調査、傾向及びフィードバック」で示されている情報は、2011 年の平均的な数値結果の一般的概要を提示しているに過ぎない。こうした情報は、大まかな傾向を特定するのに役立ち、さらなる調査によって経験や教訓が明らかになる可能性のある特定分野を浮き彫りにするのに有益である。しかし、この数値データを充実させるために、本セクションでは、2011 年中に ISOE 参加国で発生し、職業被ばくの傾向に影響した可能性のある主要事象の短いリストを提示する。これらは、各国による報告に従って示されている<sup>1</sup>。本セクションに記載された国内報告書には、運転線量測定システムや公式線量測定システムの混在から生じた線量データが含まれている場合があるということに留意されたい。

---

<sup>1</sup> 国ごとに報告方法が異なるため、各国が使用している線量単位は標準化されていない。



## アルメニア

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
VVER	1	0.76
冷温停止もしくは廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
VVER	1	個別のデータ無し

#### 国内線量測定傾向の概要

2011年におけるアルメニアのNPPでの線量に重大な変化はなかった。線量の主な原因は、放射線管理区域内での作業、例えば使用済み燃料の取り出しや輸送、原子炉機器系統における放射線物質の取り扱い、除染作業、及び放射性廃棄物関連作業によるものである。最大個人線量は15.8 mSvであった。外部作業員の集団線量は、0.140 人・Svであった。外部作業員の集団線量が低い理由は、プラントの運転業者が独自の修理業者を抱えているためである。

#### 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

線量測定傾向に影響を及ぼした重要な事象はなし。

#### 停止の回数及び期間

2011年は、45日間の停止が一回行われた。

#### 新規に運転開始するプラント/停止するプラント

新たなプラントの建設及びサイト選定は、現在進行中である。しかし、福島第一原子力発電所事故に関連する新たな安全向上のアプローチが、プラント設計の規制要件やサイト評価検討に影響を与えたと考えられる。サイトに関する新たな規制と設計要件が、承認段階にある。

#### 主な展開

「ALARA文化の実践を含む線量低減プログラム」の進捗は緩やかだが、古い放射線制御系の改良はほぼ終了している。新たな放射線制御系は、すでに運用されている。

#### 機器又は系統の取り替え

2011年の停止期間中に、機器又は系統の取り替えは行われなかった。

#### 安全関連問題

中レベル放射性廃棄物処理と貯蔵作業に伴ういくつかの安全関連問題が、引き続き予想される。アルメニアにおける放射性廃棄物管理の概念が政府に承認され、国家戦略の作成が開始された。

#### 不測の事象

2011年に不測の事象は記録されなかった。

### **新規又は試験的な線量低減プログラム**

2011年に申請された新規又は試験的な線量低減プログラムはなかった。

### **組織の変化**

スタッフの個人線量低減のため線量計画が、引き続きALARA実践の主要ツールとなっている。

### **2012年に向けて**

2012年は、固体化された中レベル放射性液体廃棄物の貯蔵問題が解決する見込みである。

### **2012年の主要作業に関する技術計画**

浮遊物質及び液体の放出に関する放射線制御系改良、制御室の環境の改善システムの完成(ヨウ素フィルター追加)及び放射性廃棄物管理のための線量低減プログラム。

### **2012年の主要作業に関する規制計画**

NPPの検査に向けた検査手順及び新たなチェックリスト作成に関する特別な作業について、許認可条件及び規制要件に準拠するよう改善し、フォローアップ活動を行う。

アルメニアのNPPが報告した放射線防護及び放射性廃棄物管理の安全性の観点から、安全評価報告書(SAR)をレビューし、フォローアップ活動の準備を行う。

## ベルギー

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	7	0.39

#### 国内線量測定傾向の概要

2011年の集団線量(人・mSv) :

チアンジュ1号機	チアンジュ2号機	チアンジュ3号機	合計
524	722	21	1265
ドール12号機	ドール3号機	ドール4号機	合計
583	532	210	1415

#### 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

チアンジュ2号機の停止時線量が線量測定目標を超過した原因は以下の通り:

- RCAでは、当初予測された量の2倍の足場が必要であった。
- 溶接作業の仕事量が少なく見積もられていた。
- 停止準備段階で、いくつかの溶接作業が認識されていなかった。
- 一次ポンプにおける追加作業
- 燃料移送管に生じた問題

ドール3号機の停止時線量が線量測定目標を超過した原因は以下の通り:

- 調査の変更
- 補修
- 供用中検査 (ISI) 中の線量増加

ドールの原子炉補助建屋の廃水と廃棄物処理の導入について、様々な問題が生じた。

#### 停止の回数及び期間

ユニット	停止期間 (日数)	作業員数	集団線量 (人・mSv)
チアンジュ1	53	1671	481
チアンジュ2	54	1675	677
チアンジュ3	停止なし	停止なし	停止なし
ドール1	36	1110	317
ドール2	18	995	191
ドール3	36	1093	481
ドール4	24	738	192

### **主な展開**

ドール3号機における一次冷却系への亜鉛注入が、2011年4月に開始された。

### **新規又は試験的な線量低減プログラム**

チアンジュ2号機の一次冷却系への亜鉛注入が検討されている。

### **2012年に向けて**

2012年1月1日より、チアンジュ原子力発電所サイトではフィルム線量計の代わりに光刺激ルミネセンス (OSL) 線量計を導入した

### **2012年の主要作業に関する技術計画**

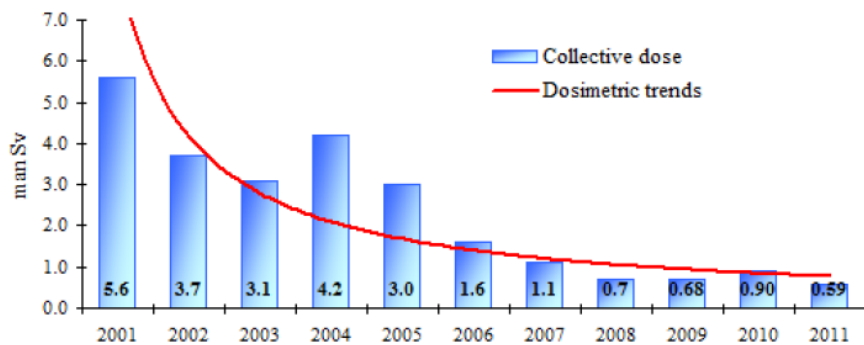
チアンジュ2及び3号機、及びドール1、2、3、4号機における停止作業。

## ブルガリア

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
VVER-1000	2	0.274
冷温停止もしくは廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
VVER-440	4	0.0092

### 国内線量測定傾向の概要



### 停止の日数及び期間

ユニット番号	停止期間(日)	停止情報
5号機	25日	燃料交換及び保守活動
6号機	34日	燃料交換及び保守活動

### 機器又は系統の取り替え

5及び6号機において、原子炉容器上蓋の全チューブを交換した。

### 2012年の主要作業に関する技術計画

5及び6号機における燃料交換及び保守

## カナダ

### 2011年の線量実績

2011年のカナダにおけるCANDU炉20基(17基の運転中ユニット及び3基の改修中ユニット)の集団線量は27.83人・Svで、平均は1.39人・Sv/基であった。

運転中の17基の合計集団線量は18.91人・Svで、平均は1.11人・Sv/基つまり111人・rem/基であった。統計は以下の表1及び2に示す。これらの数値は、ブルースAの1及び2号機及びポイントルプローにおける改修作業による集団線量を除いたものである。

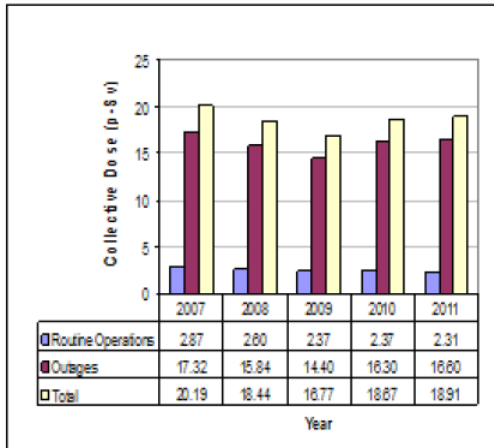


表 1: 2007年～2011年における運転状況ごとの集団線量

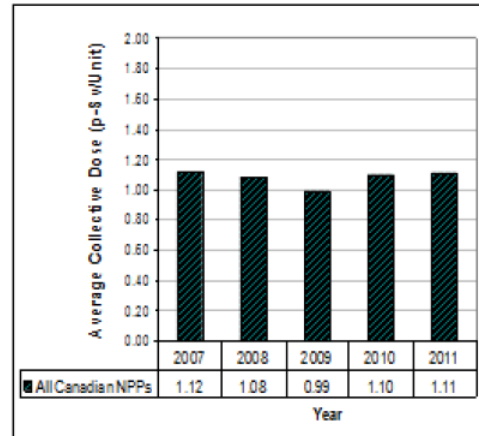


表 2: 運転中原子炉1基当たりの合計集団線量

2011年のカナダにおける運転中原子炉の日常運転及び停止による合計集団実行線量は、過去の年と比べると比較的安定していた。カナダのNPPにおける1基当たりの平均年間集団線量は、過去5年間で約1人・Svを維持している。

2011年の改修中ユニット(ブルースAの1及び2号機及びポイントルプロー)における集団線量は、8.924人・Sv(平均集団線量は2.975人・Sv/基つまり297.5人・rem/基)であった。

2009年～2011年のカナダにおける運転中及び改修中ユニット1基当たりの3カ年移動平均集団線量は1.299人・Sv/基(129.9人・rem/基)であり、2008年～2010年の1.295人・sv/基(129.5人・rem/基)から～0.3%増加した。

2011年の安全貯蔵状態にあるユニット(ピッカリングAの2及び3号機)の集団線量は、0人・Svであった。

規制線量限度を超える被ばくはなかった。

### オンタリオ・パワー・ジェネレーションダーリントン原子力発電所

ダーリントン原子力発電所(DNGS)は、4基(1～4号機)の運転中ユニットを有する。

2011年の発電所全体における合計集団線量は1.666人・Svつまり0.416人・Sv/基であった。合計外部線量は1.556人・Svで、合計内部線量は0.110人・Svであった。

2011年の停止時合計集団線量は1.333人・Svで、過去数年よりも大幅に低かった(2009年は2.937人・Sv、2010年は3.373人・Sv)。この低下は、停止作業の数と範囲によるものである。

ダーリントンでは、2013年まで継続される予定の戦略的ソースターム低減計画を通し、放射線防護の向上を目指して努力を続けている。2011年の通常運転による年間集団線量は、0.333人・Svであった。

#### **オンタリオ・パワー・ジェネレーション/ピッカリング原子力発電所-A**

ピッカリング原子力発電所A (PNGS-A)は、2基(1及び4号機)の運転中ユニット、及び2基(2及び3号機)の安全貯蔵状態のユニットを有する。

##### PNGS-A運転中ユニット(1及び4号機)

2基の合計集団線量は、2.348人・Svつまり1.174人・Sv/基であった。外部線量は2.51人・Svで、内部線量は0.297人・Svであった。

1及び4号機における計画停止及び強制停止による停止時集団線量は、2.053人・Svであった。日常の運転による年間線量は0.295人・Svであった。

1及び2号機では、2015年までにオペラビリティ及び信頼性を向上させるため、大幅な改良が行われた。

##### PNGS-A 安全貯蔵状態のユニット(1及び2号機)

ユニット(2及び3号機)の合計集団実効線量はごくわずかであった。安全貯蔵状態への移行は、2010年に完了している。

#### **オンタリオ・パワー・ジェネレーション/ピッカリング原子力発電所-B**

ピッカリングBは、4基(5～8号機)の運転中ユニットを有する。

合計集団実効線量は、3.741人・Sv(0.935人・Sv/基)であった。これは、2010年の集団実効線量(3.936人・Sv)よりもわずかに低い数値である。

通常運転による年間線量は0.546人・Svである一方、停止時合計集団線量は3.195人・Svであった。

合計集団外部線量は3.180人・Svで、合計集団内部線量は0.561人・Svであった。

#### **ハイドロ・ケベック/ジェンティリー-2 原子力発電所**

ハイドロ・ケベックは、ジェンティリー-2に1基の運転中ユニットを有する。

2011年の合計集団実行線量は0.702人・Svであった。外部線量は0.583人・Svで、内部線量は0.119人・Svであった。通常運転時の線量(0.098人・Sv)及び停止時線量(0.604人・Sv)が低かったため、合計集団線量も2010年より低下した。

#### **ニュー・ブランズウィック・パワー/ポイントルプロー原子力発電所**

ニュー・ブランズウィック・パワーは、ポイントルプローに1基の運転中ユニットを持つ。本発電所は、改修のため2008年3月23日に停止した。改修作業は、2012年に完了する見込みである。

2011年の合計集団実効線量は1.953人・Svで、外部線量は1.923人・Sv及び内部線量は0.030人・Svであ

った。この線量のほとんどが、カランドリア管と燃料チャンネルの設置によるものである。さらに、これらのプロジェクトが、集団線量の88%を占めている。しかし、共に当初の線量予測以内に収まっている。

#### **ブルース・パワー／ブルース原子力発電所-A**

ブルース原子力発電所A(ブルースA)は、2基(3及び4号機)の運転中ユニット、及び2基(1及び2号機)の改修中ユニットを有する。

##### ブルースA運転中ユニット(3及び4号機)

合計集団実行線量は3.348人・Sv(つまり1.674人・Sv/基)であり、内部線量が0.245人・Sv、外部線量が3.103人・Svであった。停止時線量は合計集団線量の内3.038人・Svであり、2基の通常運転時の線量は0.310人・Svであった。

集団実効線量は、3号機で延長された供用期間中検査時を除いて、2010年よりも低かった。

##### ブルースA 1及び2号機再稼働プロジェクト

1及び2号機は、2005年から改修のため停止していた。改修作業は2012年に完了する見込みである。

2011年の合計実効線量は6.971人・Svであった。この数値は例年に比べて非常に高いが、特定の改修作業が原因である。フィーダー交換により4.935人・Sv、チューブの再取り付けにより0.767人・Svがそれぞれ生じた。

外部線量は6.810人・Svである一方、内部線量は0.161人・Svであった。

#### **ブルース・パワー／ブルース原子力発電所-B**

ブルースBは、4基(5～8号機)の運転中ユニットを有する。ブルースBでは、近年線量低減5カ年計画が打ち立てられた。

合計集団実効線量は7.102人・Sv(1.776人・Sv/基)で、外部線量は6.611人・Sv、内部線量は0.491人・Svであった。2011年の停止時合計集団線量は、6.374人・Svであった。

2011年の通常運転時における年間線量は0.728人・Svであった。

表3には、2011年の各プラントにおける停止時、通常運転時、及び外部/内部線量の内訳が示されている。

ユニット	停止時線量 [人・Sv]	通常運転時 [人・Sv]	外部線量 [人・Sv]	内部線量 [人・Sv]	サイトの合 計線量 [人・Sv]	原子炉毎の 線量 [人・Sv]
ブルース1	6.971	0.000	6.810	0.161	6.971	3.486
ブルース2						3.486
ブルース3	3.038	0.310	3.103	0.245	3.348	1.674
ブルース4						1.674
ブルース5	6.374	0.728	6.611	0.491	7.102	1.776
ブルース6						1.776
ブルース7						1.776
ブルース8						1.776
ダーリントン1						0.417
ダーリントン2						0.417



ダーリントン 3						0.417
ダーリントン 4	1.333	0.333	1.556	0.110	1.666	0.417
ジェンティリー 2	0.604	0.098	0.583	0.119	0.702	0.702
ピッカリング 1	2.053	0.295	2.051	0.297	2.348	1.174
ピッカリング 2						0.000
ピッカリング 3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ピッカリング 4	ピッカリング 1 号機参照					1.174
ピッカリング 5						0.935
ピッカリング 6	3.195	0.546	3.180	0.561	3.741	0.935
ピッカリング 7						0.935
ピッカリング 8						0.935
ポイントプロ 1	1.953	0.000	1.923	0.030	1.953	1.953

表 1: 2011 年カナダ原子力発電所線量データ

## チェコ共和国

### 国内線量測定傾向の概要

#### ドコバニ NPP

1985 年より商用運転を開始した PWR-440 213 タイプのユニットが 4 基ある。

2011 年の集団実行線量 (CED) は、過去 5 年間で 2 番目に低い 0.488 人・Sv であった。電力会社の CED は 0.048 人・Sv、委託業者の集団線量は 0.440 人・Sv であった。被ばくした職員の総数は 1884 名 (電力会社職員が 572 名、委託業者職員が 1312 名) であった。1 基当たりの平均年間集団線量は 0.122 人・Sv であった。

最大個人実効線量は、停止時に断熱作業を行っていた電力会社職員が 1.88mSv、委託業者職員が 5.44mSv であった。

#### テメリン NPP

2004 年以来、商業運転中の PWR 1000 MWe 型 V320 のユニットが 2 基ある。

2011 年における集団実効線量 (CED) は、0.238 人・Sv であった。電気事業者従業員の CED は 0.041 人・Sv、請負業者では 0.197 人・Sv であった。被ばくした作業員の合計数は、1738 人 (電気事業者従業員 593 名、請負業者従業員 1145 名) であった。1 基当たりの平均年間集団線量は、0.119 人・Sv であった。

最大個人実効線量である 4.23 mSv は、停止期間中に原子炉の組立作業を行った請負業者の作業員が受けたものである。

### 停止回数及び期間

集団線量の主な原因は、計画停止であった。

ドコバニ	停止情報	集団実効線量 (人・Sv)
1 号機	燃料取替及び 500MWe への出力増強を伴う 77 日間の標準保守停止	0.212
2 号機	燃料取替を伴う 22 日間の標準保守停止	0.057
3 号機	燃料取替を伴う 34 日間の標準保守停止	0.087
4 号機	燃料取替を伴う 20 日間の標準保守停止	0.056
テメリン	停止情報	集団実効線量 (人・Sv)
1 号機	燃料取替を伴う 66 日間の標準保守停止	0.069
2 号機	燃料取替を伴う 82 日間の標準保守停止	0.131

すべての CED の値が電子式個人線量計の測定値に基づいている。

### 主な展開

2011年8月～11月にかけて、ドコバニ1号機(500MW)における出力増強及び以下の主な作業が行われた。

- 高圧タービンの交換
- 発電機の交換
- 発電機保護システムのアップグレード
- SCORPIO管理システムのアップグレード

停止時線量と合計実効線量が極めて低く、これは一次系水化学管理体制が良好であること、放射線防護体制が適切に組織化されていること、また高放射線リスクを伴う作業においてALARA原則が厳格に実施されていることを意味している。すべてのCEDの値が電子式個人線量計の測定値に基づいている。

### **不測の事象**

2011年、ドコバニNPPにおいて異常な放射線事象は発生しなかった。

テメリンNPPでは、2号機の内部構造物解体の際に異物除去作業を実施したため、前年と比較してCEDが高くなった。上部炉内構造物パッケージ、炉心バレル、原子炉容器表面の検査及び修復(研削、研磨)が新たに必要となったため、停止が2週間延長された。作業区域が高線量率であったにもかかわらず、優れたALARA計画のおかげで、線量はたった40 mSvの増加にとどまった。(鉛で遮へいされたゴンドラの使用、シャフト内水位の精密な調整、輸送軌道及び時間の最適化、入念な作業準備)

### **2012年の主要作業に関する技術計画**

ドコバニ2号機で原子炉出力増強が実施される。(2012年2月～5月)

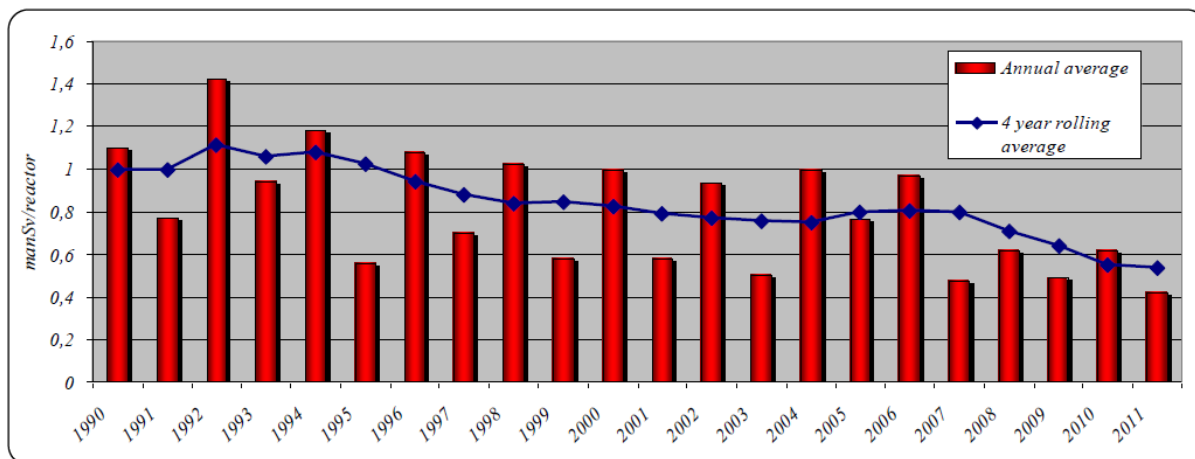
## フィンランド

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
VVER	2	0.357
BWR	2	0.482
全種類	4	0.419

#### 国内線量測定傾向の概要

年間集団線量は、年間の停止の長さの種類に大きく左右される。2011 年のフィンランドの NPP における集団線量(1.677 人・Sv)は、運転史上最も低い数値であった。この主な原因は、4 基中 3 基の原子炉における停止が短期間であったためである。長期的に見ると、4 年ごとの平均集団線量は、1990 年代初頭から、わずかに減少傾向である。



#### 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

##### オルキオト原子力発電所

2011 年は、オルキオト 1 号機で短期燃料取替停止が実施され、いくつかの保守作業と検査及び試験が行われた。停止は 9 日間で終了し、集団線量は 0.123 人・Sv であった。これは、オルキオトの原子炉ユニットにおける、史上最も低い停止時線量である。

オルキオト 2 号機における保守停止は 29 日間実施された。これは、オルキオト NPP 史上最も大規模な停止であった。燃料取替に加え主な作業として、低圧タービン、蒸気配管の内側隔離弁、抽気管、発電機及びその冷却系、凝縮水浄化の I&C、低電圧ギア、主海水ポンプの交換が実施された。オルキオト 2 号機の保守停止に伴う線量は、大規模な改良作業を実施したにもかかわらず、極めて低く維持されていた。オルキオト 2 号機の停止時集団線量は、0.673 人・Sv であった。オルキオト 2 号機では、停止後の運転中に燃料漏れが検知された。

## ロビーサ原子力発電所

2011年の両ユニットにおける停止は短期の燃料取替停止であり、約17日と約20日であった。停止時集団線量は、プラント運転史上最も低い水準の0.40及び0.25人・Svであった。集団線量の主な原因は、原子炉関連作業(解体、組み立て)、清掃/除染、及び付随する放射線防護、断熱、足場組み立ての作業である。

### 2012年の主要作業に関する技術計画

- オルキルト1号機: 保守停止、予定期間16日間、主な作業は、発電機、低電圧ギア及び凝縮水浄化のI&Cの交換。
- オルキルト2号機: 燃料取替停止、予定期間:8日間。
- オルキルト3号機: 建設中。2014年に通常運転開始見込み。
- ロビーサ1号機: 39日間の大規模検査停止。全ての主要構造物が検査される予定。全6台の蒸気発生器の検査及び圧力制御装置の改良等、いくつかの主要な保守及び改良作業が実施される予定。
- ロビーサ2号機: 21日間の短期保守停止。特に原子炉圧力容器のフランジシール面の保守作業の実施。

### 2012年の主要作業に関する規制計画

規制指針の更新に関する作業が、2011年も引き続き実施された。更新作業の過程では、例えば新たなNPPの許認可時の実績を考慮に入れる。目標は、新たな指針の構造を作り、既存の指針を組み合わせることで指針の数を最小限にすることである。指針の大部分は、2012年末までに公表される。

オルキルト3号機は、建設中である。土木工事はすでに完了している。一次系機器の設置も完了した。運転許認可申請は、2012年に提出される予定である。

2010年7月の国会において、フィンランドに2基の新たなユニットを建設するという政府の決定が承認された。フェンノボイマは、2011年10月にサイトを選択し、ピュハヨキに原子力発電所を建設することを決定した。放射線・原子力安全局(STUK)は、建設許認可段階に向けて準備を開始した。

2011年3月15日、雇用経済省はフィンランドNPPの機能について、洪水や他の異常な自然現象の影響にどの程度備えられているか、またプラントで様々な障害や故障が生じた場合の電力確保が保証されているかを調査するよう、STUKに要求した。STUKは、これらのストレステストに対する電力事業者の回答を評価した。

STUKは、総合規制評価サービス(IRRS)ミッションに参加する予定である。評価は、2012年末までに完了すると考えられる。

## フランス

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	58	0.71

冷温停止もしくは廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	1	0.264
GCR	6	0.002
HWGCR	1	0.003
SFR	1	0.005

#### 年間集団線量

2011 年の平均集団線量は、線量目標の 0.72 人・Sv/基に対し、0.71 人・Sv/基であった。3 ループ原子炉 (34 基) の平均集団線量は 0.91 人・Sv/基であり、4 ループ原子炉 (24 基) の平均集団線量は 0.44 人・Sv/基であった。

2011 年には、24 回の短期停止、17 回の標準停止、9 回の 10 年毎の停止、2 回の強制停止、1 回の蒸気発生器交換が実施され、8 基においては停止が行われなかった。停止時集団線量が、合計年間集団線量の 84% を占めている。運転中の集団線量は、合計年間集団線量の 16% を占めている。中性子合計集団線量は、0.274 人・Sv (0.223 人・Sv は使用済み燃料輸送時のもの) であった。

#### 個人線量

2011 年末時点で、連続する 12 ヶ月の間に 16 mSv より高い線量を受けた人はいなかった。被ばくした人の 69% は、連続する 12 ヶ月の積算線量が 1 mSv を下回っていた。被ばくした人の 99% は、連続する 12 ヶ月の積算線量が 10 mSv を下回っていた。

#### 線量測定傾向に影響を及ぼした主要事象

線量測定傾向に影響を及ぼした主要事象は以下の通りである：

- 0.618 人・Sv: トリカスタン 1 号機の強制停止中に実施された追加作業 (+86 人・mSv)。トリカスタン 2 号機における DDG の掃除及び GI が予想より長引いたこと ( $\alpha$  線のリスク) (+82 人・mSv)。
- 0.113 人・Sv: ノジャン 2 号機における、全燃料集合体の浸透探傷検査。

さらに、ビュージェイ 3 号機では 2 件の変則的な停止が実施された。

- 2009 年に開始: 短期停止 (2009 年 4 月 25 日～2010 年 5 月 16 日、集団線量 624 人・mSv)

- 2010年に開始:短期停止/蒸気発生器交換(2010年5月17日~2011年1月8日、集団線量937人・mSv)

### EDF 3 ループ原子炉

2011年の3ループ原子炉の停止プログラムは、15回の短期停止、12回の標準停止、10年毎の停止が6回(1回はSGRを含む)で構成されている。1基では停止が実施されず、トリカスタン3号機では1回の強制停止が実施された(21.70人・mSv)。

さまざまな種類の停止における最低集団線量は、以下のとおりであった。

- 短期停止:ダンピエール2号機における0.147人・Sv
- 標準停止:シノンB3号機における0.467人・Sv
- 10年毎の停止:ダンピエール1号機における1.407人・Sv

2011年のSGRに伴う最低集団線量は、フェッセンハイム2号機における0.855人・Svであった。

### EDF 4 ループ原子炉

2011年の4ループ原子炉の停止プログラムは、9回の短期停止、5回の標準停止、10年ごとの停止が3回で構成されている。7基の原子炉では停止が行われなかったが、1基で強制停止が実施された。(シボア2号機、集団線量0.001人・Sv)

さまざまな種類の停止における最低集団線量は、以下のとおりであった。

- 短期停止:カットノン4号機における0.197人・Sv
- 標準停止:ショー1号機における0.369人・Sv
- 10年ごとの停止:パンリー1号機における1.052人・Sv

### **放射線防護事象**

2011年、フランス当局に報告された2件の放射線防護事象(ESR)がINES尺度でレベル1に分類された。

- パンリーNPP:1号機において、2次側の蒸気発生器の上部の除去中における放射線防護の際、1名の作業員が皮膚線量430mSvを受けた。
- シノンNPP:1号機における電気工事中、一次防護施設からの内容物損失により、原子炉建屋の表面及び大気の汚染が増加した。

### **2012年の目標**

2012年の新たな集団線量目標は、0.67人・Sv/基である。個人線量目標については、最も被ばくした作業員の個人線量を3年間で10%低減させる方向に変更された。EDF DPNも目標を遵守しており、個人線量が18mSvを超える物はいなかった。

### **2012年の活動**

集団線量については、停止プログラムと比較すると壮大といえる線量目標を達成するため、ALARAプログラムを継続している。

## フランス原子力安全局(ASN)

### 2011年

2011年、フランス原子力安全局(ASN)は、NPPの放射線安全に関する29件の特定の検査を実施した。そのうち5件は、ロワール川沿いのNPPが、NPPとEDF本社間の放射線防護とインターフェースについてどのように統一しているかを徹底的にレビューする中の一環として実施された。

これらの検査や、重大な放射線防護事象の分析を行う中でASNが発見した所見の観点から、ASNは運転中のNPPにおける放射線防護の結果には改善が見られるものの、あまり良好ではないと考察した。

概して、ASNはNPPによって規定及び実施されている放射線防護の仕組みについて、十分に条件を満たしていると考えている。

ASNはEDFについて、特に工業用ラジオグラフィーの運用が十分に準備されていること、またサイトでのALARAアプローチに新たな弾みをつけるために2010年から実施されてきた取り組みが維持されていることに留意した。

しかしASNは、多くの原子炉で10年毎の停止検査が実施されていたことから、2011年の1基当たりの集団線量測定値が上昇していることに注目した。保守作業量は依然として多く、今後数年間でさらに増加することが考えられる。そのためASNは、今後の原子炉停止中はEDFが集団及び個人線量測定値を最適化するための努力を強化するべきであると考えている。

さらにASNは、「立入禁止」区域への接近プロセスには改善の余地があるとした。例えば、禁止区域への誤った立ち入りや、禁止区域を施錠し損ねるといったことが、未だに観察される。

最終的にASNは、リスク分析の品質と統合、管理区域の汚染管理、モバイルRP機器の管理、放射線防護規則適用のモニタリング、放射線防護部における十分な人材確保、介在する人材に対する経験と良好事例の展開について、EDFがそのレベルを上げる必要があるとした。

放射線防護について、ASNは引き続きフラマンビル3号機のEPRにおける試運転プロセスを分析した。特に、放射線の問題が非常に重要となる活動について、及び原子炉建屋に新たなエリアを設けることで、特定の保守作業が可能となる「2つの部屋(two rooms)概念」を原子炉運転中に実施することについての分析である。

### 2012年

2012年、ASNは2011年と同様、同じ地域にある3つのサイト(ルブレイエ、シボー及びゴルフエッシュ)について、放射線防護及び放射性物質の除去に関する徹底的な検査を行う。この検査によって、サイトにおける放射線防護要件の実施に関する不一致を観察する機会を得ることができる。

職員の放射線防護に関する1件の事象について言及する。その事象は、2012年3月19日、ルブレイエNPPの原子炉建屋における停止中に発生した。γ線ラジオグラフィー試験時に、イリジウム-192線源(2.4 TBq)が容器の外側に飛び出していた。この事象においては、被ばくによる影響はほとんど無かったが、飛び出した線源の放射線レベルが高く、またアクセスが困難(空間が踏み板や梯子等で狭くなって



いる)であったことから、回収するのが非常に困難であった。線源を安全に回収するまでに数週間を要した。この経験に関するフィードバックが、現在も進行中である。

より一般的に言うと、ASN と IRSN は、特に原子炉停止中の線量目標と、その目標を達成するための組織的及び技術的な措置の設定について、依然慎重な姿勢である。

## ドイツ

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	11	0.43
BWR	6	0.58
全種類	17	0.48
冷温停止もしくは廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・v/基)
PWR	3	0.12
BWR	1	0.29
全種類	4	0.17

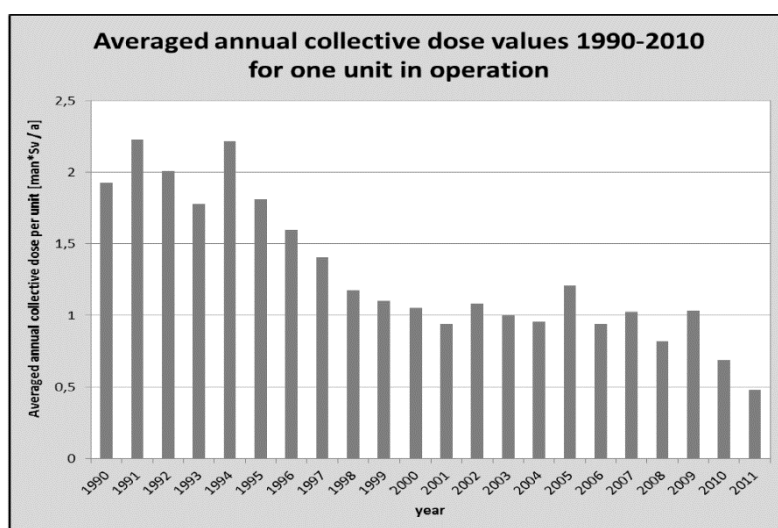
#### 国内線量測定傾向の概要

2011年、ドイツでは17基の原子力発電所(PWR11基、BWR6基)が運転していた。1基あたりの平均年間集団線量は0.48人・Svであり、2011年の0.69人・Sv(運転中の同じ発電所)と比較すると30%低かった。1990年～2011年の平均年間集団線量の傾向は、以下の表に示すとおりである。

#### 線量測定傾向に影響を及ぼした主要事象

2011年の線量測定傾向に影響を及ぼした主要事象は、ドイツの政局である。福島事故の後、ドイツ政府は8基の原子力発電所を停止することを決定した。2011年3月以降、ウンターバーザー、ビブリスA、ビブリスB、ネッカー1号機、フィリップスブルク1号機、クリュンメル、ブルンスビュッテル、イザール1号機が、運転を停止している。

そのため、年間で9基のみが通常運転を行った。これら9基のプラントにおける、1基あたりの平均年間集団線量は0.56人・Svであった。



### **停止の回数及び期間**

8 基の原子力発電所を停止する政治判断により、これらのプラントでは強制停止が実施された。8 基中 2 基では、以前の技術的及び政治的な問題によって、すでに強制停止が行われていた。その他の 6 基については、3 月から強制停止が実施されている。これらの強制停止の他に、運転中のプラントにおいて 11 件の通常停止が行われた。

### **新規に運転開始/停止するプラント**

ドイツでは、新たな原子力発電所建設の計画はない。政局により、2011 年は 8 基のプラント(ウンターバーザー、ビブリス A、ビブリス B、ネッカー1 号機、フィリップスブルク 1 号機、クリュンメル、ブルンスビュッテル、イザール 1 号機)が停止した。

## ハンガリー

### 線量情報

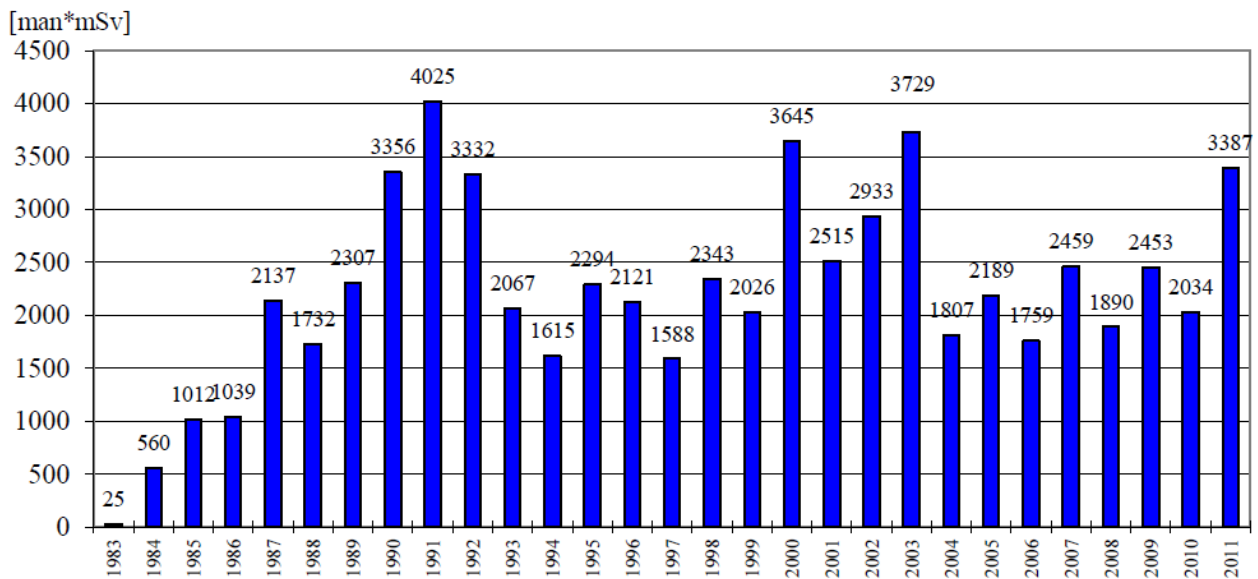
運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
VVER	4	0.749(電子線量計) 0.847(フィルムバッジ)

### 2012 年の主な事象

#### 国内線量測定傾向の概要

職業線量測定結果に基づき、2011 年のパクシュ NPP における集団放射線被ばくは 2997 人・mSv であった(線量測定作業許可のあるものが 2352 人・mSv、ないものが 645 人・mSv)。最も高い個人放射線被ばくは 12.6 mSv であり、線量限度である 50mSv/年及び線量拘束値である 20mSv を大きく下回っている。

集団線量は、前年に比べて増加した。その主な原因は、主に 1 号機における 1 件の「いわゆる」長期停止を含む全ての停止によるものである。



2000 年以降、このデータは個人線量当量/Hp (10)として読むものとする。

#### パクシュ原子力発電所における年間集団線量値の推移 (当局によるフィルムバッジモニタリグの結果に基づく)

#### 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

2011 年は総分解点検(長期保守停止)が 1 回行われた。1 号機における停止時集団線量は 1255 人・mSv であった。1 号機において、いくつかの改良作業を行った。また、寿命延長プロジェクトによって集団線量が最も高くなった。

### **停止の回数及び期間**

停止期間は、1号機で61日間、2号機で32日間、3号機で29日間、4号機で26日間であった。

### **主な展開**

パクシュNPPの4基は、1983年～1987年間に運転を開始した。設計寿命(30年)を考慮すると、これらの原子炉は2013年～2017年間に停止されることとなる。現在の専門知識を以てすれば、ユニットの設計寿命を最低10年延長することも、現実的な長期目標として考えることができる。

## イタリア

### 線量情報

冷温停止もしくは廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	1	0.002
BWR	2	0.014
GCR	1	0.010

## 日本

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	24	0.96
BWR	22(*1)	1.05
全種類	46(*1)	1.01

\*1 注:「BWR」及び「合計」には、2009年11月18日から廃止措置中の浜岡1及び2号機が含まれている。  
また、福島第一及び福島第二発電所のBWR10基における被ばくについては、東日本大震災の影響で事業者が数値を推定中であることから、上表からは排除した。

冷温停止もしくは廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
GCR	1	0.05
LWCHWR	1	0.13

#### 国内線量測定傾向の概要

福島第一及び福島第二原子力発電所は、2011年3月11日に発生したマグニチュード9.0の東日本大震災と巨大津波による被害を受けた。これらの発電所における2011年度の被ばくデータは、事業者によって推定中である。そのため、以下の2010年度及び2011年度における被ばくデータには、これらの発電所のBWR10基に関するデータは含まれていない。2011年度の全てのPWR及びBRWにおける合計集団線量は46.29人・Svであり、2010年度の数値(61.07人・Sv)よりも14.8人・Sv低かった。1基当たりの平均年間集団線量は、「BWR+PWR」が1.01人・Sv、BWRが1.05人・Sv、PWRが0.96人・Svであった。2011年度におけるこれらの1基あたりの集団線量は、前年に比べて低かった。特にPWRにおける2011年度の平均集団線量は、前年よりも0.55人・Sv減少した。

#### 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

2011年度に集団線量が減少した主な原因は、改良工事の減少である。集団線量に影響を与える主な事象は、BWRの再循環ポンプの交換作業及びPWRの高温配管サポートにおける耐震余裕の向上作業である。

#### 停止の回数及び期間

日本の原子力発電所は、福島第一原子力発電所事故を受けた定期検査を実施するために停止して以来、運転を再開していなかった。そのため、2011年度に定期検査を終えて運転を再開したのは、福島事故を受けた検査の後に試運転を実施していた泊3号機のみであった。検査機関は225日間であった。

#### 新規に運転開始/停止するプラント

2011年5月20日、東京電力は2011年3月11日の東日本大震災及び津波によって甚大な被害を被った福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置を決定した。

## 安全関連事象

福島第一原子力発電所では、早期緊急時対応に向けた取り組み、炉心冷却の安定化、事故後の復興等が実施された。こうした作業は高線量かつ放射性物質の高汚染下で実施されることから、作業員の放射線防護のため、労働環境や保護具の整備、除染及び瓦礫の撤去、作業の機械化といった被ばく低減措置が執られた。

2011 年度末(2012 年 3 月)に生じた福島第一原子力発電所事故後における職業被ばくの線量分布は以下の通りである。

### 東京電力福島第一原子力発電所において緊急時作業に従事した職員の被ばく線量分布 (2011 年 3 月～2012 年 3 月の蓄積線量<sup>1,2)</sup>)

蓄積線量分布 (mSv)	TEPCO 従業員 (人)	その他 (人)	合計
250 < D	6	0	6
200 < D ≤ 205	1	2	3
150 < D ≤ 200	22	2	24
100 < D ≤ 150	117	17	134
50 < D ≤ 100	441	364	805
20 < D ≤ 50	619	2,357	2,976
10 < D ≤ 20	482	2,812	3,294
D ≤ 10	1,700	12,048	13,748
合計	3,388	17,602	20,990
最大(mSv)	678.80	238.42	678.80
平均(mSv)	24.80	9.59	12.04

1) 蓄積線量には、外部線量及び内部線量が含まれる。

2) 2012 年 5 月 31 日現在。

原子炉が「冷温停止」と同じ状態となり放射線量が大幅に減少したことから、2011 年 12 月には緊急時線量限度が 250 mSv から本来の限度である 100 mSv に引き下げられた。その後さらに、一部の作業を除いて、通常時の線量限度である 5 年間で 100 mSv (50 mSv/年) が適用された。

## 組織の変化

日本の原子力規制システムは、福島事故の教訓に基づいて運用されている。新たな規制システムについては、2011 年 9 月に発行された「日本政府による IAEA への追加報告書: 東京電力福島原子力発電所事故(第 2 報告書) (Additional Report of the Japanese Government to the IAEA - The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations - (Second Report))」の中で以下の通り述べている:

「原子力の利用及び規制に関する行政組織が一体化されていたこと、及び原子力安全確保に関する行政組織が一元化されてなかったことにより、近年まで防災及び公衆の安全に関する主な責任機関が明確ではなかった。これらの組織の審査及び原子力規制機関の強化が急務である。」

そのため日本政府は、この年の 8 月 15 日に「原子力安全規制に関する組織等の改革の基本方針」と、新たな安全規制機関の設立を閣議決定した。特に、過去の国際的な議論を考慮し、また「規制と利用の分離」の原則に則り、原子力安全・保安院の原子力安全規制部門を経済産業省から分離し、原子力安



全委員会の機能をも統合して、環境省にその外局として、2012年4月に原子力安全庁(仮称)を設置することとなった。そのため、原子力安全規制に係る関係業務を一元化することで、規制機関として一層の機能向上を図るものとし、リスクマネジメントの専門部門を設立することで、原子力安全庁においては、事故発生時の初動対応が可能となり、また新たな組織の業務を的確に遂行するため、官民を問わず、質の高い人材の確保に努めることとする。さらに8月26日には、新たな組織の設立に必要な法案準備のため、「原子力安全規制組織等改革準備室」が設立された。

### **2012年の懸案事項**

福島第一原子力発電所では、原子炉冷却、たまり水の処理、海水汚染の軽減、放射性廃棄物管理、サイト境界における線量低減、サイト内の除染、使用済み燃料プールからの燃料取り出しといった復旧に向けた作業が続けられている。こうした作業は高線量及び高汚染下で行われているため、安全の確保と被ばくの低減が重要である。

### **2012年の主要作業に関する技術計画**

日本の電気事業者は、将来的な被ばく低減措置を以下の通り計画している：

- 亜鉛注入(BWR、PWR)
- 低コバルト材料
- 科学除染後のPLR配管のフェライト被覆(BWR)
- ALARA活動の継続(BWR、PWR)

### **2012年の主要作業に関する規制計画**

2012年、新たな規制機関が設置され、福島事故の教訓に基づいた新たな安全基準が制定される予定である。原子力発電所は、この新たな安全基準による審査を受けることとなる。

## リトアニア

### 線量情報

冷温停止もしくは廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
LWGR	2	0.3157

#### 国内線量測定傾向の概要

2011 年のイグナリナ NPP (INPP) における職業線量は、全ての経済的及び社会的状況を考慮した場合、可能な限り低く保たれていた。職業線量は、2007 年が 2.59 人・Sv、2008 年が 3.29 人・Sv、2009 年が 0.93 人・Sv、2010 年が 0.52 人・Sv、2011 年が 0.6314 人・Sv (計画線量の 50%) であった。INPP 職員の集団線量は 0.5777 人・Sv (計画線量の 57%) で、外部職員は 0.0537 人・Sv (計画線量の 21%) であった。INPP 職員の平均年間実効個人線量は 0.38 mSv であり、外部職員は 0.07 mSv であった。INPP 職員の最高年間個人実効線量は 13.78 mSv で、外部職員では 8.56 mSv であった。

#### 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

INPP の 1 号機及び 2 号機における技術的業務において、集団線量に影響を及ぼした主な作業は、燃料取り扱い (221.38 人・mSv)、使用済燃料貯蔵プール、原子炉補助建屋及び燃料建屋の修理 (145.32 人・mS) 及び廃棄物及び液体廃棄物の取り扱い (58.91 人・mSv) であった。

#### 新規に運転開始/停止するプラント

2011 年、1 号機の非常用炉心冷却設備の解体及び除染が完了した。補助建屋における解体作業が現在進行中であり、セントラルヒーティングプラント及びタービンホールにおける解体準備が開始された。短寿命の極低レベル放射性廃棄物 (プロジェクト B19) の埋め立て施設におけるバッファ貯蔵施設の建設が完了し、運転に向けた準備が行われている。

2011 年、中間貯蔵施設 (プロジェクト B1) の技術設計の開発及び CONSTOR RBMK-1500/M2 キャスクの作業パフォーマンス、設計及び製造に関する分析が行われた。

新たにビサギナス NPP を建設するための、さらなる準備作業が進行中である。2011 年、IAEA 安全基準に則り、ビサギナス NPP のサイト評価が実施された。ビサギナス NPP の潜在的な戦略的投資家が選択され、これらの投資家及び地域のプロジェクトパートナーとのさらなる交渉が開始された。新たな ABWR NPP の技術が提案された。

#### 主な展開

2012 年に向けた目標は以下の通りである：

- 1 号機及び 2 号機の安全な廃止措置の継続
- 安全文化水準の評価及び向上
- 品質改善システムの有効性の拡大及びサポート
- 最高年間個人線量を 18 mSv 未満とする
- 集団線量は 1.22 人・Sv を超えないものとする (INPP 職員の場合は 1.02 人・Sv、外部作業員の場合は 0.20 人・Sv)

- ALARA 原則の継続的な実施

### **安全関連事象**

2011 年、原子力安全検査規制当局 (VATESI) と連携し、停止中ユニットの安全率の概念を開発した。現在、INPP の安全にとって重要となる事象の分析システムが実施されているところである。

INPP のストレステストの結果、INPP は必要な措置を執り、そのテスト結果を INPP の安全な廃止措置や貯蔵施設の運転に活用した。

設備の老朽化管理における効率解析の結果によって、安全基準が検証された。設備の老朽化の過程において、INPP の運転の安全性に影響はなかった。

### **新規の線量低減プログラム**

新たな作業構成を導入したことで、線量が低減された。例えば、原子炉設備改良のための大規模な作業や、自動システムの利用及び作業中に ALARA 原則を実行するためのプログラムの導入が挙げられる。

### **組織の変化**

2011 年も、廃止措置管理の質を向上させるため、引き続き企業構造の変更が実施された。INPP において優先される作業は、原子力及び放射線安全、透明性のある効率的な作業、職員の責任及び高度な専門知識、社会的責任である。

### **2012 年の懸案事項**

LWGR 型炉の廃止措置及び技術とシステムの導入が、世界で初めて実行される。そのため、これらの活動に高い注目が寄せられるべきである。

### **2012 年の主要作業に関する技術計画**

2012 年も引き続き、新しい中間貯蔵施設及び放射性廃棄物処理施設の建設が行われる。短寿命の極低レベル放射性廃棄物の埋め立て施設におけるバッファ貯蔵施設の建設が完了し、運転を開始する予定である。低中レベル放射性廃棄物処分施設の設計についても、継続される予定である。1 号機の回路及びベントシステム、制御室、電気室、脱気室の廃止措置に向けた準備作業が実施される予定である。1 号機の原子炉シャフトの設計作業区域における放射能調査とスケーリングファクタが、引き続き実施される予定である。2 号機の使用済み燃料の取り出しについては、新たな中間貯蔵施設が建設されてから実施される予定である。そのため、原子炉及び使用済み燃料貯蔵プールにおける原子力及び放射線安全を確保するべく、適切な注意を払うことが求められる。

### **2012 年の主要作業に関する規制計画**

ロシアの原子力開発計画により、一連の新たな法律 (新たな原子力安全法、原子力エネルギー法修正案、放射性廃棄物管理法、及び放射線防護法) が、2011 年 10 月 1 日に施行された。放射線防護及び原子力施設の安全に関する規制と監督の役務が、放射線防護センターから原子力安全検査規制当局 (VATESI) に移管された。VATESI は、作業員や電離放射線源を伴う原子力エネルギー分野に従事する人々の放射線防護を含む原子力分野における放射線防護及び安全の監督に責任を負うこととなった。

2012 年も VATESI は、INPP の廃止措置における原子力安全と放射性廃棄物管理、また新たな原子力施設の建設及び運転と、それに伴う放射線防護について、引き続き監督及び管理する予定である。ピサ

ギナス NPP が安全に運転され、最も高い安全基準に準拠することを保証するためには、これらの目標を達成するための法的枠組みを作り、許認可書類の審査に向けた準備を行うことが必要である。

## メキシコ

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
BWR	2	0.83

#### 国内線量測定傾向の概要

ラグナベルデ NPP の年間線量

年	1 号機	2 号機	合計
2007	3.056	2.420	5.476
2008	8.728	0.658	9.386
2009	1.177	2.980	4.157
2010	6.231	3.778	10.009
2011	0.782	0.882	1.664

#### 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

- 燃料取替停止により年間線量が増加した。
- 2011 年は、ラグナベルデにおけるソースタームの低減及び作業管理計画により、線量が最も低くなった。

#### 停止の回数及び期間

2011 年、ラグナベルデでは燃料取替停止は実施されなかった。

#### 主な展開

重要な展開はなし。

#### 新規の線量低減プログラム

α 汚染プログラムの開発

#### 2012 年の懸案事項

ラグナベルデの両ユニットにおける燃料取替停止

#### 2012 年の主要作業に関する技術計画

原子炉圧力容器において、前回の停止時にジェットポンプに亀裂の兆候が見られたため、広範な検査を行う。

#### 主要作業に関する規制計画

プラントの大幅な出力増強 (EPU) に関する許可を得るため、追加的なサーベイランスを行う。

## オランダ

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PWR	1	0.25
冷温停止もしくは廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
BWR	1	0.01

#### 停止の回数及び期間

4 週間の停止が 1 件

#### 不測の事象

3 件の INES レベル 1 事象:放射線防護に関するものはなし。

#### 2012 年の主要作業に関する技術計画

今後 5 年間、ポスト福島事故における測定が実施される。

## ルーマニア

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PHWR	2	0.197

### 国内線量測定傾向の概要

チェルナボーク NPP における職業被ばく 2000 年～2011 年			
	内部実行線量 [人・mSv]	外部実行線量 [人・mSv]	合計実行線量 [人・mSv]
2000 年	110.81	355.39	466.2
2001 年	141.42	433.44	574.86
2002 年	206.43	344.04	550.48
2003 年	298.02	520.27	818.28
2004 年	398.26	258.45	656.71
2005 年	389.3	342.29	731.59
2006 年	302.27	258.79	561.06
2007 年	83.34	187.49	270.83
2008 年(2 基)	209.3	479.34	688.6
2009 年(2 基)	67.6	417.7	485.3
2010 年(2 基)	210.3	577	787.3
2011 年(2 基)	56.0	337	393

### 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

#### プラントの通常運転(1 号機及び2 号機)

両機の通常運転の合間に、個人線量に多大な影響を与え得る放射線事象は発生しなかった。

2011 年末:

- 個人線量が 1 mSv を超える従業員が 101 名、5 mSv を超える従業員が 3 名、10 mSv(計画外被ばく)を超える従業員はおらず、15 mSv を超える従業員もいなかった。
- 年初からの最大個人線量は、5.13 mSv であった。
- トリチウム摂取が原因となった内部線量は、14.2%である。

#### 計画停止

2011年5月8日～6月1日までの間に、2号機で26日間の計画停止が実施された。集団線量に影響を与えた主な作業は以下の通りである:

- 燃料取替機ブリッジの予防保守
- 蒸気発生器の渦電流探傷試験
- フィーダーの厚み測定、フィーダーのクリアランス測定、フィーダーヨーク測定、エルボ部の UT

## 検査

- スナバ及び配管サポートの検査

計画停止終了時点での合計集団線量は130.2人・mSv(外部線量が117.2人・Sv、トリチウム摂取による内部線量は13人・mSv)であった。

この計画停止は、最終的に2011年の集団線量の33%を占めた。

### 計画停止線量履歴

年	ユニット	期間	外部集団線量 [人・mSv]	内部集団線量 [人・mSv]	合計集団線量 [人・mSv]
2003	1	5月15日～6月30日	345	161	506
2004	1	8月28日～9月30日	153	179	332
2005	1	8月20日～9月12日	127	129	256
2006	1	9月9日～10月4日	103	107	210
2007	2	10月20日～29日	16	0	16
2008	1	5月10日～7月3日	187	111	298
2009	2	5月9日～6月1日	122	11	133
2010	1	5月8日～6月1日	319	95	414
2011	2	5月7日～6月1日	117.2	13	130.2

### 計画外停止

1号機-1月8日～10日:一次熱輸送系のグランドシール33340-Y1, Y2及びY3の交換のため、ユニットは所定の方法に従って停止された。(全ての作業にともなう外部線量は24.72人・mSvであった)

2号機-9月17日～18日:電気回路が遮断されたため、燃料装荷装置は燃料チャネルのエンド金具を外すことができなかった(放射線の影響は小さい:0.031 mSv)。

2号機-12月19日～20日:主給水ラインの上流側に接続しているPT2Gの導圧管からBO2逆止弁4323-V2への給水漏えいが検知された。(全ての作業にともなう外部線量は3.58人・mSvであった)

### 放射線防護関連事象

停止時放射能移行モニタリング(OATM)調査により、放射性核種の構成及び原子炉の運転中に放射性核種が放射線場に及ぼす影響をモニタリングすることが可能となる。これらのデータについては、様々な評価を実施する必要がある。例えば放射線場における化学変化の影響、ソースターム低減技術の評価及び除染計画である。

チェルナボダ1号機では、原子炉停止から19日後の2010年5月に実施された検査停止の際に、原子炉表面、垂直フィーダー、中間熱交換器において線量及びガンマスペクトルの検査が初めて実施された。

Co-60及びNb/Zr-95が原因となり、“A”及び“C”の原子炉表面において、有意な違いが見られた。放射線場に影響を与えた放射性核種は、Co-60、Zr/Nb-95、Sb-124及びFe-59であった。

原子炉表面の放射線場は、ホットスポットと原子炉蓋付近の線源の影響を受けていた。この分析により、原子炉表面の放射線場を効果的に低減するためには、エンド金具間の空間に遮へいを設置しなければ



ならないことが分かる。

チェルナボーク1号機の原子炉表面における放射線場の強度はダーリントンのユニットと類似しているが、一方で放射性核種分布は独特であった。

2011年5月の計画停止中、チェルナボーク2号機でも類似の測定が実施された。

### **2011 年の懸案事項**

2011 年の主な懸案事項は、2 号機の計画停止中に実施された高い放射線影響を伴う重要な作業である。

### **2012 年の懸案事項**

2012 年の主な懸案事項は、2 号機における 46 日間の計画停止中に実施される、放射線の影響が大きい作業である。

- 垂直中性子束検出器の交換
- 水平中性子束検出器の交換
- 燃料取替機ブリッジの予防保守
- 配管サポート検査
- スナバ交換
- フィーダーヨークのクリアランス測定及び補正
- 管の検査及びフィーダー・キャビネット内の損傷サポート
- 計画停止時の体系立った検査

## ロシア連邦

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
VVER	15	0.657
冷温停止もしくは廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PWR (VVER)	2	0.066

#### 国内職業線量傾向の概要

##### 集団線量

2011年、16基の運転中 VVER 型原子炉における電気事業者の従業員と請負業者の合計実効年間集団線量は 10.518 人・Sv であった。この数値は、2010年の合計集団線量である 9.781 人・Sv よりも 7% (0.737 人・Sv) 高い。

なお、VVER-440MWe 型原子炉と VVER-1000MWe 型原子炉群における平均年間集団線量には、大きな違いが見られた。2011年の結果は以下の通りである。

6基の運転中 VVER-440 型原子炉群では、0.839 人・Sv/基であった。

10基の運転中 VVER-1000 型原子炉群では、0.548 人・Sv/基であった。

比較分析の結果、VVER-1000 型炉群における平均年間線量は、0.500 人・Sv/基前後から比較的変動が無いことが分かった(2009年は 0.496 人・Sv/基、2010年は 0.511 人・Sv/基、2011年は 0.548 人・Sv/基)。VVER-440 型炉群の平均年間集団線量は、より幅広い値で推移している(2008年は 1.254 人・Sv/基、2009年は 0.863 人・mSv/基、2010年は 0.839 人・mSv/基)。

しかし、VVER-440型及びVVER-1000型の原子炉の間には、年間集団線量の値に一定の差異が認められた。VVER-440型原子炉群については、3カ年(2009年～2011年)の集団線量はコラ1～4号機(V-213型及びV-230型)の0.584人・Sv/基から、ノボボロネジ3～4号機(V-179型)の1.78人・Sv/基までに亘る。VVER-1000型原子炉については、3カ年(2009年～2011年)の集団線量はロストフ1号機(V-320型)の0.122人・Sv/基から、ノボボロネジ5号機(V-187型)の0.930人・Sv/基にまで亘る。

##### 個人線量

2011年は、規定の5年間の平均である100 mSvという国の主な線量限度を超える者はいなかった。また、2011年1月1日にロスエネルゴアトム(ロシアの電気事業者)によって導入された管理線量レベルである18 mSv/年を超える者もいなかった。

記録された最大個人線量は17.89 mSvであった。この線量は、ノボボロネジのプラント保守部職員が技術機器の修理の際に、2011年の一年間で徐々に受けたものである

15～18 mSvの年間個人線量を受けた者は、3つのNPPで57名であった(ノボボロネジNPPで47名、カーリーニンNPPで8名、コラNPPで2名)。バラコボNPPでは15 mSvレベルを超える者はおらず、ロストフNPPでは5 mSvレベルを超える者はいなかった。

### 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

ノボボロネジ5号機では、2010年9月25日～2011年9月16日まで、大規模保守停止及び燃料取替に加え、原子炉の寿命延長作業が実施された。その結果、ノボボロネジ5号機の運転寿命は30年から50年に延長された。電気事業者職員と請負業者職員の合計実効集団線量は、357日間で1,909人・Svであった。

2011年は、ロストフ2号機が2010年12月10日に商用運転を開始して以来、初めて職業被ばく登録が行われた年である。2011年のロストフ2号機における電気事業者職員と請負業者職員の合計実効年間集団線量は、0.107人・Svであった。

### 計画停止の期間と集団線量

原子炉	期間[日数]	集団線量[人・Sv]
バラコボ 1 号機	50	0.711
バラコボ 2 号機	52	0.641
バラコボ 3 号機	停止なし	--
バラコボ 4 号機	41	0.359
カーリーニン 1 号機(*)	44	0.750
カーリーニン 2 号機	45	0.568
カーリーニン 3 号機	54	0.287
コラ 1 号機	38	0.417
コラ 2 号機	40	0.387
コラ 3 号機	88	0.699
コラ 4 号機	53	0.294
ノボボロネジ 3 号機	43	1.111
ノボボロネジ 4 号機	60	1.608
ノボボロネジ 5 号機	259	1.428
ロストフ 1 号機	43	0.155
ロストフ 2 号機	34	0.084

### 新規に運転開始するプラント

2011年12月、建設中のVVER-1000 MWe型炉であるカーリーニン4号機では、今後の商用試運転に備えて、発電量を全容量の50%まで引き上げた。

### 2012年の懸案事項

- NPP職員及び請負業者の個人の放射線リスク管理に関するシステムの開発
- NPP職員及び請負業者の個人放射線リスク係数を直接推定する方法及びソフトウェアの開発
- ALARAの方法論に基づいた職業被ばくの最適化に関するガイドラインの開発
- 異なる放射線源による職業被ばくを即座に推定するための自動ワークステーションの開発

## スロバキア共和国

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
VVER	4	0.160
冷温停止もしくは廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
VVER	2	0.010

#### 国内職業線量傾向の概要

ボフニツェ NPP (2 基 - ボフニツェ 3 号機及び 4 号機) : 2011 年のボフニツェ NPP において、法定フィルム線量計から計算した合計年間実効線量は、253.304 人・mSv (発電所職員が 128.605 人・mSv、外部作業員が 124.699 人・mSv) であった。最大個人線量は 2.900 mSv (外部作業員) であった。

モホフツェ NPP (2 基) : 2011 年のモホフツェ NPP において、法定フィルム線量計及び E50 から計算した合計年間実効線量は、388.425 人・mSv (発電所職員が 124.884 人・mSv、外部作業員が 166.759 人・mSv) であった。最大個人線量は 3.293 mSv (外部作業員) であった。

ヤヴィス (JAVYS) 社 NPP (2 基 - ボフニツェ 1 号機及び 2 号機) : 2011 年のヤヴィス NPP において、法定フィルム線量計から計算した合計年間実効線量は 20.101 人・mSv (発電所職員が 3.534 人・mSv、外部作業員が 16.567 人・mSv) であった。最大個人線量は 0.826 mSv (外部作業員) であった。

#### 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

ボフニツェ NPP : 通常運転及び計画停止 (異常なし)。「シビアアクシデント改良」の導入も、線量測定結果に影響を及ぼした。

モホフツェ NPP : 両ユニットは通常運転を行っていた。両ユニットにおいて、標準保守停止が実施された。

ヤヴィス社 (JAVYS) NPP :

- 2号基からの使用済み核燃料の輸送が、2011年1月21日に完了した。この日から、両ユニットには使用済み核燃料が存在しない。
- 2011年8月及び9月、廃止措置に先立って放射化部品及び構造物 (原子炉圧力容器、原子炉内部構造物、放射化した土木構造物) について、ユニットの放射線特性評価のためにサンプリングが行われた。

#### 停止回数及び期間

ボフニツェ NPP :

- 3 号機 - 36 日間の標準保守停止。電子式線量計から計算した集団線量は、153.015 人・mSv であった。
- 4 号機 - 22.3 日間の標準保守停止。電子式線量計から計算した集団線量は、89.527 人・mSv であった。

モホフツェNPP:

- 1号機 - 21.6日間の標準保守停止。電子式線量計から計算した集団線量は、120.657人・mSvであった。
- 2号機 - 22.1日間の標準保守停止。電子式線量計から計算した集団線量は、114.286人・mSvであった。

ヤヴィスNPP:

- 1号機 - 2007年1月1日から停止
- 2号機 - 2009年1月1日から停止

### 新規に運転開始するプラント/停止するプラント

新規NPP:2011年は、引き続きモホフツェ3及び4号機の建設が行われた。二次系及び補助系での作業が主である。3号機の運転開始が12ヶ月遅延することが発表された。

### 主な展開

ボフニツェNPP+モホフツェNPP:両サイトにおいて放射能放出許可の更新

ヤヴィスNPP:廃止措置の第一段階が2011年7月19日に開始された。この段階では、放射化されていない部品や構造物が排出されるのみである。

### 機器又は系統の取り替え

ボフニツェNPP:

- 古い個人汚染モニターを新しい物と交換し、更衣室の出口に設置する。
- 外部からの侵入に備え、プラントの正門にあるセキュリティオフィスに、電子個人線量測定システム(EPD)を含むEPP職業線量測定端末を設置する。
- 新たな放射線防護設備(希ガス、エアゾール、ヨウ素モニター、線量率モニター、EPDS)を、新たな緊急時対応シェルターに設置する。

モホフツェNPP:

- RCAの出口に、新たに3台目のポータルモニターが設置された。

ヤヴィスNPP

- フリーリリースのための新たな設備の準備

### 安全関連事象

ヤヴィスNPP:

廃止措置第二段階に向けた許認可の準備

### 組織の変化

ボフニツェNPP:

2名のスタッフ削減

### 2012年の懸案事項

ボフニツェNPP:

放射線防護スタッフのさらなる削減及び停止時の放射線防護専門家の不足

#### **2012 年の主要作業に関する技術計画**

ボフニツェ NPP:2 回の停止:計画停止期間は 19 日及び 21 日

モホフツェ NPP:2 回の停止:計画停止期間はそれぞれ 21 日

#### **2012 年の主要作業に関する規制計画**

許認可プロセス

- ボフニツェ NPP 及びモホフツェ NPP の基本認可更新
- ヤヴィス NPP V1 の廃止措置における第二段階

## スロベニア

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	1	0.068

#### 国内線量測定傾向の概要

2011 年の最大個人年間線量は、2.7 mSv であった。一人当たりの平均線量は、0.11 mSv であった。  
2009 年～2011 年の 3 年間における平均集団線量は、0.476 人・mSv であった。

#### 線量測定傾向に影響を与えた事象

クルスコ NPP の燃料サイクルは 18 ヶ月である。

#### 停止(もしくは強制停止)の回数及び期間

2011 年は、通常停止は予定されていなかった。7 日間の強制停止が 1 回実施された。

#### 主な展開及び線量低減プログラム

原子炉容器上蓋交換の際、新たな常設ガンマ遮へいの設置及び中性子遮へいの除去に加え、原子炉容器上蓋の開閉を簡略化するための改良作業がいくつか実施される予定である。

一次冷却材の温度測定に用いられる RTD バイパス管の除去プロジェクトが準備中である。

#### 2012 年の主要作業に関する技術計画

クルスコ NPP におけるポスト福島 of 短期的な改良作業は、2011 年に全て完了した。

クルスコ NPP は、2012 年の停止中に原子炉容器上蓋の交換を行い、規制機関の要件に従ってポスト福島プロジェクトを開始する。2012 年には、3 台目のディーゼル発電機の試運転も予定されている。

#### 2012 年の主要作業に関する規制計画

スロベニア放射線防護管理部は、クルスコ NPP における中性子線量測定のための線量測定サービスについて、その承認プロセスを完了する予定である。

## 南アフリカ

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	2	0.533 (TLD)

#### 国内線量測定傾向の概要

2011 年のクバークにおける合計集団放射線被ばく (CRE) は、1.067 人・Sv であった。これは、2010 年の CRE (1.034 人・Sv) と類似している。つまり線量傾向は、2009 年の 1.488 人・Sv から減少して以来、安定している。

#### 線量測定傾向に影響を与えた事象

1 号機では燃料漏れのため、2010 年 12 月 19 日～2011 年 1 月 18 日まで計画外停止が実施された。2011 年の間に生じた CRE は 0.042 人・Sv であった。この計画外停止による合計線量は 0.065 人・Sv であった。2 号機では、計画保守停止が実施された。この停止による合計 CRE は 0.876 人・Sv であった。停止中には 6 件の集中的な線量の改良が行われ、合計線量は 0.143 人・Sv となった。

#### 停止の回数及び期間

63 日間の計画保守停止が 1 回及び、31 日間の強制停止が 1 回

#### 機器又は系統の取り替え

一次系の化学的及び体積制御設備の交換

#### 2012 年の主要作業に関する規制計画

放射性廃棄物政策が、現在修正中である。



## スペイン

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
アルマラス	2	0.289
アスコ	2	0.649
コフレンテス	1	2.97
ガローニャ	1	1.029
トリリョ	1	0.265
バンデリョス	1	0.887
合計:全種類	8	0.761
冷温停止もしくは廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
ホセカブレラ	1	0.190
バンデリョス I	1	0

#### 線量測定に影響を与えた事象

##### アルマラス

- 両ユニットにおいて現在の 110%まで出力増強を行った。現在の発電量は 1054 MWe/基である。
- 「ALARA ZONE」と呼ばれる極低線量率の区域を設定した。
- 放射線防護手順及び測定の最適化を引き続き実施した。そのことにより、1 号機における 2 回目の停止の際には、一日当たりの線量率が最低となった、
- 特定の作業に対する新たな線量目標を設定した。

##### コフレンテス

原子炉容器の蓋が閉まっている間、ドライウェル内の再循環系及び冷却材浄化系におけるソースタームの増加、及びオペレーティングフロアにおける線量増加が生じた。この 2 つの事象により、18 回目の停止時の集団線量が高くなった。集団線量の上昇を検証するため、ワーキング・グループが結成された。このワーキング・グループは、EPR の専門家によるサポートを受けており、是正措置プログラムが進行中である。

#### 停止の回数及び期間

##### アルマラス

- アルマラス 2 号機における 19 回目の停止 (2010 年 11 月 11 日開始、2011 年 1 月 25 日終了)
  - 65 日間
  - 集団線量:0.694 人・Sv
  - 最大個人線量:4.867 人・mSv
- アルマラス 1 号機における 21 回目の停止

- 36 日間
- 集団線量:0.416 人・Sv
- 最大個人線量:3.690 人・mSv

#### アスコ

- アスコ 1 号機における 19 回目の停止
  - 62 日間
  - 集団線量:0.551 人・Sv
- アスコ 2 号機における 21 回目の停止
  - 74 日間
  - 集団線量:0.661 人・Sv

#### コフレンテス

- 18 回目の停止
  - 49 日間
  - 集団線量:0.694 人・Sv

#### バンデリョス II

停止期間:68 日間

#### 主な展開

アルマラス:1 号機の 21 回目の停止において、放射能指数にわずかな減少が見られた。

コフレンテス:4 月に、2 回目のオンライン貴金属注入が実施された。

#### 機器又は系統の取り替え

アルマラス:2 号機における 19 回目の停止及び 1 号機における 21 回目の停止の際、2 台(1 基につき 1 台)の一次冷却材ポンプのモーターが交換された。

コフレンテス:18 回目の停止の際、再循環ポンプのモーターが交換され、0.16 人・Sv の線量影響があった。TIP 配管及び TIP 機器が交換され、0.11 人・Sv の線量影響があった。

#### 安全関連事象

##### アルマラス

- 2011 年 10 月 23 日 6 時、2 号機 RCP-2 の下部軸受部分に超高温の兆候が見られたため、原子炉を停止した。
- 2011 年 5 月 20 日 11 時 45 分、1 号機の 52/BYA(原子炉トリップ遮断機)の開放中、52/RTA のスイッチの開きが不十分であったため、原子炉トリップが発生した。
- 2011 年 6 月 2 日 11 時 16 分、2 号機の P-7 でタービントリップが生じたため、原子炉トリップが発生した。タービントリップの原因は、主交流発電機の励磁制御系に 2 台の補助電源を設置する際、特段の原因もなくロックアウトリレー 86-2/G2 が動作したことであった。

#### アスコ

アスコ 1 号機の 21 回目の停止中、2 件の事象が発生した：

- 停止中、1 台の残留熱除去系 (PHP) のポンプ吸入口の電動バルブが予期せず開放し、原子炉冷却系 (RCS) の冷却材喪失が生じた。この事象により、原子炉建屋の安全装置が水没したため、36フロアで洪水が生じた。
- 原子炉建屋のスプレー系 (SP) におけるトレイン B の流出口

### 不測の事象

アルマラス

1 号機における燃料棒漏えい

### 新規又は試験的な線量低減プログラム

アルマラス

中央吸気システムの使用

コフレンテス

18 回目の停止中、常設遮へいプログラムが第 3 段階に入った。

- コバルト成分を含む部品 (バルブ等) の交換及び除去によるソースターム低減
- 原子炉の運転中及び停止中に、管理区域室の改良及び改装

### 組織の変化

- 新たな ALARA 専門家の加入

### 2012 年の懸案事項

アルマラス

- 使用済み燃料建屋の換気フィルタトレインの改良
- 汚染発生源の効果的な管理に基づく、汚染管理プロジェクトの実施。本プロジェクトは、管理区域を出る前に作業員から得たフィードバックによって支えられている。
- インフィールドの業務を充実させることができるという認識の下、放射線防護スタッフは、ますます放射線防護管理を重要視するようになった。

コフレンテス

- 停止なし
- 集団線量目標は 0.4 人・Sv
- 給水系及び加熱器 5B タービンの検査のための計画停止

### 2012 年の主要作業に関する技術計画

アルマラス

- 2 号機における 20 回目の停止。推定期間は 39 日間。
- 1 号機における 21 日間の停止。推定期間は 43 日間。

コフレンテス

異なる ALARA 調査：

- 除染及びホットワークショップのアップデート
- 廃棄物建屋のタービン及び系統の交換
- 仮設遮蔽を常設遮へいに交換
- 残留熱除去系のオンライン保守作業

#### **2012 年の主要作業に関する規制計画**

##### アルマラス

- 内部被ばくに関する非公式管理手順の改良

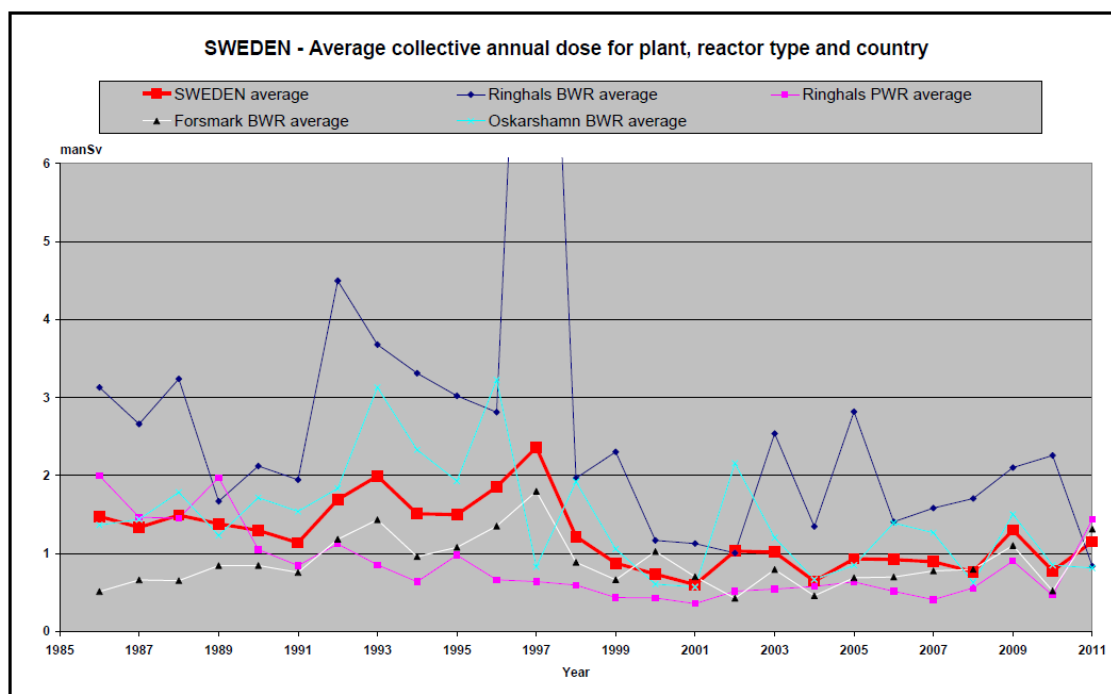
##### コフレンテス

- 線量低減プログラム

## スウェーデン

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	3	1.435
BWR	7	1.072
全種類	10	1.181
冷温停止もしくは廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
BWR	2	0.027



#### 国内線両測定傾向の概要

スウェーデンの原子力発電所における集団線量及び個人線量の傾向は、作業負荷の変動によって流動的である。2011年はNPPで働く約5840人が、最低一ヶ月（線量計の読み出し期間）の間に最低0.1 mSv（TLD測定線量）を受けたと登録された。その結果、スウェーデンの合計集団線量は11.863人・Sv、平均個人線量は1.98 mSvとなった。2011年の最高年間個人線量は19.3 mSv（最高プラント個人線量19.3 mSv）であった。ここに示されている数値には、停止中のバーセベックNPPの2基で受けた線量（0.1 mSv）を超える線量を受けた人数が82人、集団線量：49.9人・mSv、平均個人線量：0.61 mSv、最高線量：3.6 mSv）も含まれている。

#### 線量測定に影響を与えた事象

##### 概要

プラントの改良、寿命延長、安全関連措置（規制要件）、出力増強に関する

数多くのプロジェクトが進行している。これらのプロジェクトの数や範囲が拡大したことにより、運転中及び停止中の設置工事量も増加するため、過去の線量測定傾向にも影響があった。

フォルスマルク 3号機の系統の除染(CORD-UV)が 321/331 系統で実施され、2 回循環させた後の除染係数は、321 (RH) 系統で 115、331 (RWCU) 系統で 41 であった。

リングハルス2号機 原子炉格納容器空気試験(CAT、総合漏えい率試験(ILRT))の間に格納容器内で生じた火災の後の清掃活動。清掃に関連する合計線量は 1663 人・mSv であった。

オスカーシャム 3号機 秋には、2009 年に交換された内部構造物が細断され、最終貯蔵に向けて廃棄物パッケージに格納された。その内部構造物とは、気水分離器、蒸気乾燥器、シュラウドヘッド、炉心スプレーである。使用された技術は、ダイヤモンドワイヤ切断で、合計集団線量は 296 人・mSv であった。

### 2011 年の停止の回数及び期間

プラント	炉型	停止期間 (日)	集団線量 (人・mSv)	コメント
フォルスマルク 1号機	BWR	73	2935	
フォルスマルク 2号機	BWR	20	308	
フォルスマルク 3号機	BWR	43	519	
オスカーシャム 1号機	BWR	27	649	
オスカーシャム 2号機	BWR	55	598	
オスカーシャム 3号機	BWR	37	431	13 日間延長。タービンへの振動監視システムの設置
リングハルス 1号機	BWR	55	648	
リングハルス 2号機	PWR	272	1907	格納容器における火災後の清掃作業のため、234 日間延長(2011 年)。清掃による合計線量は 1664 人・mSv。
リングハルス 3号機	PWR	30	283	
リングハルス 4号機	PWR	168	2008	78 日間延長。蒸気発生装置及び PRZ の交換

(停止時集団線量は、登録された EPD 線量)

### 機器又は系統の取り替え

フォルスマルク 1号機 停止中における蒸気再熱器(418 系統)の交換  
 リングハルス 4号機 蒸気発生器(SG)及び加圧器(PRZ)の交換  
 バーセベック 制御棒(CR)の切断及び中間貯蔵施設への輸送及び廃止措置。  
 オスカーシャム 1号機 原子炉冷却系の 2 つのバルブ交換による線量率は 3~4 mSv/時であった。薄く切削したことで、作業時間が短縮され集団線量が低下した。  
 オスカーシャム 3号機 振動が生じたことによる、タービン軸受の交換

## 安全関連事象

放射線管理区域 (RCA) で作業を行う職員に対する一般的な訓練を延長し、モックアップを使用した実用的な訓練を行った。この訓練は新たなコースとして、スウェーデン中の原子力発電所で実施されることになっている。スウェーデンの NPP では、2012 年中にこの訓練を実施する予定である。

## 不測の事象

- |             |   |
|-------------|---|
| フォルスマルク     | タービンプラントの蒸気再熱器 (418 系統) 交換及びその他広範な作業において、溶接のクオリティが低かった。そのことにより、計画よりも工数が増加し、線量も集団及び個人の両方において高くなった。 |
| リングハルス 2 号機 | 原子炉格納容器空気試験 (CAT、総合漏えい率試験 (ILRT)) の間に格納容器内で生じた火災の後の清掃活動。清掃に関連する合計線量は 1664 人・mSv であった。             |

## 新規又は試験的な線量低減プログラム

- |        |  |
|--------|--|
| リングハルス | 各部署長に対する放射線防護責任の移管について、各部署の年間集団線量の計画及び計算を行う等、より一層明確化する取り組みが継続しており、ALARA サブグループによって補完されている (断熱、足場組み、清掃、保守、燃料、非破壊検査等)。リングハルスもまた、新たな ALARA 委員会を設立し、2012 年より開始する予定である。 |
| バーセベック | HINT プロジェクトにおいて、強制的な ALARA の実行 (原子炉内部構造物の分類)。  |

## 2012 年の懸案事項

- |             |  |
|-------------|--|
| フォルスマルク     | フォルスマルク 2 号機の停止時作業では、集団及び個人において高線量を生じる可能性があるため、321/331 系統の系統除染が実施される予定である。 |
| リングハルス 1 号機 | タービン系統が FPHD に改築された。   |
| リングハルス 3 号機 | 燃料の点火遅れによる放射性気体の放出を低減するため、チャージポンプの脱気装置が修理される予定である。                         |

## 2012 年の主要作業に関する規制計画 (スウェーデン放射線安全庁)

2012 年 1 月 1 日、原子力施設の器具、部屋、建物、土地のクリアランスに関する新たな規制が施行された。(SSMFS 2011:2、未英訳)

2012 年 4 月 1 日、「スウェーデン放射線安全庁による原子力施設の安全に関する規制」(SSMFS 2008:1) の改定版が部分的に施行され、2012 年 11 月 1 日に完全に施行された。

「特定の原子力施設からの放射性物質放出に関連した健康及び環境の保護に関するスウェーデン放射線安全庁による規制」(SSMFS 2008:23) が、改訂中である。

スウェーデン放射線安全庁による規制の英訳は、[www.ssn.se](http://www.ssn.se) で公開される予定である。

2011年、スウェーデン放射線安全庁は、運転中の全3件の原子力発電施設について、放射線防護の最適化に関する検査を実施した。検査の結果、当局は放射線防護の最適化に関して、より短中期的で具体的かつ積極的な目標の設定を求めた。

2011年～2012年、SSMはリングハルス3及び4号機、フォルスマルク1及び2号機について、「定期安全審査」を実施した。2012年、SSMはオスカーシャム1号機についても、定期安全審査を開始した。



## スイス

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	3	0.359
BWR	2	0.952
全種類	5	<b>0.596</b>

#### 国内線両測定傾向の概要

1基あたりの平均集団線量は、スイスの原子力発電史上最も低い0.596人・Sv/年であった。また、原子力施設職員の平均個人線量は約0.6mSv/年であり、測定史上最も低かった。一方、これらの値は近年で著しい変化はない。ライブシュタット NPP の最大個人線量(10.9 mSv)は、通常の年間線量限度である20 mSv/年を大幅に下回るものであり、スイスの原子力施設における最適化プロセスの有効性を示している。モニタリングされた全5800人には、重大な放射能摂取(エビデンスレベル<0.1 mSv)は見られなかった。皮膚の固着性汚染も記録されなかった。

#### 線量測定に影響を与えた事象

ベツナウ NPP 1号機:一時ループの局所線量率は、前年の測定値とは対称的に、一次冷却水配管で約20%上昇した。2005年以来、年々一貫して上昇している。ホットレグの局所線量率は低いままであるが、ごくわずかな増加が見られた。関連する配管における放射性核種特有の測定結果を分析した結果、2つの異なる汚染、つまり新しい汚染と古い汚染が想定された。新しい汚染は、明らかに<sup>95</sup>Zrが55%と、<sup>60</sup>Coが29%で占められていた。古い汚染については、<sup>60</sup>Coと<sup>137</sup>Csで占められていた。

ベツナウ NPP 2号機:蒸気発生器のケーシングにおける平均局所線量率は、前年と比較して低いままであった。前年の一次冷却水配管における局所線量率と比較して、平均10%増加した。そのため、ベツナウ2号機では局所線量率も増加率も低い、ベツナウ1号機と似た傾向にある。

ゲスゲン NPP:一次ループ系への減損亜鉛注入により、線量率及び蓄積個人線量に非常に良い影響を及ぼした。選択された一次系機器の線量率は、2005年に亜鉛注入を開始した時に比べて平均44%減少した。前年と比較すると、線量率は9%減少した。

2007年～2010年の燃料炉心における燃料被覆管漏洩により、トランプウランが生じた。そのため、放射線防護に関連するモニタリングプログラムの強化が、2011年の停止中に実施される必要があった。

ライブシュタット NPP:27回目のサイクルで、一次冷却系における水中の<sup>60</sup>Coの濃度が、6.5 E+6 Bq/m<sup>3</sup>から1.3 E+7 Bq/m<sup>3</sup>に高まった。このことにより、様々な系統における局所線量率の増加が見込まれた。ジェットポンプループの参照データによると、局所線量率は平均2.43 mSv/時(2010:1.14 mSv/時)であった。ドライウェルの立入可能エリアの局所線量率は、約50%上昇した。

#### 停止の回数及び期間

2011 年は、各 NPP において 1 回の計画停止が実施された:

- ベツナウ NPP 1 号機:2011 年 6 月 7 日～6 月 20 日 (13 日間)
- ベツナウ NPP 2 号機:2011 年 8 月 12 日～10 月 1 日 (50 日間)
- ゲスゲン NPP:2011 年 6 月 4 日～6 月 30 日 (27 日間)
- ミューレベルク NPP:2011 年 6 月 30 日～9 月 9 日 (72 日間)
- ライプシュタット NPP:2011 年 8 月 3 日～8 月 30 日 (27 日間)

#### **新規に運転開始するプラント/停止するプラント**

2011 年 3 月 11 日に日本で発生した福島第一 NPP における大惨事後、スイスの原子力施設に対する公衆の見方に根本的な変化が生じた。福島事故の 3 日後、スイス連邦参事会は、新たな原子力発電所建設に関する全ての一般許認可申請を保留にした。2 ヶ月後、スイスは原子力の段階的な廃止につながる可能性のある、政治的な措置に乗り出した。つまり、原子力安全検査局 (ENSI) が従来実施してきた新たな原子力発電所建設プロジェクトの評価が責務から外れるため、ENSI の責務にいくつかの変更が生じた。

しかし現在運転中の原子力発電所の監督については、引き続き重要な任務である。スイスの既存の原子力発電所が求められる安全レベルを満たしていることを保証するため、これらの発電所のモニタリングは福島事故以前と変わらず重要である。さらに、NPP と ENSI は日本の事故から学ぶことが必要である。

#### **機器又は系統の取り替え**

作業により重大な線量を受けた者はいない

#### **不測の事象**

放射線影響を受けた者はいない

## ウクライナ

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
VVER	15	0.67

#### 国内線両測定傾向の概要

2011年のNPP職員の集団線量レベルは10.12人・Sv/年であり、2010年のレベル(11.43人・Sv/年)をわずかに下回った。

#### 線量測定に影響を与えた事象

線量測定傾向に影響を与えた事象は、ユニット停止の回数、期間及び複雑性である。

#### 停止の回数及び期間

2011年の停止の回数:15回。2011年の平均停止期間は62日間。

#### 主な展開

この10年間の線量は、安定しており好ましい傾向にある。

#### 機器又は系統の取り替え

旧式の部品を交換し、放射線モニタリング系統の機能を拡張した。

#### 安全関連事象

放射線安全審査の実施。季刊及び年間の放射線安全状況に関するサマリーレポートの作成。

#### 新規又は試験的な線量低減プログラム

2011年～2015年にかけて、企業が運転する全NPPにおいて放射線安全向上プログラムが実施された。

#### 2012 年の主要作業に関する技術計画

ウクライナのNPPにおける放射線モニタリング系統の再建プログラムが、エネルゴアトム社で実施された。

## 英国

### 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	1	0.536
GCR(AGR)	14	0.084
GCR(マグノックス炉)	4	0.053
冷温停止もしくは廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
GCR(マグノックス炉)	16	0.049

#### 国内線両測定傾向の概要

サイズウェル B の PWR を除き、英国における全原子力発電所はガス冷却炉である。改良型ガス冷却炉 (AGR) の線量は、前年と比べて高かった。これは、多くの AGR において原子炉容器内での作業が増えたためである。英国の原子力発電所群における集団放射線被ばくは、約 1.18 人・Sv であった。残りの運転中マグノックス型炉 (オールドベリー及びウィルファに各 2 基ずつ) における集団線量は、0.212 人・Sv であった。廃止措置に伴う線量は引き続き低く、停止中サイト当たりの平均は 0.1 人・Sv に満たない。

#### 線量測定に影響を与えた事象

2011 年にガス炉の線量が増加した理由は、ヒンクリーポイント及びハンターストンの AGR におけるボイラー検査及び修理の支援のため、原子炉容器への立ち入り時間が延長したためである。サイズウェルにおける年間集団被ばく線量の 90%以上が、秋に実施された 11 回目の燃料取替停止中に受けたものである。

#### 停止の回数及び期間

ガス冷却炉は 2 年に 1 回停止されるため、通常各サイトでは秋ごとに 1 基が停止されることとなる。ガス冷却炉の燃料取替は、運転時に実施される。ガス冷却炉の最高停止時線量は、ヒンクリーポイント B 及びハンターソンのもので、それぞれ 0.38 人・Sv 及び 0.5 人・Sv であった。ヘイシャム 2 号機の AGR においても原子炉容器内の緊急作業が発生したが、期間が限られていたため集団放射線量は約 0.02 人・Sv のみであった。

サイズウェル B の年間線量は、11 回目の燃料取替停止によるものである。これは大規模な停止で 51 日間継続し、原子炉冷却系を全て排水する必要があった。作業範囲は、大部分の加圧器加熱器の交換、原子炉冷却ポンプの羽根車 1 台の交換、蒸気発生器の一次側の検査等が含まれている。

#### 廃止措置サイト:主な展開

全てのマグノックスのサイトは、政府保有の管理機関である原子力廃止措置機関によって所有されており、契約の下で運転及び廃止措置が実施されている。初代のマグノックス型炉群のうち、オールドベリー及びウィルファの 2 サイトは 2011 年末まで発電を継続する。オールドベリーでは、1 基が 2011 年末近くに

最後の停止を行い、もう1基が2012年2月末に永久停止する予定である。永久停止されたサイトのうち、いくつかでは完全に燃料が取り除かれ廃止措置の様々な段階におり、それ以外では燃料取り出し及び空気冷却を行なっている。後者のサイトについては、セラフィールド再処理工場の容量の関係で、引き続き照射燃料の引き取りと処理が制限されている。

### **英国の新たな原子力発電所建設**

英国で建設が提案されている2基の原子炉の一般設計について、独立した原子力安全、セキュリティ及び環境規制機関により暫定設計承認確認書が発行された。

原子力規制局及び環境庁は、EDGとアレヴァ社の英国EPR、及びウェスティングハウス社のAP1000型炉について、積み残された数多くの課題に関する設計士らの解決方針に満足している。新たな原子力発電所の建設許認可プロセスは、次第にサイト特有の問題に焦点が当てられるようになることが見込まれる。

現在、EDF エナジー社は、ヒンクリー・ポイントとサイズウェルに、それぞれ2基ずつのアレヴァ社EPRを持った原子力発電所の建設という、かなり進捗した計画を持っている。ホライズンパワー社(EONとRWEの合弁企業)は、ウィルフアとオールドベリーに新たな複数の原子炉を建設する計画がある。

# 米国

## 線量情報

運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	69	0.55
BWR	35	1.42
合計:全種類	<b>104</b>	<b>0.84</b>

### 国内線量測定傾向の概要

2011年の米国の合計集団線量は、全104基で87.713人・Svであった。これは、2010年の合計集団線量である91.961人・Svよりも5%低い数値である。米国のLWRにおける1基当たりの平均集団線量は、0.843人・Sv/基となった。

2011年の米国の沸騰水型原子炉(BWR)における合計集団線量は、全35基で49.765人・Svであり、2011年のBWRにおける平均集団線量は1.421人・Svとなった。また、2010年のBWRにおける平均集団線量は1.292人・Svであったため、2011年の平均集団線量は2010年よりも9%増加している。

2011年の米国の加圧水型原子炉(PWR)における合計集団線量は、全69基で37.948人・Svであり、2011年のPWRにおける1基当たりの平均集団線量は、0.549人・Sv/基となった。2010年の米国のPWRにおける1基当たりの平均集団線量は、0.677人・Sv/基であった。

### 線量測定に影響を与えた事象

過去5年間に於ける集被ばく線量(CRE)の減少傾向は、満足のものではなかった。いくつかのユニットのCREは、依然として現在の米国業界CRE目標を大幅に上回っており、集団線量低減に向けた目立った進捗は見られない。BWR群は、1.20人・Svという2010年のCRE年間サイクル線量目標を達成することができなかった。

図 1: 2005年～2011年のBWRの2カ年毎の平均線量

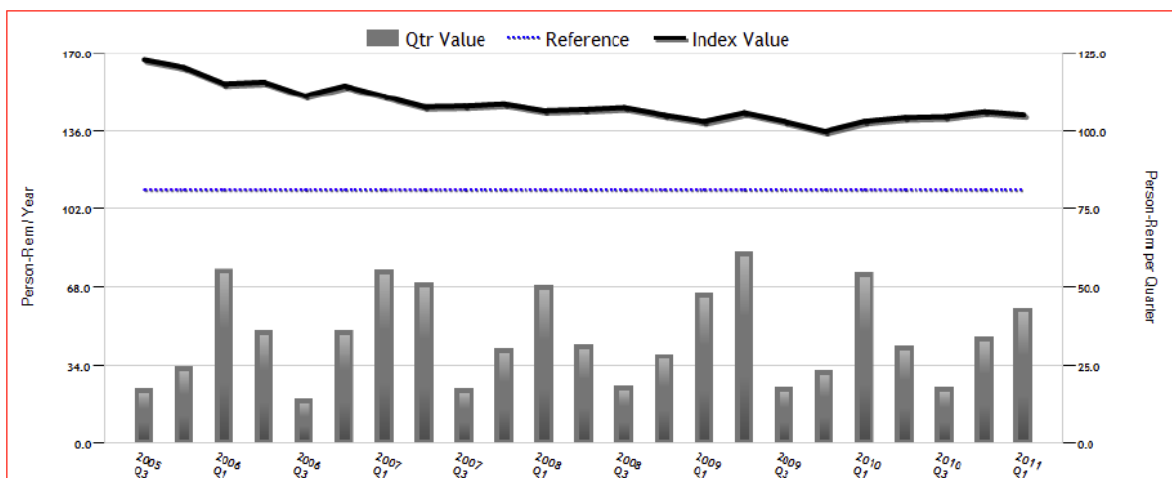
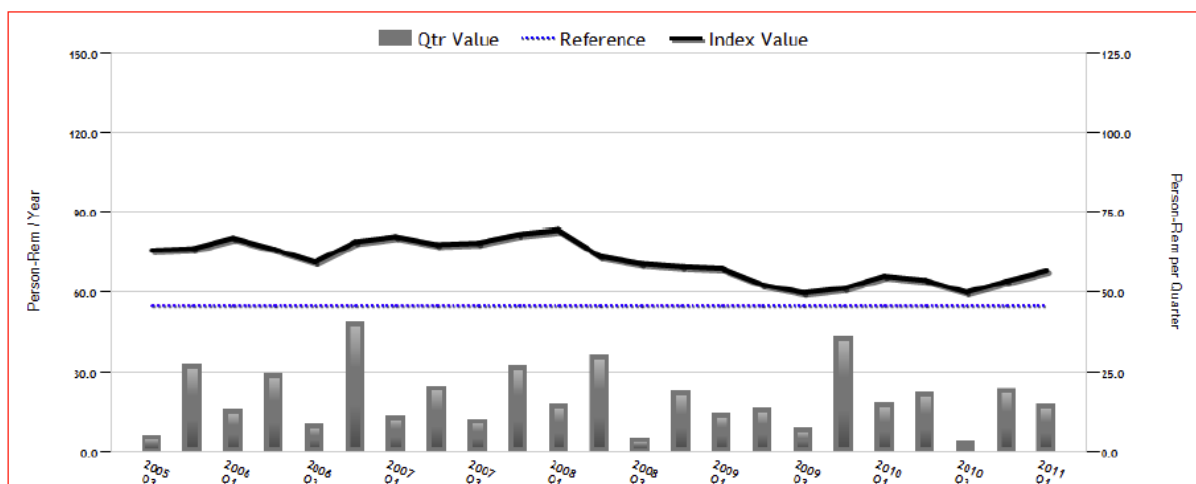


図 2:2005 年～2011 年の PWR の 2 カ年毎の平均線量



これらのグラフを見ると、CRE の動きは 2005 年以降改善してはいるが、より厳しく設定された現在の業界目標である 0.55 人・Sv/年 (PWR) 及び 1.10 人・Sv/年 (BWR) を達成する軌道にはいないことが分かる。原子力発電所が業界線量目標を達成できない 2 つの主な原因は、高い放射性物質及び原子炉停止時のクラッドバースト対策不足である。高い放射性物質の主な原因は、ニッケルとコバルトを含む一次系 (及び BWR の二次系) の部品の多くが運転中に損耗し、その結果冷却剤が炉心に運ばれる際に放射化したことによるものである。このことにより、原子炉冷却材中のコバルト 58 及びコバルト 60 の濃度が上昇し、一次系の配管及び部品の酸化層に取り込まれてしまった。亜鉛注入によって高レベルのコバルトが線量に与える影響を抑制することができるが、線量を低減するベストな方法は線源を除去することである。2004 年～2010 年の各年において、予測していなかった、もしくは対策不足によるクラッドバーストが 5 件発生したため、停止時集団線量が予測を著しく上回った。

### 停止の回数及び期間

2011 年、全 104 基の運転中原子炉の内、66 基の BWR 及び PWR において燃料取替停止が実施された。平均燃料取替期間は、2010 年の 40 日及び 2009 年の 41 日と比べて、2011 年は 43 日間であった。

### 新規に運転開始するプラント/停止するプラント

2011 年は、4 基が設備の問題で停止した。この 4 基とは、クリスタルリバー、フォートカルフォーン、サンオノフレ 2 及び 3 号機である。

- クリスタルリバーは、原子炉格納容器のコンクリートに問題が生じたため複数年に亘って停止しており、2011 年も引き続き停止されていた。この問題は、蒸気発生器交換プロジェクトの際に判明した。
- フォートカルフォーンでは、2011 年 4 月に燃料取替停止が実施された。2011 年 6 月に生じた洪水により、2011 年の残りの期間も引き続き停止が維持され、洪水で生じた設備問題の解決を図っている。
- 2011 年末、南カリフォルニアにあるサンオノフレ 2 及び 3 号機において、最近交換したばかりの蒸気発生器において漏洩が生じたため、原子炉が停止された。大型蒸気発生器で放射性水を運ぶチューブが漏洩を起こした原因を連邦規制機関が特定するまで、本ユニットの停止は維持される。

## 不測の事象

原子炉格納容器の下で、照射された機器に関する作業を実施している間、原子炉格納容器職員への射計画外の被ばくが2件発生した。

### 事象1

クーパー1号機の原子炉格納容器下での作業において、照射された中間領域モニターのシャトルチューブを素手で取り除く際、3名の計装と制御(I&C)技術者が予期せず高線量に被ばくした。チューブを格納容器下に卸した際、作業員の電子線量計の警報が鳴ったため、即座にその区域を出た。全ての作業員における最大線量率は、0.30 Sv/時であると計算された。チューブに最も近い場所にいた作業員の接触放射線等量は32 Sv/時で、計画外の全身線量0.4 mSv及び手部被ばく線量31.50 mSvを受けた。

シャトルチューブは、通常水中でオペフロから取り除かれる。しかし、今回の作業員と監督者は、水中除去用の装置が設置できない場合には、原子炉の下からシャトルチューブを取り除く可能性について検討していた。放射線防護(RP)職員は、保守作業前の説明会に出席していなかった。また放射線作業前説明会では、水中除去の代替手段である原子炉下からのシャトルチューブ除去について通知されておらず、この除去方法が決定された際にも通知されていなかった。

本事象における重要な側面は以下の通り：

- I&C 監督者によって不用心な決定が下され、停止管理センターの責任者によって代替手段を用いたシャトルチューブ除去が行われた。
- 作業手順計画のプロセスに脆弱性があったため、仕事における放射線リスク管理が非効果的なものとなった。
- ALARA のプロセス管理の実施不足により、シャトルチューブが格納容器の下から取り出されることを放射線防護職員が知らされていないという状況に陥った。

### 事象2

3名のI&C補助作業員及び1名のRP技術者が、格納容器の下での作業中に中性子源領域モニタ(SRM)の検出器ケーブルを手作業で引き抜く際、予期せず非常に高線量に被ばくした。検出器ケーブルは後に30センチメートル当たり10 Sv/時の線量が計測されたが、そのケーブルに最も近い位置にいた作業員の全身線量は0.98 mSvとなった。検出器はシャトルチューブの中に残存していたが、放射線にさらされたケーブルが原因で作業区域の線量率が上がり、その区域にいる作業員らは0.16 Sv/時もの高線量の中を往来しなければならなかった。

作業に関わった職員は、SRMの検出器及びケーブルが数ヶ月間に亘って炉心内で絡まっており、それが原因で線量が増える可能性があることに気がついてはいたが、放射線レベルの大きさを実際よりも低く見積もっていた。作業指示書では、ケーブルと検出器を遮へいキャスクに閉じ込めるため、ケーブルを約9フィートゆっくと手作業で引き抜いてからケーブルを切断し、残りのケーブルを遠隔操作装置に接続するよう指示されている。しかし、作業員らはケーブルの長さを正確に測定しておらず、約19～22フィートも引き抜いていた。ケーブルを引き抜くのをやめると同時に、線量計の警報が鳴り、作業員らは直ちにその区域から退避した。



本事象における重要な側面は以下の通り:

- 手続きの質に関するいくつかの問題が本事象の原因となり、また職員が実際に受けた線量を超える被ばくに繋がる可能性があった。
- 引き抜かれたケーブルの本数が一本でも多かったら、本事象の重大度は高くなっていた可能性がある。ケーブルを引き抜いた際の線量は非常に高く、線量増加を検出する時間が十分になかった。SRMの検出器及びケーブルの線量は約50 Sv/時と推定される。
- SRMの検出器を除去する際のリスクが、十分に認識されていなかった。供用運転中に炉心内で絡まっていたSMRの潜在線量の推定は不確実であった。その結果、適切な管理が実施されなかった。

#### **新規又は試験的な線量低減プログラム**

平均集団線量が低く保たれていることから、米国の原子力業界が、ソースターム低減プログラム、効率的な停止、原子炉冷却系の化学管理、効果的なARALAプログラムといった、従来型の時間・距離・遮蔽の原則に関する分野における効果的な被ばく低減イニシアチブを実施するなど、職業線量を低減させるための努力を継続していることが分かる。

#### **組織の変化**

デューク・パワー社はプログレスエナジー社を買収したことで、既存の原子力群に加えて以下の原子力発電所も傘下に入れた:クリスタルリバー、ロビンソン、ハリス、ブランズウィック1号機及び2号機。

#### **2012年の懸案事項**

福島関連事項と、緊急時対応管理の規則に関する将来的な変更。この将来的な変更によって、福島事故の教訓に基づいたプラントの改修が行われ、さらなる被ばくがもたらされると考えられる。

#### **2012年の主要作業に関する規制計画**

2011年、米国原子力規制委員会(USNRC)は、放射線防護規則の将来的な変更について、引き続き審査を行った。この改訂版における主な変更点は次の通り。(1)個人線量限度を現行の50mSv/年から引き下げ、ICRP103で示されている個人線量限度に近づける、(2)胚/胎児の線量を引き下げ、ICRP103で示されている胚/胎児の線量限度に合わせる、(3)現行の水晶体線量当量限度を引き下げ、ICRP103で示されている水晶体線量限度に近づける。放射線防護規則の将来的な改定の進展方法について、USNRCのスタッフは2012年12月までに委員会から指示を受ける見込みである。2011年及び2012年の間、USNRCのスタッフは、あらゆるカテゴリーの認可取得者、業界団体、放射線防護専門家組織、州政府、公益団体を巻き込み、放射線防護規則の将来的な改定に関するインプットを行う。

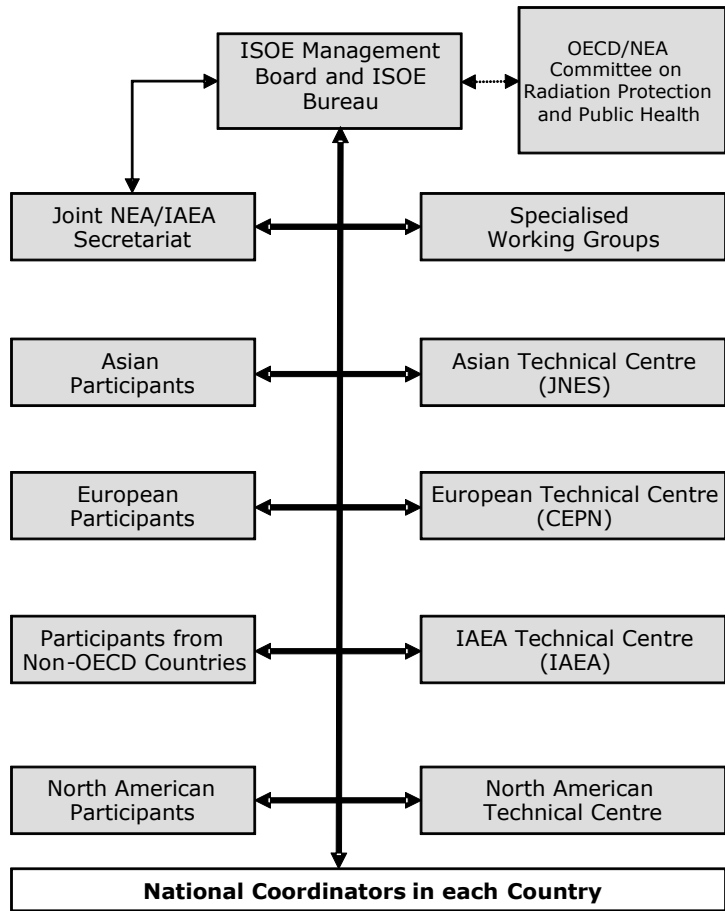
*Annex 1*

**ISOE ORGANISATIONAL STRUCTURE AND  
PROPOSED PROGRAMME OF WORK FOR 2012**

**A.1 ISOE Organisational Structure**

ISOE operates in a decentralised manner. A Management Board composed of utility and regulatory authority representatives from all participating countries, supported by the joint NEA and IAEA Secretariat, provides overall direction. The ISOE Management Board reports to the Steering Committee of the Nuclear Energy Agency through the NEA Committee on Radiation Protection and Public Health. More information on the organisational structure can be found on the NEA website ([www.oecd-nea.org](http://www.oecd-nea.org)).

Four ISOE Technical Centres (Europe, North America, Asia and the IAEA) manage the programme's day-to-day technical operations, serving as contact point for the transfer of information from and to participants. A national co-ordinator in each country provides a link between the ISOE participants and the ISOE programme. A list of National Co-ordinators is given in Annex 6.



## ISOE PARTICIPATION

The current ISOE Terms and Conditions for the period 2008-2011 came into force on 1 January 2008, for which Participants under the previous Terms were invited to confirm their ongoing acceptance. Based on feedback received as of December 2011, the ISOE programme included:

- 70 Participating Utilities<sup>1</sup> in 29 countries, covering 323 operating units; 40 shutdown units),
- Regulatory authorities of 24 countries (3 countries participate with 2 authorities).

**Objective:** During 2011, the ISOE Technical Centres and ISOE Joint Secretariat continued to pursue the formal renewal of previous participants under the current ISOE Terms and Conditions and seek the involvement of new participants.

## ISOE PROGRAMME ACTIVITIES

### 1) ISOE Database Management

#### *Data collection and management*

**Objective: Collection of ISOE 1 data:** ISOE participants will provide their 2011 ISOE 1 data through the new ISOE Network website data input modules and/or using the ISOE Software under Microsoft ACCESS. The collection of ISOE 2 data has been stopped in 2010.

**Objective: Collection of ISOE 3 reports:** The ISOE Network website will be used to exchange and record new ISOE 3-type information (i.e., radiation protection-related information for specific operations or tasks). ISOE 3 reports will be collected through the use of the form published on the ISOE Network website.

#### *Management of the ISOE Databases*

**Objective: Official Database – On-line Update and CD-ROM Release:** Data submitted directly by participants through the ISOE Network will be available as soon as the data is validated. Data submitted to ETC via electronic form (ACCESS database) will be made available through the Network at regular intervals through the year. The annual CD-ROM of the whole database, including 2011 data, will be released at the end of the 2012.

#### *Continued development of ISOEDAT on-line*

**Objective:** Development of ISOEDAT on-line will focus on the following elements:

- ISOE 1: Incorporation of a CANDU job/task list;
- MADRAS: Implementation of new analyses;

### 2) ISOE Management and Programme Activities

**Objective:** Maintain an efficient schedule of official meetings of the relevant ISOE groups (ISOE Management Board, Bureau and WGDA) and other ad-hoc groups according to the Management Board direction.

---

1. Represents the number of lead utilities; in some cases, a plant may be owned/operated by multiple enterprises.

***ISOE Management Board and ISOE Bureau***

**Objective:** The ISOE Management Board, supported by the ISOE Bureau, will continue to focus on the ISOE programme management by reviewing and directing the progress of the programme at its annual meeting, developing and approving the programme of work for the coming year, identifying areas for specific activities, promoting the ISOE programme, and providing direction to its sub-groups.

***ISOE Working Group on Data Analysis***

**Objective:** The Working Group on Data Analysis (WGDA)/Technical Centres will:

- Continue to review the completeness and quality of ISOE data collection;
- Undertake and disseminate identified technical analyses (including standard routine analyses) of use to the ISOE membership, and contribute to the development of the ISOE Annual Report;
- Elaborate technical proposals and implement approved modifications to ISOEDAT to enhance data collection and analysis from nuclear power plants which are in shut-down or some stage of decommissioning;
- Perform other technical analysis as directed by the Management Board, based on end-user feedback and in support of the ISOE Annual Reports.
- Consider development of a survey on the use of zinc injection to reduce source terms.

***Joint NEA/CRPPH-ISOE Activities: Expert Group on Occupational Exposure (EGOE)***

**Objective:** ISOE members will continue to participate in the activities of the EGOE, organised by the NEA's Committee on Radiation Protection and Public Health (CRPPH), according to the meeting schedule established by the EGOE.

***ISOE Publications and Reports***

**Objective:** Develop and distribute relevant ISOE publications. The following ISOE publications and reports will be produced and published in 2012. Products will be made available through the ISOE Network as appropriate.

- **ISOE Annual Reports**  
Publish the 20<sup>th</sup> ISOE Annual Report (2010)
- **ISOE News:** Continue to electronically issue current ISOE information through the ISOE News, according to the ISOE Management Board decision on publication frequency (generally 2x per year).
- **ISOE Symposia Proceedings:** ETC will update the ISOE Network with available symposia proceedings and presentations, as provided to the ETC by each centre.
- **Benchmark Visit Reports:** Reports of benchmarking visits organised under ISOE will be made available to the ISOE membership through the ISOE Network. Additionally, ETC will, for its benchmarking visits organised outside of ISOE resources, do its best to make the reports available to ISOE Participants after agreement of the plant visited.

### 3) ISOE ALARA Symposium (International and Regional)

**Objective:** Organise to hold the following international and regional ISOE Symposium (*note: international symposia are considered a mandatory task for the technical centres; regional symposia are considered an optional task*).

**International Symposia:**

- 2012 ISOE International ALARA Symposium, Fort Lauderdale, USA (8-11 January 2012), organised by NATC

**Regional Symposia:**

- 2012 ISOE European ALARA Symposium, Prague, Czech Republic (20-22 June 2012), organised by ETC
- 2012 ISOE Asian ALARA Symposium, Japan (October / November 2012), organised by ATC

### 4) ISOE Network Website Management and Technical Centre Input

**Network Website Management**

**Objective:** ETC will continue the website management. Development and implementation of the ISOE Network website enhancements will continue to be subject to Management Board guidance.

**Technical Centre Input for the ISOE Network**

**Objective:** Technical Centres will continue to make their information available for posting on the ISOE Network. The ETC will continue to post all information and products from all regions as it is made available. The ETC will continue to produce synthesis documents of requests posted on the website Forum and those received by e-mail. These documents will also be posted on the RP Library.

### 5) Reports and Documents, Information Sheets, and Information Exchange

**Objective:** Effectively support information exchange activities between ISOE participants

**Technical Centre Information Sheets planned for 2012:**

**Objective:** The following technical centre information sheets will be prepared:

**Technical Centre Information Sheets planned for 2012**

Yearly analyses	ATC	ETC	IAEA TC	NATC
ATC: Japanese dosimetric results for 2012	X			
ETC: European dosimetric results for 2012		X		
Special analyses				
Alpha value around the world		X		

**Information Exchange Activities:**

**Objective:** The Technical Centres will continue to respond to special requests from users for technical feedback, and share this information with all participants globally, according to the access privileges as utility or authority member.

## 6) ISOE-organised Benchmarking Visits

The following site benchmarking visits will be organized under ISOE in 2012 by the technical centres in coordination with the ISOE WGDA and Management Board:

<b>Benchmarking visits for 2012</b>	
ETC	None planned under ISOE. CEPN-EDF visits will be organized using ISOE contacts, but not ISOE finances (One or two NPPs).
ATC	Not decided
NATC	Not decided

## 7) Other topics

### *Promotion of ISOE Use*

- **Objective:**
- A mechanism for gathering feedback from users and providing information to users will be implemented through the ISOE Network and other means as appropriate.
- Further information on ISOE will be distributed to non-OECD country participants through IAEA Technical Cooperation Projects to IAEA Member States (non-OECD countries)
- Other opportunities for ISOE promotion, such as through relevant conferences and workshops, will be sought (e.g., 13<sup>th</sup> International Congress of the International Radiation Protection Association in May 2012).

### **OVERALL SCHEDULE OF ISOE MEETINGS FOR 2012**

<b>ISOE Meetings for 2012</b>	<b>Jan</b>	<b>April</b>	<b>June</b>	<b>Sept</b>	<b>Nov</b>
Technical Centre Coordination meeting					
ISOE Bureau/Technical Centres		X			X
Working Group on Data Analysis		X			X
20 <sup>th</sup> ISOE Management Board Meeting					X
ISOE International ALARA Symposium	X				
ISOE European ALARA Symposium			X		
ISOE Asian ALARA Symposium				X	

*Annex 2***LIST OF ISOE PUBLICATIONS****Reports**

1. Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Eighteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2009, OECD, 2011.
2. *L'organisation du travail pour optimiser la radioprotection professionnelle dans les centrales nucléaires*, OCDE, 2010.
3. *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Eighteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2008*, OECD, 2010.
4. *Work Management to Optimise Occupational Radiological Protection at Nuclear Power Plants*, OECD, 2009.
5. *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Seventeenth Annual Report of the ISOE Programme, 2007*, OECD, 2009.
6. *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Sixteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2006*, OECD, 2008.
7. *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Fifteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2005*, OECD, 2007.
8. *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Fourteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2004*, OECD, 2006.
9. *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Thirteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2003*, OECD, 2005.
10. *Optimisation in Operational Radiation Protection*, OECD, 2005.
11. *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Twelfth Annual Report of the ISOE Programme, 2002*, OECD, 2004.
12. *Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants: Third ISOE European Workshop, Portoroz, Slovenia, 17-19 April 2002*, OECD 2003.
13. *ISOE – Information Leaflet*, OECD 2003.
14. *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Eleventh Annual Report of the ISOE Programme, 2001*, OECD, 2002.
15. *ISOE – Information System on Occupational Exposure, Ten Years of Experience*, OECD, 2002.
16. *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Tenth Annual Report of the ISOE Programme, 2000*, OECD, 2001.
17. *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Ninth Annual Report of the ISOE Programme, 1999*, OECD, 2000.
18. *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Eighth Annual Report of the ISOE Programme, 1998*, OECD, 1999.
19. *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Seventh Annual Report of the ISOE Programme, 1997*, OECD, 1999.
20. *Work Management in the Nuclear Power Industry*, OECD, 1997 (also available in Chinese, German, Russian and Spanish).
21. *ISOE – Sixth Annual Report: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: 1969-1996*, OECD, 1998.



22. *ISOE – Fifth Annual Report: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: 1969-1995*, OECD, 1997.
23. *ISOE – Fourth Annual Report: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: 1969-1994*, OECD, 1996.
24. *ISOE – Third Annual Report: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: 1969-1993*, OECD, 1995.
25. *ISOE – Nuclear Power Plant Occupational Exposures in OECD Countries: 1969-1992*, OECD, 1994.
26. *ISOE – Nuclear Power Plant Occupational Exposures in OECD Countries: 1969-1991*, OECD, 1993.

### ***ISOE News***

- |      |  |
|------|--|
| 2011 | No. 17 (September), No. 18 (December)                          |
| 2010 | No. 15 (March), No. 16 (December)                              |
| 2009 | No. 13 (January), No. 14 (July)                                |
| 2008 | No. 12 (October)   |
| 2007 | No. 10 (July); No. 11 (December)                               |
| 2006 | No. 9 (March)  |
| 2005 | No. 5 (April); No. 6 (June); No. 7 (October); No. 8 (December) |
| 2004 | No. 2 (March); No. 3 (July); No. 4 (December)                  |
| 2003 | No. 1 (December)   |

### ***ISOE Information Sheets***

#### ***Asian Technical Centre***

- |                   |   |
|-------------------|---|
| No. 35: Nov. 2011 | Japanese Dosimetric Results: FY 2010 data and trends  |
| No. 34: Oct. 2009 | Republic of Korea: Summary of National Dosimetric Trends                                    |
| No. 33: Oct. 2009 | Japanese Dosimetric Results: FY 2008 data and trends  |
| No. 32: Jan. 2009 | Japanese Dosimetric Results: FY 2007 data and trends  |
| No. 31: Nov. 2007 | Republic of Korea: Summary of National Dosimetric Trends                                    |
| No. 30: Oct. 2007 | Japanese dosimetric results: FY 2006 data and trends  |
| No. 29: Nov. 2006 | Japanese Dosimetric Results : FY 2005 Data and Trends                                       |
| No. 28: Nov. 2005 | Japanese Dosimetric Results : FY 2004 Data and Trends                                       |
| No. 27: Nov. 2004 | Achievements and Issues in Radiation Protection in the Republic of Korea                    |
| No. 26: Nov. 2004 | Japanese occupational exposure during periodic inspection at PWRs and BWRs ended in FY 2003 |
| No. 25: Nov. 2004 | Japanese dosimetric results: FY2003 data and trends   |
| No. 24: Oct. 2003 | Japanese Occupational Exposure of Shroud Replacements                                       |
| No. 23: Oct. 2003 | Japanese Occupational Exposure of Steam Generator Replacements                              |
| No. 22: Oct. 2003 | Korea, Republic of; Summary of National Dosimetric Trends                                   |
| No. 21: Oct. 2003 | Japanese occupational exposure during periodic inspection at PWRs and BWRs ended in FY 2002 |
| No. 20: Oct. 2003 | Japanese dosimetric results: FY2002 data and trends   |

No. 19: Oct. 2002	Korea, Republic of; Summary of National Dosimetric Trends
No. 18: Oct. 2002	Japanese occupational exposure during periodic inspection at PWRs and BWRs ended in FY 2001
No. 17: Oct. 2002	Japanese dosimetric results: FY2001 data and trends
No. 16: Oct. 2001	Japanese occupational exposure during periodical inspection at PWRs and BWRs ended in FY 2000
No. 15: Oct. 2001	Japanese Dosimetric results: FY 2000 data and trends
No. 14: Sept. 2000	Japanese Occupational Exposure During Periodical Inspection at LWRs Ended in FY 1999
No. 13: Sept. 2000	Japanese Dosimetric Results: FY 1999 Data and Trends
No. 12: Oct. 1999	Japanese Occupational Exposure During Periodical Inspection at LWRs Ended in FY 1998
No. 11: Oct. 1999	Japanese Dosimetric Results: FY 1998 Data and Trends
No. 10: Nov. 1999	Experience of 1 <sup>st</sup> Annual Inspection Outage in an ABWR
No. 9: Oct. 1999	Replacement of Reactor Internals and Full System Decontamination at a Japanese BWR
No. 8: Oct. 1998	Japanese Occupational Exposure During Periodical Inspection at LWRs Ended in FY 1997
No. 7: Oct. 1998	Japanese Dosimetric Results: FY 1997 data
No. 6: Sept. 1997	Japanese Occupational Exposure during Periodical Inspection at LWRs ended in FY 1996
No. 5: Sept. 1997	Japanese Dosimetric Results: FY 1996 data
No. 4: July 1996	Japanese Occupational Exposure during Periodical Inspection at LWRs ended in FY 1995
No. 3: July 1996	Japanese Dosimetric Results: FY 1995 data
No. 2: Oct. 1995	Japanese Occupational Exposure during Periodical Inspection at LWRs ended in FY 1994
No. 1: Oct. 1995	Japanese Dosimetric Results: FY 1994 data

### ***European Technical Centre***

No. 53: Feb. 2011	European dosimetric results for 2009
No. 52: Apr. 2010	PWR Outage Collective Dose: Analysis per sister unit group for the 2002-2007 period
No. 51: Dec. 2009	European dosimetric results for 2008
No. 50: Sep. 2009	Outage duration and outage collective dose between 1996 – 2006 for VVERs
No. 49: Sep. 2009	Outage duration and outage collective dose between 1996 – 2006 for BWRs
No. 48: Sep. 2009	Outage duration and outage collective dose between 1996 – 2006 for PWRs
No. 47: Feb. 2009	European dosimetric results for 2007
No. 46: Oct. 2007	European dosimetric results for 2006
No. 44: July 2006	Preliminary European dosimetric results for 2005
No. 43: May 2006	Conclusions and recommendations from the Essen Symposium
No. 42: Nov. 2005	Self-employed Workers in Europe
No. 41: Oct. 2005	Update of the annual outage duration and doses in European reactors (1994-

	2004)
No. 40: Aug. 2005	Workers internal contamination practices survey
No. 39: July 2005	Preliminary European dosimetric results for 2004
No. 38: Nov. 2004	Update of the annual outage duration and doses in European reactors (1993-2003)
No. 37: July 2004	Conclusions and recommendations from the 4th European ISOE workshop on occupational exposure management at NPPs
No. 36: Oct. 2003	Update of the annual outage duration and doses in European reactors (1993-2002)
No. 35: July 2003	Preliminary European dosimetric results for 2002
No. 34: July 2003	Man-Sievert monetary value survey (2002 update)
No. 33: March 2003	Update of the annual outage duration and doses in European reactors (1993-2001)
No. 32: Nov. 2002	Conclusions and Recommendations from the 3 <sup>rd</sup> European ISOE Workshop on Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants
No. 31: July 2002	Preliminary European Dosimetric Results for the year 2001
No. 30: April 2002	Occupational exposure and steam generator replacements - update
No. 29: April 2002	Implementation of Basic Safety Standards in the regulations of European countries
No. 28: Dec. 2001	Trends in collective doses per job from 1995 to 2000
No. 27: Oct. 2001	Annual outage duration and doses in European reactors
No. 26: July 2001	Preliminary European Dosimetric Results for the year 2000
No. 25: June 2000	Conclusions and recommendations from the 2 <sup>nd</sup> EC/ISOE workshop on occupational exposure management at nuclear power plants
No. 24: June 2000	List of BWR and CANDU sister unit groups
No. 23: June 2000	Preliminary European Dosimetric Results 1999
No. 22: May 2000	Analysis of the evolution of collective dose related to insulation jobs in some European PWRs
No. 21: May 2000	Investigation on access and dosimetric follow-up rules in NPPs for foreign workers
No. 20: April 1999	Preliminary European Dosimetric Results 1998
No. 19: Oct. 1998	ISOE 3 data base – New ISOE 3 Questionnaires received (since Sept 1998)
No. 18: Sept. 1998	The Use of the man-Sievert monetary value in 1997
No. 17: Dec. 1998	Occupational Exposure and Steam Generator Replacements, update
No. 16: July 1998	Preliminary European Dosimetric Results for 1997
No. 15: Sept. 1998	PWR collective dose per job 1994-1995-1996 data
No. 14: July 1998	PWR collective dose per job 1994-1995-1996 data
No. 12: Sept. 1997	Occupational exposure and reactor vessel annealing
No. 11: Sept. 1997	Annual individual doses distributions: data available and statistical biases
No. 10: June 1997	Preliminary European Dosimetric Results for 1996
No. 9: Dec. 1996	Reactor Vessel Closure Head Replacement
No. 7: June 1996	Preliminary European Dosimetric Results for 1995
No. 6: April 1996	Overview of the first three Full System Decontamination

No. 4: June 1995	Preliminary European Dosimetric Results for 1994
No. 3: June 1994	First European Dosimetric Results: 1993 data
No. 2: May 1994	The influence of reactor age and installed power on collective dose: 1992 data
No. 1: April 1994	Occupational Exposure and Steam Generator Replacement

***IAEA Technical Centre***

No. 9: Aug. 2003	Preliminary dosimetric results for 2002
No.8: Nov. 2002	Conclusions and Recommendations from the 3 <sup>rd</sup> European ISOE Workshop on Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants
No. 7: Oct. 2002	Information on exposure data collected for the year 2001
No. 6: June 2001	Preliminary dosimetric results for 2000
No. 5: Sept. 2000	Preliminary dosimetric results for 1999
No. 4: April 1999	IAEA Workshop on implementation and management of the ALARA principle in nuclear power plant operations, Vienna 22-23 April 1998
No. 3: April 1999	IAEA technical co-operation projects on improving occupational radiation protection in nuclear power plants
No. 2: April 1999	IAEA Publications on occupational radiation protection
No. 1: Oct. 1995	ISOE Expert meeting

***North American Technical Centre***

2010-14: June 2010	NATC Analysis of Teledosimetry Data from Multiple PWR Unit Outage CRUD Bursts
2003-8: Aug. 2003	U.S. PWR - Reactor Head Replacement Dose Benchmarking Study
2003-5: July 2003	North American BWR - 2002 Occupational Dose Benchmarking Charts
2003-4: July 2003	U.S. PWR - 2002 Occupational Dose Benchmarking Chart
2003-2: July 2003	3-Year rolling average annual dose comparisons - U.S. BWR 2000-2002 Occupational Dose Benchmarking Charts
2003-1: July 2003	3-Year rolling average annual dose comparisons - U.S. PWR 2000-2002 Occupational Dose Benchmarking Charts
2002-5: July 2002	U.S. BWR - 2001 Occupational Dose Benchmarking Chart
2002-4: July 2002	U.S. PWR - 2001 Occupational Dose Benchmarking Chart
2002-2: July 2002	3-Year rolling average annual dose comparisons - U.S. BWR 1999-2001 Occupational Dose Benchmarking Charts
2002-1: Nov. 2002	3-Year rolling average annual dose comparisons - U.S. PWR 1999-2001 Occupational Dose Benchmarking Charts
2001-7: Nov. 2001	US PWR 5-Year Dose Reduction Plan: Donald C. Cook Nuclear Power Plant
2001-5: Dec. 2001	U.S. BWR - 2000 Occupational Dose Benchmarking Chart
2001-4: Dec. 2001	U.S. PWR - 2000 Occupational Dose Benchmarking Chart
2001-3: Nov. 2001	3-Year rolling average annual dose comparisons - Canada reactors (CANDU) 1998-2000 Occupational Dose Benchmarking Charts
2001-2: July 2001	3-Year rolling average annual dose comparisons - U.S. BWR 1998-2000 Occupational Dose Benchmarking Charts

2001-1: July 2001      3-Year rolling average annual dose comparisons - U.S. PWR 1998-2000  
Occupational Dose Benchmarking Charts

***ISOE International and Regional Symposia***

***Asian Technical Centre***

Aug. 2010 (Gyeongju, Rep.of Korea)	2010 ISOE Asian ALARA Symposium
Sep. 2009 (Aomori, Japan)	2009 ISOE Asian ALARA Symposium
Nov. 2008 (Tsuruga, Japan)	2008 ISOE International ALARA Symposium
Sept. 2007 (Seoul, Korea)	2007 ISOE Asian Regional ALARA Symposium
Oct. 2006 (Yuzawa, Japan)	2006 ISOE Asian Regional ALARA Symposium
Nov. 2005 (Hamaoka, Japan)	First Asian ALARA Symposium

***European Technical Centre***

Nov. 2010 (Cambridge, UK)	2010 ISOE ISOE International ALARA Symposium
June 2008 (Turku, Finland)	2008 ISOE European Regional ALARA Symposium
March 2006 (Essen, Germany)	2006 ISOE International ALARA Symposium
March 2004 (Lyon, France)	Fourth ISOE European Workshop on Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants
April 2002 (Portoroz, Slovenia)	Third ISOE European Workshop on Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants
April 2000 (Tarragona, Spain)	Second EC/ISOE Workshop on Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants
Sept. 1998 (Malmö, Sweden)	First EC/ISOE Workshop on Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants

***IAEA Technical Centre***

Oct. 2009 (Vienna, Austria)	2009 ISOE International ALARA Symposium
-----------------------------	---

***North American Technical Centre***

Jan. 2011 (Ft. Lauderdale, FL, USA)	2011 ISOE North American ALARA Symposium
Jan. 2010 (Ft. Lauderdale, FL, USA)	2010 ISOE North American ALARA Symposium
Jan. 2009 (Ft. Lauderdale, FL, USA)	2009 ISOE North American ALARA Symposium
Jan. 2008 (Ft. Lauderdale, FL, USA)	2008 ISOE North American ALARA Symposium
Jan. 2007 (Ft. Lauderdale, FL, USA)	2007 ISOE International ALARA Symposium
Jan. 2006 (Ft. Lauderdale, FL, USA)	2006 ISOE North American ALARA Symposium
Jan. 2005 (Ft. Lauderdale, FL, USA)	2005 ISOE International ALARA Symposium
Jan. 2004 (Ft. Lauderdale, FL, USA)	2004 North American ALARA Symposium
Jan. 2003 (Orlando, FL, USA)	2003 International ALARA Symposium
Feb. 2002 (Orlando, FL, USA)	North-American National ALARA Symposium
Feb. 2001 (Orlando, FL, USA)	2001 International ALARA Symposium
Jan. 2000 (Orlando, FL, USA)	North-American National ALARA Symposium
Jan. 1999 (Orlando, FL, USA)	Second International ALARA Symposium
March 1997 (Orlando, FL, USA)	First International ALARA Symposium

*Annex 3***STATUS OF ISOE PARTICIPATION UNDER THE RENEWED ISOE TERMS AND CONDITIONS (2008-2011)**

*Note: This annex provides the status of ISOE official participation as of December 2011*

**Officially Participating Utilities: Operating reactors**

<b>Country</b>	<b>Utility<sup>1</sup></b>	<b>Plant name</b>	
Armenia	Armenian (Medzamor) NPP	Medzamor 2	
Belgium	Electrabel	Doel 1, 2, 3, 4	Tihange 1, 2, 3
Brazil	Eletronuclear A/S	Angra 1, 2	
Bulgaria	Nuclear Power Plant Kozloduy	Kozloduy 5, 6	
Canada	Bruce Power Hydro Quebec New Brunswick Power Ontario Power Generation	Bruce A1, A2, A3, A4 Gentilly 2 Pt. Lepreau Darlington 1, 2, 3, 4	Bruce B5, B6, B7, B8   Pickering A1, A2, A3, A4 Pickering B5, B6, B7, B8
China	Guangdong Nuclear Power Joint Venture Co., Ltd Ling Ao Nuclear Power Co. Ltd Qinshan Nuclear Power Co., Ltd.	Daya Bay 1, 2  Ling Ao 1, 2, 3, 4 Qinshan 1	
Czech Republic	CEZ	Dukovany 1, 2, 3, 4 Temelin 1, 2	
Finland	Fortum Power and Heat Oy Teollisuuden Voima Oyj	Loviisa 1, 2 Olkiluoto 1, 2	
France	Électricité de France (EDF)	Bellevalle 1, 2 Blayais 1, 2, 3, 4 Bugey 2, 3, 4, 5 Cattenom 1, 2, 3, 4 Chinon B1, B2, B3, B4 Chooz B1, B2 Civaux 1, 2 Cruas 1, 2, 3, 4 Dampierre 1, 2, 3, 4 Fessenheim 1, 2	Flamanville 1, 2 Golfech 1, 2 Gravelines 1, 2, 3, 4, 5, 6 Nogent 1, 2 Paluel 1, 2, 3, 4 Penly 1, 2 Saint-Alban 1, 2 Saint Laurent B1, B2 Tricastin 1, 2, 3, 4

1. Where multiple owners and/or operators are involved, only Leading Undertakings are listed.

Country	Utility <sup>1</sup>	Plant name	
Germany	E.ON Kernkraft GmbH	Brokdorf Grafenrheinfeld Grohnde	Isar 1, 2 Unterweser
	EnBW Kernkraft AG	Philippsburg 1, 2	Gemeinschaftskraftwerk- Neckar 1, 2
	RWE Power AG	Biblis A, B Emsland	Gundremmingen B, C
	Vattenfall Europe Nuclear Energy GmbH	Brunsbüttel	Krümmel
Hungary	Magyar Villamos Muvek Zrt	Paks 1, 2, 3, 4	
Japan	Chubu Electric Power Co.	Hamaoka 3, 4, 5	
	Chugoku Electric Power Co.	Shimane 1, 2	
	Hokkaido Electric Power Co.	Tomari 1, 2, 3	
	Hokuriku Electric Power Co.	Shika 1,2	
	Japan Atomic Power Co.	Tokai 2	Tsuruga 1, 2
	Kansai Electric Power Co.	Mihama 1, 2, 3 Ohi 1, 2, 3, 4	Takahama 1, 2, 3, 4
	Kyushu Electric Power Co.	Genkai 1, 2, 3, 4	Sendai 1, 2
	Shikoku Electric Power Co.	Ikata 1, 2, 3	
	Tohoku Electric Power Co.	Onagawa 1, 2, 3	Higashidori 1
Tokyo Electric Power Co.	Fukushima Daiichi 1, 2, 3, 4, 5, 6	Kashiwazaki Kariwa 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	
	Fukushima Daini 1, 2, 3, 4		
Korea	Korean Hydro and Nuclear Power	Kori 1, 2, 3, 4	Wolsong 1, 2, 3, 4
		Shin-Kori 1 Ulchin 1, 2, 3, 4, 5, 6	Yonggwang 1, 2, 3, 4, 5, 6
Mexico	Comisiòn Federal de Electricidad	Laguna Verde 1, 2	
Romania	Societatea Nationala Nuclearelectrica	Cernavoda 1, 2	
Russian Federation	Energoatom Concern OJSC	Balakovo 1, 2, 3, 4	Novovoronezh 3, 4, 5
		Kalinin 1, 2, 3	Rostov 1
		Kola 1, 2, 3, 4	
Slovak Republic	Slovenské Elektrárne	Bohunice 3, 4	Mochovce 1, 2
Slovenia	Nuklearna Elektrarna Krško	Krško 1	
South Africa	ESKOM	Koeberg 1, 2	
Spain	UNESA	Almaraz 1, 2	Santa Maria de Garona
		Asco 1, 2	Trillo
		Cofrentes	Vandellos 2
Sweden	Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA)	Forsmark 1, 2, 3	
	OKG Aktiebolag (OKG)	Oskarshamn 1, 2, 3	
	Ringhals AB (RAB)	Ringhals 1, 2, 3, 4	
Switzerland	Forces Motrices Bernoises (FMB)	Mühleberg	
	Kernkraftwerk Gösgen-Däniken (KGD)	Gösgen	
	Kernkraftwerk Leibstadt AG (KKL)	Leibstadt	
	Axpo AG	Beznau 1, 2	
The Netherlands	N.V. EPZ	Borssele	
Ukraine	Ministry of Fuel and Energy of Ukraine	Khmelnitski 1, 2	South Ukraine 1, 2, 3
		Rovno 1, 2, 3, 4	Zaporozhe 1, 2, 3, 4, 5, 6



Country	Utility <sup>1</sup>	Plant name	
United Kingdom	British Energy Generation Ltd.	Sizewell B	
United States	American Electric Power Co. Constellation Energy Group  Dominion Generation Exelon Corporation  First Energy Corporation  Florida Power and Light  PPL Susquehanna, LLC South Carolina Electric Co. Southern Nuclear Operating Co. Tennessee Valley Authority (TVA)  Xcel Energy	D.C. Cook 1, 2 Calvert Cliffs 1, 2 Ginna Kewaunee Braidwood 1, 2 Byron 1, 2 Clinton 1 Dresden 2, 3 LaSalle County 1, 2 Beaver Valley 1, 2 Davis Besse 1 Duane Arnold 1 Point Beach 1, 2 Seabrook Susquehanna 1, 2 Virgil C. Summer 1 Vogle 1, 2 Browns Ferry 1, 2, 3 Sequoyah 1, 2 Monticello	Nine Mile Point 1, 2  Limerick 1, 2 Oyster Creek 1 Peach Bottom 2, 3 Quad Cities 1, 2 TMI 1  Perry 1  St. Lucie 1, 2 Turkey Point 3, 4      Watts Bar 1

***Officially Participating Utilities: Definitively shutdown reactors***

Country	Utility	Plant name	
Bulgaria	Nuclear Power Plant Kozloduy	Kozloduy 1, 2, 3, 4	
Canada	Hydro Quebec Ontario Power Generation	Gentilly 1 NPD	
France	Électricité de France (EDF)	Bugey 1 Chinon A1, A2, A3	Chooz A St. Laurent A1, A2
Germany	E.ON Kernkraft GmbH EnBW Kernkraft AG Energiewerke Nord GmbH RWE Power AG	Würgassen Obrigheim AVR Jülich Mülheim-Kärlich	Stade
Italy	SOGIN	Caorso Garigliano	Latina Trino
Japan	Chubu Electric Power Co. Japan Atomic Energy Agency Japan Atomic Power Co.	Hamaoka 1, 2 Fugen (LWCHWR) Tokai 1	
Lithuania	Ignalina Nuclear Power Plant	Ignalina 1, 2	
Russian Federation	Energoatom Concern OJSC	Novovoronezh 1, 2	
Slovak Republic	JAVYS	JAVYS 1, 2	
Spain	UNESA	Jose Cabrera	Vandellos 1
Sweden	Barsebäck Kraft AB (BKAB)	Barsebäck 1, 2	
The Netherlands	BV GKN	Dodewaard	

Country	Utility	Plant name
Ukraine	Ministry of Ukraine of Emergencies and Affairs of Population Protection from the Consequences of Chernobyl Catastrophe	Chernobyl 1, 2, 3
United States	Exelon Corporation	Dresden 1 Peach Bottom 1 Zion 1, 2

### *Participating Regulatory Authorities*

Country	Authority
Armenia	Armenian Nuclear Regulatory Authority (ANRA)
Belgium	Federal Agency for Nuclear Control
Brazil	Comissão Nacional de Energia Nuclear
Bulgaria	Bulgarian Nuclear Regulatory Agency
Canada	Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC)
China	Nuclear and Radiation Safety Centre (NSC)
Czech Republic	State Office for Nuclear Safety
Finland	Säteilyturvakeskus (STUK)
France	Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN); Direction Générale du Travail (DGT) du Ministère de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement, represented by l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)
Germany	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, represented by GRS
Japan	Ministry of Economy, Trade and Industry (METI)
Korea	Ministry of Education, Science and Technology (MEST); Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)
Lithuania	Radiation Protection Centre
Mexico	Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias
The Netherlands	Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid
Pakistan	Pakistan Nuclear Regulatory Authority
Romania	National Commission for Nuclear Activities Control (CNCAN)
Slovak Republic	Public Health Authority of the Slovak Republic
Slovenia	Slovenian Nuclear Safety Administration (SNSA); Slovenian Radiation Protection Administration (SRPA)
Spain	Consejo de Seguridad Nuclear
Sweden	Swedish Radiation Safety Authority
Switzerland	Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate (ENSI)
Ukraine	State Nuclear Regulatory Committee of Ukraine
United States	U.S. Nuclear Regulatory Commission (US NRC)

**Country – Technical Centre affiliations**

Country	Technical Centre*	Country	Technical Centre
Armenia	IAEATC	Mexico	NATC
Belgium	ETC	The Netherlands	ETC
Brazil	IAEATC	Pakistan	IAEATC
Bulgaria	IAEATC	Romania	IAEATC
Canada	NATC	Russian Federation	IAEATC
China	IAEATC	Slovak Republic	ETC
Czech Republic	ETC	Slovenia	IAEATC
Finland	ETC	South Africa, Rep. of	IAEATC
France	ETC	Spain	ETC
Germany	ETC	Sweden	ETC
Hungary	ETC	Switzerland	ETC
Italy	ETC	Ukraine	IAEATC
Japan	ATC	United Kingdom	ETC
Korea, Republic of	ATC	United States	NATC
Lithuania	IAEATC		

\* Note: ATC: Asian Technical Centre, IAEATC: IAEA Technical Centre  
 ETC: European Technical Centre, NATC: North American Technical Centre

**ISOE Network and Technical Centre information**

<b>ISOE Network web portal</b>	
ISOE Network	<a href="http://www.isoe-network.net">www.isoe-network.net</a>
<b>ISOE Technical Centres</b>	
European Region (ETC)	Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire (CEPN), Fontenay-aux-Roses, France <a href="http://www.isoe-network.net">www.isoe-network.net</a>
Asian Region (ATC)	Japan Nuclear Energy Safety Organisation (JNES), Tokyo, Japan <a href="http://www.jnes.go.jp/isoe/english/index.html">www.jnes.go.jp/isoe/english/index.html</a>
IAEA Region (IAEATC)	International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna, Austria Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA), Vienne, Autriche <a href="http://www-ns.iaea.org/tech-areas/rw-ppss/isoe-iaea-tech-centre.asp">www-ns.iaea.org/tech-areas/rw-ppss/isoe-iaea-tech-centre.asp</a>
North American Region (NATC)	University of Illinois, Urbana-Champaign, Illinois, U.S.A. <a href="http://hps.ne.uiuc.edu/natcisoe/">http://hps.ne.uiuc.edu/natcisoe/</a>
<b>Joint Secretariat</b>	
OECD/NEA (Paris)	<a href="http://www.oecd-nea.org/jointproj/isoe.html">www.oecd-nea.org/jointproj/isoe.html</a>
IAEA (Vienna)	<a href="http://www-ns.iaea.org/tech-areas/rw-ppss/isoe-iaea-tech-centre.asp">www-ns.iaea.org/tech-areas/rw-ppss/isoe-iaea-tech-centre.asp</a>

**International co-operation**

- European Commission (EC)
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR)
-

*Annex 4***ISOE BUREAU, SECRETARIAT AND TECHNICAL CENTRES*****Bureau of the ISOE Management Board***

	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Chairperson (Utilities)	MIZUMACHI, Wataru Japan Nuclear Energy Safety Organisation JAPAN		SIMIONOV, Vasile Cernavoda NPP ROMANIA		ABELA, Gonzague EDF FRANCE	
Chairperson Elect (Utilities)	SIMIONOV, Vasile Cernavoda NPP ROMANIA		ABELA, Gonzague EDF FRANCE		HARRIS, Willie EXELON UNITED STATES	
Vice-Chairperson (Authorities)	RIIHILUOMA, Veli Finnish Centre for Radiation and Nuclear Safety (STUK) FINLAND		HOLAHAN, Vincent US Nuclear Regulatory Commission UNITED STATES		DJEFFAL, Salah Canadian Nuclear Safety Commission CANADA	
Past Chairperson (Utilities)	GAGNON, Jean-Yves Centrale Nucleaire Gentilly-2 CANADA		MIZUMACHI, Wataru Japan Nuclear Energy Safety Organisation JAPAN		BROCK, Terry US Nuclear Regulatory Commission UNITED STATES	
					SIMIONOV, Vasile Cernavoda NPP ROMANIA	

***ISOE Joint Secretariat*****OECD Nuclear Energy Agency (OECD/NEA)**

OKYAR, Halil Burçin  
OECD Nuclear Energy Agency  
Radiation Protection and Radioactive Waste Management  
12, boulevard des Îles  
92130 Issy-les-Moulineaux, France

Tel: +33 1 45 24 10 45  
Eml: halilburcin.okyar@oecd.org

**International Atomic Energy Agency (IAEA)**

MA, Jizeng  
IAEA Technical Centre  
Radiation Safety and Monitoring Section  
International Atomic Energy Agency  
P.O. Box 100, 1400 Vienna, Austria

Contact point:  
PUCHER, Inge  
Tel: +43 1 2600 22717  
Eml: I.pucher@iaea.org

CZARWINSKI, Renate  
Head, Radiation Safety and Monitoring Section  
Division of Radiation, Transport and Waste Safety  
International Atomic Energy Agency  
P.O. Box 100, 1400 Vienna, Austria

***ISOE Technical Centres*****Asian Technical Centre (ATC)**

HAYASHIDA, Yoshihisa  
Principal Officer  
Asian Technical Centre  
Japan Nuclear Energy Safety Organisation (JNES)  
TOKYU REIT Toranomon Bldg. 7<sup>th</sup> Floor  
3-17-1 Toranomon, Minato-ku,  
Tokyo 105-0001, Japan

Tel: +81 3 4511 1801  
Eml: hayashida-yoshihisa@jnes.go.jp

**European Technical Centre (ETC)**

SCHIEBER, Caroline  
European Technical Centre  
CEPN  
28, rue de la Redoute  
92260 Fontenay-aux-Roses, France

Tel: +33 1 55 52 19 39  
Eml: schieber@cepn.asso.fr

**IAEA Technical Centre (IAEATC)**

MA, Jizeng  
IAEA Technical Centre  
Radiation Safety and Monitoring Section  
International Atomic Energy Agency  
P.O. Box 100, 1400 Vienna, Austria

Contact point:  
PUCHER, Inge  
Tel: +43 1 2600 22717  
Eml: I.pucher@iaea.org

**North American Technical Centre (NATC)**

MILLER, David W.  
NATC Regional Co-ordinator  
North American ALARA Center  
Radiation Protection Department  
Cook Nuclear Plant  
One Cook Place  
Bridgman, Michigan 49106, USA

Tel: +1 269 465 5901 x 2305  
Eml: dwmiller2@aep.com

***ISOE Newsletter Editor***

BREZNIK, Borut  
Radiation Protection Superintendent  
Nuclear Power Plant Krško  
Vrbina 12  
8270 Krško, Slovenia

Tel: +386 7 4802 287  
Eml: borut.breznik@nek.si

*Annex 5*

**ISOE WORKING GROUPS (2011)**

***Working Group on Data Analysis (WGDA)***

**Chair:** HENNIGOR, Staffan (Sweden); **Vice-Chair:** STRUB, Erik (Germany)

**CANADA**

DJEFFAL, Salah Canadian Nuclear Safety Commission  
 McQUEEN Maureen Bruce Power

**CZECH REPUBLIC**

FARNIKOVA, Monika Temelin NPP

**FRANCE**

BELTRAMI, Laure-Anne CEPN (ETC)  
 D'ASCENZO, Lucie CEPN (ETC)  
 SCHIEBER, Caroline CEPN (ETC)  
 COUASNON, Olivier ASN  
 ROCHER, Alain EDF

**GERMANY**

KAULARD, Jorg Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit mbH  
 STRUB, Erik Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit mbH  
 JENTJENS, Lena VGB-PowerTech  
 BASCHNAGEL, Michael Biblis NPP

**JAPAN**

HAYASHIDA, Yoshihisa Japan Nuclear Energy Safety Organization (ATC)  
 MIZUMACHI, Wataru Japan Nuclear Energy Safety Organization (ATC)  
 SUZUKI, Akiko Japan Nuclear Energy Safety Organization (ATC)

**KOREA (REPUBLIC OF)**

CHOI, Won-Chul Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)  
 JUNG, Kyu-Hwan Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)  
 ROH, Hyun-Suk Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)

**MEXICO**

ZORRILLA, Sergio H. Central Laguna Verde

**ROMANIA**

SIMIONOV, Vasile Cernavoda NPP

**RUSSIAN FEDERATION**

GLASUNOV, Vadim Russian Research Institute for Nuclear Power Plant Operation (VNIIAES)

**SLOVENIA**

BREZNIK, Borut Krsko NPP

**SPAIN**

Miguel Angel de la Rubia Rodiz CSN

**SWEDEN**

HENNIGOR, Staffan Forsmarks Kraftgrupp AB  
 SOLSTRAND, Christer OKG AB  
 SVEDBERG, Torgny Ringhals AB

**UNITED STATES OF AMERICA**

HAGEMEYER, Derek Oak Ridge Associated Universities (ORAU)  
 LEWIS, Doris US Nuclear Regulatory Commission  
 MILLER, David .W. D.C. Cook Plant (NATC)  
 HARRIS, Willie Exelon

**Expert Group on Water Chemistry and Source-Term Management (EGWC)****Chair: ROCHER, Alain (France)****FRANCE**RANCHOUX, Gilles  
ROCHER, Alain  
VAILLANT, LudovicEDF  
EDF  
CEPN (ETC)**KOREA (REPUBLIC OF)**YANG, Ho-Yeon  
SONG, Min-ChuiKorean Hydro & Nuclear Power Co. (KHNP)  
Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)**SLOVAK REPUBLIC**

SMIEŠKO, Ivan

Bohunice NPP

**SWEDEN**BENGTSSON, Bernt  
OLSSON, MattiasRinghals NPP  
Forsmark NPP**UNITED STATES OF AMERICA**CHRZANOWSKI, Ronald  
WELLS, Daniel M.Exelon  
Electric Power Research Institute (EPRI)

*Annex 6*

**ISOE MANAGEMENT BOARD AND NATIONAL CO-ORDINATORS (2010-2011)**

Note: ISOE National Co-ordinators identified in **bold**.

**ARMENIA**

**PYUSKYULYAN Konstantin**  
AVETISYAN, Aida

Armenian Nuclear Power Plant Company  
Armenian Nuclear Regulatory Authority

**BELGIUM**

**NGUYEN Thanh Trung**  
SCHRAYEN, Virginie

Electrabel (Tihange NPP)  
FANC-Federal Agency for Nuclear Control

**BRAZIL**

**do AMARAL, Marcos Antônio**

Angra NPP

**BULGARIA**

**NIKOLOV, Atanas**  
KATZARSKA, Lidia

Kozloduy NPP  
Bulgarian Nuclear Regulatory Agency

**CANADA**

**MILLER David E.**  
McQUEEN, Maureen  
DJEFFAL, Salah  
GAGNON, Jean-Yves  
VILLEMARE, Mike  
ALLEN, Scott

Bruce Power  
Bruce Power  
Canadian Nuclear Safety Commission  
Centrale Nucleaire Gentilly-2  
Pickering NPP  
Bruce Power

**CHINA**

**YANG Duanjie**  
LI, Ruirong  
ZHANG, Jintao

Nuclear and Radiation Safety Center (NSC)  
Daya Bay NPS  
China National Nuclear Corporation

**CZECH REPUBLIC**

KOC, Josef  
**FARNIKOVA, Monika**  
URBANCIK, Libor  
KULICH, Vladimir

Temelin NPP  
Temelin NPP  
State Office for Nuclear Safety (SUJB)  
Dukovany NPP

**FINLAND**

**KONTIO, Timo**  
RIIHILUOMA, Veli  
KUKKONEN, Kari  
VILKAMO, Olli

Fortum, Loviisa NPP  
Centre for Radiation and Nuclear Safety, STUK  
TVO, Olkiluoto NPP  
Centre for Radiation and Nuclear Safety, STUK

**FRANCE**

**ABELA, Gonzague**  
CORDIER, Gerard  
CHEVALIER, Sophie  
COUASNON, Olivier  
GUZMAN LOPEZ-OCON, Olvido

EDF  
EDF  
ASN  
ASN  
ASN

**GERMANY**

**JENTJENS, Lena**  
BASCHNAGEL, Michael  
FRASCH, Gerhard  
KAULARD, Jörg  
STRUB, Erik

VGB PowerTech e.V.  
RWE Power AG, Kraftwerk Biblis  
Bundesamt für Strahlenschutz  
Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit mbH (GRS)  
Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit mbH (GRS)

**HUNGARY**

**BUJTAS, Tibor**

PAKS NPP

**ITALY**

**MANCINI, Francesco**

SOGIN Spa



**JAPAN**

**HAYASHIDA, Yoshihisa**  
**KOBAYASHI, Masahide**  
 MIZUMACHI, Wataru  
 SUZUKI, Akira  
 TSUJI, Masatoshi  
 YONEMARU, Kenichi  
 KANEOKA, Tadashi

Japan Nuclear Energy Safety Organization (ATC)  
 Japan Nuclear Energy Safety Organization (ATC)  
 Japan Nuclear Energy Safety Organization (ATC)  
 Tokyo Electric Power Company  
 Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA)  
 Kyushu Electric Power Company  
 The Chugoku Electric Power Co., Inc.

**KOREA (REPUBLIC OF)**

**KIM Byeong-Soo**  
 CHOI, Won-Chul  
 AN, Yong Min  
 LEE, Hee-hwan  
 NA, Seong Ho

Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)  
 Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)  
 Korea Hydro and Nuclear Power. Co. Ltd  
 Korea Hydro and Nuclear Power. Co. Ltd  
 Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)

**LITHUANIA**

**TUMOSIENE Kristina**  
 PLETNIOV, Victor  
 BALCYTIS, Gintautas

State Nuclear Power Safety Inspectorate (VATESI)  
 Ignalina NPP  
 Radiation Protection Centre

**MEXICO**

**ARMENTA Socorro**  
 MEDRANO, Marco

Central Laguna Verde  
 National Nuclear Research Institute

**THE NETHERLANDS**

**MELJER, Hans**  
 BREAS, Gerard

Borssele NPP  
 Ministry For Environment

**PAKISTAN**

NASIM, Bushra  
**MUBBASHER, Makshoof**

Pakistan Nuclear Regulatory Authority  
 Chashma NPP (Unit1)

**ROMANIA**

**SIMIONOV, Vasile**  
 RODNA, Alexandru  
 VELICU, Oana

Cernavoda NPP  
 National Commission for Nuclear Activities Control  
 National Commission for Nuclear Activities Control

**RUSSIAN FEDERATION**

**BEZRUKOV, Boris**  
 GLASUNOV, Vadim

Energoatom Concern OJSC  
 Russian Research Institute for Nuclear Power Plant Operation (VNIIAES)

**SLOVAK REPUBLIC**

**DOBIS, Lubomir**  
 VIKTORY, Dusan

Bohunice NPP  
 Public Health Institute of the Slovak Republic

**SLOVENIA**

**BREZNIK, Borut**  
 JANZEKOVIC, Helena  
 JUG, Nina  
 CERNILOGAR RADEZ, Milena

Krsko NPP  
 Slovenian Nuclear Safety Administration  
 Slovenian Radiation Protection Administration  
 Slovenian Nuclear Safety Administration

**SOUTH AFRICA (REPUBLIC OF)**

**MAREE, Marc**

Koeberg NPS

**SPAIN**

**HERRERA Borja Rosell**  
 LABARTA, Teresa  
 ROSALES CALVO, Maria Luisa  
 DE LA RUBIA, Miguel Angel

Almaraz NPP  
 Consejo de Seguridad Nuclear  
 Consejo de Seguridad Nuclear  
 Consejo de Seguridad Nuclear

**SWEDEN**

**SVEDBERG, Torgny**  
 FRITIOFF, Karin  
 LINDVALL, Carl Göran  
 SOLSTRAND, Christer  
 HENNIGOR, Staffan

Ringhals NPP  
 Swedish Radiation Safety Authority  
 Barsebäck NPP  
 Oskarshamn NPP  
 Forsmark NPP

**SWITZERLAND**

**TAYLOR Thomas**  
 JAHN, Swen-Gunnar

Muhleberg NPP  
 ENSI

**UKRAINE**

**BEREZHNAJA Tatiana**  
 RYAZANTSEV, Viktor

ENERGOATOM  
 SNRCU

**UNITED KINGDOM**

**RENN, Guy**  
ZODIATES, Anastasios

Sizewell B Power Station  
British Energy

**UNITED STATES OF AMERICA**

**MILLER, David**  
GREEN, Bill  
LEWIS, Doris  
BROCK, Terry  
HARRIS, Willie  
DALY, Patrick  
JONES, Patricia  
OHR, Kenneth  
HUNSICKER, John

D.C. Cook Plant (NATC)  
Clinton Power Station  
U.S. Nuclear Regulatory Commission  
U.S. Nuclear Regulatory Commission  
Exelon – Corporate  
Exelon - Braidwood  
Constellation Energy - Calvert Cliffs  
Exelon - Quad Cities Station  
South Carolina Electric - V.C Summer