

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 27 回年次報告書(2017 年)

© OECD 2019
NEA/ISOE(2019)1

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、経済的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年以来、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27回年次報告書では、2017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、20162～2019 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 |
| 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 | 31 |
| 中国 | 35 |
| チェコ共和国 | 36 |
| フィンランド | 37 |
| フランス | 40 |
| ドイツ | 45 |
| ハンガリー | 47 |
| イタリア | 49 |
| 日本 | 50 |
| 韓国 | 52 |
| リトアニア | 54 |
| メキシコ | 56 |
| オランダ | 58 |
| パキスタン | 59 |
| ルーマニア | 60 |
| ロシア連邦 | 62 |
| スロバキア共和国 | 65 |
| スロベニア | 67 |
| 南アフリカ | 68 |
| スペイン | 69 |
| スウェーデン | 74 |
| スイス | 77 |
| ウクライナ | 78 |

| | |
|---|----|
| 英国 | 79 |
| 米国 | 81 |
| 4. ISOE 経験交換活動..... | 85 |
| 4.1 ISOE シンポジウム及びその他イベント | 85 |
| 4.2 ISOE ウェブサイト(www.isoe-network.net) | 85 |
| 4.3 ISOE ベンチマーキング視察 | 87 |
| 4.4 ISOE 管理 | 87 |

表

| | |
|---|----|
| 表 1 正式な ISOE 参加者及び ISOE データベース(2017 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(2015～2017 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(2013～2015 年及び 2015～2017 年、人・Sv/基) | 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)(2015～2017 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 (1992～2017 年、人・Sv/基) | 11 |
| 図 2 2017 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 2017 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 2017 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 2017 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 2004 年～2017 年における国別の PWR の平均集団線量(1) | 16 |
| 図 7 2004 年～2017 年における国別の PWR の平均集団線量(2) | 16 |
| 図 8 2004 年～2017 年における国別の PWR の平均集団線量(3) | 17 |
| 図 9 2004 年～2017 年における国別の PWR の平均集団線量(4) | 17 |
| 図 10 2004 年～2017 年における国別の VVER の平均集団線量(1) | 18 |
| 図 11 2004 年～2017 年における国別の VVER の平均集団線量(2) | 18 |
| 図 12 2004 年～2017 年における国別の BWR の平均集団線量(1) | 19 |
| 図 13 2004 年～2017 年における国別の BWR の平均集団線量(2) | 19 |
| 図 14 2004 年～2017 年における国別の PHWR の平均集団線量(2) | 20 |
| 図 15 2013 年～2017 年における国別の PWR の平均年間集団線量 | 22 |
| 図 16 2013 年～2017 年における国別の VVER の平均年間集団線量 | 22 |
| 図 17 2013 年～2017 年における国別の BWR の平均年間集団線量 | 23 |
| 図 18 2013 年～2017 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 27 回年次報告書では、2017 年における ISOE プログラムの状況を紹介する。

ISOE は OECD/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。2016～2019 年に関する現在の ISOE 規約は、2016 年 1 月 1 日に発効した。2017 年 12 月 31 日時点で、ISOE プログラムには 31 カ国で 76 の電気事業者 (346 基の運転中のユニット及び 55 基の停止中ユニット、8 基の建設中のユニット) と 28 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、489 基の運転中の原子炉における職業被ばく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 85% 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 2017 年平均年間集団線量と、1 基当たりの 3 カ年移動平均 (2015～2017 年) は、以下のとおりであった。

| | 2017 年平均年間 集団線量 (人・Sv/基) | 2015～2017 年の 3 カ年移動平均 (人・Sv/基) |
|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 加圧水型原子炉 (PWR) | 0.38 | 0.43 |
| 加圧水型原子炉 (VVER) | 0.41 | 0.43 |
| 沸騰水型原子炉 (BWR) | 0.91 | 0.85 |
| 加圧重水型原子炉 (PHWR/CANDU) | 1.04 | 0.91 |

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 110 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 2017 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。2017 年、ISOE 参加者には、ISOE ネットワーク・ウェブサイト (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。2017 年は、1 月 9 日～11 日に北米技術センターが米国フォート・ローダーデールで ALARA シンポジウムを主催した。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。

原子力発電所 NPP のデコミッショニング活動における放射線防護に関するワーキンググループ(WGDECOM)が正式なワーキング・グループとして活動を継続し、運転中放射線防護(RP)のデータと、廃止措置段階もしくはその準備段階にある原子力発電所(NPP)の経験を十分に共有するためのプロセスを ISOE プログラム内で開発する活動を実施している。

ISOE 参加国における主な出来事について本報告書のセクション 3 で概説している。

1. 職業被ばく情報システム (ISOE) への参加の状況

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

ISOE の参加者には、規約(2016～2019 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

2017 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、346 基の運転中のユニット、55 基の停止中ユニット¹及び 8 基の建設中ユニットを含む、31 カ国の 76 の電気事業者、並びに 26 カ国の 28 の規制当局である。表 1 には、2017 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。

NPP の廃止措置もしくは NPP における他の活動に関する許認可を受けた組織による、ISOE プログラムへの参加を拡大するため、2017 年に ISOE の重要なイニシアティブが開始された。それに伴い規約を改定し、「電気事業者」を「原子力許認可事業者」に変更することが運営委員会で合意された。

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 31 カ国の 486 基の原子炉(379 基が運転中、110 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 85%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。

¹ 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(2017 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 | 14 | 2 | - | - | - | - | 16 |
| チェコ共和国 | - | 6 | - | - | - | - | 6 |
| フィンランド | - | 2 | 2 | - | - | - | 4 |
| フランス | 58 | - | - | - | - | - | 58 |
| ハンガリー | - | 4 | - | - | - | - | 4 |
| 日本 | 20 | - | 22 | - | - | - | 43 |
| 韓国 | 21 | - | - | 4 | - | - | 25 |
| メキシコ | - | - | 2 | - | - | - | 2 |
| オランダ | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| パキスタン | 4 | - | - | 1 | - | - | 5 |
| ルーマニア | - | - | - | 2 | - | - | 2 |
| ロシア連邦 | - | 18 | - | - | - | - | 18 |
| 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 | - | 6 | - | - | - | 9 |
| スイス | 3 | - | 2 | - | - | - | 5 |
| ウクライナ | - | 15 | - | - | - | - | 15 |
| 英国 | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| 米国 | 59 | - | 29 | - | - | - | 88 |
| 合計 | 202 | 54 | 64 | 26 | 0 | 0 | 346 |
| 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 |
| ドイツ | 6 | - | 2 | - | - | - | 8 |
| 英国 | - | - | - | - | 14 | - | 14 |
| 米国 | 6 | - | 5 | - | - | - | 11 |
| 合計 | 12 | 0 | 7 | 0 | 14 | 0 | 33 |
| 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 | 214 | 54 | 71 | 26 | 14 | 0 | 379 |

表 1 正式な ISOE 参加者及び ISOE データベース(2017 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 |
| アルメニア | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| ブルガリア | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 |
| カナダ | - | - | - | 3 | - | - | - | 3 |
| フランス | 1 | - | - | - | 6 | - | - | 7 |
| イタリア | 1 | - | 2 | - | 1 | - | - | 4 |
| 日本 | 4 | - | 10 | - | 1 | - | 1 | 16 |
| リトアニア | - | - | - | - | - | 2 | - | 2 |
| ロシア連邦 | 3 | - | - | - | - | - | - | 3 |
| スペイン | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 |
| スウェーデン | - | - | 3 | - | - | - | - | 3 |
| 米国 | 7 | - | 3 | - | - | - | 1 | 11 |
| 合計 | 16 | 5 | 19 | 3 | 8 | 2 | 2 | 55 |
| 最終的に停止した原子炉:ISOE に参加していないが 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 | - | - | - | 3 | - | - | - | 3 |
| ドイツ | 8 | - | 4 | - | 1 | - | - | 13 |
| オランダ | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 |
| スペイン | 1 | - | - | - | 1 | - | - | 2 |
| ウクライナ | - | - | - | - | - | 3 | - | 3 |
| 英国 | - | - | - | - | 20 | - | - | 20 |
| 米国 | 7 | - | 3 | - | 1 | - | - | 11 |
| 合計 | 16 | 0 | 8 | 3 | 23 | 3 | 0 | 53 |
| 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 | |
| 合計 | 37 | 28 | 6 | 32 | 5 | 2 | 110 | |
| 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 | |
| 合計 | 305 | 99 | 32 | 46 | 5 | 2 | 489 | |
| 参加国数 | | | | | | | | 31 |
| 参加電気事業者数 ² | | | | | | | | 76 |
| 参加当局数 ³ | | | | | | | | 28 |

²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。

³2カ国は2つの当局を伴って参加している。

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を含む ISOE 職業被ばくデータベースの中で維持される。現在の ISOE データベースには、以下の種類のデータが含まれている。

運転中、停止中又は廃止措置の何らかの段階にある商業用 NPP からの線量測定情報。例えば、以下のものである。

- 通常運転に関する年間集団線量
- 保全作業／燃料取替停止
- 計画外停止期間
- 特定の作業や作業員カテゴリーに関する年間集団線量

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

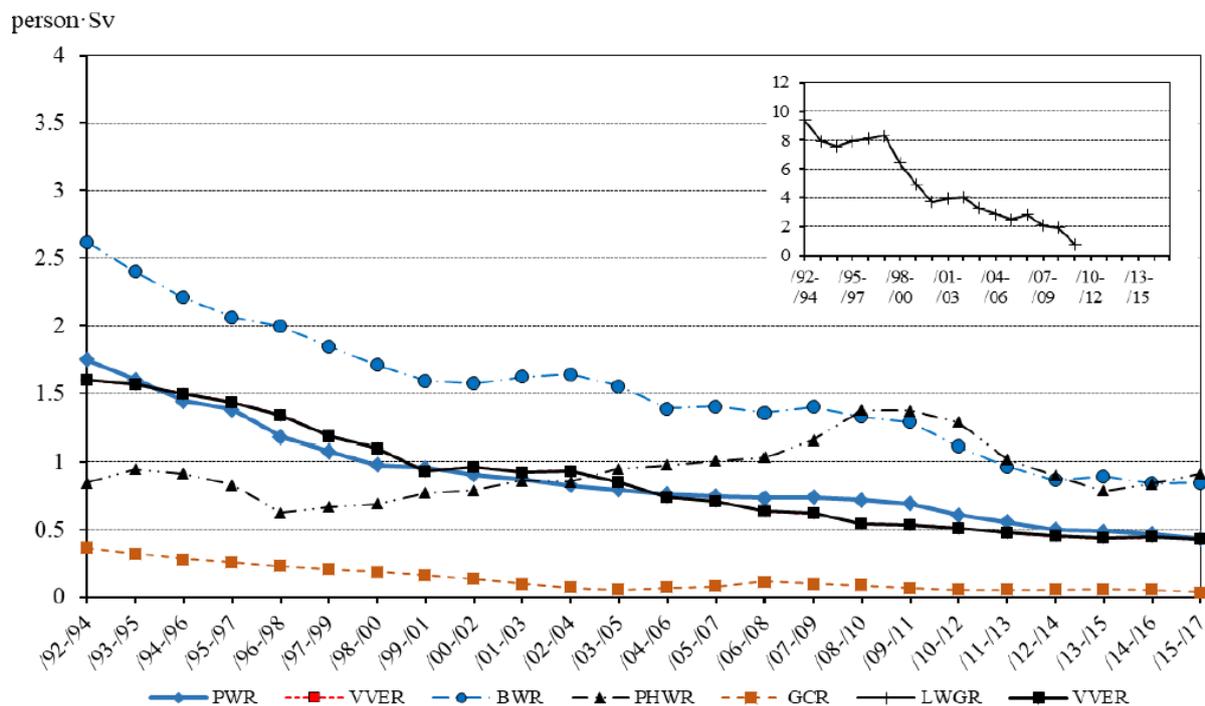
a) 原子炉型式別の世界的な傾向

図 1 は、1992～2017 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。

PHWR の 2009 年～2012 年における年間集団線量の 3 カ年移動平均が増加傾向にあるが、これは CANDU 炉(ポイント・ルブロー、ブルース A の 1 及び 2 号機、月城)における大規模な改修作業及び、ブルース 3 及び 4 号機における運転再開によるものである。CANDU 炉における主な改修作業は、原子炉の寿命延長を目的とする作業の一環としてのフィーダー管及びその他部品の交換が含まれる。PHWR における年間集団線量の 3 カ年移動平均が上昇した理由はダーリントン 2 号機で 2016 年～2017 年の間に実施されたフィーダー管とその他の部品の大規模交換によって説明がつく。

2015 年～2017 年における国別及び原子炉型式別の 1 基あたりの平均年間集団線量は表 2 に、また 2013 年～2015 年及び 2015 年～2017 年における国別及び原子炉型式別の 1 基あたりの年間集団線量の 3 カ年移動平均は表 3 に、それぞれ示されている。これらの結果は主に、2017 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、2017 年についてデータが報告された原子炉ユニットの数を意味している。

図 1 ISOE に含まれている、運転中の全原子炉の原子炉型式別の 1 基当たり 3 年移動平均（1992～2017 年、人・Sv/基）



b) 国別の平均集団線量傾向

表 2 では、過去 3 年間に於ける 1 基あたりの平均集団線量に関する情報を、国別及び原子炉型式別で示している。この期間中、通常の周期的作業を伴う多少の年間変動を斟酌すれば、大多数の国において比較的安定した平均集団線量が維持された。

図 2～5 は、表 2 における 2017 年のデータのみを棒グラフで示し、平均集団線量が最も高いものから順に並べたものである。ただし、集団線量に影響するパラメーターは複雑であり、また本報告書に貢献しているプラントが多種多様であることから、これらの分析と数値は対象国における放射線防護パフォーマンスの質についていかなる結論をも下すものではない。

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(2015~2017年、人・Sv/基)

| | PWR | | | VVER | | | BWR | | |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2015 | 2016 | 2017 | 2015 | 2016 | 2017 |
| アルメニア | | | | 0.89 | 1.49 | 1.17 | | | |
| ベルギー | 0.32 | 0.29 | 0.31 | | | | | | |
| ブラジル | 0.33 | 0.32 | 0.25 | | | | | | |
| ブルガリア | | | | 0.45 | 0.36 | 0.25 | | | |
| 中国 | 0.52 | 0.49 | 0.43 | 0.26 | 0.51 | 0.16 | | | |
| チェコ共和国 | | | | 0.14 | 0.15 | 0.17 | | | |
| フィンランド | | | | 0.26 | 0.42 | 0.26 | 0.40 | 0.44 | 0.48 |
| フランス | 0.71 | 0.76 | 0.61 | | | | | | |
| ドイツ | 0.18 | 0.14 | 0.13 | | | | 1.11 | 0.91 | 0.63 |
| ハンガリー | | | | 0.33 | 0.24 | 0.25 | | | |
| 日本 | 0.19 | 0.16 | 0.14 | | | | 0.22 | 0.16 | 0.12 |
| 韓国 | 0.36 | 0.40 | 0.28 | | | | | | |
| メキシコ | | | | | | | 4.83 | 2.10 | 5.90 |
| オランダ | 0.22 | N/A | 0.61 | | | | | | |
| パキスタン | 0.59 | 0.27 | 0.12 | | | | | | |
| ルーマニア | | | | | | | | | |
| ロシア連邦 | | | | 0.56 | 0.51 | 0.50 | | | |
| スロバキア共和国 | | | | 0.18 | 0.16 | 0.14 | | | |
| スロベニア | 0.79 | 0.52 | 0.06 | | | | | | |
| 南アフリカ | 1.09 | 0.24 | 0.29 | | | | | | |
| スペイン | 0.38 | 0.44 | 0.25 | | | | 2.47 | 0.20 | 2.33 |
| スウェーデン | 0.68 | 0.36 | 0.21 | | | | 0.83 | 0.55 | 0.48 |
| スイス | 0.57 | 0.36 | 0.22 | | | | 1.23 | 1.02 | 1.39 |
| ウクライナ | | | | 0.55 | 0.55 | 0.53 | | | |
| 英国 | 0.05 | 0.55 | 0.29 | | | | | | |
| 米国 | 0.44 | 0.31 | 0.37 | | | | 1.22 | 0.98 | 1.18 |
| 平均 | 0.48 | 0.44 | 0.38 | 0.45 | 0.45 | 0.41 | 0.95 | 0.69 | 0.91 |

| | PHWR | | | GCR | | |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2015 | 2016 | 2017 |
| カナダ | 0.83 | 1.03* | 1.24 | | | |
| 韓国 | 0.43 | 0.65 | 0.41 | | | |
| パキスタン | 1.84 | 1.48 | 1.21 | | | |
| ルーマニア | 0.19 | 0.43 | 0.25 | | | |
| 英国 | | | | 0.07 | 0.02 | 0.02 |
| 平均 | 0.76 | 1.02 | 1.04 | 0.07 | 0.02 | 0.02 |

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(2015年~2017年:GCR)、日本(2015年~2017年)、韓国(2016年、2017年)、ドイツ(2016年、2017年)、ベルギー(2015年~2017年:ドール1及び2号機)、オランダ(2016年、2017年)

2016年のブルースB8のデータは明確化及び変更された(4981人・mSvから2812人・mSv)。その結果、本報告書におけるカナダの2016年のデータは1.14から1.03に変更された。

| | 2015 | 2016 | 2017 |
|------|------|------|------|
| 世界平均 | 0.54 | 0.51 | 0.55 |

図 2 2017 年における国別の PWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)

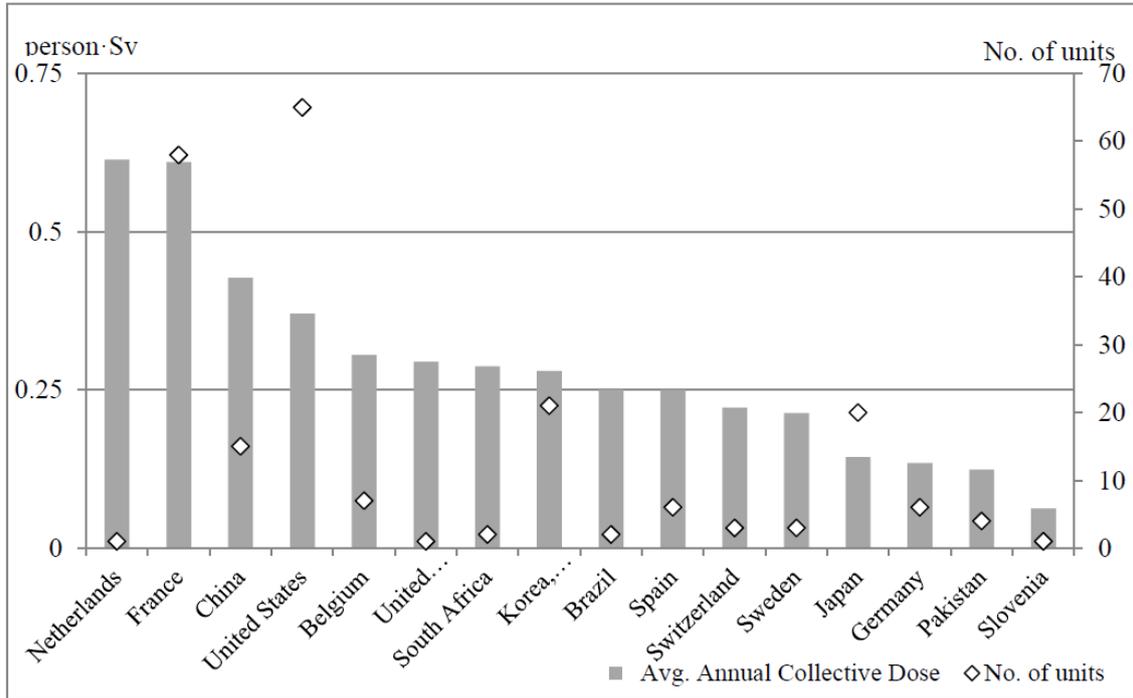


図 3 2017 年における国別の VVER 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)

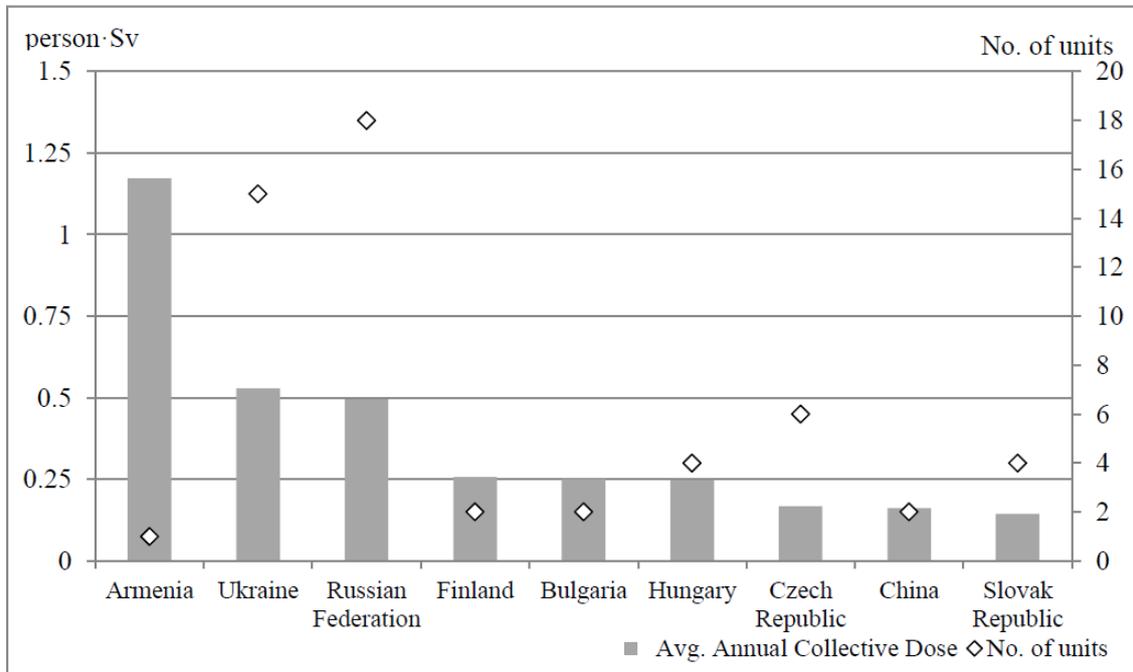


図 4 2017 年における国別の BWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)

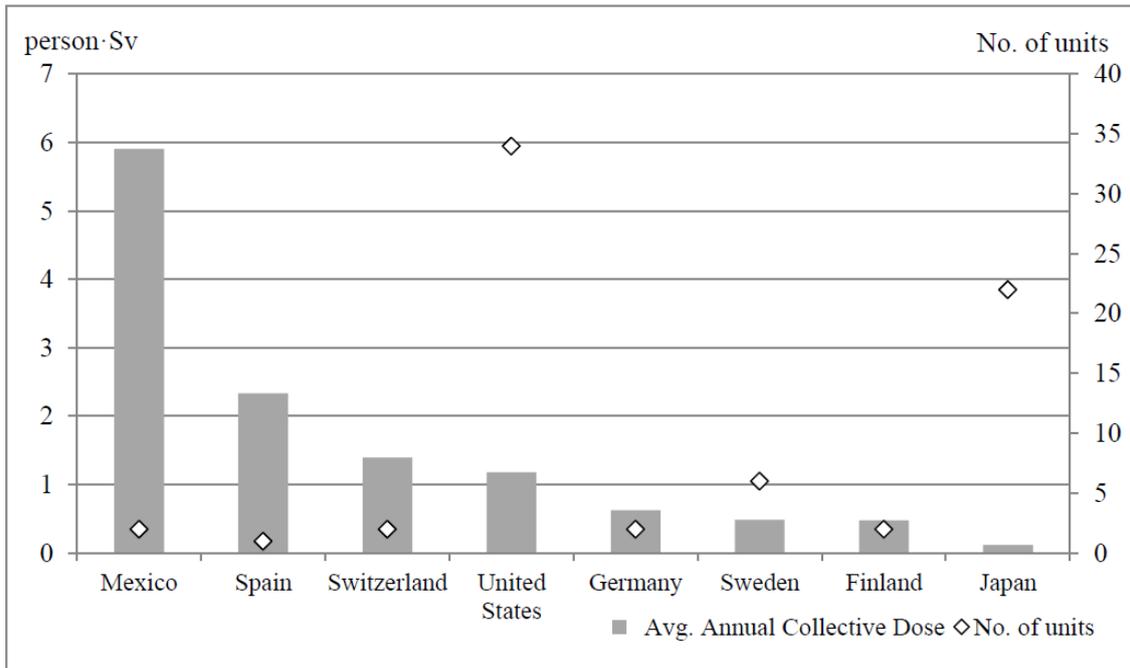
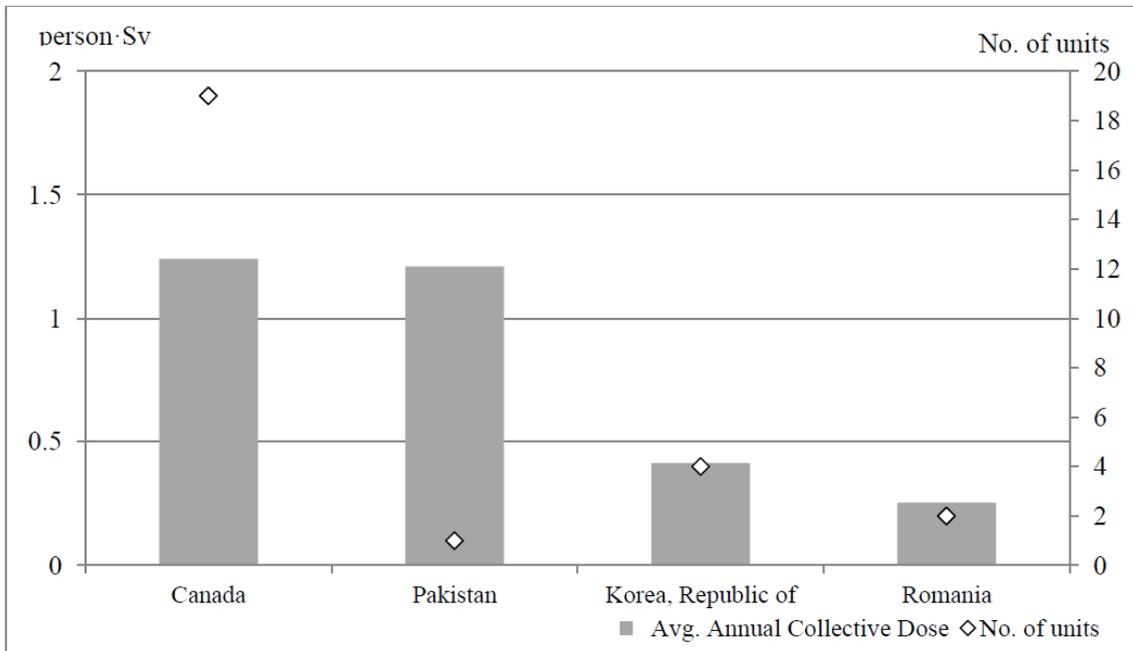


図 5 2017 年における国別の PHWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)



c) 国別の3カ年移動平均集団線量傾向

表3では、2013年～2015年及び2015年～2017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、2004年～2017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(2013～2015年及び2015～2017年、人・Sv/基)

| | PWR | | | VVER | | | BWR | | |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | /13-/15 | /14-/16 | /15-/17 | /13-/15 | /14-/16 | /15-/17 | /13-/15 | /14-/16 | /15-/17 |
| アルメニア | | | | 0.87 | 1.13 | 1.18 | | | |
| ベルギー | 0.26 | 0.28 | 0.30 | | | | | | |
| ブラジル | 0.38 | 0.33 | 0.30 | | | | | | |
| ブルガリア | | | | 0.32 | 0.37 | 0.35 | | | |
| カナダ | | | | | | | | | |
| 中国 | 0.61 | 0.49 | 0.48 | 0.25 | 0.34 | 0.31 | | | |
| チェコ共和国 | | | | 0.13 | 0.13 | 0.15 | | | |
| フィンランド | | | | 0.32 | 0.37 | 0.31 | 0.35 | 0.39 | 0.44 |
| フランス | 0.74 | 0.73 | 0.69 | | | | | | |
| ドイツ | 0.22 | 0.16 | 0.16 | | | | 1.12 | 1.06 | 0.88 |
| ハンガリー | | | | 0.41 | 0.32 | 0.27 | | | |
| 日本 | 0.22 | 0.20 | 0.17 | | | | 0.21 | 0.18 | 0.16 |
| 韓国 | 0.42 | 0.37 | 0.35 | | | | | | |
| メキシコ | | | | | | | 3.81 | 4.28 | 4.28 |
| オランダ | 0.43 | 0.22 | 0.45 | | | | | | |
| パキスタン | 0.57 | 0.49 | 0.33 | | | | | | |
| ルーマニア | | | | | | | | | |
| ロシア | | | | 0.56 | 0.56 | 0.52 | | | |
| スロバキア共和国 | | | | 0.15 | 0.16 | 0.16 | | | |
| スロベニア | 0.75 | 0.47 | 0.46 | | | | | | |
| 南アフリカ | 0.56 | 0.54 | 0.54 | | | | | | |
| スペイン | 0.39 | 0.40 | 0.35 | | | | 1.67 | 0.99 | 1.67 |
| スウェーデン | 0.64 | 0.59 | 0.42 | | | | 0.83 | 0.77 | 0.62 |
| スイス | 0.39 | 0.40 | 0.38 | | | | 1.19 | 1.16 | 1.21 |
| ウクライナ | | | | 0.52 | 0.53 | 0.54 | | | |
| 英国 | 0.27 | 0.32 | 0.30 | | | | | | |
| 米国 | 0.44 | 0.42 | 0.37 | | | | 1.19 | 1.10 | 1.13 |
| 平均 | 0.49 | 0.47 | 0.43 | 0.44 | 0.44 | 0.43 | 0.89 | 0.84 | 0.85 |

| | PHWR | | | GCR | | |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | /13-/15 | /14-/16 | /15-/17 | /13-/15 | /14-/16 | /15-/17 |
| カナダ | 0.86 | 0.92* | 1.03 | | | |
| 韓国 | 0.43 | 0.48 | 0.50 | | | |
| パキスタン | 1.85 | 1.78 | 1.51 | | | |
| ルーマニア | 0.25 | 0.31 | 0.29 | | | |
| 英国 | | | | 0.06 | 0.06 | 0.04 |
| 平均 | 0.78 | 0.87 | 0.91 | 0.06 | 0.06 | 0.04 |

| | /13-/15 | /14-/16 | /15-/17 |
|------|-------------|-------------|-------------|
| 世界平均 | 0.53 | 0.53 | 0.53 |

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。2016年のカナダのデータは、2016年の年次報告から変更されている。(表2の注記を参照)。

図 6 2004 年～2017 年における国別の PWR の平均集団線量(1)

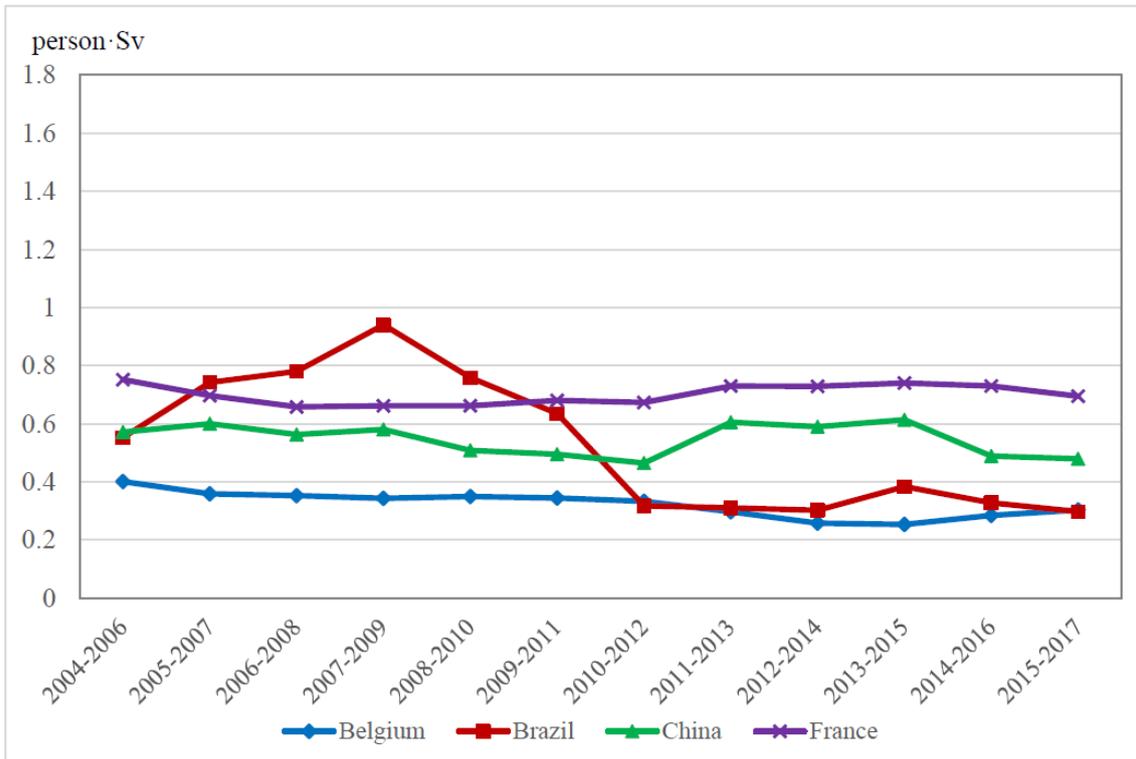


図 7 2004 年～2017 年における国別の PWR の平均集団線量(2)

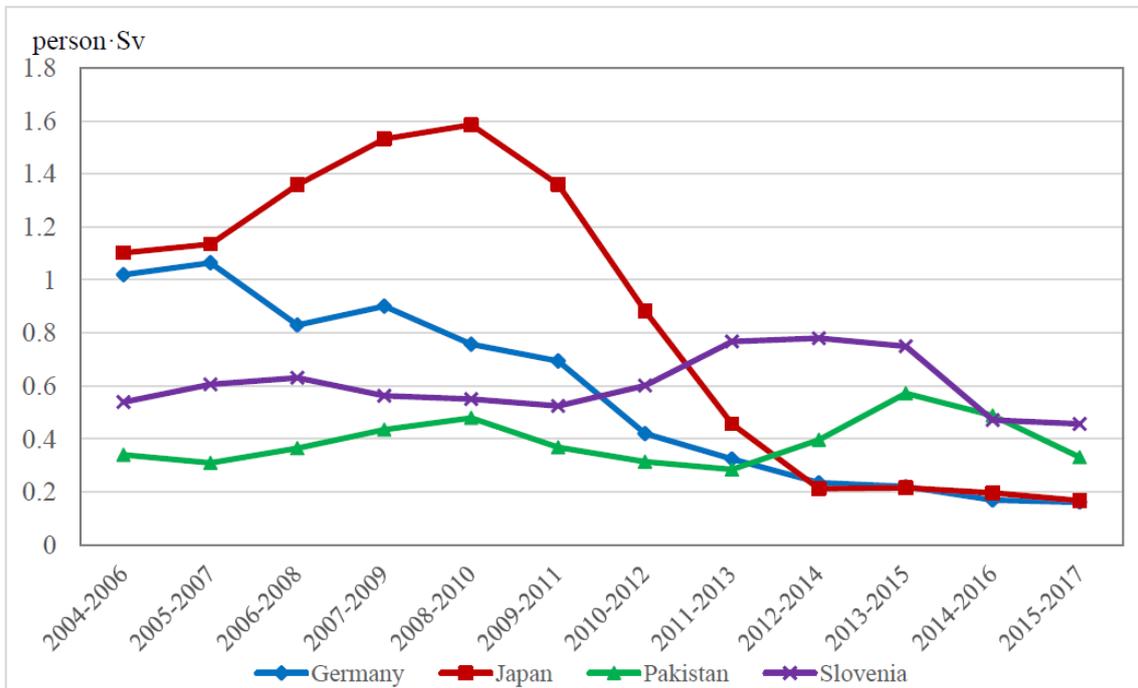


図 8 2004 年～2017 年における国別の PWR の平均集団線量(3)

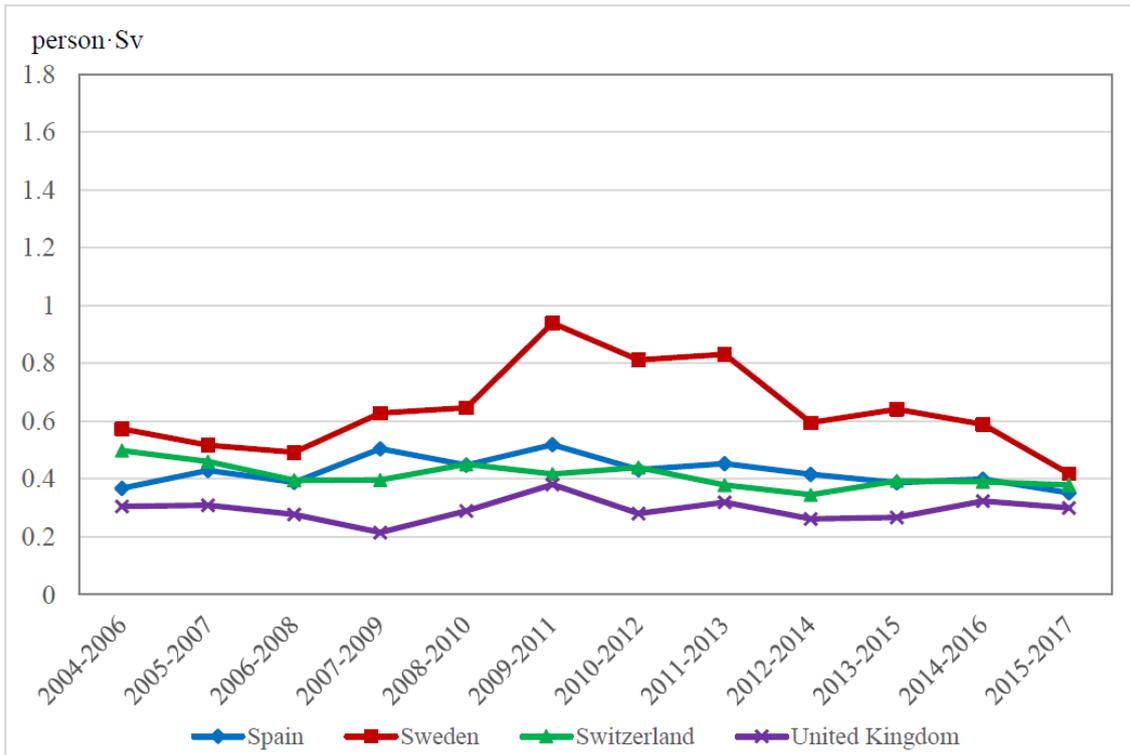


図 9 2004 年～2017 年における国別の PWR の平均集団線量(4)

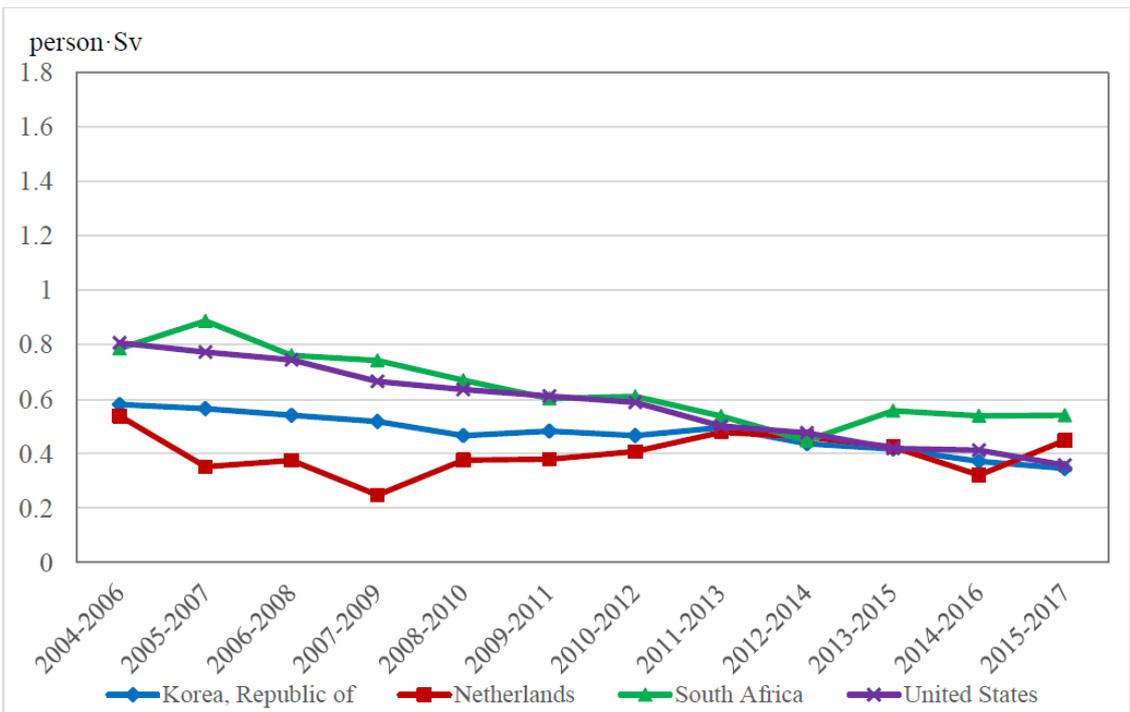


図 10 2004 年～2017 年における国別の VVER の平均集団線量(1)

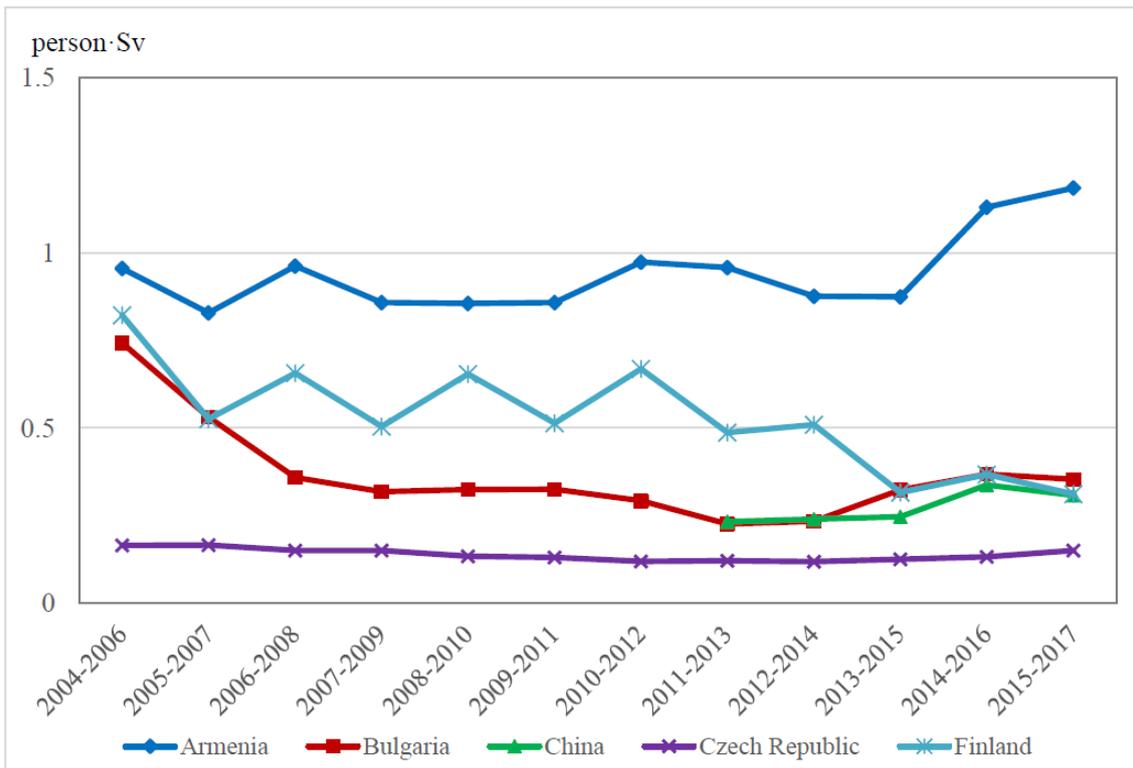


図 11 2004 年～2017 年における国別の VVER の平均集団線量(2)

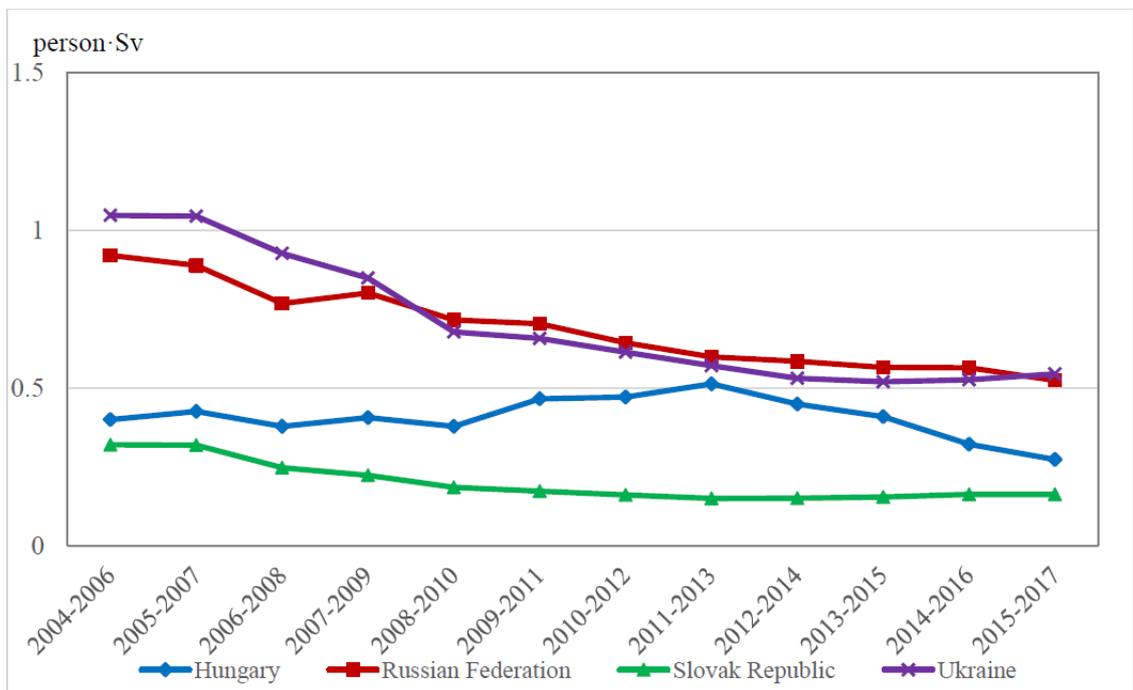


図 12 2004 年～2017 年における国別の BWR の平均集団線量(1)

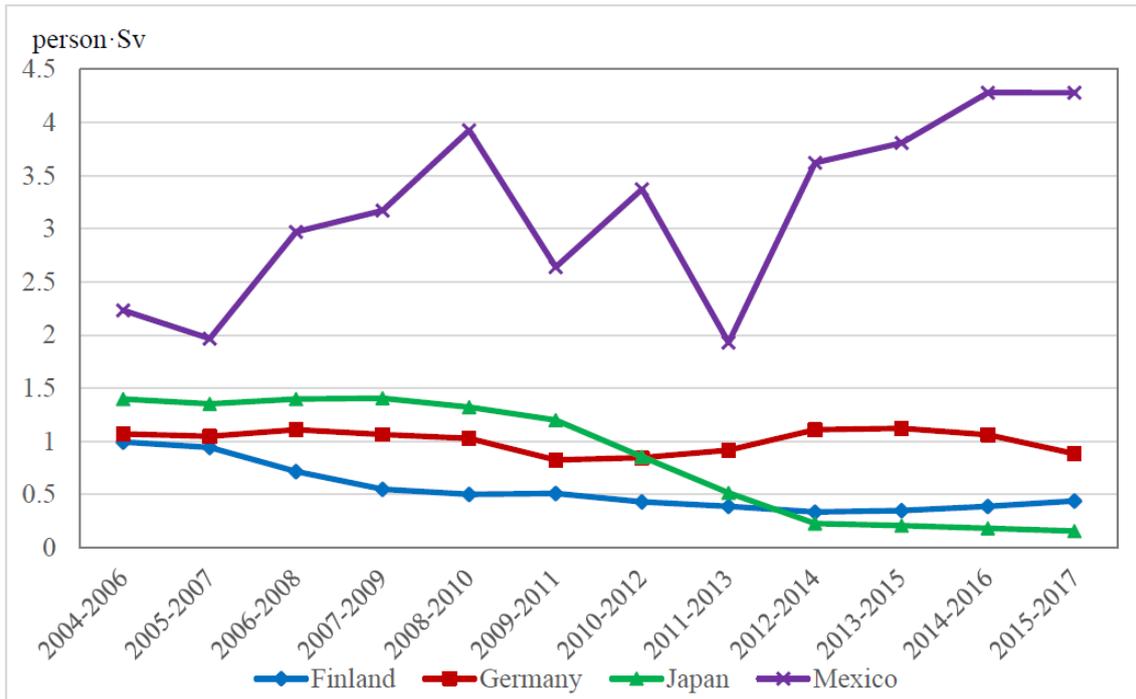


図 13 2004 年～2017 年における国別の BWR の平均集団線量(2)

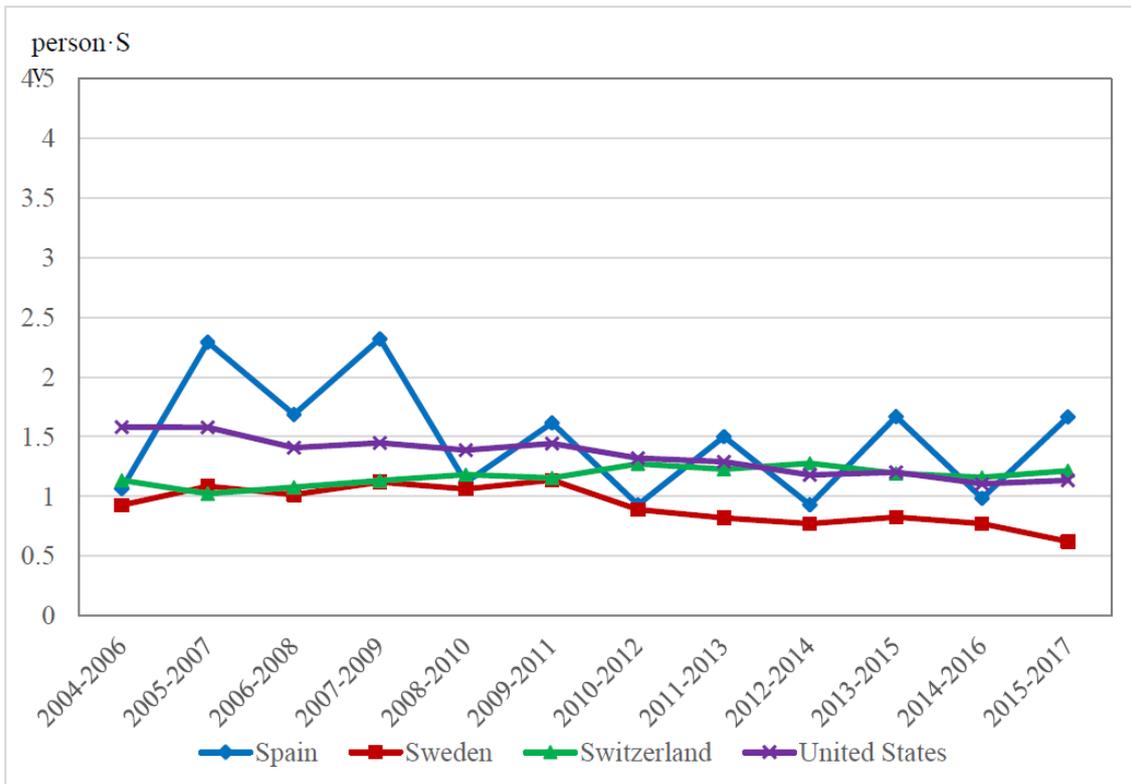
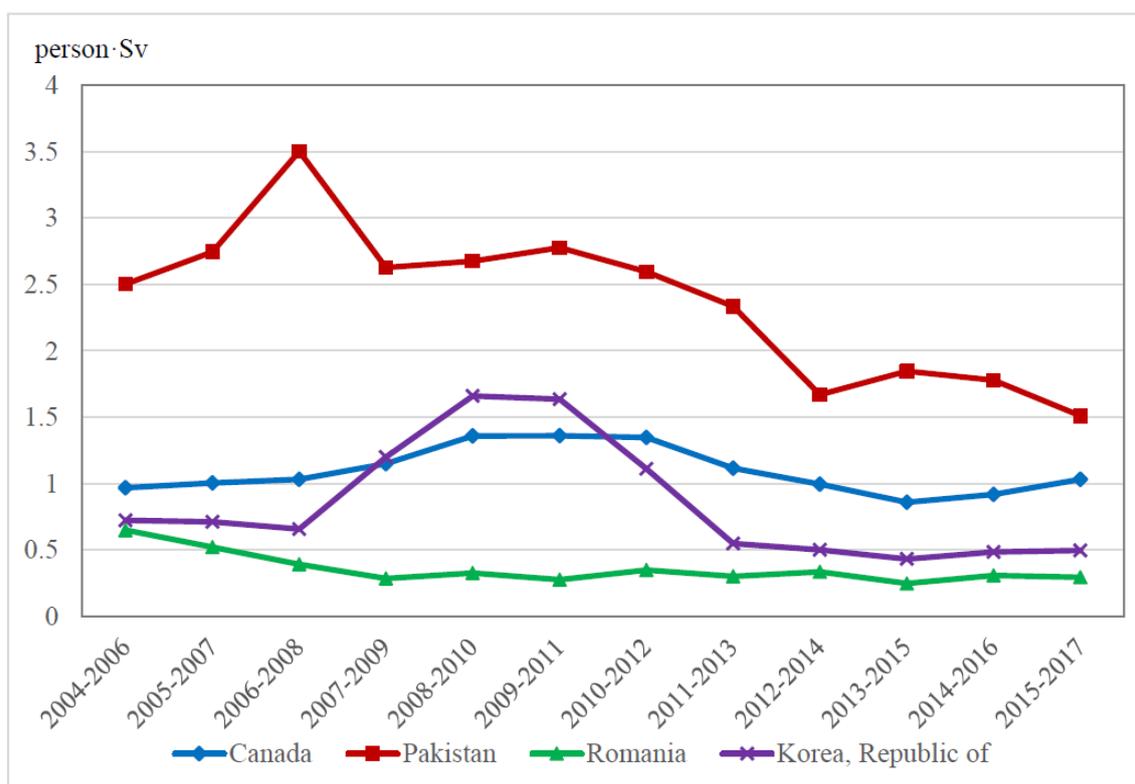


図 14 2004 年～2017 年における国別の PHWR の平均集団線量(2)



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 110 基からの線量データが含まれている。本セクションでは、2015～2017 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。

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 2015～2017 年について国別及び原子炉型式別に示したものであり、ISOE データベースに記録されたデータをそれぞれの国別報告書(セクション 3)で適宜補完したものに基いている。図 15～18 には、最終的に停止された原子炉の国毎の平均年間集団線量を 2013～2017 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)(2015~2017年)

| | | 2015 | | 2016 | | 2017 | |
|--------|--------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | | 基数 | 線量 | 基数 | 線量 | 基数 | 線量 |
| PWR | フランス | 1 | 73.3 | 1 | 51.0 | 1 | 55.7 |
| | ドイツ | 8 | 84.0 | 8 | 63.0 | 8 | 73.9 |
| | イタリア | 1 | 17.8 | 1 | 34.2 | 1 | 12.0 |
| | 日本 | | | 3 | 88.0 | 4 | 271.0 |
| | スペイン | 1 | 438.4 | 1 | 730.7 | 1 | 236.6 |
| | 米国 | 12 | 121.5 | 7 | 89.2 | 8 | 22.0 |
| | 平均 | 23 | 117.0 | 21 | 105.1 | 23 | 93.7 |
| VVER | ブルガリア | 4 | 5.5 | 4 | 8.3 | 4 | 9.3 |
| | ロシア連邦 | 2 | 69.4 | 2 | 52.5 | 3 | 357.6 |
| | 平均 | 6 | 26.8 | 6 | 23.1 | 7 | 158.5 |
| BWR | ドイツ | 4 | 73.0 | 4 | 83.0 | 4 | 74.5 |
| | イタリア | 2 | 40.0 | 2 | 24.4 | 2 | 17.4 |
| | 日本* | 2 | 67.0 | 4 | 237.0 | 4 | 157.0 |
| | オランダ | 1 | 0.0 | 1 | 0.0 | 1 | 0.0 |
| | スペイン | 1 | 119.9 | 1 | 76.1 | 1 | 135.5 |
| | スウェーデン | 2 | 8.4 | 3 | 19.3 | 3 | 21.6 |
| | 米国 | 5 | 111.1 | 3 | 54.7 | 3 | 66.9 |
| | 平均 | 17 | 70.6 | 18 | 90.4 | 18 | 75.7 |
| GCR | フランス | 6 | 20.0 | 6 | 5.4 | 6 | 1.3 |
| | ドイツ | 1 | 0.0 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | イタリア | 1 | 0.4 | 1 | 73.6 | 1 | 1.2 |
| | 日本 | 1 | 0.0 | 1 | 10.0 | 1 | 0.0 |
| | スペイン | 1 | 0.0 | 1 | 0.0 | N/A | N/A |
| | 英国 | 20 | 90.2 | 20 | 36.5 | 20 | 31.7 |
| | 平均 | 30 | 39.7 | 29 | 39.2 | 28 | 64.1 |
| PHWR | カナダ | 4 | 1.8 | 3 | 0.7 | 3 | 3.2 |
| LWGR | リトアニア | 2 | 342.7 | 2 | 305.4 | 2 | 404.7 |
| LWCHWR | 日本 | 1 | 45.8 | 1 | 111.9 | 1 | 130.9 |

*福島第一 NPP を除く

図 15 2013 年～2017 年における国別の停止中 PWR の平均年間集団線量

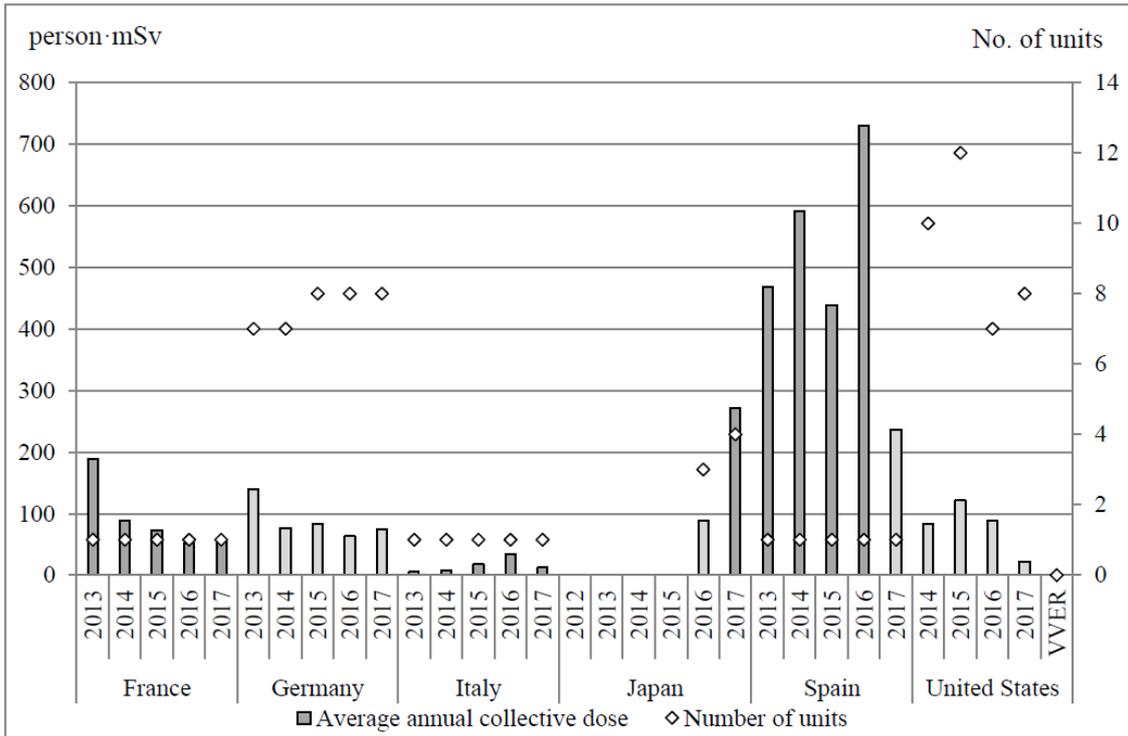


図 16 2013 年～2017 年における国別の停止中 VVER の平均年間集団線量

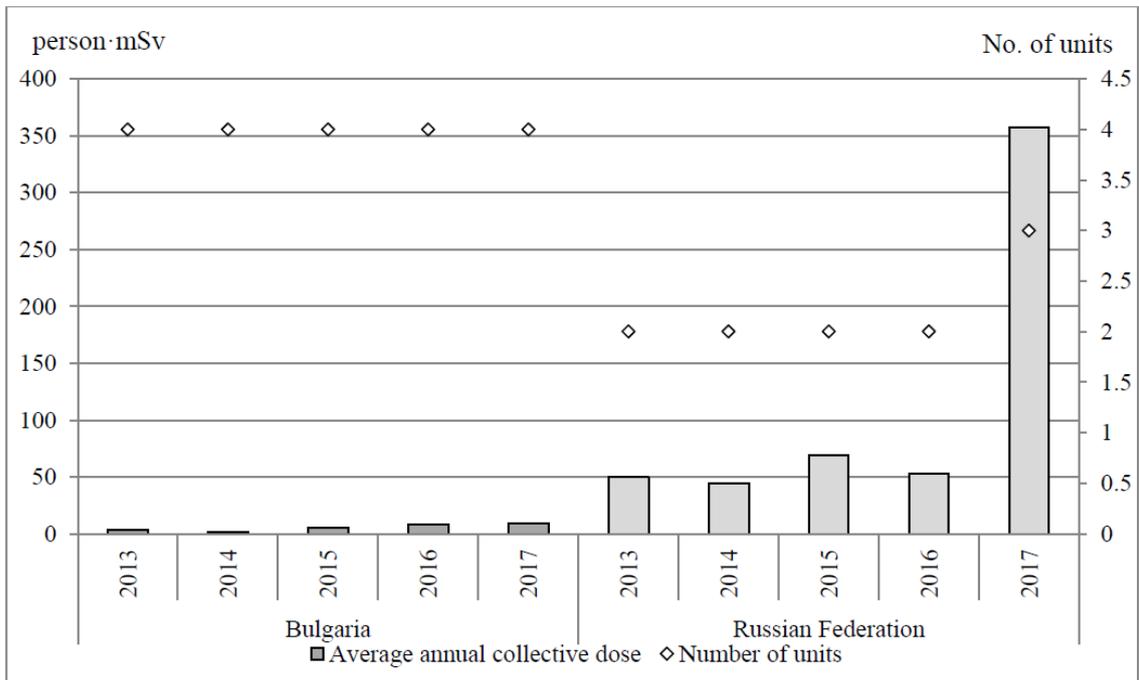


図 17 2013 年～2017 年における国別の停止中 BWR の平均年間集団線量

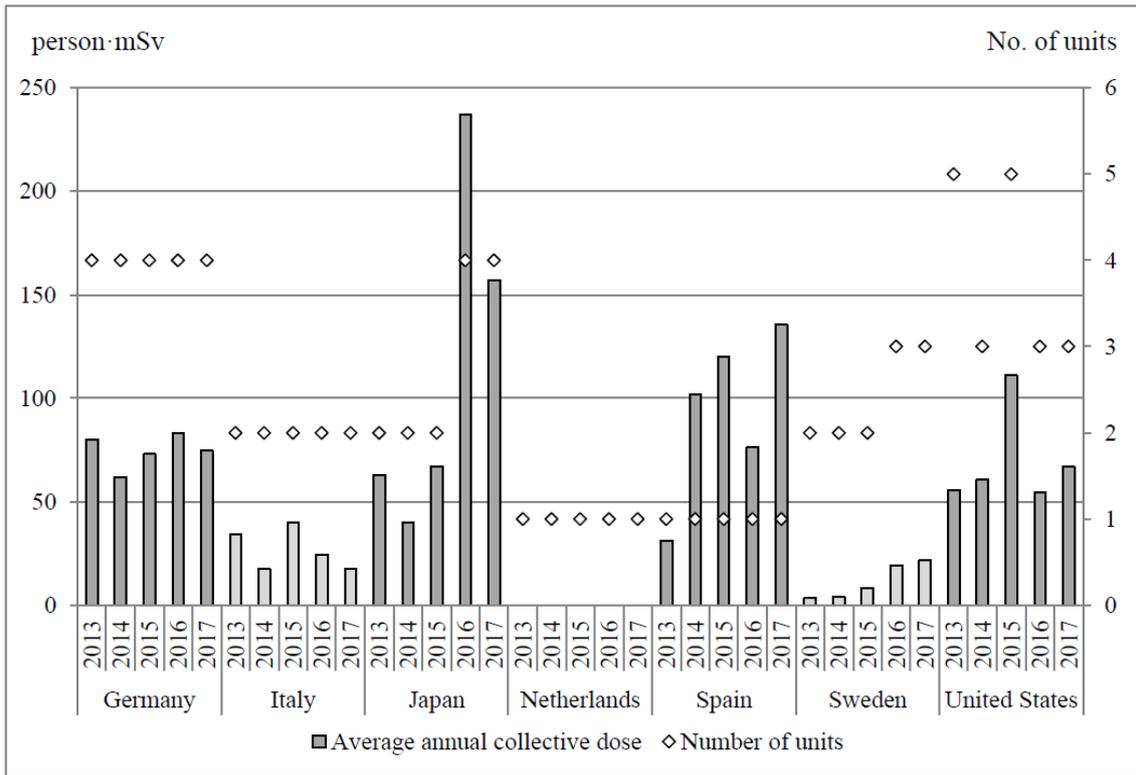
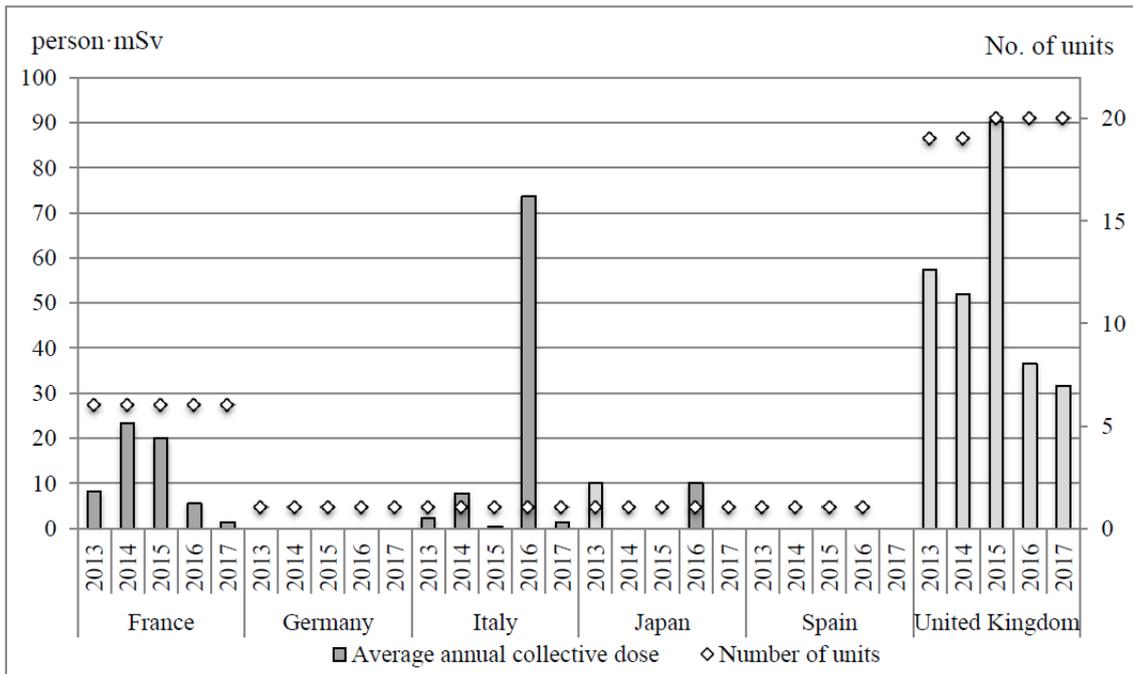


図 18 2013 年～2017 年における国別の停止中 GCR の平均年間集団線量



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、2017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、2017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¹。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。

¹ 1国によって報告の様式がさまざまであるため、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) 2017 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 | 1058.235 |
| 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 | N/A |

2) 2017 年主要事象

停止情報

2017 年における集団線量の主な原因は、計画停止であった。

2017 年の停止時集団線量

| 停止番号 | 停止日程 | 職員集団線量(人・mSv) | | |
|------|------------------------------------|---------------|----------|----------|
| | | ANPP | | 外部作業員 |
| | | 計画 | 実際に受けた線量 | 実際に受けた線量 |
| 2017 | 2017 年 5 月 10 日～ 2017 年 7 月 7 日 | 899 | 824.635 | 114.116 |

2017 年の停止時最大個人線量

| 停止番号 | 停止日程 | 最大個人線量(mSv) | |
|------|------------------------------------|-------------|-------|
| | | ANPP | 外部作業員 |
| 2017 | 2017 年 5 月 10 日～ 2017 年 7 月 7 日 | 17.337 | 5.005 |

- 組織の変化

アルメニアの NPP において ALARA 原則をさらに遂行するため、「2017 年アルメニア NPP 放射線防護プログラム」が開発された。本プログラムでは、NPP 作業員に対する放射線影響の最小化及び効果的な放射線防護の確保のための目標や課題が設定されている。

課題は以下の通り:

- 年間職員集団線量が1.31人・Svを超えないこと。
- 停止時の職員集団線量が917人・Svを超えないこと。
- 年間個人線量が20 mSvを超えないこと。

- 当局の報告

平和目的による原子力安全利用に関するアルメニアの法律(原子力法)について、IAEA 勧告、欧州指

令、IRRS ミッションを考慮の上、現在改定が行われているところである。改訂された法律は、政府の承認を得るために、2018 年末までに提出される予定である。

改定中の法律文書は以下の通り：

- 放射線安全規則の承認に関する法令No.1489-N（2006年8月18日）
- 放射線安全基準の承認に関する法令No.1219-N（2006年8月18日）
- 検査手順及び、そのチェックリスト

ベルギー

1) 2017 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 | 329.0 人・mSv/基 |

2) 2017 年主要事象

- 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

| ユニット | ドール4 | チアンジュ2 | ドール2 | ドール1 | チアンジュ1 | ドール3 |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 停止期間 | 3月～5月 | 4月～5月 | 5月～6月 | 6月～7月 | 9月～11月 | 9月～11月 |
| 目標 [人・mSv] | 190 | 500 | 278 | 261 | 250 | 438 |
| 合計 [人・mSv] | 225 | 460 | 371 | 360 | 185 | 416 |

- a) 2017年のドール1及び2号機の停止において、一次系配管の安全圧力逃し弁の交換といった特定の長期運転プログラムを実施したことから、実際の線量が線量目標を上回った。
- b) チアンジュ1及び2号機において、銀が放射化されたことにより一次系の線量率がわずかに上昇した。
- c) RCAの出口に設置されている個人汚染モニタが、ミリオン社のARGOSに交換された。

- 新規又は試験的な線量低減プログラム

- a) ドール3号機の空間線量率にわずかな減少が観測された。これは、亜鉛注入プログラムが成果を出しつつあることを意味する。

- 組織の変化

- a) サイトのRPスタッフが、企業の原子力安全部の専門家によって訓練されている。

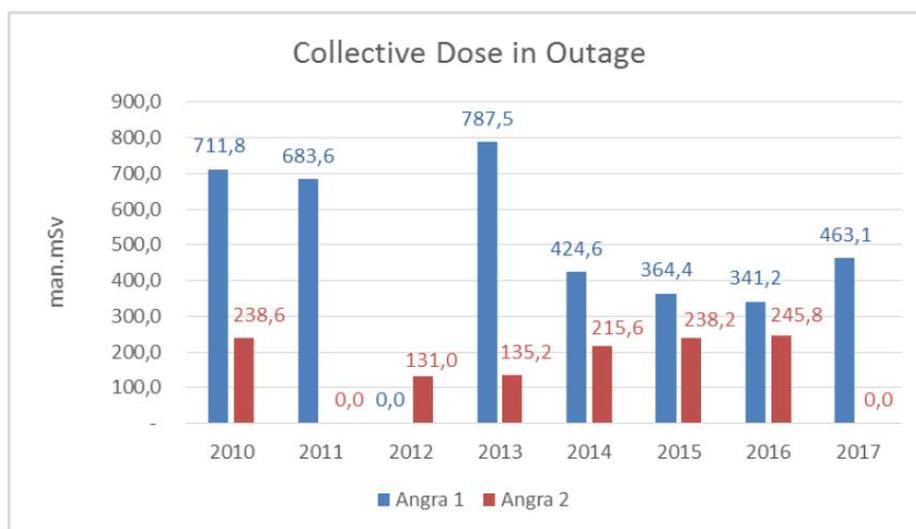
ブラジル

1) 2017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 | アングラ1号機:487.42、アングラ2号機:12.48 |

2) 2017年主要事象

2017年の集団線量が増加した主な原因は、アングラ1号機における57日間の停止において、主にタービンでの所見に関する作業範囲が予想外に拡大したことである。アングラ2号機では燃料取替停止は実施されず、運転中の集団線量は12.5人・mSvと好結果であった。



| ユニット | 停止期間 | 停止情報 |
|-------|------|------------|
| アングラ1 | 57 | 燃料取替及び保守作業 |
| アングラ2 | - | 2017年は停止無し |

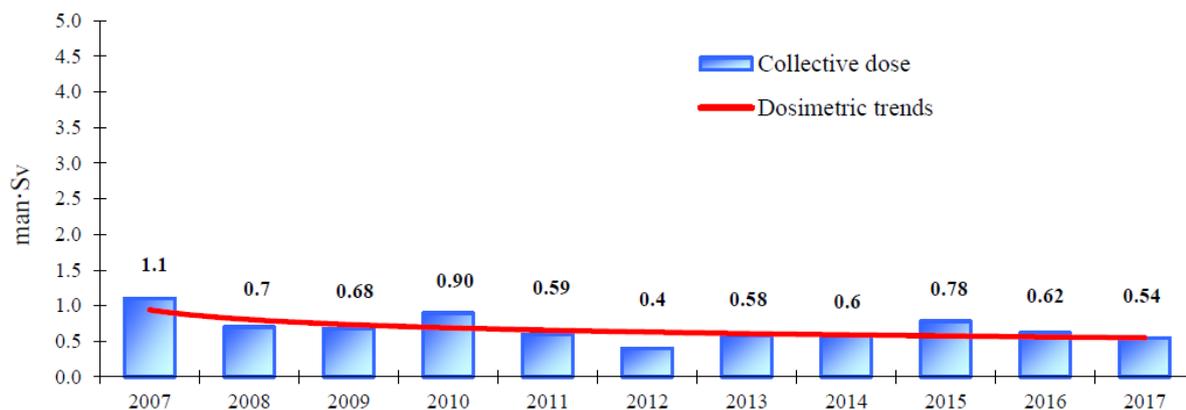
ブルガリア

1) 2017 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 | 251 |
| 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 | 9.3 |

2) 2017 年主要事象

線量傾向の概要



| ユニット番号 | 停止期間(日) | その他情報 |
|--------|---------|------------|
| 5 号機 | 49 日 | 燃料取替及び保守作業 |
| 6 号機 | 41 日 | 燃料取替及び保守作業 |

線量測定傾向に影響を及ぼした事象

2017 年の作業員の被ばくの主な原因は、停止時作業である。停止作業は、合計集団線量の 93%以上を占める。放射線リスクの高い改修作業の多くが数年前から開始され、5 号機と 6 号機における熱出力の向上及び寿命延長を目指していた。これらの作業は、前年に無事終了した。そのため、2017 年は RCA において放射線リスクが低もしくは中レベルの作業が多く行われ、集団線量の原因となった。以下がその例である。

- 5 号機の寿命延長プロジェクトに関する系統及び部品の検査
- 蒸気発生器の分離系統の最新化(5 号機における残り 2 台の蒸気発生器)
- 原子炉及びシャフトの観察

- 一次系の配管の交換
- 一次系の温度測定システムの最新化
- 放射線透過検査の回数の増加
- 断熱材の取り替え

5号機及び6号機における4回の停止中、蒸気発生器(計8台)の分離システムの最新化が実施された。最初の停止における集団線量は最大150人・mSvであったが、2017年の最後の停止における集団線量はその半分程度であった。この良好な傾向は、過去の経験が活かされたことによるものである。

カナダ

1) 2017 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 | 18* | 750* |
| 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** | 9** |

*ダーリントン 2 号機では、2016 年 10 月に大規模な改修作業が開始された。2017 年は、2 号機の改修作業における線量が 10,034 人・Sv であった。2017 年のダーリントン 2 号機の線量は、18 基の運転中ユニットの線量には含まれていない。

**運転中の原子炉もしくはその他の認可済み活動とは別に、個別で職業線量を報告した停止中原子炉のみが含まれる(例:ジェンティリー 2 号機)。その他の 2 基の停止中ユニットは、運転中のピッカリングユニットと併せて線量を報告している(1、4、5、6、7、8 号機)。

2) 2017 年の主要事象

国内線量測定傾向の概要

- 2017 年における 18 基の運転中ユニットでは 13.340 人・Sv であった。
- 2017 年における 1 基あたりの平均年間線量は 0.741 人・Sv であった。

運転中の原子炉について、2017 年の 1 基当たりの合計集団実効線量及び平均集団線量は、2016 年から減少した(約 17.6%)。また、ダーリントン 2 号機では、2016 年 10 月に給水管の大規模改修作業が開始されたことも注目すべき点である。

2017 年の平均線量は、18 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 号機及び 3 号機)での活動に関連する線量はごく少量のため、個別の報告はなされていないが、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。ジェンティリー 2 号機の年間線量は、運転中ユニットの線量とは別に、報告されている。

2017 年の集団線量は約 83%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 17%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。

カナダの運転中原子力発電所(NPP) 18 基において、線量低減イニシアティブを実行し、また業務計画及び管理を改善させたことにより、職員の線量が引き続き合理的に達成可能な限り低く(ALARA)維持された。

ブルース原子力発電所 A

2017 年は、ブルース原子力発電所 A の全 4 ユニットが運転していた。2017 年は、ブルース A の 1~4 号機で計画及び強制停止が以下の通り実施された。

- 1号機では、P-Trip SSTにおけるPHT停止による強制停止 F1712 が実施された。1号機では、ハイドロ・ワン社による保守作業のためサービスから除外されたことから、強制停止 F1711 が実施された。SDS2 のバルブ修理のため、強制停止が合計 3.4 日間延長された。
- 2号機では、熱輸送系の漏洩により、5.6 日間の強制停止 F1744 が実施された。
- 2号機では、給水漏洩により、2.8 日間の強制停止 F1721 が実施された。
- 3号機では、燃料取り出しのため、2017 年に 59 日間の停止が計画された。
- 4号機では、PHT のポンプシールの劣化のため、強制停止 F1744 が実施された。4号機では、過渡電流発生により、強制停止 F1743 が実施された。4号機では、SBG 停止のため、強制停止 F1742 が実施された。4号機では、41120-MV6 修理のため、強制停止 F1761 が実施された。

ブルース A の 1～4 号機の日常の運転による線量は 0.389 人・Sv であり、保守停止時線量は 0.884 人・Sv であった。ブルース A の 1～4 号機の合計集団線量は 1,273 人・Sv であったため、平均集団線量は 0.318 人・Sv/基となった。

ブルース原子力発電所 B

2017 年、ブルース B では 5～8 号機が運転し、5 及び 6 号機では計画停止が実施された。停止期間中の活動による線量が、合計集団線量の約 90%を占める。日常の運転による線量は、発電所の合計集団線量の約 10%を占める。2017 年の保守停止の結果は、以下の通り:

- 5号機では、96.5 日間の計画停止 B1751 が完了した。5号機では、タービンの問題で強制停止 F1751 が実施された。
- 6号機では、65 日間の計画停止 B1761 が完了した。6号機では、タービントリップにより、強制停止 F1762 が実施された。6号機では、ECI のバルブ修理のため、強制停止 F1761 が実施された。
- 7号機では、合計 17 日間の強制停止が実施された。

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 0.504 人・Sv であった。また、2017 年の停止期間中の線量は 4.509 人・Sv であった。合計集団線量は 5.012 人・Sv であったため、平均集団線量は 1.253 人・Sv/基となった。

2017 年に作業員が受けた合計線量の約 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。

ダーリントン 1、3、4 号機

2017 年のダーリントン 1、3、4 号機の日常の運転による線量は、0.429 人・Sv であった。日常の運転による線量は、合計集団線量の約 17%を占めた。合計停止時線量は、2.033 人・Sv であった。2017 年の 1、3、4 号機における内部線量は、0.346 Sv であり、外部線量は 2.116 Sv であった。

停止作業範囲には、燃料チャンネル 1 本の交換、フィーダー点検、圧力管付着物の削り取り、蒸気発生器の点検が含まれる。また、中間熱交換器の点検、バルブの修理、ポンプシールの交換も実施された。最後に、ACU コイルの交換、遮蔽タンクの過圧接続。2017 年の 3 基における平均実行線量は、0.821 人・Sv/基であった。1、3、4 号機における合計集団線量は、2.463 人・Sv であった。

ダーリントン 2 号機

ダーリントン2号機では、2016年10月15日に改修停止が実施され、フィーダー管及びその他部品の

交換が行われた。2017年も、この大規模な改修プロジェクトは継続している。作業範囲には、960本のフィーダー管、960個の末端金具及び480本の燃料チャンネル(カランドリア管及び圧力管で構成)の交換、垂直及び水平中性子束検出器の交換、蒸気発生器の清掃、減速材の弁の修復、熱交換器及びポンプの総点検が含まれた。残りの3基についても、来年以降改修を行う予定である。2017年の、ダーリントン2号機における改修作業による内部線量は0.195 Svであり、外部線量は9.838 Svであった。3号機の改修作業における合計線量は10.034人・Svであった。

ピッカリング原子力発電所

2017年のピッカリング原子力発電所では、6基(1、4、5～8号機)が運転しており、2及び3号機は、引き続き安全貯蔵状態であった。合計集団線量に対し、停止期間中の活動による線量が約82%、日常の運転による線量が約18%を占めている。2017年の運転中ユニットにおける、日常の運転に伴う集団線量は0.719人・Svであった。運転中ユニットの停止時線量は3.310人・Svであった。合計線量は4.028人・Svであったため、平均集団線量は0.671人・Sv/基となった。ピッカリングの停止概要は以下の通り:

- ピッカリング1号機では、2017年8月21日～2018年1月4日まで計画保守停止P1711が実施された。
- ピッカリング1号機では、第2四半期及び第3四半期に6日間の強制停止が2回実施された。
- ピッカリング4号機では、計画保守停止P1741が実施された。また、強制停止が1回実施された。
- ピッカリング5号機では、125日間の計画保守停止P1751が実施された。
- ピッカリング7号機では、13日間の計画保守停止P1671が実施された。また、強制停止が1回実施された。
- 7号機では、2017年秋に34日間の強制停止が実施された。
- ピッカリング8号機では、32日間の予算外の計画保守停止が1回実施された。

2017年の運転中のピッカリングユニット全6基における合計外部線量は3.246人・Svであり、合計年間線量の76%となった。2017年のピッカリングユニット全6基の合計内部線量は0.782人・Svであり、合計年間線量の24%となった。

ピッカリング2及び3号機(2010年度以降安全貯蔵状態)での放射線関連の活動に関わる線量は、ほかの6基のピッカリングユニットともに報告されている。2号機と3号機の線量はごくわずかであるため、運転中のユニットの線量に含めたとしても、全体の結果にはほとんど影響はない。

ポイントルブロー原子力発電所

ポイントルブローはCANDU炉(1基)である。2017年のポイントルブローは、29日間の計画保守停止を除き、全て運転していた。停止時線量は0.361人・Svであった。停止中の活動による集団線量が、ポイントルブローの合計集団線量の64%を占めた。

2017年4月に発電所保守停止が実施された。8月には3日間の計画外停止が実施された。強制停止中の作業により、合計線量は0.25人・Sv未満となった。計画停止中の作業には、減速材ポンプにおける減速材系作業を含む重水系作業、原子炉ボルト内の局所エアクーラー交換、燃料装荷機のブリッジの保守作業が含まれる。

2017年の日常の運転による集団線量は、0.204人・Svであった。これは、2017年のポイントルプローにおける合計集団線量の約36%を占めた。内部線量は合計集団線量の20%を占めた。この増加の原因の一部には、一次熱伝達系の漏洩補修作業によるトリチウム被ばくが挙げられる。

2017年のユニットにおける合計線量は0.565人・Svであった。

ジェンティリー2

ジェンティリー2は、CANDU炉(1基)である。ジェンティリー2は、2017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。

ジェンティリー2の集団線量が減少しているが、これは運転状態から安全貯蔵状態への移行にあたっての放射線関連作業の大半が、2014年に行われたためである。2017年の発電所における集団線量は、全て安全貯蔵状態への移行に関する活動によるものである。

2017年にジェンティリー2でモニタリングされた人数は735名であった。最高個人線量は1.16mSvであった。2017年におけるサイトの合計集団線量は0.009人・Svであった。

規制改正のハイライト

カナダの原子力発電所(NPP)で実施された放射線防護プログラムは、適用されるすべての規制要件を満たしており、職員及び公衆の線量は規制の線量限度未満を維持していた。

中国

1) 2017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 | 33 | 407.4 |
| VVER | 2 | 163.0 |
| PHWR | 2 | 351.0 |
| 全種類 | 37 | 391.2 |

2) 2017年の主要事象

- 国内線量測定傾向の概要

2017年は2基の新たなPWRユニット（福清4号機及び陽江4号機）が、商用運転を開始した。37基の原子炉については、33基中23基のPWR、2基中1基のPHWR、及び2基中1基のVVERにおいて燃料取替停止が実施された。

2017年の中国の原子力発電所群（PWR33基、VVER2基及びPHWR2基）における合計集団線量は14.473人・Svであったため、平均集団線量は391.2人・mSv/基となった。2017年は、10 mSvを超える線量を受けた個人はいなかった。

原子力発電所の運転に際し、年間集団線量の原因は主に停止作業である。すべての原子力発電所の設計及び運転について、ALARAプログラムは十分に実行されている。1基あたりの平均年間集団線量は391.2人・mSv/基であり、2016年(364.7人・mSv/基)からわずかに変動した。

2017年の運転中原子力発電所では、人々や環境を脅かすような放射線事象は発生しなかった。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。

- 規制要件

2017年2月、「原子力安全・放射線汚染防止第13次5カ年計画及び2025年長期目標」が、中華人民共和国国務院で承認された。

2017年9月、原子力安全法が成立した。

国家核安全局(NNSA)による職業被ばく情報システムは2017年現在構築中であり、2018年末に完了する予定である。

3) 当局による報告

2017年NNSA年次報告(中国語)が草稿され、間もなく発行される予定である。

チェコ共和国

1) 2017 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 | 167 |

2) 2017 年主要事象

集団線量の主な原因は、5 回の計画停止であった。

| NPP、ユニット | 停止情報 | 集団実効線量(人・mSv) |
|-----------|---|----------------|
| テメリン 1 号機 | 2017 年 12 月 9 日～2018 年 3 月 1 日まで、燃料取替に伴う 87 日間の長期保守停止 | 33(2017 年のみ対象) |
| テメリン 2 号機 | 燃料取替を伴う 87 日間の長期保守停止 | 79 |
| ドコバニ 1 号機 | 燃料取替を伴う 124 日間の長期保守停止 | 146 |
| ドコバニ 2 号機 | 2016 年 9 月 17 日～2017 年 3 月 18 日まで、燃料取替を伴う 182 日間の長期保守停止 | 57(2017 年のみ対象) |
| ドコバニ 3 号機 | 燃料取替を伴う 141 日間の長期保守停止 | 342 |
| ドコバニ 4 号機 | 燃料取替を伴う 119 日間の長期保守停止 | 165 |

集団実効線量は前年と比較して安定していたが、主にドコバニ 3 号機における主蒸気発生器のコレクタ溶接が原因となり、前年に比べて増加した。集団実行線量の別の原因としては、ドコバニ NPP(全ユニット)における溶接時の過度なラジオグラフィック使用と配管の溶接が挙げられる。

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 の値は電子式個人線量計の測定値に基づいている。

フィンランド

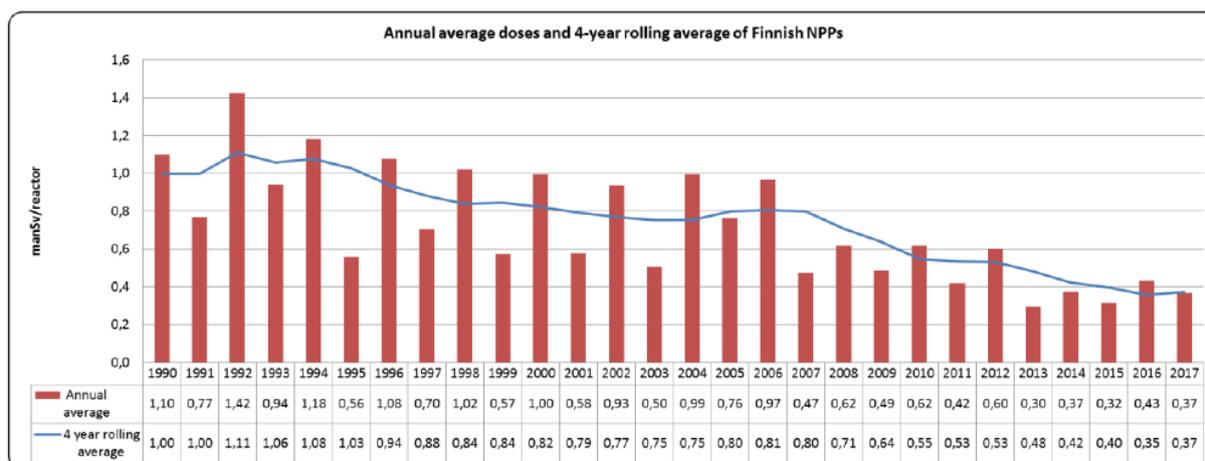
1) 2017年線量情報

| 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 | 257 |
| BWR | 2 | 475 |
| 全種類 | 4 | 366 |

2) 2017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。2017年のフィンランドのNPPにおける集団線量(1.464人・Sv)は、主に4基中3基における燃料取替停止期間が短かったことで、運転史上3番目に低い数値となった。連続した4年間の平均集団線量は、前年と比較してわずかに増加した。しかし、長期的には、1990年代初頭から減少傾向が続いている。



オルキオ1号機及び2号機

オルキオ1号機における定期保守停止では、燃料取替及び標準定期停止作業が実施された。停止期間は10.5日間であった。前の運転サイクルで発生した燃料漏洩は、依然として目に見える状態であり、個人防護具の需要が高まった。燃料漏洩が集団線量に与えた影響を評価するのは非常に困難であるが、最も可能性が高いのは0.01人・Sv未満である。集団線量は、0.118人・Svであった。

オルキオ2号機の停止は、ティオリスーデン・ボイマ社(TVO)史上最長となる64.5日間の年間停止であった(計画では40.5日間)。通常の燃料取替及び保守作業に加え、いくつかの大きなプロジェクトが実施された。例えばSAFEND(RPVのノズルセーフエンドの欠陥修理)、ACIS(新たなAC注水系)、FECO(原子炉内蔵型再循環ポンプの周波数変換器交換)、JPD(残留熱除去系の多様化)、LATE(高圧側復水ポンプ及び予熱器の更新)、RIP(原子炉インターナルポンプの更新)、TICON(タービン復水器の管

集合体及びエジェクタの更新)、TIP(中性子束計測校正システムの更新)である。また放射線防護の観点では、ASME検査及び原子炉冷却材浄化系における熱交換器の修理も重大な事象であった。停止の延長には様々な理由があったが、主原因はSAFENDプロジェクトに関連するものであった。集団停止時線量は、0.657人・Svであった。

6月には、オフガス系の放射能レベルが増加したことから、オルキルト1号機における燃料漏れが検知された。漏洩率は急速に上昇し、最初の一週間ですでに二次被害の兆候が検出された。燃料漏れがますます増加し続けたため、運転サイクルを達成するのは不可能であると考えられた。オルキルト1号機では燃料漏洩が3か月間続き、10月には燃料取替のために原子炉が停止された。漏洩していた燃料集合体が、炉心から取り外された。本漏洩によってプラントでは重大な汚染が発生し、全溶解ウラン量は約23gと予測された。燃料漏洩により、今後数年間における放射線量増加や、放射線防護装置と除染の受容が高まることによる作業の遅れが見込まれる。計画外燃料取替停止は約10日間で、それに伴う集団線量は約0.05人・Svであった。

オルキルト3号機

現在建設中/試運転中のオルキルト3号機において、新たな核燃料の装荷が開始された。最初の放射線管理区域は、燃料貯蔵施設に設けられた。オルキルト3号機における放射線被ばくは、現在のところ、ごくわずかである。

ロビーサ

2017年の両ユニットにおける停止は、約19日間/基の短期燃料取替停止であった。集団線量は、運転史上最も低い水準である、0.186人・Sv(ロビーサ1号機)及び0.239人・Sv(ロビーサ2号機)であった。集団線量の主な原因は、原子炉関連作業(解体、組み立て)、清掃/除染及び付随する作業(放射線防護、絶縁作業、足場の組み立て)である。

ソースタームの軽減:

- 2012年～2014年の停止時に、両ユニットでアンチモン低減プロジェクトが実施された。プロジェクトでは、一次冷却材ポンプにおいて、アンチモンを使用したガスケットをアンチモンフリーのものと交換した。その結果、放射性アンチモンが減少し、一次計測器付近の線量率が低下した。
- 2019年、停止時の冷却材浄化を可能にするため、一次冷却材浄化系(TC)の改良が行われる予定である。現在の設定では、一次冷却材ポンプで生じた差圧によってろ過を行っているため、ポンプ停止中にはろ過は実施されていない。今回の改良では、循環ポンプ及び steam generator confinement の配管の設置が行われた。

その他

新たなHp(3)線量限度が設定されたことにより、両電力事業者は停止時の眼の水晶体モニタリングに関する研究を実施した。研究の目的は、将来的に広範なHp(3)モニタリングが必要かどうかを調査することであった。両者ともに、通常の被ばく状況下では全身の線量測定結果が水晶体の線量を比較的正しく表す、という同じ結論に達した。ゆえに、水晶体の線量モニタリングは、不均一な放射線場における特定な作業の場合にのみ必要とされる。

3) 当局の報告

更新されたIAEA規則及び新たな欧州指令を満たすため、原子力エネルギー法、放射線法、及び新たな規制ガイド(YVLガイド)の更新プロセスが、2017年も継続された。

オルキルトNPPにおける定期安全審査を含めた運転許可更新が開始された。

TVO社は、政府に20年間の運転許可延長申請書を提出した。本件を取り扱う経済・雇用省(MAEA)は、原子力規制機関(STUK)に対しTVOの申請に関する声明を出すよう要請した。

フィンランドでは、1基のNPPが建設中である(オルキルト3号機、EPR)。オルキルト3号機は、建設段階から試運転段階に移行した。試運転の監視は、2017年にSTUKによって大部分が実施された。この監視には、試運転の計画と結果の調査及び異なる試験の監視が含まれている。

1基の新たなNPP(Fennovoima社ピュハヨキ1号機、AES 2006)が建設許可段階にあり、STUKが建設許可申請書の最初の部分の審査を行っている。

2015年11月12日、フィンランド政府はオルキルト原子力発電所の使用済み核燃料のカプセル化プラント及び処分施設の建設許可を与えた。Posiva社(運転事業者)は、引き続き処分施設の建設作業を行った。

研究炉1基が、廃止措置段階に入った。VTTフィンランド技術研究センター(運転事業者)は、2017年6月、廃止措置に関する運転許可申請を提出した。また同時に、調査のための最初の廃止措置書類一式をSTUKに提出した。

フランス

1) 2017 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 | 610 |
| 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 | 55.3 |
| GCR | 1 | 2.2 |
| GCHWR | 6 | 1.33 |
| SFR | 1 | 0.3 |

2) 2017 年主要事象

国内線量測定傾向の概要

2017 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 0.68 人・Sv/基に対し、0.61 人・Sv/基であった。3 ループ原子炉(900 MWe、34 基)の平均集団線量は、0.66 人・Sv/基であり、4 ループ原子炉(1300 MWe 及び 1450MWe、24 基)では 0.54・Sv/基であった。

停止の種類と回数

| 種類 | 回数 |
|---|------------------|
| ASR - 短期停止 | 19 |
| VP - 通常停止 | 23 |
| VD - 10 年毎停止 | 3 |
| 停止なし | 13 |
| 強制停止 | 4 (*) |
| 種類 | 回数 |
| SGR 前の部分的な作業 +チューブのスリーブ補 修及び古い SG の施栓 | 1-(クリュアス1号 機) |
| RVHR | 0 |

具体的な活動

(*):線量>20 人・mSv

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、0.235 人・Sv であり、内 74% (0.172 人・Sv)は が使用済燃料の移送により生じた。

個人線量

2017年の EDF 原子炉において、連続した 12ヶ月で 16 mSv を超える線量に被ばくした者はいなかった。被ばくした作業員の 78%は、蓄積線量が 1mSv を下回っており、99.8%は 10 mSv 未満であった。

線量測定傾向に影響を及ぼした 2017 年の主要事象は以下の通り:

- パリュエル 2 号機の蒸気発生器交換 (SGR)
使用済み SG の落下 (2016 年 3 月)。短期的な放射線影響は認められないが、停止が 2018 年上半期いっぱいまで延長された。
- ベルビル 2 号機の制御棒障害
H8 制御棒における機械故障。停止が、本来の 2017 年末から 2018 年 4 月まで延長された。

3 ループ原子炉—900MWe

トリカスタン NPP において、2017 年は変則的な年であった:

- トリカスタン 2 号機における 1 回の標準停止
- トリカスタン 3 号機における 1 回の短期停止
- トリカスタン 4 号機における 1 回の標準停止が 2018 年まで延期
- トリカスタン 1 及び 4 号機における 2 件の停止が 2017 年に終了 (炭素偏析のため)
- トリカスタン 1 号機における燃料節約のための 36 日間の停止
- トリカスタン 1 及び 4 号機におけるダイク強化のための 2 回の強制停止 (54 日間)

3 ループ原子炉の停止プログラムは、14 回の短期停止、13 回の標準停止、10 年ごとの停止が 1 回 (クリュアス 2 では 2017 年に開始)、及びクリュアス 1 号機における 1 回の蒸気発生器交換 (0.441 人・Sv) で構成された。

2015 年に開始されたビュージェイ 5 号機における 1 件の停止プログラムは、2017 年 7 月末まで継続される。

2016 年に開始された 1 件の停止は 2017 年も継続され、2018 年 4 月に終了することとなっている (フェッセンハイム 2 号機:炭素偏析)

さまざまな種類の停止作業における最低集団線量は、以下のとおりであった。

- 短期停止: シノン B4 で 0.145 人・Sv
- 標準停止: グラブリーヌ 6 号機で 0.522 人・Sv
- 10 年ごとの停止: 2017 年は未完了

4 ループ原子炉—1,300MWe 及び 1,450MWe

2017 年は、8 基のユニットで停止が行われなかった。4 ループ原子炉の停止プログラムは、5 回の短期停止、9 回の標準停止、10 年ごとの停止が 2 回で構成されている。

1 件の停止が 2017 年中に完了しなかった：2015 年に開始したパリュエル 2 号機における SGR を伴う 3 回目の 10 年ごとの停止 (2016 年の SG 落下)。2018 年上半期末に終了予定。

さまざまな種類の停止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： ゴルフエッシュ 2 号機で 0.175 人・Sv
- 標準停止： ゴルフエッシュ 1 号機で 0.629 人・Sv
- 10 年ごとの停止： サントルバン 1 号機で 1.292 人・Sv

放射線防護に関する主な重大事象 (ESR)

2017 年、3 件の事象が INES 尺度によってレベル 1 に分類された (2016 年は 5 件)。全て皮膚もしくは末端部に関する事象である。

- ルブレイエ NPP
2017 年 4 月に 2 号機で 1 件：Co-60 によって顔に推定 390kBq の汚染があった。皮膚線量が年間線量限度の 4 分の 1 を上回ると推定される。
- フェッセンハイム NPP
2017 年 6 月に 1 件：廃棄物圧縮用プレス機の保守作業中に汚染があった。皮膚線量が、年間線量限度の 4 分の 1 を上回ると推定される。
- カットノン NPP
2017 年 8 月に 1 件：原子炉建屋内における燃料交換機の操作中に、右耳の裏が汚染された。皮膚線量は、年間線量限度の 4 分の 1 を上回ると推定される。

2018 年の目標

2018 年のフランスの原子力発電所群における集団線量目標は、0.69 人・Sv/基である。

個人線量について、最も被ばくする作業員の個人線量を、3 年以内に 10% 低減させることが目標の一つである。連続する 12 か月における個人線量が 18 mSv を超える作業員をゼロにするという目標は、引き続き維持される。以下の指標が用いられる：

- 作業員数 > 連続する 12 か月における個人線量が 10mSv 超 ≤ 160 人
- 作業員数 > 連続する 12 か月における個人線量が 14mSv 超 ≤ 0 人

2018 年の活動

個人線量：報告なし

集団線量：2012 年に開始された活動の継続

- オレンジゾーンへの立ち入りの簡略化

- 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);
- 2018年までに、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。

2018年には45回の停止が計画されている。その内訳は、20回の短期停止、21回の標準停止、10年ごとの停止が4回である。2015年、2016年及び2017年に開始された3件の停止、つまり2015年に開始されたパリュエル2号機のSGRを伴う10年ごとの停止(SGの落下)、2016年にフェッセンハイム2号機で開始された標準停止(炭素偏析)、2016年にバルビル2号機で開始された短期停止(制御棒の問題)について、2018年に終了する予定である。

2018年は、次の発電所においてRHRS回路の水圧試験を実施する予定である:ルブレイエ3号機、ビュージェイ5号機、シボー2号機、カットノン2号機、フラマンビル1号機、サンタルバン2号機、サンローラン2号機及びトリカスタン4号機

3) 当局からの報告

2017年、フランス原子力安全局(ASN)は27件の放射線防護検査を実施した。

ASNは、2017年のNPPにおける放射線防護状況について、いくつか改善点があると考える。

- 原子炉建屋内の汚染拡散を抑制するための組織、特に作業場の閉じ込めの向上。
- ASN検査官はいくつかのサイトで、一部の作業員において放射線防護文化の欠落を観測した。
- 工業用ラジオグラフィックを使用する仕事場の管理状況には、改善の余地がある。ASNは、より具体的な様々な事象、例えばオペレーションエリアの境界線を越える事象、もしくは立ち入り禁止区域の境界線内に作業員が立ち入る事象等について特定している。仕事場の整備の進展が期待されており、具体的には、仕事の整備にあたって契約企業同士の活動及び質の高い施設訪問を実施することである。
- 放射線防護の最適化が、前年の水準に達していない。ASNは、より具体的な事象として、原子炉停止時の予測線量に向上心が見られないことを特定した。作業のリスク評価及び偶発事故の事例の作成おにも改善が期待される。
- 放射線区域管理及び関連規定には改善の余地がある。具体的に言えば、作業のリスク評価は、必ずしも明確に規制された「立ち入り制限区域」への立ち入りに関するリスクを特定しているわけではない。
- 2016年及び2017年のASN検査において、運転中の線量測定アラームの分析過程、及びこれらの事象における重要な本質の評価に欠陥があることが明らかとなった。このことにより、EDFは包括的な重大放射線防護事象を告知することとなった。

いくつかのNPPにおいて、汚染された作業員のケア及び治療に関する欠陥が特定された。この欠陥により、治療の遅れや線量評価に困難が生じる可能性、及び汚染リスクのある既存区域における不適切な行動につながる可能性がある。

汚染された作業員のケア及び治療の条件は、特にシミュレーション演習を通してASNがモニタリングを行う。観測された欠陥については、是正措置要求の対象となっている。

いくつかのNPPにおいて、原子炉停止時の作業員の放射線防護を目的とした「区域管理者」配置に関するプラスの影響が観測された。

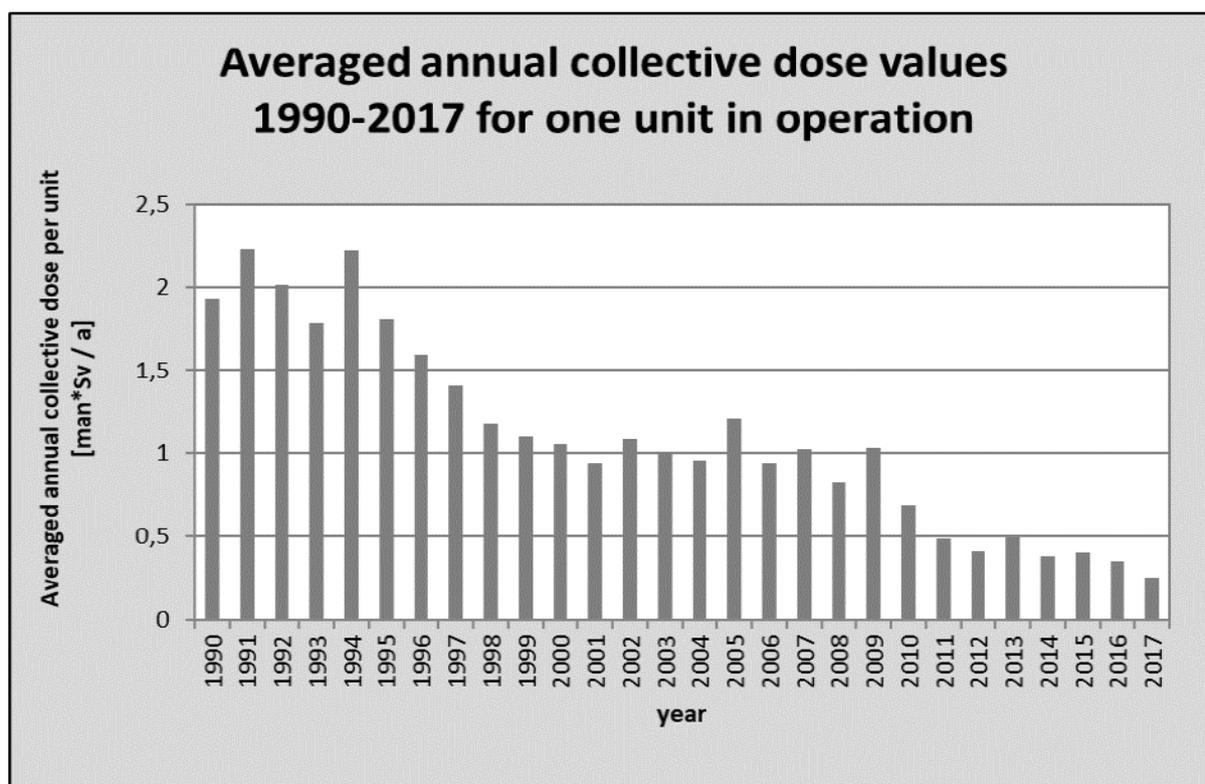
ドイツ

1) 2017 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 | 134.4 |
| BWR | 2 | 625.2 |
| 全種類 | 8 | 257.1 |
| 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 | 8 | 73.9 |
| BWR | 4 | 74.5 |

2) 2017 年主要事象

国内線量測定傾向の概要

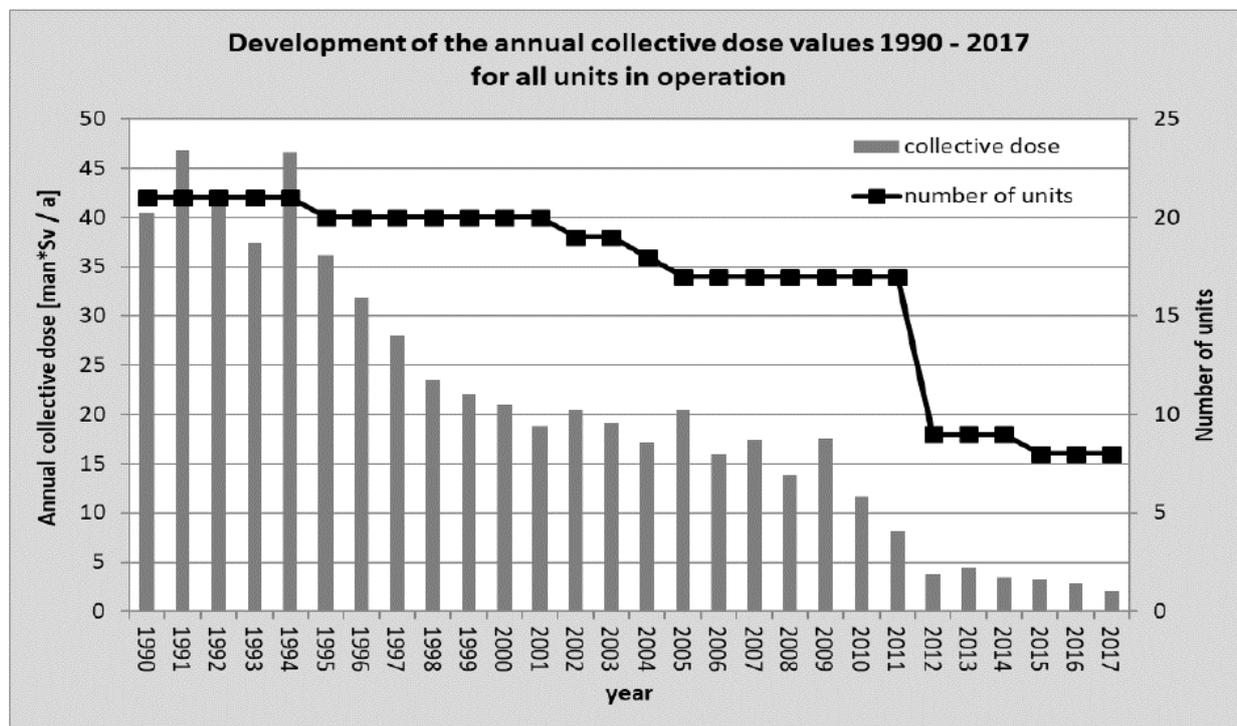


福島事故後、ドイツでは商用発電のための原子力の利用が打ち切られることとなった。この決定は 2011 年 8 月 6 日に原子力法改正法により施行され、8 基の原子力発電所(ビブリス A、ビブリス B、ブルンスビュッテル、イザール 1 号機、クリュンメル、ネッカー1 号機、フィリップスブルク 1 号機及びウンターベアー)の今後の運転が停止された。本改正法により残りの運転中の原子力発電所 9 基については、2017 年末(グンドレミンゲン B)と 2019 年末(フィリップスブルク 2 号機)までに最低 1 基ずつ、及び 2021 年末と 2022 年末までに各 3 基ずつ停止するなど、2022 年末までに段階的に永久停止される予定である。

この流れで、2015 年 6 月 27 日にグラーフエンラインフェルト原子力発電所が停止した。停止した原子力発電所のうち 5 基(ビブリス A、ビブリス B、イザール 1 号機、ネッカー1 号機及びフィリップスブルク 1 号機)について、2017 年に廃止措置が開始された。現在停止中の残りの原子力発電所 4 基については、運転停止後フェーズに入った。4 基とも 2017 年末まで廃止措置許可が下りなかった。

1990 年から 2017 年のすべての運転中原子炉における平均年間集団線量の傾向は、上図に示されている。2011 年から 2012 年にかけて観測された減少は、8 基の原子力発電所が停止したことによるものである。これらの原子炉は古い建築のため、後に建築された原子炉と比較すると、年間集団線量が徐々に高くなっている。2017 年の運転中原子炉(PWR6 基と BWR2 基)における 1 基当たりの平均年間集団線量は 0.26 人・Sv であり、PWR では 0.13 人・Sv 及び BWR では 0.63 人・Sv を達成した。下図の通り、同様の傾向が合計年間線量でも得られた。

廃止措置中のプラントについては、平均年間集団線量がさらに低く、0.07 人・Sv であった。ここでは、運転停止後フェーズにある 4 基と 8 基の原子力発電所(ビブリス A、ビブリス B、イザール 1 号機、ネッカー 1 号機、フィリップスブルク 1 号機、ミュルハイム・ケールリッヒ、オブリッヒハイム、シュターデが考慮されている。



ハンガリー

1) 2017 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 | 341 (電子式線量計) 325 (TLD) |

2) 2017 年主要事象

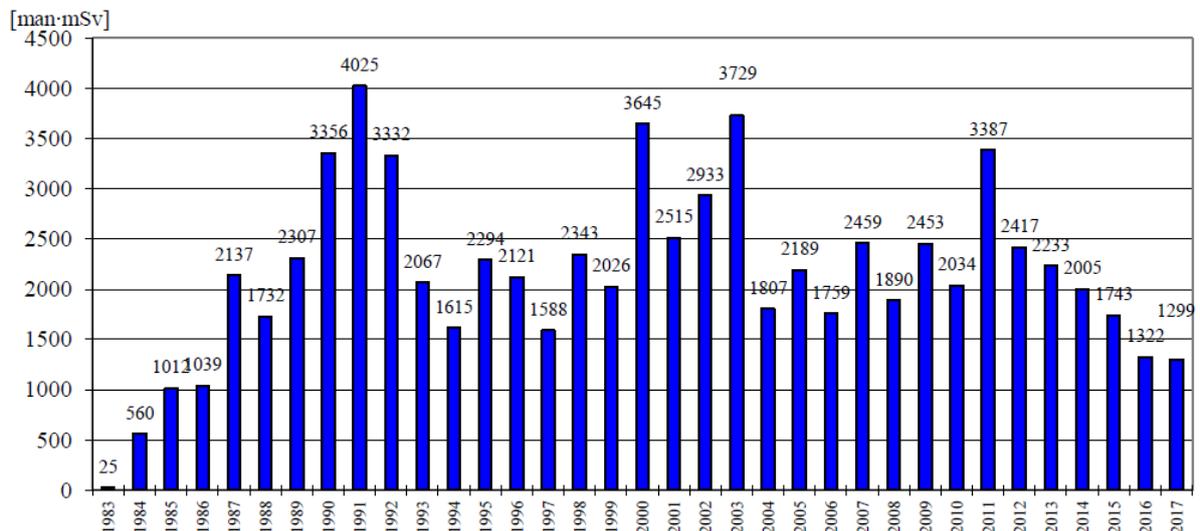
国内線量測定傾向の概要

運転線量測定の結果に基づくと、2017 年のパクシュ NPP における集団放射線被ばくは、1365 人・mSv であった(線量測定作業許可を有する者が 934 人・mSv、有さない者が 372 人・mSv)。最高個人放射線被ばくは 9.7 mSv であり、20 mSv/年という線量限度及び 12 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、前年と同様であった。

2017 年の電子式線量測定データは、TLD のデータと一致している。

パクシュ原子力発電所における年間集団線量値の推移
(当局による TLD モニタリングの結果に基づく)



2000 年から、本データは個人線量等量 Hp(10)で見積もられている。

線量測定傾向に影響を及ぼした事象

2017 年には、通常の総点検(長期保守停止)が 1 回行われた。1 号機における停止時の集団線量は、542 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56日間、3号機で29日間、4号機で26日間であった。2号機では、停止は実施されなかった。

イタリア

1) 2017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 | 12.02 人・mSv(1基・トリノ NPP) |
| BWR | 2 | 34.88 人・mSv(1基・カオルソ NPP[1.22 人・mSv]+1基・ガリリアーノ NPP[33.66 人・mSv]) |
| GCR | 1 | 1.24 人・mSv(1基・ラティナ NPP) |

日本

1) 2017 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 | 20 | 144 |
| BWR | 22 | 115 |
| 全種類 | 42 | 129 |
| 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 | 4 | 271 |
| BWR | 10 | 3,814 |
| GCR | 1 | 0 |
| LWCHWR | 1 | 131 |

2) 2017 年主要事象

- 国内線量測定傾向の概要

2017 年の運転中原子炉における平均年間集団線量は、前年(2016 年)から減少して 129 人・mSv/基となった。また、福島第一 NPP を除いた停止中もしくは廃止措置中の原子炉における平均年間集団線量は 190 人・mSv/基、及び福島第一 NPP では 6,252 人・mSv/基であった。運転中の原子炉の平均年間集団線量は、2016 年とほぼ同水準である。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

2017 年度は、PWR5 基のみが運転していた。

| | |
|---------------------------------|------------------------------|
| 2017 年 4 月 1 日～5 月 21 日: | 2 基(川内 1、2 号機) |
| 2017 年 5 月 22 日～6 月 8 日: | 3 基(川内 1、2 号機、高浜 4 号機) |
| 2017 年 6 月 9 日～2018 年 1 月 28 日: | 4 基(川内 1 号機、高浜 3、4 号機) |
| 2018 年 1 月 29 日～3 月 24 日: | 3 基(川内 2 号機、高浜 3、4 号機) |
| 2018 年 3 月 25 日～3 月 30 日: | 4 基(玄海 3 号機、川内 2 号機、高浜 3 号機) |
| 2018 年 3 月 31 日 | 3 基(川内 2 号機、高浜 3、4 号機) |

- 福島第一NPP 作業員の被ばく線量分布

2017年度における福島第一NPPの被ばく線量の蓄積線量分布は、以下の通り:

| 蓄積線量区分 (mSv) | 2017年度 (2017年4月～2018年3月) | | |
|-----------------|-----------------------------|-------|-------|
| | TEPCO | 外部委託 | 合計 |
| >50 | 0 | 0 | 0 |
| 20～50 | 0 | 74 | 74 |
| 10～20 | 18 | 1133 | 1151 |
| 5～10 | 85 | 1038 | 1123 |
| 1～5 | 306 | 3571 | 3877 |
| ≤1 | 1121 | 6597 | 7718 |
| 合計 | 1530 | 12413 | 13943 |
| 最大(mSv) | 15.94 | 32.74 | 32.74 |
| 平均(mSv) | 1.15 | 2.88 | 2.69 |

- 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。2017年度は、2基のPWR及び2基のBWRに認可が下りた。

3) 当局による報告

- 原子力規制委員会(NRA)による報告様式に関する規則改正

2017年度より、事業者から必要なデータをより多く収集する目的で、原子力施設の報告様式が改訂された。本改訂の主な目的は、今後我が国で廃止措置中の原子炉がますます増加することを考慮し、低線量領域における状況の把握、国際基準との比較の可能化、及び廃止措置における放射性廃棄物量に関するデータ取得のため、年間実効外部線量分布における線量区分5mSvを、0.1mSv以下、0.1～1mSv、1～2mSv及び2～5mSvという区分に細分化することであった。

- 眼の水晶体の等価線量限度

2018年3月、原子力規制委員会(NRA)は放射線審議会の勧告に従い、組織反応に関するICRP声明及びIAEA GSR Part 3に基づく新たな水晶体等価線量限度として、5年間で50mSv/年及び100mSv/5年(現在は150mSv/年)を実行することとした。

放射線審議会は2017年7月、「眼の水晶体の放射線防護検討部会」を設置し、関係者へのインタビューをもとに、勧告及びその他関連事項の円滑な実行可能性について討議を行った。最終報告が、2018年2月に承認された。

NRAは、2021年4月までに、新たな眼の水晶体の線量限度に関する規制改正を予定している。

韓国

1) 2017 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 | 21 ^(注1) | 280 |
| PHWR | 4 | 413 |
| 全種類 | 25 | 301 |

注(1) 古里 1 号機(PWR)は、2017 年 6 月 18 日に永久停止された。

2) 2017 年主要事象

- 国内線量測定傾向の概要

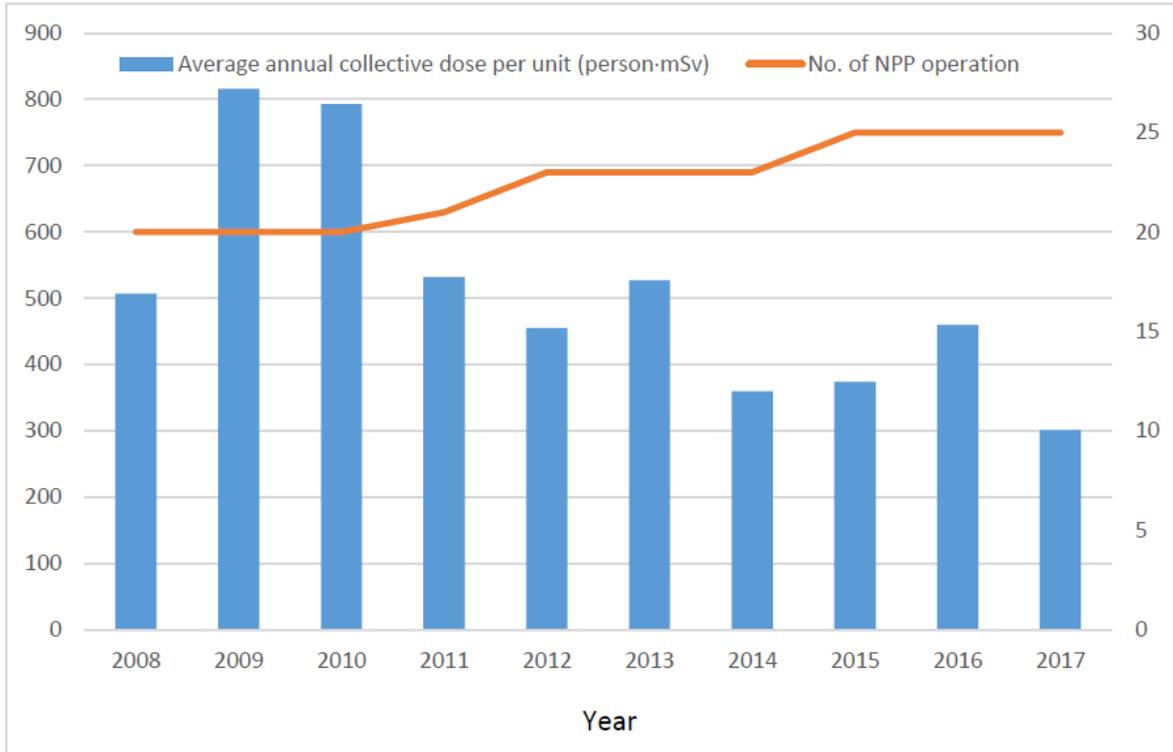
2017 年は、全 25 基(PWR21 基及び PHWR4 基)の NPP が運転していた。古里原子力発電所 1 号機の永久停止が、原子力規制機関である原子力安全委員会によって承認された。古里 1 号機は 587MWe の PWR で、1978 年に商用運転を開始した。

NPP 運転に関しては、合計 14,501 人の作業員が放射線管理区域に立ち入り、合計 7,528.40 人・mSv の線量を受けた。作業員の合計数は 105 人増加したが、合計集団線量は前年(2016 年)の 11,008.22 人・mSv から 3,479.82 人・mSv(約 31.6%)減少した。線量が減少した主な原因は、ほとんどの NPP において主な保守作業が翌年に持ち越されたためであった。しかし合計停止日数は、2016 年と比較して 74.5%増加した。2017 年の集団線量の主要因は停止時作業であり、合計集団線量の 86.7%を占める結果となった。

2017 年の運転中 NPP25 基の 1 基あたりの平均集団線量は、301 人・mSv であった。2017 年の平均個人線量は、0.52mSv であった。線量が 50mSv を超えた個人はいなかった。2017 年の最大個人線量は 17.64mSv であった。線量が 1mSv に満たない個人の割合は、全体の 86.8%であった。主に外部被ばくによって生じた線量が約 97.0%を占め、内部線量は 3%のみであった。PHWR における内部線量が占める割合は、トリチウム被ばくが原因となり、PWR(ほぼ 0%)と比較して高くなった(約 13.5%)。

NPP における職業線量分布(2017 年)

| 年 | 合計 人数 | 各線量範囲に該当する人数(mSv) | | | | | | | | |
|------|----------|-------------------|--------|------|------|------|-------|--------|--------|-------|
| | | <0.1 | [0.1-1 | [1-2 | [2-3 | [3-5 | [5-10 | [10-15 | [15-20 | [20-] |
| 2017 | 14,501 | 10,008 | 2,584 | 751 | 397 | 382 | 305 | 66 | 8 | 0 |



2008年～2017年におけるNPPユニット当たりの平均集団線量

リトアニア

1) 2017 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 | 428 |

2) 2017 年主要事象

- 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

2017 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。2012 年は 587 人・mSv、2013 年は 655 人・mSv、2014 年は 638 人・mSv、2015 年は 684 人・mSv、2016 年は 634 人・mSv、2017 年は 897 人・mSv (79%は計画線量)であった。INPP 職員の集団線量は 856 人・mSv (80%は計画線量)で、請負業者の職員では 41 人・mSv (59%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。

個人線量が 18mSv を超えた人はいなかった。INPP スタッフの最高個人実効線量は、17.67mSv で、請負業者職員では 3.10mSv であった。INP スタッフの平均個人実効線量は、0.51mSv で、請負業者職員では 0.05mSv 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、設備の廃止措置、CONSTOR®RBMK-1500/M2 コンテナ処理、燃料取り扱い、ホットセルの修理、使用済燃料貯蔵施設のプールホール・炉室・原子炉補助建屋における最新化及び保守作業、廃棄物及び液体廃棄物の取り扱い、作業場の放射線モニタリングと放射能調査、主循環回路の絶縁である。

2017 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 原則を実践することによって、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

2017 年は、廃止措置の重要なステージが次の通り達成された。中間貯蔵施設の運転が開始され (プロジェクト B1、ISFSF)、ユニットから取り出された燃料の貯蔵施設への移送が長い期間を経て開始された。INPP の職員と関係機関とのチームワークにより、INPP は新たな固体廃棄物処理及び貯蔵施設 (B234 プロジェクト) において、放射性物質を用いた「ホット試験」の実施と

いった新たなステージを開始することができた。短寿命・低中レベル放射性廃棄物の浅地中処分(B25 プロジェクト)に関する建設及び開始の許認可が下りた。2017 年は、短寿命・極低レベル放射性廃棄物の埋め立て処分施設における処分モジュールの設計が合意され、建設作業が開始された。

年々解体作業の作業範囲が拡大しており、大掛かりな計画が 2016 年に立案され、2017 年に実行された。2017 年は、6.7 千トンの設備と関連する建造物が解体された。全廃止措置中に、4 万 4 千トンの設備が解体された。

INPP は、原子力・放射線安全要件に従い、放射能汚染防止のために最大限の措置をとることで、放射性廃棄物貯蔵の安全性を確保しなければならない。そのため、燃料貯蔵施設及び放射性廃棄物処分場の建設は、INPP での活動において戦略的重要性を持つ。

INPP で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。

3) 当局による報告

2017 年、原子力発電安全規制局(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ついて、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、職業被ばくのモニタリング、作業場のモニタリング及び中間貯蔵施設における放射性物質放出のモニタリングにおける適切な技術手段の整備、サイトの放射性物質の移送、設備の解体、新たな固体廃棄物処理及び貯蔵施設におけるホット試験である。検査結果によると、イグナリナ NPP の活動は、既存の放射線防護要件に沿って実施されていることが分かった。

2018 年も引き続き、VATESI は INPP の廃止措置及び放射性廃棄物管理における放射線防護を監督する。

メキシコ

1) 2017 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 | 5909 |

2) ISOE 参加国の主要事象

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、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。

線量測定傾向に影響を及ぼした事象

- 放射能ソースタームの増加:**この要因は、原子炉内構造物の応力腐食割れを防ぐために 2006 年以来貴金属と水素を交互に適用してきたことによる原子炉水化学の不安定化によるものであった。この要因は、依然としてプラントにおける線量率、特に燃料取替停止時のドライウェル内に強く影響を及ぼしている。2011 年以降、ラグナベルデの化学責任者は、水素注入、給水鉄制御、その他原子炉容器内を化学的に不安定化させる可能性のある状況について、責任を負ってきた。
- RRC、RWCU 及び RHR の 3 系統で化学除染が実施された。

主な展開

化学除染の検討

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における高い集団線量に関連した主な問題は、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。

- 稼働中における貴金属化学(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
- 停止時にポータブル脱塩装置を使用(2014年)
- 効率向上のため、RWCU系統を改良
- 燃料取替停止中における再循環ループの化学除染
- 機器交換の計画

オランダ

1) 2017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 | 614 |
| 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) 2017年主要事象

- 2017年の停止時集団線量は560人・mSvで、通常運転時の集団線量は54人・mSvであった。
- 停止中、原子炉保護系の更新(受けた線量は13人・mSv)及び原子炉建屋におけるコンクリート工事(受けた線量は30人・mSv)が実施された。2つの蒸気発生器において化学洗浄及び機械洗浄が実施された(受けた線量は153人・mSv)。

パキスタン

1) 2017 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 | 4 | 123.998 |
| PHWR | 1 | 1208.95 |
| 全種類 | 5 | 340.988 |

2) 2017 年主要事象

- 線量測定傾向に影響を及ぼした事象(停止情報(期間及び回数))

| 種類 | ユニット | 停止(回数) | 期間(日) |
|------|------|--------|-------|
| PWR | C-1 | 04 | 57.0 |
| | C-2 | 04 | 9.92 |
| | C-3 | 06 | 24.0 |
| | C-4 | 03 | 57.0 |
| PHWR | K-1 | 12 | 131.0 |

ルーマニア

1) 2017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・Sv/基) |
| CANDU | 2 | 0.254 |

2) 2017年主要事象

- 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)

2017年末:

- 年間個人線量が1 mSvを超えた従業員は151人であった。そのうち個人線量が5 mSvを超えたのは4人、個人線量が10mSv(計画外被ばく)を超えた者はなく、15 mSvを超える個人線量を受けた者もいなかった。
- 2017年の最大個人線量は5.72 mSvであった。
- 内部被ばく線量の17.6%がトリチウム摂取に起因した。

計画停止

- 2017年5月6日～5月30日までの間、2号機において25日間の計画停止が実施された。集団線量の主な原因となった活動は以下の通りである:
- 蒸気発生器における渦流探傷試験(ECT)
- 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
- 原子炉建屋漏洩率試験

計画停止終了時の合計集団線量は、296.59 人・mSv(外部線量が 227.28 人・mSv、トリチウムの摂取による内部線量が 69.31 人・mSv)であった。

この計画停止は、最終的に2017年の集団線量の58%を占めた。

計画外停止

1号機-5月2日～5日:重水漏洩の修正のため、ユニットが適正に停止された。(外部線量が31.35人・

mSv)

2号機－12月7日～9日：局所クーラーにおける振動除去のため、ユニットが適正に停止された（外部線量が5.97人・mSv）

－ 新規又は試験的な線量低減プログラム

プラントの通常運転時における個人及び集団線量を低減するため、予防保守プログラムの最適化に向けた行動計画が発表された。

－ 規制要件

- 原子力活動の安全な開発、規制、許認可及び管理に関する法律111/1996が、後に修正及び完成された。
- 厚生省、教育省、及び国家原子力活動管理委員会による指令752/3978/136/2018が、共同で放射線安全に関する基本安全基準を承認した。

ロシア連邦

1) 2017 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 | 18 | 495.2 |
| 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 | 3 | 274.9 |

- 国内線量測定傾向の概要

2017 年、18 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 8914.4 人・mSv であった。この数値は、2016 年の合計集団線量である 9269.8 人・mSv から 355.4 人・mSv (3.8%) 減少している。

比較分析の結果、VVER-440MWe 型原子炉、VVER-1000MWe 型原子炉及び VVER-1200MWe 型炉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。2017 年の結果は以下の通りである。

- 運転中の5基のVVER-440型炉(コラ1～4、ノボボロネジ4)のグループについては、611.3人・mSv/基であった。
- 運転中の12基のVVER-100型炉(バラコボ1～4、カリーニン1～4、ノボボロネジ5、ロストフ1～3)のグループについては、467.9人・mSv/基であった。
- 運転中の1基のVVER-1200型炉(ノボボロネジ6)については、243.8人・mSvであった。

この結果から、VVER-440型炉の平均年間集団線量は、VVER-1000型炉と比較して30%高いことが分かる。

廃止措置段階にある3基(ノボボロネジ1～3)の平均年間集団線量は824.7人・mSvであった。

電気事業者の従業員と請負業者の合計計画停止時集団線量は、合計集団線量の78.4%を占める。

電気事業者の従業員と請負業者の合計強制停止時集団線量は、合計集団線量の0.03%を占める。

- 個人線量

2017 年の電気事業者の従業員と請負業者の個人実行線量は、どの VVER-440 型炉、VVER-1000 型炉及び VVER-1200 型炉においても、管理線量レベルである 18.0 mSv/年を超過しなかった。

計画停止の期間と集団線量

| 原子炉 | 期間[日数] | 集団線量[人・mSv] |
|------------|--------|-------------|
| バラコボ 1 | 31 | 632.8 |
| バラコボ 2 | 75 | 958.4 |
| バラコボ 3 | 停止なし | — |
| バラコボ 4 | 58 | 792.9 |
| カーニン 1 | 38 | 573.02 |
| カーニン 2 | 50 | 382.33 |
| カーニン 3 | 停止なし | — |
| カーニン 4 | 20 | 159.3 |
| コラ 1 | 67 | 918.1 |
| コラ 2 | 61 | 450.4 |
| コラ 3 | 48 | 369.1 |
| コラ 4 | 33 | 280.7 |
| ノボボロネジ 4 | 21 | 225.2 |
| ノボボロネジ 5 | 40 | 744.5 |
| ノボボロネジ 6 * | 60 | 166.1 |
| ロストフ 1 | 41 | 261.2 |
| ロストフ 2 | 停止なし | — |
| ロストフ 3 | 73 | 73.17 |

*ノボボロネジ II 原子力発電所の 1 号機(ノボボロネジ 6 号機としても知られている)

強制停止期間及び集団線量

| 原子炉 | 期間[日数] | 集団線量[人・mSv] |
|--------|--------|-------------|
| ロストフ 1 | 45 | 1.85 |
| ロストフ 3 | 10 | 1.04 |

記録された最大個人線量は 15.0 mSv であった。この線量は、ノボボロネジ原子力発電所の保守部の作業員が、一年間を通して徐々に受けたものである。2017 年、その他の VVER 型炉の原子力発電所における最大年間実効個人線量は、6 mSv(ロストフ NPP)から 14 mSv(コラ NPP)まで幅がある。

2) 2017 年主要事象

- 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

ノボボロネジ3は、2016年12月に廃止措置準備のため永久停止された。ノボボロネジII原子力発電所(ノボボロネジ6としても知られる)の1号機であるVVER-1200型炉が、2017年2月に商用運転を開始した。2017年は、いくつかのケースにおいて事象や大幅な集団線量の変化(増加と減少)が見られたいにも関わらず、ロスエネルギーアトムによる運転中18基のVVER型炉における電気事業者の従業員と請負業者の合計実行年間集団線量は、前年とほぼ同じレベルを維持していた。

いくつかの原子炉において集団線量が前年比で大幅に変化した主な原因は以下の通りである:

- 1) VVER-1000 型炉(バラコボ 1~3、カーニン 3 及びロストフ 1~2)における燃料サイクル戦略が 12 か月から 18 か月に変更されたことにより、今年もしくは前年の燃料取替停止が無かった。
- 2) 停止時作業範囲もしくは停止期間が大幅に増加した(例えばバラコボ 4 号機では、停止期間が 31 日から 58 日に増加した)。

- 3) ノボボロネジ 4 号機における、2017 年の計画燃料取替停止時に完了した作業はわずかであった。停止は 2017 年 12 月によりやく開始され、2018 年 8 月まで続く予定である。そのため、ほとんどの高線量作業は 2018 年に実施される予定である。

廃止措置段階にある 3 基の原子炉の 2017 年の平均年間集団線量は、ノボボロネジ 3 が 2017 年に廃止措置段階に移行したことにより大幅に増加した点に留意する。2017 年にノボボロネジ 3 において、大規模な作業が多数実施された。その中には、隣接するノボボロネジ 4 のさらなる安全を確保のために実施された、システム再装備も含まれる。これらの作業は、ノボボロネジ 4 の寿命延長の可能性について、その妥当性を証明する一環として実施された。

- *原子力発電所作業員の放射線防護の最適化*

ロスエネルギーアトムは、2015 年から原子力発電所作業員の放射線防護の最適化のための多年度プログラムを実施している。2020 年に向けたゴールがプログラム内で設定されており、その中には個人及び集団線量とその他の線量測定指標における目標が含まれている。このゴールは、いくつかの作業を完了することで達成される：

- 作業管理の改善
- 線量率低減
- 放射線場への立ち入り時間を最小限にする

- *組織の変化*

2016 年、ロシア連邦の原子力発電所における組織への要求と、職業被ばくモニタリングの技術支援に変化があった。これらの票級を満たすために、行動計画が作成された。ロスエネルギーアトムの NPP は、放射線モニタリングの方法、機器及び設備の改善のための行動を起こしている。

スロバキア共和国

1) 2017 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 | 126.152 |

2) 2017 年主要事象

- 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

- ボフニチェ原子力発電所(2 基):2017 年にボフニチ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、178.485 人・mSv であった(電気事業者の従業員が 65.99 人・mSv、外部作業員が 112.495 人・mSv)。最大個人線量は、2.571mSv(外部作業員)であった。内部汚染はなかった。放射線の状況に異常はなかった。
- モホフチェ原子力発電所(2 基):
2017 年にモホフチ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、326.123 人・mSv であった(電気事業者の従業員が 130.517 人・mSv、外部作業員が 195.606 人・mSv)。最大個人線量は、4.336mSv(電気事業者の従業員)であった。

- 停止情報

ボフニチェ原子力発電所:

- 3 号機:22.69 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 111.093 人・mSv であった。
- 4 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 90.992 人・mSv であった。

モホフチェ原子力発電所:

- 1 号機:50.1 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 205.32 人・mSv であった。
- 2 号機:20.0 日間の大規模保全停止。電子式線量計から計算した集団被ばく線量は 9.626 人・mSv であった。

- 新規に運転開始するプラント

- モホフチェ原子力発電所の 3 及び 4 号機が建設中である。

3) 当局からの報告

2017 年、スロバキア原子力規制庁は運転中の両原子力発電所施設において、放射線防護の最適化に関する視察を行った。視察の結果、当局により、放射線防護の最適化に向けた短・長期的な具体的かつ積極的な目標が要求された。原子力規制庁は、引き続き EURATOM 指令(2013/59/EURATOM)に沿っ

た放射線防護規制の改正準備を行った。今回の改正における主な変更点は、(1) 欧州指令 (2013/59/EURATOM) で公表された個人線量限度に従い、個人実行線量限度を現行の 50 mSv/年から 10 mSv/年に引き下げる、(2) 欧州指令 (2013/59/EURATOM) で公表された眼の水晶体の等価線量限度に従い、眼の水晶体の等価線量限度を現行から 20 mSv/年に引き下げる。2017 年の間、原子力規制庁のスタッフは、放射線防護規制の変更の可能性に関する情報のインプットのため、ライセンシーカテゴリー、産業グループ、放射線防護専門家組織と公益グループに参加した。

スロベニア

1) 2017 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 | 63 |

2) 2017 年主要事象

- 線量測定傾向に影響を及ぼした事象
- 主な作業は以下のとおりである：
新たな廃棄物取扱建屋建設のための準備作業、及び新たな炉心中性子束検出器システムの守勢措置が実施された。燃料取替停止は、燃料サイクルが18か月になったため実施されなかった。
- 2017年における、連続する3年間の集団線量は0.46人・Svであった。これは、長期的な線量低減プログラム(2016年のレポートにて提示)の達成によるプラスの効果として、以前よりも低くなったものである。
- 放射性廃棄物の取り扱いもしくはドラムの移送に必要となる新たなあてやの準備。これらの活動により、最大個人線量が7.56 mSvとなった。

3) 当局からの報告

2017 年における規制機関の主な活動は、新しい欧州 BSS 指令の転置(国内法化)であった。2017 年末、電離放射線防護及び原子力安全法が承認された。第 26 回国際会議である Nuclear Energy for New Europe NENE 2017 において、今回の転置の過程について発表された。抄録は以下で入手可能である：
http://www.nss.si/nene2017/downloads/NENE2017_BoA.pdf, 158 ページ。

南アフリカ

1) 2017 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 | 287.506 |

2) 2017 年主要事象

- 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

2017 年 4 月 18 日、22 回目の燃料取替停止がクバーグ 2 号機において実施され、37 日間で完了した。集団線量評価から、停止に関連する全ての活動による推定線量は 423 mSv であると予測された。実際の停止時集団線量は、440.141 人・mSv であった。放射線管理区域への立ち入りが計 29751 回行われたため、一度の立ち入り当たりの線量は 14.8 μ Sv と同等である。

- 機器または系統の取り替え

主要な機器または系統の取り替えは行われなかった。報告すべき不測の事象もしくは放射線事象は発生せず、また新規に運転を開始する原子炉もなかった。

- 新規または試験的な線量低減プログラム

歴史的に、機械的保全グループのバルブ作業範囲に対して線量推定が実行されてきた。その後、この推定値を異なるプラントシステムに分割し、それに応じてバルブ作業範囲の放射線防護証明書が作成された。これらの作業セクションに関連する線量管理を担当する責任者を特定し、任命するために、作業セクションごとに線量目標と放射線防護証明書を導出する新しいプロセスが導入された。この方法は成功をおさめ、線量低減、作業能力、コミュニケーションの改善が見られた。

プラントの人口密度の高い場所には、周辺線量を低減し、作業員の集団放射線被ばくを低減するため、追加的な遮蔽が設置された。また、潜在的な高放射線区域を早期に特定し、早期に遮蔽を介在させたことも、線量低減に寄与した。

スペイン

1) 2017 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 | 249.8 |
| BWR | 1 | 2331.84 |
| 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 | 236.6 |
| BWR | 1 | 135.51 |

2) 2017 年主要事象

PWR

アルマラス原子力発電所

a) 停止の回数及び機関

- アルマラス 1 号機における第 25 次停止

期間:33 日間

開始:2017 年 6 月 26 日

終了:2017 年 7 月 28 日

集団線量:385.727 人・mSv

最大個人線量:2.844 mSv

b) 機器または系統の取り替え

- 原子炉格納容器フィルタベントシステム
- 一次冷却材ポンプからのオイル漏れを回収及び閉じ込めるための設計修正

c) 機器または系統の取り替え

- 1 号機の燃料取替のための第 2 次停止期間中における請負業者作業員の最大被ばくの制限。
- 放射性廃棄物の要領を最小化するための廃棄物粉砕
- 清掃及び除染設備、清掃及び除染のニーズへの反応時間の削減、原子炉建屋における汚染拡散の最小化により生じる個人線量の低減のため、廃液の回収及び処理を集中システム化。
- 洗浄及び除染装置に由来する個人線量を削減するために廃液を回収及び処理し、反応時間を短縮して洗浄及び除染のニーズに対応し、原子炉建屋内の汚染の拡散を最小限に抑えるための集中システム。

- 線量プログラムの最適化と、放射線防護手順及び措置の継続的な改善。
- 原子炉キャビティへの水張り中の空気汚染の低減。

d) 組織の変化

- 部署は最近 2 つの主要な領域、つまり運転中放射線防護分野及び放射性廃棄物管理分野に再編成された。

アスコ原子力発電所

a) 停止の回数及び期間

- アスコ 1 における第 25 次の燃料取替停止
 期間:43 日間
 運転時集団線量:522.286 人・mSv
 運転時最大個人線量:4.010mSv
 燃料取替停止時における、放射線防護の観点での関連活動の実施
 - 蒸気発生器の排水弁の交換
 - 原子炉格納容器及び機械ペネトレーション建屋の火災検知システムの交換
 - 原子炉冷却ノズル安全末端領域への立ち入り検査
- アスコ 2 における第 24 次の燃料取替停止
 期間:35 日間
 運転時集団線量:397.490 人・mSv
 運転時最大個人線量:3.183 mSv
 燃料取替停止時における、放射線防護の観点での関連活動の実施
 - 蒸気発生器の排水弁の交換
 - 1 号機における蒸気発生器の排水弁における漏洩の修理のための停止
 - 期間:2017 年 4 月 26 日～2017 年 4 月 27 日
 - 集団線量:0.927 人・mSv
 - 1 号機における原子炉格納容器の H2 希釈ラインの隔離弁への介入(出力 100%)
 - 期間:2017 年 9 月 4 日～2017 年 9 月 15 日
 - 集団線量:3.059 人・mSv

トリヨ原子力発電所

a) 停止の回数及び期間

- CNトリヨにおける第 29 次燃料取替停止
 期間:29 日間
 運転時集団線量:192.2421 人・mSv
 運転時最大個人線量:2.09 mSv
 燃料取替停止時における、放射線防護の観点での関連活動の実施
 - 原子炉圧力容器のレベルセンサーの最新化/交換
 - 原子炉格納容器のろ過系の設置

- 主要な3台の一次冷却材ポンプのケーシングの超音波検査
体積制御系における高圧用熱交換器のチューブのキャッピング
- 期間:2017年1月30日～2017年3月17日
- 集団線量:5.697人・mSv

バンデリオス2原子力発電所

a) 停止の回数及び期間

- 集団線量:45.32人・mSv(公式線量)
- 2017年は、燃料取替停止は実施されなかった。

コフレンテス原子力発電所

- 線量測定傾向に影響を及ぼした事象

第20次停止(2015年)では、再循環系(B33)及び水浄化系(G33)における化学除染が行われた。第21次停止(2017年)のドライウェルにおけるソースタムの放出に関連し、再循環管における線量率の値が、第15次停止(2005年)時の上記系統における化学除染の実施後、第16次停止(2007年)時に実施された措置にて観察されたものと類似した再汚染挙動を起こすことが観察された。原子炉水浄化系に関しては、第17次停止(2009年)で化学除染が実施されており、第18次停止(2011年)で実施された措置で観察されたものは軽度なものであった。

a) 停止の回数及び期間

- 第21次停止
期間:36日間
給水スパー ज्याにおけるFMEの回復のため1回の強制停止が実施された(37日間)

b) 機器または系統の取り換え

停止中、原子炉内のトリチウムインベントリの低減のため、制御棒の交換が実施された。

c) 新規また試験的な線量低減プログラム

停止中に、ドライウェルのコーディネーターチームに放射線防護サービスの2名を加え、チーム強化を図った。

第21サイクルにおける停止時作業計画は、システムグループによって実施された。この手順により、組織全体が大きな期待をもって停止時計画の過程に関与することが可能となり、活動を深く分析することができるようになる。

主蒸気管に新たなプラグを取り付けるため、原子炉キャビティへの水張り和水抜き順序に変更が生じた。新たなプラグの設置に際して主蒸気管の下まで排水する必要はなく、このことにより原子力安全が向上しキャビティの排水時間が削減される。

ノズルの線量率の測定を、遠隔線量測定を用いてモニタリングするためのシステムが設計された。このシステムにより関連する線量が低減し、清掃手順の最適化のためできるだけ短い時間で遠隔から線量率情報を得た。

燃料取替フロア及び蒸気トンネルの環境が、コンセントの設置、取水、区域の冷却の改善を通して向上された。

原子炉キャビティでは、個人汚染のリスクが高い特定の作業について、作業員の状況を改善するため排気フードを使用した。

原子炉建屋の使用済み燃料プールの補助ろ過システム。

ノズル及びパイプ改善のための遠隔検査用設備の使用。

原子炉建屋の使用済み燃料プールにおけるロボットクリーナーの使用。

ドライウエル内における多数の作業、例えば制御棒駆動機構(CDR)の交換、局部出力領域モニタ(LPRM)の交換、中性子源領域モニタ(SRM)及び中性子検出器(IRM)の更新、ノズル及びパイプ他の検査において、遠隔線量管理システムが使用された。

ドライウエル及び補助建屋の蒸気トンネルの様々な場所にIP型のテレビカメラが設置され、低放射線区域から放射線管理及び作業監督を行うことができる。さらに、燃料取替フロア及びタービフロアには、低速度撮影用カメラも設置された。

ドライウエル及び燃料取替フロアの入り口に、部品の場所の確認や低放射線区域からの作業管理実施のため、スクリーンが設置された。さらに、このツールは作業計画段階でも使用された。

仮設及び常設遮蔽。

高放射線負荷のかかる作業においてスケールモデルを使用した訓練:LPRMの抽出及び削除、CRDの交換、PRMの導管の清掃、ノズル及びパイプ他の検査。

d) 組織の変化

イベルドローラ社のエンジニアリング・建設部門で放射線防護に関連するトピックに携わっていた3名の作業員が、放射線防護サービスに加わった。この組織の変更により、SPRは、設計の修正におけるALARA基準の適用を含む、放射線防護工学の機能を担うこととなる。

BWR

サンタ・マリアデガローニャ原子力発電所

a) 停止の回数及び期間

| 日程 | 事象 | 集団線量 (人・mSv)* |
|-------------|------------------------------------|------------------|
| 1月2日～12月30日 | MICROCELで固定された廃棄物を含むドラムのリコンディショニング | 123.416 |
| 1月3日～10月17日 | 金属材料のコンディショニング | 14.306 |

(*) 運転中線量

3) 当局からの報告

CSNは、欧州指令2013/59(Euratom)の転置(国内法化)のための活動で協力している。電離放射線からの健康保護に関する規則の最終版ドラフトが入手可能であり、現在公開協議中である。同時に、内部CSNグループは、この指令による規定の影響を受ける「原子力/放射線施設に関する規制」の特定の側面について審査している。

統合プラント監視システム(SISC)を適用した結果、2017年の職業放射線防護で重要な所見や指標は見られなかった。

スペインで生成された使用済み核燃料(1982年までにバンデリヨス I 原子力発電所とサンタ・マリアデガ

ローニャ原子力発電所で生成されたものを除く)は、原子炉に関する燃料プール及びトリリョ、ホセカブレラ、アスコ原子力発電所のサイト内にある一時独立使用済燃料貯蔵施設(スペイン語の頭字語で ATI)の乾式貯蔵キャスクに貯蔵されている。2017年、CSNは、トリリョ、アルマラス及びバンデリョス II 原子力発電所からの PWR の使用済み燃料の貯蔵と輸送に有効な、新しいキャスク設計 ENUN 32P 二重目的コンテナの承認に関連する評価を実施した。CSN はまた、2018 年にサンタ・マリアデガローニャとアルマラスのサイトで予定されている ATI の許認可に関連する評価を実施した。

福島原発事故に由来する行動に関して、CSNは2017年にトリリョ及びコフレンテスNPPの格納容器のろ過システム(SVCF)の試運転要求を高く評価した。

スペインの全てのNPPが、次の運用許可更新後の10年間(2020年から2027年まで)に、40年間の設計寿命を終えることを考慮し、CSNはIAEA安全指針SSG-25に基づくCSN安全ガイドGS-1.10「原子力発電所の定期的な安全審査」をレビューした。

スウェーデン

1) 2017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 | 233 |
| BWR | 5 | 417 |
| 全種類 | 8 | 356 |
| 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 | 3 | 21 |

2) 2017年主要事象

バーセベック NPP

2つのBWRユニットが、それぞれ1999年と2005年に運転を永久停止し、廃止措置の準備を行っている。2017年に実施された主要な作業は、HINT(原子炉内部操作)プロジェクトにおける、2号機の原子炉圧力容器内部の取り出しである。このプロジェクトは2016年9月に開始され、バーセベックの年間集団線量(2017年)はTLDで23.4人・mSvであった。

オスカーシャム NPP

オスカーシャムの3基中2基が最終的に停止されたため、プログラムの再構築が行われた。その中で、2017年、顧問及び正職員を含む職員の削減が実施された。

オスカーシャム1号機の原子炉を本年度半ばに永久停止することが決定されたこと、及び本年度中に実施された取り組みの規模が小さかったことにより、集団線量が計画を下回った。

2017年のシステム運用と部品交換は、オスカーシャム1号機及び3号機の修正計画及び短期停止計画にほぼ準拠している。

独立した炉心冷却システムなど、オスカーシャム3で計画されている投資に関するデータの収集と分析が継続されている。

2017年には、個々の線量割り当てを部門やユニットに「公開」することで、施設の線量割り当て作業の質をさらに高めるための作業が行われた。この作業の目的は、線量割り当ての準備に先立ち、ライン組織で作成された計画及び放射線防護組織に提出された文書が高品質であることの必要性をより深く理解することである。また別の目的としては、予算編成及び線量モニタリングの計画において、ライン組織の放射線防護に対する責任意識を高めること、及び彼ら自身の責任に対する理解を得るために自社職員だけでなく請負業者及び雇われ職員の線量を最小限に抑えることである。

フォルスマルク NPP

フォルスマルク1号機、年間停止:6月25日～7月27日(32日間)453人・mSv

金属の熱分解により、原子炉冷却材浄化系(331)のバルブV17及び関連するTピースを除去。線量予測

は80人・mSvであり、実際の線量は44人・mSvであった。

- 実際の線量が低かった原因:RP担当者と作業を実施する従業員との良好なコミュニケーションと協力、及び遠隔線量測定の有効利用。
- 内部汚染事故が無かった。
- いくつかの原子炉系統で長期間の反復試験が実施されたため、特定の作業タスクの線量予測が高くなった。

フォルスマルク2号機、年間停止:9月3日～10月16日(43日間):355人・mSv

金属の熱分解により、原子炉冷却材浄化系(331)のバルブV17及び関連するTピースを除去。

- フォルスマルク1号機の経験とフィードバックが考慮された。
- 線量予測は50人・mSvであり、実際の線量は52人・mSvであった。
- RP担当者と作業を実施する従業員との良好なコミュニケーションと協力、及び遠隔線量測定の有効利用。
- 内部汚染事故は無かった。
- 外部職員が復水器のハッチの改修を行う際の態度の問題により、一部の職員がFKAから締め出された。

フォルスマルク3号機:2017年は停止の計画なし。しかし燃料破損により3回の計画外停止が実施された。

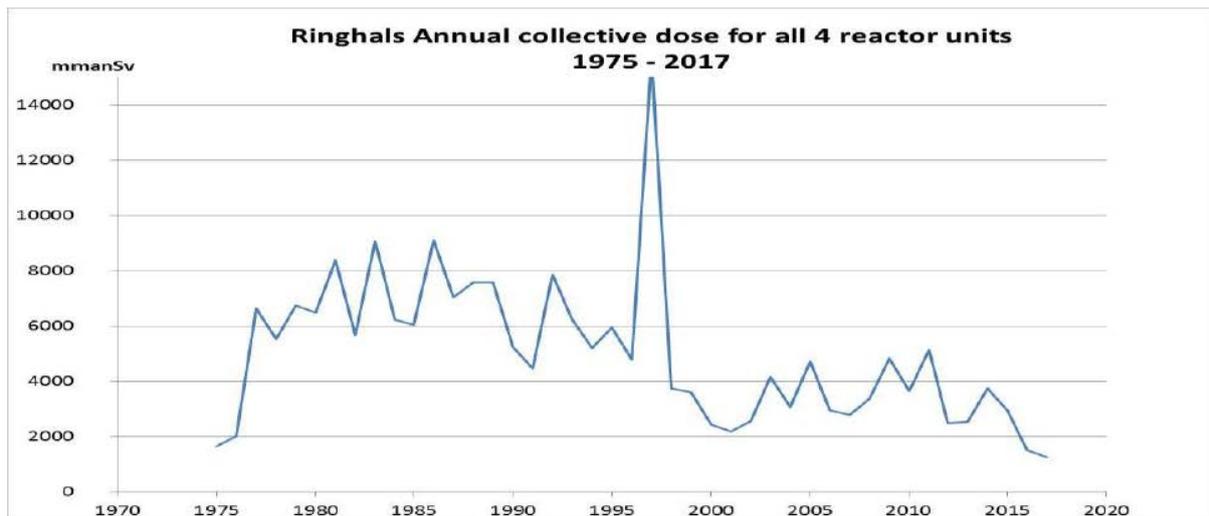
フォルスマルク、新規又は試験的な線量低減プログラム:

- 遠隔線量測定の使用の強化
- 原子炉とタービンの両方について、停止計画でRPのALARA対策を実行するための時間枠を確保する。これにより、厳しい時間的制約がほとんど、または全くなく、遮蔽及びその他の対策を講じることができる。
- 眼の水晶体の具体的な線量当量である $H_p(3)$ が、EU BSSが国内規制に採用され線量限度が引き下げられた場合の監視プログラムを設計する前に、より多くのデータを収集するために広く使用されている。
- 線量予測の準備のための正式な手順が開発及び開始された。

リングハルス NPP

リングハルスの4基の原子炉は、2017年は放射線防護の観点からすべて良好に機能しており、これにより集団線量は史上最低となった(1261人・mSv、廃棄物処理、作業場、除染施設を除外)。2018年の予測は1100人・mSv未満である。

ソースターム管理に関する継続的な取り組みは、効果があると考えられている教育や訓練SIP(実務における放射線防護)とともに、線量低減対策における主要な要素の1つである。さらに、2019年にリングハルス2号機を、2020年にリングハルス1号機を最終的に停止するという決定が下されたことにより、必要な停止作業が最小限に抑えられ、合計線量が減少した。



3) 当局からの報告

現在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作成と、その法律を支援するための放射線防護法的枠組の一式を作成するべく取り組んでいる。規制には、放射線安全、放射線防護、核セキュリティと保障措置が含まれている。放射線防護法及び基本規制は、2018年6月に制定される予定である。

SSMは、2016年～2020年の間に停止される4基の原子炉の廃止措置計画を積極的に支援し、運転中の原子炉については通常の実施している。

各事業者から要求されたRP訓練に関する教育と能力の自己評価が2017年にレビューされ、いくつかの所見があった。とりわけ一部の事業者は、徹底的なRP訓練が必要とされる全ての職員が訓練を完了することの証明が改善点となりうるだろう。

SSMは、2018年、3つの稼働中原子力発電所について、RPに焦点を当てた「サイトにおける作業」に関する検査を計画している。

スイス

1) 2017 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 | 177 |
| BWR | 2 | 1395 |

2) 2017 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(KKB)

- 1号機は、規制機関から要求のあったRPV材の長期検査のため、年間を通して停止した。
- 2号機の停止期間は39日間であった。主な作業は一次冷却材ポンプ内のブロック交換、蒸気発生器チューブ及びRPVの継ぎ目の渦電流探傷試験、余熱除去熱交換器の試験である。

ゲスゲン NPP(KKG)

- 停止期間は26日間であった。2005年に垂鉛注入が開始して以来、一次回路の平均線量率が69%低下した。その結果、年間線量と平均個人線量が大幅に低下した。

ライプシュタット原子力発電所(KKL)

- プラントは、停止作業及び燃料要素の問題により、1月1日～2月20日まで、及び9月18日～12月18日まで停止した。これらの燃料要素の問題により、プラントはサイクル期間中86%の出力で運転した。タービンの湿分分離加熱器が、新しいものと交換された。

ミューレベルク原子力発電所(KKM)

- 停止期間は26日間であった。KKMでは、RPVノズルの供用期間中検査を伴う定期停止が実施された。2019年に開始が計画されている廃止措置に関して、プラントの放射線特性評価のための最初のサンプリング活動が実施された。

- 組織の変化

KKM は、近く実施される廃止措置フェーズへの組織の適応を開始している。

- 規制要件

ICRP Publication 103 及び Euratom の基本安全基準 2013 に関して、いくつかの放射線防護条例が更新された。スイス政府は、2017 年 4 月 26 日に改正条例を公開した。これらの改正条例は、2018 年 1 月 1 日に発効する。スイスの ISOE メンバーは、新しい規制に関する共通の理解と実行を実現するためにタスクグループを立ち上げた。

ウクライナ

1) 2017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 | 608 人・mSv/基 |

2017年の1基当たりの線量率は、2015年～2016年とほぼ同水準であった。

この指標の水準が上がった一般的な理由は、ユニットの総点検と計画停止を実施する際の放射線作業の期間と範囲の増加であると定義できる。

過去数年間に生じた劣化は、ユニット寿命を当初の設計寿命を超えて延長することを目的として行われた復旧作業の多くと関連しており、これらの活動には多数の請負作業員が関与した。

英国

1) 2017 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 | | 294.6 |
| GCR | 14 ⁽¹⁾ | 19.7 |
| 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 | 20 ⁽²⁾ | 31.706 |

注記

(1) 改良型ガス冷却炉 14 基

(2) マグノックス炉 20 基

2) 2017 年主要事象

2017 年のサイズウェル B における集団放射線被ばく線量はおよそ 295 人・mSv であり、発電所の目標を 25% 下回った。11 月初旬、英国唯一の商用 PWR において、15 回目の燃料取替停止を開始した。停止開始直後のベアメタル検査の間、蒸気発生器の水室の排水管路の一つからホウ酸漏れが検出された。その後の調査により、4 つの蒸気発生器の排水導管路の溶接すべてで、応力腐食割れが明らかとなった。これにより、欠陥材料の取り出しと排水管路への栓差し込みのため、大規模な緊急作業が必要となった。新たな蒸気発生器における作業の結果、停止期間が 90 日間に延長され、最終的に 2018 年 1 月末に完了した。蒸気発生器の緊急修理作業に伴う集団放射線被ばくは、約 50 人・mSv であった(放射線防護等による線量も含む)。

サイズウェル B では、2 月から 6 月の間、最初の乾式燃料貯蔵が実施された。ホルテック社製の 7 基のキャスクにそれぞれ 24 個の照射燃料集合体が装荷され、平均キャスク熱負荷は 19 kW であった。キャスクあたりの線量は、1 番目のキャスクの 6.5 人・mSv から 7 番目のキャスクの 2.34 人・mSv に減少した。この線量の減少は、機器の信頼性の向上、遮蔽の改良、及び運転経験の迅速な取り込みの影響である。本活動全体の集団放射線被ばくは、初期推定値の 42 人・mSv と比較し、26 人・mSv であった。EDF エナジー社の運転中原子力群の各所において、改良型ガス冷却炉で記録された年間集団放射線被ばくは低く、18 人・mSv から 83 人・mSv の範囲であった。放射線量の低さは、年間で重要または新規の作業が無かったことを反映している。

廃止措置中のマグノックス炉サイトの大部分は、保存整備の準備中である。保存整備は、放射線レベルが自然に減衰するような受動的安全性を持った安全な状態である。2019 年、最初のサイトがこの状態に移行することが予想されている。ウィルファ NPP は、いまだ廃止措置の燃料取り出し段階にある唯一のマグノックス炉のサイトであり、2019 年末までにサイトからすべての照射燃料が取り出される予定である。廃止措置サイトの線量は 11.7 人・mSv から 208.3 人・mSv まで幅があり、線量は実

施する作業範囲に大きく依存した。

3) 新しい原子力発電所の建設

ヒンクリー・ポイント C における 2 基の EPR 炉の建設は順調に進んでおり、2025 年に運転が開始する予定である。EDF エナジー社には、既存のサイズウェル B のプラントと並行し、サイズウェル C にも追加の EPR 炉 2 基を建設する意向がある。ホライズン・ニュークリア・パワー社は、GE 日立ニュークリア・エナジー社の改良型沸騰水型軽水炉を、ウィルファ・ネーウィズに建設することを計画しており、オールドベリーでも同様の提案を行っている。2017 年 12 月、改良型沸騰水型軽水炉の設計について、包括的設計審査の形で規制当局の承認を得た。

ウェスチングハウス社の AP1000 をムーアサイドに 3 基建設する案も、ニュージェネレーション社コンソーシアムにより提案されている。これらの案もまた、包括設計審査の承認段階に達した。EDF 社と中国広核集団も、ブラッドウェルに 2 基の中国型華龍 (Hualong) HPR-1000 型 PWR を建設する案を進めることに同意した。

米国

1) 2017 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 | 65 | 370.6 |
| BWR | 34 | 1178.6 |
| 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 | 12 | 14.97 |
| BWR | 2 | 100.27 |
| FBR | 1 | 0.00(フェルミ 1) |

2) 2017 年主要事象

米国の職業線量傾向概要

2017 年の米国 PWR 及び BWR の職業線量平均は、99 基の稼働中の商用原子炉における線量低減イニシアティブを引き続き重視したことを反映している。また、4 基が廃止措置段階に移行した。

| 原子炉型 | 基数 | 合計集団線量 人・mSv | 平均線量/基 人・mSv/基 |
|------|----|-----------------|-------------------|
| PWR | 65 | 24,092.06 | 0.371 |
| BRW | 34 | 40,073.42 | 1.18 |

2017 年における 99 基の原子炉の合計集団線量は、2016 年から 16%増加した 64,165.48 人・Sv であった。その結果、米国の LWR の 1 基あたりの平均集団線量は、648.136 人・mSv/基となった。20～30 mSv の線量を受けた個人はいなかった(現在の米国の年間線量限度である 50 mSv 以内)。

米国の PWR

2017 年の米国 PWR の合計集団線量は、65 基の運転中 PWR で 24,062.06 人・mSv であり、2016 年から 16%増加した。2017 年の PWR1 基当たりの平均集団線量は、371 人・mSv/基であった。米国の PWR の燃料取替サイクルは、通常 18 か月もしくは 24 か月である。米国の PWR サイトにおいて、2017 年は、以下の PWR サイトにて、平均年間サイト線量 100 人・mSv 未満を達成した。

- デービスベッセ 16 人・mSv ハリス 2.17 人・mSv

米国の BWR

2017 年の米国における 34 基の運転中 BWR の合計集団線量は、2016 年から 17%増加した 40,073.42 人・mSv であった。2017 年の BWR1 基あたりの平均集団線量は、1,179 人・mSv/基であった。米国のほ

とんどの BWR の燃料取替サイクルは、24 ヶ月である。この平均集団線量レベルの主な原因は、いくつかの BWR における出力増強の実施及び水化学に関する課題によるものである。

新規に運転開始するプラント／停止するプラント

サザンカンパニーは、ジョージア州のボーグル原子力発電所に新たな 2 基の PWR を建設している。サウスカロライナ・エレクトリック&ガス・カンパニーは、バージル・C・サマー原子力発電所の新たな 2 基の PWR について、予算超過やその他の問題により建設を中断した。

北イリノイのミシガン湖沿いに位置するザイオン 1 及び 2 号機は、2010 年に廃止措置を開始した。サイトの廃止措置は、エナジー・ソリューション社が担当している。キウオーニ、サンオノフレ 2 及び 3、クリスタルリバーが、廃止措置段階に移行した。オイスタークリークは、2018 年に廃止措置段階に移行する予定である。

新規又は試験的な線量低減プログラム

一部の RPM は、ミシガン大学が開発した H3D-CZT 検出器システムを運用し、プラントの RP 調査で個人の同位体識別を実現している。ディアブロ・キャニオンでは、リアルタイムの電子線量計システムである遠隔測定法(テレメトリ)を実装し、RP の電子線量調査を行うことで人件費を削減し精度を向上させた。

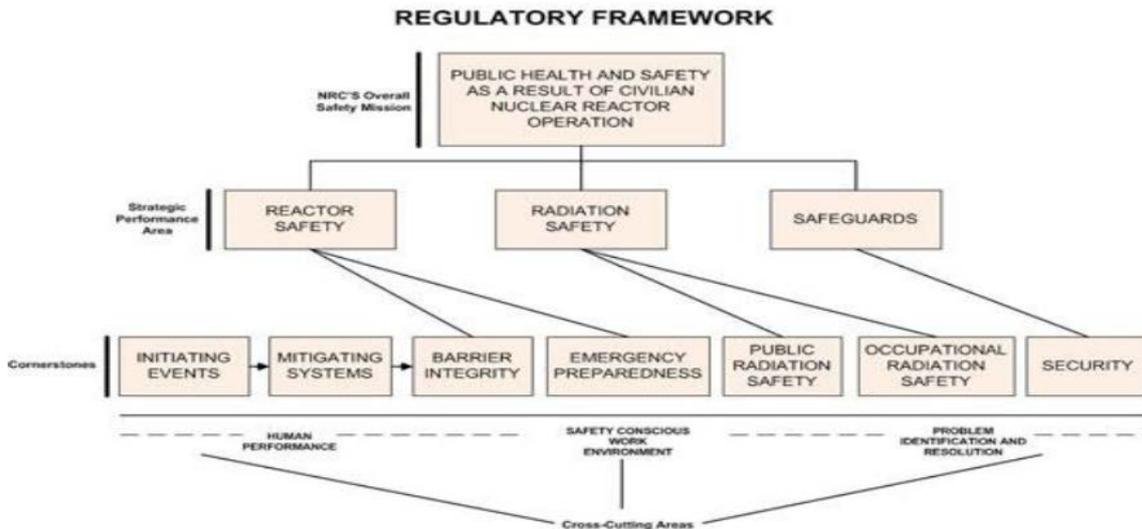
2017 年の主な作業に関する規制計画

一部の米国 PWR では、FME 及び脆弱性の問題により、炉心槽の最大 800 個のバップルボルトを交換している。NRC によって非常に影響を受けやすいと分類された PWR では、燃料取替停止ごとに約 200 個のバップルボルトが交換されている。一部の PWR では、燃料破損の発生を防ぐために、ウェスチングハウス社に原子炉容器のアップフロー交換を完了させている。

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を、下図で示す。これは、プラントの安全性を確保するための、リスク情報に基づいた段階的なアプローチである。原子炉安全、放射線安全、保障措置という 3 つの重要な戦略的パフォーマンス領域がある。各戦略的パフォーマンスの領域内には、原子炉運転において重要な安全面を反映したコーナーストーンがある。このコーナーストーンについて事業者が十分なパフォーマンスを行うことで、原子炉が安全に運転されていることと NRC の安全ミッションが達成されていることの合理的な保証となる。

この枠組み内で、NRC は運転中原子炉の監視プロセスを通して、事業者のパフォーマンスに関する情報を収集し、その情報の安全上の重要性を評価し、事業者と NRC が適切な対応とるための手段を提供する。NRC は、NRC の検査プログラムから得られた検査結果と、事業者から報告されたパフォーマンス指標(PI)の 2 つの異なるデータを分析することにより、プラントのパフォーマンスを評価する。



職業放射線安全のコーナーストーン及び 2017 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、民間原子炉の日常運転に際し、放射性物質から放出された放射線への被ばくから、作業員の健康と安全を適切に防護することである。こうした被ばくは、放射線区域の管理不足または非管理、または労働者が放射性物質に不必要に曝露することで発生する可能性がある。事業者は、適用される規制の限度及び ALARA ガイドラインを満たすことにより、作業員の防護を維持することができる。

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

| | | |
|----|--------------------------|-------------------|
| IP | 71124 | 放射線安全—公衆及び職業 |
| IP | 71124.01 | 放射線障害評価及び被ばく管理 |
| IP | 71124.02 | 職業 ALARA 計画及び管理 |
| IP | 71124.03 | プラント内の気中放射能管理及び低減 |
| IP | 71124.04 | 職業線量評価 |
| IP | 71124.05 | 放射線モニタリング計装 |

職業被ばく管理の有効性—このコーナーストーンのパフォーマンス指標は、次の合計である：

- 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) 規制当局が対応の場合あり | (黄) 規制当局の対応を要する | (赤) 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 |

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 page](#)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、2017 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 シンポジウム及びその他イベント

北米技術センターによる ISOE 国際シンポジウム

2017 年 ISOE 国際シンポジウムは、北米技術センターによって 2017 年 1 月 9 日～11 日に米フォート・ローダーデールにおいて開催された。10 カ国から 30 の電力供給業者を含む計 183 名が出席した。参加技術センターにより、2 本の優秀論文が選出された：

- 「ユニット改修及びプラントの寿命延長における RP の課題 (*RP Challenges with Unit Refurbishments and Plant Life Extension*)」C. Pritchard (ブルース・パワー、カナダ)
- 「オンタリオ・パワージェネレーション社の放射線防護及び ALARA プログラムのハイライト (*Radiation Protection and ALARA Program Highlights at Ontario Power Generation*)」J. Zic (ピッカリング NPP、カナダ)

運営委員会－WGDA 合同トピックセッション

運営委員会及び ISOE データ分析ワーキング・グループ (WGDA) による「改修及びプラント寿命延長活動」に関する第 2 回合同トピックセッション (JTS) が 2017 年 11 月 8 日に開催され、12 の ISOE 参加国から 27 名が出席した。JTS では ISOE に参加する電力供給会社から 4 件、及びアジア技術センターから 1 件の発表があった。

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

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

ISOE 職業被ばくデータベース

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

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
- 線量指標（停止時集団線量/停止・人-時間）
- 任務中の集団線量
- 職業カテゴリー別集団線量
- 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。2017年には、MADRASで6つ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。2017年には、以下の種類の文書が入手可能となった。

- ベンチマーキング報告書
- RP経験報告書
- RP管理文書
- プラント情報関連文書
- 訓練文書
- ISOE 2アンケート
- 運転経験報告書
- PRフォーラムの統合
- シビアアクシデントマネジメント文書
- 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。2017年に実施された視察の重点事項を以下にまとめる。

ATCの企画によるベンチマーキング視察

2017年には、アジア技術センター（ATC）及び原子力安全研究協会（NSRA）が、10月25日～27日に京都にてベンチマーキング視察を企画した。日本と韓国から32名の参加があった。本ベンチマーキングでは、RP及びALARA計画、ISOE基準、及びKEPCOとJAPCにおける緊急対応・計画に関するトピックに焦点を当てた。本ベンチマーキングプログラムでは、2つの原子力施設を視察した。

- 高浜NPP
- 原子力発電訓練センター及び美浜原子力緊急事態支援センター

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、2017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 | 5月17～18日、 11月8日&10日 |
| データ分析ワーキング・グループ（WGDA） | 5月16～17日、 11月7日 |
| 第27回ISOE運営委員会会議 | 11月9～10日 |
| WGDA-運営委員会合同トピックセッション | 11月8日 |
| 原子力発電所の廃止措置活動における放射線防護に関するワーキング・グループ（WGDECOM） | 4月25～28日、 11月13～17日 |

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、2017 年の年次会議で ISOE プログラムの進捗状況を検討し、2018 年の作業プログラムを承認した。

2017 年に開催された ISOE 事務局会議の主な課題は、ISOE 事務局の資金調達についてであった。2018 年に、運営委員会の決定により、この課題を検討するための専用タスクグループが立ち上げられた。

2017 年に運営委員会で議論されたもう一つの重要な問題は、原子力発電所の設計、運転、廃止措置における職業放射線防護の最適化に関する情報と経験の共有のために、ISOE プログラムと関係組織との間で締結された技術協力協定の策定であった。

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 2017 年 5 月と 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。

ISOE原子力発電所の廃止措置活動における放射線防護に関するワーキング・グループ (WGDECOM)

WGDECOM は、廃止措置に関する国際協同プログラム(CPD)との共同トピックセッションの後、第 24 回年次セッション中に、TOR 草案をもって ISOE 運営委員会により設立された。WGDECOM は 2017 年 4 月と 11 月に会合を開催し、NPP での廃止措置活動の RP 側面に引き続き焦点を当てた。

WGDECOM の目的は、廃止措置段階もしくは廃止措置の準備段階にある原子力発電所に向けて RP の実用データと経験を更に共有するべく、専門家が ISOE プログラム内でプロセスを開発するためのフォーラムを提供することである。ワーキング・グループは、ISOE 運営委員会が提案し認識された全ての作業を管理し、ISOE プログラムに対して定期的にその作業状況を報告することとなる。

これまでに WGDECOM は、米国のザイオン(1、2)、キウオーニ、サンオノフレ(2、3)、ホセカブレラ(スペイン)、ミュールブルク(スイス)、バーセベック(スウェーデン)のベンチマークを実施した。廃止措置の主要なタスクが特定され、ホセカブレラへの訪問に基づいて比較ツールが開発された。

Annex I

STATUS OF ISOE PARTICIPATION UNDER THE RENEWED ISOE TERMS AND CONDITIONS (2016-2019)

Note: This annex provides the status of ISOE official participation as of 31 December 2017

Officially Participating Utilities: Operating reactors

| Country | Utility | Plant name | | |
|----------------------|---|---|---|--|
| Armenia, Republic of | Armenian Nuclear Power Plant (CJSC) | Medzamor 2 | | |
| Belgium | ENGIE Electrabel | 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 | Bruce A1, A2, A3, A4 | Bruce B5, B6, B7, B8 | |
| | New Brunswick Power | Point Lepreau | | |
| | Ontario Power Generation | Darlington 1, 2, 3, 4 Pickering 1, 4 | Pickering 5, 6, 7, 8 | |
| China | China Guangdong Nuclear Power Group (CGN) | Daya Bay 1, 2 | Ling Ao 1, 2, 3, 4 | |
| | CNNC Qinshan Nuclear Power Company, Ltd | Qinshan 1 | | |
| | Fujian Ningde Nuclear Power Co., Ltd | Ningde 1, 2, 3, 4 | | |
| | Fujian Fuqing Nuclear Power Co., Ltd | Fuqing 1, 2, 3 | | |
| | Jiangsu Nuclear Power Corporation | Tianwan 1, 2 | | |
| Czech Republic | ČEZ, a. s. | Dukovany 1, 2, 3, 4 | Temelin 1, 2 | |
| Finland | Fortum Power and Heat Oy | Loviisa 1, 2 | | |
| | Teollisuuden Voima Oyj (TVO) | 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 | |
| Hungary | Magyar Villamos Művek Zvt | Paks 1, 2, 3, 4 | | |
| Japan | Chubu Electric Power Co., Inc. | Hamaoka 3, 4, 5 | | |
| | Chugoku Electric Power Co., Inc. | Shimane 2 | | |
| | Hokkaido Electric Power Co., Inc. | Tomari 1, 2, 3 | | |
| | Hokuriku Electric Power Co. | Shika 1, 2 | | |
| | Japan Atomic Power Co. | Tokai 2 | Tsuruga 2 | |
| | Kansai Electric Power Co., Inc. | Mihama 3 Ohi 1, 2, 3, 4 | Takahama 1, 2, 3, 4 | |
| | Kyushu Electric Power Co., Inc. | Genkai 2, 3, 4 | Sendai 1, 2 | |

| Country | Utility | Plant name | |
|--------------------|---|--|--|
| | Shikoku Electric Power Co., Inc. | Ikata 2, 3 | |
| | Tohoku Electric Power Co., Inc. | Higashidori 1 | Onagawa 1, 2, 3 |
| | Tokyo Electric Power Co. | Fukushima Daini 1, 2, 3, 4 | Kashiwazaki Kariwa 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 |
| Korea, Republic of | Korea Hydro and Nuclear Power Co., Ltd. (KHNP) | Hanbit 1, 2, 3, 4, 5, 6 Hanul 1, 2, 3, 4, 5, 6 Kori 1, 2, 3, 4 | Shin Kori 1, 2, 3 Shin Wolsong 1, 2 Wolsong 1, 2, 3, 4 |
| Mexico | Comision Federal de Electricidad | Laguna Verde 1, 2 | |
| The Netherlands | E.P.Z. | Borssele | |
| Pakistan | Pakistan Atomic Energy Commission (PAEC) | Chasnupp 1, 2, 3, 4 | Kanupp |
| Romania | Societatea Nationala "Nuclearelectrica" S.A. | Cernavoda 1, 2 | |
| Russian Federation | Rosenergoatom Concern OJSC | Balakovo 1, 2, 3, 4 Kalinin 1, 2, 3, 4 Kola 1, 2, 3, 4 | Novovoronezh 4, 5, 6 Rostov 1, 2, 3 |
| 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 Ascó 1, 2 Cofrentes | Trillo 1 Vandellós 2 |
| Sweden | Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA) | Forsmark 1, 2, 3 | |
| | OKG AB | Oskarshamn 1, 3 | |
| | Ringhals AB (RAB) | Ringhals 1, 2, 3, 4 | |
| Switzerland | Axpo AG | Beznau 1, 2 | |
| | BKW FMB Energie AG | Mühleberg | |
| | Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG | Gösgen | |
| | Kernkraftwerk Leibstadt AG | Leibstadt | |
| 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 | |
| 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 Millstone 2, 3 | Surry 1, 2 |
| | Duke Energy Corp. | Brunswick 1, 2 Catwaba 1, 2 Harris 1 | McGuire 1, 2 Oconee 1, 2, 3 Robinson 2 |
| | Energy Northwest | Columbia | |
| | Entergy Nuclear Operations, Inc. | Palisades | Arkansas One 1, 2 |

| Country | Utility | Plant name | |
|---------|---|--|---|
| | Exelon Generation Co., LLC | Braidwood 1, 2 Byron 1, 2 Calvert Cliffs 1, 2 Clinton 1 Dresden 2, 3 Ginna 1 LaSalle County 1, 2 | Limerick 1, 2 Nine Mile Point 1, 2 Oyster Creek 1 Peach Bottom 2, 3 Quad Cities 1, 2 TMI 1 |
| | FirstEnergy Nuclear Operating Co. (FENOC) | Beaver Valley 1, 2 Davis Besse 1 | Perry 1 |
| | Luminant Generation Company, Llc. | Comanche Peak 1, 2 | |
| | Nextera Energy Resources, Llc. | Duane Arnold 1 Point Beach 1, 2 | Seabrook 1 Turkey Point 3, 4 |
| | Pacific Gas & Electric Company | Diablo Canyon 1, 2 | |
| | PPL Susquehanna, Llc. | Susquehanna 1, 2 | |
| | Public Service Electric & Gas Co. | Hope Creek 1 | Salem 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 Farley 1, 2 | Vogtle 1, 2 |
| | Tennessee Valley Authority (TVA) | Browns Ferry 1, 2, 3 Sequoyah 1, 2 | Watts Barr 1, 2 |
| | Wolf Creek Nuclear Operation Corp. | Wolf Creek | |
| | XCel Energy | Monticello Prairie Island 1, 2 | |

Reactors Under Construction

| Country | Utility | Plant name |
|---------------|--|----------------|
| China | CNNP Sanmen Nuclear Power Company | Sanmen 1, 2 |
| | Fujian Fuqing Nuclear Power Co., Ltd | Fuqing 4, 5, 6 |
| Finland | Fennovoima Oy | Hanhikivi 1 |
| United States | Southern Nuclear Operating Company, Inc. | Vogtle 3, 4 |

Officially Participating Utilities: Definitively shutdown reactors

| Country | Utility | Plant name | |
|----------------------------------|---|------------------------------------|-------------------------------|
| Armenia | Armenian Nuclear Power Plant (CJSC) | Medzamor 1 | |
| Bulgaria | Kozloduy NPP Plc. | Kozloduy 1, 2, 3, 4 | |
| Canada | Hydro Quebec | Gentilly 2 | |
| | Ontario Power Generation | Pickering 2, 3 | |
| France | Électricité de France (EDF) | Bugey 1 Chinon A1, A2, A3 | Chooz A St. Laurent A1, A2 |
| Italy | SOGIN Spa | Caorso Garigliano | Latina Trino |
| Japan | Chubu Electric Power Co., Inc. | Hamaoka 1, 2 | |
| | Chugoku Electric Power Co., Inc. | Shimane 1 | |
| | Japan Atomic Energy Agency | Fugen | |
| | Japan Atomic Power Co. | Tokai 1 | Tsuruga 1 |
| | Kansai Electric Power Co., Inc. | Mihama 1, 2 | |
| | Kyushu Electric Power Co., Inc. | Genkai 1 | |
| | Tokyo Electric Power Co. | Fukushima Daiichi 1, 2, 3, 4, 5, 6 | |
| Shikoku Electric Power Co., Inc. | Ikata 1 | | |
| Lithuania | Ignalina Nuclear Power Plant | Ignalina 1, 2 | |
| Russian Federation | Rosenergoatom Concern OJSC | Novovoronezh 1, 2, 3 | |
| Spain | UNESA | Santa María de Garoña | |
| Sweden | Barsebäck Kraft AB | Barsebäck 1, 2 | |
| | OKG AB | Oskarshamn 2 | |
| United States | Detroit Edison Co. | Fermi 1 | |
| | Dominion Generation | Kewaunee | Millstone 1 |
| | Duke Energy Corp. | Crystal River 3 | |
| | Exelon Generation Co., LLC | Dresden 1 | |
| | FirstEnergy Nuclear Operating Co. (FENOC) | TMI 2 | |
| | Omaha Public Power District | Fort Calhoun 1 | |
| | Pacific Gas & Electric Company | Humboldt Bay 1 | |
| Southern California Edison Co. | San Onofre 1, 2, 3 | | |

Participating Regulatory Authorities

| Country | Authority |
|----------------------|---|
| Armenia | Armenian Nuclear Regulatory Authority (ANRA) |
| Belarus, Republic of | Scientific Practical Centre of Hygiene, Ministry of Health |
| Belgium | Federal Agency for Nuclear Control (FANC) |
| Brazil | Brazilian Nuclear Energy Commission (CNEN) |
| 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 | The Authority for Nuclear Safety and Radiation Protection (ANVS) |
| Romania | National Commission for Nuclear Activities Control (CNCAN) |
| Slovak Republic | Public Health Authority of the Slovak Republic (UVZSR) |
| Slovenia | Slovenian Radiation Protection Administration (SRPA), Ministry of Health Slovenian Nuclear Safety Administration (SNSA) |
| South Africa | National Nuclear Regulator (NNR) |
| Spain | Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) |
| Sweden | Swedish Radiation Safety Authority (SSM) |
| Switzerland | Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate (ENSI) |
| Ukraine | State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine (SNRIU) |
| United Arab Emirates | Federal Authority for Nuclear Regulation (FANR) |
| United Kingdom | The Office for Nuclear Regulation (ONR) |
| United States | U.S. Nuclear Regulatory Commission (US NRC) |

Country – Technical Centre affiliations

| Country | Technical Centre* | Country | Technical Centre |
|----------------------|-------------------|----------------------|------------------|
| Armenia | IAEATC | Mexico | NATC |
| Belarus, Republic of | IAEATC | Netherlands | ETC |
| Belgium | ETC | Pakistan | IAEATC |
| Brazil | IAEATC | Romania | ETC |
| Bulgaria | IAEATC | Russian Federation | ETC |
| Canada | NATC | Slovak Republic | ETC |
| China | IAEATC | Slovenia | ETC |
| Czech Republic | ETC | South Africa | IAEATC |
| Finland | ETC | Spain | ETC |
| France | ETC | Sweden | ETC |
| Germany | ETC | Switzerland | ETC |
| Hungary | ETC | Ukraine | IAEATC |
| Italy | ETC | United Arab Emirates | 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

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

International co-operation

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

Technical Cooperation Agreements

- Nuclear Energy Institute (NEI), 18 November 2014 – 18 November 2019
- Empresa Nacional de Residuos Radiactivos S.A. (ENRESA), 29 May 2015 – 29 May 2020
- Sociedade Brasileira de Proteção Radiológica (SBPR), 01 December 2016 – 01 December 2021
- Oak Ridge Associated Universities (ORAU), 10 January 2017 – 10 January 2022

Annex 2

ISOE BUREAU, SECRETARIAT AND TECHNICAL CENTRES

Bureau of the ISOE Management Board

| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|-----------------------------------|---|-------------|--|-------------|--|-------------|
| Chairperson (Utilities) | HARRIS, Willie EXELON UNITED STATES | | HWANG, Tae-Won KHNP KOREA | | DO AMARAL, Marcus Antonio ANGRA NPP (RETIRED) BRAZIL | |
| Chairperson Elect (Utilities) | HWANG, Tae-Won KHNP KOREA | | DO AMARAL, Marcus Antonio ANGRA NPP (RETIRED) BRAZIL | | RENN, Guy SIZEWELL B UK | |
| Vice-Chairperson (Authorities) | JAHN, Swen-Gunnar ENSI SWITZERLAND | | JAHN, Swen-Gunnar ENSI SWITZERLAND | | INGHAM, Grant ONR UK | |
| Past Chairperson (Utilities) | ABELA, Gonzague EDF FRANCE | | HARRIS, Willie EXELON UNITED STATES | | HWANG, Tae-Won KHNP KOREA | |

ISOE Joint Secretariat

OECD Nuclear Energy Agency (OECD/NEA)

SARAEV, Oleg
Nuclear Energy Agency
Division of Radiological Protection & Human Aspects of
Nuclear Safety
46, quai Alphonse Le Gallo
92100 Boulogne-Billancourt, France

Tel: +33 1 45 24 11 07
Eml: oleg.saraev@oecd-nea.org

GUZMÁN LÓPEZ-OCÓN, Olvido
OECD Nuclear Energy Agency
Division of Radiological Protection & Human Aspects of
Nuclear Safety
46, quai Alphonse Le Gallo
92100 Boulogne-Billancourt, France

Tel: +33 1 45 24 10 45
Eml: olvido.guzman@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

Tel: +43 1 2600 26173
Eml: J.Ma@iaea.org

ISOE Technical Centres

Asian Technical Centre (ATC)

TEZUKA, Hiroko
Asian Technical Centre
Nuclear Safety Research Association (NSRA)
5-18-7, Minato-ku, Shimbashi
Tokyo 105-0004

Tel: +81 3 5470 1983
Eml: isoeatc@nsra.or.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

Annex 3

ISOE MANAGEMENT BOARD AND NATIONAL CO-ORDINATORS (2017)

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

| | | |
|----------------------------|--|--|
| ARMENIA | PYUSKYULYAN, Konstantin | Medzamor 2 NPP |
| BELARUS | NIKALAYENKA, Alena | Republican Unitary Enterprise “Scientific Practical Centre of Hygiene”, Ministry of Health |
| BELGIUM | LANCE, Benoit HENRY, François | ENGIE Electrabel Federal Agency for Nuclear Control (FANC) |
| BRAZIL | DO AMARAL, Marcos Antônio | Angra NPP (retired) |
| BULGARIA | NIKOLOV, Atanas KATZARSKA, Lidia | Kozloduy NPP Bulgarian Nuclear Regulatory Agency |
| CANADA | PRITCHARD, Colin ELLASCHUK, Bernard MILLER, David E | Bruce Power Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC) Bruce Power |
| CHINA | YANG, Duanjie JIANG, Jianqi | Nuclear and Radiation Safety Centre (MEP) Qinshan NPP |
| CZECH REPUBLIC | FARNIKOVA, Monika FUCHSOVÁ, Dagmar | Temelin NPP, CEZ a.s. State Office for Nuclear Safety (SÚJB) |
| FINLAND | KONTIO, Timo RIIHILUOMA, Veli | Loviisa NPP Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) |
| FRANCE | WEICKERT, Philippe GUANNEL, Yves SAINTAMON, Fabrice | Électricité de France (EDF) Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) Électricité de France (EDF) |
| GERMANY | STAHL, Thorsten | Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit mbH (GRS) |
| HUNGARY | BUJTAS, Tibor | Paks NPP |
| ITALY | MANCINI, Francesco | SOGIN SpA |
| JAPAN | HAYASHIDA, Toshiyuki HATANO, Kyousuke TAGUCHI, Tatsuya | Tokyo Electric Power Company Kyushu Electric Power Co., Inc. Nuclear Regulation Authority (NRA) |
| KOREA (REPUBLIC OF) | KIM, Byeong-Soo HWANG, Tae-Won LEE, Byeoung-kug | Korea Institute of Nuclear Safety (KINS) Korea Hydro and Nuclear Power. Co. Ltd (KHNP) Korea Hydro and Nuclear Power. Co. Ltd (KHNP) |
| LITHUANIA | TUMOSIENĖ, Kristina RAUBA, Kestus | State Nuclear Power Safety Inspectorate (VATESI) Ignalina NPP |
| MEXICO | MORGADO ACOSTA, David | Laguna Verde NPP |
| NETHERLANDS | MEIJER, Hans ARENDS, Patrick | Borssele NPP, EPZ Authority for Nuclear Safety and Radiation Protection (ANVS) |
| PAKISTAN | MANNAN, Abdul | Chasnupp NPP |

| | | |
|-----------------------------------|--|--|
| ROMANIA | SIMIONOV, Vasile | Cernavoda NPP |
| RUSSIAN FEDERATION | DOLJENKOV, Igor GLASUNOV, Vadim | Rosenergoatom Concern OJSC Research Institute for Nuclear Power Plant Operation (VNIIAES) |
| SLOVAK REPUBLIC | REMENEC, Boris DRÁBOVÁ, Veronika | Bohunice NPP Public Health Authority of the Slovak Republic (UVZSR) |
| SLOVENIA | BREZNIK, Borut JUG, Nina | Krsko NPP Slovenian Radiation Protection Administration, Ministry of Health |
| SOUTH AFRICA (REPUBLIC OF) | MAREE, Marc MPETE, Louisa | Koeberg NPP National Nuclear Regulator (NNR) |
| SPAIN | GUILLÉN, Nicolás LABARTA, Teresa | Almaraz NPP Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) |
| SWEDEN | HANSSON, Petra SVEDBERG, Torgny | Swedish Radiation Safety Authority (SSM) Ringhals NPP |
| SWITZERLAND | RITTER, Andreas JAHN, Swen-Gunnar | Leibstadt NPP Swiss Nuclear Safety Inspectorate (ENSI) |
| UKRAINE | BEREZHNAJA, Tatyana CHEPURNYI, Jurii | National Nuclear Energy Generation Company “Energoatom” State Nuclear Regulatory Inspectorate |
| UNITED ARAB EMIRATES | AZIZ, Maha | Federal Authority for Nuclear Regulation (FANR) |
| UNITED KINGDOM | RENN, Guy REES, Vaughan | Sizewell B NPP Office for Nuclear Regulation (ONR) |
| UNITED STATES OF AMERICA | BROCK, Terry BOYER, Brad WOOD, David | U.S. Nuclear Regulatory Commission Prairie Island NPP D.C. Cook NPP |

Participation in the ISOE MB meetings in an advisory capacity:

Technical Centre Representatives

ATC

NOMURA, Tomoyuki Nuclear Safety Research Association (NSRA), Japan
TEZUKA, Hiroko Nuclear Safety Research Association (NSRA), Japan

ETC

BELTRAMI, Laure-Anne CEPN, France
D’ASCENZO, Lucie CEPN, France
SCHIEBER, Caroline CEPN, France

IAEATC

MA, Jizeng IAEA, Austria

NATC

DOTY, Richard College of Engineering, University of Illinois, USA
MILLER, David W. D.C. Cook NPP, USA

Chairs of ISOE Working Groups

WGDA

PRITCHARD, Colin Bruce Power, Canada

WGDECOM

HALE, James Mike Kewaunee NPP (retired), USA

Annex 4

ISOE WORKING GROUPS (2017)

Working Group on Data Analysis (WGDA)

Chair: PRITCHARD, Colin (Canada) Vice-Chair: HAGEMEYER, Derek (US)

BRAZIL

DO AMARAL, Marcos Antonio Angra NPP (retired) (ISOE Chair)

CANADA

ELLASCHUK, Bernard Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC)
PRITCHARD, Colin Bruce Power

CZECH REPUBLIC

FARNIKOVA, Monika Temelin NPP

FRANCE

BELTRAMI, Laure-Anne CEPN / ETC
D'ASCENZO, Lucie CEPN / ETC
GENIAUX, Aude Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN)
JOLIVET, Patrick Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)
ROCHER, Alain Électricité de France (EDF)
SCHIEBER, Caroline CEPN / ETC
WEICKERT, Philippe Électricité de France (EDF)

GERMANY

STAHL, Thorsten Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH

JAPAN

NOMURA, Tomoyuki Nuclear Safety Research Association (NSRA) / ATC
SUZUKI, Akiko Nuclear Regulation Authority (NRA)
TEZUKA, Hiroko Nuclear Safety Research Association (NSRA) / ATC

KOREA (REPUBLIC OF)

HWANG, Tae-won Korea Hydro and Nuclear Power Corporation Ltd. (KHNP) (ISOE Past-Chair)
KIM, Byeong-soo Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)
KONG, Tae-young Korea Hydro and Nuclear Power Corporation Ltd. (KHNP)
LIM, Jae-kyung Korea Hydro and Nuclear Power Corporation Ltd. (KHNP)

ROMANIA

SIMIONOV, Vasile Cernavoda NPP

RUSSIAN FEDERATION

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

SLOVENIA

BREZNIK, Borut Krsko NPP

SPAIN

LABARTA, Teresa Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)

SWEDEN

HENNIGOR, Staffan Forsmark NPP
SVEDBERG, Torgny Ringhals NPP

UNITED KINGDOM

REES, Vaughan Office for Nuclear Regulation (ONR)

UNITED STATES OF AMERICA

ANDERSON, Ellen Nuclear Energy Institute (NEI) (under TCA)
BOYER, Brad Prairie Island NPP
BROCK, Terry US Nuclear Regulatory Commission
HAGEMEYER, Derek Oak Ridge Associated Universities (ORAU, under TCA)
HARRIS, Willie O. Exelon Nuclear
MILLER, David .W D.C. Cook Plant / NATC

ISOE JOINT SECRETARIAT

MA, Jizeng International Atomic Energy Agency (IAEA)
GUZMÁN LÓPEZ-OCÓN, Olvido OECD Nuclear Energy Agency (NEA)

Working Group on Radiological Protection Aspects of Decommissioning Activities at Nuclear Power Plants (WGDECOM)

Chair: HALE, James Mike (US) Vice-Chair: CALAVIA, Ignacio (Spain)

BRAZIL

ALBUQUERQUE VIEIRA, Flavia Angra NPP
ESTANQUEIRA PINHO, Bruno Angra NPP

CANADA

ELLASCHUK, Bernard Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC)
GAGNON, Jean-Yves Gentilly-2 NPP

FRANCE

ARIES NASSER, Marie-Eve Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN)
BOUSSETTA, Benjamin EDF - DP2D
COUASNON, Olivier Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)
RANCHOUX, Gilles EDF – DP2D
RODIER, Karine Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)
VAILLANT, Ludovic European Technical Centre (ETC), CEPN

ITALY

MANCINI, Francesco Sogin SpA

KOREA (REPUBLIC OF)

SOHN, Wook Korean Hydro & Nuclear Power (KHNP)

ROMANIA

SIMIONOV, Vasile Cernavoda NPP

RUSSIAN FEDERATION

VOLKOV, Victor Rosenergoatom Concern OJSC

SPAIN

CALAVIA, Ignacio Nuclear Safety Council (CSN)
CAMPOS, José ENRESA (under TCA)
MUÑOZ GOMEZ, Raul UNESA

SWEDEN

HANSSON, Petra Swedish Radiation Safety Authority (SSM)

SWITZERLAND

NEUKÄTER, Erwin Mühleberg NPP

UNITED STATES OF AMERICA

ANDERSON, Ellen Nuclear Energy Institute (NEI) (under TCA)
HALE, James Mike Kewaunee NPP (retired)
MILLER, David.W North American Technical Centre (NATC), D.C. Cook NPP
SCARBERRY, William. Clinton Power Station, Exelon Corporation

OBSERVERS

BELGIUM

VANHEMELRYCK, Fery ENGIE Electrabel

GERMANY

KAULARD, Joerg TÜV Rheinland ISTec GmbH

KOREA (REPUBLIC OF)

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

UNITED STATES OF AMERICA

HARRIS, Willie Exelon Generation
MESSIER, Christopher C. BHI Energy
TARZIA, James P. Radiation Safety & Control Services Inc.
WILLIAMS, Donald E. (Nick) Zion Solutions

INTERNATIONAL ORGANISATIONS

LIN, Jihtong OECD Nuclear Energy Agency (NEA)/RWM, liaison with CPD

JOINT SECRETARIAT

MA, Jizeng International Atomic Energy Agency (IAEA)
GUZMÁN LÓPEZ-OCÓN, Olvido OECD Nuclear Energy Agency (NEA)

Annex 5

LIST OF ISOE PUBLICATIONS

Reports

- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Twenty-Sixth Annual Report of the ISOE Programme, 2016, OECD, 2018.*
- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Twenty-Fifth Annual Report of the ISOE Programme, 2015, OECD, 2018.*
- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Twenty-Fourth Annual Report of the ISOE Programme, 2014, OECD, 2017.*
- *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Twenty-Third Annual Report of the ISOE Programme, 2013, OECD, 2017.*
- *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

| | |
|------|--|
| 2016 | No. 24 (October) |
| 2015 | No. 23 (November) |
| 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. 44: Nov. 2016 | Republic of Korea: Summary of national dosimetric trends |
| No. 43: Nov. 2016 | Japanese dosimetric results: FY 2015 data and trends |
| No. 42: Nov. 2015 | Republic of Korea: Summary of National Dosimetric Trends |
| No. 41: Nov. 2015 | Japanese Dosimetric Results: FY 2014 data and trends |
| 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 st 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. 60: Nov. 2016 | European Dosimetric Results for 2015 |
| No. 59: Jul. 2016 | European Dosimetric Results for 2014 |
| No. 58: Oct. 2015 | European dosimetric results for 2013 |
| No. 57: Sep. 2015 | European dosimetric results for 2012 |
| 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 rd 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 nd EC/ISOE workshop on occupational exposure management at nuclear power plants |
| No. 24: June 2000 | List of BWR and CANDU sister unit groups |
| No. 23: June 2000 | Preliminary European Dosimetric Results 1999 |
| No. 22: May 2000 | Analysis of the evolution of collective dose related to insulation jobs in some European PWRs |
| No. 21: May 2000 | Investigation on access and dosimetric follow-up rules in NPPs for foreign workers |
| No. 20: April 1999 | Preliminary European Dosimetric Results 1998 |
| No. 19: Oct. 1998 | ISOE 3 data base – New ISOE 3 Questionnaires received (since Sept 1998) |
| No. 18: Sept. 1998 | The Use of the man-Sievert monetary value in 1997 |
| No. 17: Dec. 1998 | Occupational Exposure and Steam Generator Replacements, update |
| No. 16: July 1998 | Preliminary European Dosimetric Results for 1997 |
| No. 15: Sept. 1998 | PWR collective dose per job 1994-1995-1996 data |
| No. 14: July 1998 | PWR collective dose per job 1994-1995-1996 data |
| No. 12: Sept. 1997 | Occupational exposure and reactor vessel annealing |
| No. 11: Sept. 1997 | Annual individual doses distributions: data available and statistical biases |
| No. 10: June 1997 | Preliminary European Dosimetric Results for 1996 |
| No. 9: Dec. 1996 | Reactor Vessel Closure Head Replacement |
| No. 7: June 1996 | Preliminary European Dosimetric Results for 1995 |
| No. 6: April 1996 | Overview of the first three Full System Decontamination |
| No. 4: June 1995 | Preliminary European Dosimetric Results for 1994 |
| No. 3: June 1994 | First European Dosimetric Results: 1993 data |
| No. 2: May 1994 | The influence of reactor age and installed power on collective dose: 1992 data |
| No. 1: April 1994 | Occupational Exposure and Steam Generator Replacement |

IAEA Technical Centre

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

| | |
|---------------------|---|
| 2017-5. Jun. 2017 | 3-Year Rolling Average Annual Dose Comparisons Canada Reactors (CANDU) 2014-2016 Occupational Dose Benchmarking Charts |
| 2017-4. Sept. 2017 | North American Boiling Water Reactor (BWR) 2016 Occupational Dose Benchmarking Charts |
| 2017-3. Sept. 2017 | North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2016 Occupational Dose Benchmarking Charts |
| 2017-2. Sept. 2017 | North American Boiling Water Reactor (BWR) 2015 Occupational Dose Benchmarking Charts |
| 2017-1. Sept. 2017 | North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2015 Occupational Dose Benchmarking Charts |
| 2016-1. Jun 2016 | 3-Year Rolling Average Annual Dose Comparisons Canada Reactors (CANDU) 2013-2015 Occupational Dose Benchmarking Charts |
| 2015-1. Jun. 2015 | 3-Year Rolling Average Annual Dose Comparisons Canada Reactors (CANDU) 2012-2014 Occupational Dose Benchmarking Charts |
| 2014-3: Jun. 2014 | 3-Year Rolling Average Annual Dose Comparisons Canada Reactors (CANDU) 2011-2013 Occupational Dose Benchmarking Charts |
| 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. 2016 (Fukushima, Japan) | 2016 ISOE Asian ALARA Symposium |
| Sept. 2015 (Tokyo, Japan) | 2015 ISOE Asian ALARA Symposium |
| Sept. 2014 (Gyeongju, Rep. of Korea) | 2014 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

| | |
|------------------------------------|---|
| Jun. 2016 (Brussels, Belgium) | 2016 ISOE International ALARA Symposium |
| April 2014 (Bern, Switzerland) | 2014 ISOE European ALARA Symposium |
| June 2012 (Prague, Czech Republic) | 2012 ISOE European Regional ALARA Symposium |
| Nov. 2010 (Cambridge, UK) | 2010 ISOE International ALARA Symposium |
| June 2008 (Turku, Finland) | 2008 ISOE European Regional ALARA Symposium |
| March 2006 (Essen, Germany) | 2006 ISOE International ALARA Symposium |
| March 2004 (Lyon, France) | Fourth ISOE European Workshop on Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants |
| April 2002 (Portoroz, Slovenia) | Third ISOE European Workshop on Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants |
| April 2000 (Tarragona, Spain) | Second EC/ISOE Workshop on Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants |
| Sept. 1998 (Malmö, Sweden) | First EC/ISOE Workshop on Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants |

IAEA Technical Centre

| | |
|-----------------------------------|---|
| May 2015 (Rio de Janeiro, Brazil) | 2015 ISOE International ALARA Symposium |
| Oct. 2009 (Vienna, Austria) | 2009 ISOE International ALARA Symposium |

North American Technical Centre

| | |
|-------------------------------------|--|
| Jan. 2017 (Ft. Lauderdale, FL, USA) | 2017 ISOE International ALARA Symposium |
| Jan. 2016 (Ft. Lauderdale, FL, USA) | 2016 ISOE North American ALARA Symposium |
| Jan. 2015 (Ft. Lauderdale, FL, USA) | 2015 ISOE North American ALARA Symposium |
| 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 |