

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 24 回年次報告書(2014 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ティブとして、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24回年次報告書では、2014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 .....	12
c) 国別の3カ年移動平均集団線量傾向 .....	15
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
ブラジル .....	28
ブルガリア .....	29
カナダ .....	30
中国 .....	34
チェコ共和国 .....	35
フィンランド .....	37
フランス .....	39
ドイツ .....	45
ハンガリー .....	47
イタリア .....	49
日本 .....	50
韓国 .....	53
リトアニア .....	54
メキシコ .....	56
オランダ .....	59
パキスタン .....	60
ルーマニア .....	61
ロシア連邦 .....	64
スロバキア共和国 .....	67
スロベニア .....	69
南アフリカ .....	70
スペイン .....	71

スウェーデン .....	74
スイス.....	76
ウクライナ .....	78
英国 .....	79
米国 .....	80
4. ISOE 経験交換活動.....	85
4.1 ISOE ALARA シンポジウム .....	85
4.2 ISOE ウェブサイト(www.isoe-network.net) .....	86
4.3 ISOE ベンチマーキング視察 .....	88
4.4 ISOE 管理 .....	89

## 表

表 1 正式な ISOE 参加者及び ISOE データベース(2014 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(2013～2015 年、人・Sv/基) .....	12
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)(2012～2014 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 2014 年における国別の PWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基) .....	13
図 3 2014 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 2014 年における国別の BWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基) .....	14
図 5 2014 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～2014 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～2014 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～2014 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～2014 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～2014 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～2014 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～2014 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～2014 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～2014 年における国別の PHWR の 3 カ年移動平均集団線量 .....	20
図 15 2010 年～2014 年における国別の PWR の平均年間集団線量.....	22
図 16 2010 年～2014 年における国別の VVER の平均年間集団線量 .....	22
図 17 2010 年～2014 年における国別の BWR の平均年間集団線量 .....	23
図 18 2010 年～2014 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、2014 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。2014 年末時点で、ISOE プログラムには 29 カ国で 76 の電気事業者 (348 基の運転中のユニット及び 57 基の停止中ユニット) と 18 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 2014 年平均年間集団線量と、1 基当たりの 3 カ年移動平均 (2012～2014 年) は、以下のとおりであった。

	2014 年平均年間 集団線量 (人・Sv/基)	2012～2014 年の 3 カ年移動平均 (人・Sv/基)
加圧水型原子炉 (PWR)	0.49	0.50
加圧水型原子炉 (VVER)	0.44	0.45
沸騰水型原子炉 (BWR)	0.89	0.87
加圧重水型原子炉 (PHWR/CANDU)	0.81	0.90

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 99 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 2014 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。2014 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。2014年には3件の地域シンポジウムが開催された。その中には、韓国の慶州におけるアジアシンポジウム、スイスのベルンにおける欧州シンポジウム、米国のフォートローダーデールにおける北米シンポジウムが含まれる。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マネジメント方法の交換を促進する世界的な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 年以来 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

2014 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、348 基の運転中のユニット及び 57 基の停止中ユニットを含む、29 カ国の 76 の電気事業者<sup>1</sup>、並びに 18 カ国の規制当局である。表 1 には、2014 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 476 基の原子炉(377 基が運転中、99 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> 主要な電気事業者の数を示している。発電所が複数の企業によって所有又は運営されている場合もある。

表1 正式な ISOE 参加者及び ISOE データベース(2014 年 12 月現在)

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

運転中の原子炉:ISOE 参加者							
国名	PWR	VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	Total
アルメニア	-	1	-	-	-	-	1
ベルギー	7	-	-	-	-	-	7
ブラジル	2	-	-	-	-	-	2
ブルガリア	-	2	-	-	-	-	2
カナダ	-	-	-	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
メキシコ	-	-	2	-	-	-	2
オランダ	1	-	-	-	-	-	1
パキスタン	2	-	-	1	-	-	3
ルーマニア	-	-	-	2	-	-	2
ロシア	-	17	-	-	-	-	17
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
ウクライナ	-	15	-	-	-	-	15
英国	1	-	-	-	-	-	1
米国	57	-	29	-	-	-	86
合計	200	53	69	26	-	-	348
運転中の原子炉:ISOE には参加していないが、ISOE データベースに収載されているもの							
国名	PWR	VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	Total
英国	-	-	-	-	15	-	15
米国	8	-	6	-	-	-	14
合計	8	-	6	-	15	-	29
ISOE データベースに含まれている運転中の原子炉の合計数							
	PWR/VVER		BWR	PHWR	GCR	LWGR	Total
合計	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
ロシア	2	-	-	-	-	-	2
スペイン	-	1	-	-	-	-	1
スウェーデン	-	2	-	-	-	-	2
米国	8	4	-	1	-	1	14
<b>合計</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>57</b>

最終的に停止した原子炉：ISOE に参加してはいないが ISOE データベースに含まれているもの							
国名	PWR/ VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	Other	合計
カナダ	-	-	2	-	-	-	3
ドイツ	3	1	-	2	-	-	6
オランダ	-	1	-	-	-	-	1
スペイン	1	-	-	1	-	-	2
ウクライナ	-	-	-	-	3	-	3
英国	-	-	-	19	-	-	19
米国	6	2	-	1	-	-	9
<b>合計</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>23</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>42</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>30</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>32</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>99</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>291</b>	<b>100</b>	<b>31</b>	<b>47</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>476</b>

参加国数	29
参加電気事業者数 <sup>2</sup>	76
参加当局数 <sup>3</sup>	20

<sup>2</sup> 主要電気事業者の数を表す。発電所が複数の企業によって所有又は運営されている場合もある。

<sup>3</sup> 1カ国は2つの当局が参加している。

## 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原子力発電所(NPP)からの線量測定情報が入手可能である。

運転中、停止中又は廃止措置の何らかの段階にある商業用 NPP からの線量測定情報には、以下が含まれる:

- 通常運転に関する年間集団線量
- 保守作業/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。

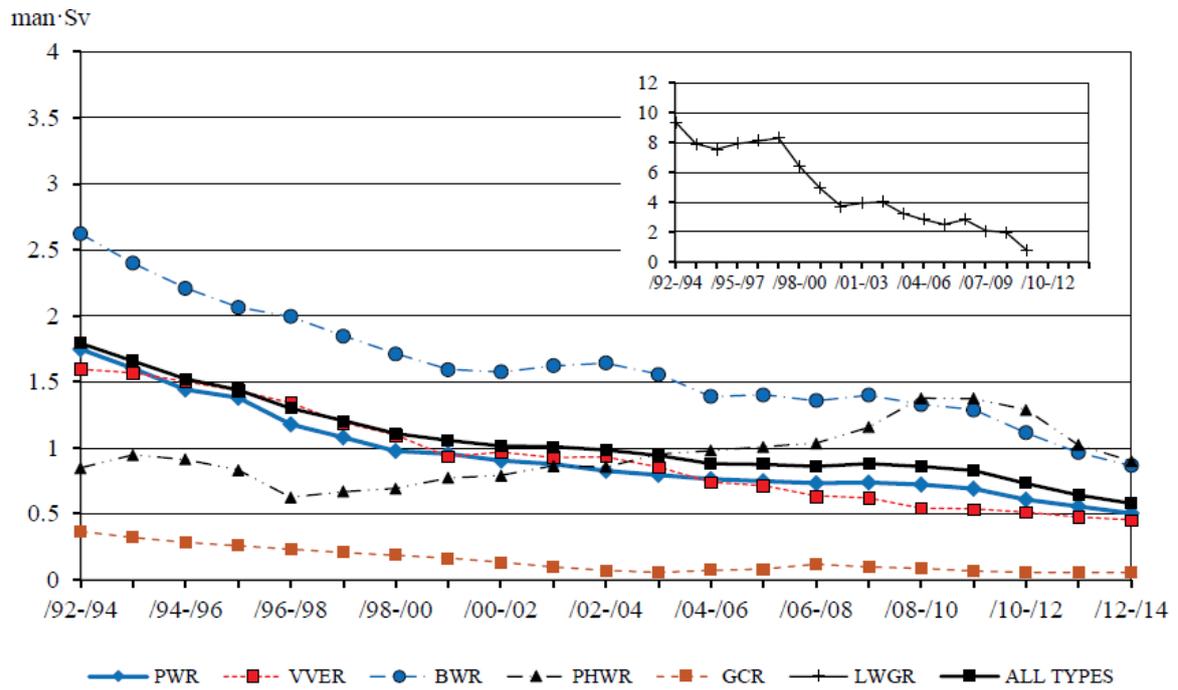
### 2.1 職業被ばくの傾向: 運転中の原子炉

#### a) 原子炉型式別の世界的な傾向

図 1 は、1992～2014 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、わずかな上昇傾向を示している。

2012 年～2014 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 2010 年～2012 年及び 2012 年～2014 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、2014 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、2014 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 カ年移動平均  
(1992~2014 年、人・Sv/基)



## b) 国別の平均集団線量傾向

表2では、過去3年間における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(2013~2015年、人・Sv/基)

	PWR			VVER			BWR		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
アルメニア				0.90	0.73	1.01			
ベルギー	0.33	0.19	0.25						
ブラジル	0.08	0.48	0.34						
ブルガリア				0.18	0.23	0.30			
カナダ									
中国	0.45	0.86	0.46		0.23	0.25			
チェコ共和国				0.12	0.12	0.11			
フィンランド				0.84	0.27	0.42	0.36	0.32	0.32
フランス	0.68	0.79	0.72						
ドイツ	0.23	0.32	0.16				1.07	1.09	1.16
ハンガリー				0.45	0.50	0.39			
日本	0.18	0.23	0.23				0.29	0.20	0.19
韓国	0.42	0.53	0.36						
メキシコ							4.28	0.67	5.91
オランダ	0.33	0.83	0.23						
パキスタン	0.07	0.53	0.60						
ルーマニア									
ロシア連邦				0.62	0.52	0.62			
スロバキア共和国				0.17	0.13	0.14			
スロベニア	0.88	1.35	0.11						
南アフリカ	0.77	0.30	0.28						
スペイン	0.47	0.39	0.39				0.25	2.25	0.29
スウェーデン	0.54	0.52	0.72				0.67	0.71	0.94
スイス	0.43	0.35	0.26				1.49	1.11	1.23
ウクライナ				0.59	0.53	0.48			
英国	0.04	0.39	0.37						
米国	0.60	0.36	0.51				1.13	1.27	1.09
<b>平均</b>	<b>0.51</b>	<b>0.50</b>	<b>0.49</b>	<b>0.50</b>	<b>0.42</b>	<b>0.44</b>	<b>0.87</b>	<b>0.84</b>	<b>0.89</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(2012、2013及び2014年GCR)。

日本に関する2011、2012、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		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014
カナダ	1.24	0.85	0.90			
韓国	0.64	0.49	0.37			
パキスタン	1.31	1.68	2.01			
ルーマニア	0.46	0.25	0.30			
英国				0.06	0.03	0.08
<b>平均</b>	<b>1.10</b>	<b>0.78</b>	<b>0.81</b>	<b>0.06</b>	<b>0.03</b>	<b>0.08</b>

	2012	2013	2014
<b>平均</b>	<b>0.61</b>	<b>0.51</b>	<b>0.54</b>

図 2 2014 年における国別の PWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)

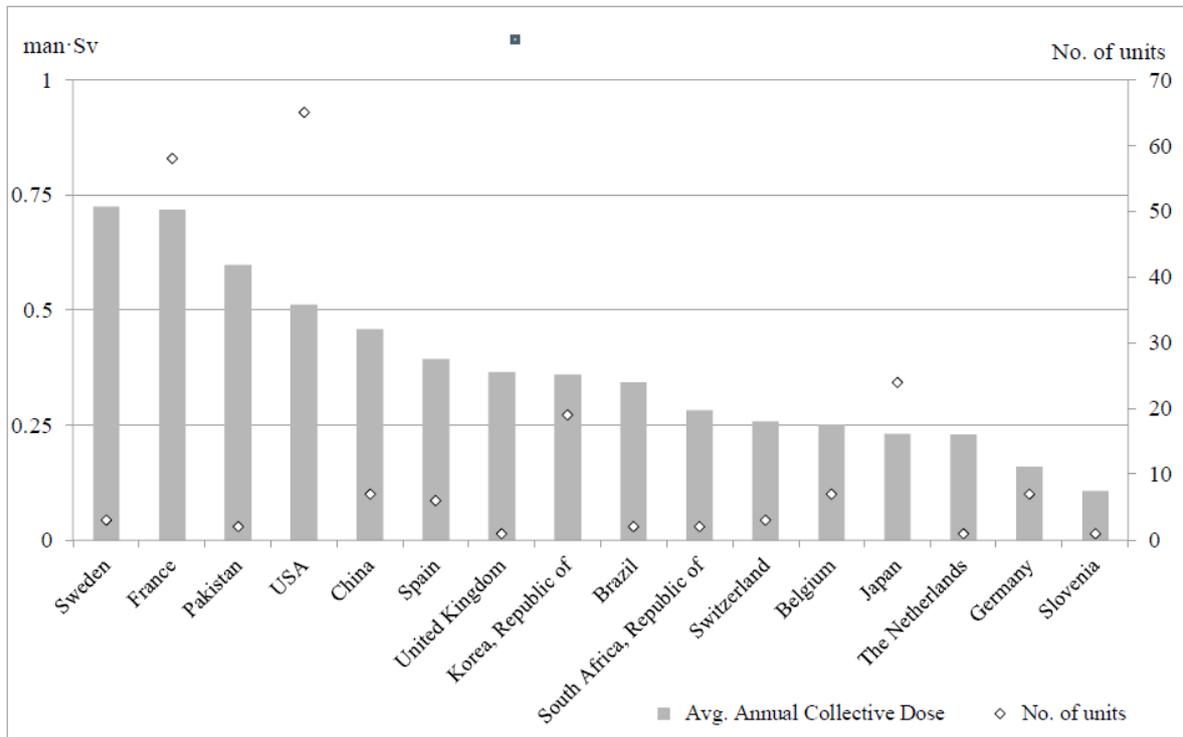


図 3 2014 年における国別の VVER 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)

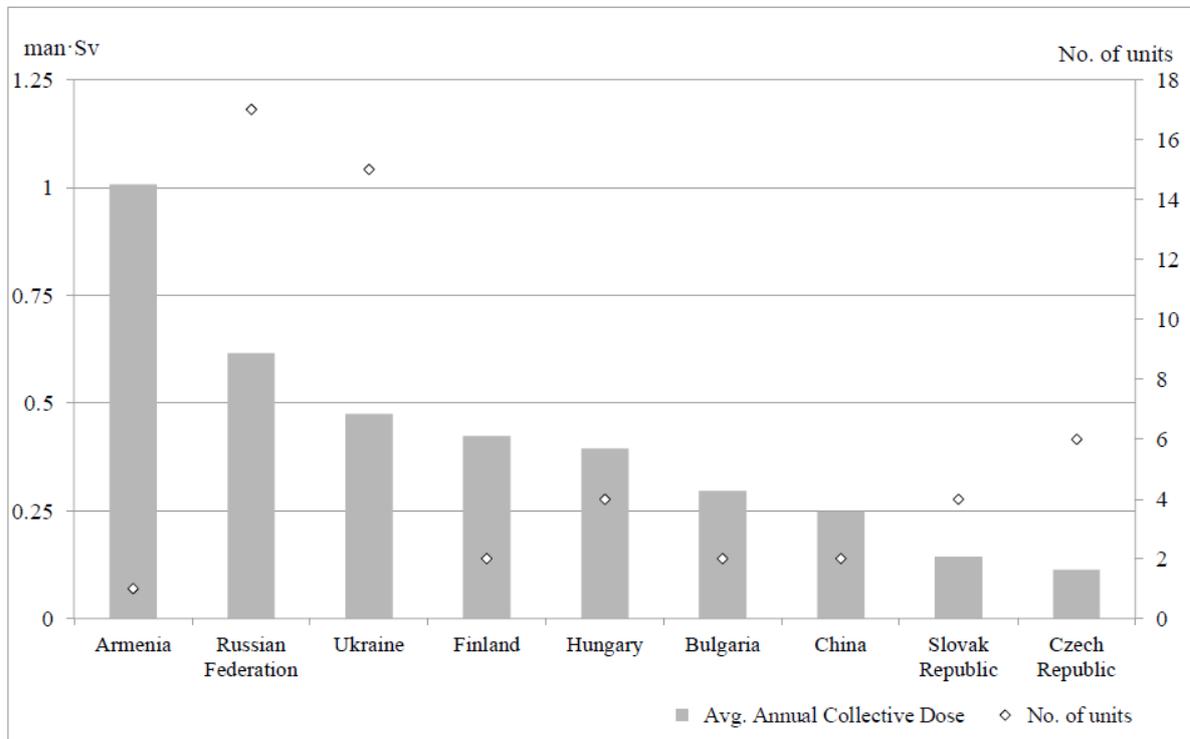


図 4 2014 年における国別の BWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)

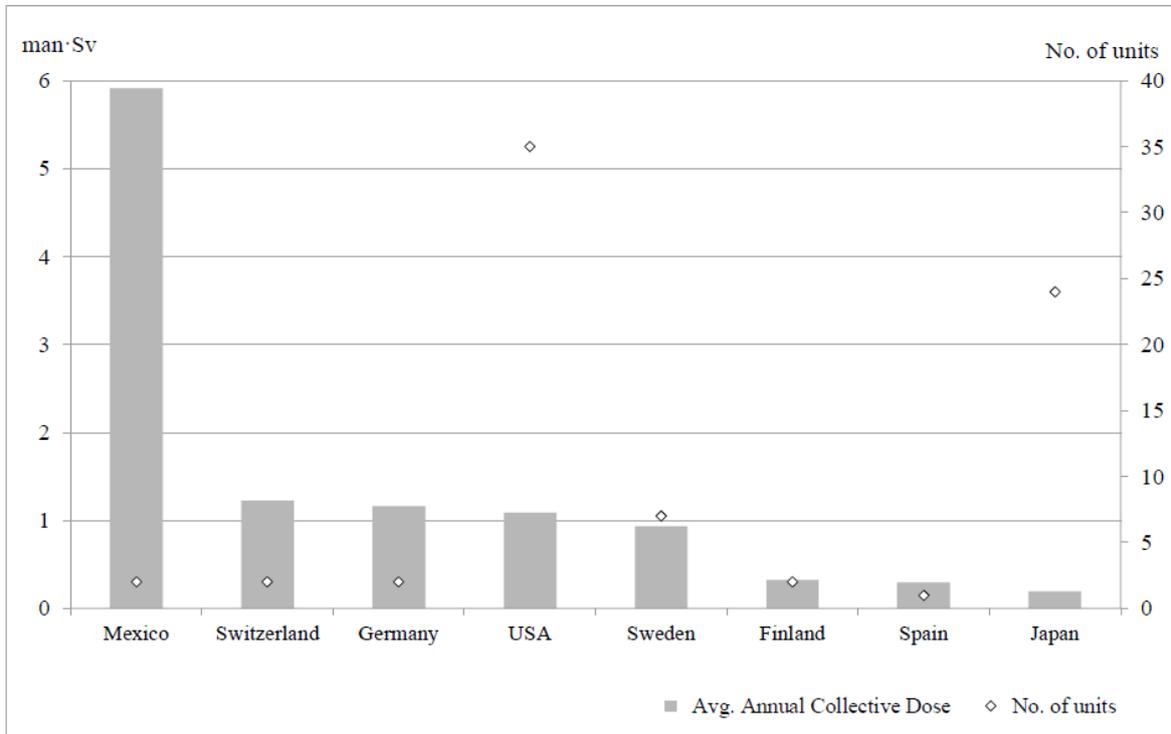
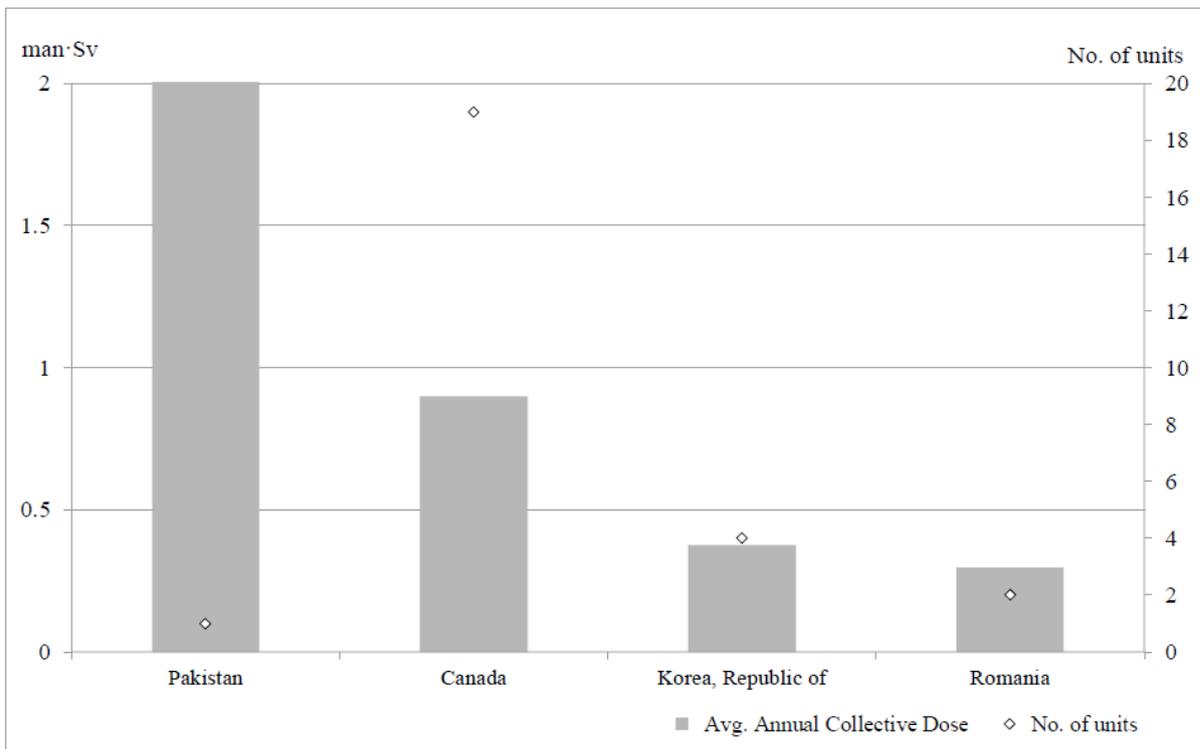


図 5 2014 年における国別の PHWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)



**c) 国別の3カ年移動平均集団線量傾向**

表3では、2010年～2012年及び2012年～2014年における3カ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～2014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カ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  
(2010～2012年及び2012～2014年、人・Sv/基)**

	PWR			VVER			BWR		
	/10-/12	/11-/13	/12-/14	/10-/12	/11-/13	/12-/14	/10-/12	/11-/13	/12-/14
アルメニア				0.97	0.96	0.88			
ベルギー	0.33	0.30	0.26						
ブラジル	0.32	0.31	0.30						
ブルガリア				0.29	0.23	0.23			
カナダ									
中国	0.46	0.61	0.59		0.23	0.24			
チェコ共和国				0.12	0.12	0.12			
フィンランド				0.67	0.49	0.51	0.43	0.39	0.33
フランス	0.67	0.73	0.73						
ドイツ	0.42	0.32	0.23				0.85	0.92	1.11
ハンガリー				0.47	0.51	0.45			
日本	0.88	0.46	0.21				0.85	0.51	0.23
韓国	0.47	0.50	0.44						
メキシコ							3.37	1.93	3.62
オランダ	0.41	0.48	0.46						
パキスタン	0.31	0.28	0.41						
ルーマニア									
ロシア				0.64	0.60	0.58			
スロバキア共和国				0.16	0.15	0.15			
スロベニア	0.60	0.77	0.78						
南アフリカ	0.61	0.54	0.45						
スペイン	0.43	0.45	0.42				0.93	1.50	0.93
スウェーデン	0.81	0.83	0.59				0.89	0.82	0.77
スイス	0.44	0.38	0.35				1.27	1.23	1.28
ウクライナ				0.61	0.57	0.53			
英国	0.28	0.32	0.26						
米国	0.59	0.52	0.49				1.30	1.27	1.16
平均	<b>0.61</b>	<b>0.55</b>	<b>0.50</b>	<b>0.51</b>	<b>0.48</b>	<b>0.45</b>	<b>1.11</b>	<b>0.96</b>	<b>0.87</b>

	PHWR			GCR		
	/10-/12	/11-/13	/12-/14	/10-/12	/11-/13	/12-/14
カナダ	1.35	1.12	1.00			
韓国	1.11	0.55	0.50			
リトアニア						
パキスタン	2.59	2.33	1.67			
ルーマニア	0.35	0.30	0.34			
英国				0.05	0.06	0.06
平均	<b>1.29</b>	<b>1.02</b>	<b>0.90</b>	<b>0.05</b>	<b>0.06</b>	<b>0.06</b>

	/09-/11	/10-/12	/12-/14
世界平均	<b>0.74</b>	<b>0.61</b>	<b>0.55</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～2014 年における国別の PWR の 3 年移動平均集団線量(1)

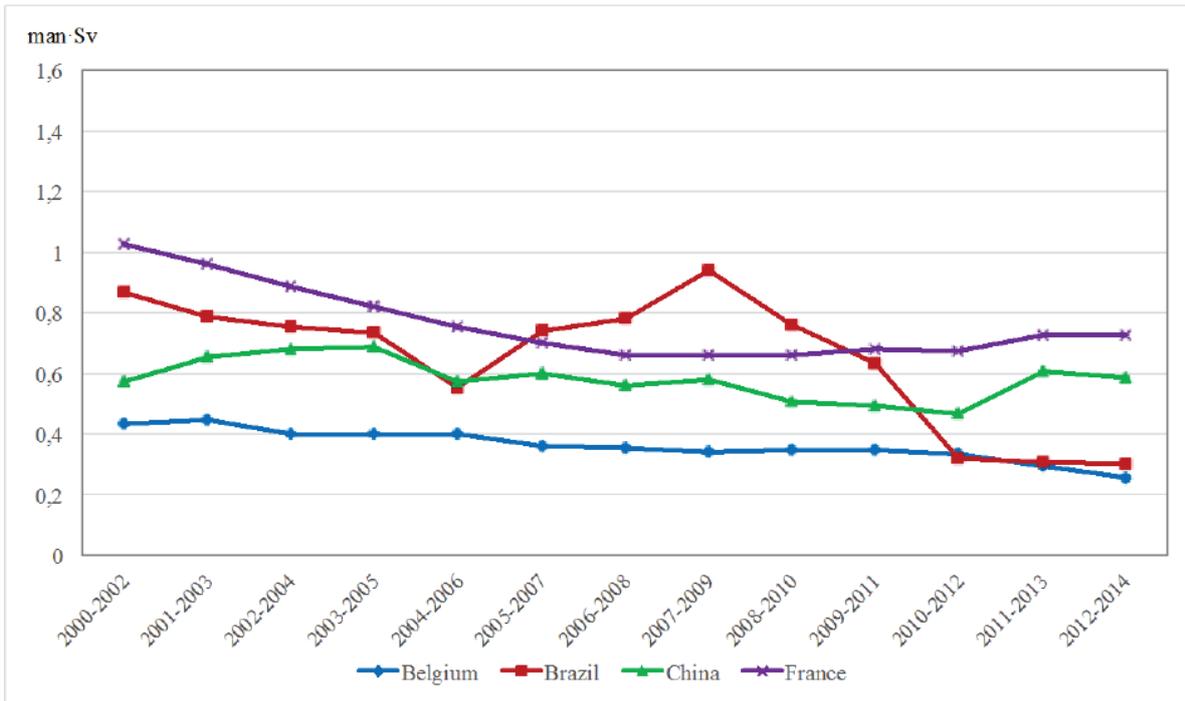


図 7 2000 年～2014 年における国別の PWR の 3 年移動平均集団線量(2)

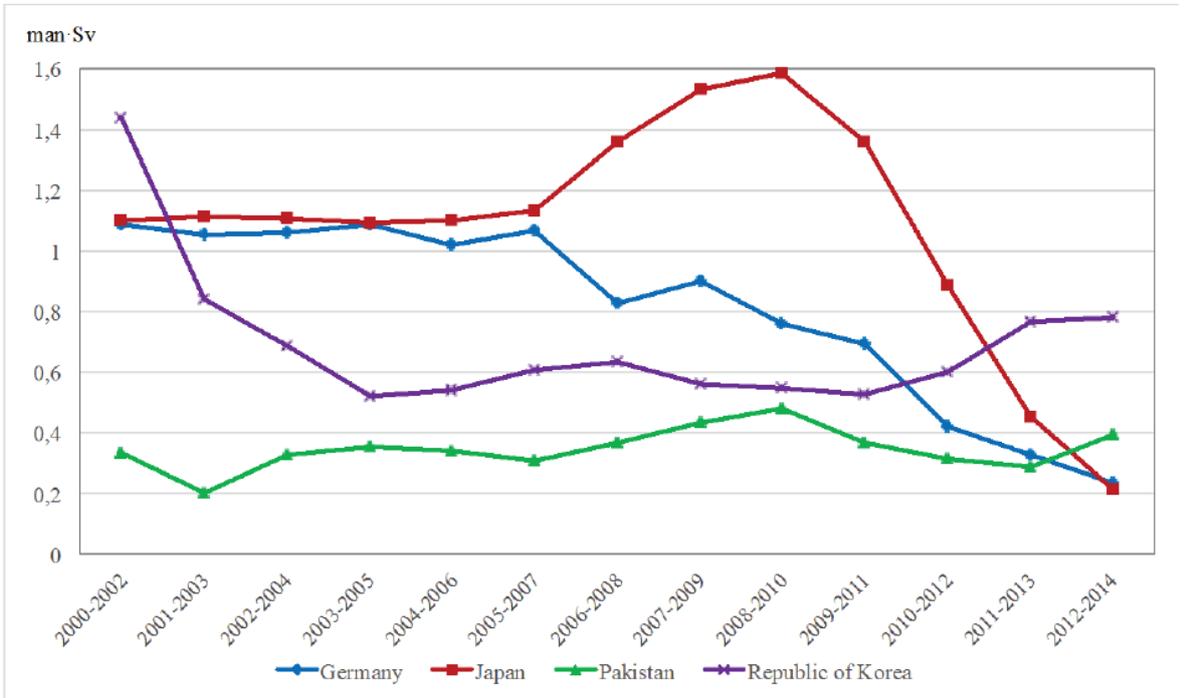


図 8 2000 年～2014 年における国別の PWR の 3 年移動平均集団線量(3)

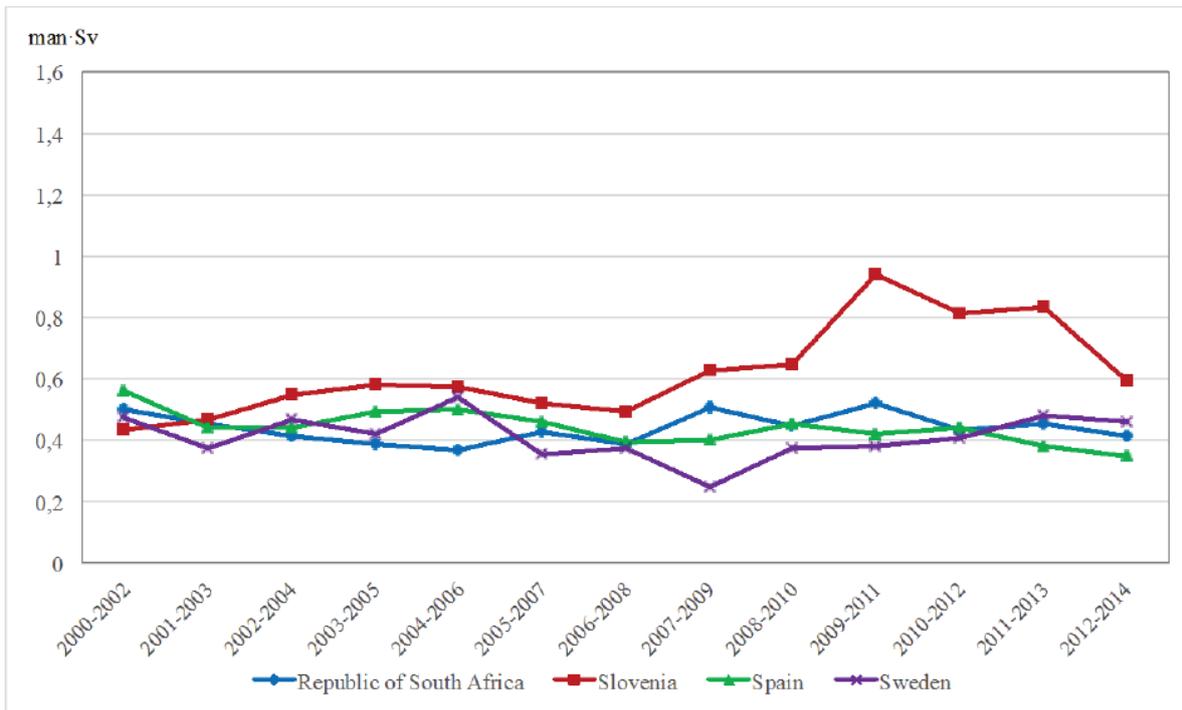


図 9 2000 年～2014 年における国別の PWR の 3 年移動平均集団線量(4)

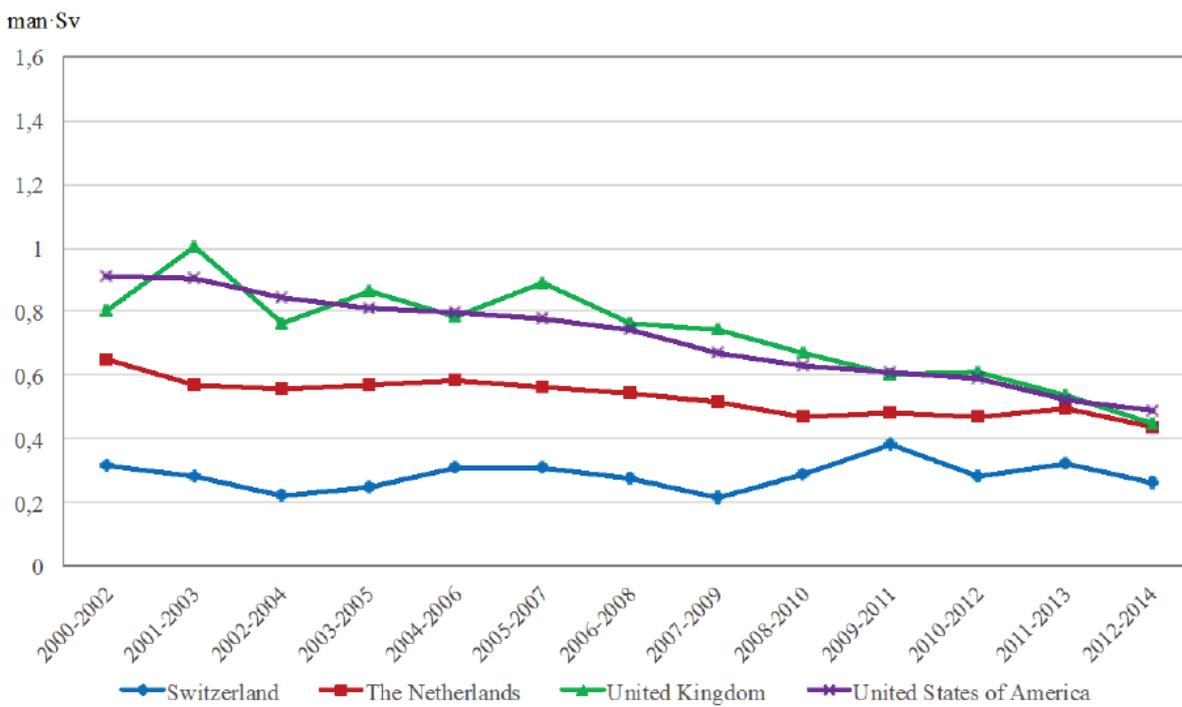


図 10 2000 年～2014 年における国別の VVER の 3 年移動平均集団線量(1)

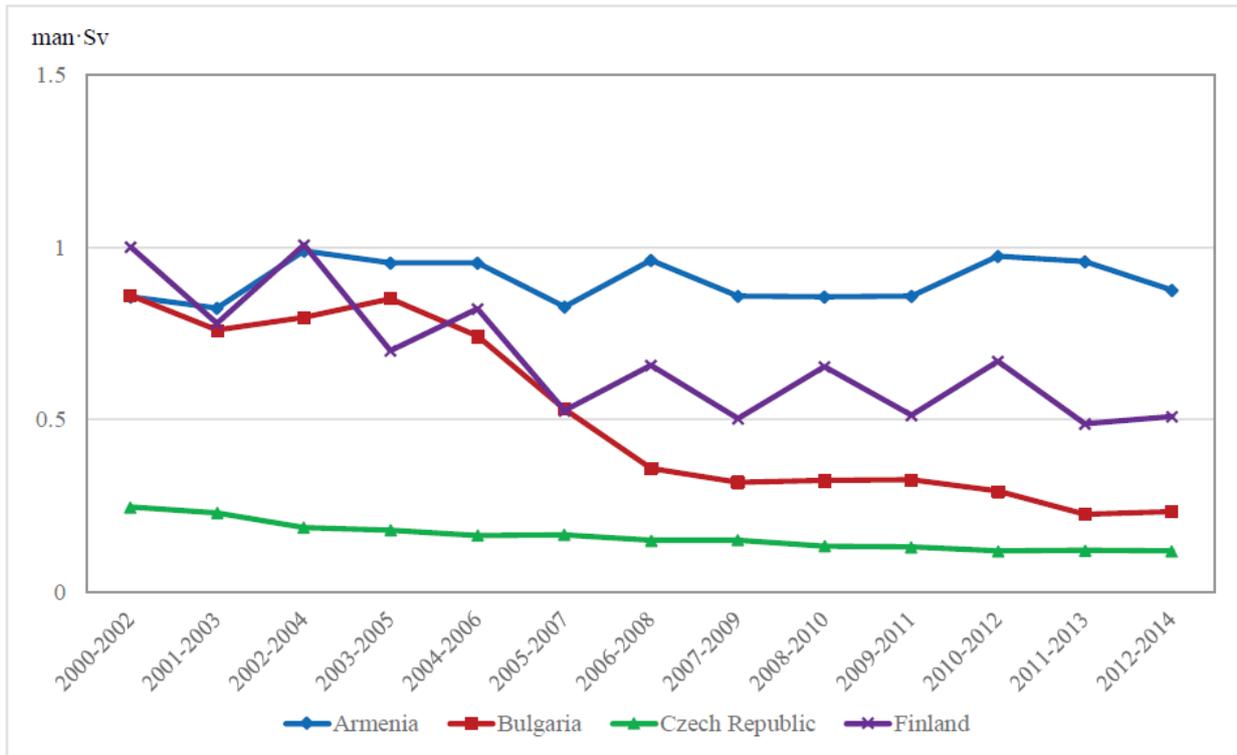


図 11 2000 年～2014 年における国別の VVER の 3 年移動平均集団線量(2)

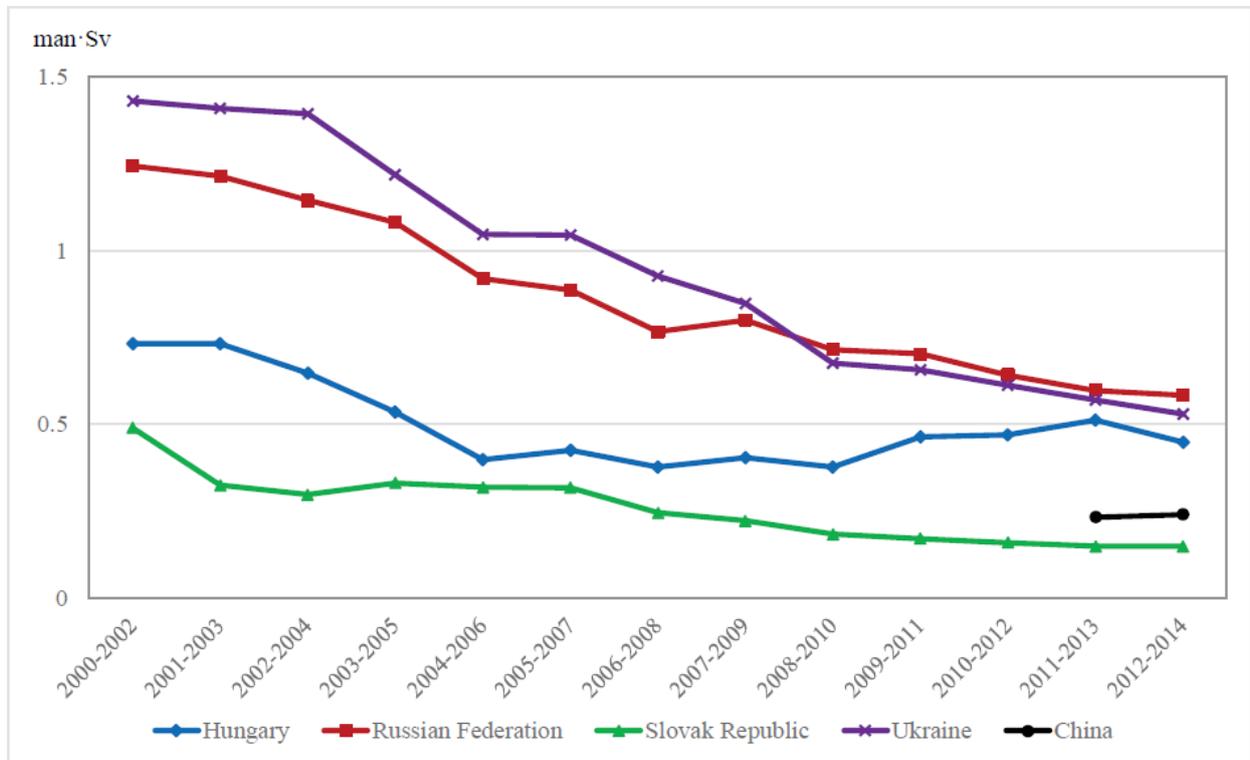


図 12 2000 年～2014 年における国別の BWR の 3 力年移動平均集団線量(1)

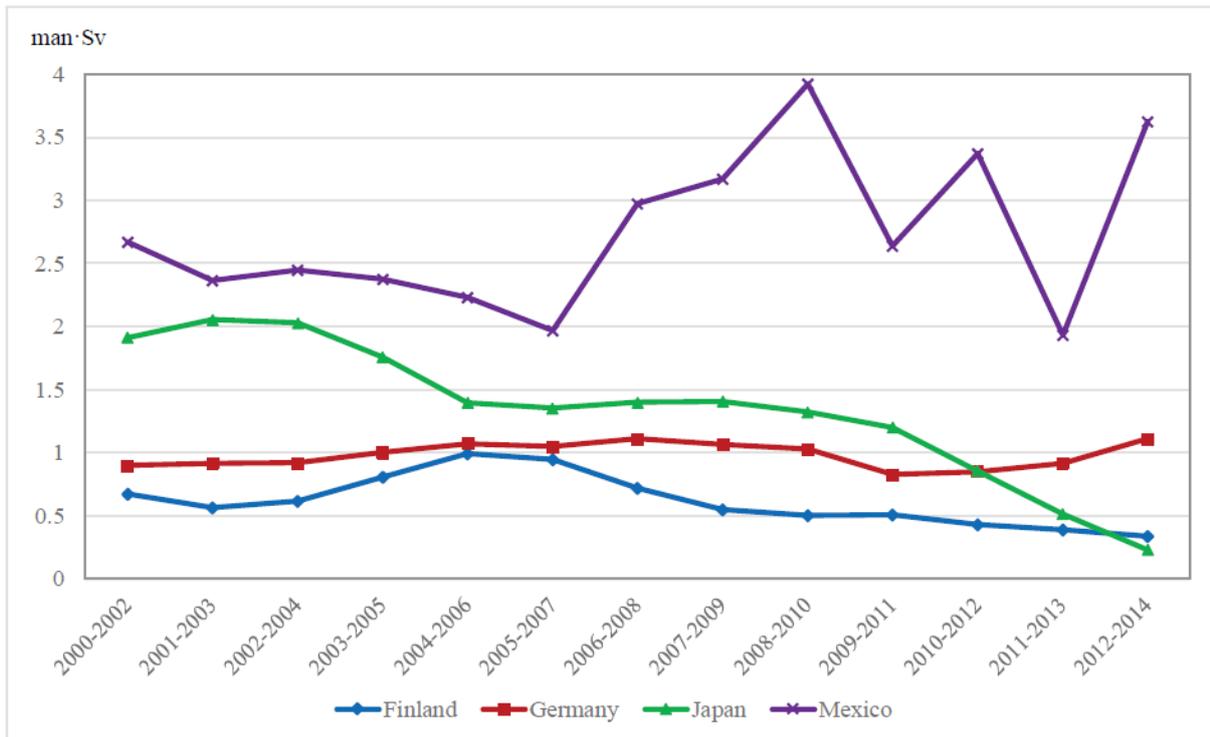


図 13 2000 年～2014 年における国別の BWR の 3 力年移動平均集団線量(2)

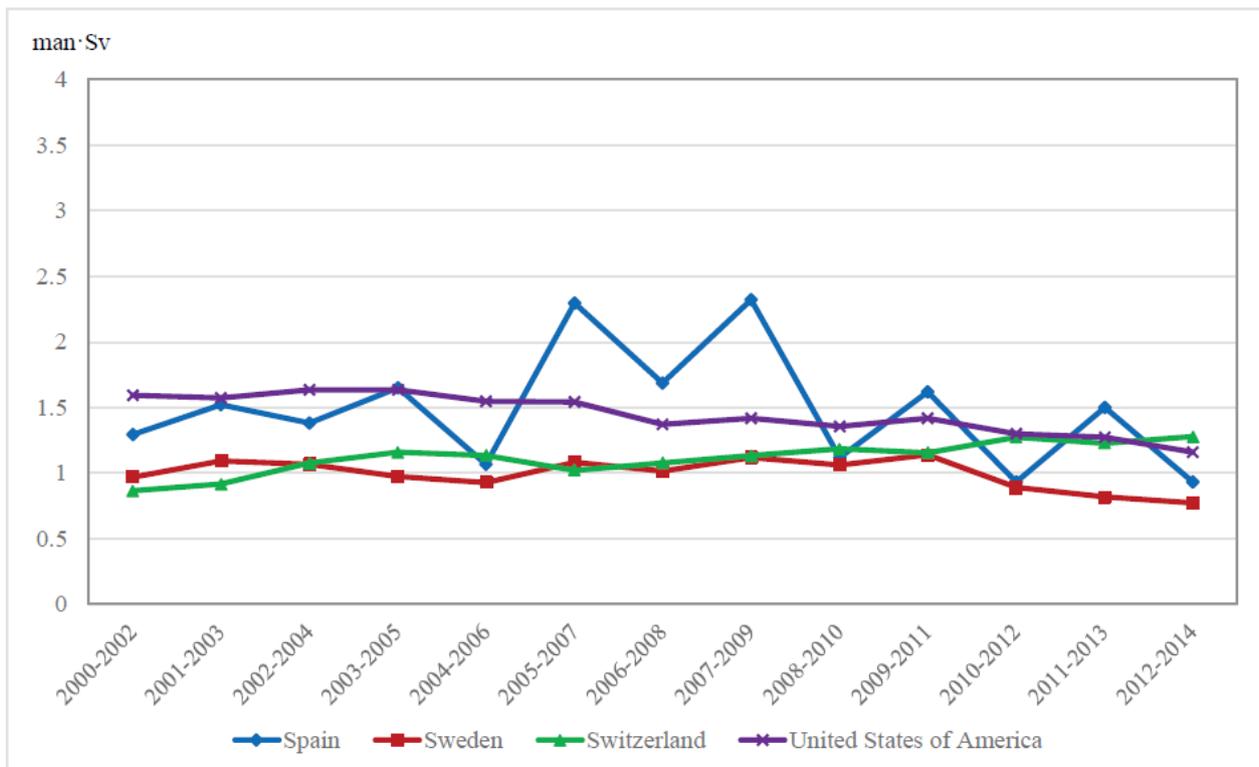
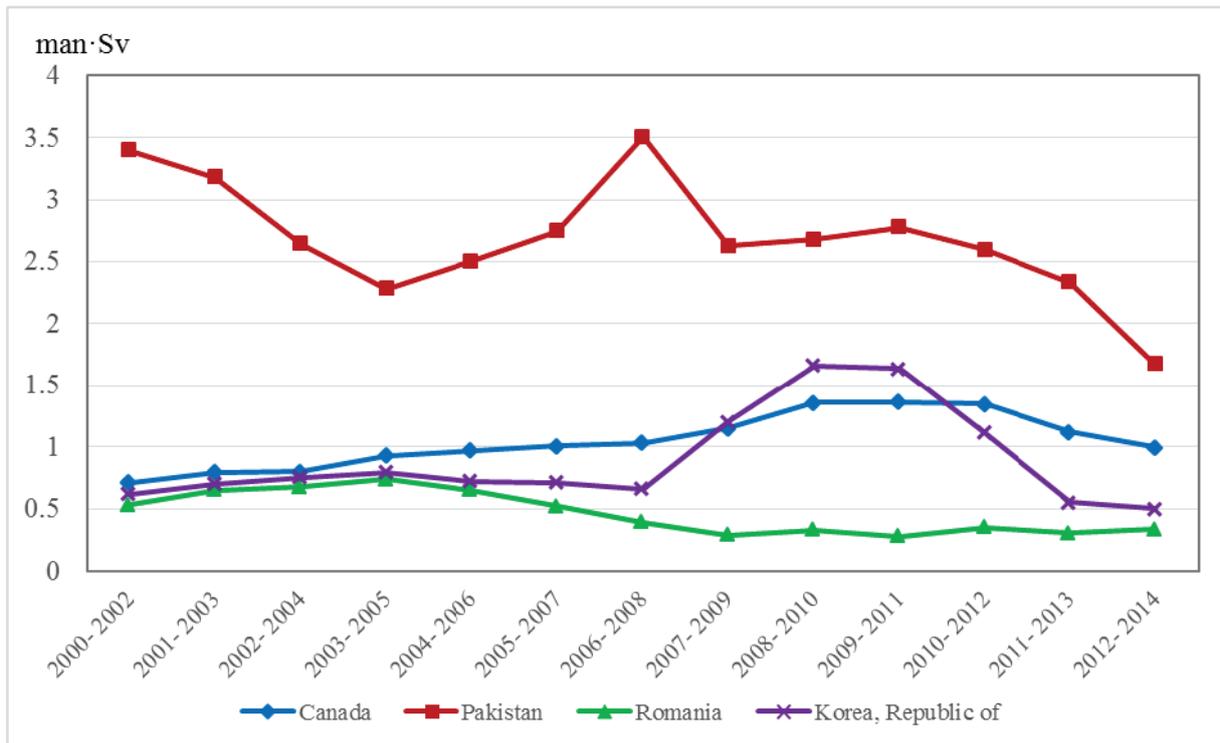


図 14 2000 年～2014 年における国別の PHWR の 3 力年移動平均集団線量



## 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、2012～2014 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 2012～2014 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 (セッション 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 2010～2014 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)(2012～2014年)

		2012		2013		2014	
		基数	線量	基数	線量	基数	線量
<b>PWR</b>	フランス	1	275.6	1	189.3	1	88.8
	ドイツ	7	130.5	7	139.7	7	159.0
	イタリア	1	3.1	1	5.2	1	7.3
	スペイン	1	308.0	1	468.9	1	591.3
	米国	6	127.1	12	47.3	10	83.4
	平均	16	141.4	22	100.4	20	132.0
<b>VVER</b>	ブルガリア	4	10.1	4	3.3	4	1.8
	ロシア連邦	2	79.2	2	49.6	2	44.7
	スロバキア共和国*	2	4.2				
	平均	8	25.9	6	18.7	6	16.1
<b>BWR</b>	ドイツ	5	98.5	5	80.2	5	61.9
	イタリア	2	18.4	2	34.2	2	17.4
	日本**	2	41.2	2	64.2	2	40.6
	オランダ	1	0	1	0	1	0
	スペイン	-	-	1	31.2	1	102.0
	スウェーデン	2	20.0	2	3.5	2	3.9
	米国	4	59.1	5	55.7	3	60.6
	平均	16	55.5	18	50.8	16	44.8
<b>GCR</b>	フランス	6	7.4	6	8.2	6	23.3
	ドイツ	1	0	1	0	1	0
	イタリア	1	0.2	1	2.2	1	7.7
	日本	1	70.0	1	10	1	0
	スペイン	1	0	1	0	1	0
	英国	19	56.0	19	57.3	19	52.0
	平均	29	40.63	29	39.66	29	39.2
<b>PHWR</b>	カナダ	1	0	3	17.3	3	36.3
<b>LWGR</b>	リトアニア	2	264.9	2	304.8	2	304.4
<b>LWCHWR</b>	日本	1	148.8	1	134.1	1	29.8

\*ヤヴィス NPP の撤退

\*\*福島第一 NPP を除く

図 15 2010 年～2014 年における国別の PWR の平均年間集団線量

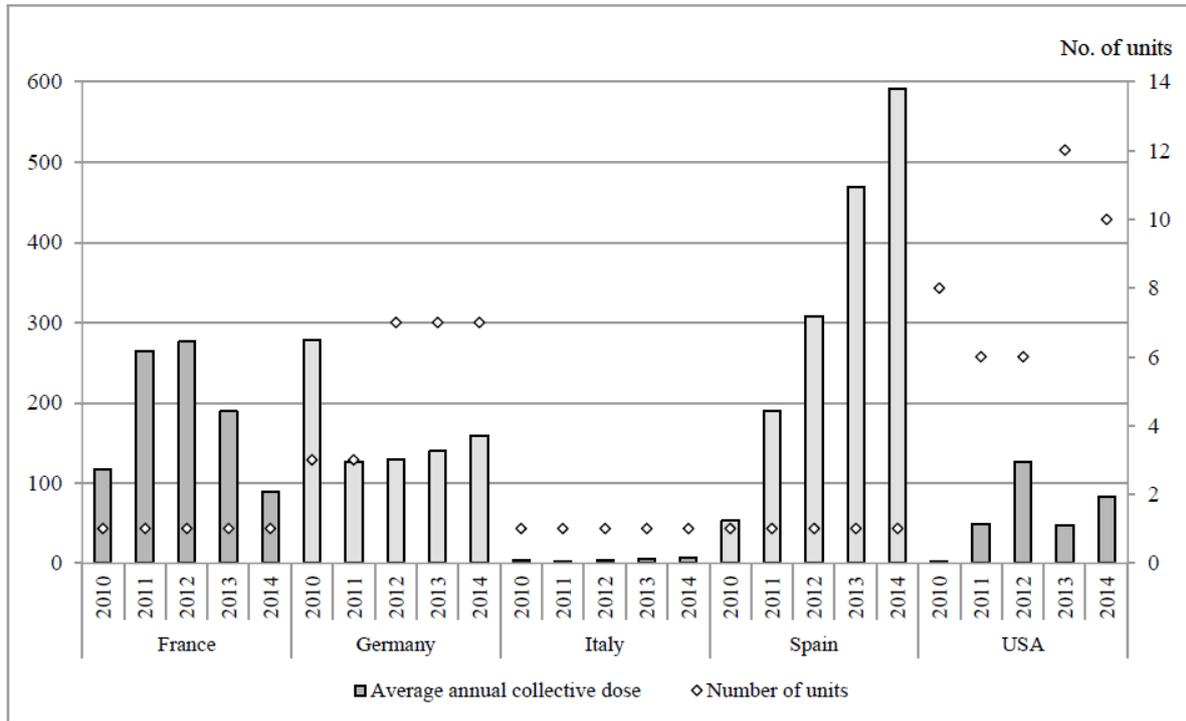


図 16 2010 年～2014 年における国別の VVER の平均年間集団線量

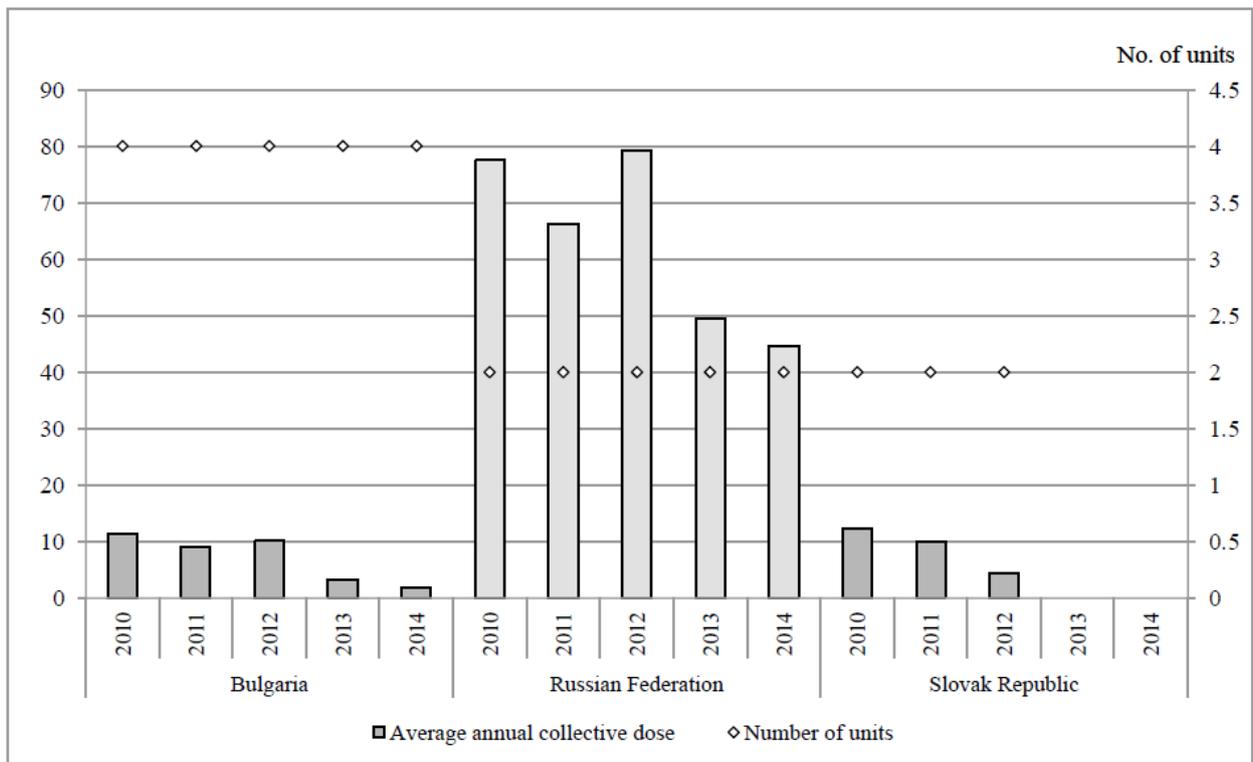


図 17 2010 年～2014 年における国別の BWR の平均年間集団線量

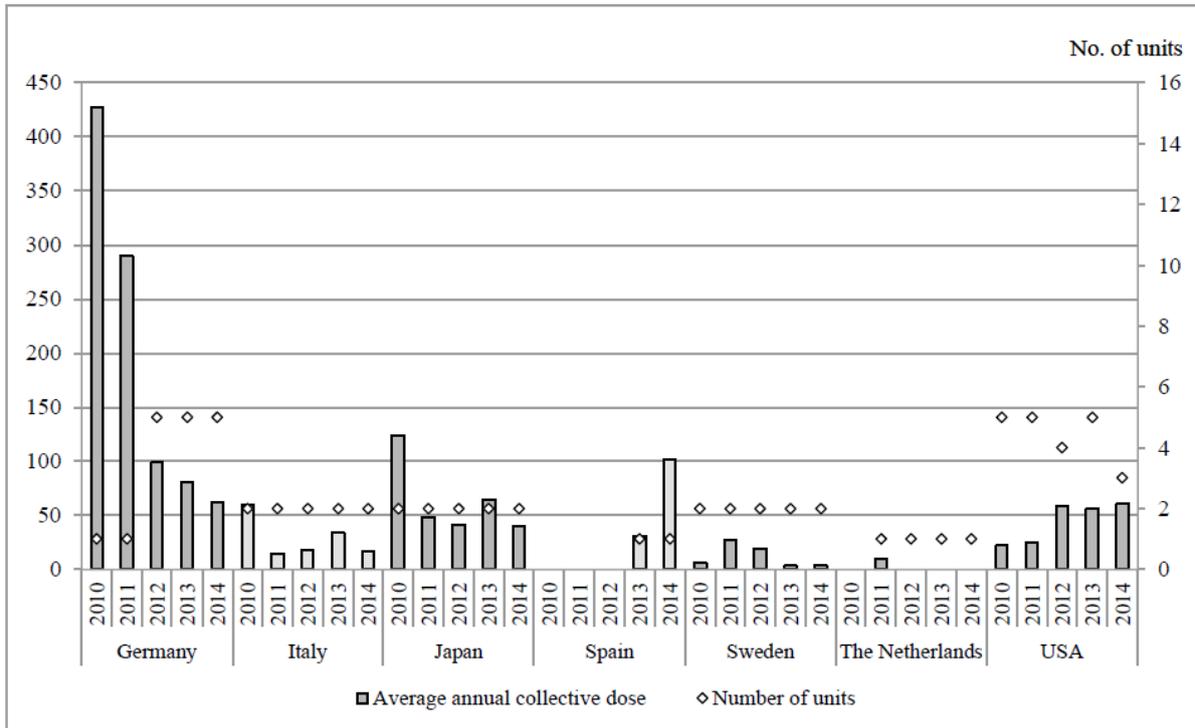
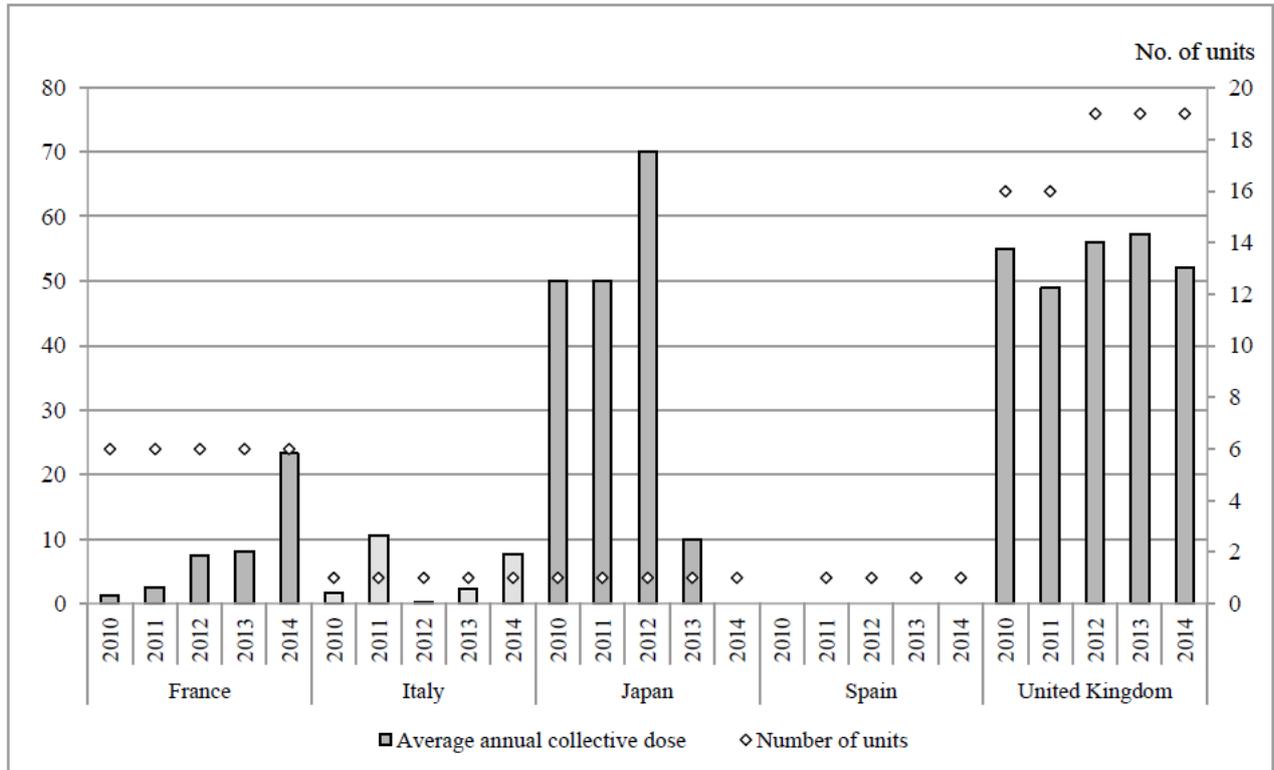


図 18 2010 年～2014 年における国別の GCR の平均年間集団線量



### 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、2014年の平均的な数値結果の一般的概要を提示しているに過ぎない。こうした情報は、大まかな傾向を特定するのに役立ち、さらなる調査によって経験や教訓が明らかになる可能性のある特定分野を浮き彫りにするのに有益である。しかし、この数値データを充実させるために、本セクションでは、2014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) 2014 年線量情報

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	1007
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) 2014 年主要事象

#### 国内線量測定傾向の概要

2014 年におけるアルメニアの NPP での線量は増加傾向にある。これは、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。また、2014 年の停止時に計画されていなかった、追加の修理及び保守作業により、2014 年の集団線量は 1.01Sv にまで上昇した。

最大個人線量は、18.2mSv であった。外部作業員の集団線量は 0.079 人・mSv であった。外部作業員の線量が非常に低いのは、事業者が独自に修理会社を抱えているためである。

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 87% 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(予想外の状況)は特になし。

- 停止の回数及び期間

2014 年は、90 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は、予定通りに進んでいる。現在はサイト選定が行われており、暫定的な結果がアルメニア原子力規制当局に提出された。福島第一原子力発電所事故に関連する新たな安全性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。この設計要件は、新たな設計特徴の基礎となる。

- 主な展開

2014 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  
2014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。EU による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た。
- 不測の事象  
2014 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  
2014 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。

#### 2015 年に向けて

- 懸案事項  
2015 年は、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 (LTE プログラムに含まれる)
- 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。  
  
LTE のため、NPP が報告した従業員と公衆の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) 2014 年線量情報

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	257

### 2) 2014 年主要事象

#### - 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 号機では、原子炉容器の欠陥指示(水素白点)に関して予期せぬ結果が生じたため、2014 年 3 月 26 日まで計画停止が行われた。これらの原子炉は、2014 年末まで再起動されなかった。
- ドール 4 及び 5 号機では、タービンの破損により、2014 年 8 月 5 日に計画外停止が行われた。これらの原子炉は、2014 年末までに再稼働された。
- 2013 年に引き続き、ドールにおける放射性廃棄物については、コンクリート容器にアルカリ骨材反応が見られたことから、コンクリート容器での保管を中止している
- 2014 年 8～9 月:規制機関により、2014 年～2015 年の冬における停電のリスクが示された。このことにより、チアンジュ 1 号機(2014 年)及びチアンジュ 3 号機(2015 年)の停止時作業範囲と計画が急遽修正された。
- 詳細な集団線量測定(停止情報):

2014	ドール 1	ドール 2	ドール 3	ドール 4	チアンジュ 1	チアンジュ 2	チアンジュ 3
停止期間	1/3～1/20	6/13～7/3	4/26～6/7	3/14～4/12	8/30～10/20	4/28～7/15	*
停止中 人・mSv	145.6	128.2	334.9	206.4	469.8	182.0	*
合計 人・mSv	335.8		343.0	255.6	512.7	273.0	29.8

#### - 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影響はまだない。

#### - 組織の変化

チアンジュ 3 号機、2014 年 10 月:、ドールのプロトコル(防護服、全てを着替えるわけではない)を利用した、RCA への立ち入りに関する追加的な試験段階であった(防護服、全てを着替えるわけではない)。この試験段階は成功し、2015 年はチアンジュの全ユニットにおいて、この結果が有効に働くことを目指している。

#### - 規制要件

国家安全当局は、Euratom BSS の公開に続き、電離放射線防護に関する基礎的な規制の修正のためのプロジェクトを始動させた。

## ブラジル

### 1) 2014 年線量情報

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	2	342.4

### 2) 2014 年主要事象

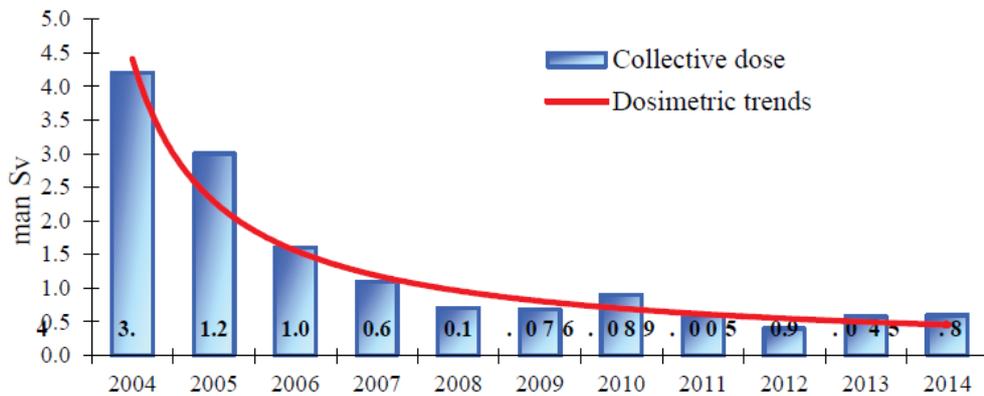
- 線量測定傾向に影響を及ぼした事象  
アングラ 1 号機における原子炉容器上蓋の取替

## ブルガリア

### 1) 2014 年線量情報

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	297
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	1.8

### 2) 2014 年主要事象



ユニット番号	停止期間(日)	その他情報
5 号機	36 日	燃料交換及び保守活動
6 号機	39 日	燃料交換及び保守活動

2014 年は、6 号機で蒸気発生器の分離系統の最新化が実施された。本作業に対する放射線防護プログラムが開発された。作業員の訓練のためのモックアップ施設が建設された。活動を管理し、作業中の作業員を支援するための ALARA コーディネーターを任命した。その結果、実際の被ばく量は、計画被ばく量よりも 25% 低かった。

## カナダ

### 1) 2014 年線量情報

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	900
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	109*

\*運転中の原子炉ユニット又はその他の認可済活動とは別に、個別で職業被ばく線量を報告した停止中原子炉のみが含まれる。停止中の3基の原子炉は、ピッカリング2及び3号機、及びジェンティリー2号機である。

### 2) ISOE 加盟国における主要事象

2014 年の国内線量測定傾向

- 19 基の運転中ユニットでは 17.08 人・Sv であった。
- 1 基当たりの平均年間線量は 0.90 人・Sv であった。

2014 年の運転中原子炉 1 基あたりの合計集団実効線量及び平均集団線量は、2013 年に比べて微増した(約 6%)。しかし、線量測定傾向は 2010 年から一定に保たれている。職業線量の増加は、実施された作業範囲のタイプを反映しており、ポイントプローブ及びブルース 1 及び 2 号機の改修作業中に比べて線量の値が下がっている。

2014 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が、代わりに運転中のピッカリングのユニットの線量に含めている。ジェンティリー2号機は、2013 年に運転中状態から安全貯蔵状態へと移行した。

2014 年は、集団線量の約 89%が停止期間中の活動によるものであり、作業員が受けた線量の多くは外部被ばくによるものである。作業員が受けた線量の約 11%は内部被ばくであるが、その主な原因はトリチウムである。

カナダの原子力発電所(NPP)は、ALARA イニシアティブを実行し、業務計画と管理を向上させたことで、引き続き年間集団線量が減少した。カナダにおける NPP 作業員の年間実効線量の分布を見ると、作業員の約 85%が 1mSv 未満の年間実効線量を受けていることがわかる。

### 3) カナダにおける主要事象

#### ブルース原子力発電所

2014 年は、ブルース原子力発電所の 8 基のユニットが全て運転していた。2014 年は、ブルース A の 1

～4号機で268日間の停止期間があった。ブルースBの5～8号機では、133日間の停止期間があった。

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0.367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3.385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0.260人・Sv、外部線量は3.492人・Svであった。合計集団線量は、3.752人・Svで、平均集団線量は0.938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、0.547人・Svであった。停止時線量は4,632人・Svであった。内部線量は0.228人・Sv、外部線量は4.951人・Svであった。合計線量は5.179人・Svで、平均集団線量は1.295人・Sv/基となった。

#### **ダーリントン1～4号機**

2014年は、ダーリントン原子力発電所の4基すべてが運転し、停止期間は計104日間であった。停止活動による線量が、ダーリントンにおける合計集団線量の約82%を占めている。内部線量が、合計集団線量の約15%を占めている。

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0.391人・Svであった。合計停止時線量は、1.813人・Svであった。内部線量は0.338人・Sv、外部線量は、1.866人・Svであり、平均集団線量は、0.551人・Sv/基となった。停止時線量は、2013年から減少している。主な原因は、ダーリントンにおける3年ごとの停止サイクルにより、計画及び強制停止が減少したためである。

#### **ピッカリング原子力発電所**

2014年は、ピッカリング原子力発電所の6基(1、4、5～8号機)が運転し、停止期間は405日間であった。2及び3号機は、安全貯蔵状態を維持している。

停止活動による線量が、ピッカリングにおける集団線量の約87%を占めている。内部線量が、合計集団線量の約17%を占めている。

運転中ユニットにおける日常の集団線量は、0.721人・Svであった。

運転中ユニットにおける停止時線量は、4.686人・Svであった。内部線量は、0.915人・Sv、外部線量は、4.491人・Svであった。合計千両は5.406人・Svで、平均集団線量は、0.901人・Sv/基となった。

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。

#### **ポイントプロー原子力発電所**

ポイントプローは、CANDU炉(1基)である。2014年は、66日間の停止期間を除き、全て運転していた。停止作業が、合計集団線量の約73%を占めた。内部線量は、合計集団線量の約15%を占めた。

日常の運転作業による線量は、0.148人・Svであった。

内部線量は、0.077 人・Sv、外部線量は 0.468 人・Sv であった。合計線量は、0.545 人・Sv であった。

集団線量が減少した原因は、新しいプラント内部品を設置したことにより、ソースタームが低減したためである。

## ジェンティリー2

ジェンティリーは、CANDU 炉 (1 基) である。2014 年も引き続き、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。

2014 年の集団線量は、全て安全貯蔵状態への移行活動によるものであった。

2014 年の合計集団実行線量は、0.109 人・Sv であった。主な原因は、減速材と中間熱伝達系の消耗、照射燃料ベイへのライナーの設置、精製樹脂及び使用済み燃料の移送によるものである。

2014 年の内部集団線量は 0.038 人・Sv、外部線量は 0.017 人・Sv であった。サイトの合計集団線量は、0.109 人・Sv であった。

## 4) 2014 年の最重要事項

### - 規制の改訂

カナダの原子力発電所で実施されている放射線防護プログラムは、該当の規制要件を満たしており、作業員や一般市民の受ける線量も、規制上の線量限度未満を維持している。

2014 年の、個人実効線量の最大値は、20.17mSv であった。NPP 作業員の年間実効線量分布によると、平均約 85% の作業員が 1% 未満の年間線量を受けたことが分かる。

### - 安全関連問題

2014 年は、安全に関する問題は無かった。

### - 廃止措置問題

ジェンティリー2 では、2014 年も引き続き廃止措置活動が行われている。

### - 建設中のプラント/停止するプラント

2014 年は、建設中のユニットはなし。

2014 年に停止されたユニットはなし。

## 5) 結論

2015 年のカナダの原子炉群における 1 基あたりの平均集団線量は 0.90 人・Sv/基であり、CANDU-WANO 線量目標である 0.80 人・Sv/基を、ほぼ達成している。2010～2012 年の間、19 基中 3 基において改修活動が行われ、確固たる利益を生み出している。例えば、ブルース A の 1 及び 2 号機とポイントルプローでは、ユニットの信頼性と原子力安全が向上した。

合計集団線量の約 89% を、停止作業が占めている。内部線量が合計集団線量に占める割合は 11% で、線量の主因はトリチウムである。

ALARA イニシアティブには、遮蔽の向上、ソースターム減少に向けた活動、作業計画の向上などが含まれるが、本イニシアティブによって継続的に 1 基当たりの集団線量が減少している。

## 中国

### 1) 2014 年線量情報

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	15	409.7
VVER	2	248.5
PHWR	2	360.5

### 2) 2014 年主要事象

#### - 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

2014 年は、運転中の原子力発電所において、INES2 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。

- 運転中の原子力発電所について、上表は 2014 年末までに運転していた 19 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、2014 年は PWR で 15 基中 12 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。
- 4 基の PWR ユニット(紅沿河 1～2 号機及び寧徳 1～2 号機)が、2014 年度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

原子力発電所の運転における年間集団線量のほとんどが、停止によるものである。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。1 基あたりの平均年間集団線量は、2013 年からわずかに減少し、低い値にとどまっている。

#### - 規制要件

- 2014 年 12 月、放射線安全文化政策声明が、国家核安全局(NNSA)、国家能源局、国家国防科技工業局の共同で発出された。本声明では、個人及び組織のための積極的な原子力安全文化を確立及び維持するための指針を示している。
- NNSA は放射線安全法について、関連する具体的なテーマを研究及び発展させることで、その制定プロセスを加速させている。

### 3) 当局の報告

2014 年度『国家核安全局(NNSA)年次報告書』(中国語)が作成され、近日発行される予定である。

## チェコ共和国

### 1) 2014 年線量情報

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	113

### 2) 2014 年主要事象

- 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 64 日間の標準保守停止	115
テメリン 2 号機	燃料取替を伴う 49 日間の標準保守停止	53
ドコバニ 1 号機	燃料取替を伴う 26 日間の標準保守停止	86
ドコバニ 2 号機	燃料取替を伴う 31 日間の標準保守停止	57
ドコバニ 3 号機	燃料取替を伴う 30 日間の標準保守停止	89
ドコバニ 4 号機	燃料取替を伴う 34 日間の標準保守停止	95

2014 年の、ドコバニにおける集団線量(0.4196 人・Sv)は、過去 5 年間で最も低かった。主な原因は、燃料取替停止の期間が短かったためである。

前年に比べて CED が増加した主な原因は、テメリン 1 号機の停止中におけるポスト福島国家行動計画の実行によるものである。

2014 年は、テメリン NPP とドコバニ NPP において、異常または目立った放射線事象はなかった。

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  
2014 年も、2013 年に放射線防護局により設立された 2 つのワーキンググループ(WG)が、引き続き活動を行っている。

- 放射線汚染事故(PCE)低減 WG は、PCE に対する個人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

2014 年、原子力安全局(SUJB)は、NPP および請負業者の放射線防護に関する 50 件の検査を実施した。深刻な欠陥は特定されなかった。

SUJB は引き続き、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行っている。さらに SUJB は、ČEZ 社が両 NPP で計画している再建及び最新化プロジェクトの数を評価した(例:ドコバニ NPP の全てのユニットにおける放射線モニタリングシステムの再建もしくは、ドコバニ NPP における事故時モニタリングシステムの重要な計測の実行)

2014 年も、SUJB は引き続き「新」原子力法の作成及び施行を行った。草案は 2014 年末にチェコ政府に提出された。法の施行のための準備は、2015 年も引き続き実施される。

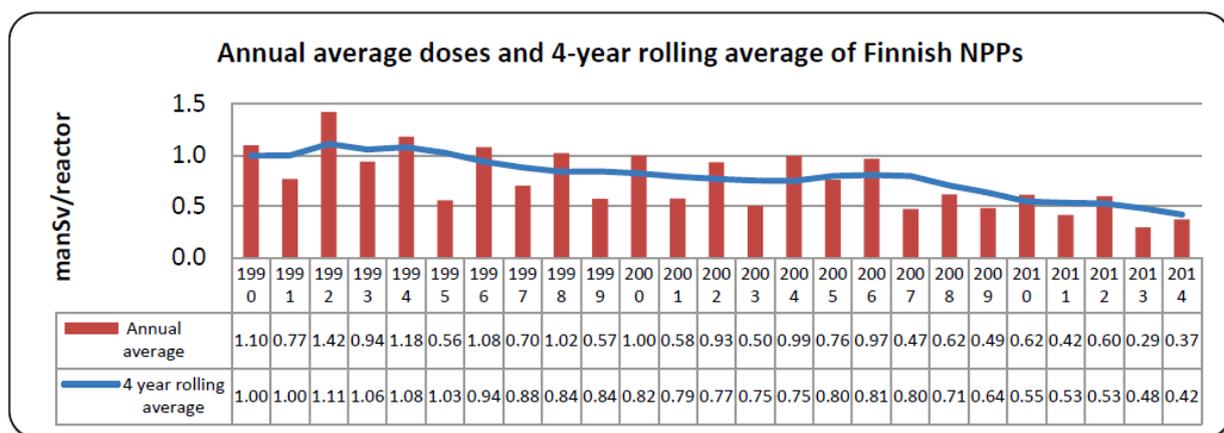
## フィンランド

### 1) 2014 年線量情報

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	423.5
BWR	2	321.5
全種類	4	372.5

### 2) 2014 年主要事象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影響される。2014 年のフィンランドの NPP における集団線量(1.49 人・Sv)によって、4 年移動平均の減少傾向に繋がった。この減少傾向は、1990 年代初期から継続している。



### オルキオ原子力発電所

2014 年のオルキオ 1 号機における年間停止は、保守停止であった。停止期間は約 17 日であった。燃料取替に加え、2 つのサブシステムにおける低電圧開閉装置の交換、補助給水系の配管の改良、新たな補助変圧器等の設置、その他いくつかの改造や保守作業が行われた。TVO 社の職員の他に、800 を超える請負業者の作業員がオルキオ 1 号機の停止作業に関わった。停止時集団線量は、0.327 人・Sv であった。

オルキオ 2 号機における燃料取替停止は、燃料取替、保守及び修理作業、いくつかの試験を含んで約 8 日間実施された。2 台の主海水ポンプも交換された。約 500 人の請負業者が、オルキオ 2 号機の停止作業に関わった。短期燃料取替停止による集団線量は、0.187 人・Sv であった。

最大個人停止時線量は、4.4mSv であった。

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。

現在、2018年に行われる運転許認可の更新に備え、プラント改修が計画及び実施されている。

### ロビーサ原子力発電所

1号機における停止は、通常の短期保守停止であり、約21日間の合計集団線量は0.295人・Svであった。

2号機では、長期検査停止が実施された。停止期間は、約35日間であった。停止による集団線量は0.508人・Svで、主な要因は一次側検査、保守作業、関連する付帯作業（絶縁作業、足場組み、放射線防護、清掃）によるものである。大がかりな最新化プロジェクトのもと、停止中に一次回路の圧力制御系が交換された。

両ユニットの合計集団線量が、類似の停止タイプと比較して、プラント運転史上最も低かった。

**ソースタームの軽減:**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、2013年と2014年の停止期間中に、両ユニットの全てのシールがアンチモンフリーのものと交換された。現在、両ユニットにおける線量の約半分を放射性アンチモンが占めている。このシールの交換により、一次冷却材のアンチモニーの量が減少するため、一次計測機器の線量が3年間で50%近く低減することが期待される。

### 3) 当局の報告

STUKの将来的な法定委任の範囲を拡げ、拘束力を持った規制と許認可条件を制定するべく、原子力法が改正された。これは、2012年のIRRSミッションでフィンランドが受けた提言の一つである。2015年6月には、IRRSフォローアップミッションが行われた。

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た。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。

オルキオト3号機は、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) 2014 年線量情報

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	720
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	88.8
GCR	6	23.3
GCHWR	1	11.4
SFR	1	3.4

### 2) 2014 年主要事象

2014 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 0.82 人・Sv/基に対し、0.72 人・Sv/基であった。900MWe の 3 ループ原子炉 (900 MWe、34 基) の平均集団線量は、0.88 人・Sv/基であり、4 ループ原子炉 (1300 MWe 及び 1450 MWe、24 基) では 0.48 人・Sv/基であった。

#### 停止の種類と回数

種類	回数
ASR – 短期停止	23
VP- 通常停止	18
VD – 10 年毎停止	7
停止なし	10
強制停止	1
種類	回数
SGR	1
RVHR	0

停止時集団線量が、合計集団線量の 81%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 19%を占めている。中性子合計集団線量は、0.261 人・Sv であり、内 79% (0.206 人・Sv)は使用済燃料の移送により生じた。

### 個人線量

2014 年の EDF 原子炉群において、連続した 12 ヶ月で個人線量が 16 mSv を超える者はいなかった。被ばくした作業員の 76%は、蓄積線量が 1mSv を下回っており、99.5%は 10 mSv 未満であった。

### 3) 2014年の主要事象

線量測定傾向に影響を及ぼした2014年の主要事象は以下の通りである：

- ルブレイエ3号機 SGR  
本来2014年に実施が予定されていたSGRが2015年に延期となった。3号機は、最新の予測に基づき、2015年9月初旬に運転を開始する。本ユニットは、2014年7月25日から停止されている。
- ダンピエール4号機におけるエルボ64A交換  
高いRCS指数(1.10)を伴う本活動に困難が生じたため、集団線量は350人・mSvとなった。さらに、熱電対コラムC5の計画外の交換により、100人・mSvが発生した。
- ビュージェイ4及び5号機のAg100mによる汚染：  
ビュージェイ4及び5号機のCVCS回路においてAg110m汚染の緊急事態が発生し、化学除染が実施された。
- 原子力発電所群の耐震性：  
耐震性が証明できない生体遮へいを撤去した。このことにより、補助建屋内外の放射線状況や、放射線防護検査に影響が及ぼされた。
- 指示ピン交換に関する保守問題：  
ねじと壊れた栓に関する問題によって、グラブリーヌの放射線管理区域では、220時間以上の作業が生じた。
- 除染：  
4ループ原子炉(1300MWe)では、固体廃棄物処理設備のタンクと、液体廃棄物処理設備の蒸発器について、検査前に除染と清掃を行った。

#### 3ループ原子炉—900MWe

##### 3ループ原子炉—900MWe

2014年、ルブレイエ2号機、ビュージェイ3号機、フェッセンハイム2号機では、停止は実施されなかった。シノンB2では強制停止が行われ、8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、15回の短期停止、11回の標準停止、10年ごとの停止が5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が、2014年度中に終了したのは1基のみである。2013年に開始された2件の停止プログラムが2014年に終了した：ルブレイエ2号機で行われた3回目となる10年ごとの停止と蒸気発生器の交換(0.109人・Sv)、及びダンピエール3号機での3回目となる10年ごとの停止(2014年の集団線量は、0人・Sv)である。

2014年に2回の停止が開始され、年末時点で終了していない：クリュアス2号機(短期停止終了時の線量は0人・Sv)及び、ルブレイエ3号機(3回目の10年毎の停止及び蒸気発生器の交換による線量は、0.460人・Sv)

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B1における0.157人・Sv

- 標準停止:シノン B4 における 0.489 人・Sv
- 10 年ごとの停止:トリカスタン 4 号機における 1.709 人・Sv
- SGR:クリュアス 4 号機における 0.672 人・Sv

#### 4 ループ原子炉-1,300MWe 及び 1,450MWe

2014 年は、7 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、8 回の短期停止、7 回の標準停止、10 年ごとの停止が 2 回で構成されている。2013 年に開始された 2 件の停止が 2014 年に終了した:カットノン 3 号機における標準停止 (0.005 人・Sv) 及びシボー 2 号機における短期停止 (0.004 人・Sv) である。

2014 年末時点で、停止は全て終了している。

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:ノジャン 2 号機における 0.165 人・Sv
- 標準停止:シボー 2 号機における 0.502 人・Sv
- 10 年ごとの停止:ゴルフエッシュ 2 号機における 1.224 人・Sv

#### **放射線防護に関する主な重大事象 (ESR)**

2014 年、3 件の事象が INES 尺度のレベル 1 に分類された。

- ベルビル NPP (INES 尺度レベル 1)  
2 号機において 1 件の ESR:1 名の作業員が原子炉建屋での廃棄物管理作業中、皮膚に年間線量限度の 4 分の 1 を上回る線量を受けた。
- ルブレイエ NPP (INES 尺度レベル 1)  
4 号機において 1 件の ESR:1 名の作業員が原子量器上蓋のシールを交換する際、頬に年間線量限度の 4 分の 1 を超える線量を受けた。
- トリカスタン 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、伝達カバー設置中に、非常に高い線量 (5.3mSv) を受けた。

#### **2014 年のその他の事象**

当局もしくは EDF にとっての重大事象:

- カットノン NPP  
2 号機:管理区域出口に続くガントリの警報閾値設定にズレがあった。

#### **危険区域について**

- ダンピエール NPP  
1 号機において 1 件の ESR:危険区域における脱塩装置の分類の管理方法がない

## 2015年の目標

国内の原子力発電所群における、2015年の集団線量目標は0.79人・Sv/基に設定された。

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。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。

## 2015年の活動

集団線量：2012年に開始した活動の継続

- ラジオグラフィー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。

2015年には、22回の短期停止、21回の標準停止、及び10年ごとの停止が4回の、計47回の停止が計画されている。その中には、4ループ原子炉の10年ごとの停止及びSGRが含まれる(最初のユニット)。

注記：

- ルブレイエ3号機のSGRが終了；
- 余熱除去系統(RHRS)の圧力下における原子力装置の水圧試験の開始(グラブリーヌ及びゴルフェッシュ)。
- 検査及び特別な活動(ポスト福島活動、当局からの要求、EDFの保守及び改良プログラム)

## 4) 当局からの報告

### 放射線防護の評価

2014年、1基当たりの集団線量は2013年よりも低く、EDFの予測を下回った。この減少の原因は、一部にはALARA原則の実施が進展したこと、また一部には保守停止の延長日数が制限されていたことが挙げられる。

ASNは、放射線防護に関する2014年のNPPの平均的な状況は、以下のいくつかのポイントについて、改善が可能であると考えている：

- 不満足な2年間の後、工業用ラジオグラフィーの管理状況は改善したが、マネジメント組織や、運転区域画定のための製図の修正、またその準備における現場検査の質には未

だ弱点が残っている。

- 作業準備の厳密さ(特にリスク評価におけるホットスポットの考慮や予測線量の評価)、放射線防護に関する有資格者による積算線量のモニタリング、最適化手段の実行(特に遠隔線量測定)、電子線量計の警報に直面した作業員の行動等は、期待値まで到達していない。こうした不足により、個人線量目標の超過や、ひいては燃料プールの底で作業をしている際に作業員が高線量に被ばくするといったケースが非常に多く発生する原因となる;
- 原子炉建屋内の汚染拡散の管理は進展しているが、未だ不十分な点も残る。特に作業が不十分であることや、原子炉格納容器に欠陥があるためである;
- 立入制限区域の十分な管理は進展しているが、不十分な点も残る。特に、放射性廃棄物管理や、該当する活動の識別については努力が必要である;

### 重大な汚染事象

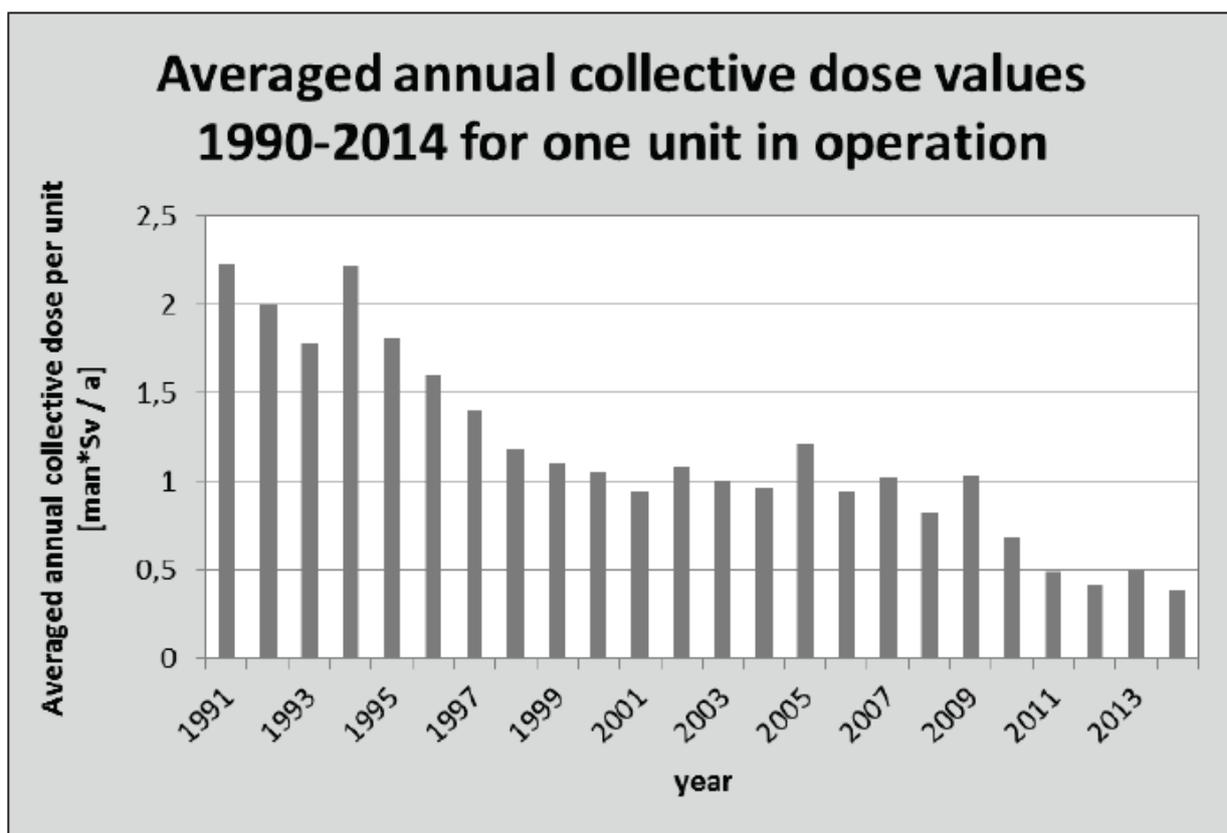
2014 年は、原子力発電所にて 2 件の重大な汚染事象 (INES 尺度のレベル 1) が検出された。

- ベルビル NPP において、換気システムの使用済みフィルターを封入した廃棄物袋を取り扱っていた作業員の鼻が汚染した。このことにより、皮膚の平方センチメートルあたりの線量制限値の 4 分の 1 を超える線量を受けることとなった。
- ルブレイエ NPP において「原子炉容器の上蓋模型」の保守作業中に、作業員の頬が汚染した。このことにより、皮膚の平方センチメートルあたりの線量制限値の 4 分の 1 を超える線量を受けることとなった。

## ドイツ

### 1) 2014 年線量情報

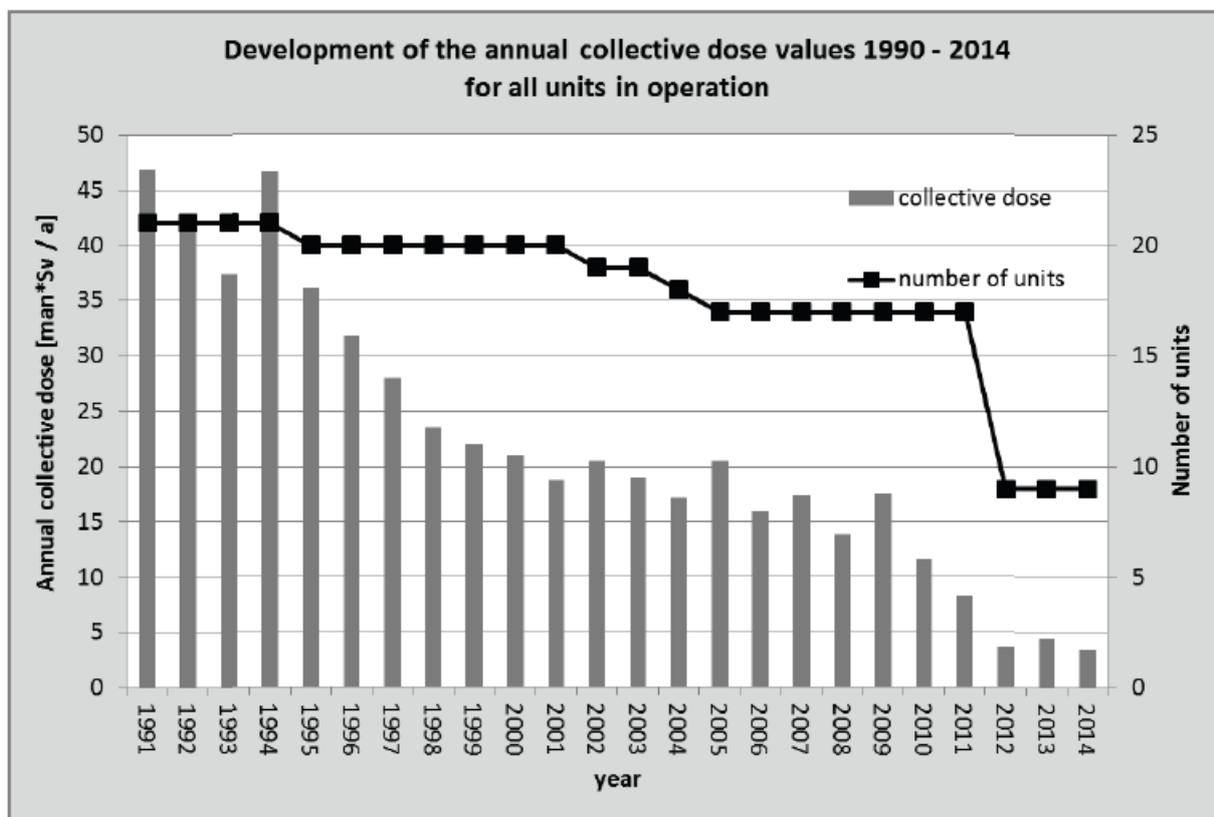
年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PWR	7	159
BWR	2	1160
全種類	9	381
最終的に停止または廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PWR	7	76
BWR	4	75
全種類	11	76



## 国内線量測定傾向の概要

2011年の福島事故を受けた政治判断により、8基の原子力発電所(ウインターペーザー、ビブリスA、ビブリスB、ネッカー1号機、フィリップスブルク1号機、クリュンメル、ブルンスビュッテル、イザール1号機)が、2011年半ばに永久停止された。残りの9基については、2022年までに段階的に停止される予定である。これらの措置は、2011年7月に原子力法が修正されたことによるもので、2017年末及び2019年末までに1基ずつ停止し、残りの3基については2021年末と2022年末に停止することとなっている。

2014年、運転中のユニット1基あたりの平均年間集団線量は、381人・mSvであり、2013年の492人・mSvに匹敵する。1990年～2014年における平均年間集団線量の傾向は、上表に示されている。廃止措置段階にあるプラントについては、平均年間集団線量が76人・mSvであった。



## ハンガリー

### 1) 2014 年線量情報

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	521 (電子式線量計) 501 (TLD)

### 2) 2014 年主要事象

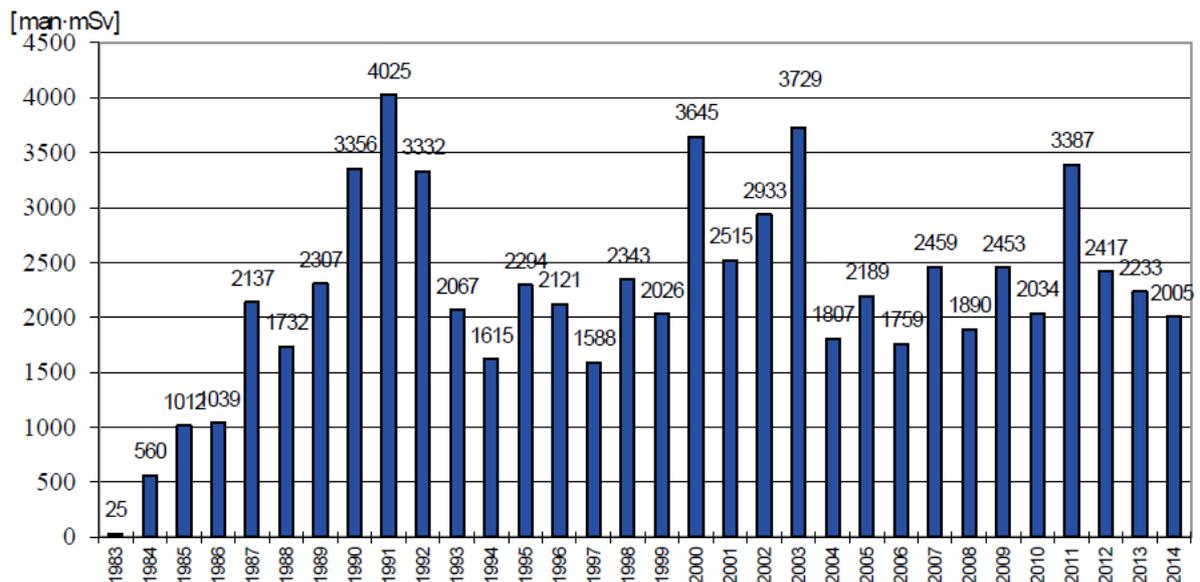
#### 国内線量測定傾向の概要

運転線量測定の結果に基づくと、2014 年のパクシュ NPP における集団放射線被ばくは、2082 人・mSv であった(線量測定作業許可を有する者が 1579 人・mSv、有さない者が 503 人・mSv)。最高個人放射線被ばくは 11.2mSv であり、50 mSv/年という線量限度及び 20 mSv/年という線量拘束値をはるかに下回っていた。

集団線量は、前年よりも減少した。この低い集団被ばくの主な原因は、2014 年の投資活動に伴う集団線量が、前年に比べて低かったためであると考えられる。

電子式線量測定データと TLD のデータが一致しない原因は、当局による TLD モニタリングが変更したためである。

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)



From 2000, this data shall be quoted as individual dose equivalent /Hp(10)/

- 線量測定傾向に影響を及ぼした事象  
2014年には、通常の総点検(長期保守停止)が行われた。4号機における停止時の集団線量は、725人・mSvであった。
- 停止の回数及び期間  
停止の期間は、1号機で30日間、2号機で26日間、3号機で32日間、4号機で55日間であった。

## イタリア

### 1) 2014 年線量情報

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	7.33 (トリノ NPP 1 基)
BWR	2	17.37 (カオルソ NPP 1 基 [0.96 人・mSv] + ガリリヤーノ NPP 1 基 [33.77 人・mSv])
GCR	1	7.74 (ラディーナ NPP 1 基)

## 日本

### 1) 2014 年線量情報

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	231
BWR	24	190
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	13,081
GCR	1	0
LWCHWR	1	30

### 2) 2014 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(2013 年)の人・9,696mSv/基から増加し、13,081 人・mSv/基となった。この増加の原因は、年初の福島第一 NPP における集団線量を考慮したためである。また、福島第一 NPP を除いた平均年間集団線量は 28 人・mSv/基、福島第一 NPP では 17,428 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

2014 年度は、運転中の原子炉無し。

#### - 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(2015 年 3 月まで)及び線量(2014 年度)は、以下の通り:

蓄積線量区分 (mSv)	作業員数 (2011年3月～2015年3月)			2014年度 (2015年4月～2015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	26	2	28	0	0	0
100～150	117	20	137	0	0	0
75～100	293	196	489	0	0	0
50～75	331	1,363	1,694	0	0	0
20～50	620	5,701	6,321	11	997	1,008
10～20	596	5,380	5,976	60	2,599	2,659
5～10	494	5,011	5,505	158	2,775	2,933
1～5	828	9,057	9,885	637	5,313	5,950
≤1	1,117	11,470	12,587	822	7,358	8,180
合計	4,429	38,202	42,631	1,688	19,042	20,730
最大(mSv)	678.80	238.42	678.80	29.50	39.85	39.85
平均(mSv)	23.16	11.05	12.31	2.30	5.29	5.04

- 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、再確認語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月に開始された。2014年度に認可が下りたプラントは無し。

### 3) 当局による報告

#### 緊急時作業員の放射線被ばく線量規制の改正

福島第一 NPP 事故の際、緊急時対応スタッフの線量限度が、一時的に 100 mSv から 250 mSv に引き上げられた。その後線量限度は 100 mSv に戻されたが、個人線量が 100 mSv を超える可能性のある事故に備えることは重要である。そのため原子力規制委員会は、2014年7月30日から、緊急時作業員のための放射線被ばく線量基準の調査を開始した。原子力規制委員会は、2015年8月5日、規制及び条例の改正を承認した。

#### 緊急時作業員に対する規制改正のポイント

緊急時作業に従事するのは、放射線の中で働く際のリスクに関する情報を与えられ、放射線防護措置に関する訓練を受け、緊急時作業の実施に前向きである人に限られる。

現在の緊急時作業員の線量上限である 100 mSv の他に、原子力施設の外部に放射性物質が漏れ出す可能性が高い事故に対する実効線量の上限 250 mSv が追加された。

250mSv の線量制限は、原子力災害対策特別措置法に関連し、万一の原子力災害への対策の数を増やし、有効性を向上させることを目的としている。(例:NPP、核燃料サイクル施設、放射性物質輸送、福島第一 NPP 事故のようなシビアアクシデントへの対処、原子力災害防止スタッフのニーズ)

不要な放射線被ばくをした場合、もしくは不適切な放射線防護により制限値を超えた被ばくをした場合、原子力規制庁は IAEA もしくは ICRP 勧告の基準レベルを考慮し、公衆のリスクも考慮して、法律に基づいて NPP の運転業者に必要な行動が指示される。

具体的な措置として、緊急時作業及び計画作業の線量を別々に管理するのは、作業員の専門分野が破損施設における安全の維持もしくは、その他の原子力施設の安全な運転である場合のみである。しかし、その場合にも積算生涯線量は 1000 mSv を超えてはならない。

## 韓国

### 1) 2014 年線量情報

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	19	377.82
PHWR	4	286.50
全種類	23	361.94

### 2) 2014 年主要事象

#### 国内線量測定傾向の概要

2014 年は、PWR19 基及び PHWR4 基の、計 23 基の原子力発電所が稼働した。2014 年の 1 基あたりの平均集団線量は、361.94 人・mSv であった。集団線量の主な原因は、停止作業中のもので、合計集団線量の 85.7%を占めている。14,260 人が放射線作業に携わっており、合計集団線量は 8,325 人・mSv であった。

#### - 停止の回数及び期間

総分解点検が、PWR15 基及び PHWR3 基にて実施された。2014 年における停止の合計期間は、PWR で 896 日間、PHWR で 147 日間であった。2013 年と比較して、合計停止期間が減っている。

#### - 機器の交換

- 古里 1 号機では、停止期間中に RCS 配管を含む高温配管の交換が行われ、合計集団線量が 42.4 人・mSv となった。
- ハンビット 3 号機において、停止期間中の 2014 年 10 月～2015 年 3 月に掛けて、原子炉格納容器上蓋の交換が行われ、集団線量は 65.25 人・mSv となった。
- 2014 年は、ハヌル 3 号機において蒸気発生器 2 台が交換され、集団線量は 453.25 人・mSv となった。

#### - 新規線量低減プログラム

ソースタームを低減させるための亜鉛注入の試験的な適用が、2010 年からハヌル 1 号機にて行われている。結果として、RCS 配管と蒸気発生器室における放射線被ばくが 30～40%低減した。KHNP は、他の原子炉についても亜鉛注入を計画している。2 基(古里 3、4 号機)では 2016 年から、8 基の NPP(古里 2 号機、ハンビット 1～4 号機、ハヌル 2～4 号機)では 2017 年から、亜鉛注入が実施される予定である。

## リトアニア

### 1) 2014 年線量情報

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	318.77

### 2) 2014 年主要事象

#### - 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

2015 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。2010 年は 521 人・mSv、2011 年は 631 人・mSv、2012 年は 587 人・mSv、2013 年は 655 人・mSv、2014 年は 638 人・mSv (55% は計画線量) であった。INPP 職員の集団線量は 612.9 人・mSv (62% は計画線量) で、請負業者の職員では 24.7 人・mSv (15% は計画線量) 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 スタッフの最高個人実効線量は、11.66mSv で、請負業者職員では 4.22mSv であった。INPP スタッフの平均個人実効線量は、0.36mSv で、請負業者職員では 0.03mSv であった。

INPP1 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、ホットセルの修理に加え、使用済燃料貯蔵プール、炉室、原子炉補助建屋の改善と保守作業、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と放射能調査、DN800 パイプラインの供用期間中検査、主循環回路の絶縁である。

2014 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。安全文化のレベルを評価及びアップグレードし、品質改善システムの有効性を向上及び支援することが非常に重要である。

#### - 組織の変化

2014 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。

今年は、廃止措置プロジェクトの実行が、以下の通り大きく前進した。燃料取出/装入機を設置し、使用済燃料プールのクレーンの最新化が開始された。また、緩衝器を設置及び新たな緩衝器の製造が行われた。さらに、使用済燃料の中間貯蔵施設が完了し、着火前試験が開始さ

れた。

廃止措置分野における INPP と世界の経験に基づき、新たな INPP 廃止措置最終計画が作成され、承認された。

INPP の組織変更の第一段階が、本年末に行われ、新たに活動計画・財務部が設立された。プロジェクト管理サービス部が、プロジェクト管理と調整の原則を効果的に実行することとなる。

2014 年は、引き続き解体作業が行われ、約 7,000 トンの設備が解体された。

INPP における優先順位の高い活動は、原子力及び放射線安全、活動の透明性と効率性、スタッフの責任と作業員の高い専門性、社会的責任である。INPP は、社内スタッフの経験を活かした独自の廃止措置プロジェクトを実施しており、世界に類似の慣例を見ない新たな課題と任務に、直面し続けている。

### 3) 当局による報告

2014 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、放射性物質のクリアランス、高線量作業の作業認可過程、及び緊急時計画である。

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。クリアランスレベルの適用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。

2015 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を向上するため、VATESI は法律文書で制定されている放射線防護要件の見直しを続ける。

## メキシコ

### 1) 2014 年線量情報

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	5910

### 2) 2014 年主要事象

#### 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、装置の信頼性が低い、もしくは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、比較的高濃度の放射能ソースターム (Co-60) によって高放射線区域が生じたためである。

2014 年の通常運転中の集団線量は高かった。この理由は、第一四半期における原子炉冷却水浄化システムの故障(緊急作業)によるものである。

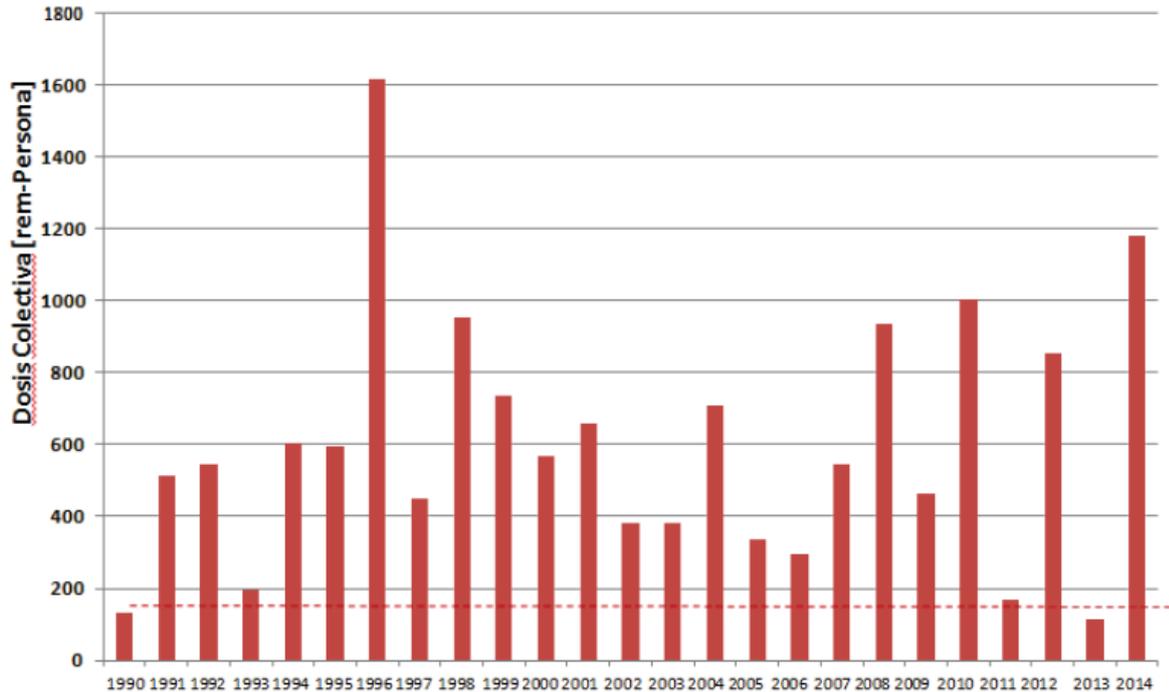
#### - 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

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エ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。

両ユニットにおける次の停止期間中、3 系統 (RRC、RWCU 及び RHR) について化学除染が実施される予定である。

集団線量の推移を、以下のグラフ (rem-P) に示す。

2014 年ラグナベルデ集団線量  
平均 TLD



- 停止の回数及び期間

- 燃料取替停止：
  - 1号機で16回のRFO(3月23日～5月10日)、集団線量は5.089人・Sv
  - 2号機で13回のRFO(6月5日～8月8日)、集団線量は5.69人・Sv
- 10月14日～10月20日-2号機において強制停止、集団線量は0.05735人・Sv
- 10月20日～11月1日-2号機における強制停止、集団線量は0.00945人・Sv

- 主な展開

2号機の増出力のため、乾燥器を強化した。

- 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：

- オンライン貴金属注入(OLNC)
- コバルト選択除去樹脂(PRC)の原子炉水への継続的添加
- 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

- 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(600gpm)で流出(2015年)
- 停止時にポータブル脱塩装置を使用(2015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
- 機器交換の計画

2015年に向けて

**2015年の懸案事項**

1号機における17回の燃料取替停止

**2015年の主要作業に関する技術計画**

1号機における化学除染

1号機の増出力のための乾燥器強化

RANGOS DE DOSIS ANUAL [mSv]	NÚMERO DE INDIVIDUOS EN CADA RANGO	DOSIS TOTAL PARA CADA RANGO [mSv-PERSONA]
NO MEDIDA (<0.05)	1520	0
<0.25	400	56.6
0.25 - 0.50	304	108.1
0.50 - 0.75	192	117.2
0.75 - 1.00	139	120.7
1.00 - 2.50	485	805.5
2.50 - 5.00	356	1288.7
5.00 - 7.50	198	1210.4
7.50 - 10.00	146	1266.8
10.00 - 20.00	371	5281.1
20.00 - 30.00	62	1458.0
30.00 - 40.00	3	91.0
40.00 - 50.00		
50.00 - 60.00		
60.00 - 70.00		
70.00 - 80.00		
80.00 - 90.00		
90.00 - 100.00		
<b>NUMERO TOTAL DE PERSONAL REPORTADO</b>	<b>4176</b>	<b>DOSIS TOTAL: 11804.17</b>

DOSIS MAS ALTA:30.76 mSv (3.076 rem)

## オランダ

### 1) 2014 年線量情報

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	248
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	1	0

### 2) 2014 年主要事象

運転中のユニットについて、停止期間の線量は 194 人・mSv で、通常運転中の線量は 54 人・mSv であった。

## パキスタン

### 1) 2014 年線量情報

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)
PHWR	1	2012.55
PWR	2	597.377

### 2) 2014 年主要事象

- 線量測定傾向に影響を及ぼした事象
  - PHWR 8 回の停止、240.60 日間
  - PWR (チャンユマ 1 号機) 8 回の停止、55.31 日間
  - PWR (チャンユマ 2 号機) 5 回の停止、50.67 日間
- 機器又は系統の取り替え、不測の事象、2015 年に新規に運転開始するプラント、最終的に停止するプラント
  - PHWR
    - 海水熱交換器の出入り口のヘッダー交換
    - 5000 本の復水器管の交換
  - PWR
    - 特になし

## ルーマニア

### 1) 2014 年線量情報

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	296

### 2) 2014 年主要事象

#### 国内線量測定傾向の概要

チェルナボーク原子力発電所における職業被ばく			
年	内部実効線量 [人・mSv]	外部実効線量 [人・mSv]	合計実効線量 [人・mSv]
2014(2 基)	160.3	432	592.3

- 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)

2014 年末

- 個人線量が 1 mSv を超える従業員が 159 人、5 mSv を超える従業員は 11 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。
- 今年の最大個人線量は、7.511 mSv であった。
- トリチウム摂取が原因の内部被ばくは、全体の 27% であった。

計画停止

1号機において、2014年5月10日～6日6日の30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：

- 燃料交換用クレーンの予防的保守
- 原子炉建屋漏洩率試験
- 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
- 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、310.4 人・mSv(外部線量が 229、トリチウムの摂取による内部線量が 81.4 人・mSv) であった。

この計画停止は、最終的に 2014 年の集団線量の 52% を占めた。

## 計画停止線量履歴

年	ユニット	期間	外部実効線量 [人・mSv]	内部実効線量 [人・mSv]	合計実効線量 [人・mSv]
2010年	1	5月8日～6月1日	319	95	414
2011年	2	5月7日～6月1日	117.2	13	130.2
2012年	1	5月4日～6月11日	396.9	177.7	574.6
2013年	2	5月10日～6月3日	185.8	49.2	235
2014年	1	5月9日～6月6日	229	81.4	310.4

## 計画外停止

2号機—12月24日～25日：停止装置 68334 3/8 11H における重水漏れの修理のため、ユニットが停止された(外部線量 7.32 人・mSv)。

## 放射線防護関連事象

計画停止中、個人線量の最適化に関する良港事例が確認された。

- 高線量率の作業(燃料チャンネル検査)には、遠隔線量測定システムを利用する。
- 原子炉建屋に立ち入る際には、呼吸器保護装置の装着を義務づける。
- 大気中トリチウムモニタリング(TAM)システムを用い、原子炉建屋内の空気中に排出されたトリチウム蒸気の増加レベルを早急に検知することで、作業を中止し避難できるようになった。
- 作業中にトリチウムマスクを外すことを防ぐため、無線通信システムを使用する。

2014年は、チェルナボーク 1号機における放射線モニタリングシステム(RMS)の使用が開始された。本システムは、すでに2号機で使用されている。

この改善の目的は、オンラインの放射線モニタリング設備を、コンピューター化されたインターフェースシステムに接続し、遠隔監視や限定的な遠隔制御機能、及び統合された短長期のデータベースを可能にする。そのため、プラントの通常運転(リアルタイムな放射線障害情報が入手可能である)について、運転員の集団線量は(高放射線区域に立ち入らないことで)低減し、放射線障害防止も改善すると考えられる。

本プロジェクトは2015年9月に終了する予定である。

## 2014年の懸案事項

2014年の主な懸案事項は、1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。

## 2015年に向けて

### 2015年の懸案事項

2015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る。

- 蒸気発生器の ECT 検査
- 燃料交換用クレーンの予防的保守
- 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
- 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
- 技術変更の実施

## ロシア連邦

### 1) 2014 年線量情報

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	615.8
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	44.7

### 2) 2014 年主要事象

#### 集団線量

2014 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 10467.8 人・mSv であった。この数値は、2013 年の合計集団線量である 8806.5 人・mSv から 1661.3 人・mSv(18.9%)増加している。

比較分析の結果、VVER-440MWe 型原子炉と VVER-1000MWe 型原子炉の運転中原子炉の間には、平均年間集団線量に大きな違いが見られた。2014 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、709.4 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、564.7 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(ノボボロネジ原子力発電所 5 号機を除く)において、18 ヶ月間の燃料交換を行った結果、10 基の運転中 VVER-1000 型原子炉における計画停止の合計日数が、年ごとに大きな違いがあることがわかった。

2013 年は、4 基の VVER-1000 型炉(バラコボ 1 号機、カーニン 1 及び 2 号機、ロストフ 1 号機)において、計画停止が実施されなかった。バラコボ 2 号機の計画停止が、2013 年 12 月末に開始されたばかりであり、2014 年に終了予定である。ロシアの全 VVER-440 及び VVER-1000 型炉における総計画停止日数は、641 日間(バラコボ 2 号機における停止の最初の 10 日間は除く)であり、計画停止による合計集団線量は 7444.6 人・mSv となった。

2014 年は、全 17 基の VVER-440 及び VVER-1000 型炉において計画停止が実施された(バラコボ 2 号機に於ける停止が終了し、バラコボ 3 号機の停止が開始)。ロシアの全 VVER 型炉における総計画停止日数は 912 日間で、2013 年と比較すると 271 日(42.3%)増加した。登録された計画停止中の合計集団線量は、9364.1 人・mSv であった。この数値は、2013 年よりも

1919.5 人・mSv(25.8%)高い。

そのため、2014 年の合計実行年間集団線量の増加は、2013 年と比較して総計画停止日数が  
増えたことのみ起因している。

## 個人線量

2014 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 16.4mSv であった。この線量は、ノボボロネジ NPP の保守部の作業員が、3～5  
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、2014 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－15.9mSv
- カリーニン－15.4mSv
- コラ－15.5mSv
- ロストフ－6.3mSv

10.0 mSv を超える年間個人線量を受けた人は 196 人(バラコボで 76 人、カリーニンで 41 人、コラで 44  
人、ノボボロネジで 35 人)であった。この数値は、2013 年に比べて 37 人(23.3%)多い。主な原因は、  
2014 年のバラコボとカリーニンにおける計画停止の回数及び期間の増加である。

ロストフ NPP では、10.0 mSv レベルを超えた人はおらず、5.0 mSv を超えたのは 3 人のみであった。

## 計画停止の期間と集団線量

原子炉	期間[日数]	集団線量[人・mSv]
バラコボ 1 号機	71	1031.0
バラコボ 2 号機	55 (2013 年に開始した停止の完了)	544.3
バラコボ 3 号機	39 (2015 年終了予定の停止の開始)	528.2
バラコボ 4 号機	67	692.9
カリーニン 1 号機	109	1084.0
カリーニン 2 号機	75	620.0
カリーニン 3 号機	54	321.0
カリーニン 4 号機	37	109.8
コラ 1 号機	37	465.5
コラ 2 号機	40	399.8
コラ 3 号機	45	577.0
コラ 4 号機	97	916.3
ノヴォヴォロネシュ 3 号機	32	639.1
ノヴォヴォロネシュ 4 号機	35	567.0
ノヴォヴォロネシュ 5 号機	40	586.5
ロストフ 1 号機	48	203.3
ロストフ 2 号機	31	78.4

## 計画外停止

原子炉	期間[日数]	集団線量[人・mSv]
コラ1号機	15	48.8

## 2014年の懸案事項

文書、マニュアル、モデルが作成された。

- NPP 職員の放射線リスク係数の推定。個人及び全体のリスクに基づいた ARMIR プログラムを開発する。
- 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。
- 2015年～2019年の、ロスエネルゴアトム NPP における放射線防護の最適化プログラムの準備をする。

## スロバキア共和国

### 1) 2014 年線量情報

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	126.175
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) 2014 年主要事象

#### - 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):2014 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、193.626 人・mSv であった(電気事業者の従業員が 95.527 人・mSv、外部作業員が 98.099 人・mSv)。最大個人線量は、2.478mSv (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):2014 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 E50 から計算した合計年間実効線量は、311.074 人・mSv であった(電気事業者の従業員が 127.377 人・mSv、外部作業員が 183.697 人・mSv)。最大個人線量は、4.044mSv (NPP 職員)であった。

#### - 停止情報

##### ボフニツェ原子力発電所:

- 3 号機:21.1 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 97.454 人・mSv であった。
- 4 号機:18.6 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 94.316 人・mSv であった。

##### モホフツェ原子力発電所:

- 1 号機:20.5 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 96.563 人・mSv であった。
- 2 号機:38.25 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 168.936 人・mSv であった。

- 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、最終的に停止する原子炉

- モホフツェ原子力発電所: 電子中放射線データシステムのアップグレードが開始され、2015年に完了する予定である。

## スロベニア

### 1) 2014 年線量情報

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	106

### 2) 2014 年主要事象

- 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

2014 年は、停止を実施せず通常の運転サイクルであった。

- 規制要件

技術計画:

核燃料棒の故障を防ぐために 2015 年の停止中に実施される、原子炉容器のアップフロー設計への改良プロジェクトの準備。

## 南アフリカ

### 1) 2014 年線量情報

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	2	281.367

### 2) 2014 年主要事象

- 停止の回数及び期間  
53 日間の燃料取替停止が 1 回
- 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  
機器または系統の取替は行われなかった。不測の事象も生じなかった。新規に運転開始するプラントも無かった。
- 最終的に停止される原子炉  
最終的に停止された原子炉は無かった。
- 新規また試験的な線量低減プログラム  
2014 年は、亜鉛注入を含めた線量低減イニシアティブが実施された。
- 規制要件  
南アフリカ規制機関から新たに発行された規制は無かった。

## スペイン

### 1) 2014 年線量情報

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	393.73
BWR	1	290.04
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	591.33
BWR	1*	101.7
GCR	1	0

\*SM ガローニャ: 一時的に停止中

### 2) 2014 年主要事象

#### - 停止の回数及び期間

##### アルマラス原子力発電所

アルマラス 2 号機における 21 回目の停止

- 期間: 63 日間
- 開始: 2013 年 11 月 24 日
- 終了: 2014 年 1 月 25 日
- 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 23 回目の停止

- 期間: 58 日間
- 開始: 2014 年 6 月 22 日
- 終了: 2014 年 8 月 20 日
- 集団線量: 437.825 人・mSv
- 最大個人線量: 3.085 mSv

##### サンタ・マリア・デ・ガローニャ NPP

日程	事象	主な活動(あれば)	集団線量 (人・mSv)
10 月 17 日～11 月 11 日	制御棒駆動機構(CRD)除去及び保守	-	14.439
11 月 10 日～12 月 12 日	原子炉格納容器及び内部の全数検査	炉心の IVVI。基材と円周溶接部の UT。	11.560

## アスコ原子力発電所

アスコ 1 号機における 23 回目の停止

- 期間:56 日間
- 集団線量:633.356 人・mSv
- 最大個人線量:5.073 mSv

アスコ 2 号機における 22 回目の停止

- 期間:44 日間
- 集団線量:632.423 人・mSv
- 最大個人線量:3.880 mSv

上記 2 件の停止中に放射線防護の観点で実施された関連活動

- 2 サイクル目の蒸気発生器の化学洗浄
- 加圧器安全弁の水圧シール除去
- RHR の交互注入設計の変更
- 原子炉格納容器蓋のコニカルシールの交換
- RCS ポンプ油レベルシステムの設計変更

## コフレンテス原子力発電所

- 蒸気検知エリアの保守作業が行われた。
- 原子炉冷却材浄化ポンプの保守活動が完了した。

- 機器または系統の取り替え

### アルマラス NPP

- 2 号機における 21 回目の停止時に原子炉冷却ポンプのモーターの取り替え
- 1 号機における 23 回目の停止時に原子炉冷却ポンプのモーターの取り替え
- 両停止時に核計装システム及び関連する配線の取り替え

- 新規また試験的な線量低減プログラム

### アルマラス NPP

- 停止時の個人最大線量目標を 16.6%低減させた。
- アルマラス 1 号機における 23 回目の停止の間、キャビティの壁及び床を溶剤で脱脂する。本清掃は、今後定期的に行われる予定である。
- 線量最適化プログラムと、放射線防護手順及び対策を、継続的に改善する。

### コフレンテス NPP

- 仮設遮へい及び常設遮へい
- 遮へいプログラムでは、引き続きプラントの様々な場所に遮へいが設置された。この遮へいは重量約 53.5 トンの鉛製である。
- 2014 年、プラントの様々な場所に仮設遮蔽が設置された。この遮蔽は、重量約 3.5 トン

の鉛製である。

- 規制要件

**サンタ・マリア・デ・ガローニャ NPP**

- 5月27日、運転開始の申請
- 7月30日、運転開始のための規制条件

## スウェーデン

### 1) 2014 年線量情報

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	805
BWR	7	959
全種類	10	913
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	2

### 2) 2014 年主要事象

#### フォルスマルク原子力発電所

2014 年のサイト全体の集団線量は 1737 人・mSv で、最大個人線量は 10.7 mSv であった。フォルスマルク 1 及び 2 号機の蒸気中の水分レベルは引き続き低く保たれており、このことでタービンシステムにおける活動レベルをさらに下げる結果となった。フォルスマルク 2 号機では、残留熱除去系における線量が高いままである(2012 年から)。フォルスマルク 2 号機は、120%の出力で通常運転を開始した(以前は試運転)。フォルスマルク 3 号機は、2014 年 4 月に運転を止め、停止に先立って破損した燃料の取替を行った。

フォルスマルクに 2013 年末/2014 年初頭に設置された、新しい EPD システムに関する定期作業が行われた。このシステムには、作業ごとの警報レベルや、新たな遠隔線量測定が含まれる。

フォルスマルク 2 号機の停止中、通常業務として主循環ポンプのシャフトの持ち上げを行った。上部ハッチ部分にシャフトが置かれていたため、比較的低レベルの放射線区域で作業をしていた職員が予期せず高線量に被ばくした。これは不測の事態であったため、調査が行われた。

眼の水晶体について近々新たな線量制限が設けられるため、水晶体に対する追加的な線量測定が実施された。線量測定は 74 人に対して行われ、検知された最大線量は 2.64 mSv であった。

#### リングハルス原子力発電所

リングハルス 1 号機では、残留熱除去系及び原子炉冷却材浄化系の科学除染を行い、平均 DF=20 という非常に良い結果が得られた。作業負荷が高く、潜在的に集団線量が高い多くの重要区域では、DF が 100 を超えることが多かった。

リングハルス 2 号機では、定期作業である総合漏えい率試験(ILRT)の実施中、格納容器の鋼製ライナで漏えいが検知された。漏えい箇所を見つけるため、格納容器のコンクリート床の大部分を取り外さなければならなかった(2015 年 6 月現在も、修理作業が続けられている)。

リングハルス 3 及び 4 号機では、最新化、寿命延長、規制要件の一部として、非常に多くのプロジェクトが実施された。

2014 年、リングハルスのユニットでは、4 つの異なる放射性核種が支配的であった。リングハルス 1 号機では、FPHD の修正を行ったため多少の変化が生じたが、未だ Co-60 が支配的である。リングハルス 2 号機では、2014 年は CS 及び RH 系において Sb-124 が支配的であった。原因は未だ分析中で、特定できていない。リングハルス 3 号機では、CS 系において Ag-110m が支配的であり、停止時線量の原因の一部にもなっている。これは、CR における漏えいが原因であると特定されており、CR 管理プログラムの修正が行われた。最後に、リングハルス 4 号機では、主に 2011 年に行われた SG 交換が原因となり、Co-58 が支配的となった。各ユニットで支配的な放射性核種が異なるため、発電所作業員はその発生源に基づいて、物質の放出に関する多様な核種ベクトルを考慮しなければならない。

### オスカーシャム原子力発電所

オスカーシャム 2 号機では、2013 年 6 月 1 日から 2015 年 12 月末までの間、最新化と出力増強の準備が続いている。予想される集団線量は 4408 人・mSv であったが、2014 年末時点の結果は 2900 人・mSv である。プロジェクトには、特に内部、再熱器、隔離弁、熱交換器、新しい制御室、及びそれらのケーブル全ての交換が含まれている。

オスカーシャム 3 号機の格納容器の電気ペネトレーションとケーブルが、40 日間で交換された。本作業による集団線量は、400 人・mSv であった。実行された ALARA 方策としては、RHR 及び RWCU 系の除染(除染係数 10)、原子炉格納容器のレーザースキャン、そのスキャン結果を用いたケーブル接続のルート可視化用データベースの作成、iPad を利用した電子文書の利用、模型設備での人材トレーニングが挙げられる。

### バーセベック原子力発電所

バーセベック 1 及び 2 号機は、最終的に停止された。廃止措置は、2020 年に開始される予定である。進行中の活動は、構造物のセグメンテーションの計画と、構造物の中間貯蔵施設をサイト内に建設する計画である。

## 3) 当局からの報告

スウェーデン放射線安全庁(SSM)は、新たな放射線防護法の草案と、その法に基づく放射線防護法枠組み一式の作成に取り組んでいる。この規制には、原子力安全、放射線防護、核セキュリティ及び保障措置が含まれており、2017 年に完成予定である。

SSM による、国内の原子力施設の監督プロセスが内部で審査中であり、今後更新される予定である。これには、検出された全ての問題に関連した活動のフォローアップ及び確認の実施も含まれる。

北欧諸国の放射線防護当局が協力し、原子力及び放射線事故対応に関するハンドブックを作成した。いくつかの原子力施設の廃止措置計画が進行している。これには、環境省からの協力もあった。

## スイス

### 1) 2014 年線量情報

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	258
BWR	2	1196

### 2) 2014 年主要事象

- 国内測定傾向に影響を及ぼした事象

#### ベツナウ NPP 1 号機

燃料取替停止が、2014 年 4 月 1 日～14 日まで実施され、集団線量は 113 人・mSv であった（計画集団線量目標は 106 人・mSv）。さらに、2014 年 6 月 16 日～7 月 2 日まで、PWR で検出された漏えいの修理を行い、54 人・mSv の集団線量が報告された。運転中の集団線量は 39 人・mSv で、1 号機の年間集団線量は 206 人・mSv となった。

ベツナウ NPP 2 号機:2014 年 8 月 11 日～25 日の間、燃料取替停止が行われ、集団線量は 45 人・mSv であった（計画集団線量目標は 62 人・mSv）。運転中の集団線量は 40 人・mSv で、2 号機の年間集団線量は 85 人・mSv となった。

ベツナウ NPP における最高個人線量は 5.2mSv であった。

#### ゲスゲン NPP

30 日間の停止により 425 人・mSv の集団線量が生じた（計画集団線量目標は 433 人・mSv）。最高個人線量は、6.6mSv であった。人体への取り込みや、人に対する永久的な汚染は検出されなかった。2007 年～2010 年における、古い核燃料の漏えいで生じたトランプウランにより、一次冷却系の開放中にヨウ素エアロゾルの制御が引き続き必要であった。ゲスゲン NPP の運転中の集団線量は 57 人・mSv であり、年間線量は 482 人・mSv となった。

亜鉛注入以降、一次系の部品で検知された集団線量は、58%減少した。

#### ライプシュタット原子力発電所

停止の直前、運転中に破損燃料が検出された。幸いなことに、水中に溶け出した燃料はなかった。停止期間は 32 日間で、集団線量は 1080 人・mSv となった。最高個人線量は 12.2mSv であった。人体への取り込みや、人に対する永久的な汚染は検出されなかった。ライプシュタット NPP の運転中の集団線量は 398 人・mSv であり、年間集団線量は 1478 人・mSv となった。

本原子炉は、残留熱除去系の汚染を防ぐための「ソフトシャットダウン」の一環として、停止された。詳細は 2015 年 1 月に開催された ISOE シンポジウムで発表した。

### ムーレバルク原子力発電所

28 日間の停止により、630 人・mSv の集団線量が生じた(計画集団線量目標は 842 人・mSv)。最高個人線量は、9.4mSv であった。人体への取り込みや、人に対する永久的な汚染は検出されなかった。ムーレバルク NPP の運転中の集団線量は 284 人・mSv であり、年間集団線量は 914 人・mSv となった。

応力腐食割れ防止の他にも、貴金属注入や継続的な水素注入を用いた水化学によって、再循環ループの線量率レベルが低減した。使用済み燃料の 115 のチャンネルについて(9 月～12 月)、計画集団線量は 77.5 人・mSv に設定された。実際に報告された集団線量は 23.5 人・mSv であったが、その主な理由は修理の必要な機器の故障がなかったためである。

## ウクライナ

### 1) 2014 年線量情報

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	490

## 英国

### 1) 2014 年線量情報

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	366.5
GCR	15 <sup>(1)</sup>	77.52
全種類	16	95.58
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>(2)</sup>	52.02

#### 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) 2014 年主要事象

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、ヘイシャム 2 号機の 13 人・mSv からヘイシャム 1 号機の 524.5 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、ヘイシャム 1 号機の改良型ガス冷却炉で記録された。ヘイシャム 1 号機では、原子炉格納容器内のボイラー・スパイン部の大規模な検査と修理が行われた。ヘイシャム 1 号機の集団線量が主な原因となり、運転中のガス冷却炉全体の平均集団線量が増加した。

唯一の PWR 基であるサイズウェル B では、年間集団線量 366.5 人・mSv を記録した。本炉では、2014 年秋、13 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 2015 年末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、燃料が完全に取り除かれ、廃止措置の様々な段階にある。

EDF エナジーは引き続き、ヒンクリー・ポイントとサイズウェルにツインの EPR を建設する計画を進めている。2014 年末までに、必要となる全ての規制当局からの承認や政治的な合意を得た。最終的な投資判断は、2015 年の英国総選挙後に下される予定である。他のコンソーシアムからも、改良型沸騰水型軽水炉の設計やウェスチングハウスの AP1000 に基づく、原子力発電所の新たな建設が提案されている。これらの提案は、英国規制機関による包括的設計審査を受けているところである。

## 米国

### 1) 2014 年線量情報

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	61	545.31
BWR	35	1085.16
全種類	96	742.13
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	80.73
BWR	3	91.77

### 2) 2014 年主要事象

#### 国内線量測定傾向の概要

米国の PWR と BWR の 2014 年職業被ばく線量平均値は、運転中の 96 基の商業用原子炉において、線量低減イニシアティ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 基の PWR は、引き続き安全貯蔵/廃止措置への以降段階にある。

原子炉型	基数	合計集団線量	平均線量/基
PWR	61	33,263.97 人・mSv	0.545 人・Sv/基
BRW	35	37,980.63 人・mSv	1.085 人・Sv/基

2014 年における 96 基の原子炉の合計集団線量は、2013 年における運転中の 100 基の合計集団線量である 67,521.29 人・mSv から 5.5%増加し、71,244.6 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、742mSv/基となり、2013 年(675 人・mSv/基)から 9.9%増加した。2014 年は、PRW のサイトで 33 名が 20~30mSv の放射線を受けた。

#### 米国の PWR

2014 年の米国における、運転中の PWR 61 基の合計集団線量は、33,263.97 人・mSv であった。2014 年の PWR の合計集団線量は、2013 年の 23,022.77 人・mSv よりも 45%高かった。2014 年の PWR1 基ごとの平均集団線量は、545 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 ヶ月である。この燃料取替サイクルにより、例えば 2013 年、2016 年、2019 年といった特定の年には、燃料取替停止の回数が減少する。

2014 年の年間サイト線量が、150 人・mSv を下回った PWR サイトは以下の通りである：

- ハリス 12 人・mSv

- スリー・マイル・アイランド 1 号機 125 人・mSv
- フォート・キャルフーン 51 人・mSv

## 米国の BWR

2014 年の米国における、運転中の BWR 35 基の合計集団線量は、37,980.63 人・mSv であった。2014 年の BWR の合計集団線量は、2013 年に運転していた 35 基の BWR における合計集団線量 44,518.52 人・mSv よりも、15%低かった。2014 年の BWR1 基ごとの平均集団線量は、1085 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。2014 年の米国 BWR サイトにおける最高年間線量は、ピーチ・ボトム 2 及び 3 号機の 4,309 人・mSv であった。一方の最低年間線量は、リバー・ベンドの 161 人・mSv であった。2014 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、職業線量の課題に直面している。

### - 新規に運転開始するプラント／停止するプラント

TVA 社のウェスチングハウス社製アイスコンデンサ型炉であるワッツ・バー 2 号機は、2016 年初頭に最初の運転を開始するべく、準備が進んでいる。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。これらの原子炉が完成し、もし他サイトで永久停止が生じなければ、近い将来、米国の運転中原子炉の数は 101 基となる予定である。

シカゴ北部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。バーモント・ヤンキー原子力発電所は、1,912MWt の BWR で、1972 年に運転を開始した。本原子炉は、2014 年 12 月 29 日に永久停止した。核燃料は、2015 年 1 月 12 日に取り出された。発電所の所有者であるエンタジー社によると、全ての使用済燃料が乾式キャスク貯蔵施設に格納され、同社がサイトを完全に廃止する準備が整うまでは、プラントは安全貯蔵状態に置かれる。許認可は、2073 年までに終了となる予定である。

### - 主な展開

4 基の PWR が、引き続き廃止措置への移行段階にある。最終的な停止日は以下のリストの通りである：クリスタル・リバー 2013 年 2 月 20 日（格納容器のコンクリートの問題）、キウオーニー 2013 年 5 月 7 日（天然ガスとの競争で、地域の電気料金が安価）、サン・オノフル 2013 年 6 月 7 日（新しい蒸気発生器の設計ミス）。米国において、安全貯蔵状態もしくは廃止措置段階にあるユニットの中から選ばれたユニットにおける 2014 年の集団線量は、以下の通りである：

サイト	2014 年
● クリスタルリバー	6.96 人・mSv

• サン・オノフル 2 及び 3 号機	13.69 人・mSv
• キウオーニー	19.64 人・mSv
• フンボルト・ベイ	123.81 人・mSv
• ザイオン 1 及び 2 号機	787.30 人・mSv

- 新規又は試験的な線量低減プログラム

多数の 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。このシステムでは、プラント内の部品やパイプの 3D 個別同位体マッピングが実現する。仮説遮蔽が充分であることの検証や、その他の放射線防護用途において、新たな ALARA ツールが効果的であることが分かった。

## 2014 年の主要作業に関する技術計画

PWR では、引き続きプラントの配管に MSIP 処理(溶接残留応力低減のために、配管を締め付ける)を行っている。また PWR では、ホウ酸漏れの修復も、引き続き重要視されている。2014 年、プレイリー・アイランド 1 号機では、蒸気発生器の交換が行われた。

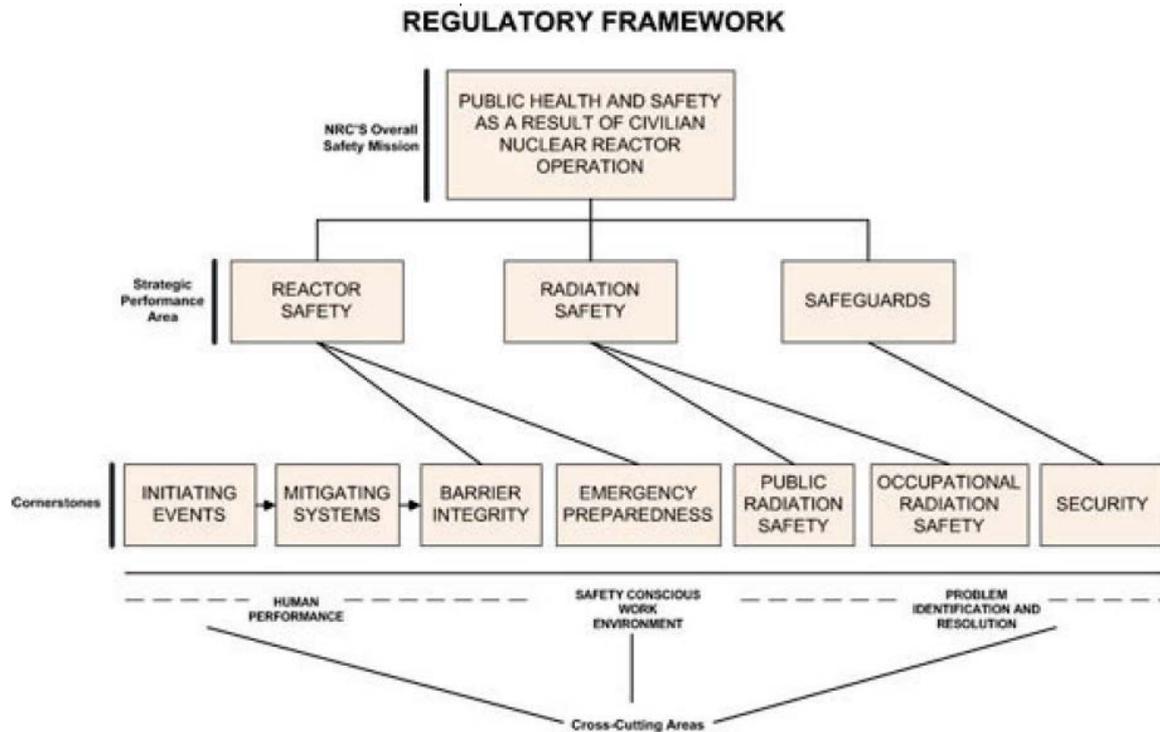
米国の原子力群及びアライアンスは、原子力群/アライアンス全体における RP 手順及び政策を標準化させることで、RP 運用の効率を上げ、各地で行われる RP 技術の混乱を最小限に抑えている 2014 年も、引き続き使用済燃料体を乾式キャスクに格納した。BWR では、引き続き原子炉の上方内部のドライヤーの交換を行った。

## 2014 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、2014 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确实なものとすることである。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。

- IP71124 放射線防護—公衆及び職業
- IP71124.01 放射線障害評価及び被ばく管理
- IP71124.02 職業ALARA計画及び管理
- IP71124.03 プラント内の気中放射能管理及び低減
- IP71124.04 職業線量評価
- IP71124.05 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。2013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、第一四半期に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、2014 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

#### 北米シンポジウム

2014 年 ISOE 北米 ALARA シンポジウムは、2014 年 1 月 13 日～15 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、100 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：

- 「フェルミ2号機のBWRにおける停止時線量低減の達成 (*Fermi 2 BWR Outage Dose Reduction Achievements*)」D. LaBurn, Fermi NPP, Brazil

#### 欧州シンポジウム

2014 年 ISOE 欧州 ALARA シンポジウムは、2014 年 4 月 9 日～11 日に、スイス・ベルンにおいて開催された。本シンポジウムは、ミュンヘン NPP 及びスイス連邦原子力安全検査局 (ENSI) との協力の下、欧州テクニカルセンター (ETC) によって開催され、33 カ国から 156 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：

- 「フィリップスブルク原子力発電所における高圧水ジェット洗浄 (*High Pressure Water Decontamination at the Nuclear Power Plant Philippsburg*)」M. Hellmann (Philippsburg NPP), Germany
- 「リングハルス4号機で交換された加圧器の後処理に関するALARA管理方策及び経験 (*ALARA Management Measures and Experience in Post Handling of Replaced Pressurizer from Ringhals 4*)」E. Hernvall, T. Svedberg (Ringhals NPP), Sweden

優秀なポスター発表は以下の通り。

- 「PWRの一次回路の放射能と職病線量との関係のモデリング (*Modelling the Relation between the Activity of a PWR Primary Circuit and the Occupational Dose*)」S. Schneider, A. Artmann (GRS), Germany

シンポジウムに関連して、4月11日、参加者らはミュンヘン NPP 及びモン・テリ岩盤研究所での技術的視察に参加した。

## アジアシンポジウム

2014年アジア ALARA シンポジウムは、2014年9月23日～24日、韓国・慶州にて実施された。本シンポジウムは、アジアテクニカルセンター(ATC)によって開催され、4カ国から117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。

- 「福島第一原子力発電所における放射線防護管理及び事故後の方策 (*Radiation Protection Management in Fukushima Daiichi NPS and Post-Accident Measures*)」 S. Takahira, TEPCO, Japan
- 「廃棄物削減のために鉛ベストを再利用することによるコスト削減及び効率の向上 (*Decreasing costs and increasing efficiency by reusing Lead vests for reduction of waste materials*)」 D.K. Yun, KHNP, Republic of Korea

シンポジウムに関連して、9月25日、参加者らは月城NPP及び慶州低中レベル放射性廃棄物処分場にて、技術的視察に参加した。

それぞれのシンポジウムの議事録及び結論は、ISOEネットワークで入手可能である。

### 4.2 ISOE ウェブサイト([www.isoe-network.net](http://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。2014年には、MADRASで11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。2014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

2014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。

- 2014年5月、米国ディアブロ・キャニオンNPP視察  
視察は2014年5月19日～22日まで開催された。  
討議の主なトピックは以下の通り：
  - 4ループ蒸気発生器交換  
(2015年、EDFはパリュエルNPPにおいて、初めての4ループSGRを実施する予定である。)
  
- 2014年10月、スペイン・アルマラスNPP視察  
視察は2014年10月7日～8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
  - 訓練
  - RPパフォーマンス指標
  - 最適化プロセス

## 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11月：米国プレイリー・アイランドNPPでのベンチマーキング視察。

## 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、2014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	2014年4月及び11月
データ分析ワーキング・グループ(WGDA)	2014年11月
第24回ISOE運営委員会会議	2014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)	2014年4月及び6月

### ISOE 運営委員会

ISOE 運営委員会は、引き続き ISOE プログラムの管理に重点を置き、2014 年の年次会議で ISOE プログラムの進捗状況を検討し、2015 年の作業プログラムを承認した。2014 年中頃に開催された ISOE 事務局会議では、2014 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 2014 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2014年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、2014 年 4 月、「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」と題したレポートを発行した。本レポートには、放射線防護に直接関連する一次水化学とソースターム管理に関する知識、技術及び経験の現状が記されている。本レポートの発行後、ワーキング・グループは、その権限の下で解散した。

### 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)

本専門家グループは、2013 年末までに報告書の草稿を作成する。そのため、報告書の内容は、ISOE に参加する電気事業者や規制当局の現状及び行動計画に基づいており、原子力のシビアアクシデントに

おける緊急時対応計画を、職業放射線防護の観点から改善するためのものである。過去の原子力事故（スリーマイル島、米国 1979 年；チェルノブイリ、ソ連 1986 年；福島第一、日本 2011 年）の分析と、これらの事故から学んだ職業放射線防護に関する教訓を様々な章に組み込んだ点について、特に注目が集まった。

報告書を完成させるため、2014 年 6 月に国際ワークショップが開催された。その中で、中間報告書の内容について発表及び議論が行われた。また、各国におけるベストな RP 管理慣例の経験に加え、シビアアクシデント、初期対応、回復時における最適な RP 作業範囲に関するプロトコルを共有した。

「シビアアクシデント管理における職業放射線防護」に関する報告書は 2014 年末に完成し、2015 年 1 月に発行された。本報告書の発行後、ワーキング・グループは、その権限の下で解散した

*Annex 1*

**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 2014*

**Officially Participating Utilities: Operating reactors**

Country	Utility <sup>4</sup>	Plant name	
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. CNNP Jiangsu Nuclear Power Corporation	Daya Bay 1, 2 Ling Ao 1, 2, 3, 4 Qinshan 1  Tianwan 1, 2	
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)	Belleville 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 Hanbit 1, 2, 3, 4, 5, 6	Hanul 1, 2, 3, 4, 5, 6 Wolsong 1, 2, 3, 4 Shin-Wolsong 1
Mexico	Comision Federal de Electricidad	Laguna Verde 1, 2	
Pakistan	Pakistan Atomic Energy Commission (PAEC)	Chasnupp 1, 2	Kanupp
Romania	Societatea Nationala Nuclearelectrica	Cernavoda 1, 2	
Russian Federation	Rosenergoatom Concern OJSC	Balokovo 1, 2, 3, 4 Kalinin 1, 2, 3, 4 Kola 1, 2, 3, 4	Novovoronezh 3, 4, 5 Rostov 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	
Ukraine	National Nuclear Energy Generating Company "Energoatom"	Khmelnitsky 1,2 Rivne 1,2,3,4	South Ukraine 1,2,3 Zaporizhzhya 1,2,3,4,5,6
United Kingdom	EDF Energy	Sizewell B	

Country	Utility <sup>4</sup>	Plant name	
United States	American Electric Power Co.	D.C. Cook 1, 2	
	Arizona Public Service Co.	Palo Verde 1, 2, 3	
	Detroit Edison Co.	Fermi 2	
	Dominion Generation	North Anna 1, 2	Surry 1,2
	Duke Energy Corp.	Millstone 2, 3	
		Brunswick 1,2	McGuire 1,2
		Catawba 1,2	Oconee 1,2,3
		Harris 1	Robinson 2
	Energy Northwest	Columbia	
	Energy Nuclear Operations, Inc.	Palisades	
	Exelon Nuclear Corporation	Braidwood 1, 2	Limerick 1, 2
		Byron 1, 2	Nine Mile Point 1, 2
		Calvert Cliffs 1,2	Oyster Creek 1
		Clinton 1	Peach Bottom 2, 3
		Dresden 2, 3	Quad Cities 1, 2
		Ginna 1	TMI 1
	LaSalle County 1, 2		
	First Energy Nuclear Operating Co.	Beaver Valley 1, 2	Perry 1
		Davis Besse 1	
	Luminant Generation Company, LLC.	Comanche Peak 1,2	
	Nextera Energy Resources, LLC.	Duane Arnold 1	Seabrook 1
		Point Beach 1, 2	Turkey Point 3, 4
	Omaha Public Power District	Fort Calhoun 1	
	Pacific Gas & Electric Company	Diablo Canyon 1, 2	
	Public Service Electric & Gas Co.	Hope Creek 1	
	PPL Susquehanna, LLC.	Susquehanna 1, 2	
	South Carolina Electric & Gas Co.	Virgil C. Summer 1	
	South Texas Project Nuclear Operating Co.	South Texas 1, 2	
Southern Nuclear Operating Company, Inc.	Hatch 1, 2	Vogtle 1, 2	
	Farley 1, 2		
Tennessee Valley Authority (TVA)	Browns Ferry 1, 2, 3	Watts Barr 1	
	Sequoyah 1, 2		
Wolf Creek Nuclear Operation Corp.	Wolf Creek		
Xcel Energy	Monticello	Prairie Island 1, 2	

**Officially Participating Utilities: Definitively shutdown reactors**

Country	Utility	Plant name	
Bulgaria	Kozloduy NPP Plc.	Kozloduy 1, 2, 3, 4	
Canada	Hydro Quebec Ontario Power Generation	Gentilly 2 Pickering 2, 3	
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	
Russian Federation	Rosenergoatom Concern OJSC	Novovoronezh 1, 2	
Spain	UNESA	Santa Maria de Garona	
Sweden	Barsebäck Kraft AB (BKAB)	Barsebäck 1, 2	
United States	Detroit Edison Co. Dominion Generation Duke Energy Corp. Entergy Nuclear Operations, Inc. Exelon Nuclear Corporation  First Energy Nuclear Operating Co. Pacific Gas & Electric Company Southern California Edison Co.	Fermi 1 Kewaunee Crystal River 3 Big Rock Point Dresden 1 Peach Bottom 1 TMI 2 Humboldt Bay San Onofre 1, 2, 3	Millstone 1    Zion 1, 2

### ***Participating Regulatory Authorities***

<b>Country</b>	<b>Authority</b>
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	Radiation and Nuclear Safety Authority (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
Japan	Nuclear Regulation Authority (NRA)
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) Slovenian Nuclear Safety Administration (SNSA)
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***

<b>Country</b>	<b>Technical Centre*</b>	<b>Country</b>	<b>Technical Centre</b>
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](mailto: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. 7<sup>th</sup> Floor  
3-17-1 Toranomon, Minato-ku,  
Tokyo 105-0001, Japan

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

### **European Technical Centre (ETC)**

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

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

### **IAEA Technical Centre (IAEATC)**

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

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>MICHELET, Marie</b> ABELA, Gonzague BELTRAMI, Laure-Anne D'ASCENZO, Lucie GUZMAN LOPEZ-OCÓN, Olvido LATIL-QUERREC, Névéna SCHIEBER, Caroline	EDF EDF CEPN (ETC) 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>KANEDA, Kenichiro</b> SATO, Hideharu SUZUKI, Akiko YAMATO, Aiji YOSHIDA, Shigenobu	Nuclear Safety Research Association (NSRA) Nuclear Safety Research Association (NSRA) Nuclear Regulation Authority (NRA) Nuclear Safety Research Association (NSRA) Nuclear Regulation Authority (NRA)
<b>KOREA (REPUBLIC OF)</b>	
<b>KIM Byeong-Soo</b> HWANG, Tea-Won JANG, Yongsik 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>MEIJER, Hans</b> BREAS, Gerard	Borssele NPP Ministry of Infrastructure and the Environment
<b>PAKISTAN</b> KAHN, Rizwan Ali <b>MUBBASHER, Makshoof A.</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>DOLJENKOV, Igor</b> GLASUNOV, Vadim	Rosenergoatom Concern OJSC VNIIAES - Russian Research Institute for Nuclear Power Plant Operation
<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) WGDA Chair, Forsmark NPP
<b>SWITZERLAND</b> <b>TAYLOR Thomas</b> JAHN, Swen-Gunnar	Mühleberg NPP Swiss Nuclear Safety Inspectorate (ENSI)
<b>UKRAINE</b> <b>BEREZHAYAYA Tatyana</b> RYAZANTSEV, Viktor	Nuclear Energy Generation Company (NNEG) 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 (2014)**

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

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

##### **BRAZIL**

DO AMARAL, Marcos Antonio Angra NPP

##### **CANADA**

DJEFFAL, Salah Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC)

##### **CZECH REPUBLIC**

FARNIKOVA, Monika Temelin NPP

##### **FRANCE**

ABELA, Gonzague EDF  
BELTRAMI, Laure-Anne CEPN (ETC)  
COUASNON, Olivier Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN)  
D'ASCENZO, Lucie CEPN (ETC)  
MICHELET, Marie EDF  
ROCHER, Alain EDF  
SCHIEBER, Caroline CEPN (ETC)

##### **GERMANY**

BASCHNAGEL, Michael Biblis NPP  
JENTJENS, Lena VGB PowerTech  
STAHL, Thorsten Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit (GRS) mbH  
STEINEL, Dieter Philippsburg NPP

##### **JAPAN**

BESSHO, Yasunori Nuclear Regulation Authority (NRA)  
SUZUKI, Akiko Nuclear Regulation Authority (NRA)

##### **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)  
LEE, Tearyong 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 RODIZ, Miguel Angel Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)

##### **SWEDEN**

HENNIGOR, Staffan Forsmark NPP  
SVEDBERG, Torgny Ringhals NPP

##### **UNITED KINGDOM**

INGHAM, Grant Office for Nuclear Regulation (ONR)

##### **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      Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit mbH (GRS)

**JAPAN**

HAYASHIDA, Yoshihisa      Nuclear Regulation Authority (NRA)  
SUZUKI, Akiko      Nuclear Regulation Authority (NRA)

**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

- *Occupational Radiation Protection in Severe Accident Management (EG-SAM) Report*, OECD, 2015.
- *Radiation Protection Aspects of Primary Water Chemistry and Source-Term Management Report*, OECD, 2014.
- *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***

2014	No. 22 (March)
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. 40: Nov. 2014	Republic of Korea: Summary of National Dosimetric Trends
No. 39: Oct. 2014	Japanese Dosimetric Results: FY 2013 data and trends
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 2 <sup>nd</sup> EC/ISOE workshop on occupational exposure management at nuclear power plants
No. 24: June 2000	List of BWR and CANDU sister unit groups
No. 23: June 2000	Preliminary European Dosimetric Results 1999
No. 22: May 2000	Analysis of the evolution of collective dose related to insulation jobs in some European PWRs
No. 21: May 2000	Investigation on access and dosimetric follow-up rules in NPPs for foreign workers
No. 20: April 1999	Preliminary European Dosimetric Results 1998
No. 19: Oct. 1998	ISOE 3 data base – New ISOE 3 Questionnaires received (since Sept 1998)
No. 18: Sept. 1998	The Use of the man-Sievert monetary value in 1997
No. 17: Dec. 1998	Occupational Exposure and Steam Generator Replacements, update
No. 16: July 1998	Preliminary European Dosimetric Results for 1997
No. 15: Sept. 1998	PWR collective dose per job 1994-1995-1996 data
No. 14: July 1998	PWR collective dose per job 1994-1995-1996 data
No. 12: Sept. 1997	Occupational exposure and reactor vessel annealing
No. 11: Sept. 1997	Annual individual doses distributions: data available and statistical biases
No. 10: June 1997	Preliminary European Dosimetric Results for 1996
No. 9: Dec. 1996	Reactor Vessel Closure Head Replacement
No. 7: June 1996	Preliminary European Dosimetric Results for 1995
No. 6: April 1996	Overview of the first three Full System Decontamination
No. 4: June 1995	Preliminary European Dosimetric Results for 1994
No. 3: June 1994	First European Dosimetric Results: 1993 data
No. 2: May 1994	The influence of reactor age and installed power on collective dose: 1992 data
No. 1: April 1994	Occupational Exposure and Steam Generator Replacement

### ***IAEA Technical Centre***

No. 9: Aug. 2003	Preliminary dosimetric results for 2002
No. 8: Nov. 2002	Conclusions and Recommendations from the 3rd 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***

2014-2: Aug. 2014	Kewaunee PWR Low Dose Outage Worker Study
2014-1: July 2014	North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2013 Occupational Dose Benchmarking Charts
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***

Sept. 2014 (Gyeongju, Rep.of Korea)	2010 ISOE Asian ALARA Symposium
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***

April 2014 (Bern, Switzerland)	2014 ISOE European ALARA Symposium
June 2012 (Prague, Czech Republic)	2012 ISOE European ALARA Symposium
Nov. 2010 (Cambridge, UK)	2010 ISOE International ALARA Symposium
June 2008 (Turku, Finland)	2008 ISOE European 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. 2014 (Ft. Lauderdale, FL, USA)	2014 ISOE North American ALARA Symposium
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