

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 23 回年次報告書(2013 年)

© OECD 2017

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23回年次報告書では、2013年のISOEプログラムの状況を紹介する。

「…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 .....	10
2.1 職業被ばくの傾向: 運転中の原子炉 .....	10
a) 原子炉型式別の世界的な傾向 .....	10
b) 国別の平均集団線量傾向 .....	11
c) 国別の3カ年移動平均集団線量傾向 .....	14
2.2 職業被ばくの傾向: 最終的に停止された原子炉 .....	20
3. ISOE 参加国における主要事象 .....	24
アルメニア .....	25
ベルギー .....	27
ブルガリア .....	28
カナダ .....	29
中国 .....	32
チェコ共和国 .....	33
フィンランド .....	35
フランス .....	37
ハンガリー .....	41
イタリア .....	43
日本 .....	44
リトアニア .....	46
メキシコ .....	48
オランダ .....	51
ルーマニア .....	52
ロシア連邦 .....	55
スロバキア共和国 .....	58
スロベニア .....	60
スペイン .....	61
スウェーデン .....	65
スイス .....	67
ウクライナ .....	68
英国 .....	69
米国 .....	70
4. ISOE 経験交換活動 .....	74

4.1 ISOE ALARA シンポジウム .....	74
4.2 ISOE ウェブサイト(www.isoe-network.net) .....	75
4.3 ISOE ベンチマーキング視察 .....	76
4.4 ISOE 管理 .....	79

## 表

表 1 正式な ISOE 参加者及び ISOE データベース(2013 年 12 月現在) .....	8
表 2 国別及び原子炉型式別の 1 基当たり平均年間集団線量(2011～2013 年、人・Sv/基) .....	11
表 3 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 .....	15
表 4 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)(2011～2013 年) .....	21

## 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 3 カ年移動平均 .....	11
図 2 2013 年における国別の PWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基) .....	12
図 3 2013 年における国別の VVER 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基) .....	13
図 4 2013 年における国別の BWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基) .....	13
図 5 2013 年における国別の PHWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基) .....	14
図 6 2000 年～2013 年における国別の PWR の 3 カ年移動平均集団線量(1) .....	16
図 7 2000 年～2013 年における国別の PWR の 3 カ年移動平均集団線量(2) .....	16
図 8 2000 年～2013 年における国別の PWR の 3 カ年移動平均集団線量(3) .....	17
図 9 2000 年～2013 年における国別の PWR の 3 カ年移動平均集団線量(4) .....	17
図 10 2000 年～2013 年における国別の VVER の 3 カ年移動平均集団線量(1) .....	18
図 11 2000 年～2013 年における国別の VVER の 3 カ年移動平均集団線量(2) .....	18
図 12 2000 年～2013 年における国別の BWR の 3 カ年移動平均集団線量(1) .....	19
図 13 2000 年～2013 年における国別の BWR の 3 カ年移動平均集団線量(2) .....	19
図 14 2000 年～2013 年における国別の PHWR の 3 カ年移動平均集団線量 .....	20
図 15 2009 年～2013 年における国別の PWR の平均年間集団線量 .....	22
図 16 2009 年～2013 年における国別の VVER の平均年間集団線量 .....	22
図 17 2009 年～2013 年における国別の BWR の平均年間集団線量 .....	23
図 18 2009 年～2013 年における国別の GCR の平均年間集団線量 .....	23

## 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 23 回年次報告書では、2013 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。2012～2015 年に関する現在の ISOE 規約は、2012 年 1 月 1 日に発効した。2013 年末時点で、ISOE プログラムには 25 カ国で 59 の電気事業者 (261 基の運転中のユニット及び 46 基の停止中ユニット) と 17 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、377 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 2013 年平均年間集団線量と、1 基当たりの 3 カ年移動平均 (2011～2013 年) は、以下のとおりであった。

	2013 年平均年間 集団線量 (人・Sv/基)	2011～2013 年の 3 カ年移動平均 (人・Sv/基)
加圧水型原子炉 (PWR)	0.50	0.55
加圧水型原子炉 (VVER)	0.42	0.48
沸騰水型原子炉 (BWR)	0.84	0.96
加圧重水型原子炉 (PHWR/CANDU)	0.75	1.02

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 96 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 2013 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。2013 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。2013 年は、アジア技術センターが東京で国際シンポジウムを主催し、米国のフォートローダーデールでは北米シンポジウムが開催された。これらの地域及び国際シンポジウムは、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 3 で概説している。

## 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(2012～2015 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

2013 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、261 基の運転中のユニット及び 46 基の停止中ユニットを含む、25 カ国の 59 の電気事業者<sup>1</sup>、並びに 17 カ国の規制当局である。表 1 には、2013 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 1 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 29 カ国の 473 基の原子炉(377 基が運転中、96 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 IAOE 参加者及び IAOE データベース(2013 年 12 月現在)

注記:本報告書発表時点での正式な IAOE 参加者のリストは、付属書 1 で示されている。

運転中の原子炉:IAOE 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	-	-	-	19	-	-	19
中国	7	2	-	-	-	-	9
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	7	-	2	-	-	-	9
ハンガリー	-	4	-	-	-	-	4
日本	24	-	24	-	-	-	48
韓国	19	-	-	4	-	-	23
オランダ	1	-	-	-	-	-	1
ルーマニア	-	-	-	2	-	-	2
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	-	1	-	-	-	7
スウェーデン	3	-	7	-	-	-	10
スイス	3	-	2	-	-	-	5
英国	1	-	-	-	-	-	1
米国	19	-	17	-	-	-	36
合計	160	21	55	25	-	-	261
運転中の原子炉:IAOE には参加していないが、IAOE 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
メキシコ	-	-	2	-	-	-	2
パキスタン	2	-	-	1	-	-	3
ロシア連邦	-	17	-	-	-	-	17
ウクライナ	-	15	-	-	-	-	15
英国	-	-	-	-	15	-	15
米国	46	-	18	-	-	-	64
合計	48	32	20	1	15	-	116
IAOE 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	261		75	26	15	-	377

表 1 正式な ISOE 参加者及び ISOE データベース(2013 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	-	-	3	-	-	-	3
フランス	1	-	-	6	-	-	7
ドイツ	4	4	-	-	-	-	8
イタリア	1	2	-	1	-	-	4
日本	-	8	-	1	-	1	10
リトアニア	-	-	-	-	2	-	2
スペイン	-	1	-	-	-	-	1
スウェーデン	-	2	-	-	-	-	2
米国	3	1	-	1	-	-	5
<b>合計</b>	<b>13</b>	<b>18</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>46</b>
最終的に停止した原子炉:ISOE に参加してはいるが 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
カナダ	-	-	2	-	-	-	3
ドイツ	3	1	-	2	-	-	6
オランダ	-	1	-	-	-	-	1
ロシア	2	-	-	-	-	-	2
スペイン	1	-	-	1	-	-	2
ウクライナ	-	-	-	-	3	-	3
英国	-	-	-	19	-	-	19
米国	10	4	-	1	-	-	15
<b>合計</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>23</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>50</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>29</b>	<b>24</b>	<b>5</b>	<b>32</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>96</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>290</b>	<b>99</b>	<b>31</b>	<b>47</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>473</b>

参加国数	25
参加電気事業者数 <sup>2</sup>	59
参加当局数 <sup>3</sup>	18

<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。以下の運転中、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が入手可能である。

- ・ 通常運転に関する年間集団線量
- ・ 保守作業／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

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。

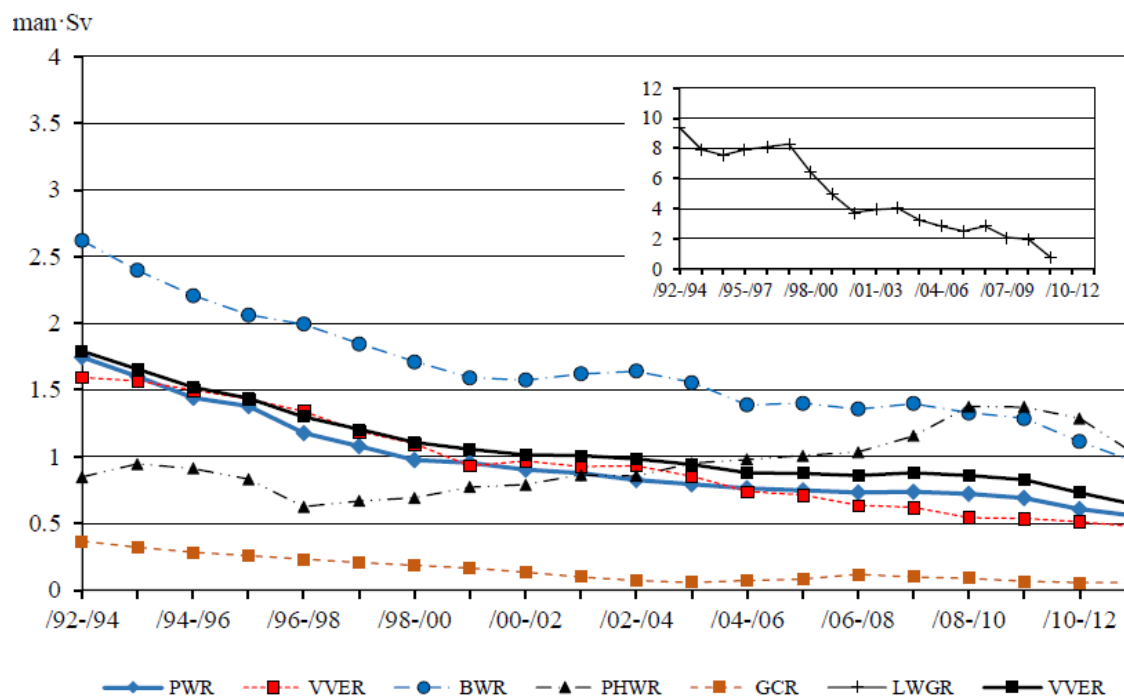
### 2.1 職業被ばくの傾向：運転中の原子炉

#### a) 原子炉型式別の世界的な傾向

図 1 は、1992～2013 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。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～2013 年における国別及び原子炉型式別の 1 基あたりの平均集団線量は表 2 に、また 2009 年～2011 年及び 2011 年～2013 年における国別及び原子炉型式別の 1 基あたりの 3 カ年移動平均の年間集団線量は表 3 に、それぞれ示されている。これらの結果は主に、2013 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 3)によって適宜補完したものに基づいている。図 2～5 は、PWR、VVER、BWR 及び PHWR1 基あたりの平均集団線量に関する情報を国別で示している。すべての図における「基数」は、2013 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 3 年移動平均  
(1992~2013 年、人・Sv/基)



b) 国別の平均集団線量傾向

表 2 では、過去 3 年間に於ける 1 基あたりの平均集団線量に関する情報を、国別及び原子炉型式別で示している。

表 2 国別及び原子炉型式別の 1 基当たり平均年間集団線量(2011~2013 年、人・Sv/基)

	PWR			VVER			BWR		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
アルメニア				1.25	0.90	0.73			
ベルギー	0.37	0.33	0.19						
ブラジル	0.37	0.08	0.48						
ブルガリア				0.27	0.18	0.23			
カナダ									
中国	0.51	0.45	0.86			0.23			
チェコ共和国				0.12	0.12	0.12			
フィンランド				0.36	0.84	0.27	0.48	0.36	0.32
フランス	0.72	0.68	0.79						
ドイツ	0.43	0.23	0.32				0.58	1.07	1.09
ハンガリー				0.59	0.45	0.50			
日本	0.96	0.18	0.23				1.05	0.29	0.20
韓国	0.54	0.42	0.53						
メキシコ							0.83	4.28	0.67
オランダ	0.28	0.33	0.83						
パキスタン	0.26	0.07	0.53						
ルーマニア									
ロシア連邦				0.66	0.62	0.52			
スロバキア共和国				0.14	0.17	0.13			
スロベニア	0.77	0.88	1.35						

南アフリカ	0.55	0.77	0.30						
スペイン	0.50	0.47	0.39				2.00	0.25	2.25
スウェーデン	1.43	0.54	0.52				1.07	0.67	0.71
スイス	0.36	0.43	0.35				1.07	1.49	1.11
ウクライナ				0.59	0.59	0.53			
英国	0.54	0.04	0.39						
米国	0.61	0.60	0.36				1.42	1.13	1.27
<b>平均</b>	<b>0.65</b>	<b>0.51</b>	<b>0.50</b>	<b>0.51</b>	<b>0.50</b>	<b>0.42</b>	<b>1.18</b>	<b>0.87</b>	<b>0.84</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（2011、2012 及び 2013 年 GCR）。

日本に関する 2011、2012 及び 2013 年 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。

	PHWR			GCR		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013
カナダ	1.27	1.24	0.85			
韓国	0.52	0.64	0.49			
パキスタン	4.01	1.31	1.68			
ルーマニア	0.20	0.46	0.25			
英国				0.08	0.06	0.03
<b>平均</b>	<b>1.18</b>	<b>1.10</b>	<b>0.78</b>	<b>0.08</b>	<b>0.06</b>	<b>0.03</b>

	2011	2012	2013
平均	0.72	0.61	0.51

図 2 2013 年における国別の PWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)

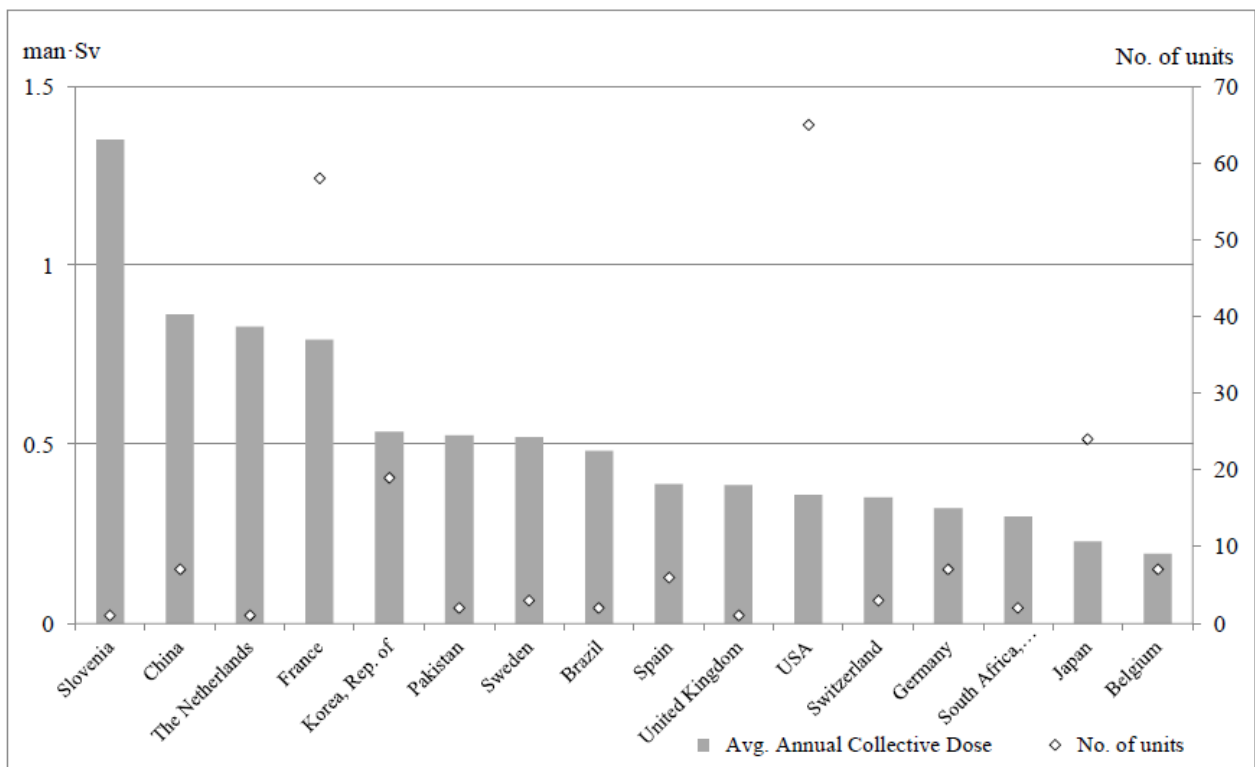


図 3 2013 年における国別の VVER 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)

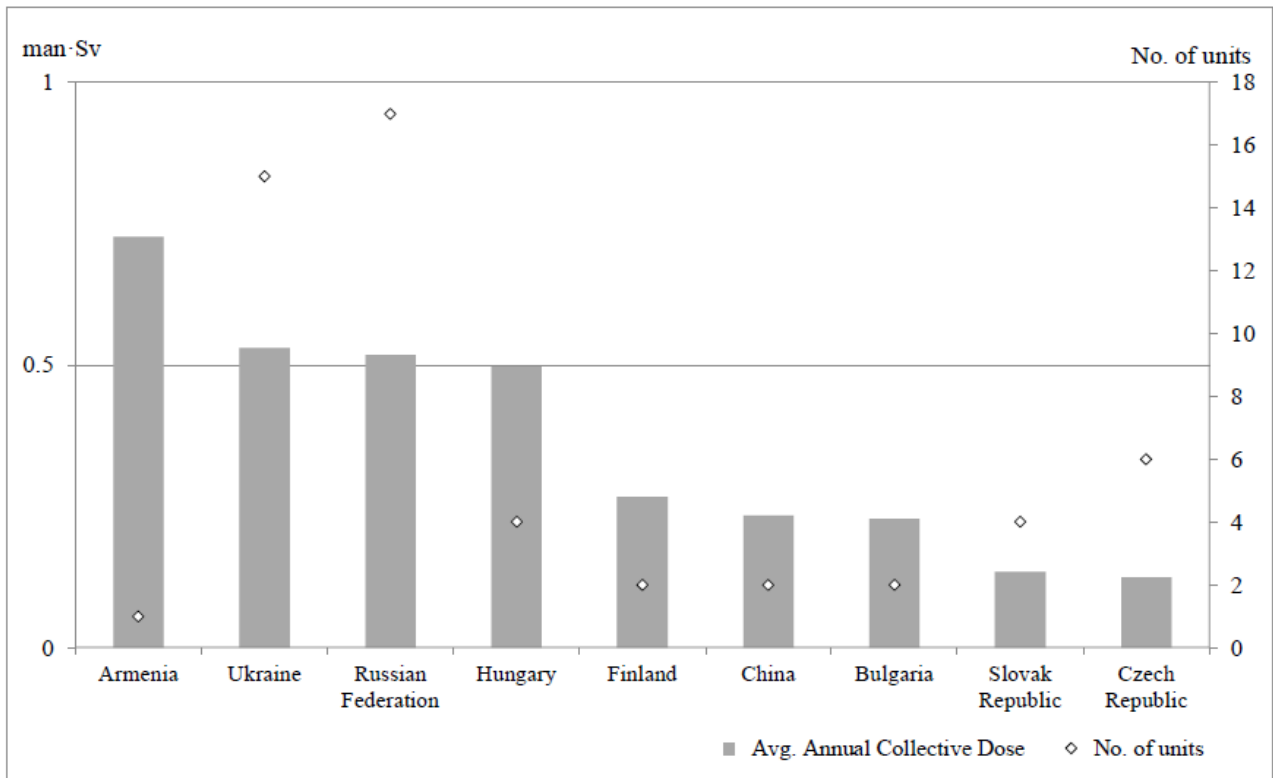


図 4 2013 年における国別の BWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)

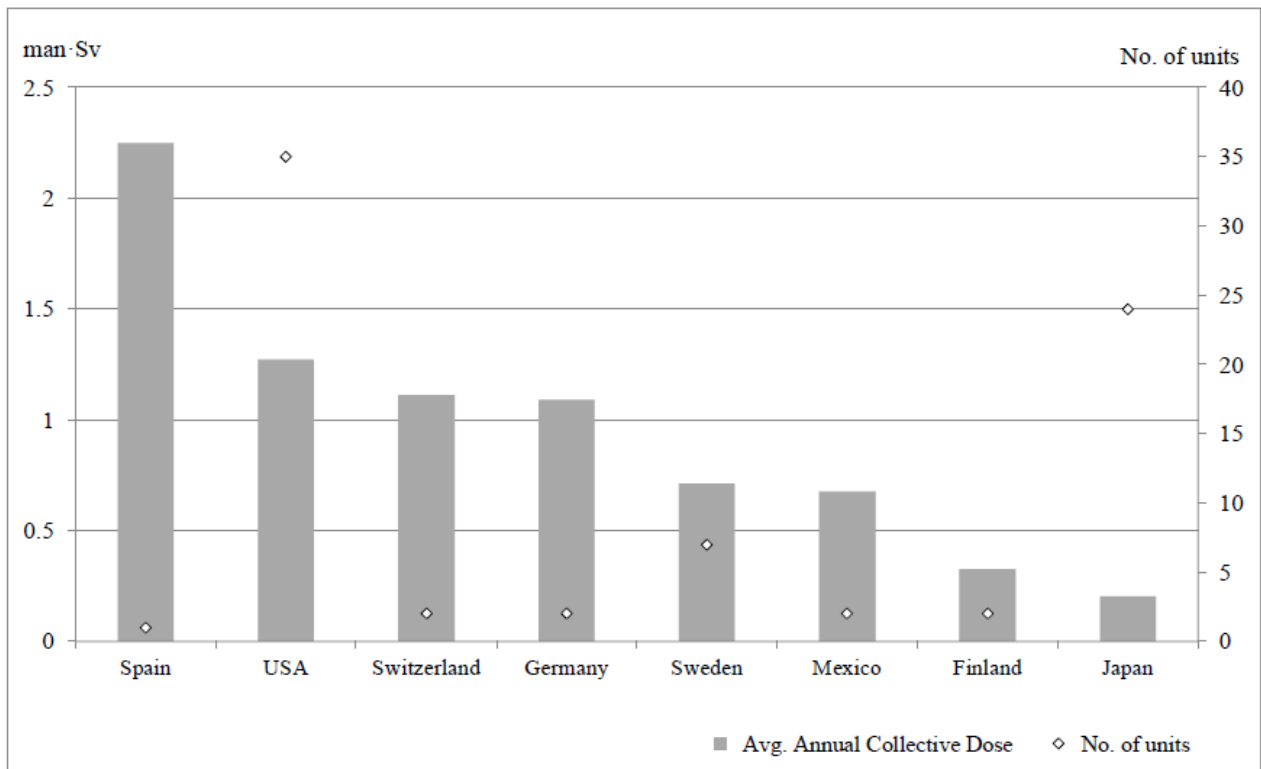
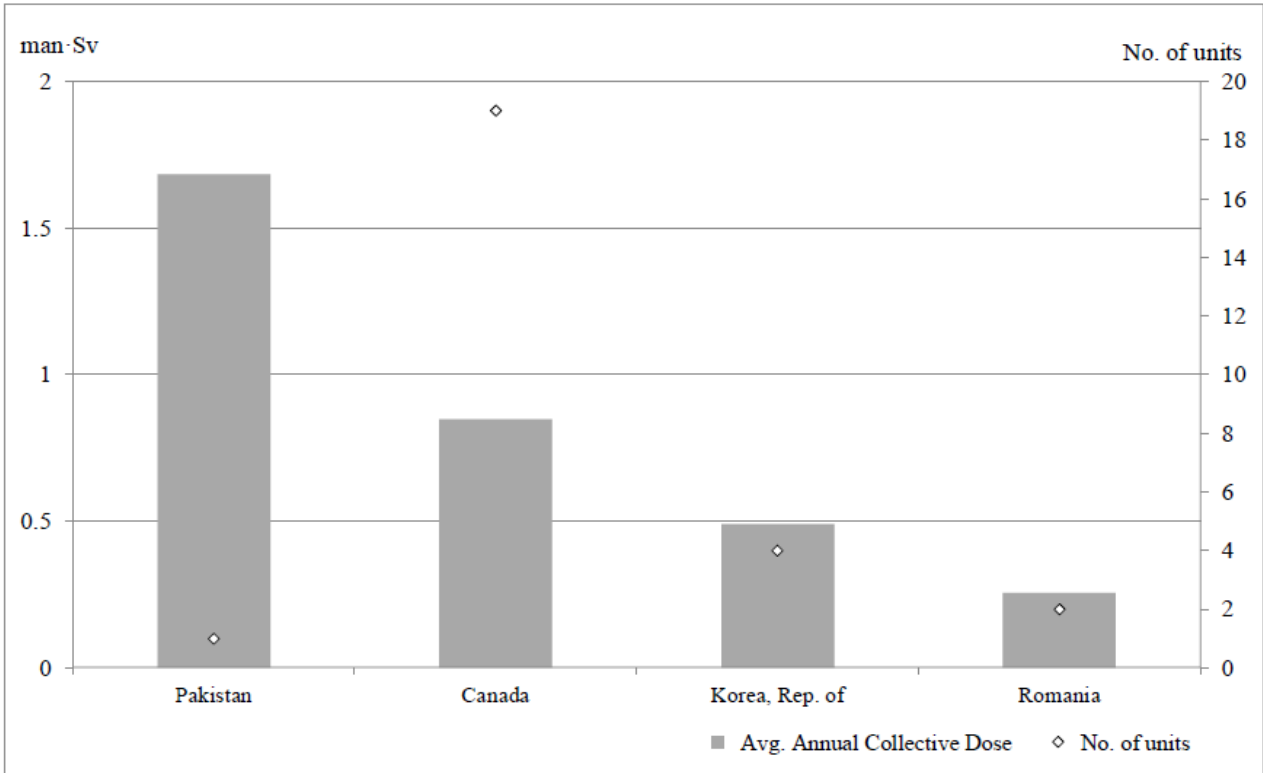


図 5 2013 年における国別の PHWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)



**c) 国別の 3 年移動平均集団線量傾向**

表 3 では、2009 年～2011 年及び 2011 年～2013 年における 3 年移動平均集団線量に関する情報を、国別及び原子炉型式別で示している。図 6～14 では、2000 年～2013 年における運転中ユニットについて、原子炉型式(PWR、VVER、BWR 及び PHWR)ごとの 3 年移動平均集団線量を国別で示している。

表3 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  
(2009～2011年及び2011～2013年、人・Sv/基)

	PWR			VVER			BWR		
	/09-/11	/10-/12	/11-/13	/09-/11	/10-/12	/11-/13	/09-/11	/10-/12	/11-/13
アルメニア				0.86	0.97	0.96			
ベルギー	0.34	0.33	0.30						
ブラジル	0.64	0.32	0.31						
ブルガリア				0.33	0.29	0.23			
カナダ									
中国	0.49	0.46	0.61			0.23			
チェコ共和国				0.13	0.12	0.12			
フィンランド				0.51	0.67	0.49	0.51	0.43	0.39
フランス	0.68	0.67	0.73						
ドイツ	0.69	0.42	0.32				0.82	0.85	0.92
ハンガリー				0.47	0.47	0.51			
日本	1.36	0.88	0.46				1.20	0.85	0.51
韓国	0.48	0.47	0.50						
メキシコ							2.64	3.37	1.93
オランダ	0.38	0.41	0.48						
パキスタン	0.37	0.31	0.28						
ルーマニア									
ロシア				0.70	0.64	0.60			
スロバキア共和国				0.17	0.16	0.15			
スロベニア	0.52	0.60	0.77						
南アフリカ	0.60	0.61	0.54						
スペイン	0.52	0.43	0.45				1.62	0.93	1.50
スウェーデン	0.94	0.81	0.83				1.14	0.89	0.82
スイス	0.42	0.44	0.38				1.16	1.27	1.23
ウクライナ				0.66	0.61	0.57			
英国	0.38	0.28	0.32						
米国	0.61	0.59	0.52				1.42	1.30	1.27
平均	<b>0.69</b>	<b>0.61</b>	<b>0.55</b>	<b>0.54</b>	<b>0.51</b>	<b>0.48</b>	<b>1.29</b>	<b>1.11</b>	<b>0.96</b>

	PHWR			GCR		
	/09-/11	/10-/12	/11-/13	/09-/11	/10-/12	/11-/13
カナダ	1.36	1.35	1.12			
韓国	1.63	1.11	0.55			
リトアニア						
パキスタン	2.78	2.59	2.33			
ルーマニア	0.28	0.35	0.30			
英国				0.07	0.05	0.06
平均	<b>1.37</b>	<b>1.29</b>	<b>1.02</b>	<b>0.07</b>	<b>0.05</b>	<b>0.06</b>

	/09-/11	/10-/12	/11-/13
世界平均	<b>0.79</b>	<b>0.71</b>	<b>0.61</b>

注記:ISOE 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)。



図 6 2000 年～2013 年における国別の PWR の 3 年移動平均集団線量(1)

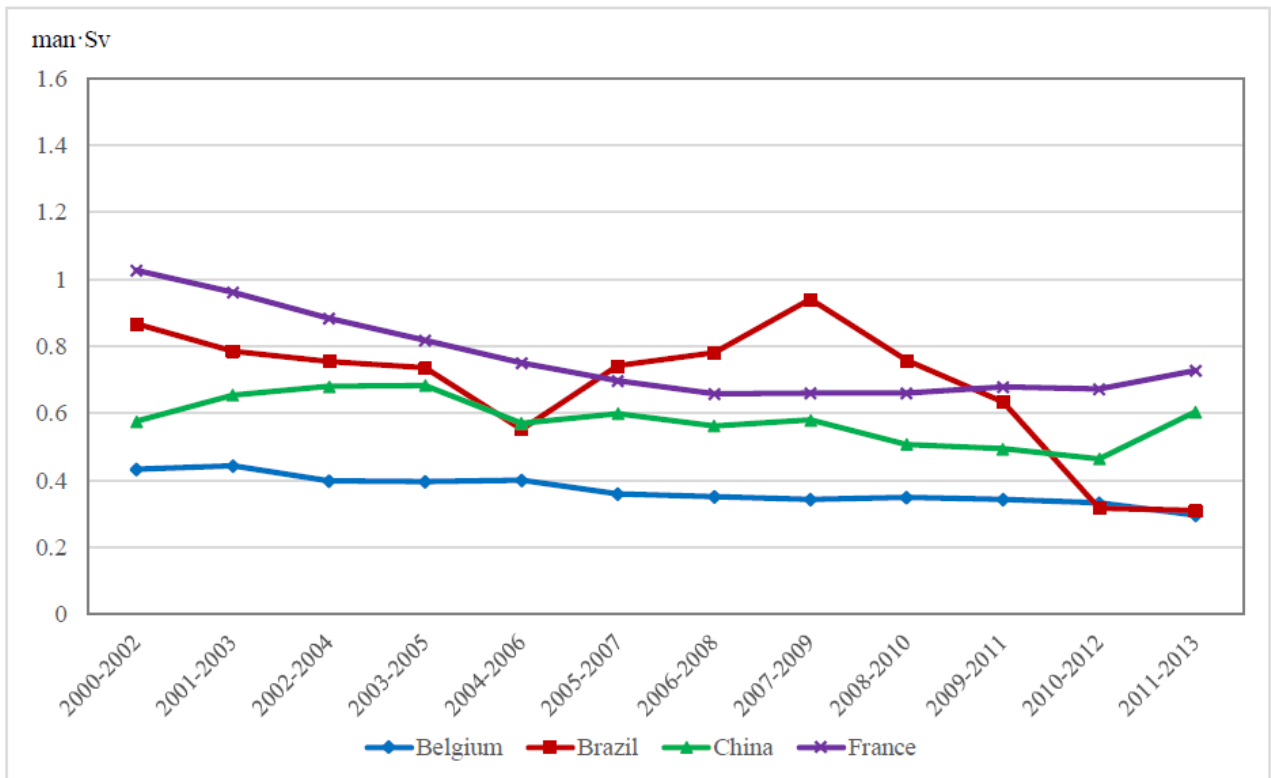


図 7 2000 年～2013 年における国別の PWR の 3 年移動平均集団線量(2)

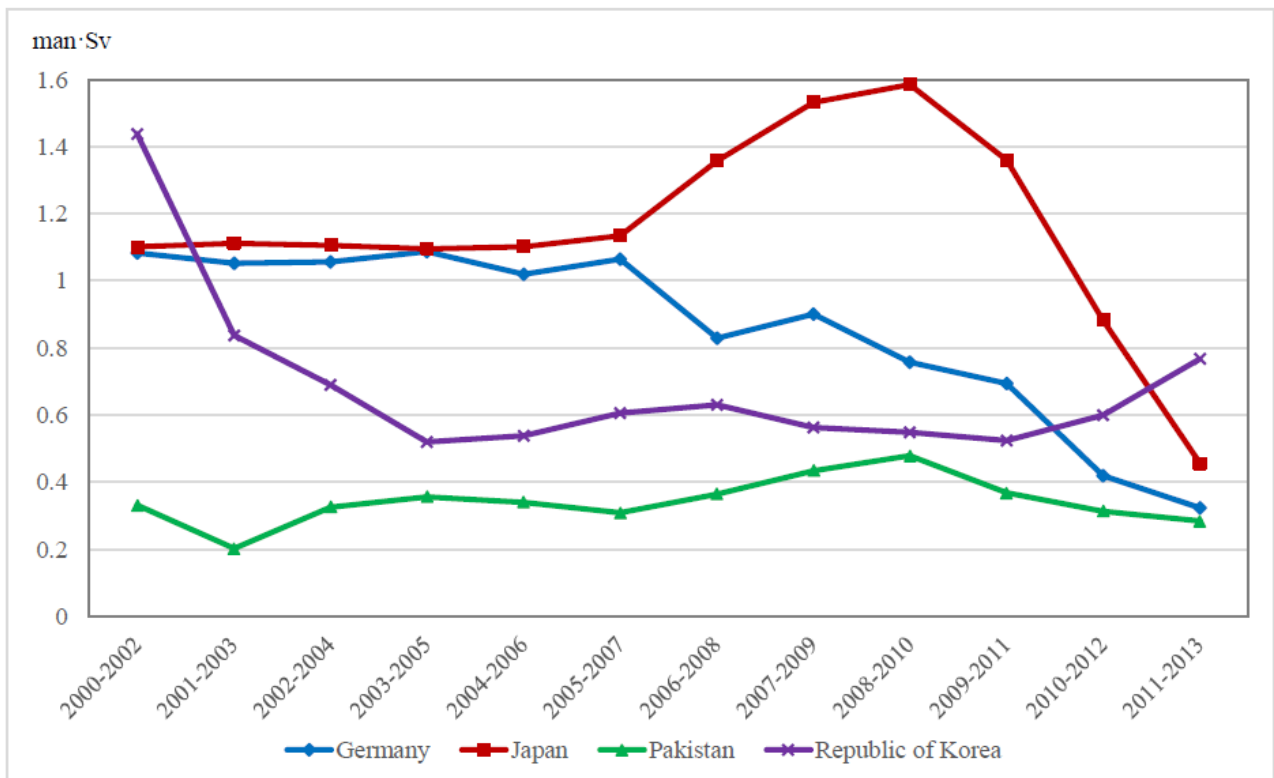


図 8 2000 年～2013 年における国別の PWR の 3 年移動平均集団線量(3)

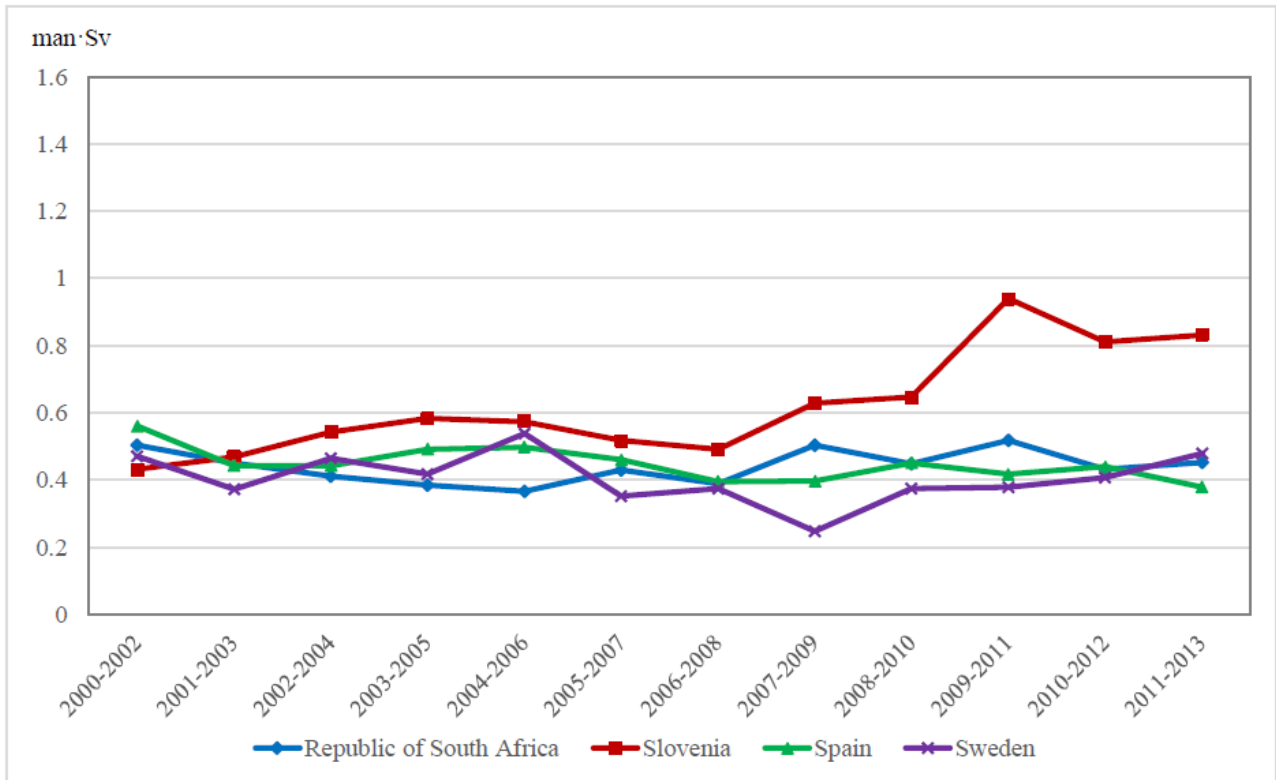


図 9 2000 年～2013 年における国別の PWR の 3 年移動平均集団線量(4)

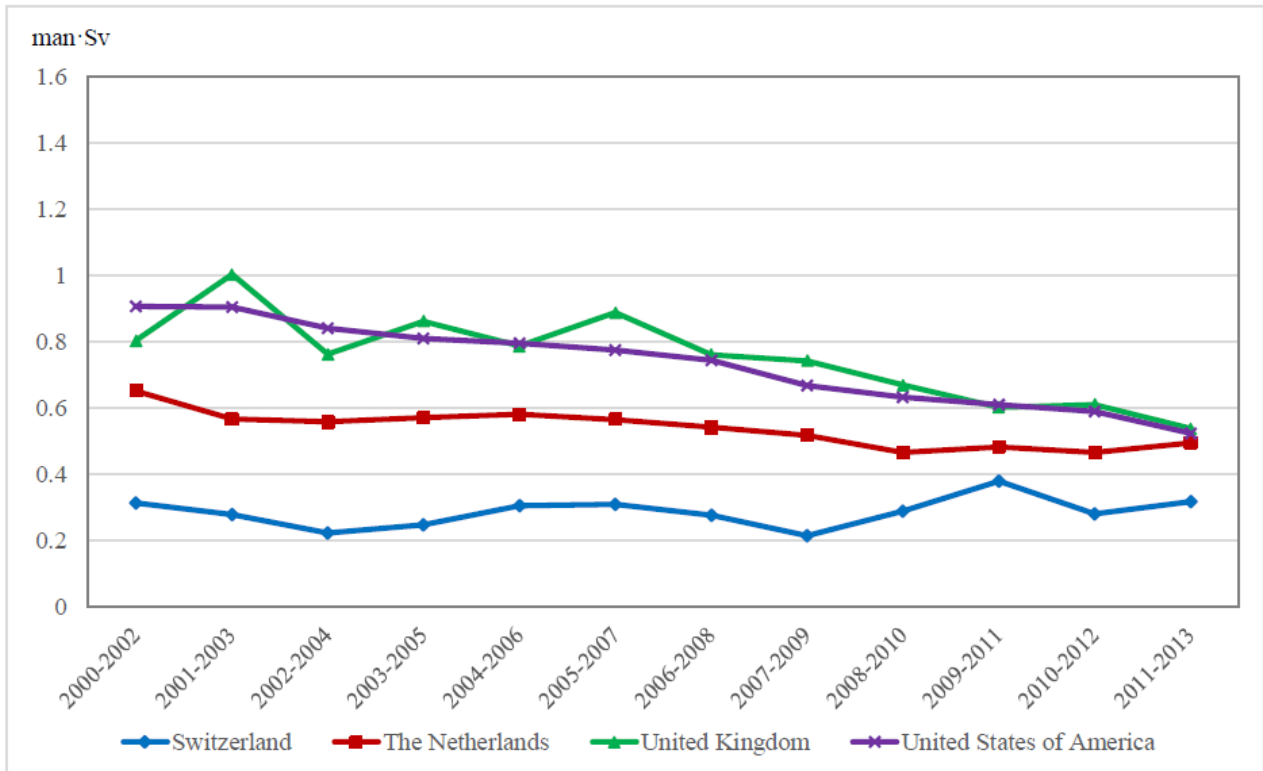


図 10 2000 年～2013 年における国別の VVER の 3 年移動平均集団線量(1)

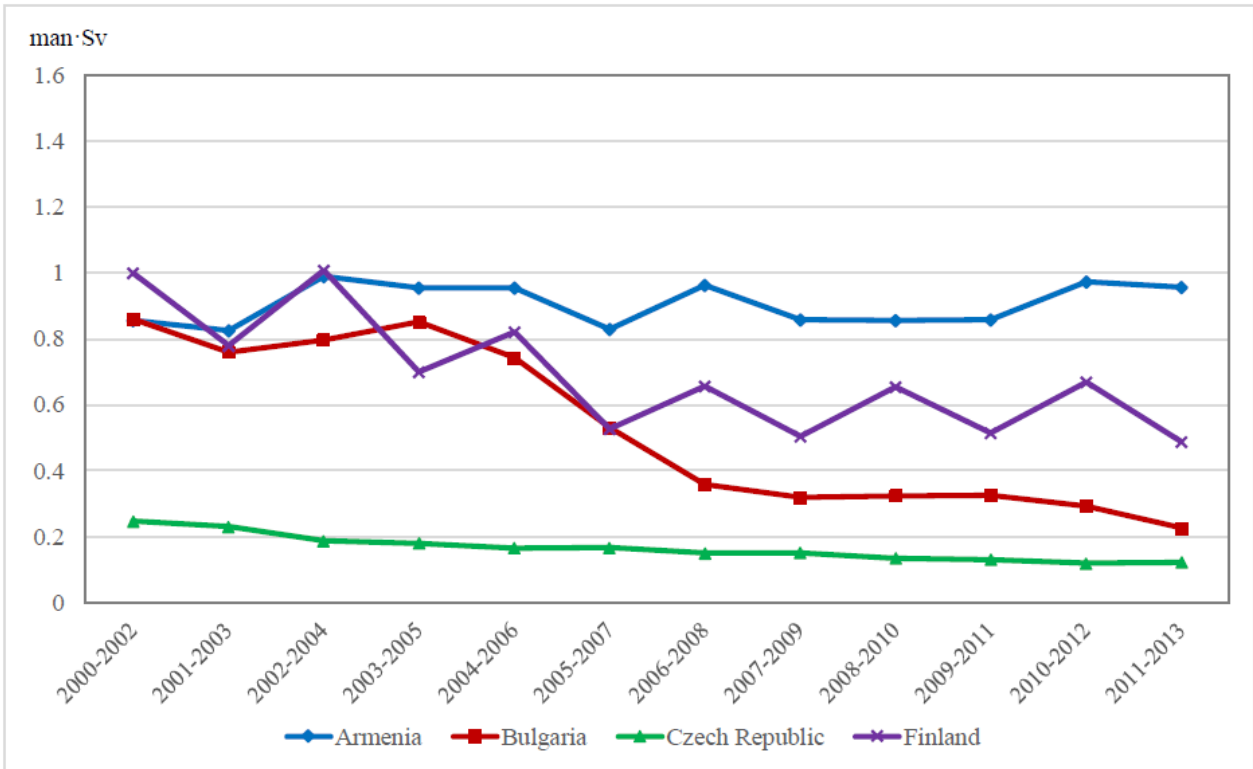


図 11 2000 年～2013 年における国別の VVER の 3 年移動平均集団線量(2)

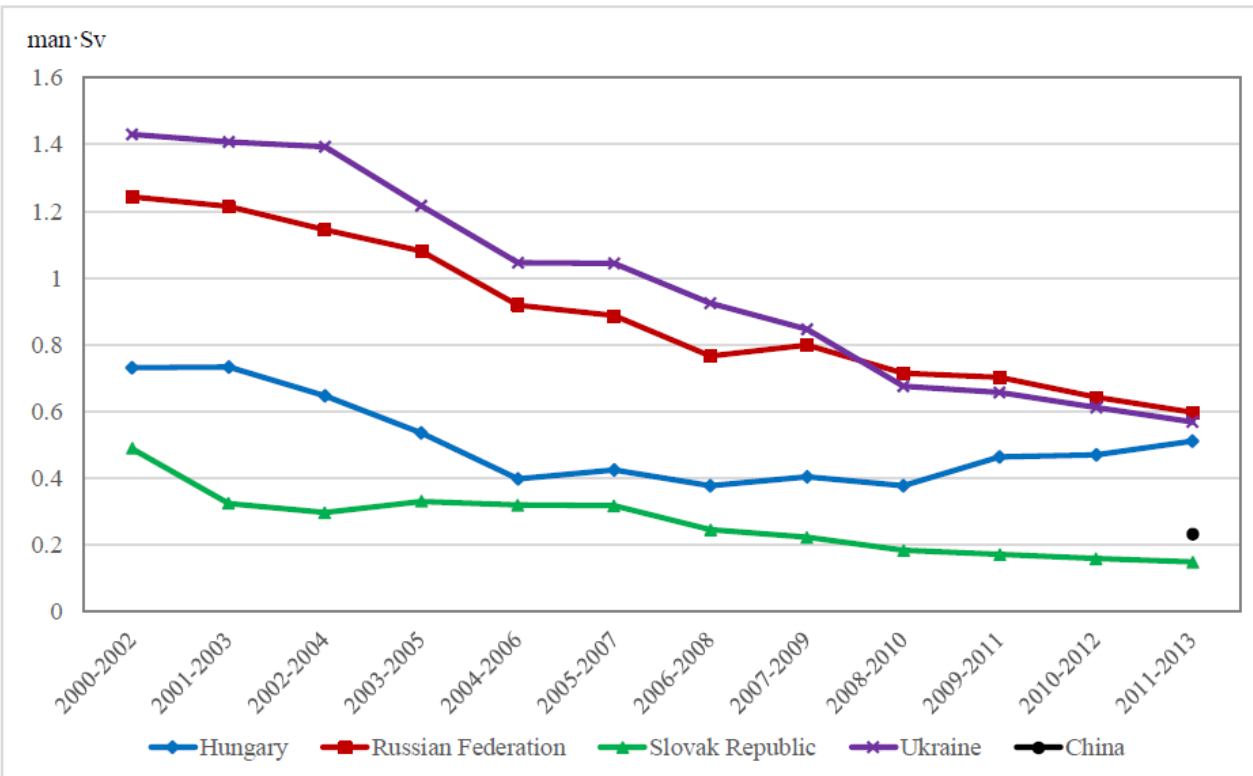


図 12 2000 年～2013 年における国別の BWR の 3 力年移動平均集団線量(1)

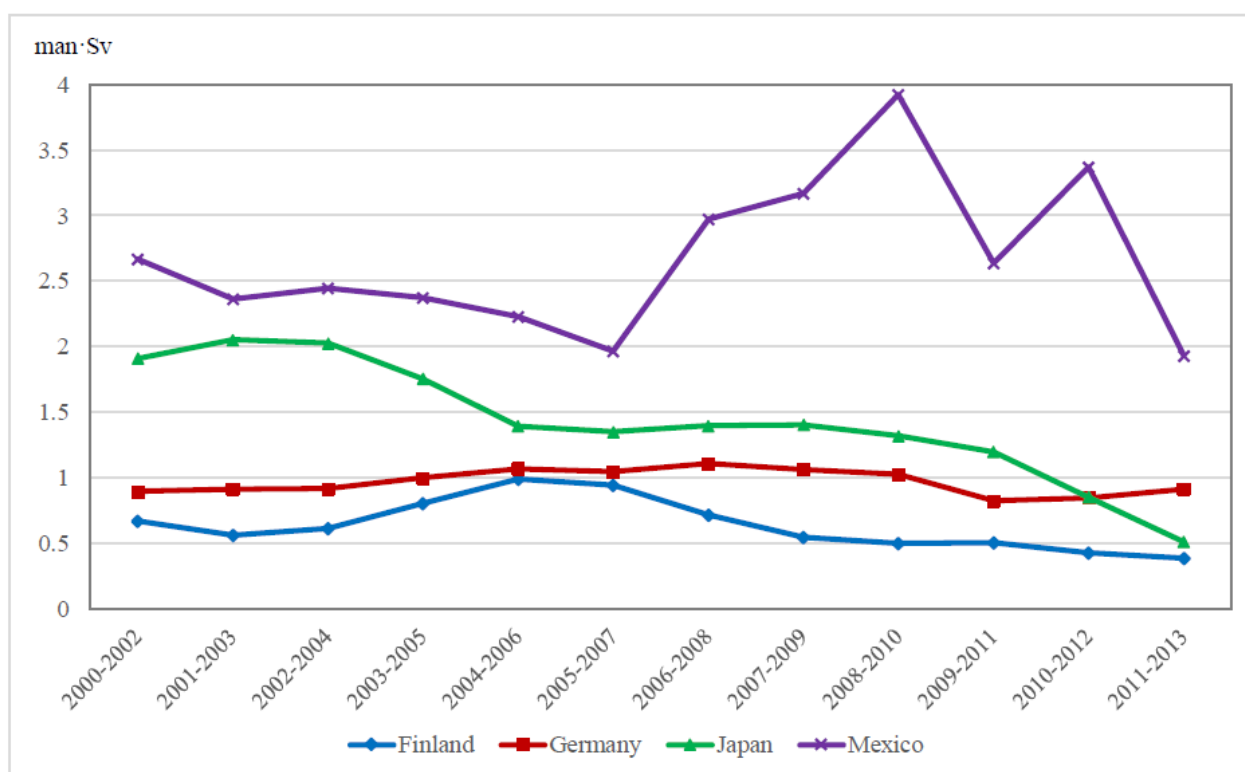


図 13 2000 年～2013 年における国別の BWR の 3 力年移動平均集団線量(2)

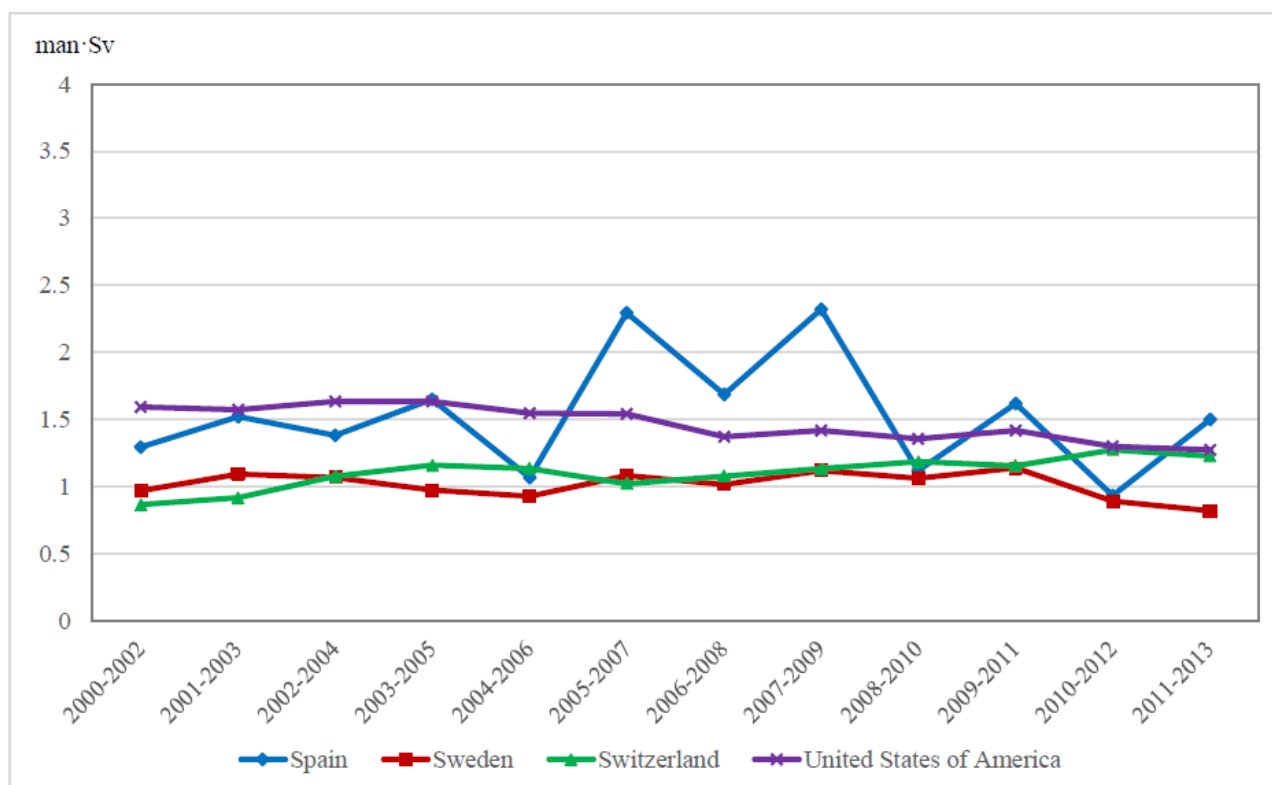
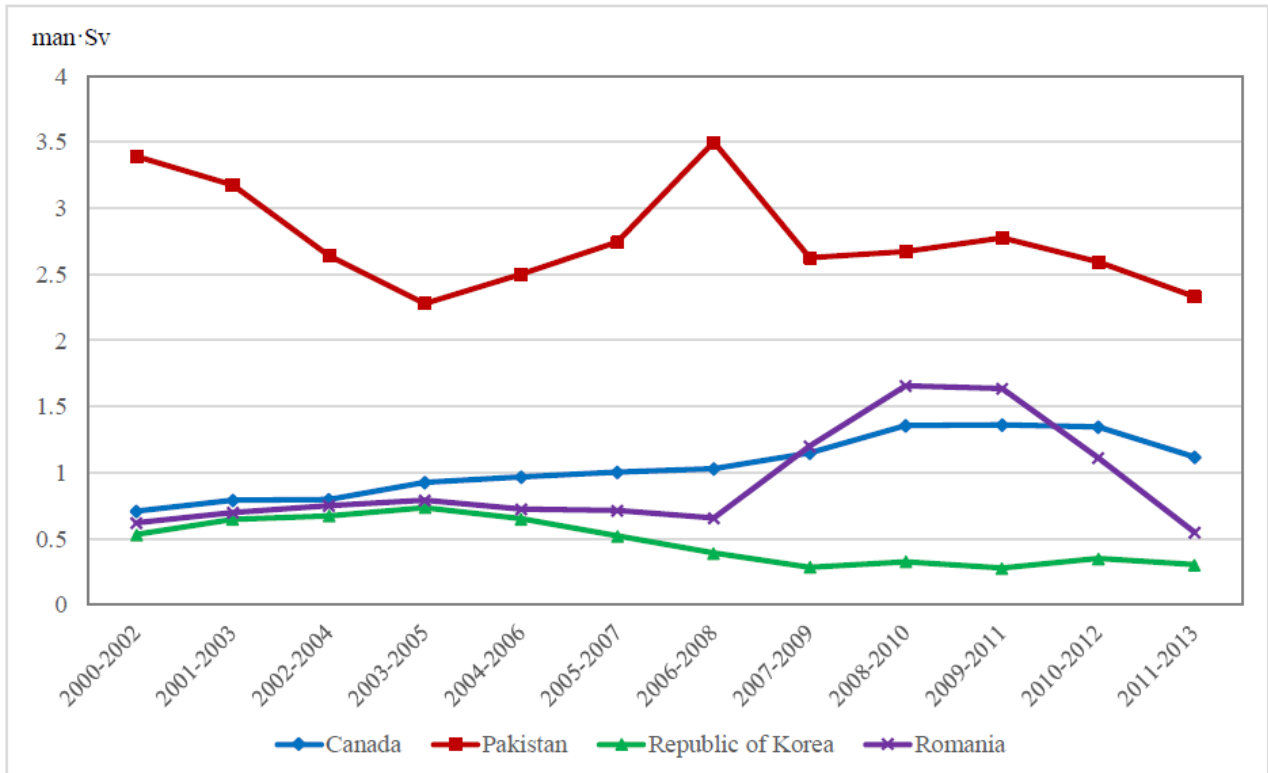


図 14 2000 年～2013 年における国別の PHWR の 3 力年移動平均集団線量



## 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原子炉からの線量データが含まれている。本セッションでは、2011～2013 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 2013 年においても継続された。

表 4 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 2011～2013 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 3)で適宜補完したものに基いている。図 15～18 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 2009～2013 年について原子炉型式別(PWR、VVER、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 4 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)(2011～2013年)

		2011		2012		2013	
		基数	線量	基数	線量	基数	線量
PWR	フランス	1	264.1	1	275.6	1	189.3
	ドイツ	3	126.3	7	130.5	7	139.7
	イタリア	1	1.8	1	3.1	1	5.2
	スペイン	1	190.0	1	308.0	1	468.9
	米国	6	49.4	6	127.1	12	47.3
	平均	12	94.3	16	141.4	22	100.4
VVER	ブルガリア	4	9.2	4	10.1	4	3.3
	ロシア連邦	2	66.3	2	79.2	2	49.6
	スロバキア共和国*	2	10.1	2	4.2		
	平均	8	23.7	8	25.9	6	18.7
BWR	ドイツ	1	289.5	5	98.5	5	80.2
	イタリア	2	15.1	2	18.4	2	34.2
	日本**	2	48.4	2	41.2	2	64.2
	オランダ	1	10.0	1	0	1	0
	スペイン	-	-	-	-	1	31.2
	スウェーデン	2	27.2	2	20.0	2	3.5
	米国	5	24.5	4	59.1	5	55.7
	平均	13	46.4	16	55.5	18	50.8
GCR	フランス	6	2.4	6	7.4	6	8.2
	ドイツ	1	0	1	0	1	0
	イタリア	1	10.4	1	0.2	1	2.2
	日本	1	50.0	1	70.0	1	10
	スペイン	1	0	1	0	1	0
	英国	16	49.0	19	56.0	19	57.3
	平均	26	33.04	29	40.63	29	39.66
PHWR	カナダ	-	-	1	0	3	17.3
LWGR	リトアニア	2	304.8	2	264.9	2	304.8
LWCHWR	日本	1	126.6	1	148.8	1	134.1

\*ヤヴィス NPP の撤退

\*\*福島第一 NPP を除く

図 15 2009 年～2013 年における国別の PWR の平均年間集団線量

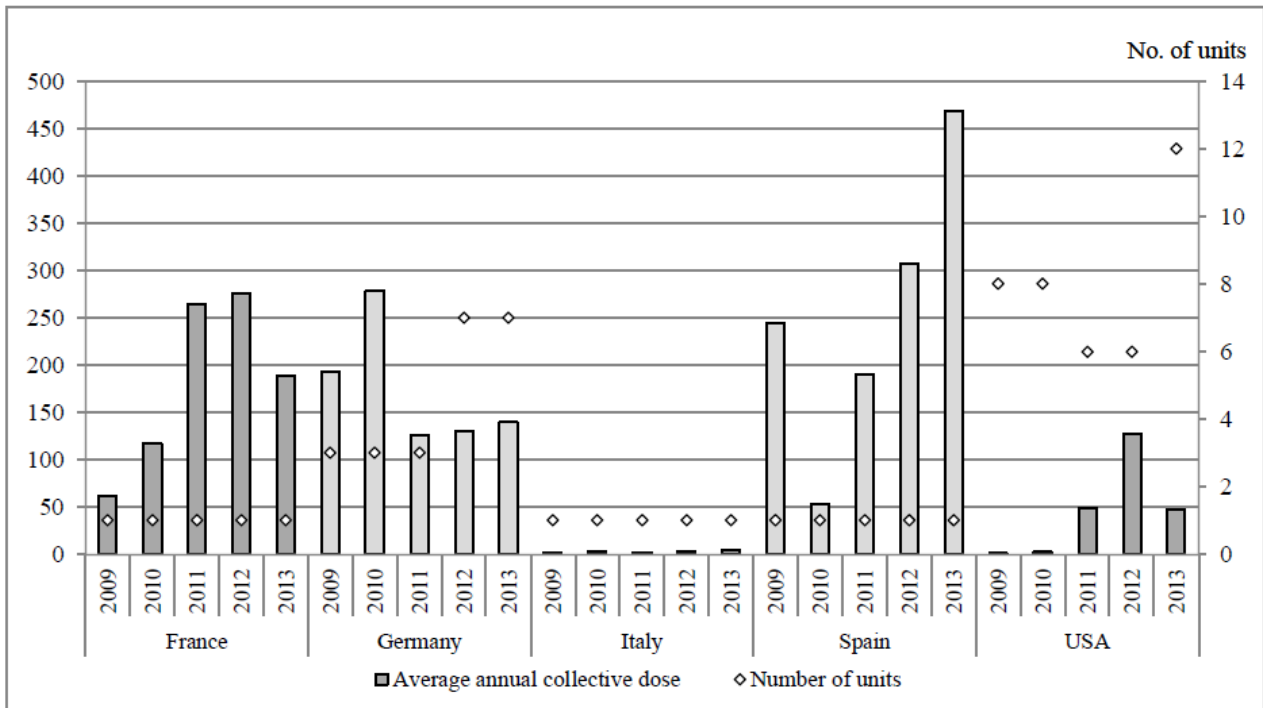


図 16 2009 年～2013 年における国別の VVER の平均年間集団線量

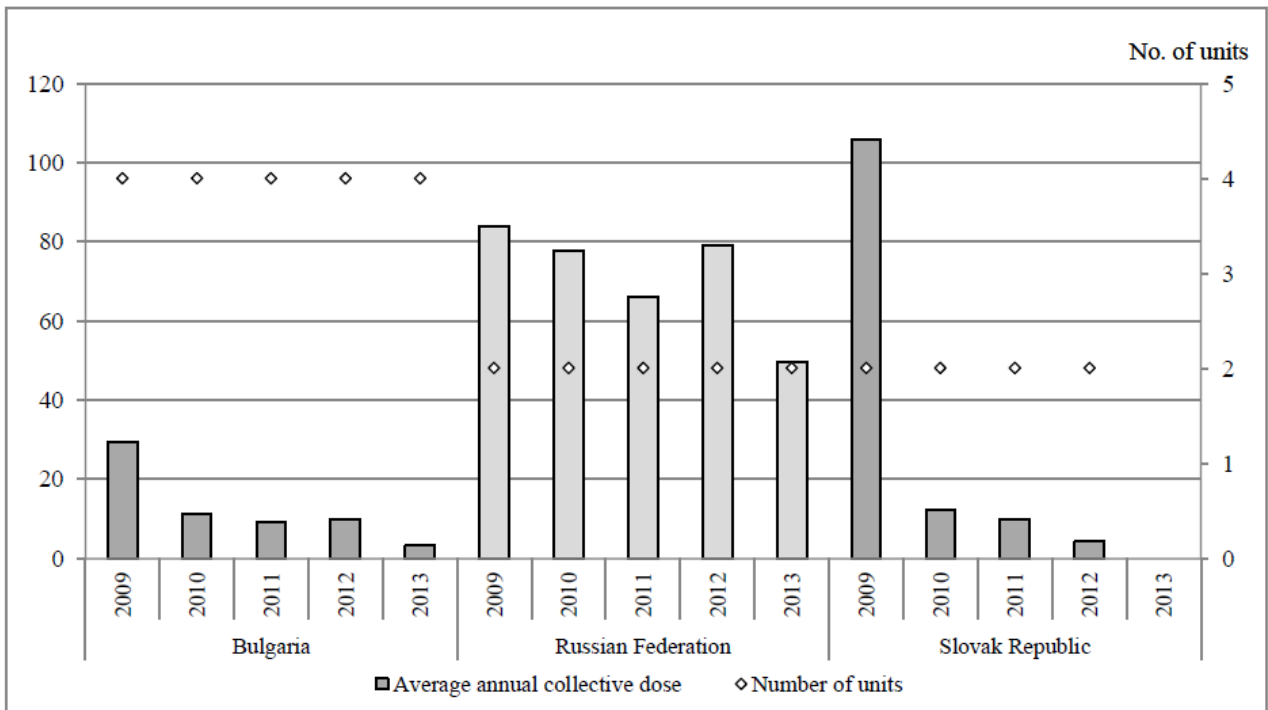


図 17 2009 年～2013 年における国別の BWR の平均年間集団線量

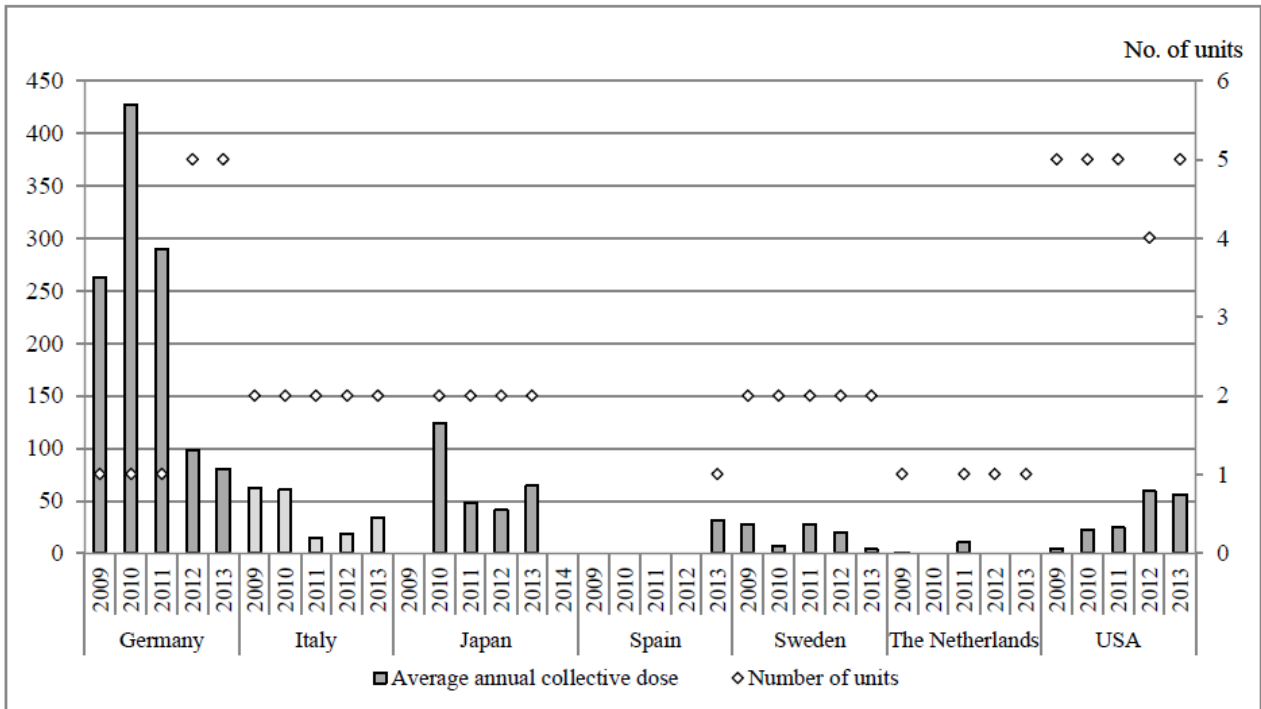
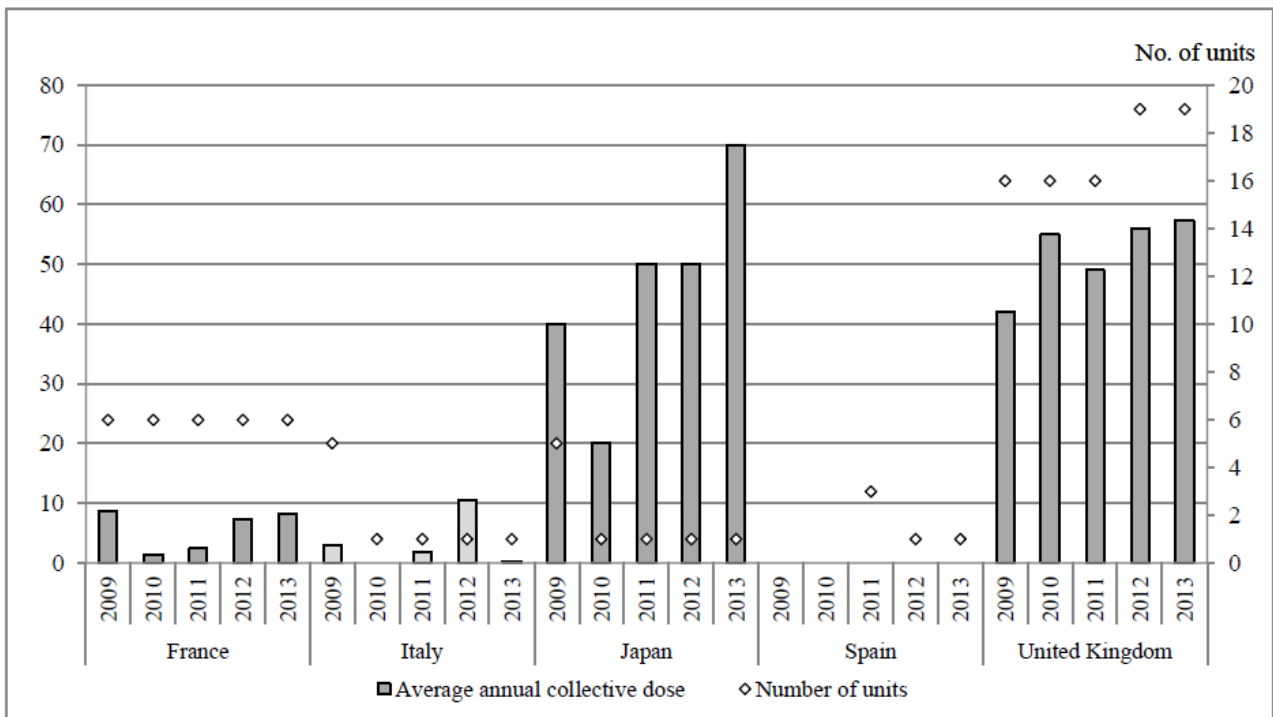


図 18 2009 年～2013 年における国別の GCR の平均年間集団線量





### 3. ISOE 参加国における主要事象

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、2013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つ、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、2013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

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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	1	730
最終的に停止また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)
VVER	1	個別のデータ無し

### 2) 主要事象

#### 国内線量測定傾向の概要

2013 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、パイプの非破壊検査及び停止中に行われたその他の管理作業によるものである。

最大個人線量は、15.0mSv が記録された。

外部作業員の集団線量は 0.035 人・mSv と、非常に低かった。この理由は、作業員が電気事業者と共に修理作業にあたったためである。

修理や停止による集団線量は、線量拘束値の観点から計画された。実際の線量は、計画線量の 86% であった。

- 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  
2013 年は、83 日間(全ての燃料取替)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の際に考慮された。サイトに関する新たな規制と設計要件が、アルメニア政府で承認された。
- 主な展開  
2013 年の「ALARA 文化の実践を含む線量低減プログラム」は確立され、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  
2013 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、引き続き存在する。アルメニアにおける放射性廃棄物管理の概念(政策)が政府に承認された。また、EU の援助プログラムを受け、放射性廃棄物管理に関する国家戦略の作成が開始され、2015年末までに完了する予定である。

- *不測の事象*

2013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*

2013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と線量制約が、引き続き ALARA 実践の主要ツールとなっている。

**2014年に向けて**

- *懸案事項*

寿命延長及び改良プログラムにより、いくつかの安全系統が改良される。

- *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及び、いくつかの安全系統の改良と安全性向上措置

- *主要作業に関する規制計画*

認可条件、規制要件及び追跡活動の遵守を確保するため、アルメニアの NPP の検査に向けた検査手順のレビューと、特別な作業に関連する新たなチェックリストの作成を行う。

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、追跡活動の準備を行う。

## ベルギー

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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	7	200.4

### 2) 主要事象

- 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

ドール 3 号機及びチアンジュ 2 号機の原子炉容器に兆候が見られたため、停止期間の延長を行った。ドール 1 号機では、年度内に通常の補正が一件のみ行われた。ドールでは、放射性廃棄物のコンクリート貯蔵において予期せぬアルカリ骨材反応検知されたため、貯蔵が中止された。

- 新規又は試験的な線量低減プログラム

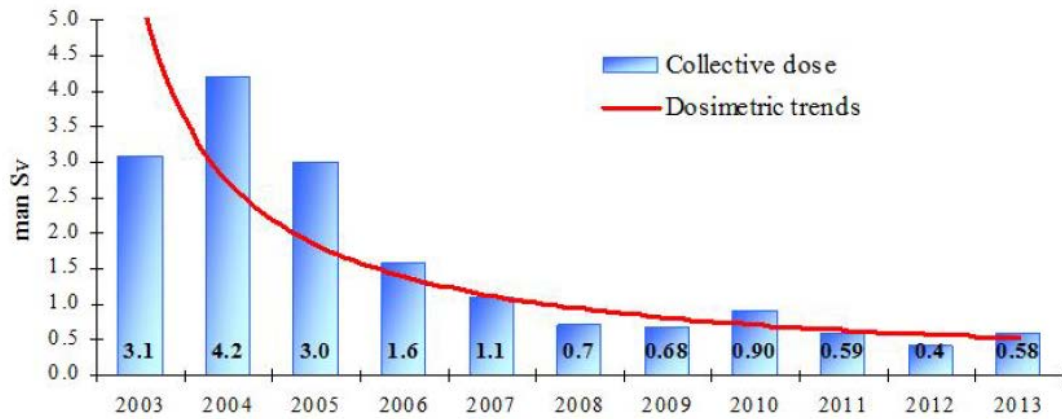
ドール 3 号機における一次冷却系への亜鉛注入による線量影響については、停止期間が延長されたことを考慮すると、時期尚早のため特定できない。

## ブルガリア

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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-1000	2	228.0
最終的に停止また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)
VVER-440	4	3.3

### 2) 主要事象



ユニット番号	停止期間(日)	その他情報
5号機	39日	燃料交換及び保守活動
6号機	37日	燃料交換及び保守活動

#### 主な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

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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)
CANDU	19	850
最終的に停止また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)
CANDU	3	52

#### 国内線量測定傾向の概要

- 2013 年における、19 基の運転中ユニットでは 16.12 人・Sv であった。
- 2013 年における、1 基当たりの平均年間線量は 0.85 人・Sv であった。

2013 年のカナダにおける運転中原子炉 1 基あたりの合計集団実効線量及び平均集団線量は、前年に比べて大幅に減少した。職業線量減少の原因は、ポイントプロー及びブルース 1 及び 2 号機における原子炉改修作業が 2012 年に完了したことと、2012 年にその他の CANDU 炉において大規模な停止作業が実施されたことによるものである。

2013 年は、停止時線量が合計集団線量の 87% を占めた。カナダの原子力発電所で、いくつかの ALARA イニシアチブを実施したことが、年間職業線量の低下に寄与している。

2013 年の平均線量は、19 基のユニットをもとに算出された。安全貯蔵状態の 2 基のユニット(ピッカリング 2 及び 3 号機)での活動に関連する線量はごく少量のため、算出された平均線量には含まれていない。ジェンティリー 2 号機は、2013 年に運転状態から安全貯蔵状態へと移行した。

カナダの原子力発電所における放射線防護の実施は、該当する規制要件を満たしており、作業員の線量は規制線量限度を引き続き下回っている。2013 年は、15 mSv を超える個人線量は報告されなかった。

カナダの原子力発電所における作業員の实効線量の分布によると、85% の作業員が 1 mSv 未満の年間実効線量を受けていることが分かった。

### 2) 主要事象

#### ブルース原子力発電所

2013 年は、ブルース A の 4 基のユニットが全て運転していた。改修作業の後、1 号機は 2012 年 9 月 19 日に、2 号機は 2012 年 10 月 16 日に運転を再開した。

2013 年のブルース A の 1~4 号機における日常の運転による線量は 0.334 人・Sv、保守停止(1 回の計画停止及び複数回の強制停止)による線量は 0.945 人・Sv であった。ブルース A の 1~4 号機における

内部線量は0.073人・Sv、外部線量は1.215人・Svであった。合計集団線量は、1.288人・Svで、平均集団線量は0.334人・Sv/基となった。

ブルース B の 5～8 号機における日常の運転による線量は、0.525 人・Sv であった。2013 年の停止時線量は 5.138 人・Sv であった。内部線量は、0.323 人・Sv、外部線量は、5.340 人・Sv であった。合計線量は 5.663 人・Sv で、平均集団線量は 1.416 人・Sv/基となった。ブルース B の計画停止の回数(2013 年は 3 回)は、2012 年と比較して増加した。

#### ダーリントン 1～4 号機

2013 年は、ダーリントン原子力発電所の 4 基すべてが運転していた。ダーリントンの 1～4 号機における日常の運転による線量は 0.382 人・Sv であった。2013 年は、ダーリントンで 2 回の計画停止(2 及び 4 号機)が行われた。停止時線量は、4.067 人・Sv であった。日常の運転による線量は、0.382 人・Sv であった。2013 年の内部線量は 0.576 人・Sv で、外部線量は 3.873 人・Sv であった。合計集団線量は 4.449 人・Sv で、平均集団線量は 1.112 人・Sv/基となった。計画停止及び強制停止が広い範囲で実施され、回数も増加したことが原因となり、ダーリントンの年間集団線量は 2012 年と比較して増加している。

#### ピッカリング原子力発電所

2013 年は、ピッカリング A の 1、4、5～8 号機が運転し、2 及び 3 号機は引き続き安全貯蔵状態を維持している。2013 年の運転中ユニットにおける日常の集団線量は、0.682 人・Sv であった。運転中ユニットの停止時線量は、3.764 人・Sv であった(発電所の合計線量の訳 84%を占めている)。内部線量は、0.696 人・Sv で、外部線量は 3.750 人・Sv であった。合計線量は 4.446 人・Sv で、平均集団線量は 0.741 人・Sv となった。

ピッカリングの 2 及び 3 号機(2010 年から安全貯蔵状態)における放射線活動に関連する線量は、運転中ユニットの集団線量に比べるとごく少量のため個別での報告はなされていないが、代わりにピッカリングの運転中ユニットの線量に含まれている。

#### ポイントプロ原子力発電所

ポイントプロは、CANDU 炉(1 基)である。2013 年は、フルで運転していた。2012 年に、延長していた改修作業が完了し、運転を再開した。運転活動に関する、2013 年の日常の集団線量は、0.178 人・Sv であった。強制停止時線量は 0.047 人・mSv であった(発電所の合計線量の約 21%を占めている)。内部線量は 0.33 人・Sv で、外部線量は 0.192 人・Sv であった。合計線量は 0.225 人・Sv であった。集団線量が減少した原因は、新たな原子炉部品の導入によりソースタームが低減したためである。

3) -機器又は系統の取り替え、不測の事象、新規に運転開始するプラント/停止するプラント

#### ジェンティリー 2

ジェンティリーは、CANDU 炉(1 基)である。2013 年は、ユニットを運転状態から安全貯蔵状態に移行した。原子炉は、2012 年 12 月 28 日に停止された。発電所の集団線量は、全て安全貯蔵状態への移行活動によるものであった。2013 年の年の内部集団線量は 0.015 人・Sv、外部線量は 0.037 人・Sv であった。2013 年のサイトの合計集団線量は、0.052 人・Sv であった。集団線量が減少した原因は、通常運転の停

止によるものである。

### 3) まとめ

ポイントプロー及びブルース A、1 及び 2 号機での、4 年以上に亘る大規模な改修作業の後、カナダの原子力群は職業線量の大幅な削減を達成した。実際、2013 年のカナダの原子力群における平均集団線量は 0.85 人・Sv で、CANDU WANO の線量目標である 0.80 人・Sv の達成間近であった。改修作業は 19 基の運転中ユニット中 3 基で実施されており、新しい原子炉部品を設置したユニットで卓越した線量低減が見られることから、利益があると言える。

2013 年の合計年間線量が大幅に低減しただけではなく、内部平均集団線量も減少した（合計線量の約 11%。主な原因はトリチウムである）。



## 中国

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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	11	659.61
VVER	2	233.35
PHWR	2	315.00
全種類	15	556.83

### 2) 主要事象

#### - 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

2013 年は、運転中の原子力発電所において、INES 2 以上の事象はなかった。この一年間のモニタリング指標が示すのは、3 つの安全バリアの健全性が堅固であるということである。中国国家核安全局により、ポスト福島改善計画及び規制要件が課せられているが、運転中の原子力発電所において円滑に実施されている。

- 運転中の原子力発電所について、上表は 2012 年末までに運転していた 15 基の原子炉の線量情報のみをまとめたものである。これらの原子炉のうち、2013 年は PWR で 11 基中 10 基、PHWR で 2 基中 1 基、VVER で 2 基中 2 基において燃料取替停止が行われた。
- 5 基の新たな PWR ユニットが、2013 年から運転を開始した。

#### - 新規又は試験的な線量低減プログラム

ALARA プログラムは、全ての原子力発電所の設計や運転において、十分に実践されている。特に、原子力発電所の運転に関する年間集団線量は、ほとんどが燃料取替停止によるものである。そのため、停止作業では従業員と労働時間を効果的に管理し、停止作業計画と手順を最適化することが、非常に重要である。

#### - 規制要件

福島事故後、中国国家核安全局により、原子力発電所に関するいくつかの新たな安全要件が課されている。「福島事故を受けた、原子力発電所の改善活動のための一般的な技術要件（試用期間中）」が、2012 年 6 月に発行及び施行された。「第 12 次五ヵ年計画期間における、原子力発電所安全のための新たな規制要件」が、2014 年に発行される予定である。本要件は、新たな原子力発電所の立地、設計及び建設、審査及び監視に適用される。

## チェコ共和国

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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	6	125
全種類	6	125

### 2) 主要事象

- 線量測定傾向に影響を及ぼした事象  
集団線量の主な原因は、6回の計画停止であった。

原子力発電所、ユニット	停止情報	集団実効線量 (人・mSv)
テメリン 1 号機	燃料取替を伴う 60 日間の標準保守停止	61
テメリン 2 号機	燃料取替を伴う 52 日間の標準保守停止	65
ドコバニ 1 号機	燃料取替を伴う 26 日間の標準保守停止	108
ドコバニ 2 号機	燃料取替を伴う 33 日間の標準保守停止	109
ドコバニ 3 号機	燃料取替を伴う 44 日間の標準保守停止	141
ドコバニ 4 号機	燃料取替を伴う 31 日間の標準保守停止	168

ドコバニ NPP4 号機における停止期間中の作業量が増加したことが主な原因となり、集団実効線量(CED)は前年に比べてわずかに増加した。2号機停止中に実施されたSGにおける異種金属溶接の修繕作業も、この線量増加の一因となった。

CEDは、テメリンNPPとほぼ同じ水準にとどまった。

2013年は、テメリンNPP及びドコバニNPPにおいて、異常もしくは目立った放射線事象は見られなかった。

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。

- 新規又は試験的な線量低減プログラム  
新規又は試験的な線量低減プログラムなし
- 組織の変化  
RP部長らにより、2つのワーキンググループ(WG)が設立された。

- 放射線汚染事故(PCE)低減 WG は、PCE に対する職員の認識を全体的に向上させ、PCE の発生件数を極限まで減らすことを目的としている。
- 放射線作業許可 WG では、RWP システムの改訂、RCA の分類、EPD アラームの設定に焦点を当てている。

- 規制要件

ポスト福島国家行動計画が、テメリン NPP とドコバニ NPP で着実に実行されている。

### 3) 当局の報告

2013 年、原子力安全局(SUJB)は、NPP 及び請負業者で 51 件の放射線防護検査を実施した。重大な欠陥は確認されなかった。

SUJB は、ポスト福島国家行動計画で示された方策の取り組みに対する評価を開始した。特に、両 NPP における、シビアアクシデント時の中央制御室及び緊急制御室の居住性に関する予備分析が SUJB に提供された。全分析は 2014 年までに完了することとなる。

2013 年、SUJB は IAEA の総合的規制評価サービス(IRRS)による審査を受け、11 件の良好事例、17 件の提言及び 20 件の勧告がなされた。

新原子力法及び、その施行規則が現在作成されているところである。部門間のレビュー手順が 2013 年に開始され、2014 年も引き続き実施される。

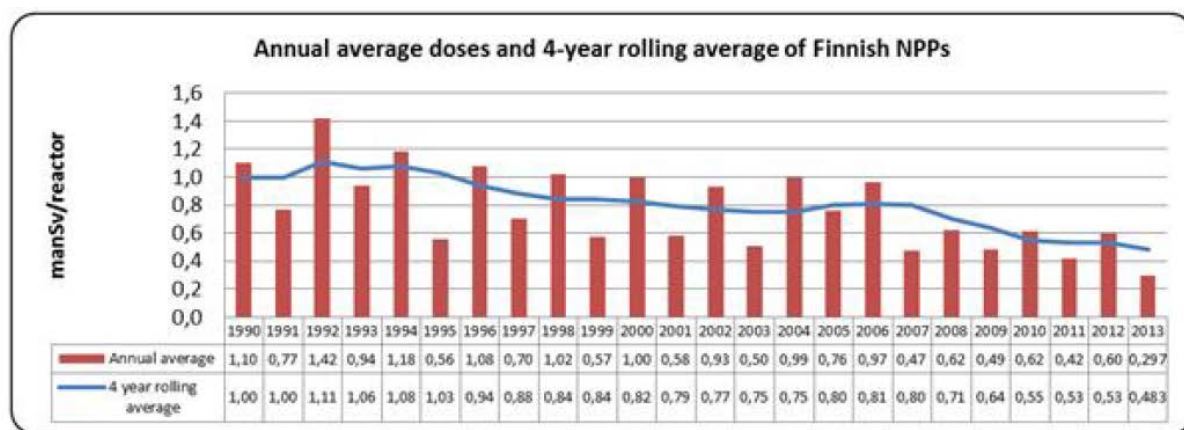
## フィンランド

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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	2	270.5
BWR	2	324.5
全種類	4	297.5

#### 国内線量測定傾向の概要

年間集団線量は、年間の停止の長さや種類に大きく左右される。2013年のフィンランドのNPPにおける集団線量(1.19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、燃料取替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、わずかに減少している。



### 2) 主要事象

#### オルキオ原子力発電所

2013年のオルキオ1号機における年間停止は、8日間の燃料取替停止1回であった。燃料取替に加え、定期検査及び年1回の保守活動、隔離弁の漏えい率試験、2台の主海水ポンプの交換が実施された。集団停止時線量は、0.091人・Svであり、これはオルキオ発電所において史上最も低い数値となった。

オルキオ2号機における保守停止は、約18日間続いた。これには、燃料取替、2つのサブシステムにおける低圧スイッチギアの交換、発電機ステータの修理、格納容器の気密試験、2台の主海水ポンプの交換が含まれる。スイッチギアの交換は、ユニットの体系的な長期的開発の一環である。集団線量は、0.466人・Svであった。停止のちょうど3週間前に、オルキオ2号機では燃料漏れが検出された。

両ユニットにおいて、リスク情報を活用した供用期間中検査(RI-ISI)手法が、ASME配管検査プログラム

に用いられた。RI-ISI プログラムによって、将来的な線量の低減が期待される。

### ロビーサ原子力発電所

2013 年の両ユニットにおける停止は、それぞれ 19 日間及び 16 日間の短期燃料取替停止であった。停止時集団線量は、プラント運転史上最も低い数値を記録し、それぞれ 0.296 人・Sv 及び 0.180 人・Sv であった。集団線量蓄積の主な原因は、原子炉関連業務(分解・組み立て)、清掃・除染、付帯作業(例:放射線防護、断熱作業、足場組み立て)である。ロビーサ 1 号機の停止中、運転に関する重大事象が判明した。それは、2012 年の停止中に使用されていた放射線遮へい用の複数の鉛ブランケットが、熱遮へい内で発見されたことである。これらの鉛ブランケットは、運転期間中に強烈な高熱にさらされたため、一次系配管上で生地が部分的に溶解した。この清掃と検査のため、作業員に約 0.04 人・Sv の計画外被ばくが生じた。

ソースタームの低減:5 年間の研究、試験、承認の後、2012 年にロビーサ 1 号機の一次冷却系ポンプ 6 台のうち 1 台において、アンチモンフリーのメカニカルシールが導入された。2013 年の停止時に、本シールが検査及び承認された。承認後、1 及び 2 号機において、6 個のアンチモンフリーシールが追加で導入された。目標は、2014 年の停止期間中に、アンチモンで汚染された 5 つの全てのシールを交換することである。現在、両ユニットにおける線量の約 50%を放射性アンチモンが占めている。そのため、シールを交換することで一次冷却剤のアンチモンの量が減少することから、今後 3 年間で一次計測機器の線量のアンチモンが約 50%低減することが期待される。

### 3) 当局の報告

規制ガイドの更新が完了し、2014 年には新たな要件の実施が開始される予定である。

BSS の新たな指導の実施プロセスも開始され、現行のいくつかの法律を更新する必要がある。

運転中の原子炉の電力会社は、最新化と安全性向上の実施を計画している。これらの計画のいくつかは、福島第一原子力発電所事故の教訓に動機づけられている。またロビーサ NPP の定期安全審査が開始され、2015 年末までに完了予定である。

オルキルト 3 号機は現在建設中で、試運転及び運転許認可段階を迎えようとしている。また、2015 年半ばまでには、新たに最低 1 基を建設許可段階に持ち込むことを計画している。

核燃料サイクルの別部門でも、いくつかの活動がある。研究炉 1 基が廃止措置段階に入り、使用済み核燃料の最終処分場が現在建設許可段階にある。

## フランス

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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	58	790
最終的に停止また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	1	189
GCR	6	49
HWGCR	1	16
SFR	1	2

### 集団線量

2013年、フランスの原子力発電所群(PWR58基)における平均集団線量は、フランス電力会社(EDF)の目標であった0.74人・Sv/基に対し、0.79人・Sv/基であった。900MWeの3ループ原子炉(900MWe、34基)の平均集団線量は、1.05人・Sv/基であり、4ループ原子炉(1300MWe及び1450MWe、24基)では0.43人・Sv/基であった。

### 停止の種類と回数

種類	回数
ASR – 短期停止	22
VP- 標準停止	19
VD – 10年毎停止	7
停止なし	10
強制停止	1

種類	回数
SGR	2
RVHR	0

停止時集団線量が、合計集団線量の84%を占めている。原子炉の運転中に生じた集団線量は、全体の16%を占めている。中性子合計集団線量は、0.259人・Svであり、内77%(0.183人・Sv)は使用済燃料の移送により生じた。

### 個人線量

2013年のEDF原子炉群において、連続した12ヶ月で個人線量が16mSvを超える者はいなかった。被ばくした作業員の75%は、蓄積線量が1mSvを下回っており、99%は10mSv未満であった。

### 2) 主要事象

線量測定傾向に影響を及ぼした2013年の主要事象は以下の通りである：

- RHRS 水圧試験  
圧力下にある原子炉装置のための規制により要求されている活動が、ダンピエールで初めて実施の準備を行った。この作業による職業線量は、比較的高い。
- 安全面で重要となるバルブの破損制御  
安全面で重要であるエアオペレートバルブ及び電動バルブにおける破損のコンプライアンス制御が、原子力群において達成された。こその後、バルブに多くの更新が加えられた。
- 4 ループ原子炉の汚水管理(P'4 及び N4)  
いくつかの 4 ループ原子炉において、汚水用ステンレス管の機密性を管理した。これらの管理を実現するためには、汚水を空にして洗い流さなければならない。
- 制御棒駆動装置の交換に関する保守問題  
ダンピエールとグラブリースにおいて、CRDM 交換時の溶接に関する、問題がいくつか生じた。

### 3 ループ原子炉-900MWe

2013 年、ビュージェイ 4 号機では、停止は実施されなかった。フェッセンハイム 2 号機では強制停止が行われ、39.9 人・mSv の職業被ばくがあった。

3 ループ原子炉の停止プログラムは、13 回の短期停止、13 回の標準停止、10 年ごとの停止が 6 回で構成されている。2 基の蒸気発生器の交換が実施された。2012 年に開始された 1 件の停止プログラムが、2013 年に終了した(シノン B2 における標準停止及び蒸気発生器の交換(0.950 人・Sv))。

さらに、2013 年に開始された 2 件の停止が、2014 年に終了した:ルブレイエ 2 号機における、SGR を伴う 3 回目の 10 年毎の停止(2013 年の集団線量:0.950 人・Sv)及びダンピエール 3 号機における 3 回目の 10 年毎の停止(2013 年の集団線量:0 人・Sv)である。

さまざまな種類の停止及び特定の作業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:シノン B4 における 0.169 人・Sv
- 標準停止:シノン B3 における 0.524 人・Sv
- 10 年ごとの停止:シノン B1 における 1.405 人・Sv
- SGR:ルブレイエ 2 号機における 0.481 人・Sv

### 4 ループ原子炉-1,300MWe 及び 1,450MWe

2013 年は、8 基のユニットで停止が行われなかった。

4 ループ原子炉の停止プログラムは、9 回の短期停止、6 回の標準停止、10 年ごとの停止が 1 回で構成されている。2012 年に開始された 1 件の停止が 2013 年に終了した(ノジャン 2 号機における標準停止(0.166 人・Sv))。さらに、2013 年に開始された 2 件の停止が 2014 年に終了した:シボー 2 号機における短期停止(2013 年の集団線量:0.04 人・Sv)及びカットノン 3 号機における標準停止(2013 年の集団線量:0.05 人・Sv)である。

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:シヨ- B2 における 0.196 人・Sv

- 標準停止:ベルビル 2 号機における 0.627 人・Sv
- 10 年ごとの停止:カットノン 4 号機における 1.274 人・Sv

### 放射線防護に関する主な重大事象(ESR)

2013 年、4 件の ESR が INES 尺度で分類された(レベル 1 が 3 件、レベル 2 が 1 件)。

- ベルビル NPP(INES 尺度レベル 1)  
1 号機において 1 件の ESR:1 名の作業員が保守作業中、年間線量限度の 4 分の 1 を上回る皮膚線量を受けた。
- クリュアス NPP(INES 尺度レベル 1)  
3 号機において 1 件の ESR:1 名のダイバーが、運動電荷の影響を避けるために不適切な動きをしたことで、かなりの線量(年間線量限度の 4 分の 1 程度)を受けた。
- クリュアス NPP(INES 尺度レベル 1)  
4 号機において 1 件の ESR:1 名の作業員が皮下汚染した。末端部の年間線量限度の 50%の年間線量を受けたとして、1 年間医師らにモデルとして観察された。
- ルブレイエ NPP(INES 尺度レベル 2)  
4 号機において 1 件の ESR:1 名の作業員が、RHRS フィルターの清掃中に身体の汚染が生じた。

### 2013 年のその他の事象

#### 放射線透過検査関連

- グラブリーヌ  
1 号機において 1 件の ESR:2 名の作業員が放射線透過検査エリアにいたが、被ばくの正当性は認められており、線源は取り出されていなかった。
- フラマンビル  
2 号機において 1 件の ESR:別の放射線透過検査エリアへの立入許可を持つ 1 名の作業員が、放射線透過検査エリアに侵入した。
- サンタルバン  
2 号機において 1 件の ESR:放射線透過検査手順の構成を尊重しなかった。
- ルブレイエ  
2 号機において 1 件の ESR:事前の契約をせずに、放射線透過検査を行うことを期待した。

#### レッドゾーンについて

- グラブリーヌ  
2 号機において 1 件の ESR:原子炉キャビティのレッドゾーンへの立入に対する二重の閉鎖と制御シグナルが欠如していた。

### 2014 年の目標

フランスの原子力発電所群における、2014 年の集団線量目標は 0.82 人・Sv/基である。



個人線量に関する目標の一つとしては、最も被ばくした作業員の個人線量を、3年間で10%低減させることである。連続した12ヶ月における、その他の目標は以下の通りである：

- 個人線量が18mSvを超える作業員をゼロにする。
- 個人線量が14mSvを超える作業員が20人を下回る。
- 個人線量が10mSvを超える作業員が370人を下回る。

## 2014年の活動

集団線量：2012年及び2013年に開始した活動の継続

- 放射線透過検査の活動計画の実施；
- ソースターム管理（停止中、管理中、ホットスポットの撤去中における酸素化と浄化）；
- 最も汚染されている回路の化学除染
- 生体遮へいの最適化（CADORソフトウェアを使用）；
- 2016年～2018年間に、原子炉監視装置（RMS）の組織的な準備及びNPP群への配備を計画。

## 3) 当局からの報告

2013年は2012年と同様に、同じエリアの2つのサイト（フェッセンハイム及びビカットノン）において、放射線防護及び放射線学的な清浄度に関する徹底的な検査が実施された。本検査により、これらのサイトにおける放射線防護要件の実施について、その不具合を観察する機会となった。

職員の放射線防護に関するいくつかの事象について、記載する。

- ルブレイエ NPP の作業員の汚染（作業員の頸部が受けた推定線量は、皮膚の年間線量限度である皮膚の平方センチメートルあたりの線量制限値 500 mSv を超えている。INES 尺度のレベル 2 に相当する事象である。）
- クリュアス NPP の使用済み燃料プールにおけるダイバーの過剰被ばく（年間線量限度の 4 分の 1 を超える線量。INES 尺度のレベル 1 に相当する事象である。）
- ベルビル NPP の作業員の汚染（作業員の頭部が受けた推定線量は、皮膚の年間線量限度の 5 分の 1 を超えていた。INES 尺度のレベル 1 に相当する事象である。）
- クリュアス NPP の作業員の指の怪我及びその後の汚染（作業員の手が受けた推定線量は、末端部の年間線量限度の 4 分の 1 を超えていた。INES 尺度のレベル 1 に相当する事象である。）

ASN は、上記の事象に対して必要な全ての措置が確実に取られるべく、検査を実施している。

保守作業の増加に伴い、EDF が個人及び集団線量が今後数年以内に上昇するという予測を発表したことから、ASN は発電所の諮問委員会に対し、EDF が実施する最適化原則に関する意見を求めた（2014 年末）。

## ハンガリー

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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	4	632(電子線量計)、558(TLD)

### 2) 主な事象

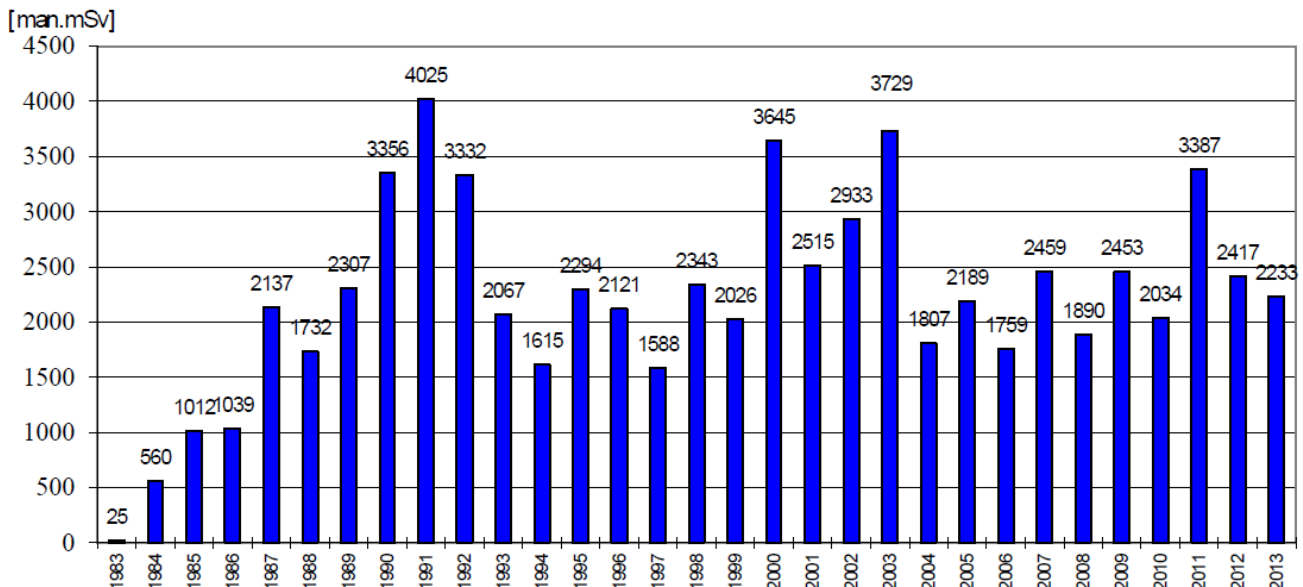
#### 国内線量測定傾向の概要

職業線量測定結果に基づき、2013年のパクシュ NPP における集団放射線被ばくは 2526 人・mSv であった(線量測定作業許可のあるものが 1990 人・mSv、ないものが 536 人・mSv)。最も高い個人放射線被ばくは 12.3 mSv であり、線量限度である 50 mSv/年及び線量拘束値である 20 mSv 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。主な原因は、前年度よりも増加した投資活動に伴う集団線量によるものである。

電子線量計と TLD のデータの差異は、当局の TLD モニタリングの変更によるものである。

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 TLD モニタリングの結果に基づく)



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。

- *線量測定傾向に影響を及ぼした事象*

2013 年は総分解点検(長期保守停止)が 1 回行われた。停止期間は 105 日間で、使用済燃料貯蔵プールの冷却系の修理を実施した。2013 年の 3 号機における停止時集団線量は 1140 人・mSv であったが、停止は 2014 年 11 月 1 日まで続き、2014 年には新たな 56 人・mSv の集団線量が生じた。集団線量の大部分は、寿命延長のための作業によるものであり、その値は 362 人・mSv である。

- *停止の回数及び期間*

停止期間は、1 号機で 31 日間、2 号機で 28 日間、3 号機で 105 日間、4 号機で 27 日間であった。

## イタリア

### 1) 線量情報

年間集団線量		
最終的に停止また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	1	5.16 人・mSv (トリノ NPP 1 基)
BWR	2	34.24 人・mSv (カオルソ NPP 1 基 [14.29 人・mSv] + ガリリャーノ NPP 1 基 [54.18 人・mSv])
GCR	1	2.23 人・mSv (ラティーナ NPP 1 基)

## 日本

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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	24	229
BWR	24	203
最終的に停止また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	8	9,696
GCR	1	10
LWCHWR	1	134

### 2) 2013年主要事象

#### - 国内線量測定傾向の概要

2014年における停止中BWRの平均年間集団線量は、前年(2012年)の41人・mSvから増加し、9,696人・mSv/基となった。この増加の原因は、福島第一NPP事故の対応に関する職業線量が含まれているためである。また、福島第一NPPを除いた今年の平均年間集団線量は64人・mSv/基、福島第一NPPでは12,907人・mSv/基であった。

運転中の原子炉の平均年間集団線量は、前年とほぼ同水準であった。これは、ほぼ全ての原子炉が、福島第一NPP事故後、長期にわたって停止しているためである。

#### - 原子力発電所の運転状況

2013年度は、2基のPWRのみが運転していた。

4月1日～9月1日:	2基(大飯3及び4号機)
9月2日～9月14日:	1基(大飯4号機)
9月15日～2014年3月31日	運転中のユニット無し

#### - 福島原子力発電所作業員の被ばく線量分布

福島第一NPPの被ばく線量の蓄積線量分布(2014年3月まで)及び線量(2013年度)は、以下の通り:

蓄積線量区分 (mSv)	作業員数 (2011年3月～2014年3月)			2013年度 (2013年4月～2014年3月)		
	TEPCO	外部委託 業者	合計	TEPCO	外部委託 業者	合計
>250	6	0	6	0	0	0
200～250	1	2	3	0	0	0
150～200	25	2	27	0	0	0
100～150	118	20	138	0	0	0
75～100	268	129	397	0	0	0
50～75	318	949	1,267	0	0	0
20～50	614	4,457	5,071	31	629	660
10～20	551	4,173	4,724	95	2,067	2,162
5～10	444	3,901	4,345	195	1,897	2,092
1～5	727	7,248	7,975	670	3,739	4,409
<1	1,066	8,245	9,311	702	4,721	5,423
合計	4,138	29,126	33,264	1,693	13,053	14,746
最大(mSv)	678.80	238.42	678.80	41.90	41.40	41.90
平均(mSv)	23.66	11.04	12.61	3.24	5.51	5.25

- 東京電力は、使用者が施設の放射線管理区域に入る度に用いられる警報付ポケット線量計(APD)の積算値を使用している。これらのデータは、個人積算線量計で計測した月間線量データに置き換えられている場合がある。
- 2011年10月以降、深刻な内部被ばくはなかった。
- 内部被ばく線量は、再確認後に修正される可能性がある。

- 規制要件

新安全基準の審査が、2013年7月に開始され、現在も継続している。2014年9月10日、原子力規制委員会は九州電力の川内1及び2号機について、原子炉設備の変更に関する許可を与えた。その後、NRAは原子炉と関連施設、及び保安規定(組織体制や原子力事故対応手順を含む)の設計及び建設の詳細を審査する予定である。

## リトアニア

### 1) 線量情報

年間集団線量		
最終的に停止また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)
LWGR	2	327.34

### 2) 主要事象

#### - 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

2013 年、イグナリナ NPP (INPP) における職業線量は、経済、社会、技術の状況を全て考慮した場合、可能な限り低く保たれていた:2009 年は 933 人・mSv、2010 年は 521 人・mSv、2011 年は 631 人・mSv、2012 年は 587 人・mSv、2013 年は 655 人・mSv (計画線量の 54%) であった。INPP 職員の集団線量は 607.4 人・mSv (計画線量の 59%) で、請負業者の職員では 47.3 人・mSv (計画線量の 26%) であった。使用された外部線量測定システムは、熱ルミネッセンス線量計 (TLD) である。

個人線量限度である 20mSv は超えていなかった。INPP スタッフの平均個人実効線量は、0.38mSv で、請負業者職員では 0.06mSv であった。INPP スタッフの最高個人実効線量は、12.20mSv で、請負業者職員では 10.25mSv であった。

INPP 1 号機及び 2 号機における技術サービスと廃止措置中における集団線量の原因となった主な作業は、燃料取り扱い、DN300 パイプラインの供用期間中検査、ホットセルの修理、燃料貯蔵プール、炉室、原子炉補助建屋での保守作業、廃棄物及び液体廃棄物の取り扱い、職場の放射線モニタリングである。

2013 年は、機器や系統の取り替えは行われなかった。また、不測の事象もなかった。

#### - 新規又は試験的な線量低減プログラム

最新の作業構成の原則を取り入れること、プラント設備改善のための広範な作業を行うこと、また自動システムを使用し、作業中に ALARA 原則を導入するプログラムを継続的に実施することによって、線量を低減させた。

#### - 組織の変化

2013 年は、イグナリナ NPP にとって重要な年であった。安全のために必要な多くの作業が行われ、独自のプロジェクトを実施した。今年、廃止措置プロジェクトの実施が前進し、解体作業が進捗し、バッファ貯蔵施設 B19/1 が運転を開始した。INPP における主要な廃止措置プロジェクトの進捗も強調したい:プロジェクト B1 (使用済燃料中間貯蔵施設) の資金が延長されたこと、使用済み燃料貯蔵キャスクと他の B1 部品に関する問題解決に大きな前進が見られたこと、及びプロジェクト B2/3/4 (固体放射性廃棄物管理及び貯蔵施設) の契約改定が完了したことで

ある。プロジェクト管理プロセスへの移行が、2013 年に開始された。この移行の目的は、プロジェクト管理の最適化であり、活動を計画することで戦略的なプロジェクトを効率的に遂行させようと務めている。

INPP は、世界に類似事例のない問題や課題に絶えず直面していることを認識し、社内スタッフの経験を活かすという世界でもユニークな廃止措置プロジェクトを実施している。我々のゴールは、INPP を安全、効率的、効果的に停止することだけではなく、世界レベルで競合できる経験を得ること、また他国の原子力施設の廃止措置プロジェクトへのスタッフの参加を促すことも目指している。

### 3) 当局による報告

2013 年、VATESI は承認された検査計画に従い、イグナリナ NPP の放射線防護検査を実施した。評価は、以下の分野と活動に関して、どの程度放射線防護要件が実行されているかについて行われた。すなわち、極低レベル放射性廃棄物貯蔵施設(プロジェクト B19-1)、個人職業被ばく及び職場のモニタリング、設備の解体及び除染、放射線防護の最適化プログラム(ALARA)に規定されている措置の実施である。

検査結果によると、イグナリナ NPP の活動は、法定の放射線防護要件に従って実行されていた。ALARA プログラムの実施に関する検査において改善すべき領域が特定され、イグナリナ NPP における手順の再検討に関する勧告があった。その後、是正措置が執られた。

2014 年も、VATESI は、INPP の廃止措置における放射線安全、放射性廃棄物管理、新たな放射線施設の建設と稼働、及びこうした活動や施設における放射線防護について、引き続き監督と管理を続ける。INPP の廃止措置における放射線防護レベルの向上のため、2014 年～2015 年にかけて、放射線防護関連の法律文書の見直しが予想される。



## メキシコ

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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)
BWR	2	575

### 2) 主要事象

#### 国内線量測定傾向の概要

メキシコに存在する原子炉は、ベラクルス州ラグナベルデにあるラグナベルデ原子力発電所の 2 基の BWR/GE ユニットである。

ラグナベルデで記録されている、運転中及び燃料取替停止時の集団線量は、BWR の平均値よりも高い。運転中の集団線量が高い理由は、装置の信頼性が不足していたためである。いくつか例を挙げると、蒸気漏れ、原子炉冷却水浄化システムのポンプの故障、放射性廃棄物処理システムの不具合である。燃料取替停止時の集団線量が高い主な原因は、放射能ソースターム(Co-60)によってプラント内に高放射線区域が生じたためである。

2013 年の集団線量は比較的低かった。この主な理由は、ラグナベルデの副社長による ALARA への精力的な取り組みによるものである。

2013 年の運転中(通常運転)原子炉における集団線量は最も低く、1 号機では 0.59175 人・Sv、2 号機では 0.5585 人・Sv であった。このような成果の一方、サイト職員は、日常の運転に関する線量が BWR に比べて高いと認識している。

#### - 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

##### a) 放射能ソースタームの増加:

この要因は、原子炉内構造物の応力腐食割れを防ぐために 2006 年以来貴金属と水素を交互に適用してきたことによる原子炉水化学の不安定化によるものであった。この要因は、依然としてプラントにおける線量率、特に燃料取替停止時のドライウェル内に強く影響を及ぼしている。

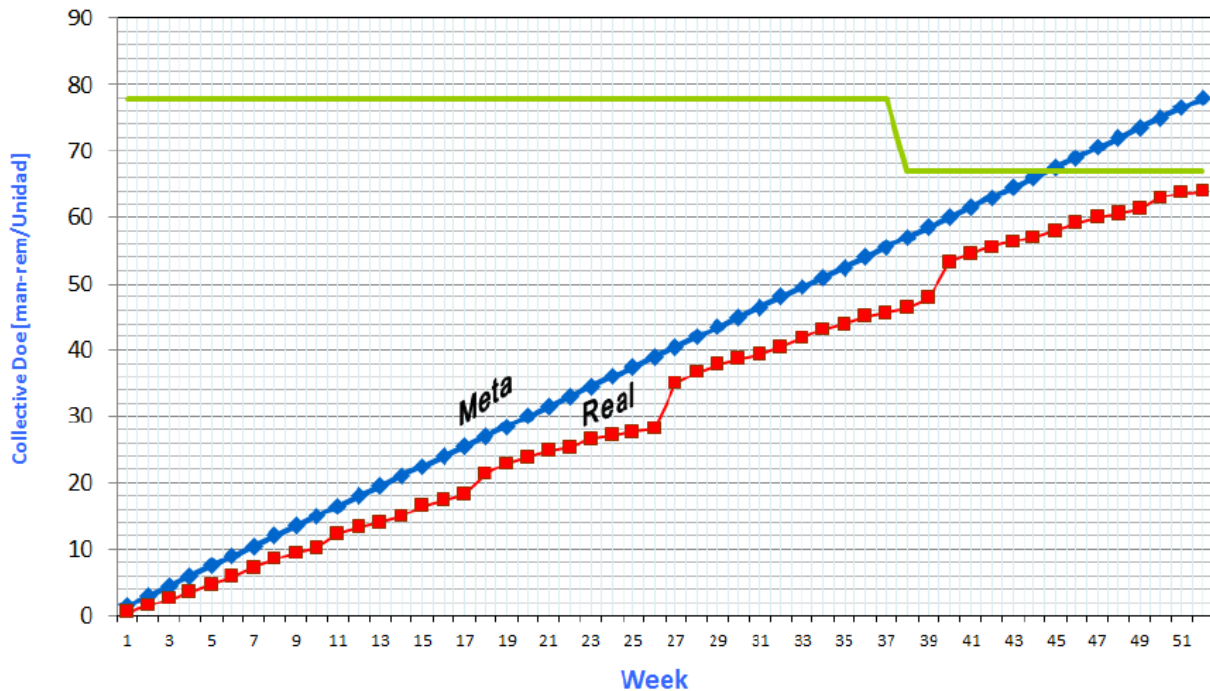
2011 年以降、ラグナベルデの化学責任者は、水素注入、給水鉄制御、その他原子炉容器内を化学的に不安定化させる可能性のある状況について、責任を負ってきた。この年、ラグナベルデの新副社長は、ソースターム管理及び低減プロジェクト責任者(STPM)を指名し、STPM は放射線防護責任者(RPM)及び化学責任者(CM)のサポートを受けるとした。

2012 年 1 月、ラグナベルデのソースターム管理チームは、WANO テクニカルサポートミッションでアトランタを訪問した。ラグナベルデは、一次系における水溶性及び不溶性コバルトの量を軽減させるプログラムを開発している。

さらに、両ユニットにおける週間平均集団線量目標が設定された。集団線量の推移を、以下の

グラフに示す。

2013年ラグナベルデ集団線量  
平均 TLD  
目標 78 人・rem  
(2013年9月18日):67 人・rem



#### 停止の回数及び期間

- 7月2日～5日の間、2号機のドライウエルにおける配管漏えい修繕のため、強制停止が必要となった。集団線量は0.09685人・Svであった。
- 10月1日～5日の間、2号機のドライウエルにおける類いの配管漏えい修繕のため、強制停止が必要となった。集団線量は、0.1023人・Svであった。

#### 新規又は試験的な線量低減プログラム

ラグナベルデ原子力発電所の高い集団線量に関する主な問題は、放射能ソースターム(原子炉冷却材と接触する配管、弁及び機器の内部表面に沈着した不溶性コバルト)の継続的な増加である。

原子炉水化学の制御及び最適化は、ソースタームの制御及び最終的な排除において基本的な役割を果たす。そのような目的を伴う主な戦略または対策は、以下のとおりである:

- 運転中貴金属注入(OLNC)
- 3度目のOLNC
- 原子炉水へのコバルト選択除去樹脂(PRC)の継続的添加
- 原子炉水への継続的な亜鉛添加
- 給水の鉄濃度の制御
- 原子炉水浄化系(RWCU)の継続的な作動
- 燃料貯蔵プール冷却浄化系(FPCC)の加水分解

- 原子炉への水素注入の継続性及び可能性の最適化
- 停止時に、クラッドを大流量(600 gpm)で流出(2014 年)
- 停止時にポータブル脱塩装置を使用(2014 年)
- 効率向上のため、RWCU 系統を改良
- 燃料取替停止時の再循環ループの化学的除染:除染後に次回サイクルで再汚染することを避けるため、その他の全ての原子炉水化学パラメータが安定及び最適化されるまで継続される(2015 年を予想)。

#### **2014 年に向けて**

#### **2014 年の関心事項**

2 件の燃料取替停止:1 号機で 16 回よび 2 号機で 13 回

#### **2015 年の主要作業に関する技術計画**

放射能ソースターム低減のため、上述の戦略に取り組む。

## オランダ

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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	830
最終的に停止また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	1	0

### 2) 主な事象

2013年には、2回の停止(1回は計画外)が実施された。非常に多くの作業が行われ、前年に比べて高い集団線量となった。

## ルーマニア

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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)
CANDU	2	255

### 2) 主要事象

#### 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～2013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
2012年(2基)	250.8	667.1	917.9
2013年(2基)	91.3	416.8	509.1

#### - 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)

2013年末:

- 個人線量が1 mSvを超える従業員が132人、5 mSvを超える従業員は9人、10 mSv(計画外被ばく)を超える従業員はなく、15 mSvを超える従業員もいなかった。
- 2013年の最大個人線量は、5.81 mSvであった。
- トリウム摂取が原因の内部被ばくは、全体の18.1%であった。

計画停止

2号機において、2013年5月10日～6日3日の24日間、計画停止が実施された。集団線量に主要な影響を及ぼした活動は、以下のとおりである:

- 燃料チャネル検査
- 燃料取替機ブリッジの予防保守

- 燃料取替機ブリッジの恒久的な延長(設置)
- 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

計画停止終了時の合計集団線量は、235 人・mSv(外部線量が 185.8、トリチウムの摂取による内部線量が 49.2 人・mSv)であった。

この計画停止は、最終的に 2013 年の集団線量の 46%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～10月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
2012	1	5月4日～6月11日	396.9	177.7	574.6
2013	2	5月10日～6月3日	185.8	49.2	235

#### 計画外停止

- 2号機 7月1日～3日:漏えいが検出された破損燃料位置検出器(63105)のパイプライン F16 及び K12 の修繕のため、ユニットは所定の方法に従って停止された(漏えい調査を含む全ての作業による外部線量は 7.11 人・mSv、内部トリチウム線量は 2.8 人・Sv であった)。
- 2号機 12月12日～14日:冷却系設備の電動弁 3341 MV1 修繕のため、ユニットは所定の方法に従って停止された(合計線量 2.52 人・mSv)。
- 1号機 10月28日～30日:停止系#1 の作動により、ユニットが停止された。破損燃料位置検出器配管に関する作業及び、フィーダーキャビネット内の配管サポートを実施し、集団線量は 7.6 人・mSv であった。

#### 放射線防護関連事象

$\alpha$ 線を放出する放射性核種である超ウラン(TRU)は、通常は燃料要素に含まれており、破損燃料の移送時や一次熱伝達系もしくは補助装置における保守作業の間、CANDU 炉の一部を汚染する可能性がある。TRU の特定と定量化は、放射線防護において非常に重要である。それは、TRU は吸入経路の内部線量変換係数が高く、検知するのが難しいためである。一貫したアルファ汚染モニタリングと管理が行われていなかったイベントでは、重大な放射線影響が生じており、原子力産業界における汚染管理プログ

ラムの大幅な見直しのきっかけとなった。

1 及び 2 号機において、TRU 汚染の可能性が高い区域及び設備/系統/作業が特定された。COG の研究開発プログラムの結果と、CANDU 炉の運転経験が、この特定のために利用された。

2011 年初頭、TRU 汚染の特定と定量化のために、広範なサンプリングが行われた。ルーマニアの研究所から技術的なサポートを受け、汚染サンプル内の低レベル TRU を計測した。これらの結果に基づき、EPRI 基準を用いて、汚染の可能性のある区域を分類した。

アルファ汚染モニタリングのため、放射線防護手順及び放射線リスクデータベースが修正された。

線量測定プログラムが修正され、TRU の内部線量測定が追加された。この修正されたプログラムは、規制機関によって承認された。

TRU の放射線リスク、管理及びモニタリングに関する基本的な知識が、職員及び RP 技術者に対する放射線防護トレーニングプログラムに導入された。

### **2013 年の懸案事項**

2013 年の主な懸案事項は、2 号機の計画停止中に実施される、放射線の影響が大きい重要な作業であった。

### **2014 年に向けて**

#### **2014 年の懸案事項**

2014 年の主な懸案事項は、1 号機における 30 日間の計画停止中に実施される、放射線の影響が大きい重要な作業である。

- 燃料チャネルの検査
- 燃料取替機ブリッジの予防保守
- 原子炉建屋漏えい率試験
- 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

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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	17	518.0
最終的に停止また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)
VVER	2	49.6

### 2) 主要事象

#### 集団線量

2013年、17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 8806.5 人・mSv であった。この数値は、2012年の合計集団線量である 10507.3 人・mSv から 1700.8 人・mSv(16%)減少している。

比較分析の結果、VVER-440MWe 型原子炉と VVER-1000MWe 型原子炉のグループにおける平均年間集団線量には、大きな違いが見られた。2013年の結果は以下の通りである。

- 運転中の 6 基の VVER-440 型原子炉のグループについては、992.5 人・mSv/基であった。
- 運転中の 11 基の VVER-1000 型原子炉のグループについては、259.2 人・mSv/基であった。

#### - 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

ロシアの全 VVER-1000 型原子炉における合計集団線量の変化に影響を及ぼした主因は、年間停止の長さ、修繕及び保守作業の量である。2013年は、ロシアの全 VVER-440 及び VVER-1000 における合計計画停止期間は、2012年の 747 日間と比べて 641 日間であった。この日数の減少により、2013年の合計計画停止時集団線量は、2012年の 8494.5 人・mSv から減少した 7444.6 人・Sv となった。

2012年と比較して、2013年における以下の変更点を考慮する必要がある：

- バラコボ:1号機では停止なし。2号機では12月末に停止が開始され、2014年に終了した(10日間)。3号機では大規模な停止が行われた(2012年は標準停止)。4号機では標準停止が行われた(4号機では、2012年は停止が行われなかった)。
- カリーニン:1及び2号機では、放射能汚染された設備の保守及び修繕作業はなかった。3及び4号機では計画停止が行われた(3及び4号機では、2012年は停止が行われなかった)。
- コラ:1、3及び4号機では標準停止が行われた。2013年に2号機で行われた大規模



停止により、集団線量が 98%増加した(2012 年は標準停止)。

- ノボボロネジ:3 号機で大規模停止が行われた。4 及び 5 号機で標準停止が行われた。
- ロストフ:1 号機では停止なし。2 号機では標準停止が行われた。

## 個人線量

2013 年、電気事業者の従業員と請負業者の個人線量は、VVER-400 型原子炉及び VVER-1000 型原子炉の全てにおいて、個人管理線量レベルである年間 18.0mSv を超えなかった。

個人線量の最高記録は 16.6mSv であった。この線量は、コラ原子炉のメンテナンス部の作業員が、1～4 号機の原子炉機器系統修理の際に、一年間を通して徐々に受けたものである。

他の VVER 型の原子力発電所における、2013 年の最大年間実効個人線量は、以下の通りである。

- バラコボー11.6mSv
- カリーニンー12.1mSv
- コラー15.8mSv
- ロストフー5.5mSv

10.0 mSv を超える年間個人線量を受けた人は 159 人(バラコボで 6 人、カリーニンで 2 人、コラで 65 人、ノボボロネジで 86 人)であった。ロストフ NPP では、5mSv レベルを超えた人はいなかった。

### 計画停止の期間と集団線量

原子炉	期間[日数]	集団線量[人・mSv]
バラコボ 1 号機	停止なし	--
バラコボ 2 号機	10(2014 年に終了)	94.5
バラコボ 3 号機	54	683.3
バラコボ 4 号機	37	365.3
カリーニン 1 号機	停止なし	--
カリーニン 2 号機	停止なし	--
カリーニン 3 号機	83	408.0
カリーニン 4 号機	68	196.0
コラ 1 号機	36	399.0
コラ 2 号機	57	859.2
コラ 3 号機	88	857.6
コラ 4 号機	65	372.9
ノボボロネジ 3 号機	51	1795.7
ノボボロネジ 4 号機	35	912.3
ノボボロネジ 5 号機	42	464.3
ロストフ 1 号機	停止なし	--
ロストフ 2 号機	25	83.4

## 計画外停止

原子炉	期間[日数]	集団線量[人・mSv]
カリーニン1号機	77	0.0
ロストフ1号機	7	15.3

### 2013年の懸案事項

文書、マニュアル、モデルが作成及び実施された。

- ロスエネルゴアトム社における放射線防護管理システムに関する新規制
- NPP 運転中の放射線安全のためのマニュアル
- 放射線事故の際の人体における放射性核種の特定方法
- 内部被ばくによる個人線量の特別な計算モデル
- NPP 職員の個人線量測定のため、個人放射線リスク係数を直接推定するソフトウェア
- IAEA 安全原則及びICRP 勧告に基づく、潜在被ばくに関するソフトウェア

2014年に計画されている新規の線量低減プログラム

- NPP 職員の放射線リスク係数の推定。個人及び一般的なリスクに基づく ARMIR プログラムの開発。
- ホールボディカウンターの校正用に最適化された標準線源(ファントム)一式を、ガンマ線の検出効率に基づき開発及び検定する。

## スロバキア共和国

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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	4	130.365
全種類	4	130.365
最終的に停止また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)
VVER	2	ISOEには含まれず
GCR	1	ISOEには含まれず

### 2) 主要事象

#### - 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

- ボフニツェ原子力発電所(2基):2013年にボフニツェ原子力発電所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、203.448人・mSvであった(電気事業者の従業員が103.450人・mSv、外部作業員が99.998人・mSv)。最大個人線量は、2.409mSv(NPP職員)であった。内部汚染はなかった。放射線条件に異常はなかった。
- モホフツェ原子力発電所(2基):2013年にモホフツェ原子力発電所において法定フィルム線量計とE<sub>50</sub>から計算した合計年間実効線量は、317.852人・mSvであった(電気事業者の従業員が143.235人・mSv、外部作業員が174.617人・mSv)。最大個人線量は、5.790mSv(NPP職員)であった。

両NPPにおいて、福島シビアアクシデント対策に関する作業が継続されている。

#### - 停止回数及び期間

##### ボフニツェ原子力発電所

##### 3号機

- 20日間の標準保守停止。電子式線量計から計算した集団被ばく線量は112.271人・mSv;49,164RWP人・時。
- 2日間の強制停止。電子式線量計から計算した集団被ばく線量は0.652人・mSv;268RWP人・時。
- 1日間の強制停止。電子式線量計から計算した集団被ばく線量は0.429人・mSv;255RWP人・時。

##### 4号機

- 19日間の標準保守停止。電子式線量計から計算した集団被ばく線量は103.918人・mSv;48,827RWP人・時。

## モホフツェ原子力発電所

1号機-23.5 日間の大規模保守停止。電子式線量計から計算した集団被ばく線量は 141.349 人・mSv。

2号機-20 日間の標準保守停止。電子式線量計から計算した集団被ばく線量は 87.130 人・mSv。

- 新規に運転開始するプラント  
モホフツェ 3 及び 4 号機 (VVER 440MW) が建設中
- 組織の変化—RP 職員数の減少 (ボフニツェで 3 名、モホフツェで 4 名)

## スロベニア

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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	1351

### 2) 主要事象

#### 国内線量測定傾向の概要

過去3年間で平均集団線量が0.60人・mSvから0.77人・mSvに上昇した。

最大個人年間線量は、11.28mSvであった。一人当たりの平均線量は、0.86mSvであった。

- 線量測定に影響を与えた事象
- 停止時集団線量は1.28人・Svであった。燃料取替のための停止で、原子炉測温素子(RTD)のバイパス撤去が含まれる(0.71人・Sv)。
- 停止の回数及び期間
- 49日間の計画停止が1回
- 主な展開及び線量低減プログラム
- RTDバイパス撤去が、将来的な線量低減に影響を与える。

#### 2014年に向けて

アルファモニタリングと管理、トレーニング、及び自己評価に関する手順の改定。

新たな電子放射線測定プログラムの実施及び停止時の遠隔制御機能の準備。

## スペイン

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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	6	382.1
BWR	2	1140.80
全種類	8	571.77
最終的に停止また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	1	468.89
GCR	1	0

### 2) 主要事象

#### サンタ・マリア・デ・ガローニャ

##### - 線量測定に影響を与えた事象

日付	事象	主な活動 (あれば)	集団線量 [人・mSv]
2月19日～12月31日	設計の修正。ブリッジクレーンのトロリの交換及び原子炉建屋の保守作業	-	4.965
4月15日～11月20日	燃料プール冷却系(FPC)保守作業	ポンプ B-1905A エンジン交換	2.263
7月6日	原子炉の最終的な停止	-	-

##### - 組織の変化

7月6日より、最終的な停止の際に新たな放射線防護マニュアルが適用される。

##### - 規制要件

7月6日より、最終的な停止及び廃止措置前に関する具体的な規制要件が適用される。

#### コフレンテス原子力発電所

##### - 線量測定に影響を与えた事象

原子炉水浄化系(G33)の配管でソースタームが増加し、18回目の停止の際には放射線レベルが約30%上昇した。20回目の停止の際には、ドライウェル内のG33の配管における化学除染の必要性が見込まれる。

19回目の停止時に、原子炉容器のペDESTAL内ですべて最初に測定した放射線レベルは、18回目の場合と比べて33%上昇していた。線量の高いPRMの配管15本について清掃が行われ、17回目の停止時と同レベルにまで線量が低下した。

19 回目の停止時におけるキャビティの除染後、燃料取替を行ったプラントのソースタームは 18 回目の停止時よりも低減されており、16 回目の場合と同水準であった。

18 回目の停止後に作られたワークグループで生じたソースタームについて、燃料取替を行ったプラントで実施されたアクションプランにより低減目標が達成された: 補助フィルタシステムの設置、「ソフトストップ」方式を採用したプラントの停止、ロボットを使用したフロアの清掃システム。

#### **停止の回数と期間**

- 19 回目の停止
- 40 日間
- 強制停止無し
- 給水系配管のフランジにおける作業のための出力低減

#### **- 新規また試験的な線量低減プログラム**

##### **原子炉キャビティの除染**

原子炉キャビティの除染における、個人汚染の件数を最小限にするための改善策が執られた。(キャビティの北側、東側及び西側の壁に噴霧器を設置することで、環境汚染を低減し、壁を乾燥させることでエアゾールの発生を防ぐ。ロボットを利用し、沈着放射能を除去する。簡単に除染できる材質を使用した新たな保護シートの作成、ドライウェルと原子炉容器のフランジ部の間の空間に水位 5cm ほどを注水。)

##### **プールのプラットフォーム及びフロアの清掃**

使用済み燃料プールのフロアに、遠隔モニタリング用小型 TV カメラ付きの新たな吸気装置を設置した。その結果、従来の清掃システムの場合よりも良い結果を得ることができた。

##### **停止中におけるノズル洗浄の検査**

前回の停止時に、ノズルの洗浄方法が、新しく効果的なものに変更となった。

##### **ノズル及び配管検査における遠隔操作機器の使用**

今回の停止では、ノズルと配管の検査に、改良した機器が使用された。また、調整に必要な多数の道具や物品も獲得した。

##### **プラントの 3 次元モデリング**

ドライウェルに通じる扉にテレビ画面を設置し、低放射線区域から作業場が確認できるようになった。さらに、このツールは作業計画の初期段階から使用された。19 回目の停止では、プラントの 3 次元モデリングの第 2 フェーズが実施された。

##### **仮設遮へい及び常設遮へい**

プラントの様々な場所への常設遮へいの設置プログラムが継続している。停止時には、プラントの様々な場所に、約 5 トンの仮設遮蔽が設置された。

#### **- 組織の変化**

放射線防護サービスの組織強化。2012 年～2013 年にかけて、2 名のトップの大学院卒者、1

名の中間レベルの大学院卒者、3名の技術者が、コフレンテスの放射線防護サービス部に加入した。

- 規制要件

原子力安全委員会(CSN)の技術指示を採用し、立入制限のない区域における案内表示の基準に関するコンプライアンスの検証をおこなった。

## アルマラス原子力発電所

- 線量測定に影響を与えた事象

a) 停止の回数と期間

- アルマラス2号機における21回目の停止
  - 63日間
  - 集団線量 541.948 人・mSv
  - 最大個人線量: 4.449 mSv
- アルマラス1号機における22回目の停止
  - 60日間
  - 集団線量 459.825 人・mSv
  - 最大個人線量: 4.735 mSv

b) 機器または系統の取り替え

- 2号機における21回目の停止及び1号機における22回目の停止の際、原子炉冷却剤ポンプのモーター2台(それぞれ1台ずつ)が交換された。
- 停止期間中、核計装システムが交換された。

c) 新規また試験的な線量低減プログラム

- 2014年の年間集団線量を5%低減することを目標とする
- 停止時最大個人線量を4%低減することを目標とする
- 汚染管理のため吸引装置を使用する
- キャビティ浄化系の改良とアップグレードを行う
- 放射線防護手順及び措置について、継続的に最適化を図る

d) 組織の変化

- 放射線防護の専門家を部署に加入させる

## アスコ原子力発電所

- 線量測定に影響を与えた事象(停止情報(回数及び期間)、機器または系統の取り替え、不測の事象、新規に運転開始するプラント/停止するプラント・・・)

**停止の回数及び期間**

- 21回目の停止(アスコ2号機)
- 46日間
- 集団線量: 573.315 人・mSv



## バンデリオス2 原子力発電所

- 線量測定に影響を与えた事象(停止情報(回数及び期間)、機器または系統の取り替え、不測の事象、新規に運転開始するプラント/停止するプラント…)

### 停止の回数及び期間

- 19 日間回目の停止
- 43 日間
- 内部(上部)のガイドプレート 18 件を除去
- 原子炉容器上蓋表面の検査
- ガイドプレート除去の際の、原子炉キャビティにおける放射線レベルの上昇。原因は、原子炉キャビティの蒸気発生器水漏えいである。
- 原子炉容器上蓋の放射線レベルの上昇

## スウェーデン

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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	3	520
BWR	7	713
全種類	10	655
最終的に停止また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	2	4

### 2) 主要事象

#### - 線量測定に影響を与えた事象

##### リングハルス原子力発電所

リングハルス 1 号機の集団線量は、RH ボールバルブ修理の保守作業によるものであった(158 人・mSv)。2013 年中に、第 2 タービンの FPHD への変換が完了した。運転中、水化学とソースタームの傾向が注意深く観察された。全体像として、FPHD に関する予測結果は正しいか、ある程度過大評価である。

リングハルス 2 号機の集団線量は、RH 及び RCS における圧力除去の修正に関する断熱及び足場組み立て作業が主な原因である。

リングハルス 3 号機では、Ag-110m が大幅に増加した。これは、制御棒からの漏えいによるものの可能性が高いことが確認されている。いくつかの地域では、Ag-110m が集団被ばく線量の主な寄与核種の一つとなっていた。

リングハルス 4 号機の集団線量は、定期保守作業及び事後保守作業によるものである。

##### オスカーシャム原子力発電所

2013 年 6 月、オスカーシャム 2 号機におけるプラントの寿命延長(Plex)が開始され、2014 年 9 月まで継続される予定である。このプロジェクトの合計集団線量は、3300 人・mSv であった。作業を開始する前に、一次系の除染を開始し、平均除染係数は 50 であった。抑制された被ばく線量は 2000 人・mSv である。

オスカーシャム 3 号機の集団線量の主な原因は、内部構造物の分類及び乾式貯蔵用の特別なキャニスタの搭載である。

##### バーセベック原子力発電所

HINT プロジェクトにおける、炉室のプールのメンテナンス及び清掃が実施された。両ユニットで内部構造物の分類が行われた。

## フォルスマルク原子力発電所

2013年のサイト全体の集団線量は、1980年代半ばにフォルスマルク3号機が運転を開始して以来、最も低かった。

フォルスマルク1及び2号機は、蒸気中の含水率が低いため、蒸気系の線量が低い。これは、将来的な出力増強を目指し、数年前に新たな気水分離器及び蒸気乾燥器を導入したことが主な要因である。

フォルスマルク2号機では、2013年3月に3253MWthでの試運転を開始した。これは、本来の出力である108%から120%への増強である。

フォルスマルク2号機の格納容器で、予期せぬ高線量被ばくが生じた。冷態停止した原子炉の冷却系及び原子炉冷却材浄化系において、2012年に実施されたUV-CORDシステム除染の後、放射能面密度が急上昇したことが分かった。

### - 新規又は試験的な線量低減プログラム

2011年のリングハルス4号機における蒸気発生器交換の一環で、ソースターム低減及びCREの低減の措置として、2012年に高効率超音波燃料洗浄(HEUFC)を実施することが決定した。2013年は、101の燃料要素でHEUFCが実施された。

### - 組織の変化

ISOE(CEPN)との協力の下、2014年に向けたALARAベンチマークが作成された。この根本的な理由は、リングハルスNPP及びフォルスマルクNPPにおいて、社内で実施されているALARAプログラムが最適化されているか、徹底的に評価するためである。この評価には、年間個人線量がどれだけ低く(<1 mSv)管理されているかという質問も含まれている。低線量が多数重なることで、CREに大きく影響している可能性がある。その理由は、ソースタームは減少しており、ALARAプログラムは元々高線量を伴う作業に合わせて作成されているからである。

## 3) 当局からの報告

スウェーデン放射線安全庁(SSM)は、引き続き新たな規制の制定に取り組んでいる。新たな原子炉の建設に関する規制が、2015年に制定される見込みである。

SSMは、2013年の間に一連の課題調査を実施した。この調査の理由は、相互アプローチと比較可能な評価を達成するためのもので、スウェーデン中の全原子力施設が対象となる。

SSMは、2013年4月、スウェーデンの原子力施設において、目の水晶体の線量を測定する線量計の適合性評価を開始した。2014年1月までに評価を完了し、SSMに報告されることとなっていた。SSMは現在、提出された書類の審査中である。

## スイス

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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	3	351
BWR	2	1112

### 2) 主要事象

#### - 国内測定傾向に影響を及ぼした事象

2013 年、ミューレベルク NPP では、2 件の追加的な短期中間停止が行われた。その中で、循環ポンプ B のフローティングリングシールの修繕が実施され、それぞれ 9 人・mSv と 7 人・mSv が生じた。前年にリングシールの設計修正が行われ、旧設計に多少の変更が加えられたことで、封水の温度が上昇した。プラントの年間停止は、8 月 11 日に開始され、9 月 8 日に終了した (656 人・mSv)。

ライプシュタット NPP の停止は 25 日間継続し、797 人・mSv が生じた。循環ループの平均線量率は、前年に比べて 10% 増加した。

ガスゲン NPP における一次冷却ループの線量率は、亜鉛注入により 2005 年と比べて半分になった。しかし、停止中時集団積算線量は、停止期間が長期にわたったため (近年は数日間だったのに比べて、今年は 60 日間)、602 人・mSv に上昇した。

ベツナウ NPP の KKB 1 ユニットにおける 12 日間の短期停止時 (燃料取替) の集団線量は 85 人・mSv、KKB 2 ユニットにおける 33 日間の通常停止時 (大規模保守作業) の集団線量は 220 人・mSv であった。

## ウクライナ

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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	580

## 英国

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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	385.442
GCR	15 <sup>(注1)</sup>	33.265
最終的に停止また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	19 <sup>(注2)</sup>	57.307

#### 注記

- (1) 改良型ガス冷却炉 14 基及びマグノックス炉 1 基
- (2) マグノックス炉 19 基

### 2) 主要事象

EDF エナジー社が運転する改良型ガス冷却炉の年間集団線量は概して低く、トーンズ NPP の 26.9 人・mSv からヘイシャム 2 号機の 193.9 人・mSv の範囲内であった。(英国のガス炉サイトには、炉が 2 基ずつ存在する)。最高集団線量は、改良型ガス冷却炉における原子炉格納容器内の検査及び修繕によって記録された。

唯一の PWR 基であるサイズウェル B では、年間集団線量 385.4 人・mSv を記録した。本炉では、2013 年春、12 回目となる 48 日間の燃料取替停止が実施された。集団線量の約 90%は、この燃料取替停止中に記録されたものである。

英国内の第 1 世代ガス冷却炉で現在唯一運転しているのは、マグノックス炉のウィルファ 1 号機のみである。本炉は、現在 2014 年 9 月までの運転許可が下りている。マグノックス炉サイトの大多数では、燃料が完全に取除かれ、廃止措置の様々な段階にある。

### 3) 新たな原子力施設の建設計画

EDF エナジーは、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 EPR を持つ原子力発電所を建設する計画がある。規制機関による EPR の包括設計審査(GDA)が完了し、EDF による新たな原子力施設の建設について、原子力サイトライセンスが与えられた。今後も、サイト特有のセーフティケースの開発と、詳細な設計の作成を継続する。

Hitachi UK は、既存の 2 箇所の原子力ライセンスサイトであるオールドベリー及びウィルファに、新たな原子力発電所を建設する権利を獲得した。日立改良型沸騰水型軽水炉の設計について、2013 年に GDA が開始した。

## 米国

### 1) 線量情報

年間集団線量		
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	65	353.812
BWR	35	1271.97
最終的に停止また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	7	565.10/7基=80.728人・mSv/基
BWR	3	275.32/3基=91.77人・mSv/基
FBR	1	0.07人・mSv/基 *フェルミ1号機

### 2013年の米国内職業線量傾向の概要

米国のPWRとBWRの2013年職業被ばく線量平均値は、運転中の100基の商業用原子炉において、線量低減イニシアチブを継続的に重視したことを反映するものであった。全4基が、廃止措置への移行段階にある。

原子炉型	基数	合計集団線量	平均線量/基
PWR	65	22,998.26人・mSv	0.35人・Sv/基
BRW	35	44,518.52人・mSv	1.27人・Sv/基

2013年における100基の原子炉の合計集団線量は、2012年から16%減少し67,516.78人・mSvとなった。その結果、米国のLWRの1基あたりの集団線量は675mSv/基となった。2013年は、20~30mSv(米国の現在の年間線量限度である50mSv以内)の放射線を受けたのは、2名のみであった。

### 米国のPWR

2013年の米国における、運転中のPWR65基の合計集団線量は、22,998人・mSvであった。2013年のPWR1基ごとの平均集団線量は、350人・mSv/基であった。米国のPWRの燃料取替サイクルは、概して18ヶ月もしくは24ヶ月である。2013年の年間サイト線量が、100人・mSvを下回ったPWRサイトは以下の通りである：

・ デービスベッセ	25人・mSv	ウォーターフォード	31人・mSv
・ ギネイ	34人・mSv	ワッツ・バー	26人・mSv
・ シーブルック	24人・mSv		

### 米国のBWR

2013年の米国における、運転中のBWR35基の合計集団線量は、44,518人・mSvであった。2013年の

BWR1 基ごとの平均集団線量は、1.27 人・mSv であった。米国のほとんどの BWR は、燃料取替サイクルが 24 ヶ月である。平均集団線量がこの水準であった理由は、2013 年に、米国のいくつかの BWR で出力増強や水化学が実施されたためである。

## 2) 2013 年の主要事象

### a. 新規に運転開始するプラント／停止するプラント

- ワッツバー2 号機は、近い将来に初期運転を開始するべく準備を進めている。サザン社は、ジョージア州ボーグル原子力発電所に、引き続き 2 基の新たな PWR の建設を行っている。サウスカロライナ・エレクトリック&ガス・カンパニー社は、ヴァージル・C・サマー原子力発電所に、2 基の新たな PWR を建設中である。
- 北イリノイのミシガン湖に面するザイオン1 及び2 号機は、2010 年に廃止措置を開始した。エナジーソリューション社が、ザイオン原子力発電所の廃止措置を行っている。キウオーニー、サン・オノフル 2 及び 3 号機、クリスタルリバーは、廃止措置段階に移行した。

### b. 不測の事象

- 竜巻が直撃したため、アーカンソー・ニュークリアワン 1 号機に外部電源を供給する電力線が損傷し、ユニットが停止した。

### c. 新規又は試験的な線量低減プログラム

- 米国の RPM は、以前 EDF の PWR で使用されていた CZT 検出測定プログラムに引き続き参加している。
- いくつかの RPM が、ミシガン大学で開発された H3D CZT 検出システムを実施している。このシステムにより、プラント内の RP 調査で個人同位体識別が可能となる。

### d. 組織の変化

- エクセロン社はコンステレーション・エナジー社との合併が完了し、カルバートクリフス 1 及び 2 号機、ナインマイルポイント 1 及び 2 号機、ギネイ・エクセロン原子力群を建設した。

### e. 2013 年の主要作業に関する技術計画

- 2013 年、デービスベッセでは蒸気発生器の交換が行われた。PWR では、配管の圧力を下げるため、引き続き MSIP が行われた。

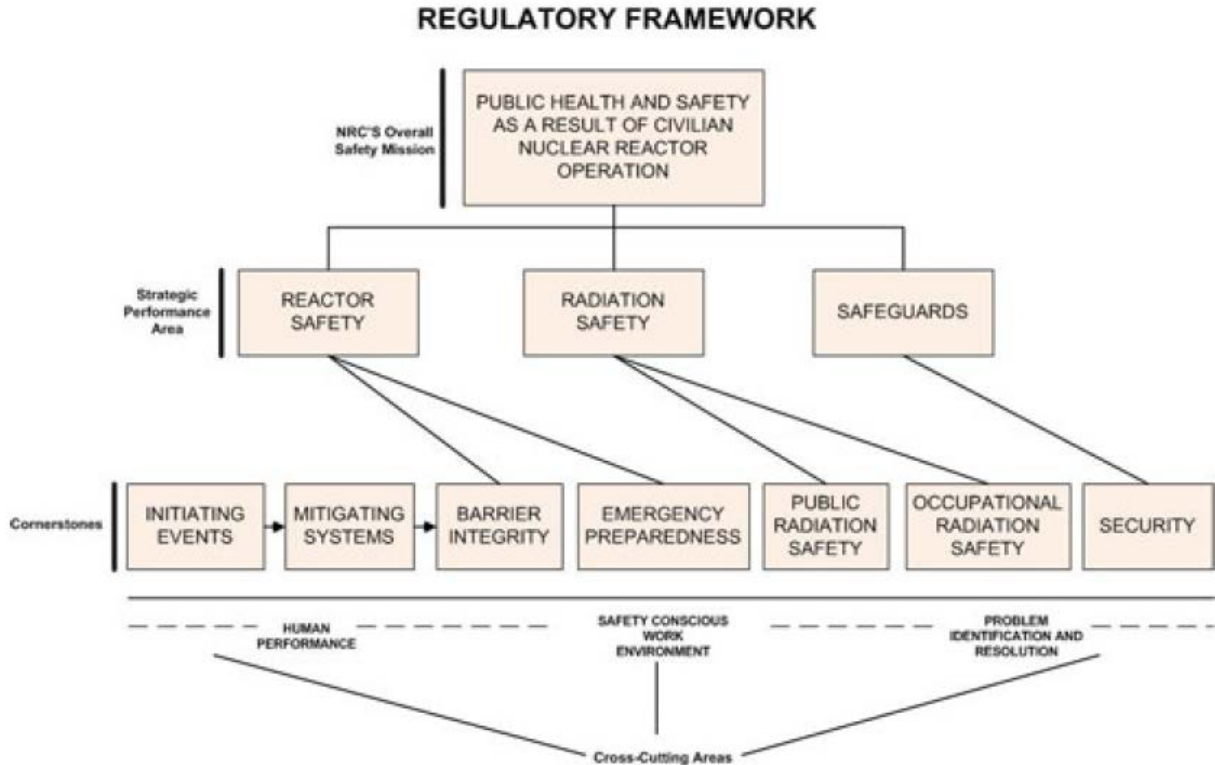
## 3) 2013 年の主要作業に関する規制計画

### NRC による原子炉監視プログラム－規制枠組み

米国原子力規制委員会 (NRC) による、原子炉監視のための規制枠組みは以下の図が示す通りである。これは、プラントの安全を確実なものとするための、段階的なリスクインフォームドアプローチである。本アプローチには、3 つの主な戦略的パフォーマンス分野、つまり原子炉安全、放射線安全及び保障措置がある。それぞれの分野は、原子力発電所の運転に必要な不可欠な安全面を表すコーナーストーンである。事業者が、これらのコーナーストーンに対して十分なパフォーマンスを行うことで、発電所の安全性は合理的に保証され、その上 NRC の安全ミッションも達成されつつある。



この枠組みの中で、NRC による原子炉監視プロセスは、事業者のパフォーマンスに関する情報収集や情報の安全上の重要性の評価、また事業者と NRC が適切な対応を行うための手段となっている。NRC はプラントのパフォーマンスを、2 つの異なるデータを分析することで評価している。それは、NRC の検査プログラムの結果から分かる所見と、事業者が報告するパフォーマンス指標 (PI) である。



### 職業放射線安全のコーナーストーンと、2013 年の結果

職業放射線安全—このコーナーストーンの目的は、民間原子炉の日常的な運転に際し、従業員の健康の十分な保護、及び放射性物質による放射線への被ばくからの安全を確実なものとするところである。こうした被ばくは、管理不足や無管理状態の放射線区域や、作業員を不必要に被ばくさせる放射性物質が原因の可能性がある。事業者は、該当する規制限度や ALARA ガイドラインを守ることで、従業員保護を維持することができる。

**検査手順**—職業放射線安全のコーナーストーンの検査手順には、5 つの添付書類がある。

IP	<a href="#">71124</a>	放射線防護—公衆及び職業
IP	<a href="#">71124.01</a>	放射線障害評価及び被ばく管理
IP	<a href="#">71124.02</a>	職業 ALARA 計画及び管理
IP	<a href="#">71124.03</a>	プラント内の気中放射能管理及び低減
IP	<a href="#">71124.04</a>	職業線量評価
IP	<a href="#">71124.05</a>	放射線モニタリング計装

## 職業被ばく管理の有効性

本コーナーストーンのパフォーマンス指標は、下記の合計である：

- 技術仕様上の高線量区域の発生回数
- 高高線量区域の発生回数
- 意図しない被ばくの発生回数

職業放射線安全指標	閾値		
	(白)	(黄)	(赤)
	規制当局が対応の場合あり	規制当局の対応を要する	パフォーマンスが非常に悪く、許認不可
職業被ばく管理の有効性	> 2	> 5	N/A

閾値を超えないユニットは、緑認定もしくは所見無しとされる。2012年に評価された103基の内、2012年の所見から評価が上がったのは、第1四半期に1基のみであった。直近のROPパフォーマンス指標所見は、[http://www.nrc.gov/NRR/OVERSIGHT/ASSESS/pi\\_summary.html](http://www.nrc.gov/NRR/OVERSIGHT/ASSESS/pi_summary.html)を参照。

追加的な予備情報は、<http://www.nrc.gov/reactors/operating/oversight/rop-description.html>の Detailed ROP Description ページを参照。

## 4. 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、2013 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。

### 4.1 ISOE ALARA シンポジウム

#### ISOE 国際 ALARA シンポジウム

2013 年 ISOE 国際 ALARA シンポジウムは、アジア技術センターによって 2013 年 8 月 27 日～28 日に東京において開催された。NEA、IAEA 及びメンバー 11 カ国(ブラジル、中国、フランス、ドイツ、韓国、パキスタン、ロシア、スペイン、スウェーデン、米国、日本)から、合計 50 名の参加があった。

水町渉氏(ATC)が、福島第一原子力発電所事故の教訓に基づいて作成された、一部の国におけるシビアアクシデント対策について講演を行った。Dr David W. Miller(NATC)が、スリーマイル島原子力発電所事故への対応と、事故からの回復から得た教訓について講演を行った。古川氏(東京電力)が、「敷地内除染の中長期実施方針及び除染実績の報告について」と題した発表を行った。その中で、福島第一 NPP の現状、現在進行中の除染活動、及び除染の中長期計画について紹介があった。さらに、福島第一 NPP 事故直後から当該事故対応に携わっていた Mr Frazier Bronson(CANBERRA Industries)が、「福島原子力発電所事故対応における放射線測定経験及び教訓」と題した発表の中で、自身の経験について語った。

優秀論文として、ドナルド・C・クック原子力発電所(アメリカン・エレクトリック・パワー社)の放射線防護部長である Mr Robert Hite による「クック原子力発電所のクリティカル RP サーベイプログラム」が選出された。Hite 氏は、放射線防護プログラムにおける体系的な情報入手の重要性に言及し、その概念を以下の通り説明した：

- ある検査を「重要」と認定する
- 検査の遂行を論理的に計画する
- 検査は、同じシフト(交代勤務時間)で行われる
- 監督当局による遂行状況の監視レベルと適時性を強化し、適時にレビューと承認を行う。

重要な検査の要件に関する概要は以下の通り：

- 計画と討議の時間を考慮し、事前に指定する。
- 放射線防護監督者から検査を行う技術者に対して、文書(テンプレート)、検査機器、計測する放射線について、事前説明を行う。
- 検査は、以前に検査経験のある技術者、もしくは以前に検査経験のある技術者もしくは監督者から事前説明を受けた技術者によって実施される。
- 作業開始前に、監督者によってレビューされなければならない。
- シフト終了後に、技術者によって文書化されなければならない。

シンポジウムに関連して、参加者らは福島第一原子力発電所での技術的視察に参加した。

## **ISOE 地域ALARA シンポジウム**

### **北米シンポジウム**

2013年 ISOE 北米 ALARA シンポジウムは、2013年1月7日～9日に米国フォートローダーデールにおいて開催された。本シンポジウムは、北米技術センター (NATC) によって開催され、12カ国から135名の参加があった。参加技術センターにより、優秀論文が選出された：

- 『2012年カルバートクリフス1号機の加圧器加熱器交換プロジェクト』(米国、カルバートクリフス NPP、P. Jones)
- 『デュアン・アーノルド原子力発電所 (DAEC) におけるトラス再塗装プロジェクト』(米国、デュアン・アーノルドNPP、Robert L. Porter)

それぞれのシンポジウムの議事録及び結論は、ISOE ウェブサイトで入手可能である。

## **4.2 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。

2011年には、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。

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
- 年間合計集団線量
- 1基当たりの平均年間集団線量
- 1基当たりの集団線量の移動平均
- 発電したエネルギー当たりの年間集団線量

- 原子炉ユニットのランキング
- 1/4スケール・ランキング
- 合計停止時集団線量
- 1基当たりの平均停止時集団線量
- 任務中の集団線量
- 原子炉ユニット数の傾向
- 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。2013年には、MADRASで19の新たな解析が行われた。

### **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。

- 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
- 訓練文書
- ISOE 2アンケート
- ISOE 3報告書
- PRフォーラムの統合
- ソースターム管理文書
- シビアアクシデントマネジメント文書
- キャビティ除染文書

### **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。

## **4.3 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。2013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**

2013年には、ETCがフランスの電気事業者EDFのために、二度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。フランスの視察団は、EDF及びCEPNの代表者から成る。

- 2013年5月、スペイン・アスコNPP及びバンデリョスNPPを視察  
視察は2013年5月27日～31日まで開催された。  
討議の主なトピックは以下の通り：
  - 放射線防護組織
  - 放射線防護指標
  - 汚染管理
  - 個人線量管理
  - 原子炉キャビティ除染経験統合報告は、ISOEウェブサイト上のRPライブラリーで入手可能である。
  
- 2013年10月、米国・コマンチェピークNPP及びパロベルデNPP視察  
視察は2013年10月14日～17日まで開催された。  
討議の主なトピックは以下の通り：
  - RP組織
  - 個人線量管理
  - 遠隔モニタリングシステム
  - ソースターム管理及び化学(亜鉛注入)統合報告は、ISOEウェブサイト上のRPライブラリーで入手可能である。
  
- 2013年10月、ドイツ・シュターデNPP、グライフスバルドNPP及びラインスベルクNPP視察  
視察は2013年10月7日～9日まで開催され、廃止措置中のプラントに焦点を当てた。  
討議の主なトピックは、汚染管理であった。

### **NATCの企画によるベンチマーキング視察**

NATCによって実施されたベンチマーキング視察は以下の通りである。

- 2013年3月：日本ATCが、米国フォートカルホーンNPPでのベンチマーキング視察を行った。

- 2013年12月:デュークエナジー社が、クックNPPにおける停止時線量低減イニシアチブについて、ベンチマーキング視察を行った。

## 4.4 ISOE 管理

### 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、進行中の技術及び運営に関する会議が、2013年全体を通して以下の通り開催された。

ISOE会合	日程
ISOE事務局	2013年4月及び11月
データ分析ワーキング・グループ(WGDA)	2013年4月及び11月
第23回ISOE運営委員会会議	2013年11月
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)	2013年4月及び11月 8月(非公式会合)

### 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、2013 年の年次会議で ISOE プログラムの進捗状況を検討し、2014 年の作業プログラムを承認した。2013 年中頃に開催された ISOE 事務局会議では、2013 年の ISOE 活動状況、ISOE 規約の更新状況、及び ISOE 年次セッション 2013 の計画に重点が置かれた。

### ISOE データ分析ワーキング・グループ(WGDA)

データ分析ワーキング・グループ(WGDA)は 2013 年 4 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。

### 水化学及びソースターム管理に関する専門家グループ(EGWC)

EGWC は、2013 年に会合を一度開催した。本グループの目的は、一次水化学及びソースターム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ソースターム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)**

EG-SAMは、2013年に会合を二度開催した。本グループの目的は、放射線防護の良好事例を特定するため、シビアアクシデント時の初期対応及び復旧作業において適切な放射線防護作業を行うべく、ベストな放射線防護管理手順に関するレポートを作成すること、及び過去の原子炉事故からの放射線防護に関する教訓を体系化し、伝達することである。

EG-SAM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、高放射線区域の作業員の線量管理に関する情報、及び運用面や線量測定に関する実地経験を収集する。その際、特に職業被ばく管理の手順に重きを置く。
- シビアアクシデント及び事故後復旧における職業放射線防護の良好事例達成において重要な役割を果たす要因及び側面を特定する。(知識、経験、技術、規制要件、指針、職員の関与、情報)

*Annex I*

**STATUS OF ISOE PARTICIPATION UNDER THE RENEWED ISOE TERMS AND  
CONDITIONS (2012-2015)**

*Note: This annex provides the status of ISOE official participation as of December 2013*

**Officially Participating Utilities: Operating reactors**

<b>Country</b>	<b>Utility<sup>4</sup></b>	<b>Plant name</b>	
Republic of Armenia	Armenian Nuclear Power Plant (CJSC)	Medzamor 2	
Belgium	Electrabel (GDF- SUEZ)	Doel 1, 2, 3, 4	Tihange 1, 2, 3
Brazil	Electrobras Eletronuclear S.A.	Angra 1, 2	
Bulgaria	Kozloduy NPP Plc.	Kozloduy 5, 6	
Canada	Bruce Power New Brunswick Electric Power Commission Ontario Power Generation	Bruce A1, A2, A3, A4 Point Lepreau Darlington 1, 2, 3, 4	Bruce B5, B6, B7, B8 Pickering 1, 4 Pickering 5, 6, 7, 8
China	Daya Bay Nuclear Power Operations and Management Co., Ltd. CNNC Nuclear Power Operations Management Co., Ltd.	Daya Bay 1, 2 Ling Ao 1, 2, 3, 4 Qinshan 1	
Czech Republic	CEZ A.S.	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
Germany	E.ON Kernkraft GmbH EnBW Kernkraft GmbH RWE Power AG	Brokdorf Grafenrheinfeld Philippsburg 2 Emsland	Grohnde Isar 2 Neckarwestheim 2 Gundremmingen B, C
Hungary	Magyar Villamos Muvek Zrt	Paks 1, 2, 3, 4	

<sup>4</sup> Where multiple owners and/or operators are involved, only Leading Undertakings are listed / En cas de plusieurs propriétaires et/ou exploitants, seuls les principaux sont mentionnés

Country	Utility <sup>4</sup>	Plant name	
Japan	Chubu Electric Power Co., Inc. Chugoku Electric Power Co. Inc. Hokkaido Electric Power Co. Inc. Hokuriku Electric Power Co. Japan Atomic Power Co. Kansai Electric Power Co., Inc.  Kyushu Electric Power Co., Inc. Shikoku Electric Power Co., Inc. Tohoku Electric Power Co., Inc. Tokyo Electric Power Co.	Hamaoka 3, 4, 5 Shimane 1, 2 Tomari 1, 2, 3 Shika 1, 2 Tokai 2 Mihama 1, 2, 3 Ohi 1, 2, 3, 4 Genkai 1, 2, 3, 4 Ikata 1, 2, 3 Onagawa 1, 2, 3 Fukushima Daiichi 5, 6 Fukushima Daini 1, 2, 3, 4	Tsuruga 1, 2 Takahama 1, 2, 3, 4  Sendai 1, 2  Higashidori 1 Kashiwazaki Kariwa 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Korea, Republic of	Korean Hydro and Nuclear Power Co. Ltd. (KHNP)	Kori 1, 2, 3, 4 Shin-Kori 1, 2 Ulchin 1, 2, 3, 4, 5, 6	Yonggwang 1, 2, 3, 4, 5, 6 Wolsong 1, 2, 3, 4 Shin-Wolsong 1
Romania	Societatea Nationala Nuclearelectrica	Cernavoda 1, 2	
Slovak Republic	Slovenské Elektrárne A.S.	Bohunice 3, 4	Mochovce 1, 2
Slovenia	Nuklearna Elektrarna Krško	Krško 1	
South Africa	ESKOM	Koeberg 1, 2	
Spain	UNESA	Almaraz 1, 2 Asco 1, 2 Cofrentes	Trillo 1 Vandellos 2
Sweden	Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA) OKG Aktiebolag (OKG) Ringhals AB (RAB)	Forsmark 1, 2, 3 Oskarshamn 1, 2, 3 Ringhals 1, 2, 3, 4	
Switzerland	BKW FMB Energie AG Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG Kernkraftwerk Leibstadt AG Axpo AG	Mühleberg Gösgen Leibstadt Beznau 1, 2	
Netherlands	N.V. EPZ	Borssele	
United Kingdom	EDF Energy	Sizewell B	
United States	American Electric Power Co. Arizona Public Service Co. Constellation Energy Nuclear Group (CENG LLC) Detroit Edison Co. Exelon Nuclear Corporation  First Energy Nuclear Operating Co.  South Carolina Electric & Gas Co. Xcel Energy	D.C. Cook 1, 2 Palo Verde 1, 2, 3 Calvert Cliffs 1, 2 Ginna 1 Fermi 2 Braidwood 1, 2 Byron 1, 2 Clinton 1 Dresden 2, 3 LaSalle County 1, 2 Beaver Valley 1, 2 Davis Besse 1 Virgil C. Summer 1 Monticello	Nine Mile Point 1, 2    Limerick 1, 2 Oyster Creek 1 Peach Bottom 2, 3 Quad Cities 1, 2 TMI 1 Perry 1  Prairie Island 1, 2

**Officially Participating Utilities: Definitively shutdown reactors**

Country	Utility	Plant name	
Bulgaria	Kozloduy NPP Plc.	Kozloduy 1, 2, 3, 4	
France	Électricité de France (EDF)	Bugey 1 Chinon A1, A2, A3	Chooz A St. Laurent A1, A2
Germany	E.ON Kernkraft GmbH EnBW Kernkraft GmbH RWE Power AG Vattenfall Europe Nuclear Energy GmbH	Isar 1 Philippsburg 1 Biblis A, B Brunsbüttel	Unterweser Neckarwestheim 1 Krümmel
Italy	SOGIN Spa	Caorso Garigliano	Latina Trino
Japan	Chubu Electric Power Co., Inc. Japan Atomic Energy Agency Japan Atomic Power Co. Tokyo Electric Power Co.	Hamaoka 1, 2 Fugen (LWCHWR) Tokai 1 Fukushima Daiichi 1, 2, 3, 4, 5, 6	
Lithuania	Ignalina Nuclear Power Plant	Ignalina 1, 2	
Spain	UNESA	Santa Maria de Garona	
Sweden	Barsebäck Kraft AB (BKAB)	Barsebäck 1, 2	
United States	Dominion Generation Exelon Nuclear Corporation	Kewaunee Dresden 1 Peach Bottom 1	Zion 1, 2

**Participating Regulatory Authorities**

Country	Authority
Bulgaria	Bulgarian Nuclear Regulatory Agency (NRA)
Canada	Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC)
China	Nuclear and Radiation Safety Centre (MEP)
Czech Republic	State Office for Nuclear Safety (SÚJB)
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 (BMU), represented by Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH
Korea, Republic of	Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)
Lithuania	State Nuclear Power Safety Inspectorate (VATESI)
Netherlands	Ministry of Infrastructure and the Environment, Human Environment and Transport Inspectorate
Slovak Republic	Public Health Authority of the Slovak Republic
Slovenia	Ministry of Health, Slovenian Radiation Protection Administration (SRPA)
Spain	Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) – Nuclear Safety Council
Sweden	Swedish Radiation Safety Authority (SSM)
Switzerland	Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate (ENSI)
United Kingdom	The Office for Nuclear Regulation (ONR)
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	Netherlands	ETC
Brazil	IAEATC	Pakistan	IAEATC
Bulgaria	IAEATC	Romania	IAEATC
Canada	NATC	Russian Federation	ETC
China	IAEATC	Slovak Republic	ETC
Czech Republic	ETC	Slovenia	ETC
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 Champagne-Urbana, Illinois, U.S.A. <a href="http://hps.ne.uiuc.edu/natcisoe/">http://hps.ne.uiuc.edu/natcisoe/</a>
<b>Joint Secretariat</b>	
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 2*

### **ISOE BUREAU, SECRETARIAT AND TECHNICAL CENTRES**

#### ***Bureau of the ISOE Management Board***

	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
Chairperson (Utilities)	SIMIONOV, Vasile Cernavoda NPP ROMANIA		ABELA, Gonzague EDF FRANCE		HARRIS, Willie EXELON UNITED STATES	
Chairperson Elect (Utilities)	ABELA, Gonzague EDF FRANCE		HARRIS, Willie EXELON UNITED STATES		HWANG, Tae-Won KHNP REPUBLIC OF KOREA	
Vice-Chairperson (Authorities)	HOLAHAN, Vincent US Nuclear Regulatory Commission UNITED STATES		DJEFFAL, Salah Canadian Nuclear Safety Commission CANADA		JAHN, Swen-Gunnar ENSI SWITZERLAND	
			BROCK, Terry US Nuclear Regulatory Commission UNITED STATES			
Past Chairperson (Utilities)	MIZUMACHI, Wataru Japan Nuclear Energy Safety Organisation JAPAN		SIMIONOV, Vasile Cernavoda NPP ROMANIA		ABELA, Gonzague EDF FRANCE	

#### ***ISOE Joint Secretariat***

##### **OECD Nuclear Energy Agency (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

## ***ISOE Technical Centres***

### **Asian Technical Centre (ATC)**

HAYASHIDA, Yoshihisa  
Principal Officer  
Asian Technical Centre  
Japan Nuclear Energy Safety Organisation (JNES)  
TOKYU REIT Toranomon Bldg. 7th 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

Tel: +43 1 2600 26173  
Eml: J.Ma@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 3*

## **ISOE MANAGEMENT BOARD AND NATIONAL CO-ORDINATORS (2013-2014)**

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

<b>ARMENIA</b>	
<b>PYUSKYULYAN Konstantin</b> AVETISYAN, Aida	Medzamor 2 NPP Armenian Nuclear Regulatory Authority
<b>BELGIUM</b>	
<b>LANCE Benoit</b> SCHRAYEN, Virginie	Electrabel Corporate Nuclear Safety Department FANC - Federal Agency for Nuclear Control
<b>BRAZIL</b>	
<b>do AMARAL, Marcos Antônio</b> GROMANN DE ARAUJO GOES, Alexandre	Angra NPP CNEN - National Nuclear Energy Commission
<b>BULGARIA</b>	
<b>NIKOLOV, Atanas</b> KATZARSKA, Lidia	Kozloduy NPP Bulgarian Nuclear Regulatory Agency
<b>CANADA</b>	
<b>MILLER David E.</b> DJEFFAL, Salah PRITCHARD, Colin	Bruce Power Canadian Nuclear Safety Commission Bruce Power
<b>CHINA</b>	
<b>YANG Duanjie</b> YONG, Zhang ZHANG, Jintao	Nuclear and Radiation Safety Center (NSC) Qinshan NPP China National Nuclear Corporation
<b>CZECH REPUBLIC</b>	
<b>FARNIKOVA, Monika</b> FUCHSOVA, Dagmar	Temelin NPP SUJB - State Office for Nuclear Safety
<b>FINLAND</b>	
<b>KONTIO, Timo</b> RIIHILUOMA, Veli	Loviisa NPP STUK - Centre for Radiation and Nuclear Safety
<b>FRANCE</b>	
<b>ABELA, Gonzague</b> BELTRAMI, Laure-Anne CORDIER, Gerard D'ASCENZO, Lucie GUZMAN LOPEZ-OCON, Olvido LATIL-QUERREC, Névéna SCHIEBER, Caroline	EDF CEPN (ETC) EDF CEPN (ETC) ASN IRSN CEPN (ETC)
<b>GERMANY</b>	
<b>JENTJENS, Lena</b> STAHL, Thorsten STEINEL, Dieter	VGB PowerTech e.V. GRS-Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit mbH Philippsburg NPP
<b>HUNGARY</b>	
<b>BUJTAS, Tibor</b>	PAKS NPP
<b>ITALY</b>	
<b>MANCINI, Francesco</b>	SOGIN Spa
<b>JAPAN</b>	
<b>HAYASHIDA, Yoshihisa</b> <b>KOBAYASHI, Masahide</b> MIZUMACHI, Wataru SUZUKI, Akiko TSUJI, Masatoshi USUI, Haruo	Japan Nuclear Energy Safety Organization (ATC) Japan Nuclear Energy Safety Organization (ATC) Japan Nuclear Energy Safety Organization (ATC) Japan Nuclear Energy Safety Organization (ATC) METI Japan Nuclear Energy Safety Organization (ATC)
<b>KOREA (REPUBLIC OF)</b>	
<b>KIM Byeong-Soo</b> HWANG, Tea-Won LEE, Hee-hwan NA, Seong Ho	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)



<b>LITHUANIA</b> <b>TUMOSIENE Kristina</b> PLETNIOV, Victor	VATESI - State Nuclear Power Safety Inspectorate Ignalina NPP
<b>MEXICO</b> <b>ARMENTA Socorro</b> DELGADO, José Luis	Laguna Verde NPP Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias
<b>NETHERLANDS</b> <b>MELJER, Hans</b> BREAS, Gerard	Borssele NPP Ministry of Infrastructure and the Environment
<b>PAKISTAN</b> NASIM, Bushra <b>MUBBASHER, Makshoof</b>	Pakistan Nuclear Regulatory Authority Chasnupp NPP
<b>ROMANIA</b> <b>SIMIONOV, Vasile</b> RODNA, Alexandru	Cernavoda NPP National Commission for Nuclear Activities Control
<b>RUSSIAN FEDERATION</b> <b>BEZRUKOV, Boris</b> GLASUNOV, Vadim POTSYAPUN, Nadezhda	Rosenergoatom Concern OJSC VNIIAES - Russian Research Institute for Nuclear Power Plant Operation Federal Medical-Biological Agency
<b>SLOVAK REPUBLIC</b> <b>DOBIS, Lubomir</b> VIKTORY, Dusan	Bohunice NPP Public Health Institute of the Slovak Republic
<b>SLOVENIA</b> <b>BREZNIK, Borut</b> JUG, Nina	Krsko NPP Slovenian Radiation Protection Administration
<b>SOUTH AFRICA (REPUBLIC OF)</b> <b>MAREE, Marc</b> JUTLE, Kasturi	Koeberg NPP Council for Nuclear Safety
<b>SPAIN</b> <b>ROSELL HERRERA, Borja</b> LABARTA, Teresa	Almaraz NPP Consejo de Seguridad Nuclear
<b>SWEDEN</b> <b>SOLSTRAND, Christer</b> HANSSON, Petra HENNIGOR, Staffan	Oskarshamn NPP Swedish Radiation Safety Authority (SSM) Forsmark NPP
<b>SWITZERLAND</b> <b>TAYLOR Thomas</b> JAHN, Swen-Gunnar	Mühleberg NPP Swiss Nuclear Safety Inspectorate (ENSI)
<b>UKRAINE</b> <b>BEREZHAYA Tatyana</b> RYAZANTSEV, Viktor	Nuclear Energy Generation Company (NNEGC) SNRCU - State Nuclear Regulatory Committee of Ukraine
<b>UNITED KINGDOM</b> <b>RENN, Guy</b> INGHAM, Grant	Sizewell B NPP Office for Nuclear Regulation (ONR)
<b>UNITED STATES OF AMERICA</b> <b>MILLER, David</b> BROCK, Terry HARRIS, Willie O. JONES, Patricia NOBLE, Douglas	D.C. Cook Plant (NATC) U.S. Nuclear Regulatory Commission Exelon Nuclear Calvert Cliffs NPP Davis Besse NPP

## *Annex 4*

### **ISOE WORKING GROUPS (2013)**

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

**Chair: HENNIGOR, Staffan (Sweden); Vice-Chair: HAGEMEYER, Derek (United States)**

#### **CANADA**

DJEFFAL, Salah Canadian Nuclear Safety Commission

#### **CZECH REPUBLIC**

FARNIKOVA, Monika Temelin NPP

#### **FRANCE**

ABELA, Gonzague EDF

BELTRAMI, Laure-Anne CEPN (ETC)

D'ASCENZO, Lucie CEPN (ETC)

SCHIEBER, Caroline CEPN (ETC)

COUASNON, Olivier ASN

ROCHER, Alain EDF

#### **GERMANY**

BASCHNAGEL, Michael Biblis NPP

STAHL, Thorsten Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit mbH

JENTJENS, Lena VGB PowerTech

STEINEL, Dieter Philippsburg NPP

#### **JAPAN**

HAYASHIDA, Yoshihisa Japan Nuclear Energy Safety Organization (ATC)

SUZUKI, Akiko Japan Nuclear Energy Safety Organization (ATC)

#### **KOREA (REPUBLIC OF)**

HWANG, Tae-Won KHNP Central Research Institute

JUNG, Kyu-Hwan Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)

KIM, Byeong-Soo Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)

KONG, Tae Young Korea Hydro and Nuclear Power Corporation Ltd. (KHNP)

DONG-HOON, Kim Korea Hydro and Nuclear Power Corporation Ltd. (KHNP)

#### **MEXICO**

ARMENTA, Socorro Laguna Verde NPP

#### **ROMANIA**

SIMIONOV, Vasile Cernavoda NPP

#### **RUSSIAN FEDERATION**

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

#### **SLOVENIA**

BREZNIK, Borut Krsko NPP

#### **SPAIN**

DE LA RUBIA, Miguel Angel Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)

#### **SWEDEN**

HENNIGOR, Staffan Forsmark NPP

SVEDBERG, Torgny Ringhals NPP

#### **UNITED STATES OF AMERICA**

BROCK, Terry US Nuclear Regulatory Commission

HAGEMEYER, Derek Oak Ridge Associated Universities (ORAU)

HARRIS, Willie O. Exelon Nuclear

MILLER, David W. D.C. Cook Plant (NATC)

PERKINS, David Electric Power Research Institute (EPRI)

#### **JOINT SECRETARIAT**

MA, Jizeng IAEA

OKYAR, Halil Burçind NEA

*Expert Group on Water Chemistry and Source-Term Management (EGWC)*

**Chair: ROCHER, Alain (France)**

**FRANCE**

RANCHOUX, Gilles  
ROCHER, Alain  
VAILLANT, Ludovic

EDF  
EDF  
CEPN (ETC)

**KOREA (REPUBLIC OF)**

YANG, Ho-Yeon  
SONG, Min-Chui

Korean Hydro & Nuclear Power Co. (KHNP)  
Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)

**SLOVAK REPUBLIC**

SMIEŠKO, Ivan

Bohunice NPP

**SWEDEN**

BENGTSSON, Bernt  
OLSSON, Mattias

Ringhals NPP  
Forsmark NPP

**UNITED STATES OF AMERICA**

CHRZANOWSKI, Ronald  
WELLS, Daniel M.

Exelon Nuclear  
Electric Power Research Institute (EPRI)

***Expert Group on Occupational Radiation Protection in Severe Accident Management  
& Post-Accident Recovery (EG-SAM)***

**Chair: ANDERSON, Ellen (United States)**

**ARMENIA**

PYUSKYULYAN, Konstantin      Armenian Nuclear Power Plant Company

**BELGIUM**

THOELEN, Els      Electrabel, DOEL NPP  
LANCE, Benoit      Electrabel, Corporate Nuclear Safety Department

**BRAZIL**

DO AMARAL, Marcos Antonio      Eletrobrás Termonuclear S.A.

**CANADA**

DJEFFAL, Salah      Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC)  
PRITCHARD, Colin      Bruce Power

**CZECH REPUBLIC**

FUCHSOVA, Dagmar      State Office for Nuclear safety (SUJB)  
HORT, Milan      State Office for Nuclear safety (SUJB)  
KOC, Josef      National Radiation Protection Institute (NRPI)

**FINLAND**

SOVIJARVI, Jukka      Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK)

**FRANCE**

ABELA, Gonzague      EDF – DIN DQSNR  
BELTRAMI, Laure-Anne      CEPN – ISOE ETC  
COUASNON, Olivier      Autorité de sûreté nucléaire (ASN)  
LECOANET, Olivier      EDF - DPN / UNIE – GPRE  
SCHIEBER, Caroline      CEPN – ISOE ETC

**GERMANY**

JENTJENS, Lena      VGB PowerTech e.V.  
SCHMIDT, Claudia      GRS

**JAPAN**

HAYASHIDA, Yoshihisa      JNES – ISOE ATC  
ITOH, Kunio      Japan NUS Co., Ltd.  
SUZUKI, Akiko      JNES – ISOE ATC  
USUI, Haruo      JNES – ISOE ATC

**KOREA (REPUBLIC OF)**

KIM, Byeong-Soo      Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)  
KONG, Tae Young      KHNP Central Research Institute

**ROMANIA**

SIMIONOV, Vasile      Cernavoda NPP

**RUSSIAN FEDERATION**

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

**SLOVAK REPUBLIC**

GRUBEL, Stefan      Slovenské elektrárne, a.s.

**SPAIN**

ROSELL HERRERA, Borja      Almaraz NPP  
LABARTA, Teresa      Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)

**SWEDEN**

FRITIOFF, Karin      Vattenfall Research & Development AB

**SWITZERLAND**

JAHN, Swen-Gunnar      Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate (ENSI)  
WOENKHAUS, Jürgen      Beznau NPP

**UKRAINE**

VITALIEVICH, Zubov Sergei      South Ukraine NPP

**UNITED KINGDOM**

RENN, Guy      Sizewell B NPP

**UNITED STATES**

ANDERSON, Ellen  
BRONSON, Frazier  
HAGEMEYER, Derek  
HARRIS, Willie  
MILLER, David W.  
TARZIA, James P.

**JOINT SECRETARIAT**

MA, Jizeng  
OKYAR, Halil Burçind

Nuclear Energy Institute (NEI)  
Canberra Industries  
Radiation Emergency Assistance Center Training Site (REAC/TS)  
Exelon Nuclear  
DC Cook NPP – ISOE NATC  
Radiation Safety & Control Services Inc.

IAEA  
NEA

## Annex 5

### LIST OF ISOE PUBLICATIONS

#### Reports

- *An ALARA Success Story Relying on Strong Individual Commitments, Effective International Feedback and Exchanges, and a Robust Database – 20 Years of Progress*, OECD, 2013.
- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Twenty-Second Annual Report of the ISOE Programme, 2012*, OECD, 2012.
- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Twenty-First Annual Report of the ISOE Programme, 2011*, OECD, 2011.
- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Twentieth Annual Report of the ISOE Programme, 2010*, OECD, 2010.
- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Nineteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2009*, OECD, 2011.
- *L'organisation du travail pour optimiser la radioprotection professionnelle dans les centrales nucléaires*, OCDE, 2010.
- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Eighteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2008*, OECD, 2010.
- *Work Management to Optimise Occupational Radiological Protection at Nuclear Power Plants*, OECD, 2009.
- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Seventeenth Annual Report of the ISOE Programme, 2007*, OECD, 2009.
- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Sixteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2006*, OECD, 2008.
- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Fifteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2005*, OECD, 2007.
- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Fourteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2004*, OECD, 2006.
- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Thirteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2003*, OECD, 2005.
- *Optimisation in Operational Radiation Protection*, OECD, 2005.
- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Twelfth Annual Report of the ISOE Programme, 2002*, OECD, 2004.
- *Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants: Third ISOE European Workshop, Portoroz, Slovenia, 17-19 April 2002*, OECD 2003.
- *ISOE – Information Leaflet*, OECD 2003.
- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Eleventh Annual Report of the ISOE Programme, 2001*, OECD, 2002.
- *ISOE – Information System on Occupational Exposure, Ten Years of Experience*, OECD, 2002.
- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Tenth Annual Report of the ISOE Programme, 2000*, OECD, 2001.
- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Ninth Annual Report of the ISOE Programme, 1999*, OECD, 2000.

- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Eighth Annual Report of the ISOE Programme, 1998*, OECD, 1999.
- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Seventh Annual Report of the ISOE Programme, 1997*, OECD, 1999.
- *Work Management in the Nuclear Power Industry*, OECD, 1997 (also available in Chinese, German, Russian and Spanish).
- *ISOE – Sixth Annual Report: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: 1969-1996*, OECD, 1998.
- *ISOE – Fifth Annual Report: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: 1969-1995*, OECD, 1997.
- *ISOE – Fourth Annual Report: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: 1969-1994*, OECD, 1996.
- *ISOE – Third Annual Report: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: 1969-1993*, OECD, 1995.
- *ISOE – Nuclear Power Plant Occupational Exposures in OECD Countries: 1969-1992*, OECD, 1994.
- *ISOE – Nuclear Power Plant Occupational Exposures in OECD Countries: 1969-1991*, OECD, 1993.

### ***ISOE News***

2013	No. 20 (July), No. 21 (December)
2012	No. 19 (July)
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. 38: Nov. 2013	Republic of Korea: Summary of National Dosimetric Trends
No. 37: Nov. 2013	Japanese Dosimetric Results: FY 2012 data and trends
No. 36: Dec. 2012	Japanese Dosimetric Results: FY 2011 data and trends
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. 56: Dec. 2012	European dosimetric results for 2011
-------------------	--------------------------------------



No. 55: Nov. 2012	Man-Sievert Monetary Value Survey (2012 Update)
No. 54: Feb. 2012	European dosimetric results for 2010
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 2nd 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***

2012-13: Sept. 2012	2011 CANDU Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-12: July 2012	North American Boiling Water Reactor (BWR) 2008 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-11: July 2012	North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2008 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-10: July 2012	North American Boiling Water Reactor (BWR) 2007 Occupational Dose Benchmarking Charts

2012-9: July 2012	North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2007 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-8: Sept. 2012	North American Boiling Water Reactor (BWR) 2011 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-7: Sept. 2012	North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2011 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-6: Sept. 2012	North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2011 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-5: July 2012	North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2010 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-4: July 2012	North American Boiling Water Reactor (BWR) 2009 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-3: July 2012	North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2009 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-2: July 2012	North American Boiling Water Reactor (BWR) 2006 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-1: July 2012	North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2006 Occupational Dose Benchmarking Charts
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. 2013 (Tokyo, Japan)	2013 ISOE International ALARA Symposium
Sept. 2012 (Tokyo, Japan)	2012 ISOE Asian ALARA Symposium
Aug. 2010 (Gyeongju, Rep.of Korea)	2010 ISOE Asian ALARA Symposium
Sept. 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***

June 2012 (Prague, Czech Republic)	2012 ISOE European Regional ALARA Symposium
Nov. 2010 (Cambridge, UK)	2010 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. 2013 (Ft. Lauderdale, FL, USA)	2013 ISOE North American ALARA Symposium
Jan. 2012 (Ft. Lauderdale, FL, USA)	2012 ISOE International ALARA Symposium
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