

原子力発電所の職業被ばく

ISOE プログラムの第 18 年次報告書 (2008)

© OECD 2010
NEA No. 6826

原子力機関
経済協力開発機構

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、プラントの設計と運転手順の改善、「合理的に達成可能な限り低くする」(ALARA)文化、及び経験の交換がこの下降傾向に寄与した。しかし、世界中の原子力発電所で続いている経年劣化と寿命延長の可能性、継続的な経済的圧力、規制、社会、政治の漸進的変化、及び原子力発電所新設の可能性を背景に、職業被ばくが合理的に達成可能な限り低く (ALARA) なることを確実にするという任務は、運転コストと社会的要因を考慮に入れるとき、放射線防護専門家に対して引き続き課題を提起している。

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電気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、調整するフォーラムを提供してきた。ISOE の目標は、職場での放射線防護を最適化する方法について広範で定期的に更新される情報、データ、経験を交換することによって、原子力発電所での職業被ばく管理を改善することである。

1 つの技術交換のイニシアチブとして、ISOE 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 (最終的に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になる) と線量低減情報・経験を共有する情報ネットワークが含まれている。ISOE 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、費用・便益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 プログラムの第 18 年次報告書 (2008) で、2008 年の ISOE プログラムの状況を紹介する。

「～ALARA の経験、線量低減技法、原子力施設職員及び請負業者従業員の個人・集団放射線量について情報と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必須である。」(ISOE 規約、2008～2011 年)。

ISOE ネットワーク情報交換ウェブサイト (www.isoe-network.net)

The screenshot shows the homepage of the ISOE Network website. The header features the ISOE logo and the text "ISOE Network Information System on Occupational Exposure", along with logos for AEN, NEA, and ATEA, TAEA. A search bar is located in the top right corner. The main navigation menu includes links for Home, About ISOE, Symposium, Publications, RP Contacts, Management, RP Library, Database, and RP Forum. The main content area is titled "Home" and features a "Welcome to the ISOE Website" section with four images: a nuclear power plant, a cooling tower, a worker in a protective suit, and a worker in a white lab coat. Below the images is a quote: "The Information System on Occupational Exposure (ISOE) System was created in 1992 to provide a forum for radiation protection professionals from nuclear electricity utilities and national regulatory authorities worldwide to share dose reduction information, operational experience and information to improve the optimisation of radiological protection at nuclear power plants." Below the quote, it states "ISOE is jointly sponsored by the OECD Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency". To the right of the main content is an "ISOE Members Login" section with fields for Username and Password, a "Remember Me" checkbox, and a "Login" button. Below the login section are two links: "To request an account" and "Forgotten password?". At the bottom of the page, there are two sections: "Next ISOE Meetings" and "Upcoming Events". The "Next ISOE Meetings" section lists "Working Group on Data Analysis" from 16-17 Nov 2009 in Paris, France. The "Upcoming Events" section lists "2009 ISOE International Symposium" from 13-15 October 2009 in Vienna, Austria. In the bottom right corner, there is a "What's new?" section with links to "Documents" and "RP Forum".

目次

序文.....	3
概略.....	8
1. 職業被ばく情報システム (ISOE) への参加の状況.....	10
2. 職業線量の調査、傾向、及びフィードバック.....	13
2.1 職業被ばくの傾向：運転中の原子炉.....	13
欧州地域.....	18
アジア地域.....	19
北米地域.....	19
非OECD 諸国 (IAEA を通じて参加)	20
2.2 職業被ばくの傾向：最終的に停止された原子炉.....	20
2.3 姉妹グループ別の3年移動平均停止時線量の傾向.....	22
2.4 年齢カテゴリー別の3年平均年間集団線量 (2005～2007年) の分析.....	26
3. 主要機器の経験：ANGRA 1号機 (ブラジル) における蒸気発生器交換停止.....	30
3.1 序文.....	30
3.2 事象の年代別記述.....	30
3.3 蒸気発生器の交換.....	31
3.4 結果.....	34
3.5 結論.....	36
4. ISOE の経験交換活動.....	37
4.1 ISOE の ALARA シンポジウム.....	37
4.2 ISOE ネットワーク (www.isoe-network.net)	37
4.3 ISOE ベンチマーキング視察.....	38
5. 2008年のISOEプログラム管理活動.....	40
5.1 2008～2011年版のISOE規約の更新.....	40
5.2 正式なISOEデータベースの管理.....	40
5.3 ISOE ネットワークの管理.....	40
5.4 ISOE の管理及びプログラム活動.....	41
6. ISOE 参加国における2008年の主要な出来事.....	43
アルメニア.....	43
ベルギー.....	44
ブラジル.....	45
ブルガリア.....	47
カナダ.....	48
中国.....	50

チェコ共和国	51
フィンランド	52
フランス	54
ドイツ	56
ハンガリー	58
イタリア	60
日本	60
大韓民国	61
リトアニア	62
メキシコ	65
オランダ	67
パキスタン	67
ルーマニア	68
ロシア連邦	70
スロバキア共和国	71
スロベニア	73
南アフリカ共和国	74
スペイン	75
スウェーデン	77
スイス	79
英国	80
米国	82

附属書

1. ISOE の組織構造と 2009 年に対する作業プログラム案	85
2. ISOE 刊行物のリスト	90
3. 更新版 ISOE 規約（2008～2011 年）の下での ISOE 参加状況	95
4. ISOE ビューロー、事務局及び技術センター	100
5. ISOE ワーキング・グループ（2008、2009 年）	102
6. ISOE 運営委員会及び国内コーディネーター（2008、2009 年）	105

表

表 1	ISOE に正式に参加しているものと ISOE データベース (2008 年 12 月現在)	11
表 2	運転中原子炉の平均集団線量のサマリー (2008 年)	14
表 3	国別及び原子炉タイプ別の一炉当たり平均年間集団線量、2006～2008 年 (人・Sv/炉)	15
表 4	国別及び原子炉タイプ別の一炉当たり 3 年移動平均年間集団線量、2004～2006～ 2008 年 (人・Sv/炉)	16
表 5	2006～2008 年の最終的に停止された原子炉についての国別及び原子炉タイプ別の基数と一炉 当たり平均年間線量 (人・mSv/炉)	20

図

図 1	ISOE に含まれる全運転中原子炉の原子炉タイプ別の一炉当たり平均集団線量、1992～2008 年 (人・Sv/炉)	14
図 2	ISOE に含まれる全運転中原子炉の原子炉タイプ別の一炉あたり 3 年移動平均、1992～2008 年 (人・Sv/炉)	14
図 3	2008 年の国別 PWR/VVER 一炉当たり平均集団線量 (人・Sv/炉)	17
図 4	2008 年の国別 BWR 一炉当たり平均集団線量 (人・Sv/炉)	17
図 5	2008 年の国別 PHWR 一炉当たり平均集団線量 (人・Sv/炉)	17
図 6	2008 年の原子炉タイプ別一炉当たり平均集団線量 (人・Sv/炉)	18
図 7	停止された原子炉一炉当たりの平均集団線量：PWR/VVER (人・mSv/炉)	21
図 8	停止された原子炉一炉当たりの平均集団線量：BWR (人・mSv/炉)	21
図 9	停止された原子炉一炉当たりの平均集団線量：GCR (人・mSv/炉)	22
図 10	停止された原子炉一炉当たりの平均集団線量：PWR/VVER、BWR、GCR (人・mSv/炉)	22
図 11	PWR 3 ループ原子炉に対する 3 年移動平均停止時集団線量	23
図 12	PWR 4 ループ原子炉に対する 3 年移動平均停止時集団線量	24
図 13	BWR 原子炉に対する 3 年移動平均停止時集団線量	26
図 14	PWR 3 ループの年齢カテゴリー別の 3 年平均年間集団線量 (人・Sv)	27
図 15	PWR 4 ループの年齢カテゴリー別の 3 年平均年間集団線量 (人・Sv)	28
図 16	BWR の年齢カテゴリー別の 3 年平均年間集団線量 (人・Sv)	28
図 17	Angra 1 号機の SGR の際の集団線量の推移	32
図 18	RP 作業員の動員と動員解除	33
図 19	Angra 1 号機の停止時集団線量	34
図 20	Angra 1 号機の停止時線量率指数	34
図 21	Angra 1 号機の SGR—放射線管理区域内の人と入場に対する傾向	35
図 22	Angra 1 号機の SGR—線量率指数	35
図 23	Angra 1 号機の SGR—SGR における 1 人当たり及び 1 入場当たりの平均線量	35

概略

1992 年以來、ISOE（職業被ばく情報システム）は、原子力発電所の放射線防護専門家と規制当局による世界規模での情報と経験交換ネットワーク、及び関連した ALARA 管理の技術的な資源の公表を通じて、原子力発電所作業員の放射線防護の最適化を支援している。この ISOE プログラムの第 18 年次報告書（2008）は、2008 年の ISOE プログラムの状況を示したものである。

ISOE は OECD/NEA と IAEA が共同出資をしており、ISOE メンバーの資格はプログラムの規約を承認した電気事業者と規制当局に開かれている。2008-2011 年に適用される新規約は 2008 年 1 月 1 日に発効した。2008 年末では、ISOE プログラムには 26 カ国の 59 加盟電気事業者（278 基は運転中；32 基は操業停止）並びに 22 カ国の規制当局が参加している。ISOE 職業被ばくデータベース自体には 29 カ国の 397 基の運転中原子炉の職業被ばくレベル及び傾向に関する情報が含まれおり、全世界の商用運転中の原子炉の約 90%が扱われている。4 つの技術センター（欧州、北米、アジア、IAEA）はプログラムの技術的な運営を日々管理している。

ISOE メンバーから提供された職業被ばくデータによれば、運転中原子炉における 2008 年の一炉あたりの平均集団線量及び一炉あたりの 3 年平均年間集団線量(2006-2008 年)は以下の通りである。

	2008 年 平均集団線量 (man·Sv/炉)	2006-2008 年 3 年平均 (man·Sv/炉)
加圧水型原子炉 (PWR/VVER)	0.69	0.72
沸騰水型原子炉 (BWR)	1.35	1.38
加圧重水型原子炉 (PHWR/CANDU)	1.27	1.07
ガス冷却炉 (GCR)と軽水黒鉛炉(LWGR)を含む全ての原子炉	0.86	0.86

運転中の原子炉からの情報に加え、ISOE データベースには、操業停止または廃止措置段階にある 75 基の原子炉からの線量データが含まれている。データベースに含まれる原子炉は型や規模が異なっており、また、通常それらの廃止措置計画の段階が異なっているので、明確な線量傾向を特定するのは難しい。しかし効果的なベンチマーキングの促進のための操業停止と廃止措置の原子炉のデータ収集改善を 2008 年も継続した。運転中原子炉及び廃止措置段階の原子炉の職業被ばく傾向の詳細は報告書の第 2 章に記載されている。

ISOE はその職業被ばくデータと分析においてよく知られているが、システムの強みは加盟者の間でこのような情報を広く共有するという目的によるものである。2008 年において ISOE ネットワーク・ウェブサイト (www.isoe-network.net) は、線量低減と ALARA 資源に関する包括的なウェブベースの情報と経験交換の窓口を ISOE メンバーに提供することが継続されている。メンバーの職業被ばくデータのオンライン提出のためのデータ入力モジュールの開発は、2009 年の最終テスト及び完成に向け、2008 年も引き続き行なわれた。

原子力発電所での職業被ばく管理に関する年次 ISOE 国際 ALARA シンポジウムは、職業被ばく問題に関する実用的な情報と経験を交換するために ISOE メンバーとベンダーに重要なフォーラムの提供を続けている。アジア技術センターによる 2008 年 ISOE 国際 ALARA シンポジウムは、日本の敦賀で開催された。また、技術センターは、地域シンポジウム開催を継続しており、2008 年にはフィンランドのツルクにおいて欧州技術センターによる ISOE 欧州地域 ALARA シンポジウム、米国のフォート・ローダーゲールにおいて EPRI 共催北米技術センターによる ISOE 北米地域 ALARA シンポジウムが開催された。これらのシンポジウムは職業放射線被ばくを合理的に達成可能な限り低く維持するための考え及び管理方法の交換を促進するために世界的規模のフォーラムを提供している。

迅速な技術的フィードバックを求める特別なリクエストに対する回答、そして ISOE 地域間の線量低減情報交換のための自主的なサイト・ベンチマーキング訪問の実施において、技術センターが提供する支援は重要である。シンポジウムと技術的な訪問を組み合わせることによって、放射線防護専門家が集まり、情報を共有し、ISOE 地域間の連結を築くことができ、作業管理のための世界的規模のアプローチの開発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に主に焦点を合わせ、ISOE データ及び経験の技術分析のサポート活動を継続した。WGDA の下、「原子力発電所における作業管理」報告書が完成した。

本報告書の第 6 章で ISOE 加盟国の主な出来事について要約する。ISOE の参加者の詳細、及び 2009 年の作業計画を附属書に提示する。

1. 職業被ばく情報システム（ISOE）への参加の状況

1992 年以来、ISOE は、電気事業者及び国内規制当局の放射線防護専門家のための世界的な情報・経験交換ネットワークを通じて、また ALARA 管理のための関連技術資源の発表を通じて、原子力発電所における作業員の放射線防護の最適化を支援してきた。ISOE プログラムには、世界的規模の職業被ばくデータ収集・分析プログラム（最終的に原子力発電所の職業被ばくに関する世界最大のデータベースになる）と線量低減情報・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、その参加者は、これらの資源を活用して、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、費用・便益その他の解析のため、また経験を世界的に共有するため、職業被ばくのデータと情報を交換してきた。

ISOE の参加者には、規約（2008～2011 年）に従って ISOE の運営に参加することに同意した原子力発電事業者（公共及び民間）、国内規制当局（又はそれを代表する機関）及び ISOE 技術センターが含まれている。4 カ所の ISOE 技術センター（アジア、欧州、北米、IAEA）は、ISOE の 4 地域のメンバーを支援する日々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附属書 3 を参照）。ISOE の目標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、広範で定期的に更新される情報。
- 放射線防護の最適化に寄与するものとして、集めたデータの評価と分析を含むこれらの問題に関する情報を普及するメカニズム。

2008 年末現在、ISOE プログラムには、26 カ国の 59¹ の参加電気事業者（278 基が運転中ユニットで 32 基が停止ユニット）と 22 カ国の規制当局が含まれていた。前年と比較して参加が減少しているのは、2008 年末までに現行の規約に基づいてその参加をまだ正式に更新していない団体によるものである。表 1 は、国別、原子炉タイプ別及び 2008 年末現在の原子炉の状況別に総参加数をまとめたものである。本報告書の刊行時点（2010 年 2 月）で ISOE に正式に参加している原子炉、電気事業者及び規制当局の完全なリストを附属書 3 に示す。

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、参加規制当局は、その認可取得者の何社かがまだ ISOE メンバーではない場合に正式な国内データを提供することもできる。したがって、ISOE データベースには 29 カ国の 472 基の原子炉（396 基が運転中、75 基が冷態停止状態もしくは廃止措置中のある段階、1 基が運転前段階）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実用発電用原子炉の約 90% を網羅している²。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及び CD-ROM により、すべての ISOE メンバーがその参加電気事業者又は規制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 これは主導電気事業者の数であり、プラントが複数の企業により所有／運転されているケースもある。

² これに含まれていない原子炉の最大ブロックはインドとロシア連邦にある（LWGR）。

表 1 ISOEに正式に参加しているものと ISOE データベース（2008 年 12 月現在）

注：本報告書の刊行時点（2010 年 2 月）で ISOE に正式に参加している原子炉、電気事業者及び規制当局のリストは附属書 3 に示す。

運転中の原子炉：ISOEに参加しているもの						
国名	PWR/VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	合計
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	-	-	21	-	-	21
中国	4	-	-	-	-	4
チェコ共和国	6	-	-	-	-	6
フィンランド	2	2	-	-	-	4
フランス	58	-	-	-	-	58
ドイツ	11	6	-	-	-	17
ハンガリー	4	-	-	-	-	4
日本	24 ³	32	-	-	-	56
大韓民国	16	-	4	-	-	20
メキシコ	-	2	-	-	-	2
オランダ	1	-	-	-	-	1
ルーマニア	-	-	2	-	-	2
ロシア連邦	15	-	-	-	-	15
スロバキア共和国	6	-	-	-	-	6
スロベニア	1	-	-	-	-	1
南アフリカ共和国	2	-	-	-	-	2
スペイン	6	2	-	-	-	8
スウェーデン	3	7	-	-	-	10
スイス	3	2	-	-	-	5
英国	1	-	-	-	-	1
米国	14	9	-	-	-	23
合計	189	62	27	-	-	278
運転中の原子炉：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 ⁴						
国名	PWR/VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	合計
カナダ	-	-	1	-	-	1
中国	1	-	-	-	-	1
リトアニア	-	-	-	-	1	1
パキスタン	1	-	1	-	-	2
ウクライナ	15	-	-	-	-	15
英国	-	-	-	18	-	18
米国	55	26	-	-	-	81
合計	72	26	2	18	1	119
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	合計
合計	261	88	29	18	1	397

³ 運転前状態のユニット1基を含む。

⁴ 2008 年 12 月現在で現行の ISOE 規約に基づき参加を更新していない電気事業者を含む（2010 年 2 月現在の状況については附属書 3 を参照）。

表1 ISOEに正式に参加しているものとISOEデータベース（2008年12月現在）（続き）

最終的に停止した原子炉：ISOEに参加しているもの							
国名	PWR/ VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	その他	合計
ブルガリア	4	—	—	—	—	—	4
カナダ	—	—	2	—	—	—	2
フランス	1	—	—	6	—	—	7
ドイツ	3	1	—	1	—	—	5
イタリア	1	2	—	1	—	—	4
日本	—	—	—	1	—	1	2
オランダ	—	1	—	—	—	—	1
ロシア連邦	2	—	—	—	—	—	2
スペイン	1	—	—	1	—	—	2
スウェーデン	—	2	—	—	—	—	2
米国	—	—	—	1	—	—	1
合計	12	6	2	11	—	1	32
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	その他	合計
リトアニア	—	—	—	—	1	—	1
ウクライナ	—	—	—	—	3	—	3
英国	—	—	—	22	—	—	22
米国	10	6	—	1	—	—	17
合計	10	6	—	23	4	—	43
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	その他	合計
合計	22	12	2	34	4	1	75
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	その他	合計
合計	283	100	31	52	5	1	472
参加国の数							26
参加電気事業者の数 ⁵							59
参加規制当局の数 ⁶							25

⁵ 主導電気事業者の数を示す。プラントが複数の企業により所有／運転されているケースもある。

⁶ 3カ国は2つの当局とともに参加している。

2. 職業線量の調査、傾向、及びフィードバック

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ベンチマーキング、比較分析、及び ISOE メンバー間での経験交換のために追跡することである。この情報は、参加電気事業者によって提供された年間職業被ばくデータ（一般的には運転線量測定システムに基づく）を含む ISOE 職業被ばくデータベース（ISOEDAT）の中で維持される。ISOE データベースには、以下のデータ・タイプが含まれている。

- 下記を含む運転中、停止中又は廃止措置のある段階にある商業用 NPP からの線量測定情報
 - － 通常運転に対する年間集団線量
 - － 保守／燃料取替停止
 - － 計画外停止期間
 - － 特定のタスク及び作業員カテゴリーに対する年間集団線量
- 材料、水化学、起動／停止手順、コバルト低減プログラムなどの線量低減に関するプラント固有の情報
- 特定の運転、業務、手順、設備又はタスクに対する放射線防護関連情報（放射線学的教訓）。
 - － 有効な線量低減
 - － 有効な除染
 - － 作業管理原則の実施

ISOE データベースを用いて、ISOE メンバーは、国別、原子炉タイプ別、又は姉妹ユニットの分類など他の基準別の様々なベンチマーキングと傾向分析を行うことができる。以下の要約は、原子力発電所における職業被ばくの一般的傾向を明らかにするものである。

2.1 職業被ばくの傾向：運転中の原子炉

図 1 及び 2 は、1992～2008 年について、一炉当たりの年間平均及び 3 年移動平均集団線量に見られる傾向を原子炉タイプ別に示したものである。一般的に、運転中の原子炉ユニット当たりの平均集団線量は、ISOE データベースの対象期間を通じて一貫して低下してきており、2008 年の平均値は最近数年間に到達したレベルを維持している。年ごとのバラツキが多少あるものの、ほとんどの原子炉で線量の明確な下降傾向が続いており、例外として PHWR が 1996～1998 年に低値が達成されて以降、わずかな上昇傾向を示している。

2008 年に関しては、原子炉タイプ別の平均年間集団線量のサマリーを表 2 に示す。参加国についての、また技術センター地域グループごとの過去 3 年間の被ばく傾向は、一炉当たりの平均年間及び 3 年移動平均の年間集団線量で表したものをそれぞれ表 3 と表 4 に示す。これらの結果は主に、2008 年の間に ISOE データベースに報告され記録されたデータを個々の国別報告書（第 6 章）によって適宜補完したものに基いている。図 3～6 は、2008 年のデータの詳細な内訳を最高平均線量から最低平均線量までランク付けして棒グラフ形式で示したものである。すべての図において、「ユニットの数」は、問題とする年に対してデータが報告された原子炉ユニットの数を参照している。

図1 ISOEに含まれる全運転中原子炉の原子炉タイプ別の一炉当たり平均集団線量、1992～2008年（人・Sv/炉）

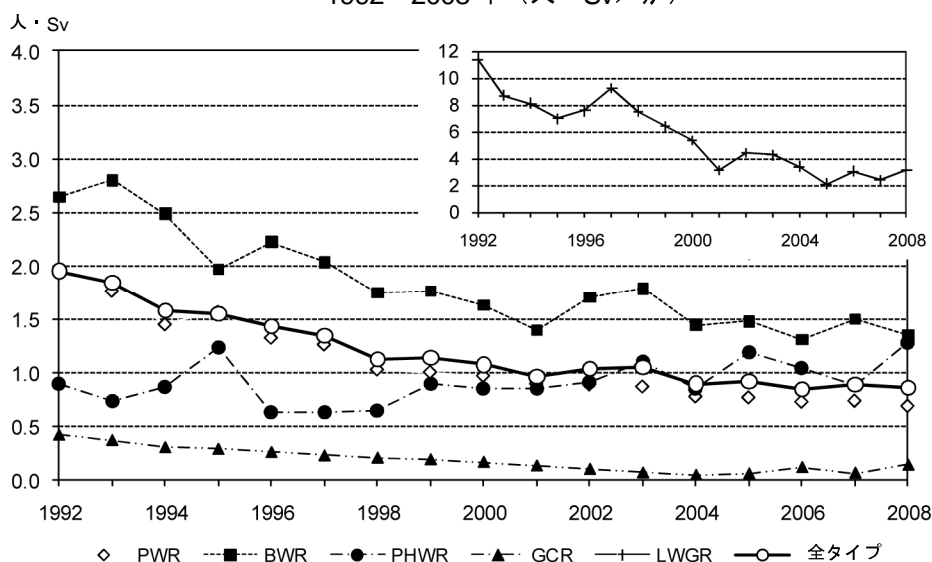
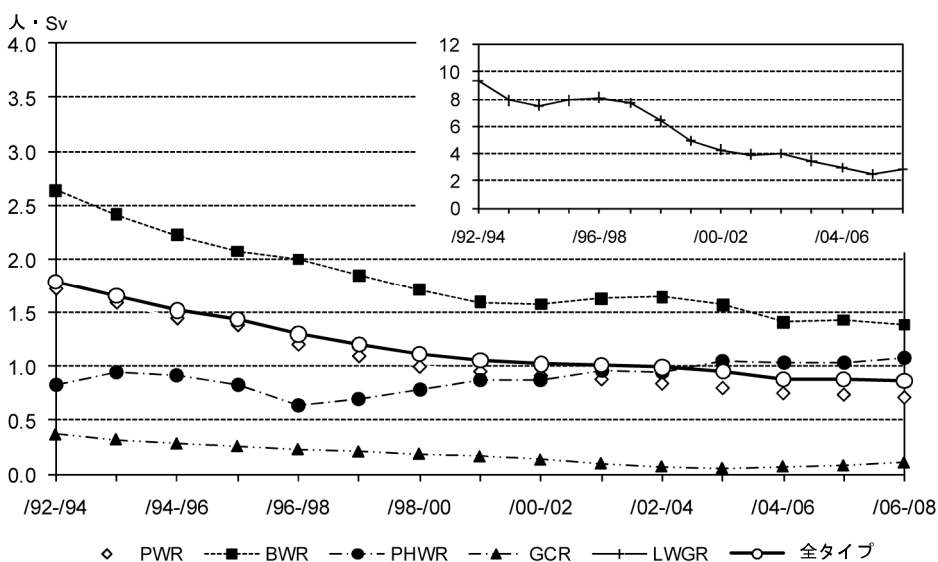


図2 ISOEに含まれる全運転中原子炉の原子炉タイプ別の一炉あたり3年移動平均、1992～2008年（人・Sv/炉）



注：差し込み図はLWGRの平均集団線量を示す。

表2 運転中原子炉の平均集団線量のサマリー（2008年）

	2008年平均年間集団線量 (人・Sv/炉)	2006～2008年に対する 3年移動平均(人・Sv/炉)
加圧水型原子炉 (PWR/VVER)	0.69	0.72
沸騰水型原子炉 (BWR)	1.35	1.38
加圧重水型原子炉 (PHWR/CANDU)	1.27	1.07
ガス冷却炉 (GCR) 及び軽水黒鉛炉 (LWGR) を含む全原子炉	0.86	0.86

表3 国別及び原子炉タイプ別の一炉当たり平均年間集団線量、2006～2008年（人・Sv/炉）

	PWR, VVER			BWR			PHWR		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008
アルメニア	0.86	0.78	1.24						
ベルギー	0.39	0.29	0.39						
ブラジル	0.56	1.05	0.74						
ブルガリア	0.40	0.41	0.27						
カナダ							0.98	0.92	1.38
中国	0.49	0.66	0.54						
チェコ共和国	0.15	0.17	0.13						
フィンランド	0.83	0.36	0.78	1.10	0.59	0.46			
フランス	0.69	0.63	0.66						
ドイツ	0.84	1.04	0.62	1.14	0.99	1.19			
ハンガリー	0.35	0.45	0.33						
日本	1.09	1.35	1.57	1.33	1.47	1.45			
大韓民国	0.54	0.67	0.49				0.58	0.80	0.59
メキシコ				1.48	2.74	4.69			
オランダ	0.62	0.23	0.28						
パキスタン	0.02	n/a	0.59				4.48	n/a	3.70
ルーマニア							0.56	0.27	0.34
ロシア連邦	0.70	0.91	0.69						
スロバキア共和国	0.28	0.24	0.16						
スロベニア	0.86	0.89	0.15						
南アフリカ共和国	0.80	0.74	0.75						
スペイン	0.38	0.50	0.29	0.41	4.15	0.50			
スウェーデン	0.51	0.41	0.56	1.09	1.10	0.85			
スイス	0.35	0.37	0.46	0.97	1.10	1.16			
ウクライナ	0.95	1.17	n/a						
英国	0.52	0.05	0.26						
米国	0.87	0.69	0.68	1.43	1.54	1.29			
平均	0.73	0.73	0.69	1.31	1.50	1.35	1.04	0.87	1.27
地域別 ¹									
欧州	0.59	0.56	0.54	1.02	1.33	0.91			
アジア	0.86	1.07	1.14	1.33	1.47	1.45	0.58	0.80	0.59
北米	0.87	0.69	0.68	1.43	1.60	1.48	0.98	0.92	1.38
IAEA	0.72	0.94	0.64				2.52	0.27	1.46

	GCR			LWGR		
リトアニア				3.06	2.37	3.10
英国	0.12	0.06	0.14			

	2006	2007	2008
世界平均	0.84	0.89	0.86

注：データは ISOE データベースから計算したのではなく、国から直接提供されたものである。ベルギー（2008年）、日本（PWR：2008年、運転前状態の原子炉1基を含む、BWR：2006～2008年）、米国（2006～2008年）、カナダ（2008年）カナダの線量は18基の原子炉（2006、2007年）と20基の原子炉（2008年）について計算したものである。

¹ ISOE の4地域の構成国については附属書3を参照。

表4 国別及び原子炉タイプ別の1炉当たり3年移動平均年間集団線量、
2004-2006年～2006-2008年（人・Sv/炉）

	PWR, VVER			BWR			PHWR		
	04-06	05-07	06-08	04-06	05-07	06-08	04-06	05-07	06-08
アルメニア	0.96	0.83	0.96						
ベルギー	0.40	0.36	0.35						
ブラジル	0.55	0.74	0.78						
ブルガリア	0.74	0.56	0.37						
カナダ							1.03	1.07	1.10
中国	0.57	0.60	0.56						
チェコ共和国	0.17	0.17	0.15						
フィンランド	0.82	0.53	0.66	0.99	0.94	0.72			
フランス	0.75	0.70	0.66						
ドイツ	1.02	1.06	0.83	1.07	1.05	1.11			
ハンガリー	0.40	0.43	0.38						
日本	1.10	1.13	1.34	1.43	1.40	1.42			
大韓民国	0.58	0.59	0.56				0.72	0.71	0.66
メキシコ				2.23	1.97	2.97			
オランダ	0.54	0.35	0.38						
パキスタン	0.34	n/a	n/a				2.50	n/a	n/a
ルーマニア							0.65	0.52	0.38
ロシア連邦	0.90	0.87	0.77						
スロバキア共和国	0.32	0.32	0.23						
スロベニア	0.54	0.61	0.63						
南アフリカ共和国	0.79	0.89	0.76						
スペイン	0.37	0.42	0.39	1.06	2.29	1.69			
スウェーデン	0.57	0.52	0.49	0.91	1.08	1.02			
スイス	0.50	0.46	0.40	1.14	1.02	1.08			
ウクライナ	1.04	1.04	n/a						
英国	0.31	0.31	0.28						
米国	0.79	0.78	0.75	1.56	1.56	1.42			
平均	0.75	0.74	0.72	1.41	1.43	1.38	1.03	1.04	1.07
地域別									
欧州	0.65	0.61	0.56	1.01	1.18	1.09			
アジア	0.89	0.91	1.02	1.43	1.40	1.42	0.72	0.71	0.66
北米	0.79	0.78	0.75	1.60	1.58	1.50	0.98	1.07	1.10
IAEA	0.85	0.85	0.78				1.58	1.49	1.62

	GCR			LWGR		
リトアニア				3.00	2.51	2.84
英国	0.07	0.08	0.11			

	04-06	05-07	06-08
世界平均	0.88	0.88	0.86

注：ISOEデータベースから計算し、国から直接提供されたデータで補完したもの（表3の注を参照）。

図3 2008年の国別 PWR/VER 一炉当たり平均集団線量 (人・Sv/炉)

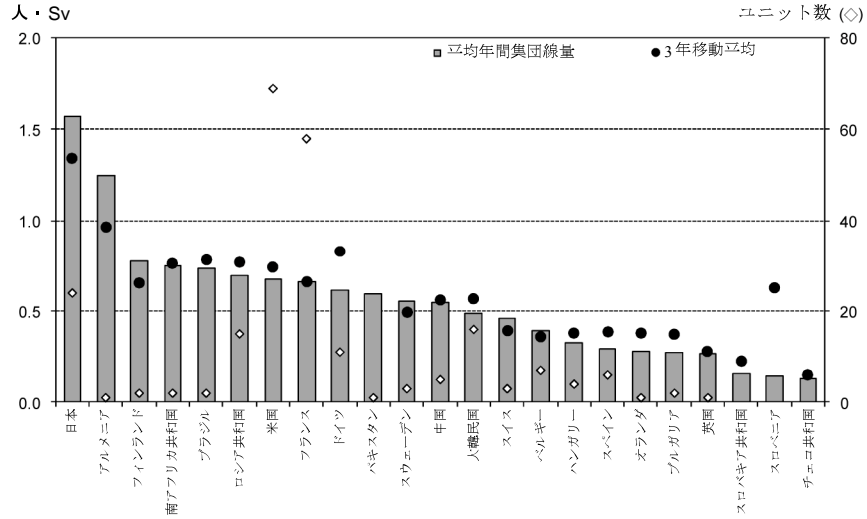


図4 2008年の国別 BWR 一炉当たり平均集団線量 (人・Sv/炉)

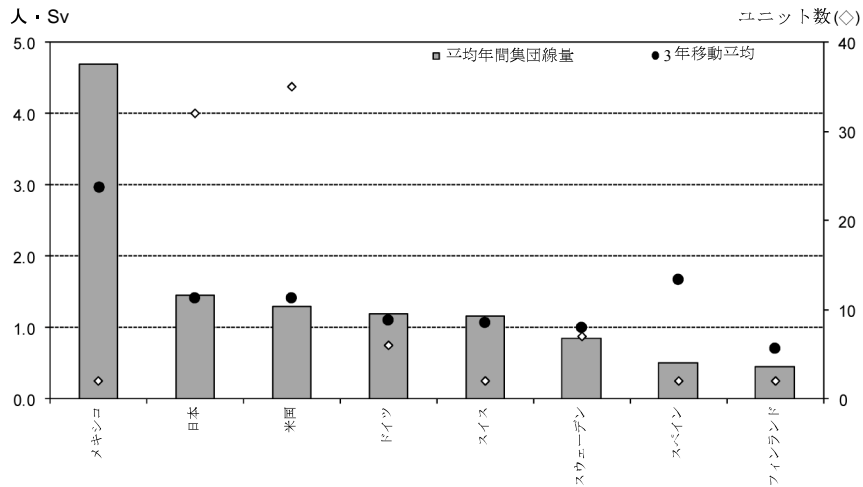


図5 2008年の国別 PHWR 一炉当たり平均集団線量 (人・Sv/炉)

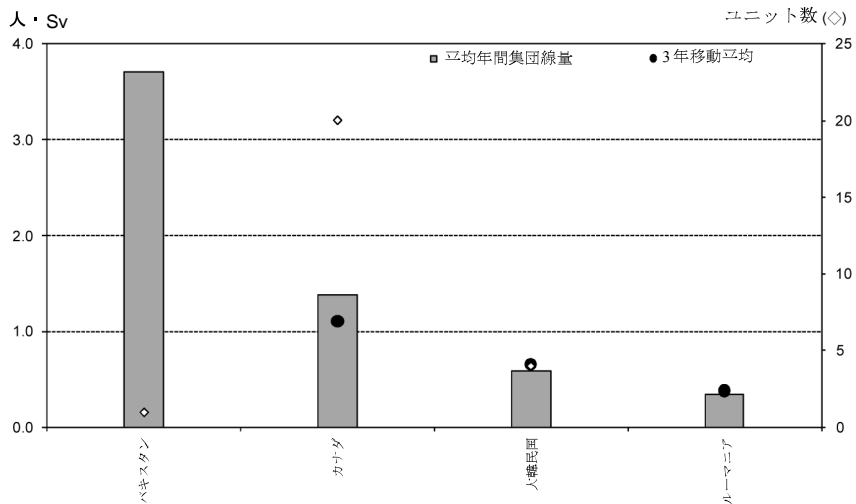
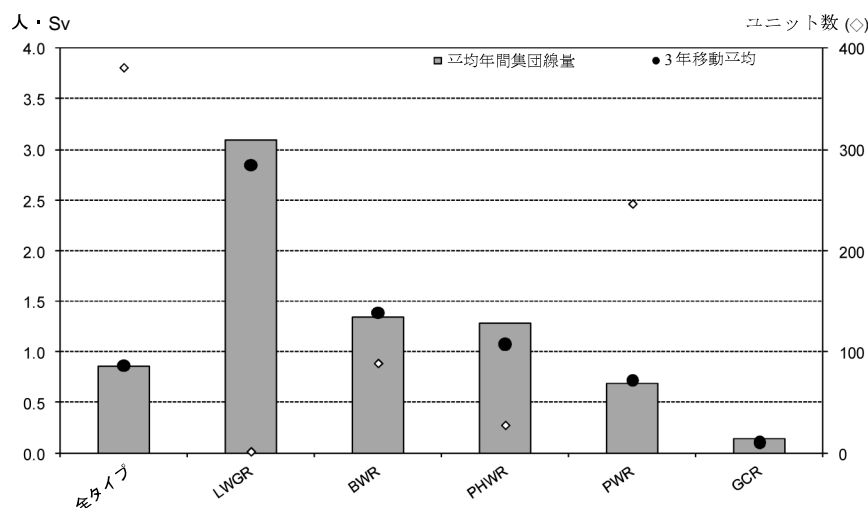


図 6 2008 年の原子炉タイプ別一炉当たり平均集団線量（人・Sv/炉）



以下の解説は、ISOE の 4 地域で見られた結果と傾向の概要である。しかし、発電所の設計が様々であり集団線量に影響するパラメータが複雑であるため、これらの分析と数字は当該国における放射線防護パフォーマンスの質についてのいかなる結論をも支持しないということを指摘しておく。個々の国における線量傾向のより詳細な解説と分析は、第 6 章に示す。

欧州地域

欧州地域において、PWR 及び VVER の 2008 年平均集団線量は約 0.54 人・Sv/炉であり、半分の国が過去 3 年にわたりわずかな減少傾向を示し、他の半分が若干の増加を示している。欧州の BWR の平均集団線量は約 0.91 人・Sv/炉であり、これはこの 3 年間に於ける最低値である。

線量の一般的傾向をより良く表す一炉当たりの 3 年移動平均年間集団線量の経時的傾向は、2004～2006 年の 0.65 人・Sv/炉から 2006～2008 年の 0.56 人・Sv/炉へと、PWR 及び VVER に対する低減が継続していることを示している（13%の低減）。2005～2007 年の増加後、BWR の傾向は再び減少し、2006～2008 年の値（1.09 人・Sv）が保たれているが、2004～2006 年に対する値（1.01 人・Sv）よりも高い。

欧州の BWR の場合、個々の国からのデータは、2006～2008 年の 3 年移動平均年間集団線量に関して 3 つの主要グループに区別できることを示している。

- フィンランド：0.72 人・Sv/炉
- ドイツ、スウェーデン、スイス：1.02～1.11 人・Sv/炉
- スペイン：1.69 人・Sv/炉

欧州の PWR に関する限り、2006～2008 年の 3 年移動平均年間集団線量に関して 3 つの国分類を特定することも可能である。

- 英国：0.3 人・Sv/炉
- ベルギー、スペイン、スウェーデン、スイス、オランダ：0.4～0.5 人・Sv/炉以下
- フランス、ドイツ：0.7～0.8 人・Sv/炉以下

VVER に関しては、2006～2008 年の一炉当たりの 3 年移動平均年間集団線量は、チェコ共和国が 0.15 人・Sv/炉と最低であり、その後にスロバキア共和国（0.23 人・Sv/炉）、ハンガリー（0.38 人・Sv/炉）、フィンランド（0.66 人・Sv/炉）と続く。

アジア地域

アジア地域では、2008年の一炉当たり平均集団線量は、日本の PWR を除くすべての原子炉タイプに対して減少した。3年移動平均年間集団線量は、韓国の PHWR に対しては減少傾向を示し、日本の BWR と韓国の PWR に対しては安定的傾向を示している。

日本の PWR に対する平均集団線量 $1.57 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$ は、主に定期検査の際の検査及び改造作業の増加による影響を受け、前年から増加した。多くの PWR において、1次ループ・バウンダリにおけるニッケル基金合金を使用した材料の詳細検査、並びに修理作業が必要に応じて実施された。144日という PWR に対する平均停止期間は、前年から 42日間の増加を示している。

韓国の PWR の場合、一炉当たりの平均集団線量は $0.49 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$ であり、これは日本の PWR の値よりも少なかった。韓国の PHWR の場合、一炉当たりの平均集団線量が $0.59 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$ 、3年移動平均年間集団線量が $0.66 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$ となっており、後者は減少傾向を示している。日本の BWR に関しては、2008年の一炉当たり平均集団線量は、2007年の $1.47 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$ から $1.45 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$ へと若干減少した。3年移動平均年間集団線量は、約 $1.4 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$ と 2005年以降安定傾向を示している。

北米地域

北米地域における ISOE 参加国には、米国、カナダ及びメキシコが含まれる。2008年、ISOE に参加している原子炉は合計で 46基あり、これには 14基の PWR、11基の BWR 及び 21基の PHWR が含まれる（表 1）。下記の情報は、国別に分けており、平均集団線量、3年移動平均年間集団線量及び発電量に関する情報を含んでいる。

米国には 104基の商業運転中発電所があり、その正味発電量は $806,670 \text{ ギガワット} \cdot \text{時間}$ ($91,834 \text{ メガワット} \cdot \text{年}$) であった。一部のデータは、ISOE への参加にかかわらず 104基すべての商業運転中発電用原子炉に対して収集されており、以下の統計値はそれに基づいている。2008年における PWR の一炉当たり平均集団線量は $0.68 \text{ 人} \cdot \text{Sv}/\text{炉}$ で、2007年の値 $0.69 \text{ 人} \cdot \text{Sv}/\text{炉}$ から 1%の低下を示している。BWR の一炉当たり平均集団線量は $1.29 \text{ 人} \cdot \text{Sv}/\text{炉}$ で、2007年の値 $1.54 \text{ 人} \cdot \text{Sv}/\text{炉}$ から 16%の低下を示している。一炉当たり平均集団線量の全体的減少傾向は、電気事業者がその施設において ALARA 線量低減機能を継続的に成功裏に実施していることを示している。PWR の一炉当たり 3年移動平均年間集団線量は、2006~2008年については $0.75 \text{ 人} \cdot \text{Sv}/\text{炉}$ で、2005~2007年の 3年移動平均年間集団線量 $0.78 \text{ 人} \cdot \text{Sv}/\text{炉}$ から 4%の低下を示している。2006~2008年における BWR の一炉当たり 3年移動平均年間集団線量は $1.42 \text{ 人} \cdot \text{Sv}/\text{炉}$ で、2005~2007年の 3年移動平均年間集団線量 $1.56 \text{ 人} \cdot \text{Sv}/\text{炉}$ から 9%の低下を示している。

カナダにおいては 22基の CANDU ユニットが運転認可を受けている。20基の運転中原子炉（改修中の 3基を含む）のフリートに対する 2008年の平均集団線量は $1.38 \text{ 人} \cdot \text{Sv}/\text{炉}$ であった。改修中の 3基に対する平均集団線量は $3.07 \text{ 人} \cdot \text{Sv}/\text{炉}$ で、安全保管中の 2基に対する平均線量は $0.039 \text{ 人} \cdot \text{Sv}/\text{炉}$ であった。2006~2008年における運転中原子炉の 3年移動平均年間集団線量は $1.10 \text{ 人} \cdot \text{Sv}/\text{炉}$ で、2005~2007年の 3年移動平均年間集団線量 $1.07 \text{ 人} \cdot \text{Sv}/\text{炉}$ から 3%の増加を示している。

メキシコにおいては 2基の BWR ユニットが Laguna Verde 原子力発電所で商業運転中である。2008年のメキシコの国別線量は $4.69 \text{ 人} \cdot \text{Sv}/\text{炉}$ で、2000年以降の年間線量の下降傾向の逆転をもたらしている。2007年以降観察されたクラッド (^{60}Co) の破裂が引き続き職業被ばくに影響を与えている。さらなる詳細は第 6章に示す。

非 OECD 諸国 (IAEA を通じて参加)

非 OECD 諸国により提供された情報から次の結論が得られる。PWR 及び VVER に対して報告された 2008 年の平均年間集団線量は 0.15~1.24 人・Sv/炉と幅広い変動を示しており、その平均は 0.64 人・Sv/炉となっている。PHWR の場合も、2008 年の平均年間集団線量は 0.34~3.701 人・Sv/炉と幅広い変動を示しており、その平均は 1.46 人・Sv/炉となっている。

PWR 及び VVER に対する一炉当たりの 3 年移動平均年間集団線量の経時的傾向は、0.78 人・Sv/炉という年間平均を示しており、2005~2007 年の移動平均を考えると減少していることを表している。PHWR の場合、一炉当たりの 3 年移動平均年間集団線量 1.6 人・Sv/炉は、前の 3 年移動平均に対して安定的状態にあることを示している。LWGR (リトアニア) の場合、2006~2008 年に対する 3 年移動平均は比較的高いものの安定的な一炉当たり年間集団線量を示している。

予想どおり、2008 年の保守及び燃料取替えのための停止が最も高い集団線量を引き起こしており、これが全体的な平均集団線量の増加に寄与していた。第 6 章の国別報告書から、一炉当たり年間集団線量の最適化を改善するための努力が行われていることが分かる。表 3 及び 4 から、IAEA 技術センターと提携した国は、PWR 及び VVER に対して他の ISOE 地域と同様のパフォーマンスを有していることが分かる。しかし、特定の PHWR 及び LWGR 施設の場合は、さらなる最適化を行うことにより、一炉当たり集団線量の実質的減少がもたらされる。

2.2 職業被ばくの傾向：最終的に停止された原子炉

運転中の原子炉からの情報に加え、ISOE データベースには、停止された原子炉又は廃止措置のある段階にある原子炉 75 基からの線量データが含まれている。本節では、2006~2008 年に報告されたこれらの原子炉に対する線量傾向の要約を示す。これらの原子炉ユニットは、一般的にタイプと規模が様々であり、その廃止措置プログラムの様々な段階にあり、提供されるデータの詳細さが様々である。これらの理由から、またこれらの数字が限られた数の停止原子炉に基づいているため、明確な結論を引き出すことはできない。ISOE データ分析ワーキング・グループの下、より良いベンチマーキングを促進するため、停止された原子炉と廃止措置が取られた原子炉についてのデータ収集の改善を目的とする作業が 2008 年も継続された。

表 5 は、最終的に停止された原子炉の一炉当たり平均年間集団線量を 2006~2008 年について国別及び原子炉タイプ別に示したもので、ISOE データベースに記録されたデータを国別報告書 (第 6 章) で適宜補完したものに基いている。図 7~10 に、停止された原子炉の一炉当たり平均集団線量を、1992~2008 年について原子炉タイプ別 (PWR、BWR、GCR) に示す。すべての図において、「基数」は、当該年に対してデータが報告されたユニットの数を参照している。

表 5 2006~2008 年の最終的に停止された原子炉についての国別及び原子炉タイプ別の基数と一炉当たり平均年間線量 (人・mSv/炉)

		2006		2007		2008	
		No.	線量	No.	線量		
PWR	フランス	1	5.5	1	10.4	1	23.2
	ドイツ	3	174.2	3	322.9	5	160.0
	イタリア	1	10.0	1	0.5	1	1.1
	スペイン			1	292.9	1	134.7
	米国	8	93.7	6	26.5	10	7.1

表 5 2006~2008 年の最終的に停止された原子炉についての国別及び原子炉タイプ別の基数と一炉当たり平均年間線量 (人・mSv/炉) (続き)

		2006		2007		2008	
		No.	線量	No.	線量		
VVER	ブルガリア	2	23.5	4	60.4	4	31.0
	ドイツ			5	28.6	5	27.0
	ロシア連邦	2	126.1	2	100.6	2	78.0
BWR	ドイツ	1	483.1	1	405.1	3	179.0
	イタリア	2	12.4	2	6.5	2	29.1
	オランダ	1	0.3	1	0.4	1	0.3
	スウェーデン	2	51.8	2	70.5	2	39.1
	米国	5	70.2	3	137.5	3	13.4
GCR	フランス	6	6.3	6	2.2	6	2.8
	ドイツ					2	13
	イタリア	1	0.4	1	0.5	1	2.9
	日本	1	30	1	30	1	20
	英国	14	60	18	44.1	16	48
LWGR	リトアニア	1	352.3	1	215.8	1	188.4
LWCHWR	日本	1	195.6	1	85.7	1	431.3

図 7 停止された原子炉一炉当たりの平均集団線量：PWR/VVER (人・mSv/炉)

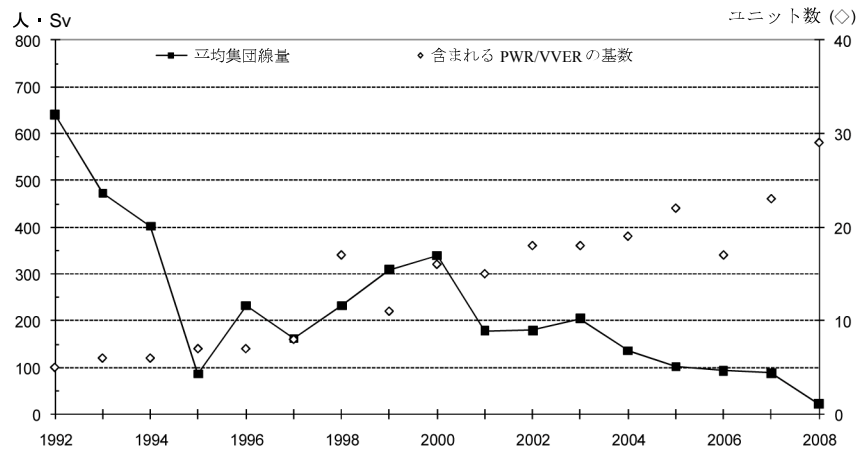


図 8 停止された原子炉一炉当たりの平均集団線量：BWR (人・mSv/炉)

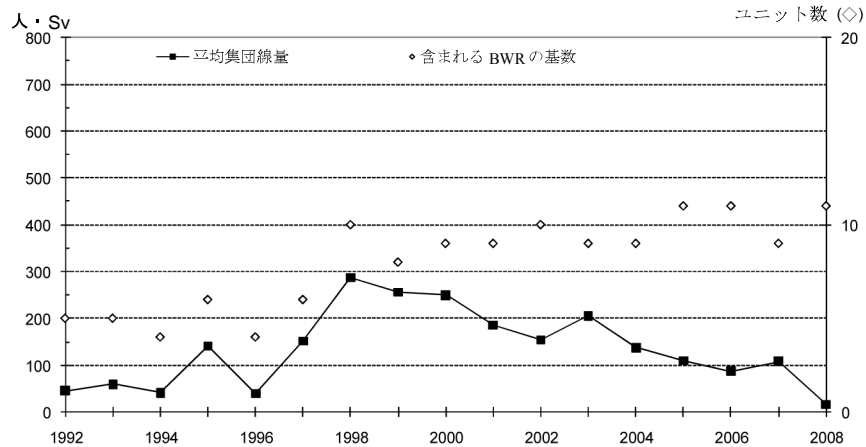


図9 停止された原子炉一炉当たりの平均集団線量：GCR（人・mSv/炉）

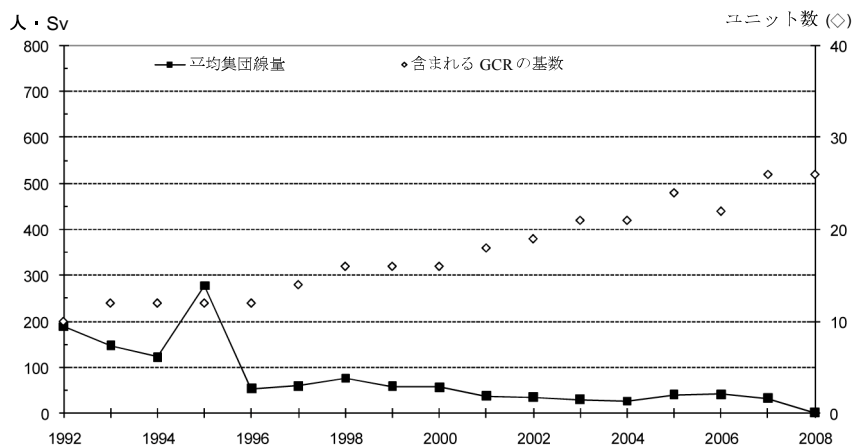
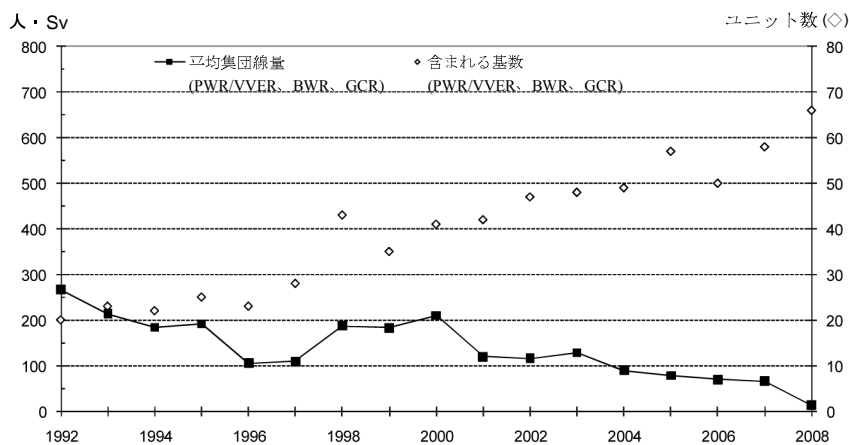


図10 停止された原子炉一炉当たりの平均集団線量：PWR/VVER、BWR、GCR（人・mSv/炉）



2.3 姉妹グループ別の3年移動平均停止時線量の傾向

本節では、停止時集団線量の観点からの NPP パフォーマンスの指標を与えるため、最新世代の PWR 及び BWR の姉妹ユニット・グループ（タイプ及び設計が類似している原子炉ユニット）に対する 3 年移動平均集団線量の傾向の分析を行う。

注：1 つの姉妹グループに対する 3 年平均停止時集団線量は、そのグループに属する各原子炉の 3 年平均停止時集団線量の平均値である。BWR の場合、その分析は原子炉の設計のみを考慮しており、総出力は姉妹グループ内で変わり得るので考慮していない。

PWR：3 ループ原子炉

分析においては、3 ループと 4 ループの原子炉のみを考慮している。第 1 のカテゴリーに関しては、以下の PWR 3 ループ姉妹グループが考慮されている。

- F32：フラマトム社製、3 ループ、第 2 世代。中国に 2 基、フランスに 28 基、韓国に 2 基、南アフリカに 2 基の原子炉。
- W32：ウェスチングハウス社製、3 ループ、第 2 世代。ベルギーに 2 基、韓国に 4 基、スペインの 5 基、スウェーデンに 2 基、米国に 2 基の原子炉。
- M32：三菱設計者、3 ループ、第 2 世代。日本に 5 基の原子炉。
- S32：シーメンス社製、3 ループ、第 2 世代。ドイツに 2 基、スペインに 1 基の原子炉。

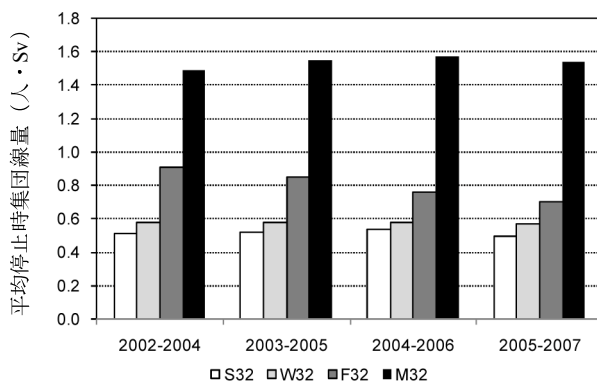
これらの各グループにおける原子炉を個別に下表に示す。

PWR 3 ループ原子炉

姉妹グループ	国名	原子炉		
F32	中国	Daya Bay 1、2 号機		
	フランス	Blayais 1、2、3、4 号機	Dampierre 1、2、3、4 号機	Tricastin 1、2、3、4 号機
		Chinon B1、B2、B3、B4 号機	Gravelines 1、2、3、4、5、6 号機	
		Cruas 1、2、3、4 号機	Saint Laurent B1、B2 号機	
	韓国	Ulchin 1、2 号機		
南アフリカ	Koeberg 1、2 号機			
W32	ベルギー	Doel 4 号機	Tihange 3 号機	
	韓国	Kori 3、4 号機	Yonggwang 1、2 号機	
	スペイン	Almaraz 1、2 号機	Asco 1、2 号機	Vandellos 2 号機
	スウェーデン	Ringhals 3、4 号機		
	米国	Harris 1 号機	Summer 1 号機	
M32	日本	Ikata 3 号機	Sendai 1、2 号機	Takahama 3、4 号機
S32	ドイツ	Neckar 1 号機		
	スペイン	Trillo 1 号機		
	スイス	Gosgen 1 号機		

図 11 に示すように、F32 を除き、姉妹ユニット・グループは、検討対象期間にわたって一定の傾向を維持しており、グループ S32 と W32 の停止時集団線量に対する 3 年移動平均は約 0.5 人・Sv となっている。M32 に対する値は約 1.5 人・Sv である。日本にある後者の原子炉グループの値がより高くなっているのは、運転サイクル間に包括的な検査を必要とし、その結果停止期間が長くなる国内の検査システムによるものと思われる。F32 に関しては、検討対象期間における停止時線量が 2002～2004 年の 0.9 人・Sv から 2005～2007 年の 0.7 人・Sv へと大きく低減していることが見てとれる（22%の低減）。最後の 3 年間の検討対象期間（2005～2007 年）に対するこのグループの結果は、現在、S32 と W32 の姉妹ユニット・グループにより近づいている。

図 11 PWR 3 ループ原子炉に対する 3 年移動平均停止時集団線量



最後の 3 年間（2005～2007 年）に記録された最低値、並びに姉妹ユニット・グループ別の年当たりの停止回数を下表に示す。

最低平均停止時集団線量（人・Sv）、2005～2007 年

姉妹グループ	原子炉名	国名	最低平均停止時集団線量（人・Sv）
F32	Tricastin 2	フランス	0.33 (1)
W32	Doel 4	ベルギー	0.24 (2)
M32	Takahama 3	日本	1.30
S32	Trillo 1	スペイン	0.31 (2)

(1) 期間 2003～2005 年に対しても最低値。

(2) 3 つの他の期間に対しても最低値。

姉妹ユニット・グループ別の年当たりの停止回数

姉妹グループ (原子炉の数)	2002	2003	2004	2005	2006	2007
F32 (34)	29	34	31	32	31	32
W32 (15)	9	13	12	9	12	12
M32 (5)	3	4	4	4	3	4
S32 (3)	3	3	3	3	3	3

PWR：4ループ原子炉

分析においては、以下の PWR 4ループ姉妹グループを考慮している。

- F43：フラマトム社製、4ループ、第3世代。フランスに4基の原子炉。
- W42：ウェスチングハウス社製、4ループ、第2世代。米国に14基、英国に1基の原子炉。
- M42：三菱社製、4ループ、第2世代。日本に4基の原子炉。
- S43：シーメンス社製、4ループ、第3世代 (Konvoi)。ドイツに3基の原子炉。

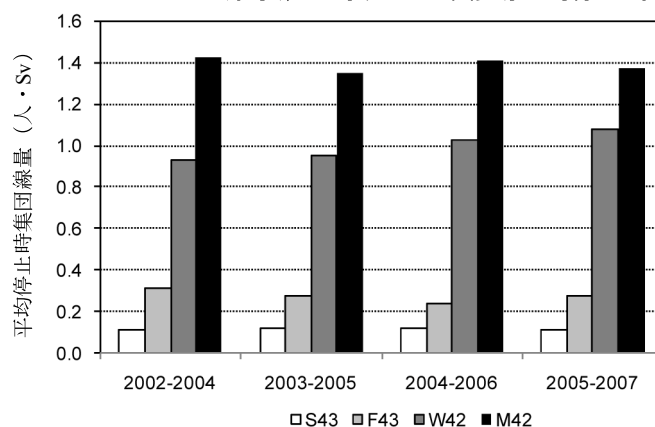
これらの各グループにおける原子炉を以下の表に示す。

PWR 4ループ原子炉

姉妹グループ	国名	原子炉		
F43	フランス	Chooz B1、B2 号機	Civaux 1、2 号機	
W42	英国	Sizewell B1 号機		
	米国	Braidwood 1、2 号機	Comanche Peak 1、2 号機	South Texas 1、2 号機
		Byron 1、2 号機	Millstone 3 号機	Vogtle 1、2 号機
		Callaway 1 号機	Seabrook 1 号機	Wolf Creek 1 号機
M42	日本	Genkai 3、4 号機	Ohi 3、4 号機	
S43	ドイツ	Emsland 1 号機	Isar 2 号機	Neckar 2 号機

すべての姉妹ユニット・グループに対し、検討対象期間における傾向は全く一定である (図 12)。S43/F43 と W42/M42 の姉妹ユニット・グループの間に大きな差異が見られる。S43/F43 グループが最低の停止時集団線量 (それぞれ約 0.1 人・Sv と 0.25 人・Sv) を示しているのに対し、W42 と M42 は、それぞれ約 1 人・Sv と 1.4 人・Sv の値を示している。

図 12 PWR 4ループ原子炉に対する3年移動平均停止時集団線量



最後の3年間 (2005～2007年) に記録された最低値、並びに姉妹ユニット・グループ別の年当たりの停止回数を下表に示す。

最低平均停止時集団線量（人・Sv）、2005～2007年

姉妹グループ	原子炉名	国名	最低平均停止時集団線量（人・Sv）
F43	Chooz B1 号機	フランス	0.24
W42	Sizewell B1 号機	英国	0.40 (1)
M42	Genkai 4 号機	日本	1.13
S43	Neckar 2 号機	ドイツ	0.09

(1) 3 つの他の期間に対しても最低値。

姉妹ユニット・グループ別の年当たりの停止回数

姉妹グループ	(原子炉の数)	2002	2003	2004	2005	2006	2007
F43	(4)	2	4	4	4	4	4
W42	(15)	12	7	8	13	9	7
M42	(4)	4	2	3	3	3	2
S43	(3)	3	3	3	3	3	3

BWR

BWRに関しては、分析で考慮した姉妹ユニット・グループは以下のとおりである。

- ABB4：ABBアトム社製、最新世代。スウェーデンに2基の原子炉。
- ABWR：ゼネラル・エレクトリック-東芝-日立社製の改良型 BWR 原子炉。日本に3基の原子炉。
- GE5：ゼネラル・エレクトリック社製、最新世代。スペインに1基、スイスに1基、米国に4基の原子炉。
- TOS2：東芝社製、最新世代。日本に16基の原子炉。

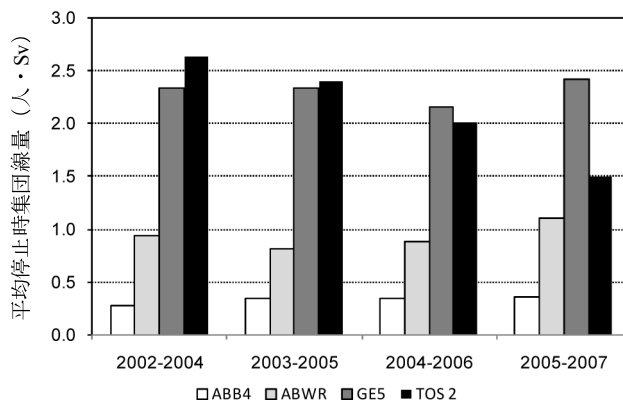
これらの各グループにおける原子炉を以下の表に示す。

BWR

姉妹グループ	国名	原子炉	総出力
ABWR	日本	Hamaoka 5 号機 Kashiwaza 6、7 号機	1,350 Mwe
GE5	スペイン スイス アメリカ合衆国	Cofrentes 1 号機 Leibstadt 1 号機 Clinton 1 号機 Grand Gulf 1 号機 Perry 1 号機 River Bend 1 号機	990 Mwe 1,045 Mwe 980～1,300 Mwe
TOS2	日本	Fukushima Daini 1、2、3、4 号機 Hamaoka 3、4 号機 Higashidori 1 号機 Kashiwaza 1、2、3、4、5 号機 Onagawa 2、3 号機 Shika 1 号機 Shimane 2 号機	540～1,100 Mwe
ABB4	スウェーデン	Forsmark 3 号機 Oskarshamn 3 号機	1,200 Mwe

図 13 に示すように、検討した BWR 姉妹ユニット・グループの3年平均停止時集団線量には大きな違いがある。最善のパフォーマンスは ABB4 と ABWR の場合であることが分かる（それぞれ約 0.25 人・Sv と 1 人・Sv）。他の2つのグループに対する停止時線量は、GE5 の場合で約 2.4 人・Sv とかなり高いが、TOS2 の停止時線量は検討対象期間の間に著しく減少していることを指摘しておく（2.6 人・Sv から 1.5 人・Sv に減少）。一部の BWR は、最善の PWR の値と同様の停止時集団線量を示していることも指摘しておく（例えば、ABB4 の傾向は F43 の傾向とかなり類似している）。

図 13 BWR 原子炉に対する 3 年移動平均停止時集団線量



最後の 3 年間（2005～2007 年）に記録された最低値、並びに姉妹ユニット・グループ別の年当たりの停止回数を、それぞれ以下の 2 つの表に示す。

最低平均停止時集団線量（人・Sv）、2005～2007 年

姉妹グループ	原子炉名	国名	最低平均停止時集団線量（人・Sv）
ABB4	Forsmark 3 号機	スウェーデン	0.34 (1)
ABWR	Hamaoka 5 号機	日本	0.25
GE5	Leibstadt 1 号機	スイス	0.53 (2)
TOS2	Higashidori 1 号機	日本	0.14

(1) 期間 2003～2005 年及び 2004～2006 年に対しても最低値。

(2) 3 つの他の期間に対しても最低値。

姉妹ユニット・グループ別の年当たりの停止回数

姉妹グループ	(原子炉の数)	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ABWR	(3)	1	2	1	1	3	1
ABB4	(2)	2	2	2	2	2	2
GE5	(6)	4	4	4	3	3	5
TOS2	(16)	4	9	10	9	12	9

2.4 年齢カテゴリー別の 3 年平均年間集団線量（2005～2007 年）の分析

本節では、以下のような様々な原子炉年齢カテゴリーに対する、期間 2005～2007 年の 3 年平均年間集団線量の分析を行う。

- PWR：最新世代の 3 及び 4 ループ原子炉 F32、W32、M32、S32、F43、W42、M42、S43 の姉妹ユニット・グループ。
- BWR：最新世代の原子炉－ABB4、ABWR、TOS2、GE5 の姉妹ユニット・グループ。

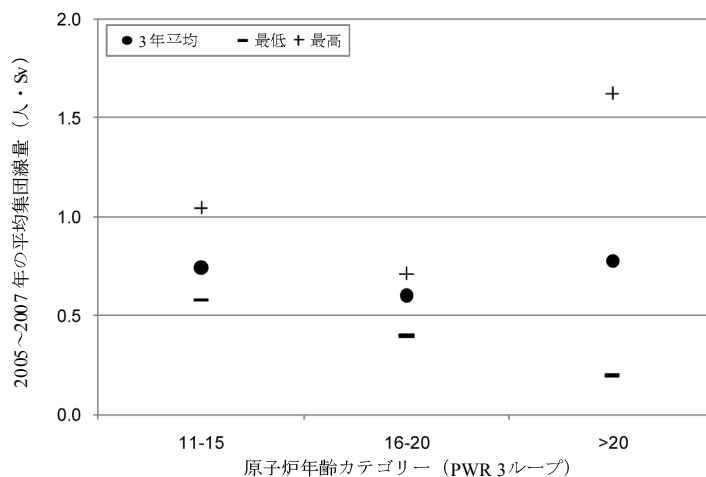
行った分析には以下のものが含まれている。

- 「2005～2007 年」平均集団線量（人・Sv）：関連カテゴリーの全原子炉の 3 年年間集団線量を平均することで計算した、期間 2005～2007 年に対する各年齢カテゴリーの平均年間集団線量。
- 標準偏差（ σ ）：各カテゴリーの原子炉間の 3 年平均年間集団線量の分散度を提供する。
- 最低／最高 3 年平均集団線量（人・Sv）：各カテゴリー内の単一原子炉に対する最低及び最高の 3 年平均年間集団線量。
- 原子炉の数：カテゴリーごとの原子炉の合計数。

PWR：3ループ原子炉

3ループのPWRの分析においては、年齢が10年を下回る原子炉はない。57基の原子炉のうち54基（すなわち95%）は15年を超える年齢である。結果の要約を以下に示す。

図14 PWR 3ループの年齢カテゴリー別の3年平均年間集団線量（人・Sv）



	原子炉年齢カテゴリー（年）				
	1-5	6-10	11-15	16-20	>20
2005～2007年の平均集団線量（人・Sv）	-	-	0.7	0.6	0.8
標準偏差（ σ ）	-	-	0.2	0.1	0.3
最低3年平均集団線量（人・Sv）	-	-	0.6	0.4	0.2
最高3年平均集団線量（人・Sv）	-	-	1.05	0.7	1.6
原子炉の数	-	-	3	8	46

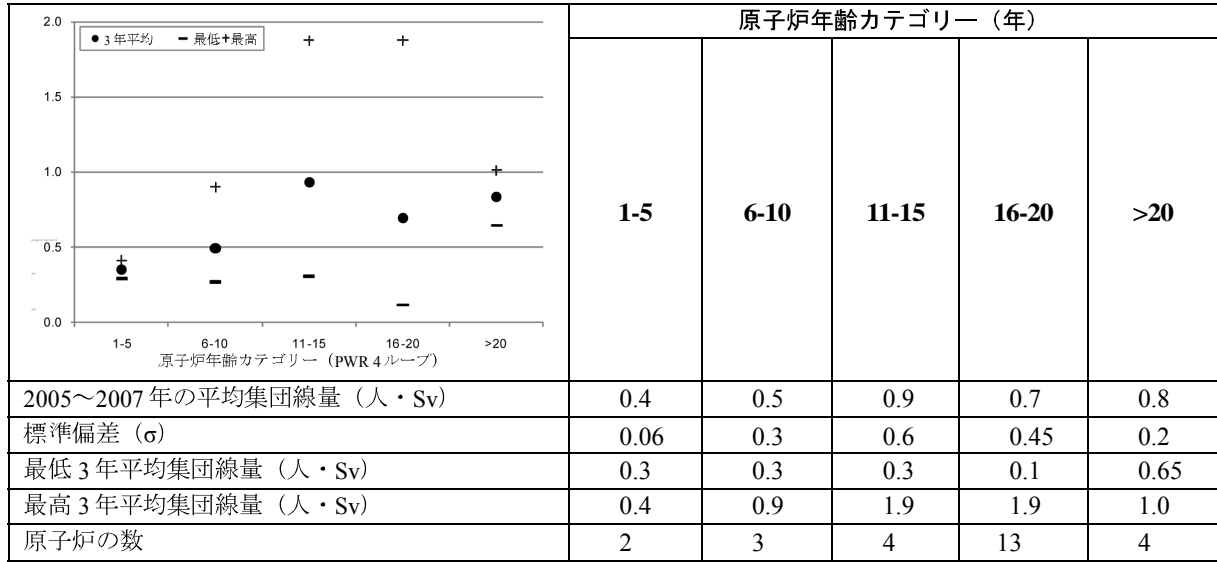
これらの原子炉の場合、原子炉年齢カテゴリー別の2005～2007年平均年間集団線量は約0.6人・Svである。最高及び最低平均集団線量は、「20年超」のグループの原子炉に対して見られ（それぞれ1.6人・Svと0.2人・Sv）、これらの値には8倍の開きがある。このグループは、その標準偏差が0.3となっており、最高のデータ分散も示している。最高値と最低値の差は、「11～15年」の最も若い原子炉の場合がはるかに低い（約2倍）。

PWR：4ループ原子炉

4ループPWRに対する年齢分布は、3ループ原子炉の場合よりも幅広いことが見てとれる。26基の原子炉の大半（17基）が15年よりも古い。数基（5基）のみが10年未満のものである。

最も低い2005～2007年平均年間集団線量は最も若い原子炉に対して見られ（「1～5年」に対して0.4人・Sv）、最も高い値（0.9人・Sv）は「11～15年」のカテゴリーに対して見られる。「11～15年」と「16～20年」のグループの原子炉（それぞれ0.9人・Svと0.7人・Sv）に対しては、逆の傾向が見られる。最も若い原子炉は、グループ内で最小のデータ分散（ $\sigma = 0.06$ ）も示している。原子炉年齢カテゴリー内の最低と最高の平均年間集団線量で最も大きな差が見られるのは「11～15年」のグループで、その最高平均集団線量（1.9人・Sv）は最低線量（0.1人・Sv）よりも約20倍高いものとなっている。

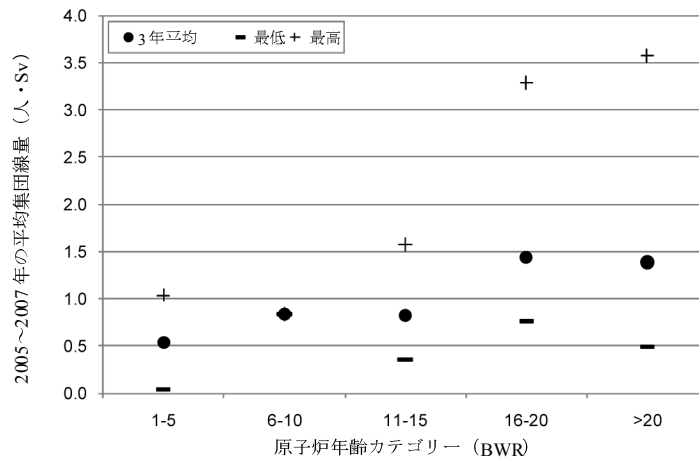
図 15 PWR 4 ループの年齢カテゴリー別の 3 年平均年間集団線量 (人・Sv)



BWR

分析で検討された BWR に関しては、原子炉合計数 (28 基) のうち約半分が 15 年未満のものである。原子炉年齢カテゴリー「20 年超」には、最大数の原子炉 (10 基) が含まれている。結果の要約を以下に示す。

図 16 BWR の年齢カテゴリー別の 3 年平均年間集団線量 (人・Sv)



	原子炉年齢カテゴリー (年)				
	1-5	6-10	11-15	16-20	>20
2005～2007 年の平均集団線量 (人・Sv)	0.5	0.8	0.8	1.4	1.4
標準偏差 (σ)	0.4	0	0.4	0.8	0.9
最低 3 年平均集団線量 (人・Sv)	0.04	0.8	0.4	0.8	0.5
最高 3 年平均集団線量 (人・Sv)	1.04	0.8	1.6	3.3	3.6
原子炉の数	4	1	6	7	10

最も若い原子炉（「1～5年」）が、最低の2005～2007年平均年間集団線量（0.5人・Sv）を示している。カテゴリー「6～10年」と「11～15年」では3年平均年間集団線量が0.8人・Svと同様の傾向が見られ、カテゴリー「16～20年」と「20年超」の場合（1.4人・Sv）も同様の傾向が見られる。データの分散は「20年超」のグループが最も高い（ $\sigma = 0.9$ ）ことが分かる。このグループには、最高平均年間集団線量（3.6人・Sv）を有する原子炉も含まれている。最低値（0.04人・Sv）は「1～5年」グループの原子炉で見られる。

3. 主要機器の経験： ANGRA 1 号機（ブラジル）における蒸気発生器交換停止¹

3.1 序文

Angra 1 号機原子力発電所は、Angra dos Reis（ブラジル）にあるウェスチングハウス社製の 2 ループ PWR（蒸気発生器交換前の正味出力 632 Mwe）である。Angra 1 号機は、1985 年に商業運転を開始した。2003 年以降、集団放射線被ばく低減のプロセスは、モデル D3 蒸気発生器の劣化に対処するための停止頻度の増加のために遅れが生じた。1 次冷却水応力腐食割れ（PWSCC）が、ほとんどの場合、旧型蒸気発生器（OSG）の管腐食の原因となっており、管の減肉及び管破損事象の可能性の増大につながっていた。プラグが破損した管及び故障の可能性が高い管をふさぐ作業を含む、欠陥のある OSG に対する試験と保守を実施するために必要な中間サイクルの停止は、集団放射線被ばく、熟練作業員の線量及び職員汚染事象の増加の一因となっていた。

Eletronuclear 社は、2009 年、給水リング・システムの付いた 2 つの新しい蒸気発生器で OSG を交換することによって問題を是正することを決定した。Eletronuclear 社の放射線防護組織が、事故や重大インシデントなしにこの努力を確実に実施することに専心した。放射線防護管理者は、プロジェクトに対する集団線量を最小化し、個人線量の ALARA を保つことにも関心を示した。

3.2 事象の年代別記述

2003 年 8 月、OSG の 1 次から 2 次への漏洩率の突然の増加により、運転手順に従ったプラント停止が引き起こされた。その時点で、Angra 1 号機の 1P12 停止も開始された。フルスコープ渦電流試験が実施され、そこで 100% の SG 管が検査され、SG の 1 次ボウル内のノズル・ダムに対するリテーナ・リングが取り付けられた。2004 年 7 月から 2007 年 6 月にかけて、様々なタスクを実施するために 6 回の追加的停止が実施された。2008 年 2 月、1P16 停止に対して計画された次の SGR 運転に関する多くのタスクを含む蒸気発生器交換前（SGR）の最後の停止（1P15A）が実施された。遮蔽の改善がいくつも行われ、停止時集団線量の低減に関してかなり好ましい結果を示している。

2009 年 1 月 24 日、主要タスクが SGR とそのサブタスクである 1P16 燃料取替停止が開始された。この停止の結果について以下に解説する。結論で、Angra 1 NPP に対する次の運転サイクルに対する予想と、Eletronuclear 社の放射線防護部門に対して結果として生じる問題すなわち停止期間の低減、集団線量の低減、個人線量の低減などについて、いかにこれを達成し、線量節減に対する合理的な費用効果を今もなお維持しているかということについて概説する。

¹ 本節は、2009 年 IAEA 国際 ALARA シンポジウムで初めて発表された文書（*Magno Jose de Oliveira, Marcos Antonio do Amara, Edson Minelli 及び William Alves Ferreira (2009 年)「Angra 1 号機の蒸気発生器交換停止に対する放射線防護」*）に基づいている（IAEA ネットワーク（www.isoe-network.net）から入手可能）。

3.3 蒸気発生器の交換

SGR 放射線防護計画と ALARA 計画

「Angra 1 号機蒸気発生器交換に関する技術仕様書」は初めに放射線問題について取り扱っているが、放射線に焦点を当てた最も重要な文書は、Eletronuclear 社の放射線防護部門が作成し、ブラジル原子力規制委員会 (CNEN) にコメントと承認を求めて提出された「Angra 1 号機蒸気発生器交換放射線防護計画書」であった。計画立案段階において、その計画を評価するため、EPRI 専門家評価ミッションが、Eletronuclear 社の RP 部門によって契約された。EPRI 報告書は、非常に有益であることが判明し、線量低減方法、線量管理技術、非常に目立つ標識、有効な情報伝達及び現場タスクのカバレッジに重点を置いた主要な勧告事項が実施された。さらに、原子炉建屋への 2 次的アクセスを提供するための格納容器アクセス施設、プラント建屋外での低レベル及び乾式除染を可能にする除染区域 (テント)、並びに断熱材やパイプの設置前の取扱いを容易にするための拡大管理区域 (汚染管理区域の掲示区域内の格納容器設備ハッチに接続されている) といった作業を支援するためのいくつかの施設が構築された。

SGR ALARA 計画は、放射線調査、発生源の特徴付け、業務範囲と作業区域の定義、線量低減方法の指定、線量の推定及び主要な活動に対する個別の ALARA 計画立案を含む線量測定段階を 1P15A 停止の際に実施することによって開始された。1P16 停止の直前に、指示事項、注意事項及び警報設定を伴う個々の放射線作業許可 (RWP) を含む、各 ALARA 計画に対するすべてのタスクとサブタスクが定義された。放射線作業員、RP 技術者及び特別訓練に対する包括的な訓練構造が確立された。

19 の ALARA 計画が作成され、プラントの ALARA 手順に従ってフォローアップが行われて完了した。最終的な集団線量に関しては、81%が個別の ALARA 計画の対象となっていたタスクから生じ、残りの 19%が ALARA 以外のタスクすなわち ALARA 個別の業務計画を開始するための閾値を下回るタスクから生じている。ALARA 計画の達成並びに作業員線量を低減及び管理するための手段は、初期推定値 1,417 人・mSv を 8%下回り、かつ契約上定められた目標値 1,500 人・mSv 未満を下回る集団線量 1,310 人・mSv を達成する上で重要であった。

線量低減方法

集団及び個人線量を低減する主な方法は、発生源の低減、鉛遮蔽、水遮蔽及びモックアップ訓練であった。管理区域に入場する作業員の管理、目立つ標識と信号灯が好ましい結果に寄与した。

放射性腐食生成物の除去を通じた発生源の低減は、SGR の線量低減に対する最も重要な寄与因子の 1 つであった。2004 年以降、Angra 1 号機は、運転中に原子炉冷却系 (RCS) への亜鉛注入を行った。さらに、各燃料取替停止直後の ^{58}Co を 1.85 Bq/kg とすることを目標として、腐食生成物を除去するために過酸化水素を用いた化学除染が実施された。1P16 停止において、 H_2O_2 プロセスが有効であることが示され、初期推定時間よりも少ない時間で目標が達成された。この作業で合計 23 TBq が除去され、作業員線量が低減した。

いくつかのサイズの鉛ブランケットの集中的利用は、周辺線量率とホット・スポットの低減を目的としたものであった。遮蔽設置に対する 2 つのアプローチが採用された。1 つ目は高放射線区域で作業する個人を計画外線量から防護することで、2 つ目は作業環境 (例えば通過区域) における低線量率を低減して、作業継続時間にわたる集団線量の著しい低減につなげることである。約 40,000 kg の鉛遮蔽が、管理区域内、特に原子炉建屋、RCS パイプ、OSG プラットフォーム内などに取り付けられた。取付け後の線量率の低下は、ホット、コールド及び中間レグで 25%~50%、抵抗温度検出器マニ

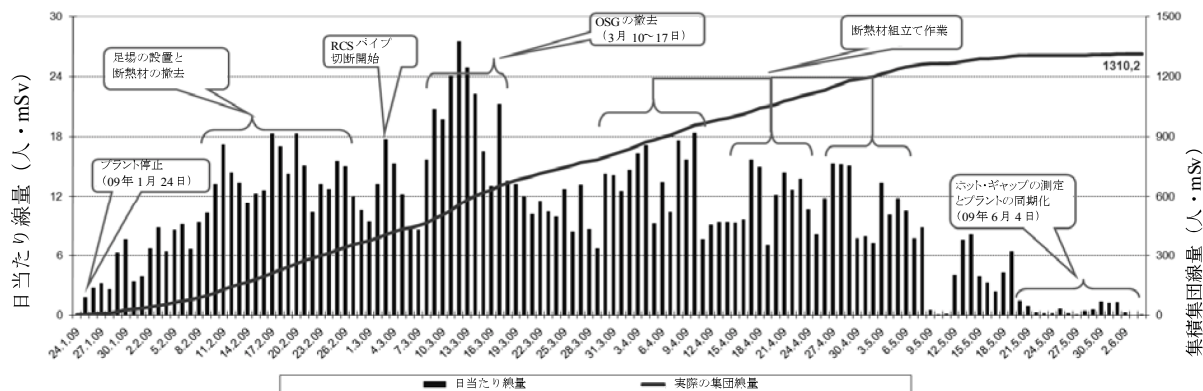
ホールドで 25%~30%となっていた。SG プラットフォームのグリッド床全体にわたって遮蔽ブランケットが取り付けられ、滞在区域における最低値の線量率を確保している。

追加的な遮蔽を提供するための系統内の水管理は、RP チームと EPRI ミッションによって SGR の計画立案段階における線量低減の主要因子と考えられた。ほとんどのタスクは、水で満たされた OSG と RCS の 2 次側でできるだけ多くが実施されるように計画された。主給水配管、OSG パージ・ライン及び排水系ラインの切断を可能にするための最終的な OSG の 2 次側の排水後、OSG 近傍において約 100%の線量率の増加が見られた。したがって、必要なタスクのみが続行を許可された。

最終的に、遮蔽設置、パイプ切断、1 次ライン切断のための三脚と遮蔽支持材の設置、パイプの溶接及び異物調査・回収 (FOSAR) 作業のタスクにおける工具の試験と作業クルーの訓練を行うために、配管に関する詳細かつ実物大のモックアップが計画された。残念ながら、このモックアップは、SGR 前に使用できるタイミングで利用可能にならなかった。したがって、蒸気発生器の 1 次内部チャンバーを部分的に複製しているが、1 次パイプ・レグとの接続がなく、所望の状態から外れた、古い Angra 1 号機モックアップが除染されて訓練用に使用された。広範囲のプロジェクトで成功が得られたものの、モックアップの問題は、その不十分さがより多くの行き当たりばったりの作業、時には時間と線量の浪費、及びインシデントや傷害のリスクの増加につながるので注意深く取り扱うべきである。

線量の推移をよりの確に説明するため、図 17 に、SGR の際の主要タスクに関連する日当たり及び集積線量を示す。

図 17 Angra 1 号機の SGR の際の集団線量の推移

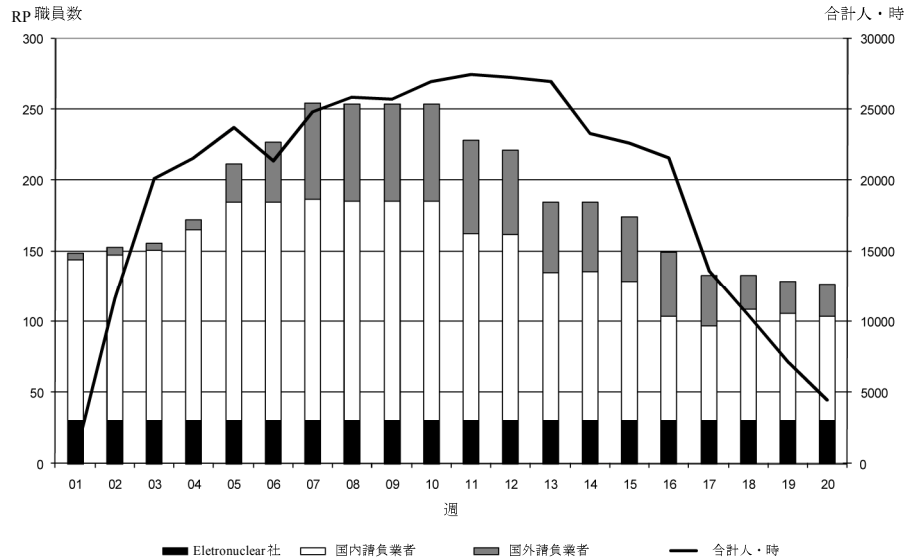


放射線防護組織

Eletronuclear 社の RP 部門の組織は、様々な運転及び組織機能 (RP、モニタリング、ALARA 計画立案、訓練、線量測定など) を包含している。当部門には、SGR のために配属された 253 人の職員 (Eletronuclear 社の従業員と契約作業員) がおり、補助員、補助技術者、除染技術者、下級及び上級 RP 技術者、監督員並びに RP 監督員が含まれていた。すべての放射線安全努力はこの組織によって管理され、契約現場技術者は、Angra 1 号機の RP 監督者によって直接調整された。すべての監督員と技術者は、1P16 停止プログラム、特に SGR 及び ALARA 計画立案に関するタスクについて具体的な指示を受けた。さらに、外国人技術者は、Angra 1 号機の RP 技術者によって使用される放射線計器と Angra 1 号機に適用可能な具体的な RP 基準に関する訓練を受けた。

図 18 に、2 つの日課スケジュールを用いて組織化された人的資源の動員状況を示す。一部は 1 日 12 時間 2 チームで作業し、一部は 1 日 8 時間 3 チームで作業している。

図 18 RP 作業員の動員と動員解除



線量管理、業務カバレッジ及び情報伝達

作業員の線量管理は、Angra サイト用に特に設計された電子アクセス管理システム (EACS) を用いて実施された。このシステムを用いて、放射線作業員に対する要件がオンラインで検証される。必要に応じ、当システムは、要件の欠如や警報の場合にはアクセスを阻止し、現場内線量測定警報の場合には RP 管理地点に情報を伝達することができる。当システムは、バッテリー撤去の試みやバッテリー端子との接触不良も検知する。業務カバレッジは、その区域内に高度管理地点を設置した単一の管理地点 (格納容器アクセス施設: CAF) を用いて実施された。CAF は、2,000 個の TLD と 750 個の電子線量計を保管できるように設計されていた。会議室の内部では、2 つの TV モニターが 14 のカメラと接続されており、上級技術者が常に業務の詳細を把握し、必要に応じて RP 努力の指示を行っていた。

監督者間の情報伝達プロセスは、日次会議の当日計画 (POD) と日次プラント停止会議の間で直ちに発生させるように RP 管理者が定めた。特定の ALARA チャンネルを用いた無線を使用することで、チーム・リーダー間のオンライン情報伝達が可能になった。成功を確実にするため、3 方向通信と無線用アルファベットの使用が強化され、広範囲に実践された。

手法と技術

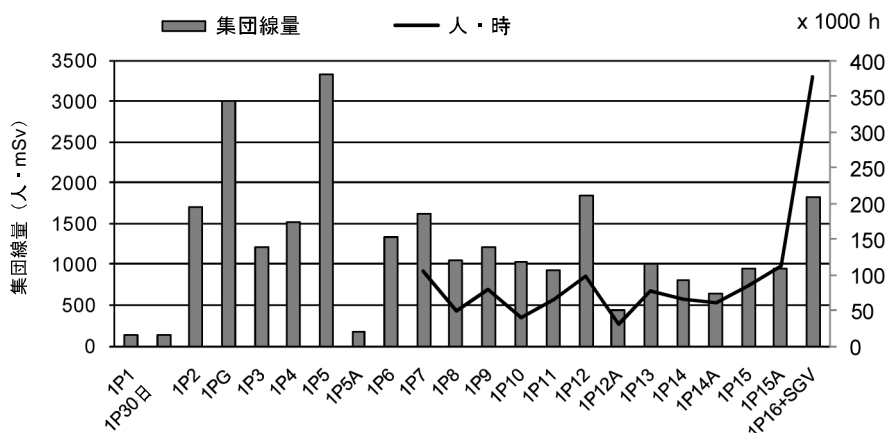
RP 努力の一部として採用された手法と技術には、X 線撮影、1 次レグの切断や除去など、管理区域内で業務を行う作業員のリアルタイムのモニタリングを可能にする遠隔線量測定、並びにタスク中の通信を可能にし、RP 及び保守慣行などに関して作業員を指導する機会を与える CCTV/無線システムといった高リスクの活動を表示するための緊急時警報灯が含まれていた。作業員が休憩/待機区域を特定でき、RP 技術者が不要な作業員を特定された区域から退出させるために迅速に行動できるよう、「待機」や「滞在禁止」区域を表示する着色掲示や警報メッセージが管理区域内に配付されていた。RP 職員個人識別 (「放射線防護」を示す反射文字の付いた赤色ジャケット) が、汚染及び非汚染の両

区域内の RP 職員によって使用され、作業員が現場内の RP 及び補助技術者を迅速に識別でき、業務の遂行を迅速化し、かつ悪い慣行のリスクを低減するようにしていた。最後に、プラント建屋の管理区域から除染区域に材料を放出して、その後のモニタリング、分離及び非汚染材料の片付けを行うための特別 RP チームが SGR の際に創設された。

3.4 結果

Angra 1 号機の SGR の結果を以下に示す。要約すると、OSG が撤去されて新しいものが設置され、Angra 1 号機が世界中のそのカテゴリの中で最善のプラント指標の範囲内で起動する機会がもたらされた。SGR 作業の規模を比較するため、図 19 に Angra 1 号機の歴史的な集団線量と人・時（第 7 回停止 1P7 以降）を示す。図 20 は、平均集団線量指標（ $\mu\text{Sv/h}$ ）の推移を示したもので、管理区域内で作業した時間の大幅な増加の影響と、数年間は集団線量が増加していたという事実にもかかわらずこの ALARA 指数を低減させるために行われた改善が示されている。

図 19 Angra 1 号機の停止時集団線量



注：「A」：中間サイクル停止、「30日」：試運転後、「G」：発電機の故障

図 20 Angra 1 号機の停止時線量率指数

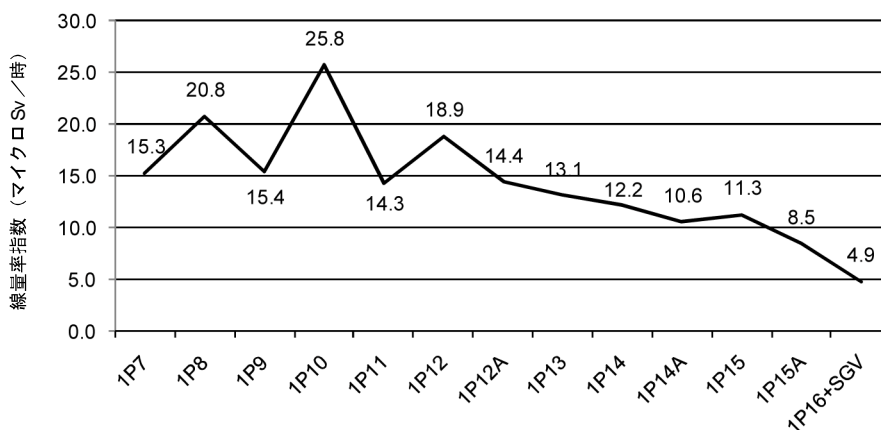


図 21 は、SGR の際の管理区域内の作業員とそこへの入場に対する日々の値を示したもので、労働力の大半が放射線管理区域内で作業することについて一部の国外請負業者ほど熟練していないブラジルの請負業者であったので放射線防護の問題について説明したものである。ピーク時の管理区域内の人数は 1,401 人、1 日当たりの入場回数は 3,060 回で、停止期間全体におけるその平均値はそれぞれ 767

人と 1,697 入場回数/日であった。図 22 は、遮蔽が設置されて管理が整備され、最後に OSG が撤去された後に達成された集団線量指数の低減を示したものである。最後に、図 23 に、1 人当たり及び 1 入場当たりの平均線量を示す。繰り返すが、OSG の撤去による発生源低減の効果は停止終了時に目に見えるものとなる。

図 21 Angra 1 号機の SGR—放射線管理区域内の人と入場に対する傾向

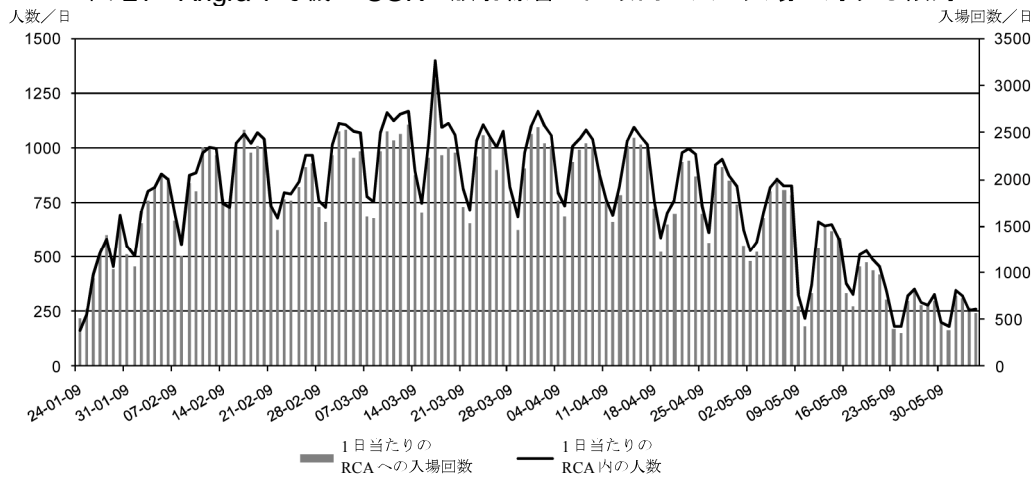


図 22 Angra 1 号機の SGR—線量率指数

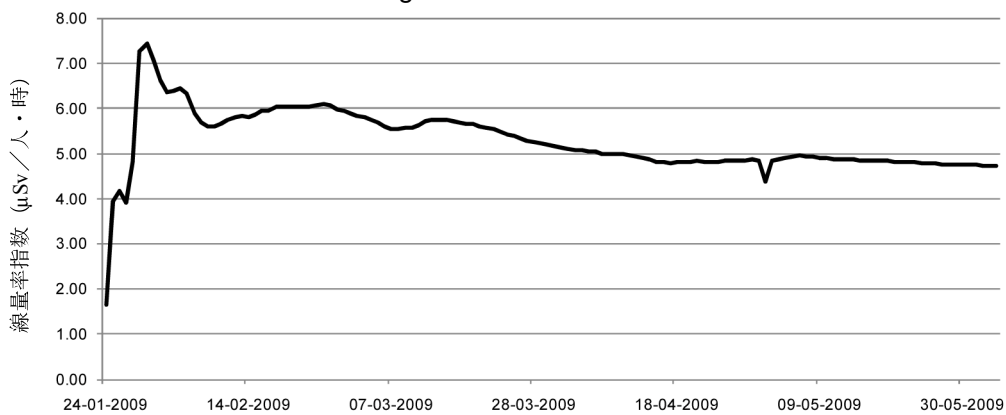
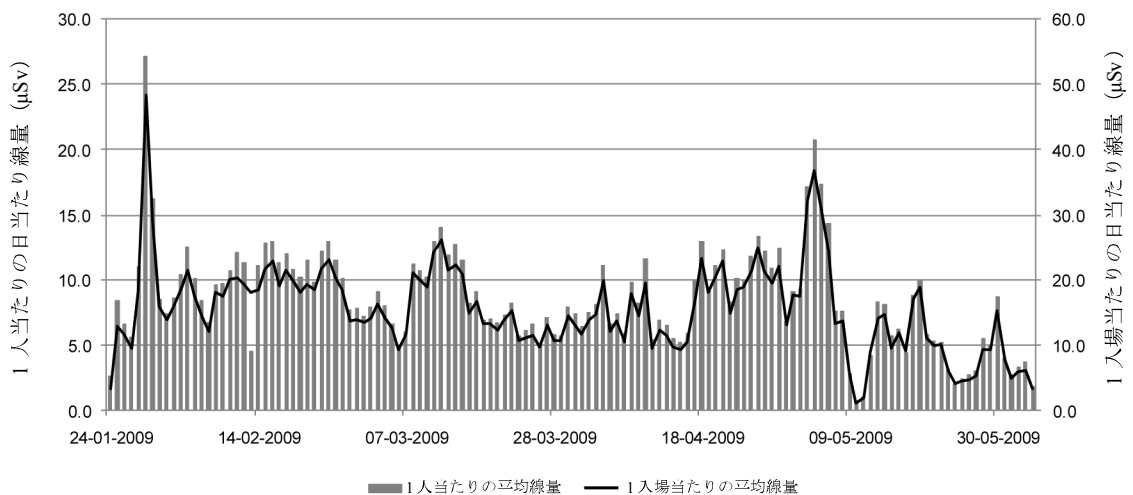


図 23 Angra 1 号機の SGR—SGRにおける 1 人当たり及び 1 入場当たりの平均線量



3.5 結論

Angra 1 号機の蒸気発生器交換は、その業務の規模のためだけではなくいくつかの管理職の変更のため、Eletronuclear 社の RP 組織に対して大きな課題を突きつけたものであった。しかし、これは成功裏に管理され、RP 計画のほぼすべての対策が SGR の前及び最中に実施された。

SGR の完了は、Angra 1 号機の組織に新しい課題をもたらした。第 1 に、プラント監督責任者は、新規の停止に対して 30 日以下の目標期間を定めた。第 2 に、Eletronuclear 社の業務局は、WANO の集団放射線被ばく指標に対する中間値を達成するための 3 年目標を定めた。

Eletronuclear 社の RP 組織の場合、上記の 2 つの目標は、将来の停止の際により多くの人数の作業員が管理区域内の同時並行的タスクに関与するということを意味している。この状況を予測して、RP 管理者は、SGR の際に一部使用されて成功した遠隔モニタリング技術を設置するプロセスを開始した。もう 1 つの強力なツールは、高線量率を遮蔽するためだけでなく、占有率が高く作業員の通過が多い区域内の低線量率の現場を低減することを目的とした、一時的遮蔽の使用である。一部のプラントがその SGR 後に ^{58}Co に関連する発生源の増加に直面したことを考えると、SGR 後の 1 次的化学要素も注意すべき事項である。これらの経験が、現在のサイクルと次回のプラント停止に対して考慮されている。最後に、新しい RP 技術者は、特に Angra 3 号機の建設再開後に適切な訓練を受ける必要がある。RP 訓練グループは、今後の RP 技術者の質に関して基本的な役割を演じる。

4. ISOE の経験交換活動

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、プログラムの強みはこうした情報をその参加者間で広く共有するというその努力に由来する。ISOE シンポジウム、ISOE ネットワーク及び技術者視察の組み合わせは、放射線防護専門家が会議を持ち、情報を共有し、ISOE 地域間の結び付きを築いて、職業被ばく管理に対する世界的アプローチを展開させる手段を提供する。本章では、2008 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 の ALARA シンポジウム

ISOE 国際 ALARA シンポジウム

ATC は、OECD/NEA と IAEA の後援を得て 2008 年 11 月 13～14 日に日本の敦賀で開催された 2008 年 ISOE 国際 ALARA シンポジウムを企画した。このシンポジウムには 14 カ国から約 90 人の参加者が出席した。ウィーンで行われる 2009 年 ISOE 国際 ALARA シンポジウムでの発表に対して参加技術センターが選定した優れた論文には以下のものが含まれた。

- 「東通原子力発電所における放射線被ばくの低減」 Shigeru Ito (東北電力、日本)
- 「Braidwood 発電所の代替ポスト過酸化物浄化方法論」 Patrick Daly (Braidwood PWR、米国)

2009 年と 2010 年の ISOE 国際 ALARA シンポジウムは、それぞれ IAEA と ETC が企画する。

ISOE 地域 ALARA シンポジウム

NATC は、電力研究所 (EPRI) と協力して、2008 年 1 月 14～16 日に米国の Fort Lauderdale で開催された 2008 年 ISOE 北米 ALARA シンポジウムと EPRI 放射線防護会議を企画し、実施した。7 カ国からの 160 人を超す参加者、30 社を超すベンダーと、35 を超す技術的 ALARA 論文を含む参加があった。Darlington 原子力発電所が、気中トリチウム低減の分野での業績に基づき世界水準 ALARA パフォーマンス賞を受賞した。ATC は、このシンポジウムに参加し、その活動を発表した。

ETC は、6 月 25～27 日にフィンランドの Turku で開催された 2008 年 ISOE 欧州 ALARA シンポジウムを企画し、実施した。このシンポジウムに先立って放射線防護管理者と上級規制機関代表者の会議が行われた。このシンポジウムによって、27 カ国の欧州、北米及びアジア諸国からの 160 人の参加者は会合し、36 の演壇発表と 21 のポスター発表から情報を得る機会が与えられた。TVO サイトへの視察も企画された。

様々なシンポジウムの議事録と結論は、ISOE ネットワークから入手できる。

4.2 ISOE ネットワーク (www.isoe-network.net)

ISOE ネットワークは、ISOE 参加者のための線量低減と ALARA 資源に関する包括的な情報交換ウェブサイトで、簡単なウェブ・ブラウザ・インタフェースを通じた ISOE 資源への迅速かつ統合的なアクセスを提供するものである。公開情報とメンバー限定情報の両方を含むこのネットワークは、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、及び ISOE 職業被ばくデータベースへのオンライン・アクセスを含む、広範かつ範囲を広げ続ける ALARA 資源へのアクセスを参加者に提供する。2008 年、ISOE 運営委員会は、使い勝手を強化しユーザーのニーズをより満たすようにレイアウトと構成を再設定する、ETC 主導のイニチアチブを承認した。

ISOE 職業被ばくデータベース

ISOE 内のデータへのユーザー・アクセスを増やすため、ISOE 職業被ばくデータベースは、ISOE ネットワークを通じて ISOE 参加者がアクセスできるようになっている。2005 年以降、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た。事前定義された解析の主要カテゴリーには以下のものが含まれている。

- ユニット・レベルでのベンチマーキング
- 一炉当たりの平均年間集団線量
- 年間合計集団線量
- TWh 当たりの年間集団線量
- 外部職員及び停止の合計集団線量への寄与
- 原子炉ユニット数の傾向
- 一炉当たり集団線量の 3 年移動平均
- 様々なクエリー

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って、さらに利用又は参照することができる。ISOE 1 質問票に対するオンライン・データ入力のためのモジュールは、2009 年に実施される。

ALARA ライブラリ

最も利用されるウェブサイト機能の 1 つである ALARA ライブラリは、ISOE と ALARA の資源の総合カタログを ISOE メンバーに提供して、放射線防護専門家の職業被ばく管理を支援している。ALARA ライブラリには、広範な一般向け及び技術者向け ISOE 刊行物、報告書、発表や議事録が含まれている。

放射線防護フォーラム

ALARA ライブラリに加え、登録 ISOE ユーザーは、RP フォーラムにアクセスして、職業放射線防護に関する質問、コメント又はその他の情報をネットワークの他のユーザーに提出することができる。全メンバーに対して共通のユーザー・グループに加え、このフォーラムには、専用規制者グループ、一般電気事業者グループ、及び原子炉タイプ（PWR、BWR 又は CANDU）別に整理されたいくつかの電気事業者のサブグループが含まれている。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検索エンジンを用いて検索可能であり、これが入力情報の潜在的読者を拡大している。

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、ISOE プログラムは、4 つの技術センター地域内の参加電気事業者間の自主的なサイト・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、次年度の作業プログラムに含められ

る。この視察の目的は、主催プラントにおける優良な放射線防護慣行を特定して、こうした情報を視察プラントと直接共有することである。ISOE の下でこうした視察を要請したり主催したりすることは双方とも電気事業者と技術センターの自主性に基づいたものであるが、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 メンバーが入手できるようにして（電気事業者や規制当局としてのその立場に応じて）、ISOE 内のこの情報の広範な普及を促進する。2008 年に実施された視察のハイライトを以下に要約する。

ATC が企画したベンチマーキング視察

原子力安全基盤機構（JNES）が ISOE-ATC を管理しており、2008 年 2 月 10～17 日の米国へのベンチマーキング視察を企画した。これは、経済産業省が JNES に委託した被ばく低減プロジェクトの一環として実施された。視察グループは、JNES や放射線防護に関連する大学スタッフなどの人で構成されていた。この視察の目的は、線量低減の先進技術を調査し、ALARA 活動に関する情報を交換することであった。当グループは、Vogtle、Arkansas Nuclear One 及び Quad Cities 原子力発電所を視察した。この視察を通じて、オンライン・モニタリング・システムなどの先進技術や各プラントにおける積極的な ALARA 活動の様々な側面が特定された。

IAEA が企画したベンチマーキング視察

Cernavoda の CANDU 原子炉に対するベンチマーキング演習を企画するための予備的連絡窓口が確立された。

NATC が企画したベンチマーキング視察

2008 年 ISOE 北米 ALARA シンポジウムの後、3 人の EDF 電気事業者管理者が、RP ソフトウェア・プログラムを評価するため、St. Lucie 及び Crystal River NPP の視察旅行に参加した（2008 年 1 月 17～18 日）。NATC 地域局長は、2008 年 2 月 26～27 日、Calvert Cliffs 原子力発電所で 3 人の EDF 上級管理者を迎え入れた。当グループは、燃料取替停止の際にサイトを視察し、放射線防護における遠隔モニタリング技術の使用について観察した。当グループは、設備信頼性モニタリング・プログラムについて Calvert Cliff の専門家と協議した。EDF は、Calvert Cliffs 3 号機を建設するため、Calvert Cliff と共同企業体を結成した。

5. 2008年のISOEプログラム管理活動

2008年、ISOEプログラムでは、職業被ばくデータの収集・分析と、地域間の協力と調整の強化を含めた運転放射線防護の情報及び経験の効果的な交換に引き続きその焦点が置かれていた。これは、ISOE ALARA シンポジウム、ISOE ネットワークのウェブサイト、及びISOEが企画したベンチマーキング視察を通じて促進された（詳細については第4章を参照）。これらのイニシアチブでは、原子力発電所での職業放射線防護とALARA慣行の分野におけるエンドユーザー（放射線防護専門家）の運用ニーズにより適切に対処できるように、引き続きISOEプログラムの位置付けを行った。

5.1 2008～2011年版のISOE規約の更新

2007年11月の第17回年次会議で、ISOE運営グループは、2008年1月1日に発効する期間2008～2011年版の新しいISOE規約を承認した。この規約は、ISOE内の運営上及び組織上の慣行をより良く反映させるために更新されたものである。現在の参加者はすべて、2008～2011年版のISOE規約の下でその継続的参加を確認することを要請された。新しい規約に基づき、ISOE運営グループは、ISOE運営委員会と改称された。

5.2 正式なISOEデータベースの管理

正式データベースの公表

ETCが引き続き正式なISOEデータベースの管理を行い、2006年のデータが入ったACCESSに基づくCD-ROM版を作成し、2008年1月に、欧州の参加電気事業者には直接、その他の技術センターにはその地域メンバーへの配付用としてそれを配付した。各参加規制当局に対する個別のデータベースも作成され、2008年1月に配付された。1969年から2007年（一部）までのデータが入ったISOEDATデータベースの第1回公表版は、ISOEネットワークを通じて2008年7月に入手できるようになり、その後はネットワーク上で定期的に更新されるようになった。ISOE運営委員会の年次会議の後、CD-ROMでのデータベースとISOEソフトウェアの年末公表分がすべての参加者に提供された。

ISOEDATオンラインの開発

NEAとETCは、2009年のISOEネットワーク上でのオンライン実施を視野に入れて、2008年5月と10月のWGDA試験期間を含むウェブ対応データ入力モジュールの開発を、ISOEDATウェブ移行プロジェクト・フェーズ2の一環として継続した。

5.3 ISOEネットワークの管理

ISOEネットワークは、ISOEデータベースを含むISOE関連の情報と資源の中心ポータルとして引き続き機能していた。ISOEネットワークは、ETCとNEAによって開発され、ETCによって管理されている。2008年末時点で約430の電気事業者と70の規制メンバーのアカウントが作られていた。2007年の運営委員会の指示に従い、ETCは、ISOEメンバーに対するその運用上の有用性を改善することを視野に入れてウェブサイト・レイアウトの改定案を作成した。2008年の年次会議において、運営委員会は、完了時でのその実施を承認した。

5.4 ISOE の管理及びプログラム活動

ISOE プログラムの全体的運用の一環として、以下を含む進行中の技術及び管理会議が 2008 年全体を通じて開催された。

ISOE 会議	日付
データ分析ワーキング・グループ	2008 年 9 月
作業管理に関する専門家グループ	2008 年 2 月、2008 年 5 月
廃止措置に関するタスクチーム	2008 年 2 月、2008 年 6 月
ISOEDAT ウェブ・ワーキング・グループ	NEA と ETC の間の継続的特別会議
国際基本安全基準に関する特別専門家グループ	2008 年 2 月、2008 年 9 月
ISOE 事務局	2008 年 5 月、2008 年 11 月
技術センター	2008 年 9 月
第 18 回 ISOE 運営委員会会議	2008 年 11 月
NEA/CRPPH-ISOE 共同活動 職業被ばくに関する専門家グループ	2008 年 4 月、2008 年 10 月

ISOE 運営委員会

ISOE 運営委員会は、引き続き ISOE プログラムの管理に重点を置いて、2007 年の年次会議でプログラムの進捗状況をレビューし、2008 年 1 月 1 日に発効した新しい ISOE 規約（2008～2011 年）を含む 2008 年の作業プログラムを承認した。ISOE 事務局の 2008 年年次会議での焦点は、ISOE の活動状況、参加者による新 ISOE 規約の更新状況、2008 年 ISOE 年次セッションの計画、及び ISOE 国際 ALARA シンポジウムに対する共通フォーマットの協議であった。

ISOE データ分析ワーキング・グループ

データ分析ワーキング・グループ（WGDA）は、ISOE データベースの完全性と一貫性、時宜を得たデータ収集及びオンライン・データ入力モジュールの開発に引き続き焦点を合わせて、2008 年 9 月に 1 回会合を持った。WGDA は、廃止措置中の原子炉に対するデータ収集及び経験交換活動を改善するための新しい提案、並びに事前定義された MADRAS のクエリーに加えて、単純化されたユーザー定義の「自由」なデータベースのクエリーを可能にする新しいデータ分析機能の開発の可能性についても協議した。

廃止措置に関するタスクチーム

この WGDA タスクチームは、廃止措置中の参加原子炉のデータ収集、分析及び経験交換の側面を改善するための提案を作成し、まとめるため、2008 年に 2 回の会合を持った。この一環として、廃止措置に関する OECD/NEA 国際協力プログラムとのリンクに関するオプションについて調査することが提案された。

ISOEDAT ウェブ移行ワーキング・グループ

ISOEDAT ウェブ・ワーキング・グループは、オンライン・データ入力モジュールの開発に重点を置きながら、ISOEDAT ウェブ移行プロジェクト・フェーズ 2 の作業を継続した。2008 年年次会議において、運営委員会は、最終試験後の 2009 年のその実施を承認した。

作業管理に関する専門家グループ

WGDA の後援を受けて、EGWM は、職業放射線量の低減における新しい経験と技術、並びに 15 年間の ISOE 経験交換を考慮した「原子力発電所での職業放射線防護を最適化するための作業管理」に関するその報告書を完成させるため、2008 年に 2 回の会合を持った。2008 年年次会議において、運営委員会は報告書の公表を承認した。

BSS の改定に関する特別専門家グループ

この特別専門家グループは、国際基本安全基準の改定草案が ISOE 合同事務局（BSS 協賛組織）を通じて入手できるようになったので、それらの改定草案を職業被ばくにおける優良慣行に照らしてレビューするため、2007 年の年次会議の際に ISOE 運営委員会によって立ち上げられた。当グループは、BSS 草案作成及びコメント・プロセスの中に ISOE 事務局を通じて総合的なコメントを提供するため、NEA 内の正式なレビュー会議を含み、2008 年に 2 回の会合を持った。

技術センターの会議

ATC と ETC は、調整及びデータ収集問題について協議して EGWM 報告書をまとめるため、2008 年 9 月に会合を持った。

NEA/CRPPH-ISOE 共同活動：職業被ばくに関する専門家グループ

EGOE が NEA 放射線防護・公共保健委員会（CRPPH）によって創設され、ISOE にその活動への参加が請われた。EGOE は、すべての ISOE 技術センターを含む相当数の ISOE メンバーが参加した会合を 2008 年に 2 回持った。当グループの作業は、バンダー、規制当局及び電気事業者を対象とした新規原子炉の設計のための放射線防護基準の作成に焦点を合わせたものであった。当グループは、職業被ばくに対する新しい ICRP 勧告の実施面に対処する作業も開始した。

6. ISOE 参加国における 2008 年の主要な出来事

要約データにはつきものであるが、第 2 章「職業線量の調査、傾向、及びフィードバック」で示した情報は、2008 年の平均的な数値結果の一般的概要を提供するに過ぎない。こうした情報は、大まかな傾向を特定するのに役立つ、さらなる調査によって関連の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一助として、本章では、2008 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重要な出来事のショートリストを提供する。これらは、個々の国による報告に従って示されている¹。本章に記載された国内報告には、運転及び／又は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を指摘しておく。

アルメニア

当地域内で唯一の原子力発電所であるアルメニア原子力発電所 (ANPP) は、2 基の VVER/440/270 ユニット (VVER/440/230 耐震設計改造型) で構成されている。1 号機は 1976 年に商業運転を開始し、2 号機は 1980 年に商業運転を開始した。両ユニットは、1988 年の Spitak 地震の直後に停止された。再試運転作業が 1993 年から 1995 年にかけて実施され、1995 年 11 月に 2 号機が運転を再開した。現在、ANPP 1 号機は、保全体制 (長期停止) 状態となっている。

国内線量傾向の要約

2008 年におけるアルメニア NPP の線量測定傾向は、集団及び最大個人線量が若干増加した。最大個人線量は 19.6 mSv であった。請負業者の集団線量は 0.19 人・Sv であった。

1995 年のアルメニア NPP の再起動後の年間集団線量 (人・Sv)

年	集団線量	年	集団線量	年	集団線量
1995	4.18	2000	0.96	2005	0.82
1996	3.46	2001	0.66	2006	0.85
1997	3.41	2002	0.95	2007	0.78
1998	1.51	2003	0.86	2008	1.05
1999	1.57	2004	1.08		

線量測定傾向に影響を与えている出来事

2008 年、原子炉容器の化学洗浄と非破壊試験、SG 管の渦電流制御及び損傷を受けた管の切断に関連する作業を含む一般的な修理及び保全作業が計画及び実施され、それらが ANPP の線量測定傾向に影響を与えた。

¹ 国内報告アプローチが様々であるため、各国で使用されている線量単位は標準化されていない。

オンラインの新規プラント／プラントの停止

新規プラントの建設は、組織段階でオンラインとなっている。

安全関連問題

放射線管理システムの一部の要素は時代遅れであり、交換する必要がある。

組織の変化

線量計画立案は、依然としてスタッフの個人線量低減に対する主要ツールである。

2009年の主要作業に対する技術計画

個人線量モニタリング及び汚染散布モニタリング設備を含む放射線管理システムの近代化計画。

主な展開

ALARA原則の実施は、財政支援の不足のためゆっくりと進行している。

2009年の懸念事項

2009年においては、放射性廃棄物ドラムの交換及び状態調整作業が予想される。管理及び技術対策については、プラントが日程計画を作成して、アルメニア原子力規制当局の承認を得なければならない。

規制計画

放射線防護と安全及び放射性廃棄物管理の観点からの安全評価報告書（SAR）のレビュー。

ベルギー

線量情報

運転中の原子炉				
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量（人・Sv／基）		
PWR	7	0.39		
2008年に対する集団線量（人・mSv）				
Tihange NPP	Tihange 1号機	Tihange 2号機	Tihange 3号機	合計
プラント職員	94.474	119.911	23.664	236.049
請負業者の職員	419.560	624.547	58.897	1 103.004
合計	512.034	744.458	82.561	1 339.053
Doel NPP	Doel 1、2号機	Doel 3号機	Doel 4号機	合計
プラント職員	119.66	121.40	53.04	294.10
請負業者の職員	450.40	456.96	199.66	1 107.02
合計	570.06	578.36	252.70	1 401.12

線量測定傾向に影響を与えている出来事

- Tihange 3 号機：核燃料の健全性（燃料漏洩の疑い）を点検するための予定外の停止（2007年12月～2008年1月）。
- Doel 3 号機：1 次及び残留熱除去ポンプのメカニカル・シール問題に対する予定外の停止（2008年8～9月）

停止の回数と期間

ユニット	集団線量（人・mSv）	ユニット	集団線量（人・mSv）
Tihange 1 号機	445.799	Doel 1 号機	235
Tihange 2 号機	682.411	Doel 2 号機	263
Tihange 3 号機	2008 年の停止なし	Doel 3 号機	481
		Doel 4 号機	213

安全関連問題

Doel 3 号機 NPP の残留熱除去ポンプのメカニカル・シールの高温度が、国際原子力事象尺度（INES）のレベル 1 のインシデントと評価された。想定外の出来事には、Tihange 3 号機：核燃料の健全性（燃料漏洩の疑い）を点検するための予定外の停止（2007年12月～2008年1月）、Doel 3 号機：1 次及び残留熱除去ポンプのメカニカル・シール問題に対する予定外の停止（2008年8～9月）が含まれていた。

2009 年の主要作業に対する技術計画

- 2009 年の Tihange 2 及び 3 号機に対する停止。
- 2009 年の全 Doel ユニットに対する停止。Doel 1 号機の蒸気発生器は、若干の出力増加と合わせて交換が行われているところである。

2009 年の主要作業に対する規制計画

- 2009 年の蒸気発生器の交換に伴う Doel 1 号機の出力増加。

ブラジル

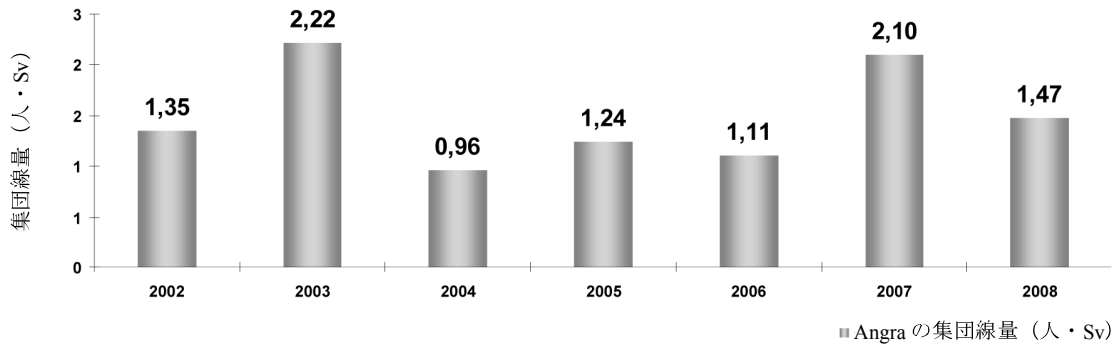
線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量（人・Sv/基）
PWR	2	0.74

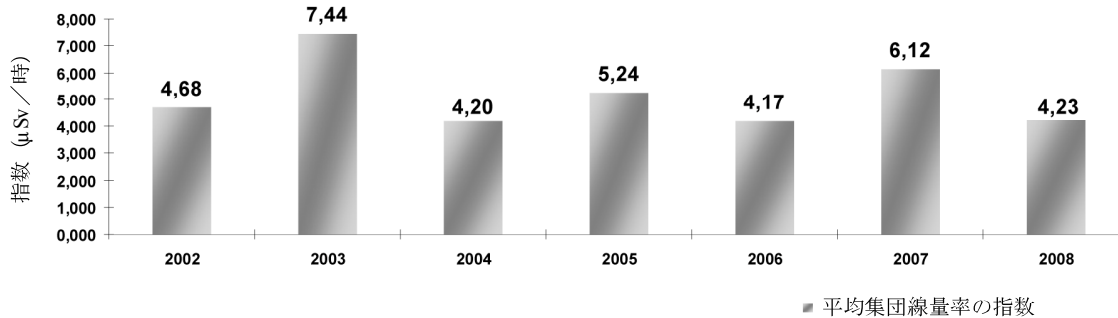
国内線量傾向の要約

2008 年の Angra における合計集団線量（CD）は 1.47 人・Sv であった（1 号機：1.11 人・Sv、2 号機：0.36 人・mSv）。被ばくした放射線作業員の合計人数は 3,683 人であった（1 号機：1,991 人の電気事業者作業員、2 号機：1,692 人の電気事業者作業員）。

Angra における集団線量 (2002~2008 年)



Angra における平均集団線量率の指数 (2002~2008 年)



線量測定傾向に影響を与えている出来事

Angra CD に対する主要寄与因子は、Angra 1 号機においてかなりの割合の線量をもたらしている蒸気発生器交換 (SGR) のための準備を伴う計画的燃料取替停止であった。放射線リスクが最も高い活動は、炉心燃料集合体の交換 (燃料の取扱い) と蒸気発生器の渦電流検査であった。

停止の回数と期間

- 1P15A : 61 日間 (燃料取替えと SGR 準備を伴う標準的な保全停止)
- 2P6 : 35 日間 (燃料取替えを伴う標準的な保全停止)

2009 年の懸念事項

- 燃料取替停止第 16 サイクル (1 号機)
- Angra 1 号機に対する蒸気発生器交換
- 燃料取替停止第 7 サイクル (2 号機)

2009 年の主要作業に対する技術計画

- 遠隔線量測定の配置 (第 1 フェーズ)
- 新しい車両ゲート・モニターの設置
- Angra 1 号機における蒸気発生器交換

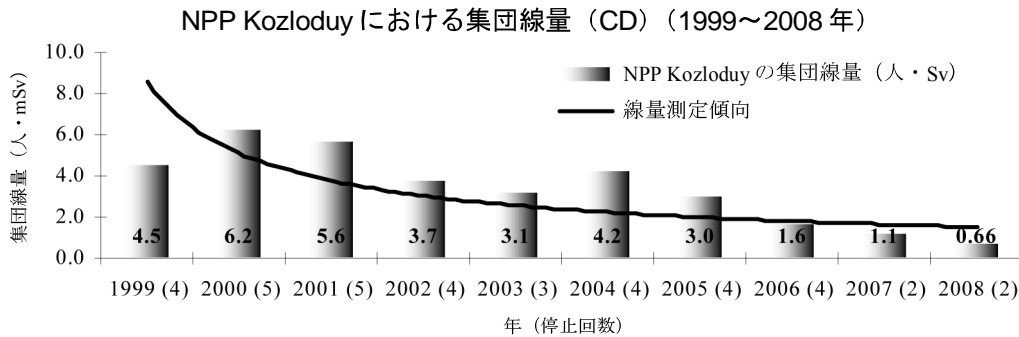
ブルガリア

線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	— 基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
VVER-1 000	2	0.27
冷態停止中又は廃止措置中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	— 基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
VVER-440	4	0.03

国内線量傾向の要約

2008 年の NPP Kozloduy における合計集団線量 (CD) は 0.66 人・Sv であった (電気事業者従業員 : 0.58 人・Sv、請負業者従業員 : 0.88 人・Sv)。平均個人実効線量は 0.21 mSv で、最大個人実効線量は 9.29 mSv であった。



停止の回数と期間

ユニット番号	停止期間 (日)	停止回数
5 号機	40	燃料取替え及び保全のため
6 号機	42	燃料取替え及び保全のため

組織の変更

プラント職員の減少、約 15%

2009 年の懸念事項

3 号機、4 号機から経済的に独立した 1 号機、2 号機に対する新しい組織構造の完成。

2009 年の主要作業に対する技術計画

1 号機、2 号機に対するいくつかの解体作業。

カナダ

国内線量傾向の要約

20 基の運転中原子炉から成る CANDU フリートに対する 2008 年の集団線量は、27,636 人・mSv 又は 1.38 人・Sv/炉であった。

選別されたユニットは、さらに数十年間にわたる安全で効果的な運転を達成するため、大規模な複数年のプラント改修を行っているところである。大規模改修の範囲は、これらのユニットに対する職業線量の増加に反映されている。2008 年に改修中のユニット (Bruce A 1、2 号機、Point Lepreau) の集団線量は 9,202 人・mSv で、一炉当たりの平均集団線量は 3.07 人・Sv (307 人・レム) であった。ユニット改修線量は、カナダの年間集団線量に含まれている。2006 年～2008 年における運転中の原子炉に対する 3 年移動平均年間集団線量は一炉当たり 1.10 人・Sv (110 人・レム) で、2005～2007 年の一炉当たりの 3 年移動平均年間集団線量 1.07 人・Sv (107 人・レム) から 3%の増加を示している。安全保管中のユニット (Pickering-A 2、3 号機) に対する集団線量は 78 人・mSv で、一炉当たりの平均は 0.039 人・Sv (3.9 人・レム) であった。規制線量限界を超える放射線被ばくはなかった。

Ontario Power Generation 社/Darlington 原子力発電所

Darlington 原子力発電所 (DNGS) は、運転中の原子炉 4 基 (1～4 号機) を有している。2008 年に対する発電所の合計集団線量は、1,736 人・mSv 又は 434 人・mSv/基 (定められた目標 750 人・mSv/基を下回っている) であった。内部線量は 139 人・mSv 又は 34.75 人・mSv/基 (同様に定められた目標 75 人・mSv/基を下回っている) であった。

当発電所は、2008 年に 1 回の計画停止 (D811) と 1 回の強制短期停止 (D821) を行った。合計停止線量は 1,516 人・mSv で、定められた目標 2,460 人・mSv よりもかなり良かった。集団線量の低下は、D2O の漏洩を低減するための重力充填状態 (GFS) の最小化、原子炉ボルトのトリチウムを低減するための大容量 Munter の設置、並びに遮蔽の有効性を改善するための HFD ケーブル交換の際の特殊ソフト・タングステンの使用といった、いくつかの ALARA イニシアチブの実施を通じて達成された。Darlington は、2013 年まで継続される予定となっている戦略的発生源低減計画を通じた放射線防護の改善に引き続き努めている。人的パフォーマンスの改善は、2008 年に内部又は外部の計画外被ばくがないという結果をもたらした。

Ontario Power Generation 社/Pickering 原子力発電所-A

Pickering 原子力発電所-A (PNGS-A) は、運転中の原子炉 2 基 (1、4 号機) と安全保管中の原子炉 2 基 (2、3 号機) を有している。

運転中のユニット (1、4 号機) : これら 2 基のユニットに対する合計集団線量は 702 人・mSv 又は 351 人・mSv/基 (改定目標の 340 人・mSv/基に近い) であった。外部線量は 386 人・mSv で、内部線量は 316 人・mSv であった。定められた目標は、2009 年までの計画停止 P841 の延期を考慮して改定された。1 及び 4 号機における強制停止からもたらされた「集団線量一停止」は 166 人・mSv であった。集団実効線量率に対して比較的高い内部線量は、乾燥器の能力不足のために 1 号機と 4 号機のトリチウムのレベルが高くなったことと、アルミニウム減少問題による F/M 室の防湿材の交換のための除去によるものであった。

安全保管中のユニット (2、3 号機) : ユニットの合計集団実効線量は 77.9 人・mSv であった (外部線量は 45.2 人・mSv に相当し、内部線量は 32.7 人・mSv であった)。

Ontario Power Generation 社／Pickering 原子力発電所-B

Pickering B は、運転中の原子炉 4 基（5～8 号機）を有している。合計集団実効線量は 3,952 人・mSv（988 人・mSv/基）であった。この線量は、停止作業の増加のため 2007 年におけるものよりも若干高い。外部線量は 3,288 人・mSv で、内部線量は 666 人・mSv であった。166 人・mSv/基という内部線量成分に対するパフォーマンスは、線量目標 170 人・mSv/基を若干下回っている。これは、今日までの Pickering-B における最低の集団内部線量であり、乾燥器の性能改善、減速材と熱輸送 D2O 内のトリチウムのキュリー含有量の減少、並びにユニット内の傾向及び現在のトリチウム・レベルへのアクセスがより容易になったことに起因している可能性がある。2008 年の停止に対する合計集団線量は 3,292 人・mSv であった。2 回の強制停止（5 及び 7 号機）と 2 回の計画停止（7 及び 8 号機）がその合計線量の要因であった。想定外停止の範囲の追加には、7 号機における減速材熱交換器の保全とカランドリア管の交換が含まれており、これによりそれぞれ約 90 及び 120 人・mSv の外部線量が付加された。

Hydro-Quebec 社／Gentilly-2 原子力発電所

Hydro-Quebec 社は、Gentilly において運転中の原子炉 1 基を有している。2008 年に対する合計集団実効線量は、1,152 人・mSv（外部線量：1,014 人・mSv、内部線量：140 人・mSv）であった。この集団線量は、停止作業の増加のため 2007 年におけるものよりも高く、合計集団停止時線量は 1,001 人・mSv となっている。Gentilly-2 号機で 2008 年に実施されたいくつかの ALARA イニシアチブには以下のものが含まれていた。

- 前日の線量に対する日々の検証と、異常/設定閾値を越す線量が見られた場合の調査。
- 日々の重点事項と業務に関する日々の状況報告 RP 会議（RP 管理者/顧問/技術者）。
- 再利用可能なカバーシューズと輸送バッグの導入。
- 計画外停止が発生した場合に RP 顧問とともに行う作業員及び管理層との会議。
- 計画外の状況（例えば燃料機同士、使用済燃料バンドル、高架プラットフォームとの接触）に対する ALARA グループを含めたより一層効果的な線量計画の立案。

New Brunswick Power 社／Point Lepreau 発電所

New Brunswick Power 社は、Point Lepreau において運転中の原子炉 1 基を有している。当発電所は、2008 年 3 月 28 日に、18 カ月計画改修のため停止した。プロジェクト全体に対する線量推定値は 8.2 Sv である。2008 年の合計集団実効線量は 5,998 人・mSv（外部線量：5,624 人・mSv、内部線量：374 人・mSv）であった。

7 月末までに、燃料が炉心から撤去され、1 次熱輸送及び減速材重水系の貯蔵タンクへの排水と乾燥が行われた。原子炉機器の解体が 8 月に始まり、原子炉表面からヘッダーまでの 760 の供給管が除去された。年末まで、圧力管の撤去が進行していた。供給器の撤去は、線量が最も大きくなる作業であり、その線量は推定合計線量よりも約 15%少ない 2,440 mSv であった。年末における実際の線量は、完了した作業に対する推定線量とほぼ同じであったが、マイナスの傾向が進行していた。外部線量が同一作業に対する推定値を越えた主な理由は、専用工具が設計どおりに機能しなかったことである。燃料引抜きの際に、数カ所の燃料チャネルから重水が漏れた結果、気中トリチウム濃度が増加した。換気の改善と断熱ブランケットの乾燥が、最終的にトリチウム濃度を予想レベルまで低下させた。

Bruce Power 社／Bruce 原子力発電所-A

Bruce 原子力発電所-A (Bruce-A) は、運転中の原子炉 2 基 (3、4 号機) と改修中の原子炉 2 基 (1、2 号機) を有している。Bruce A の運転中のユニット (3、4 号機) : 合計集団実効線量は 4,240 人・mSv で、その内部成分は 578 人・mSv (2,120 人・mSv/基) となっていた。2008 年に、数回の大規模計画停止があった。「集団線量-停止時」は 3,662 人・mSv であった。合計集団線量は、人的パフォーマンス及び設備の問題に関連する停止作業の増加のため、増加してきている。

Bruce A 1 及び 2 号機再起動プロジェクト: 1 号機と 2 号機は停止されているが、2005 年以降改修を行っている。線量の大きい作業の大部分は、2007 年と 2008 年に実施された。1 号機と 2 号機の合計集団線量は 3,204 人・mSv (外部線量 3,116 人・mSv、内部線量 88 人・mSv) であった。

Bruce Power 社／Bruce 原子力発電所-B

Bruce B は運転中の原子炉 4 基 (5～8 号機) を有している。合計集団実効線量は 6,652 人・mSv (1,565 人・mSv/基) で、外部線量は 6,064 人・mSv、内部線量は 588 人・mSv であった。2008 年の停止からの合計集団線量は 6,013 人・mSv であった。2008 年の合計集団線量への寄与因子は 2 回の大規模計画停止であった。合計集団線量の増加は、人的パフォーマンス、停止範囲の増加、設備の問題及び継続的に増加している発生源など (これらに限定されない) を含むいくつかの因子に起因している。

中国

線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	4	0.650

Daya Bay NPP の場合、2008 年に対する年間集団線量は 825.96 人・mSv である。Lingao NPP の場合、2008 年に対する年間集団線量は 1,772.06 人・mSv である。

停止の回数と期間

ユニット	期間	集団線量 (人・mSv)
Daya Bay 1 号機	停止なし	
Daya Bay 2 号機	第 13 回燃料取替停止: 2008/11/01～2008/11/30 (30 日間)	636.81
Daya Bay 2 号機	強制停止: 2008/07/19～2008/07/31 (13 日間)	66.08
Ling Ao 1 号機	第 6 回燃料取替停止: 2008/03/10～2008/04/04 (26 日間)	572.25
Ling Ao 2 号機	第 5 回燃料取替停止: 2008/01/15～2008/02/11 (28 日間)	528.44
Ling Ao 2 号機	第 6 回燃料取替停止: 2008/12/09～2009/01/11 (34 日間)	545.52 (2008 年の線量: 463.13)

チェコ共和国

線量傾向の要約

Dukovany NPP

1985 年以降商業運転されている PWR-440 タイプ 213 のユニットが 4 基ある。2008 年における集団実効線量 (CED) は 0.454 人・Sv であった。電気事業者及び請負業者の従業員に対する CED は、それぞれ 0.036 人・Sv、0.418 人・Sv であった。被ばく作業員の総人数は 1,727 人 (電気事業者従業員 558 人、請負業者 1,169 人) であった。1 基当たりの平均年間集団線量は 0.113 人・Sv であった。停止期間中に断熱作業を行った契約作業員が、最大個人実効線量 7.29 mSv に達していた。

Temelín NPP

2004 年以降商業運転されている PWR 1,000 Mwe タイプ V320 のユニットが 2 基ある。2008 年における集団実効線量 (CED) は 0.304 人・Sv であった。電気事業者及び請負業者の従業員に対する CED は、それぞれ 0.039 人・Sv、0.245 人・Sv であった。被ばく作業員の総人数は 1,535 人 (電気事業者従業員 491 人、請負業者 1,044 人) であった。1 基当たりの平均年間集団線量は 0.152 人・Sv であった。最大個人実効線量 5.39 mSv は、停止期間中に断熱作業を行った契約作業員が受けていた。

停止の回数と期間

Dukovany	停止情報	CED [人・Sv]
1 号機	25 日間、燃料取替えを伴う標準保全停止	0.123
2 号機	65 日間、燃料取替えを伴う標準保全停止	0.157
3 号機	22 日間、燃料取替えを伴う標準保全停止	0.079
4 号機	31 日間、燃料取替えを伴う標準保全停止	0.097
Temelín	停止情報	CED [人・Sv]
1 号機	165 日間 (141 日間の燃料取替えを伴う標準保全停止と 25 日間の強制保全停止)	0.156
2 号機	52 日間、燃料取替えを伴う標準保全停止	0.106

主な展開

停止及び合計実効線量の値が非常に低いことは、良好な 1 次系化学水状況、十分に組織化された放射線防護体制、及び高い放射線リスクを伴う作業に関連する活動期間中の厳格な ALARA 原則の実施の結果を表している。

予定外の出来事

2008 年においては、異常又は特別な放射線事象はなかった。Temelín NPP における標準保全停止は、運転起動中のブレードの破損によって引き起こされた第 1 ユニットのタービンのローター損傷のため延期された。加圧機内の電熱器の漏電によって強制停止が引き起こされた。

フィンランド

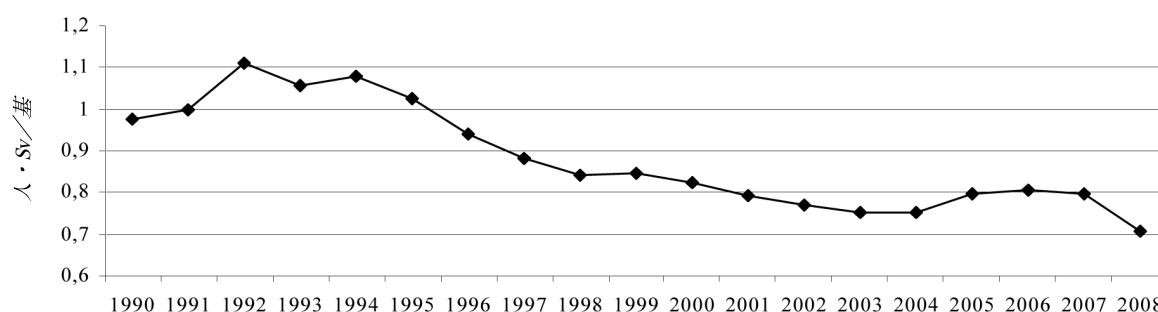
線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
BWR	2	0.468
VVER	2	0.778
合計：全タイプ	4	0.623

国内線量傾向の要約

年間集団線量は、年次停止の長さタイプに強く依存している。2008年におけるフィンランド NPP の集団線量 (2.5 人・Sv) は、50 日間にも及ぶ大規模の 4 年検査停止が Loviisa 1 号機で完了したことが主な理由で、前年 (1.9 人・Sv) よりも若干高かった。しかし、長期的に見れば、集団線量の 4 年移動平均は、1990 年代初期以降若干の減少傾向を示している。

集団線量：フィンランド NPP における 4 年移動平均



線量傾向に影響を与えている出来事

Olkiluoto

OL 1 号機における供用停止は 20 日間続いた。それには、停止冷却系の弁 (321 V3) の交換、燃料取替え、検査、計画保全、及び年次試験と修理が含まれていた。OL 2 号機における燃料取替停止は 8 日間続いた。燃料取替えに加え、それには、タービン・プラントの検査、保全作業及び洗浄が含まれていた。Olkiluoto においては、両ユニットの蒸気乾燥器が 2006 年と 2007 年の停止の際に交換され、タービン・プラントにおける停止期間中の線量率の減少傾向をもたらした。2008 に、OL 1 号機の古い蒸気乾燥器が細分されて、核廃棄物処分場に移送された。切断作業の集団線量は 0.027 人・Sv であった。

Loviisa

1 号機における年次停止は 4 年保全停止、2 号機におけるものは短期保全停止で、それぞれの計画期間は 36.5 日間と 20 日間であった。実際の期間は 50.5 日間と 23 日間であった。1 号機における主な遅延は、変形した RPVH 引込み部の修理作業 (この欠陥は起動時段階で認められた) と停止期間中のポーター・クレーンの使用不能によって引き起こされたもので、2 号機の遅延は、1 台の安全水蓄圧器の計画外修理作業によって引き起こされたものであった。

遅延及び計画外修理作業にもかかわらず、集団停止時線量は予想よりも低かった（1号機：1.08人・Sv、2号機：0.37人・Sv）。1号炉の機器に対し、RPVヘッドの2つの制御棒駆動メカニズム・ノズルを修理するという大規模保全が行われた。原子炉内部機器に関しては、欠陥のある炉心バップル板のロック・ボルトが変更された。両ユニットにおける集団線量に対する主な寄与因子は、洗浄、除染、機器の検査及び断熱材の更新であった。

組織の変更

Loviisa NPPにおける主な組織的変更は、除染及び放射性廃棄物機能をより有効にするためにその機能が放射線防護部門から独自の組織へと分離された2008年6月に完了した。

2009年の主要作業に対する技術計画

- Olkiluoto 1号機： 燃料取替停止、予定期間8日間。
- Olkiluoto 2号機： 供用停止、予定期間15日間、停止冷却系の弁の交換を含む。
- Olkiluoto 3号機： 建設中。原子炉アイランドの主要機器である原子炉圧力容器がサイト区域にある。合計520トンの鋼材がサイトに保管されており、原子炉建屋の建設工事が進むのを待っている。建設作業員の人数はその最大人数に達している。労働力は2009年2月中旬に4,000人を超えた。
- Loviisa： 両ユニット：短期燃料取替停止、Lo 1号機の予定期間は17日間でLo 2号機の予定期間は19日間。プラントのI&Cシステムの更新が継続される。

2009年の主要作業に対する規制計画

規制ガイド（並びにRP）の更新に関する作業が、2009年における主要タスクの1つとなる。このプロセスは、新規NPPの認可の際に達成された経験を考慮したものとなる。目標は、ガイドの新しい構成を創出し、既存のものを組み合わせることでその数を最小化することでもある。STUKは、OL3号機の系統、構造及び機器の詳細設計に関する文書を引き続きレビューする。レビュー・プロセスにはRP面も含まれる。

フィンランドの既存のNPPユニットは、TVO社（OL1号機、OL2号機、OL3号機（建設中））とFortum Power and Heat社（LO1号機とLO2号機）によって運転されている。両認可取得者は、新規ユニットを建設することに関心を示していた。さらに、Fennovoima社という新しい会社が、1～2基のNPPユニットの建設を目指している。

TVO社、Fennovoima社及びFortum社は、原則決定手続（DiP）の申請を雇用経済省に提出した。当省は、すべての申請が省内で同時に処理されると告示した。すべての申請者は、DiPに必要な予備安全評価に関する所要情報をSTUKにも提出した。すべての会社は、新規NPPに対する環境影響評価（EIA）手続を既に開始している。最初のEIA手続は2007年に開始された。

フランス

線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	58	0.66
冷態停止中又は廃止措置中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	1	1.1×10^{-3}
CANDU	1	0.02×10^{-3}
GCR	5	3.8×10^{-3}
高速中性子	1	0.36×10^{-3}

年間集団線量

2008年の平均集団線量は 0.66 人・Sv/炉で、目標は 0.65 人・Sv/炉であった。3 ループ原子炉 (34 基) に対する平均集団線量は 0.71 人・Sv/炉で、4 ループ原子炉 (24 基) に対する平均集団線量は 0.59 人・Sv/炉であった。

2008年においては、23回の短期停止、22回の標準停止及び5回の10年停止があり、蒸気発生器の交換が1回と原子炉容器ヘッドの交換が2回あった。停止時集団線量が、合計年間集団線量の83%に相当する。運転期間からの集団線量は、年間集団線量の17%を示している。中性子合計集団線量は約0.37人・Svである(使用済燃料の輸送から0.32人・Sv)。

個人線量

2008年末時点で、12移動月に対して16mSvより高い線量を受けていたのは2人だけであった。12移動月に対して16mSvを上回る線量が記録された作業員は8人(機械工7人、ロジスティック1人)いた。12移動月に対して18mSvを上回る線量を受けた作業員はいなかった。

線量測定傾向に影響を与えている出来事、停止回数

EDF 3 ループ原子炉

2008年における3ループ原子炉の停止プログラムは、16回の短期停止と16回の標準停止(1回のSGRと2回のRVHRを伴う)で構成されており、10年停止はなかった。様々な停止タイプに対する最低集団線量を以下に示す。

- 短期停止：Gravelines 1号機、0.183人・Sv
- 標準停止：Blayais 1号機、0.491人・Sv

2基の原子炉では停止がなかったことと、2回の強制停止(Cruas 1号機とFessenheim 2号機)があつて0.163人・Svという集団線量を与えていたことを指摘することができる。

EDF 4 ループ原子炉

2008年における4ループ原子炉の停止プログラムは、7回の短期停止、6回の標準停止及び5回の10年停止で構成されていた。様々な停止タイプに対する最低集団線量を以下に示す。

- 短期停止：Civaux 1号機、0.145 人・Sv
- 標準停止：Chooz B2 号機、0.220 人・Sv
- 10年停止：Cattenom 2号機、0.938 人・Sv（最高集団線量は Flamanville 1号機に対する 2.495 人・Svであった。）

6基の原子炉では停止がなかったことと、2回の強制停止（Saint-Alban 1号機と Penly 1号機）があつて 0.042 人・Sv という集団線量を与えていたことを指摘することができる。

RP インシデント

フランス当局に報告された RP 事象（ESR）はすべて INES 0 として分類された。2008年においては、内部汚染に関する ESR が 2回あった。すなわち、Paluel 4号機での廃棄物取扱い中の作業員 2人に対するものが 1回と、Tricastin 4号機での RP モニタリング警報による汚染避難の際の 56人に対するものが別に 1回あった。

新しい目標

2009年に対する新しい集団線量目標は 0.65 人・Sv/炉であり、2010年に対しては 0.70 人・Sv/炉よりも低いものとされる。個人線量については、12 移動月に対して 18 mSv を超える個人線量を受ける者がなく、12 移動月に対して 16 mSv を超える線量を受ける者が 30人未満というその目標は変更されない。

2009年における将来の活動

個人線量に関して：2009年の第 1 四半期末時点で、電子中性子線量計が全原子力サイトで使用される。

集団線量に関して：Tricastin 1号機（2009年 5月に停止予定）と Fessenheim 1号機（2009年 10月に停止予定）の第 3回 10年停止（VD3）の際の改修及び他の保全活動の最初の実施に対して特別な注意を払う。次の VD3 は Bugey 2号機に対して 2010年に起こる。

Autorité de sûreté nucléaire（原子力安全局）

2008年に、フランス原子力安全局（ASN）は、放射線防護の組織と管理、並びに放射線源の管理に焦点を合わせた加圧水型原子炉（PWR）に対するサイト内放射線防護検査を 21回実施した。ASN は、PWR における放射線防護問題に関して ASN が諮問した原子炉に関する専門家諮問委員会の結論に従い、EDF によって実施された行動計画も評価した。ASN は、それを全体的には満足のいくものと考えたが、特に自己評価のフィードバックと最適化の方法とツールに関する補完情報を EDF に求めた。2008年に、ASN は、機密扱いの区域内の汚染の管理と封じ込め、スタッフの訓練及び運転経験フィードバックの有効な管理といった主要な国家レベルでの改善分野を特定した。

2009年においては、ASN とその技術支援組織である放射線防護・原子力安全研究所（IRSN）は、発生源低減の管理と ALARA ツールに焦点を合わせる。ASN は、保全活動に関する放射線防護要件の実施についても引き続き評価し、当年は 900 Mwe 以上の電力が一時的に停止する第 3回 10年停止に焦点を当てる。さらに、ASN は IRSN と共同で、管理区域における放射線モニタリング・システムの掘り下げた分析と評価を実施する。最後に、ASN と IRSN は、EPR の予備安全報告書のレビュー・プロセスをさらに主導していく。

ドイツ

線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	11	0.62
BWR	6	1.19
冷態停止中又は廃止措置中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	5	0.160
BWR	3	0.179
GCR	2	0.013
VVER	5	0.027

注：廃止措置中の各原子炉の年間集団線量に対する寄与度は、原子炉のタイプと実施された廃止措置作業に強く依存する。冷態停止中又は廃止措置中の原子炉には、i) 平均に対して小さな年間線量しか寄与していない一部の小型原型炉と、ii) 同様に関連する平均に対して非常に小さな寄与しかしていない安全閉鎖状態の 2 基の原子炉が含まれていることに注意すべきである。ISOE に参加している 5 基の原子炉の場合、2008 年の平均線量は、3 基の PWR に対しては 0.252 人・Sv、1 基の BWR に対しては 0.434 人・Sv、そして安全閉鎖状態の 1 基の GCR に対しては 0 人・Sv となっている。

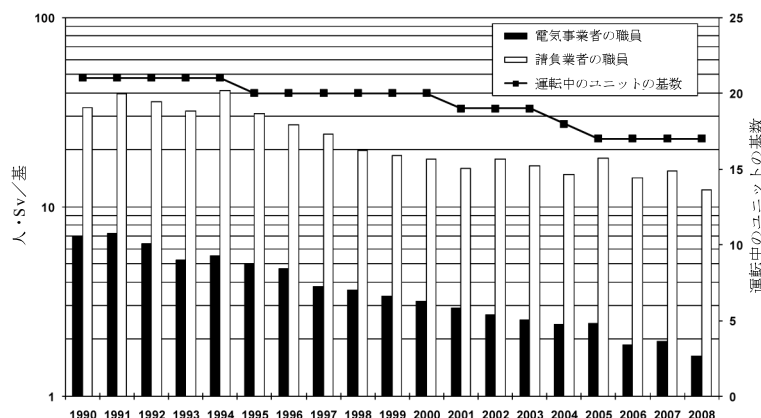
政治状況

政治状況は、2008 年では変化がなかったが、2009 年 9 月の新しい議会と政府の選挙運動のため、2009 年には現行の議論が高まりを見せた。Biblis NPP がある Hessen 連邦では、社会民主党と緑の党の少数派が極左政党による新政権を発足させようと試みた。彼らは、Biblis の即時最終停止を行う意図を持っていた。11 月 3 日、少数分派は試験投票を行って敗北した。2010 年 1 月 8 日に新しい選挙が Hessen で行われる。Brunsbüttel 及び Biblis NPP における保全及び修理作業のため、新しい議会と政府が選出される前には政治的に計画された最終停止は実現しない。これは、電気事業者が NPP の最終停止を回避するために遅延戦術を用いているという環境保護主義者による非難の原因となった。

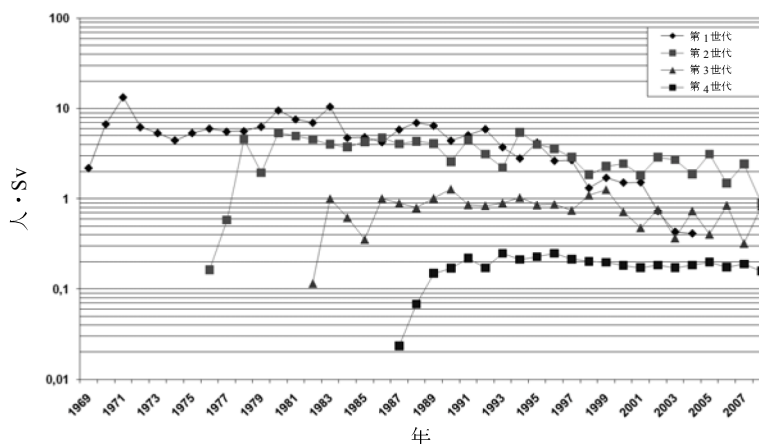
国内線量傾向の要約

運転中の NPP：11 基の PWR と 6 基の BWR

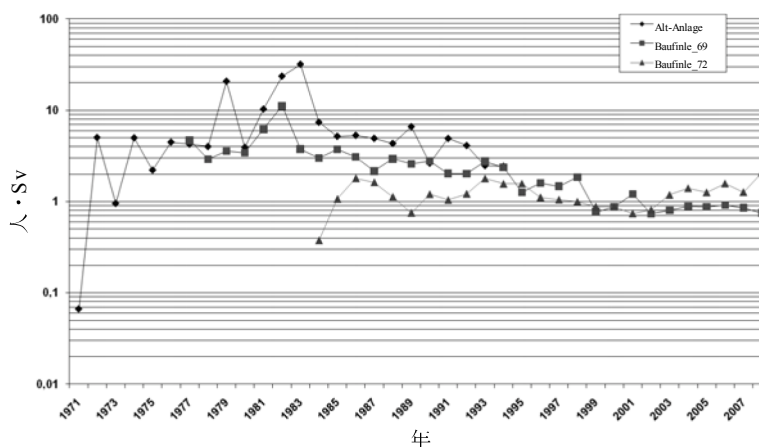
運転中の全ユニットに対する 1990～2008 年の年間集団線量
(電気事業者及び請負業者の職員、運転中のユニットの基数)



PWR 姉妹機に対する 1990～2008 年の平均年間集団線量



BWR 姉妹機に対する 1990～2008 年の平均年間集団線量



特殊事項とプロジェクト

EPDによる法定線量測定の実現のために当局の監督下で行われた試験プロジェクトが2008年4月に終了した。連邦、様々な公的線量監督機関、設備供給業者及び電気事業者の間で、想定される現場の試験で不測の問題なく技術的概念を実現できることをいかに確保するかということに関する議論が進行中である。VGB作業パネルは、2009年初期までに未解決の問題を明確化する試みを行う予定である。

高レベルのRP職員の資格を維持するという問題にはより一層の注意が払われる。VGBグループは、RP技術者とRPエンジニアの間の資格レベルを創設するための、スイスとドイツの協力について協議を行っている。

VGBグループは、法定線量限界を下回る我々のNPPの線量閾値に関する調査を実施した。この調査は、差異並びに閾値構造を調和させる必要性の可能性に関する全体像をつかむ上で有効となる。

2004年中期以降、VGBグループは、以下の目的に向けた調査を実施している。

- アルファ核種の放出を伴う燃料要素の漏洩の早期かつ安全な検知とRP関連事項（燃料要素の漏洩を伴う経験の評価）
- アルファ核種のインベントリのバランスをとるためのモデルの開発とアルファ核種の放出の長期的影響の評価（最終停止後の解体に対する関連事項）

- 燃料及びアルファ核種の放出の低減対策の開発
- アルファ核種のインベントリと挙動に関するプラント固有の経験と知識に基づいた廃止措置段階の RP 管理に対する戦略の作成

放射能摂取の監督と回避に関する VGB の概念がドイツの NPP で適用されて以降、トリチウム摂取の監督には一定の注意が必要であることを経験が示している。例えば KKP 2 号機においては、最近の停止が、22.8 mSv というトリチウムからの集団線量（合計停止時線量の 10%）をもたらしている。VGB 作業グループは、その将来の会議の際にこの項目について検討する予定である。

特殊な出来事

安全文化

2007 年 6 月 28 日、BWR Krümmel の変圧器の火災により原子炉トリップがもたらされた。この事象からはプラントや環境に対する安全上のリスクは発生しなかった。それにもかかわらず、この事象は、社会的関心の増大を引き起こし、原子力の段階的廃止に賛成する当局及び政治家が安全文化の質に疑問を投げかける選択をした。第 1 段階で、交代勤務職員と制御室スタッフの行動と情報伝達に関する一部の管理構造と規則が Krümmel NPP について分析され修正された。さらに、連邦環境・原子炉安全省（BMU）は、電気事業者に対し、既存の VGB の安全文化の概念を示して、実際の安全文化の質の判定を可能にするパフォーマンス指標を含めてこの概念を標準として最適化することを求めた。

壁プラグの交換

2006 年と 2007 年において、ドイツは、仕様書に従って装着されていなかった重負荷壁プラグの交換について報告を行った。是正措置が Biblis、Brunsbüttel 及び Gundremmingen NPP で実施された。より旧式の他の一部の NPP は、停止期間中の線量蓄積を増加させるものについての調査と是正措置を開始した。

Krümmel、Brunsbüttel NPP における塩化物誘発腐食と亀裂

過去において、ドイツ及び他国の NPP は、塩化物誘発腐食効果を経験した。Krummel 及び Brunsbüttel NPP の停止期間中に、塩化物誘発亀裂がいくつかの安全関連弁コンポーネントで発見された。塩化物は、弁のシーリングから生じている可能性が最も高い（Bredtschneider）。修理措置（研磨、多層溶接）が検討されており、線量集積の増加を引き起こすことになる。特別なフラッシング手順と供用期間中検査に対する最適化された概念が実施されることになる。他の NPP の弁の調査では、こうした腐食効果は見られなかった。

ハンガリー

線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量（人・Sv/基）
VVER	4	0.479（電子線量計による）、0.473（フィルム・バッジによる）

国内線量傾向の要約

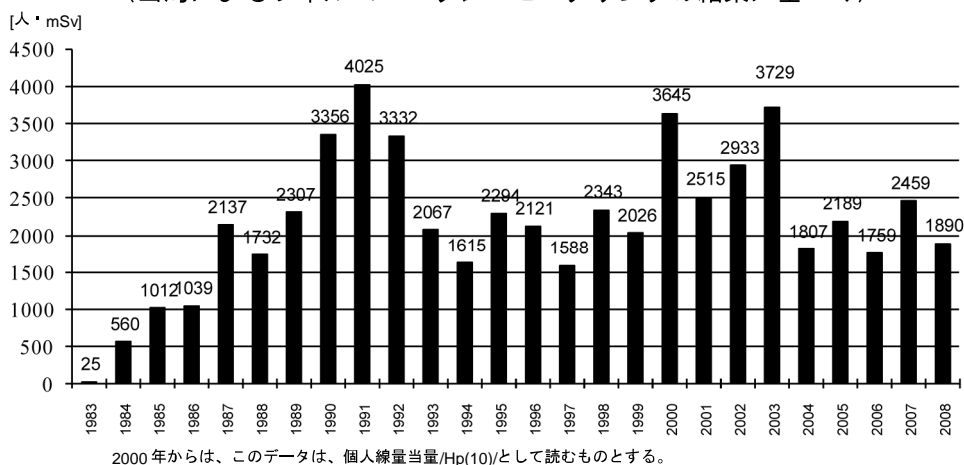
実用線量測定に基づくと、Paks NPP における 2008 年の集団線量は 1,916 人・mSv であった（線量測定作業許可を得ているもの 1,303 人・mSv + 線量測定作業許可を得ていないもの 613 人・mSv）。最高の個人放射線被ばくは 17.0 mSv で、線量限界 50 mSv/年と線量制約 20 mSv/年をかなり下回っていた。集団線量は、前年と比べて減少した。

線量傾向に影響した出来事

2008 年に総分解点検（長期保全停止）が 1 回あった。停止に対する集団線量は、2 号機において 532 人・mSv であった。

停止期間 — 1 号機：32 日間、2 号機：83 日間、3 号機：30 日間、4 号機：33 日間

Paks 原子力発電所における年間集団線量の値の変化
（当局によるフィルム・バッジ・モニタリングの結果に基づく）



主な展開

Paks NPP の 4 基のユニットが、1983 年から 1987 年にかけて運転状態に入った。設計寿命（30 年間）を考慮すると、それらは、2013 年から 2017 年にかけて停止されるはずである。現在の技術的知識に基づき、ユニットの設計寿命を少なくとも 10 年間延長することが現実的な長期目標と考えられる。寿命延長に対する環境認可は既に得られている。

機器やシステムの交換

1 号機及び 2 号機における 2008 年での放射線防護モニタリング・システムの交換は終了した。3 号機及び 4 号機における放射線防護モニタリング・システムの交換は、2009 年に開始予定である。

イタリア

線量情報

冷態停止中又は廃止措置中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	1	0.0011
BWR	2	0.2907
GCR	1	0.0029

線量傾向に影響した出来事には、Caorso NPPにおける廃止措置活動、特に la Hague (フランス) の再処理サイトへの燃料要素の移送と、Garigliano NPPにおける廃止措置活動、特に原子炉建屋からのアスベストの除去が含まれていた。

日本

線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	24 (*1)	1.57
BWR	32	1.45
合計：全タイプ	56 (*1)	1.50
冷態停止中又は廃止措置中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
GCR	1	0.02
LWCHWR	1	0.43

注：(*1) 運転前状態である泊3号機を含む。送配電網接続日は2009年3月20日であった。

国内線量傾向の要約

2008年度における全運転中原子炉に対する合計集団線量は84.02人・Svで、2007年度の値78.15人・Svよりも高かった。運転中のすべてのBWRとPWRに対する一炉当たりの平均年間集団線量は、それぞれ1.50人・Sv、1.45人・Sv及び1.57人・Svであった。2008年に対するBWRの一炉当たりの集団線量は前年とほぼ同じである。2008年に対するPWRの一炉当たりの集団線量は、前年から0.22人・Sv増加した。BWRの平均集団線量は、2004年度以降安定している。一方、PWRの平均集団線量は、去年と今年は増加しているものの、10年間以上、約1.1人・Svの値で安定していた。

線量傾向に影響した出来事

PWRの集団線量の増加は、主に、定期検査期間中の検査及び改修作業の増加によるものであった。多くのPWRプラントにおいて、1次ループ・バウンダリにおけるニッケル基合金を使用した材料の詳細検査、並びに修理作業が必要に応じて実施された。同様に、耐震安全裕度の改善作業が、日本のBWRとPWRで実施された。さらに、PWRに対する定期検査が前年よりも多く行われた。

停止の回数と期間

11 基の BWR と 21 基の PWR における定期検査が 2008 年度に完了した。定期検査に対する平均停止期間は、BWR の場合で 138 日間、PWR の場合で 144 日間であった。PWR に対する平均期間は前年から 42 日間増加した。

オンラインの新規プラント／プラントの停止

2008 年度においては、中部電力の浜岡 1 号機と 2 号機が、2009 年 1 月 30 日に営業運転を終了した。

主な展開

泊 NPP の 3 号機（PWR）（北海道電力）が、2009 年 1 月に試運転を開始した。

規制当局による新検査制度が 2009 年 1 月に実施された。新検査制度は、保全プログラムに基づく安全活動に対するもので、安全保証を重要な措置として目指したものである。この制度において、検査は、一様なものから各プラントの特性に従ったきめ細かな検査に移行され、以前は 13 カ月に制限されていた運転期間が最大で 18 カ月又は 24 カ月まで可能となっている。

機器や系統の交換

蒸気発生器と原子炉容器頂部の交換が一部の PWR プラントで実施された。

2009 年の懸念事項

泊 NPP の 3 号機（北海道電力）が、2009 年 12 月に営業運転を開始する予定となっている。

大韓民国

線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	16	0.49
CANDU	4	0.59
合計：全タイプ	20	0.51

国内線量傾向の要約

2008 年においては、20 基の NPP（PWR ユニット 16 基、CANDU ユニット 4 基）が運転されていた。2008 年に対する一炉当たりの平均集団線量は 0.51 人・Sv で、2007 年の値 0.64 人・Sv よりも低かった。前年と同様、2008 年における原子炉停止は、大部分の集団線量の原因となっており、集団線量の 79.3%は、停止期間中に実施された作業によるものであった。20 基の運転中ユニットの放射線作業に関与していた者は 10,840 人おり、その合計集団線量は 10.137 人・Sv であった。

停止の回数と期間

12 基の PWR と 4 基の CANDU で定期検査が完了した。定期検査の合計期間は、PWR の場合で 368 日間、CANDU の場合で 93 日間であった。

主な展開

原子炉は、Kori 原子力発電サイト付近に建設されている Shin Kori 1 号機に設置されていた。合計で 6 基の PWR タイプの原子力発電プラントが韓国で建設中であり、そのうちの 2 基は改良型動力炉 APR 1400 であった。Kori 1 号機で大幅な施設の改善が行われ、主要機器の交換と安全施設の強化によってさらに 10 年間運転する政府の承認を得た。放射線被ばくの管理に対する記録レベルは 0.1 mSv と設定された。放射線被ばくが 0.1 mSv を下回っている時には、「記録レベル未満」と記載し、データベース・システムの中で「0 mSv」として計算することを規制指針は推奨している。

2009 年の懸念事項

28 年間運転されてきた Wolsung 1 号機 (CANDU) の圧力管は、運転寿命の増加によって生じた圧力管及びカランドリア管の垂れ、伸び、直径の拡大及び減肉のため交換されているところである。処分サイロと地下トンネルを含む低レベル及び中間レベル放射性廃棄物の処分施設が建設中である。放射性廃棄物の低減は、所内の一時貯蔵能力の不足のため、韓国における最大の課題となっている。

リトアニア

線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
LWGR	1	3.0988
冷態停止中又は廃止措置中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
LWGR	1	0.1884

国内線量傾向の要約

2008 年における Ignalina NPP の職業線量は 2005～2007 年のレベル、具体的には 3.2872 人・Sv (運転中の 2 号機に対しては 3.0988 人・Sv で、冷態停止状態の 1 号機に対しては 0.1884 人・Sv) と同様であった。2008 年においては、2,320 人の INPP 作業員と 1,279 人の外部作業員が INPP の管理区域内の電離放射線の影響下で作業していた。

計画年間集団線量は、INPP 職員に対して 3.327 人・Sv で、外部作業員に対して 1.100 人・Sv であった。しかし、計画されたすべての修理作業を実施する必要はなかったため、実際の集団線量は、INPP 職員に対して 2.216 人・Sv (計画の 67%)、外部作業員に対して 1.071 人・Sv (計画の 97%) であった。INPP 職員と外部作業員に対する全体的な集団線量は、3.287 人・Sv (計画線量の 74%) であった。INPP スタッフに対する平均実効個人線量は 0.96 mSv で、INPP スタッフと外部作業員に対するも

のは 0.91 mSv であった。INPP スタッフに対する最高の個人実効線量は 18.09 mSv で、外部作業員に対するものは 19.98 mSv であった。

線量傾向の要因となった出来事

全体集団線量の主要部分は、2号機の停止期間中に受けた集団線量であった。集団線量は 2.432 人・Sv で、INPP 年間職業集団実効線量の 74%に相当していた。INPP における 2008 年の集団線量に寄与した主な作業を下表に示す。

主な作業	集団線量 (人・mSv)
主循環回路の修理	403.17
原子炉容器と原子炉設備の系統の保全、修理、交換	496.56
断熱作業	501.11
定型的検査	320.48
敷地の除染	138.42
照明、一般電気設備	12.26
作業場所の放射線モニタリング	60.90
原子炉水浄化系統の修理	27.18
遮蔽及び一時的遮蔽	34.92
足場	20.79
主循環回路の検査のための準備	111.43
その他の作業	67.86

停止の回数と期間

2008 年に 2号機の計画停止が 1 回行われた (1号機は 2004 年 12 月 31 日に停止された)。停止期間は 50 日間であった。集団線量の分布は以下のとおりであった。通常運転時-2号機の年間集団線量の 22%、停止時-2号機の年間集団線量の 78%。

オンラインの新規プラント／プラントの停止

2008 年、新規発電プラントの建設プロジェクトのための領域の準備が行われた。新規 NPP に対する環境影響評価報告書が、管轄当局によって 2008 年に作成され、レビューされた。政府の決定後、INPP 2号機は、2009 年 12 月 31 日に停止される予定となっている。INPP 1号機は、2004 年 12 月 31 日に停止されている。1号機は、技術的規制に従い、核燃料を中に入れたままの冷却状態で使用された。

主な展開

液体放射性廃棄物の処理のための新しいセメント固化施設 (CSF) と一時貯蔵建屋 (TSB) の運用が 2006 年に開始された。2008 年において、イオン交換樹脂のセメント固化が引き続き行われ、179 のコンテナが廃棄物で満杯となった。各コンテナは 8 つの 200 リットル・ドラムを入れることができる。2008 年において、134.7 m³ のパルプがリサイクルされた。貯蔵施設には 409 のコンテナがある。2009 年も、セメント固化作業は継続される予定である。

2008年においては、2号機から暫定使用済燃料貯蔵施設への使用済核燃料の輸送が継続された。CONSTORタイプの8つのコンテナが輸送され、施設内には合計で102のコンテナがある。貯蔵施設は拡張され、2009年においても使用済核燃料の積み入れが継続される予定である。既存の乾式使用済燃料貯蔵施設の容量は、CONSTOR及びCASTORタイプのコンテナ120個分へと増加された。

2008年において、固体廃棄物処理及び貯蔵施設プロジェクトが実施された。当技術プロジェクトは、関連当局によるレビューを受け、その承認を得た。2008年12月、当技術プロジェクトは、全般的な専門家の助言を与えられた。建設許可は、専門家の助言の最終化とリトアニア共和国政府によるプロジェクトの承認後の2009年初頭に予想される。

2号機の最終停止及び燃料引抜き段階に対する廃止措置プロジェクトは、2008年2月に始まった。内部レビューのための初版の文書の草案が2009年2月に作成された。INPPの1号機廃止措置プログラムに対する実施計画で予想された対策がさらに実施された。

2009年の目標：

- 1号機の安全な廃止措置の継続。
- 電気及び熱エネルギーの生産のための2号機の安全運転。
- 安全文化のレベルの評価と向上。
- 品質改善システムの有効性の拡大とその支援。
- 最高個人線量は20 mSvを下回るものとする。
- ALARA原則の継続的实施。

2009年の線量計画に従い、

- 集団線量は2.02人・Svを越えないものとする。
- 2号機の計画停止期間中の集団線量は0.78人・Svを越えないものとする。
- 2号機の通常運転期間中の集団線量は0.83人・Svを越えないものとする。
- 1号機の技術サービス期間中の集団線量は0.41人・Svを越えないものとする。

機器や系統の交換

2008年において、一部燃焼済核燃料の1号機からの燃料取り出しと再利用のための2号機への輸送が継続された。1号機から燃料取り出しが行われた燃料集合体は709、2号機に輸送された燃料集合体は672、そして再利用のために2号炉に装荷された燃料集合体は594あった。これらの作業は、2009年も継続される予定で、これにより核燃料の購入を最大で50%低減させることができる。2009年中頃に、すべての燃料を1号機から燃料取り出しする計画となっている。

予定外の出来事

2008年8月、2号機で予定外停止が1回あった。

組織の変更

INPPの廃止措置の準備期間中、INPPの構造部門の変更が引き続き行われている。INPPで実施される作業の大部分は、外部作業員とINPP廃止措置プロジェクト管理課の責任となる予定である。

2008年の規制作業と次年の計画

INPPにおける放射線防護状況の監督と管理を行う際、2008年には Ignalina NPP で3回の検査が実施された。外部組織（請負業者）でも8回の検査が実施された。INPPの廃止措置に関連する以下のプロジェクトが、放射線防護の観点からレビューされた。

- 短寿命の極めて低レベルの廃棄物の埋立て処分に対する環境影響評価プログラム報告書、技術プロジェクト、安全解析報告書。
- Ignalina NPP 建屋の117/1設備の除染及び解体に対する環境影響評価報告書。
- Ignalina NPP 用の新規固体放射性廃棄物処理及び貯蔵施設に対する技術プロジェクトと安全解析報告書。
- Ignalina NPP からの使用済核燃料の暫定貯蔵に対する技術プロジェクトと安全解析報告書。
- その他の技術プロジェクト、安全解析報告書。

2009年に放射線防護状況の監督と管理を行う際、RPCは、Ignalina NPP で4回の検査、12回の外部組織（請負業者）の検査、及び Maisiagala の閉鎖貯蔵施設で1回の検査を行う計画を立てている。INPPの廃止措置に関する文書のレビューは引き続き行われる予定である。

メキシコ

線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量（人・Sv/基）
BWR	2	4.69

国内線量傾向の要約

2008年は高い集団線量があった年で、2000年から2007年にかけて続いていた下降傾向に影響を与えている。2007年以降観察されたクラッド（⁶⁰Co）破断が、引き続きプラント被ばくに影響を与えていた。

線量傾向に影響した出来事

クラッド破断（2007年 ISOE 報告書で既に報告されている）：線量率に引き続き影響を与えていたこのクラッド破断は、粒界応力腐食割れ（IGSCC）を防止するための開始2サイクル前の水素と貴金属の添加の副作用である。原子炉水の⁶⁰Coの濃度は、1号機で7倍増加し、2号機で3倍増加した。1号機の第13回RFOにおけるBRAC指数は、82 mレム/時ベースラインから400 mレム/時に増加した。

クラッド・ミグレーション：UIRFO13の開始1週間前に発生したスクラムの結果として、クラッドが1次冷却系並びに蒸気系にミグレーションし、今度はプラントの出力増強プロジェクト活動の被ばくに影響を与えた。

出力増強活動：フェーズ 1 の出力増強活動は、4 つの蒸気加熱器の置換、2 つの主蒸気再熱器の置換、及び主復水器のパイプの置換（Cu-Ni からチタンへの置換）で構成されていた。線量率は、上記のクラッド・ミグレーションのため 1 桁増加した。

他の特別作業／改修には、原子炉水浄化系ポンプと関連の配管や弁の置換、10 年保全のための再循環ポンプ・モーターのドライウエルからの撤去と再配置が含まれていた。

1 号機では 1 回の停止があった—第 13 回燃料取替停止（U1RFO13）：101 日間

主な展開

出力増強プロジェクト：このプロジェクトの目的は、2 基の Laguna Verde ユニットのそれぞれに対する定格出力を 20%増大させることである。当プロジェクトの主要点を以下に記述する。

- 第 1 フェーズ：1 号機（U1RFO13、2008 年 9 月～11 月）、2 号機（U2RFO10、2008 年 4 月～5 月）
 - 4 つの蒸気加熱器、2 つの主蒸気再熱器（MSR）の置換、主復水器のパイプ（Cu-Ni）のチタン製パイプへの置換
 - タービン建屋の HVAC 系の再設計
- 第 2 フェーズ：1 号機（U1RFO14、2010 年 4 月～5 月）、2 号機（U2RFO11、2010 年 8 月～10 月）
 - タービン及び発電機の置換
 - 復水脱塩装置系、復水ポンプ及びブースター復水ポンプへのさらなる 2 ステップの追加
 - 安全逃し弁（SRV）の補強

新規／実験的線量低減プログラム

新規プラント線量低減計画（2009～2013 年）は、放射線発生源の低減に焦点を合わせており、コバルト除去のための特殊樹脂の適用、化学除染（2010 年）、原子炉容器からのクラッドの物理的除去（2010 年）、ステライト製機器の置換、原子炉水浄化系のろ過系の効率の増加、給水中の Fe 濃度の低下を考慮したものである。他の重要な側面も強化される。特に、燃料取替停止の計画立案は、より ALARA を指向したものとなる。

2009 年の懸念事項

集団線量の低減／発生源の低減。

2009 年の主要作業に対する技術計画

出力増強プロジェクト、2 号機の第 1 フェーズ（上記参照）、U2RFO10 の期間中（2009 年 4 月～5 月）。

オランダ

線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	1	0.268
冷態停止中又は廃止措置中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
BWR	1	0.00027

国内線量傾向の要約

オランダは、Dodewaard と Borssele の 2 つの原子力発電プラントを有している。GKN によって運転されている Dodewaard BWR (57 Mwe) は、政治的及び経済的理由により 1997 年 3 月に停止された。プラントを「安全な閉鎖」(40 年間)に移行するための改修作業が、2005 年 7 月 1 日に完了した。過去数年間において、多数の建物が解体され、いくつかの廃止措置活動が実施された。換気、水処理及び放出物モニタリングのための新しいシステムが建設された。今後は毎年、一部の監視及び保全活動が引き続き毎年実施される予定である。2007 年の集団年間線量 (自身のスタッフに対するもののみ) は 0.27 人・mSv で、主としていくつかの追加検査によるものであった。

NV EPZ によって運転されている Borssele プラント (515 Mwe) はベースロード・ユニットである。このプラントは、今年に至るまで 34 年間商業運転を行ってきた。当プラントにおける大規模バックフィットは 1997 年と 2006 年に完了した。プラントの電気出力は、2006 年に 515 Mwe まで引き上げられた。4 月の年次停止は 26 日間続き、計画よりも 15 日間長かった。それは、いくつかの保全及び検査作業を伴う短期停止であった。プラント起動時に、蒸気発生器の排水管で小さな漏洩が見つかった。この漏洩を修理するため、炉心の燃料取り出しを再び行わなければならなかった。停止時の集団線量は 0.217 人・Sv であった。年間集団線量は合計で 0.268 人・Sv となった。2008 年における平均個人線量は、プラント職員の場合で 0.38 mSv、請負業者の職員の場合で 0.62 mSv であった。最高年間個人線量は、プラント職員の場合で 2.77 mSv、請負業者の職員の場合で 4.25 mSv であった。2009 年においては、短期 (13 日間) 停止が 4 月に予想される。

プラントの将来について：2034 年までの長期運転 (LTO) を可能にするプログラムと計画が当組織内で作成されている。

パキスタン

線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PHWR (KANUPP)	1	3.701
PWR (CNPP)	1	0.592

ルーマニア

線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
CANDU	2	0.344 (人・Sv)

国内線量傾向の要約

Cernavoda NPP における職業被ばく (2000~2008 年)

	内部実効線量 (人・mSv)	外部実効線量 (人・mSv)	合計実効線量 (人・mSv)
2000	110.81	355.39	466.2
2001	141.42	433.44	574.86
2002	206.43	344.04	550.48
2003	298.02	520.27	818.28
2004	398.26	258.45	656.71
2005	389.3	342.29	731.59
2006	302.27	258.79	561.06
2007 (U1 + U2)	83.34	187.49	270.83
2008 (U1 + U2)	209.3	479.34	688.64

線量傾向に影響した出来事

2008 年 1 月 17 日、重水漏出の洗浄と、オンライン燃料機保全室内のレベル表示機の修理を行っている間の不十分な職員放射線モニタリングのため、燃料取扱い操作員が 15.2 mSv の計画外外部ガンマ線量を受けた。操作員は、室内の高度に放射化された機器により放射線状態が変化していたことを知らなかった。高度に放射化された機器、設置式燃料取替ツールは、燃料取替シーケンスの際に炉心内で使用されたばかりだった。この活動は以前には行われたことがなく、室内の放射線状態の著しい変化の可能性は、ツールが炉心内にあった時間が短かったために過小評価された。

2008 年 5 月 12 日、燃料チャネルの検査のための予備的活動の際、2 人の燃料取扱い操作員は、1 次熱輸送系から相当量のトリチウム水の漏出が発生する可能性があるということ自身を知っていたという事実にもかかわらず、汚染区域用衣服を着用して呼吸防護具を着用せずに燃料機保全室に入った。その結果は、トリチウム水の急性摂取（吸入を介した摂取、液体水並びにトリチウム水蒸気の肌を介した吸収）となった (9.5 mSv 及び 4.2 mSv の預託線量)。

停止の回数と期間

計画停止：2008 年 5 月 10 日～7 月 3 日に 1 号機で 55 日間の計画停止が実施された。集団線量への大きな寄与因子となった活動を以下に示す。

- 10 回の燃料チャネルの検査
- 原子炉建屋の漏洩率試験
- フィーダーの検査/計測
- 燃料装荷機ブリッジ構成機器の予防保全

計画停止終了時の合計集団線量は、298 人・mSv（外部線量：187 人・mSv、内部線量：トリチウムの摂取による 111 人・mSv）であった。最終的に、この計画停止は、当年の最初の 10 カ月に対する集団線量の 48%に寄与した。

計画停止の線量履歴

年	ユニット	間隔	受けた集団線量（人・mSv）		
			外部	内部（ ³ Hの摂取）	合計
2003	1	15.05～30.06	345	161	506
2004	1	28.08～30.09	153	179	332
2005	1	20.08～12.09	127	129	256
2006	1	9.09～4.10	103	107	210
2007	2	20～29.10	16	0	16

2008 年 4 月 22～26 日に、両ユニットは、極端な気象条件による計画外停止を経験した。この期間に行われた活動による放射線の影響はなかった。

2008 年末時点で、

- 個人線量が 5 mSv を超えた従業員が 19 人おり、1 人は 10 mSv を上回る個人線量を受け、1 人は 15 mSv を上回る個人線量を受けていた（双方とも計画外被ばく）。
- 最高個人線量は 15.32 mSv であった（計画外被ばく）。
- トリチウムの摂取による内部線量の寄与度は、2008 年に対しては 30.4%であった。

2009 年の懸念事項

2009 年の主な懸念事項は、「ベースライン」燃料チャネル検査として 2 号機の計画停止期間中に実施される高い放射線影響を有する活動である。

2009 年の主要作業に対する技術計画

放射線防護関連の問題

計画停止の期間中、1 号機の「気中トリチウム・モニタリング」システムの近代化により、原子炉全出力時にはアクセスできない区域／部屋にサンプル採取ラインの設置の設置が継続された。この措置は 2009 年 9 月末に終了する予定である。

区域警報ガンマ線モニター（AAGM）システムの拡張と改善が進行中である。1 号機の計画停止の期間中に、8 つの欠陥モニタリング・ループのうちの 2 つ（全出力時にはアクセスできない 2 部屋に対して機能している）の修理が行われた。2008 年末までに、別の 2 ループの修理が行われ、1 つの新しいループが設置された。2009 年中に、別の 1 ループの改善が行われる。2009 年の 2 号機の計画停止の期間中に、AAGM システムの 4 つのモニタリング・ループが改善され、1 つの新しいループが設置される予定である。2010 年の 1 号機の計画停止の期間中に、最後の 3 ループの改善が行われる予定である。

1 号機の気体放出物モニタリング・システムの「機器老朽化」問題を解決するため、改善の最初の 2 ステップが 2008 年末に終了した。2 号機に設置された新しい設備と同様（同じメーカー）の余剰粒子、ヨウ素及び希ガス・ループと 2 つの受動的収集器（トリチウム、¹⁴C サンプル採取器）が設置された。第 3 のステップは、個々の放射性同位元素の放出を評価するため、新しい希ガス分光ループを 2009 年末までに設置することである。2 号機における GEM 分光希ガス・プロジェクトは来年まで延期される予定である。長期間にわたり、重水トリチウム除去施設プロジェクトが進行中である。原子炉減速材系のトリチウム濃度を低減させる技術を試験するための試験プラントが試運転中である。

ロシア連邦

線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR (VVER)	15	0.694
冷態停止中又は廃止措置中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR (VVER)	2	0.078

国内線量傾向の要約

集団線量

2008年におけるロシアの運転中のVVERタイプ原子炉15基の合計（電気事業者従業員と請負業者）実効年間集団線量は10.408人・Svであった。この値は、2007年に対する合計集団線量（13.607人・Sv）よりも3.199人・Sv低い。合計集団線量の低下は、プラントで実施された技術的及び組織的措置に基づくものである。それは、合計計画停止期間の減少にも対応している（2007年と2008年の期間はそれぞれ781日間と659日間）。年間集団線量の最大の低下はNovovoronezh 3～5号機で記録されており、ここでは2007年における3基の運転中ユニットに対する合計線量6.125人・Svが2008年における当該ユニットに対する合計線量3.609人・Svまで低下した。2008年におけるVVER-440及びVVER-1000原子炉1基当たりの平均年間集団線量は、それぞれ1.010人・Svと0.483人・Svであった。

個人線量

2008年においては、主要国内線量限度（定められた5年の期間にわたる平均値100mSv）を超える個人線量はなかった。VVERを有するロシアのいずれのプラントでも、コンツェルンEnergoatom（ロシアの運転中電気事業者）が設定した管理線量レベル20mSv/年を超えていなかった。1人の作業員が、19mSvを超える年間個人線量を受けた。19.3mSvというこの最大記録線量は、1～3号機の原子炉容器内部機器の修理に関与したKalinin NPP保全部門の作業員が、2008年全体を通して徐々に受けたものであった。18～19mSvの範囲の全VVERユニットにおける年間個人線量を受けたのは、3人のみであった。

計画停止の期間と集団線量

原子炉	期間（日）	集団線量（人・Sv）	原子炉	期間（日）	集団線量（人・Sv）
Balakovo 1号機	63	1.114	Kola 1号機	59	1.078
Balakovo 2号機	41	0.354	Kola 2号機	33	0.410
Balakovo 3号機	43	0.473	Kola 3号機	56	0.553
Balakovo 4号機	停止なし	—	Kola 4号機	38	0.298
Kalinin 1号機	60	0.774	Novovoronezh 3号機	50	1.180
Kalinin 2号機	43	0.416	Novovoronezh 4号機*	44	1.482
Kalinin 3号機	45	0.130	Novovoronezh 5号機	45	0.248
			Volgodonsk 1号機	39	0.040

* Novovoronezh 4号機においては、2008年3月1～7日に計画外修理停止が実施された。この停止に対する合計集団線量（電気事業者従業員と請負業者）は0.208人・Svであった。

2008年の主要な線量低減活動

- VVER-1000 原子炉に対する 18 カ月燃料サイクルの実施に向けた準備活動が開始された。
- 特に放射線の危険性が高い作業の際の、職業放射線防護の標準プログラムが作成された。
- タングステン化合物に基づく放射線遮蔽の試験ロットが製作された。
- RCA における職員モニタリング・システムが Kola NPP で導入された。
- 新しい電子式個人線量計の供給が行われた。

2009年の懸念事項

- 概念的プログラム「2010～2014 年の期間中のコンツェルン Energoatom NPP における職業放射線防護の最適化」の作成と準備
- VVER-1000 原子炉に対する 18 カ月燃料サイクルの実施に向けた準備活動の継続
- 「NPP のベスト保健物理学者」コンテストの予備段階の準備と実現

スロバキア共和国

線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
VVER	6	0.154
冷態停止中又は廃止措置中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
GCR	1	ISOE に含まれていない。

国内線量傾向の要約

Bohunice NPP (2 基—Bohunice 3 号機 と 4 号機) :	法定フィルム線量計から計算した 2008 年における Bohunice NPP の合計年間実効線量は、561.126 人・mSv (従業員：28.553 人・mSv、外部作業員：532.573 人・mSv) であった。最大個人線量は 9.711 mSv (請負業者) であった。
JAVYS NPP (2 基—Bohunice 1 号機 と 2 号機) :	法定フィルム線量計から計算した 2008 年における JAVYS NPP の合計年間実効線量は、58.567 人・mSv (従業員：10.167 人・mSv、外部作業員：48.400 人・mSv) であった。最大個人線量は 1.613 mSv (従業員) であった。
Mochovce NPP (2 基) :	法定フィルム線量計から計算した 2008 年における Mochovce NPP の合計年間実効線量は、308.603 人・mSv (従業員：26.538 人・mSv、外部作業員：282.065 人・mSv) であった。最大個人線量は 3.836 mSv (請負業者) であった。

線量傾向に影響した出来事

Bohunice NPP： Bohunice NPPにおける近代化作業のため、2008年におけるより高い集団被ばくが近年続いている。

JAVYS： 1号機は、計画停止のため2007年1月1日以降運転されておらず、廃止措置の準備段階となっている。2号機は、計画又は強制停止がなく2008年の全期間にわたって運転されていた。

Mochovce NPP： 標準運転と短期停止が、低い線量測定データの結果に影響を及ぼした。

停止の回数と期間

Bohunice NPP： 3号機： 近代化作業と組み合わせた46日間の標準保全停止。合計集団被ばくは243.596人・mSvであった。

4号機： 近代化作業と組み合わせた63.55日間の大規模保全停止。合計集団被ばくは287.812人・mSvであった。

JAVYS NPP： 1号機： 2007年1月1日以降運転停止。

2号機： 停止なし。

Mochovce NPP： 1号機： 共通設備の保全のために17日間の2号機の停止と組み合わせた33日間の停止。合計集団線量は172.462人・mSvであった。

2号機： 23日間の標準停止。合計集団線量は83.031人・mSvであった。

注：当段落のすべてのデータは、電子式運転線量計から得たものである。

オンラインの新規プラント／プラントの停止

新規 NPP： Mochovce 3号機と4号機の完成。完成のための基本設計が綿密に策定され、州当局に承認を求めて提出された。主要供給業者との契約書に署名し、EIAが作成された。

JAVYS NPP の第2ユニットの停止： 2号機が2008年12月31日に停止された。両ユニット（1号機と2号機）は2011年までの運転認可を得ている（1号機：2011年6月、2号機：2011年10月）。

主な展開

JAVYS NPP： 1及び2号機の廃止措置の準備：放射線防護システムの高度化とRCAから環境への物質の放出に対する準備。

機器や系統の交換

Bohunice NPP： 生蒸気内の放射能を事故モニタリングするための新システムの設置。

定置型 NPP 放射線防護システムの主要電子部品の交換は2009年まで継続される。

2つの BEGe 検知器による試験室ガンマ線分光分析システムの近代化、TRICARB モニターの購入（C-14 及び H-3）。

既存の放射線防護情報と作業管理ソフトウェアを新ソフトウェア環境に変換する作業。

JAVYS NPP： 溶接のための新しい受動型 DIS 線量計の使用。

電子式個人線量測定システムの非常用シールドへの設置。

Mochovce NPP： 定置型 RP システムの主要電子部品の交換。

安全関連問題

Bohunice NPP：3号機の停止後の104%までの出力引上げ。JAVYS NPP：両ユニットの廃止措置の準備。Mochovce NPP：1及び2号機の107%までの出力引上げ。

新規／実験的線量低減プログラム

Mochovce NPP：特定化学停止プログラムが実施されている。

組織の変更

Bohunice NPP、Mochovce NPP：放射線防護部門への環境試験室の包含。

2009年の主要作業に対する技術計画

Bohunice NPP： 非常用シェルター、消防隊及びNDT敷地への電子式個人線量測定システムの設置。
非常用シェルターと集合地点への線量率検知器の設置。
定置型 NPP 放射線防護システムの主要電子部品の交換は、2008年から2009年まで継続される。
連続液体放出物モニターの近代化。
敷地ゲート個人モニターの交換。

JAVYS NPP： 非常用シェルターと集合地点への線量率検知器の設置。
主放射線制御室の近代化－廃止措置プロジェクトの準備。

Mochovce NPP： 更衣室のフィルム・バッジ自動発行システム。
EPD発行システムの高度化。

2009年の主要作業に対する規制計画

- NPP JAVYS V1の廃止措置の認可プロセス。
- 全運転ユニットにおける停止の検査。

スロベニア

線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	1	0.146

国内線量傾向の要約

1983年以降、スロベニアには運転中の2ループPWRが1基ある(Krško NPP)。これは、スロベニアとクロアチアの国営電気事業者が所有するものである。当プラントは、過去10年間にわたり継続的に高度化を図ってきており、現在の総出力は727 Mweとなっている。2008年に対する総電気出力は6.27 TWhであった。

放射線パフォーマンス指標 (2008 年) : 集団放射線被ばくは 0.146 人・Sv であった。最大個人年間線量は 4.49 mSv で、1 人当たりの平均線量は 0.25 mSv であった。

計画外停止 (04.06.08~09.06.08) : 原子炉冷却材温度の測定のためのバイパス・ラインの隔離弁の 1 つが故障したため、計画外停止が 1 回実施された。この弁は交換され、他の弁は検査が行われた。この計画外停止の集団線量は 50 人・mSv で、弁の交換が 17.1 人・mSv の寄与因子となっていた。最大個人線量は 3.25 mSv で、溶接活動に対するものであった。

集団線量の傾向 : 3 年平均線量は 0.63 人・Sv であった。

南アフリカ共和国

線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	2	0.749

国内線量傾向の要約

2008 年においては、Koeberg 原子力発電所で 1 回の燃料取替停止があった。対前年比の全体的な線量傾向は、2008 年に対する 1 基当たりの平均年間集団線量と 2007 年の当該線量とを比較すると、わずかな増加を示していた。Koeberg NPS に対する 2007 年の 1 基当たりの平均年間集団線量は 0.736 人・Sv であった。2008 年における 1 基当たり平均年間集団線量は 0.749 人・Sv に増加した。

線量傾向に影響した出来事

2 号機において、保全停止が 1 回実施され、この停止期間中に安全関連の改造が行われた。これらの改造で 55.19 mSv が計上された。

停止の回数と期間

2008 年においては計画保全停止が 1 回行われた。Koeberg に対して 2008 年に生じた合計線量の約 84.6%は、2 号機の 83 日停止によるものであった。この停止期間中に、放射線管理区域内で 21 回の改造が行われた。最高線量は、原子炉建屋サンプの改造 (32.63 mSv)、水素再結合装置の設置 (11.21 mSv) 及び原子炉建屋内のプラント火災システムの改造 (3.74 mSv) の際に生じている。高い線量は、非定常活動の際、すなわち 1 次系に対する供用期間中検査 (71.64 mSv)、原子炉建屋の耐震検査 (3.45 mSv) 及び格納容器タイロッドの検査 (56.46 mSv) の際にも生じている。

2009 年の懸念事項

Koeberg NPS は、ALARA プログラムに再び焦点を合わせ、2009 年に様々な線量低減イニシアチブを特定して実施した。

スペイン

2008 年における PWR (3 基) に対する燃料取替停止 1 回当たりの平均線量は、0.514 人・Sv であった。プラントごとの年間集団線量と停止時集団線量は以下のとおりである。

NPP	タイプ	停止時集団線量 (人・Sv)	日数	年間集団線量 (人・Sv)	コメント
Almaraz I	PWR	0.434	43	0.499	
Almaraz II	PWR	—	—	0.021	停止なし
Ascó I	PWR	—	—	0.072	停止なし
Ascó II	PWR	0.770	56	0.723	(*)
Vandellos II	PWR	—	—	0.046	停止なし
Trillo	PWR	0.337	36	0.382	
S.M Garoña	BWR	—	—	0.353	停止なし
Cofrentes	BWR	—	—	0.654	停止なし

* 停止時集団線量と年間集団線量との間で見られる不一致の理由は、停止時線量が ED (記録レベル 0.001 mSv) を用いて記録された実用線量であり、年間線量が TLD (記録レベル 0.100 mSv) を用いて記録された公式線量であることである。

PWR の年間集団線量に関しては、2008 年に対するその平均は 0.29 人・Sv であり、3 年移動平均は 0.39 人・Sv であった。BWR の年間集団線量に関しては、その平均合計集団線量は 0.50 人・Sv となっており、燃料取替停止のなかった他の年と同様である。3 年移動平均は 1.69 人・Sv である。

年	PWR			BWR		
	停止	集団線量 (人・Sv)	3 年移動平均	停止	集団線量 (人・Sv)	3 年移動平均
2003	6	0.43	0.44	2	2.16	1.52
2004	4	0.31	0.41	0	0.46	1.38
2005	5	0.38	0.37	2	2.32	1.65
2006	5	0.38	0.36	0	0.41	1.06
2007	5	0.51	0.42	2	4.15	2.29
2008	3	0.29	0.39	0	0.50	1.69

Cofrentes NPP では、保全タスクのための強制停止が 6 回行われ、その集団線量は 0.238 人・Sv であった。さらに、再ラッキング・タスクが 0.035 人・Sv の集団線量をもたらした。容器ドレン管路の置換が、50% を超す区域内で線量率の重要な下落をもたらした。2009 年において、線量低減に対する意欲的な計画が実施される。このプログラムには、とりわけ、1 次回路内の腐食物質の低減とコバルトを含む機器の交換、浄化系及び再循環ループの化学的除染、機械的除染によるホット・スポットの除去、恒久的遮蔽の設置と漏洩検知のための高線量キュービクル内の遠隔視認カメラの配置と検査ロボットの改善に対するプログラムが含まれる。

S. M. Garoña NPP は、保全タスクのため 4 基を出力低下状態に、1 基を冷態停止状態にしたことがある。個人線量のより良好な追跡と管理のための新しい手順が作成され、2 人の計装及び学士技術者が雇用された。2011 年までに、再循環ループが除染される見込みである。

発電機内の火災のため、Vandellós II NPP は 53 日間の停止を行ったが、放射線の影響はなかった。

Almaraz II NPP において格納容器断熱材の交換が実施された。新しいものは取り外して除染することができ、前のものよりもはるかに良い。新しい ALARA 区域（低放射線レベル区域内の待機区域）もある。格納容器内部の線量の重要な低減が今後期待される。Almaraz I 及び II 並びに Trillo NPP における線量低減プログラムが規制者に対して提案された。このプログラムには、新しいホット・スポットの追跡と分析、熟練 RP 技術者が参加する除染訓練コースの最適化、及び除染手順に従う努力が含まれる予定である。

Ascó II NPP における 2008 年の燃料取替停止の際、加圧器ノズルに対する「余盛り」プロジェクトが実施され、これに伴う集団線量は 0.165 人・Sv であった。このプロジェクトは、Vandellós II NPP における 2009 年の停止の際にも実施される予定である。

2008 年 4 月、Ascó I NPP における高温粒子の放出に関する報告すべき事象が報告された。この放出により、監視タスクのための 42 日間の計画停止を原因とする 0.052 人・Sv の集団線量をもたらされた。この事象のため、外部区域監視の範囲と頻度の拡充、車両に対する、及び労働者用二重フェンスにおけるのゲート検知器の設置、近代的な PR 検知器の調達、並びに燃料移送チャンネルに対する除染及び浄化方法の変更といった、いくつかの主要是正措置が実施された。RP スタッフの主な展開は、Ascó NPP の各ユニットに対する RP モニターの近接移動、新しい ALARA 運転監督員、及び放射線監視タスクの増加に対処するための重要な RP 職員グループの雇用の確立であった。この事項は今もなお未解決で、進行中の懸案事項がある。それにもかかわらず、大人数のモニター対象者で皮膚線量も内部線量も見られなかった。

現在廃止措置前段階となっている Jose Cabrera NPP に関しては、2008 年の合計集団線量は 0.135 人・Sv であった。スペインの放射性廃棄物管理機関である ENRESA は、Jose Cabrera NPP に対する解体許可を得るための要請を行った。この許可は 2009 年に授与されると予想される。使用済燃料がキャスク内に貯蔵され、個別の一時的貯蔵庫に配置される 2009 年の予想線量を低減するための ALARA 計画を作成中である。

1 月 28 日から 2 月 8 日にかけて、IAEA は、スペイン規制機関（CSN）に対する総合的規制評価サービス（IRRS）を主導した。評価は予想よりも良好で、このミッションからの主要な成果は、透明性と広報に関する諮問委員会を設立する勧告と、最終処分サイトの最終的な計画立案のための計画の作成における管轄当局との連携であった。

Ascó I のインシデントに関連し、CSN は、数回の検査と追加情報の要求を行い、外部監視、内部汚染監視、及び燃料建屋の HVAC の除染と浄化、並びにこのインシデントの放射線推定値を研究、モデル化及び分析するためのチームの創設のための新規プログラムの要請を含む技術指示書を発行した。

スウェーデン

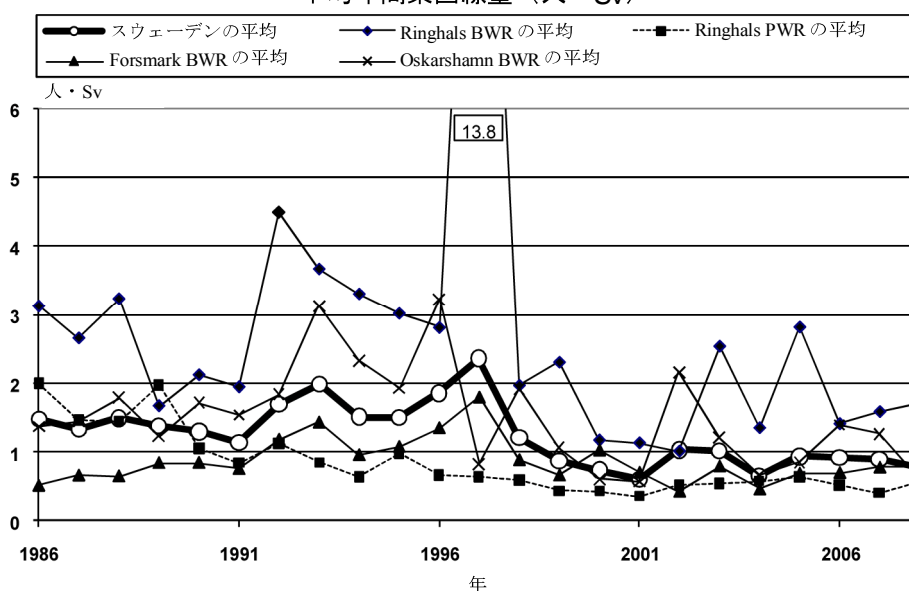
線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	3	0.56
BWR	7	0.85
合計：全タイプ	10	0.76
冷態停止中又は廃止措置中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
BWR	2	0.04

国内線量傾向の要約

2005 年以降、スウェーデンの原子力発電所の集団及び個人線量は変動的傾向を示している。2008 年においては、NPP における約 3,000 人が、当年の少なくとも 1 カ月（線量測定読取期間）の間に少なくとも 0.1 mSv (TLD 線量) を受けていると登録された。これにより、7.7 人・Sv というスウェーデンの合計集団線量、1.7 mSv という平均個人線量、及び 18.6 mSv という最高年間個人線量をもたらされた。ここに示した値には、Barsebäck NPP の 2 基の閉鎖原子炉ユニットで受けた線量が含まれていることに注意すること (0.1 mSv を上回る線量を受けた者 101 人、集団線量 0.08 人・Sv、平均線量 0.8 mSv、最大線量 9.7 mSv)。

平均年間集団線量 (人・Sv)



線量傾向に影響した出来事

近代化、プラント寿命の延長、安全関連対策（規制要求）及び出力増強に関するいくつかのプロジェクトが進行中である。これらのプロジェクトの数と範囲の増加は、必然的に運転及び停止期間中に実施される設置作業の量をますます増加させ、線量傾向に影響を与えている。

停止の回数と期間

プラント	タイプ	期間 (日)	集団線量(人・Sv)	コメント
Forsmark 1号機	BWR	57	1.217	計画どおり
Forsmark 2号機	BWR	36	0.405	計画どおり
Forsmark 3号機	BWR	33	0.275	計画どおり。Oskarshamn 3号機と同様の制御棒シャフトの亀裂により72日間の追加的計画外停止が生じた。
Oskarshamn 1号機	BWR	32	0.577	タービン温度センサーでの追加的作業により9日間延長された。
Oskarshamn 2号機	BWR	32	0.433	再結合システムの設置により8日間延長された。
Oskarshamn 3号機	BWR	93	0.284	制御棒シャフトの亀裂により74日間延長された。
Ringhals 1号機	BWR	140	1.428	格納容器スプレー系の再構築により92日間延長された。
Ringhals 2号機	PWR	52	0.499	補助給水ポンプの流量能力問題及びRCP2の平衡化により28日間延長された。
Ringhals 3号機	PWR	26	0.218	プロジェクトの遅延により4日間延長された。
Ringhals 4号機	PWR	29	0.730	CRDM作業により2日間延長された。

(停止時集団線量はEPD線量として登録されている)

機器や系統の交換

スウェーデンのNPPにおける近代化、プラント寿命の延長、安全関連対策(規制要求)及び出力増強に関する進行中のプロジェクトの結果として、多くの機器及び系統の改造/交換が行われ、かなりの線量結果をもたらした。例として、圧力除去系の近代化(BWR)、異物による燃料損傷を回避するための給水系内への粒子フィルター(サイクロン・フィルター)の設置、RPS(原子炉防護系)の近代化、並びに多様/冗長的な残留熱除去及び冷却水系の設置(BWR)が挙げられる。EPDシステムは、これまでどおり将来もスウェーデンのNPPの大半で交換される。

安全関連問題

Forsmark 2号機外部の送配電網の電気障害、燃料ドライアウトのリスクについて調査が行われた。

予定外の出来事

制御棒シャフトの亀裂がForsmark 3号機とOskarshamn 3号機の計画外停止をもたらした。

新規/実験的線量低減プログラム

計画立案に部門をより十分に関与させ、そのスタッフの個人及び集団線量をフォローアップするため、部門の集団線量目標値を設定する。スウェーデンのNPPにおける放射線防護セクターを標準化する可能性を見いだすための作業グループが創設された(例えば、作業の方法、防護設備、類似の作業指示、限界値、線量計画立案のためのソフトウェアなど)。

組織の変更

2005年のBarseback NPP(BKAB)の運転終了以降、BKABは、訓練コース及び研究のためにサイトを開放した。これらの可能性は、国内及び海外の組織や会社に対しても開かれている。これには、作業方法の基本的知識、安全規制、並びに優良な安全、ALARA文化及び優良な専門家のパフォーマンス

スを維持する上でどんなことが期待されるかといったことを強化する活動が含まれる。情報についての問い合わせ先：bengt.sikland@barsebackkraft.se

2009年の懸念事項

スウェーデンのNPPは、OSART検査を完遂している（Forsmark 2008、Oskarshamn 2009及びRinghals 2010）。準備とフォローアップは、原子力発電所の放射線防護における最善慣行に向けた最適化を結果的にもたらしめている。

2009年の主要作業に対する技術計画

Oskarshamn：3号機で近代化と出力増強が進行中である。18%の出力増強が計画されており、その主要プロジェクトは、原子炉内部機器とHPタービンの交換である。

Forsmark：原子炉浄化熱交換器の保全、圧力除去系の振動を解消するための対策、中間熱交換器内の人道ハッチの交換、封じ込めプロセス監視カメラの交換、原子炉内部機器の交換、HPタービン及び中間熱交換器の交換、並びに制御棒の交換（CRの96部品とCRガイド管の17部品）。

Ringhals：Ringhals 2号機におけるTWICEプロジェクト（Ringhals 2号機の計装及び制御の交換）（これは基本的には制御室の交換である）。RPS（原子炉防護系）の近代化と多様／冗長的な残留熱除去及び冷却水系の設置（BWR）。PRZ加熱器ケーブルの交換（PWR）。放射能の放出を最適化する継続的作業。

2009年の主要作業に対する規制計画

2009年において、スウェーデン放射線防護局（SSM）は、以下の活動を実施するつもりである。

- 放射線防護及び安全監督プログラムの作成の継続。
- 新任検査官の訓練。
- NPPにおける放射線防護専門家の役割の明確化。
- 基本的な規制監督に加え、SSMは、プラント近代化プログラムの監督に焦点を合わせる予定である。

スイス

線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量（人・Sv/基）
PWR	3	0.461
BWR	2	1.105

国内線量傾向の要約

過去 10 年間に對する一炉当たりの平均年間集団線量は 100～1,200 人・mSv の範囲となっており、5 年平均では非常にゆっくりと低下している。2008 年においては、7 人のみ（職業被ばく人数 4,695 人のうちの）が 10 mSv/年を超える線量を受けた。最高個人線量は 13.2 mSv であった。

線量傾向に影響した出来事

Beznau 1 号機 NPP の通常運転中に、アンチモンが、浄水プラントから 1 次冷却水に放出され、その結果、冷却回路におけるより高い線量率がもたらされた。

Gösgen NPP において、4 本の燃料棒が漏洩しているのが停止期間中の SHIPPING によって検出された。この漏洩は、原子炉容器の開放の際に格納容器内の気中放射性ヨウ素と希ガスのわずかな増加をもたらした。検出可能な値 0.1 mSv を上回る取込み線量は誰も受けなかった。停止後の起動の際の 1 次冷却水の放射能濃度の増加は、新しい漏洩箇所があることを示していた。Gösgen NPP は、放射能濃度が規定限界を十分に下回っていたので運転を継続することを決定した。

Leibstadt NPP において、再循環ループの 1 機器における研磨が気中放射能を誘発し、それが、呼吸防護具を付けずに 10 m 以上離れた場所にいた作業員によって取り込まれた。全身計数装置によって推定された個人線量は 0.1～0.6 mSv である。個別の排気空調設備を付けたテントを設置した後、研磨が継続された。

停止の回数と期間

各 NPP は、2008 年に計画停止を 1 回行った。最短は、わずか 11 日間の Beznau 2 号機 NPP におけるもので、他の NPP の停止は 26～28 日間であった。

オンラインの新規プラント／プラントの停止

スイスにおいては、3 件の新規 NPP の認可申請書が政府に申請されている。

新規／実験的線量低減プログラム

2005 年に開始された Gösgen NPP における亜鉛注入は、様々な ⁶⁰Co の物理的崩壊をもたらして 1 次冷却回路の平均線量率を低下させている。亜鉛注入は、明らかに腐食生成物の堆積を防止する。

英国

線量情報

運転中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量 (人・Sv/基)
PWR	1	0.264
GCR (AGR)	14	0.167
GCR (Magnox)	4	0.046

線量情報（続き）

冷態停止中又は廃止措置中の原子炉		
原子炉タイプ	基数	一基当たりの平均年間集団線量（人・Sv/基）
GCR (Magnox)	16	0.048

国内線量傾向の要約

Sizewell Bを除く英国のすべての原子力発電所はガス冷却型である。Hinkley Point 及び Hunterston の改良型ガス冷却炉（AGR）における線量は、広範な容器内検査と修理のため、前年よりも高かった。しかし、これら 2 つの原子炉サイトからの線量は、依然として AGR に対する集団線量の 90%以上を占めている。2008 年末現在の Sizewell の PWR に対する 3 年移動集団線量傾向は、約 0.28 人・Sv で変わっていない。

線量傾向に影響した出来事

AGR サイトにおける平均年間集団線量は、これもまた Hinkley Point 及び Hunterston の AGR における容器内作業の際に受けた線量が支配的であった。これらの発電所の以前の検査で、ボイラー配管工事の欠陥が検出され、追加的な検査と修理が必要となった。この作業は 2008 年においても継続され、原子炉容器内、つまり線量率がより高い区域内での長期に及ぶ作業が必要となった。容器内入場者に対する遠隔線量測定やモックアップ訓練を含む多くの線量管理イニシアチブが成功裏に使用された。

停止の回数と期間

ガス冷却炉は 2 年に 1 回の停止頻度で運転されており、したがって各サイトは一般的に年当たり 1 回の原子炉停止を行っている。ガス冷却炉の燃料取替は、負荷状態で実施される。ガス冷却炉に対する最高停止時線量は、Hinkley Point B 及び Hunterston B プラントで受けており、その停止時線量はそれぞれ約 0.33 人・Sv と 0.7 人・Sv であった。Hinkley Point B と Hunterston における線量の大半は、定型的停止タスクではなく容器内検査と修理に伴うものであった。Heysham A と Hartlepool における AGR は、ボイラー閉鎖ユニット内の数千ものプレストレスト・ケーブルを検査するため、年の大半にわたり停止されていた。この作業は何千時間にもわたる RCA の検査を必要としたが、幸運にも線量率が非常に低い区域であった。放射線防護の監督と支援を必要とする 24 時間体制での X 線検査（9,000 回の X 線検査）が実施された。

Sizewell B における年間線量は、第 9 回燃料取替停止が多くを占めており、これが年間合計の 81%に寄与していた。標準停止は 25 日間続き、当プラントにおける燃料取替停止に対する今までの最低線量である 0.215 人・Sv の集団線量を記録した。

廃止措置サイト：主要な変化

マグノックス炉のサイトはすべて、国有の管理体である原子力廃止措置機関が所有するもので、サイトは運転中であるか、もしくは多くのコンソーシアムとの請負契約の下で廃止措置が進められている。当初のマグノックス炉群のうち、Oldbury と Wylfa の 2 つのサイトは出力運転を続けている。Oldbury NPP における原子炉は、2008 年末に閉鎖する予定となっていたが、しかるべき規制承認の後にその運転寿命が延長された。満足のいく規制承認を条件として、Wylfa NPP に対して予定されている 2010 年最終停止日に対する同様の延長も予想される。恒久的に停止されたサイトのうちいくつかは、完全に燃料引抜きを行い、廃止措置の様々な段階にある。他のサイトは、原子炉が今もなお燃料装荷され、かつ空気冷却された状態で停止されている。これらのサイトの燃料引抜きは、燃料の受入れと処理を行うための Sellafield 再処理プラントの能力によって引き続き作業速度が制限される。

英国の新規原子炉の建設

2008 年後半、EDF Energy 社は、British Energy 社の原子力発電資産を買収した。EDF Energy 社は、英国で 4 基の PWR を建設する意図を改めて表明した。これらは既存の原子力サイト、恐らくは Sizewell と Hinkley Point サイトに建設されることになる。他の電気事業者は英国政府の強力な政治的支援を受けて、さらに原子力発電所を建設することに興味を示していた。規制者は、新規建設用としてノミネートされた 2 つの PWR 原子炉タイプ、アレバ/EDF EPR とウェスチングハウス・東芝/AP1000 の一般的認可評価を実施しているところである。

米国

2008 年における ALARA 問題

2008 年において、米国の PWR サイトは、多数のプラントにおいて原子炉容器上蓋の交換、蒸気発生器の交換、格納容器サンプの改造、進行中の核物質の影響、異種溶接、容器内その他の検査といった問題を抱えていた。米国の BWR サイトは、乾燥器の交換、出力増強及び設備の信頼性の影響といった問題を抱えていた。

2008 年の線量傾向の要約

2008 年の線量結果の要約			
原子炉タイプ	基数	合計集団線量 (人・Sv)	一炉当たりの平均線量 (人・Sv/炉)
PWR	69	46.737	0.68
BWR	35	45.224	1.29

米国の 104 基の運転中原子炉ユニットによってこれまでに達成された最低年間平均集団線量は 2008 年に達成されたものである。軽水炉に対する 2008 年の平均集団線量は 0.884 人・Sv/炉であった。合計集団線量は 91.961 人・Sv で、これは 2007 年の合計集団線量 101.18 人・Sv よりも 9%低く、2006 年の合計集団線量よりも 17%低かった。

2008 年の年間集団線量は、10 年前 (1995 年) に記録された LWR の線量から 50%の低減を達成し、1980 年に記録された 7.9 人・Sv/炉という最大 LWR 平均線量の約 10 分の 1 でしかない。年間集団線量の着実な低減は、強固な所内 ALARA 文化の促進による職業線量の低下、発生源の低下、有効な被ばく低減のための発電所の強化策の実施、並びに設備の高い信頼性の維持に対する業界の継続的コミットメントを反映したものである。

2008 年における PWR の合計集団線量は、69 基の原子炉に対して 46.737 人・Sv であった。結果としてもたらされた PWR の一炉当たりの平均集団線量は 0.677 人・Sv/炉であった。この平均値は、2007 年の値 0.69 人・Sv/炉から 2%低下し、米国の PWR に対して今日までに記録された最低の平均年間線量となっている (2004 年と 2007 年において、それぞれ 0.71 及び 0.69 人・Sv という線量が記録されている)。これは、PWR の平均年間線量が 1.00 人・Sv/炉を下回って 10 年目となる。

2008年におけるBWRの合計集団線量は、35基の原子炉に対して45.224人・Svであった。結果としてもたらされたBWRの平均集団線量は1.292人・Sv/炉であった。2008年に対するBWRの平均集団線量は、今までに記録された米国のBWRに対する記録された一炉当たり年間平均線量の最低となっている（以前の最低平均BWR線量1.38人・Sv/炉は、2001年に記録されたものである）。

Indian Point 3号機は、米国PWRの最低年間集団線量0.022人・Svを達成した。Pilgrimは、米国BWRの最低年間集団線量0.226人・Svを達成した。

2006年、2007年及び2008年に記録された集団線量の顕著な違いの1つは、その年に対する集団線量が0.10人・Sv以下のユニットの基数である。2006年においては、その年に対する集団線量が0.10人・Sv以下のLWRは5基で、2007年においては、この範囲の年間集団線量のLWRは9基であり、2008年においては、年間集団線量が0.10人・Sv以下のLWRはわずか2基であった。

2008年の合計年間集団線量の結果にかかわらず、米国のプラントは、各サイトにおいてALARAプログラムと成果の継続的改善のためのアプローチを採用してきた。所内のイニシアチブには、優良な放射線作業員の慣行を強化するため動的学習実習授業、ALARA作業計画、有効なALARA業務前ブリーフィング、発生源低減プログラム、効果的な停止、原子炉冷却材の化学管理の強化、並びに上級管理者によるALARA理念の強力な支援が含まれている。線量を低減するためのプラントの物理的変更には、一時的遮蔽と足場を交換して恒久的な遮蔽と作業足場を使用することが含まれている。

米国の原子力発電

米国の104基のユニットは、2008年に91%という設備利用率を達成した。35基のBWRユニットが米国内で運転されている（1ユニット・サイトが14カ所、2ユニット・サイトが9カ所、3ユニット・サイトが1カ所）。2008年においては69基のPWRユニットが米国内で運転されている（1ユニット・サイトが15カ所、2ユニット・サイトが24カ所、3ユニット・サイトが2カ所）。32社が米国の31州で原子炉を運転する認可を受けている。South Texas Project社は、2008年における米国の他の2ユニット原子力発電所よりも多い電力を5年連続で生産している。STPの両ユニット（1及び2号機）は前年燃料取替え及び保全のための計画停止を行ったにもかかわらず、1号機が、発電量で国内全体の104基すべての原子炉で首位となっており、2号機が国内3位となっている。これらの原子炉は、生産量において世界の439基の原子炉のうちのそれぞれ9位と11位にランク付けされている。STP 1号機は、1,080万メガワット時の電力を生産し、2号機は、1,074万メガワット時の電力を発電した。両ユニットは、燃料取替停止の間も継続して運転することによって停止間の連続生産運転を完了した。当プラントは、4サイクル連続の継続運転を完了することによって2008年の業界記録を樹立した。

さらに20年間運転するプラント寿命の延長は、米国NRCにより、Fitzpatrick、Wolf Creek、Harris及びOyster Creekを含む4カ所の米国サイトに許可された。16カ所の米国サイトが、プラント寿命延長要請書を米国NRCに審査を求めて提出した。17カ所の米国サイトは、将来におけるプラント寿命延長の提出について検討中である。何カ所かの米国サイトは、20年間の追加運転に基づくより有利な費用/便益解析式に基づいた大規模ALARAプロジェクトのプラント改造の資金調達に対する経営陣の承認を既に受けている。

長期的な出力増強に関連する改造の実施によって生じる線量の継続的影響もある。2008年に米国NRCによる出力増強の承認を受けたサイトには、Susquehanna（13%）、Vogtle（1.7%）、Hope Creek（15%）、Comanche Peak（4.5%）、Cooper（1.6%）、Davis Besse（1.6%）及びMillstone（7%）が含まれていた。合計で17,179.2 MWthが、2008年の米国NRC出力増強承認によって許可された。出力増強は、一般的に、BWRの湿分分離器の改造、タービンの改造及び原子炉容器の改造を含む追加的な年間線量をもたらす大幅なプラント内改造を必要とする。

米国の ALARA 検査手順の更新

2000 年以降、米国 NRC は、プラントの ALARA パフォーマンスの指標として 3 年移動平均集団線量を用いてきた。職業放射線安全基本項目の重要度決定プロセスにおいて、各認可取得者の 3 年移動平均が、以前（1995～1997 年）に定められた基準（PWR の場合は 1.35 人・Sv/炉、BWR の場合は 2.40 人・Sv/炉）と比較され、翌年の ALARA 検査のレベルを決定する助けとされる。2006～2008 年の場合は、2 基の PWR ユニットが PWR 基準を超えており、BWR 基準を超えた BWR ユニットはなかった。

NRC は、ICRP-103 公告を考慮して見込まれる（年間及び／又は 5 年）線量限界の改定に対する準備計画を立てており、業界は、見込まれる線量限界の変更の影響とこうした変更を緩和する手段について理解するための努力を継続している。米国の放射線安全に関する議論は、線量拘束値の概念のさらなる複雑さと、仮にそうだとした場合、特に原子力発電所とその他の分野（すなわち医療、工業及び研究）でそれをいかに解釈／実施するかということに焦点を当てている。

米国 NRC は、将来の放射線防護関連検査に対する新しい放射線防護マニュアルを作成している最中である。現行のマニュアルは 6 つの検査領域を有しているが、新しいマニュアルは危険物質の管理と緊急時計画の追加により 8 つの検査領域を有するものとなる。8 つの検査モジュールは、放射線防護略式手順の実施に組み込まれる予定である。このモジュールは、観察をベースとする検査アプローチに焦点を当てたものである。

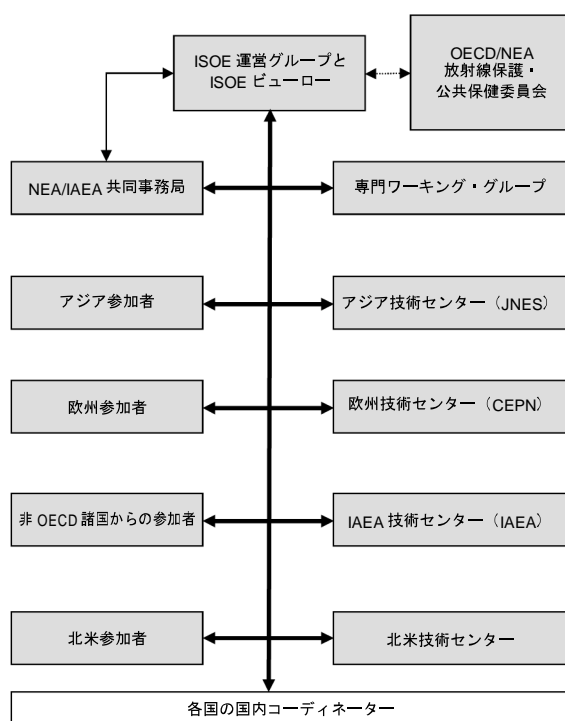
附属書 1

ISOE の組織構造と 2009 年に対する作業プログラム案

A.1 ISOE の組織構造

ISOE は分散的な形態で運営されている。運営グループは、全参加国からの電気事業者と規制当局の代表者により構成され、NEA 及び IAEA の共同事務局の補佐を得て、全般的な指令を発信する。ISOE 運営グループは、NEA 放射線防護・公共保健委員会を通じて原子力機関運営委員会に報告を行う。組織構造に関するさらなる情報については、NEA のウェブサイト (www.nea.fr) を参照のこと。

4 つの ISOE 技術センター（欧州、北米、アジア及び IAEA）は、プログラムの日常の技術的運営を管理し、参加者間の情報伝達の接点としての役割を果たしている。各国における国内コーディネーターは、ISOE 参加者と ISOE プログラムの間の連絡路を提供する。国内コーディネーターのリストを附属書 6 に示す。



A.2 2009 年の ISOE 作業プログラム

第 18 回 ISOE 運営グループ会議（2007 年 11 月）で承認された 2009 年の ISOE 作業プログラムには下記のものが含まれる。

1) ISOE データベースの管理

データの収集と管理

ISOE 1 及び ISOE 2 のデータ収集：ISOE の参加者は、自身の開発及び実施状況に応じて、Microsoft ACCESS の下での ISOE ソフトウェアを使用するか、新しい ISOE ネットワーク・データ入力モジュールを通すか、又はその両方により、自身の 2008 年の ISOE 1 及び ISOE 2 のデータを提供する。

ISOE 3 報告書の収集：ISOE ネットワークが、新しい ISOE 3 タイプの情報（すなわち、特定の運転又はタスクについての放射線防護関連情報）の交換と記録のために使用される。すべての新しい ISOE 3 報告書は、ウェブサイトで入手できる新しい様式／テンプレートを用いて ISOE ネットワークの ALARA ライブラリに掲示される。掲示されたすべての情報は、キーワード又はトピックスにより検索可能となり、それによって効果的なウェブベースの情報交換 ALARA 情報ポータルの実施を通じて ISOE 3 の経験交換の目的を達成することができるようになる。

正式 ISOE データベースの管理

データのオンライン更新：ISOE ネットワーク解析モジュールを通じて入手可能なデータは、2009 年 6 月にまず ETC により更新され、その後はその年の残りの期間中規則的な間隔で更新される。オンライン・データ入力モジュールの開発スケジュールに従い、ISOE ネットワークを通じて直接提出されるデータは、データが有効化されるとすぐに入手可能となる。

正式データベースのリリース：完成されたデータベースの年次 CD-ROM は、2008 年のデータも含めて、2009 年末にリリースされる。

ISOEDAT オンラインの継続的開発

ISOE 1 についてのネット対応型データ入力モジュールの開発に焦点を絞った ISOEDAT ウェブ移行のフェーズ 2 が完了し、ISOE ネットワーク上で実行される。ETC と NEA は、ISOE 1 質問票に対するオンライン・ヘルプ／ユーザーズ・ガイドを作成及び提供するとともに、オンライン・データ入力のためのアカウントを設定するためにユーザー・データの検証を行う。運営委員会の承認したプロジェクトに基づき、オンライン版の MADRAS に対する使い勝手と機能性に関する強化案は、技術センターと WGDA によって精緻化され、承認を受けてから ISOE ネットワーク上で実行される。これらには、廃止措置中の原子炉に関するデータの収集／分析に対処するための修正提案と、新しいクエリー・システムに対する提案が含まれている。ISOE 2 質問票の移行に対処するフェーズ 3 は、運営委員会が適切と考えた場合にはフェーズ 2 の開発基盤を用いて実行される。

2) ISOE の管理及びプログラム活動

ISOE 運営グループ／運営委員会

ISOE 運営グループは、ISOE ビューローの支援を得て、プログラムの進捗をその年次会議においてレビュー及び指導し、次の年の作業プログラムを策定及び承認し、具体的な活動領域を特定し、ISOE プログラムを促進し、かつサブグループに指示を与えることにより、引き続き ISOE プログラムの管理に集中する。

ISOE データ分析ワーキング・グループ

データ分析ワーキング・グループ (WGDA) 又は技術センターは、必要に応じて下記を実施する。

- ISOE データの収集の完全性と質を引き続きレビューする。

- 特定された使用の技術分析を実施して ISOE 会員に発信し、ISOE 年次報告書の作成に寄与する。
- ISOEDAT ウェブ対応データ入力モジュールに対するオンライン・ヘルプ/ユーザーズ・ガイドを検証する。
- 停止中又は廃止措置のある段階にある原子力発電所からのデータの収集と分析を強化するための技術提案を精緻化して、承認された ISOEDAT の修正を実行する。
- 技術提案を精緻化し、新しいクエリー・システムの実施を通じて承認された ISOEDAT データ分析機能の強化を実施する。
- エンド・ユーザーからのフィードバックに基づき、そして ISOE 年次報告書を裏付けるために、運営委員会により指示されたその他の技術分析を実施する。
- 発生源を低減させるための亜鉛注入の使用に関する調査の展開について検討する。

BSS の改訂に関する特別専門家グループ

BSS の改訂に関する特別専門家グループは、草案（ISOE 共同ビューローにより提供される）の入手可能性と、（BSS 共同スポンサー組織の 1 つとして）定められた NEA/CRPPH レビュー・プロセスを通じて改訂プロセスにコメントを提供する機会に従い、改訂された国際基本安全基準の細目を職業放射線防護の優良慣行の観点からレビューするために適宜会合を持つ。

NEA/CRPPH-ISOE の共同活動：職業被ばくに関する専門家グループ (EGOE)

EGOE が NEA 放射線防護・公共保健委員会（CRPPH）によって創設され、ISOE にその活動への参加が請われた。ISOE メンバーは、EGOE が定めた会議スケジュールに従って EGOE に引き続き参加する。

2009 年の会議スケジュール

ISOE プログラムの定期会議は下記のスケジュールに従って継続される。

2009 年の ISOE 会議 (特別会議を除く)	5 月	11 月
技術センター調整会議	×	×
ISOE ビューロー	×	×
データ分析ワーキング・グループ	×	×
第 19 回 ISOE 運営委員会会議 (パリ)		×

ISOE の刊行物と報告書

2008 年には下記の ISOE 刊行物と報告書が作成され発行される。成果品は、適宜、ISOE ネットワークを通じて入手することができるようになる。

- ISOE 年次報告書 2007：2008 年 9 月に第 17 回年次報告書（2007）を発行する。
- ISOE 規約：改訂版 ISOE 規約（2008～2011）を履行する。
- ISOE ニュース：発行の頻度に関する ISOE 運営グループの決定に従い、ISOE ニュースを通じた現行の ISOE 情報の電子的な発行を継続する。
- ISOE シンポジウム議事録：ETC は、各センターから ETC に提供される利用可能なシンポジウム議事録と報告書によって ISOE ネットワークを更新する。
- 報告書：原子力発電所における職業放射線防護の最適化のための作業管理。

- **ベンチマーキング視察報告書**：ISOE の下で企画されたベンチマーキング視察の報告書は、ISOE ネットワークを通じて ISOE 会員が入手できるようになる。さらに、ETC は、ISOE 資源の外部で企画されたベンチマーキング視察についても、訪問したプラントの同意を得た上で ISOE 参加者がその報告書を入手できるようにするため、最善の努力をする。
- **ISOE パンフレット**：ISOE パンフレットを発行し、ISOE ネットワークに関する詳細情報にリンクした電子版を作成する。

3) ISOE ALARA シンポジウム

国際シンポジウム

- 2009 年 ISOE 国際 ALARA シンポジウム、ウィーン、オーストリア（2009 年 10 月 12～15 日）、IAEA の企画。
- 2010 年 ISOE 国際 ALARA シンポジウム、ケンブリッジ、英国（2010 年 11 月 17～19 日）、ETC の企画。

地域シンポジウム

- 2009 年 ISOE 北米 ALARA シンポジウム、Ft. Lauderdale、米国（2009 年 1 月 12～14 日）、NATC の企画。
- 2009 年 ISOE アジア地域シンポジウム、日本（2009 年秋）、ATC の企画。

4) ISOE ネットワーク・ウェブサイト管理と技術センターの入り

ネットワーク・ウェブサイト管理

再設計された ISOE ネットワーク・ウェブサイトと ISOEDAT データ入力モジュールが実施される。運営委員会のガイダンスに従い、ISOE ネットワーク・ウェブサイトの強化についての開発と実施が継続される。ユーザーのニーズを満たすために ISOE ネットワーク・ツールの使用に関する訓練セッションが企画される（要請に応じて ETC が企画する）。

ISOE ネットワークに対する技術センターの入り

技術センターは、引き続き自身の情報を ISOE ネットワークへの掲示に利用できるようにする。ETC は、引き続きすべての地域からのすべての情報と成果を、それが利用可能となり次第掲示する。ETC は、ウェブサイト・フォーラム上に掲示される統合要請文書と e-メールで受領する当該文書を引き続き作成する。これらの文書は、ウェブサイト・フォーラム上にも掲示され、その要請文書にも添付される。

5) インフォメーション・シート、技術報告書及び情報交換

2009年に予定されている技術センター情報シート		
年次分析	ATC	ETC
日本の線量測定結果：2008年度のデータと傾向	×	
日本のPWR及びBWRにおける2008年度の定期検査の際の職業被ばく	×	
韓国（大韓民国）：2008年の国内線量傾向の要約	×	
欧州の2008年の線量測定結果		×
特殊分析		
停止期間の変化の分析		×
蒸気発生器交換の線量測定結果の更新		×

情報交換活動：

技術センターは引き続き、技術的フィードバックについてのユーザーからの特別な要請に対応し、電気事業者又は規制当局のメンバーとしてのアクセス特権に応じて世界のすべての参加者との情報を共有する。

その他の技術センターの文書と報告書

ETC は、ISOE 1 データベースの完全性の分析を示す文書を作成する。

6) ISOE 企画のベンチマーキング視察

2008 年には、下記のサイトのベンチマーキング視察を、技術センターが ISOE WGDA 及び運営委員会と協力して ISOE の下で企画する予定である。

2009 年のベンチマーキング視察	
ETC	ISOE の下で計画されたものはない。 CEPN-EDF 視察は、ISOE 資金ではなく ISOE 契約を用いて企画される予定である（例えば 2009 年 1 月の Doel NPP（ベルギー））。
IAEATC	CANDU 間のベンチマーキング視察については調査中。

7) その他のトピックス

ISOE の利用の促進

- すべてのユーザーは、ユーザー宛の e-メールによりウェブサイトの更新が通知される。その他の潜在的ユーザー及び利害関係者は、ISOE の宣伝用パンフレットの改訂版を受け取る。
- ユーザーからフィードバックを収集し、ユーザーに情報を提供するメカニズムは、ISOE ネットワークとその他の適切な手段により履行される。
- ISOE に関するさらなる情報は、IAEA 加盟国（非 OECD 諸国）への IAEA 技術協力プロジェクトを通じて非 OECD 諸国の参加者に配付される。

附属書 2

ISOE 刊行物のリスト

報告書

1. 原子力発電所における職業放射線防護を最適化する作業管理、OECD、2009年
2. 原子力発電所における職業被ばく：ISOEプログラムの第17年次報告書（2007年）、OECD、2009年
3. 原子力発電所における職業被ばく：ISOEプログラムの第16年次報告書（2006年）、OECD、2008年
4. 原子力発電所における職業被ばく：ISOEプログラムの第15年次報告書（2005年）、OECD、2007年
5. 原子力発電所における職業被ばく：ISOEプログラムの第14年次報告書（2004年）、OECD、2006年
6. 原子力発電所における職業被ばく：ISOEプログラムの第13年次報告書（2003年）、OECD、2005年
7. 運転時の放射線防護の最適化、OECD、2005年
8. 原子力発電所における職業被ばく：ISOEプログラムの第12年次報告書（2002年）、OECD、2004年
9. 原子力発電所における職業被ばくの管理：第3回ISOE欧州ワークショップ、Portoroz、スロベニア、2002年4月17～19日、OECD、2003年
10. ISOE－情報リーフレット、OECD、2003年
11. 原子力発電所における職業被ばく：ISOEプログラムの第11年次報告書（2001年）、OECD、2002年
12. ISOE－職業被ばくに関する情報システム、10年間の経験、OECD、2002年
13. 原子力発電所における職業被ばく：ISOEプログラムの第10年次報告書（2000年）、OECD、2001年
14. 原子力発電所における職業被ばく：ISOEプログラムの第9年次報告書（1999年）、OECD、2000年
15. 原子力発電所における職業被ばく：ISOEプログラムの第8年次報告書（1998年）、OECD、1999年
16. 原子力発電所における職業被ばく：ISOEプログラムの第7年次報告書（1997年）、OECD、1999年
17. 原子力発電業界における作業管理、OECD、1997年（中国語、ドイツ語、ロシア語及びスペイン語版も入手可能）
18. ISOE－第6年次報告書：原子力発電所における職業被ばく：1969～1996年、OECD、1998年
19. ISOE－第5年次報告書：原子力発電所における職業被ばく：1969～1995年、OECD、1997年
20. ISOE－第4年次報告書：原子力発電所における職業被ばく：1969～1994年、OECD、1996年

21. ISOE - 第3年次報告書：原子力発電所における職業被ばく：1969～1993年、OECD、1995年
22. ISOE - OECD諸国における原子力発電所職業被ばく：1969～1992年、OECD、1994年
23. ISOE - OECD諸国における原子力発電所職業被ばく：1969～1991年、OECD、1993年

ISOE ニュース

No. 12： 2008年10月	No. 6: 2005年6月
No. 11： 2007年12月	No. 5: 2005年4月
No. 10： 2007年7月	No. 4: 2004年12月
No. 9： 2006年3月	No. 3: 2004年7月
No. 8： 2005年12月	No. 2: 2004年3月
No. 7： 2005年10月	No. 1: 2003年12月

ISOE 情報シート

アジア技術センター

No. 31：2007年11月	大韓民国：国内線量傾向の要約
No. 30：2007年10月	日本の線量測定結果：2006年度のデータと傾向
No. 29：2006年11月	日本の線量測定結果：2005年度のデータと傾向
No. 28：2005年11月	日本の線量測定結果：2004年度のデータと傾向
No. 27：2004年11月	大韓民国における放射線防護の達成点と問題点
No. 26：2004年11月	2003年度に終了したPWRとBWRの定期検査に際する日本の職業被ばく
No. 25：2004年11月	日本の線量測定結果：2003年度のデータと傾向
No. 24：2003年10月	日本におけるシュラウド交換に際しての職業被ばく
No. 23：2003年10月	日本における蒸気発生器交換に際しての職業被ばく
No. 22：2003年10月	大韓民国：国内線量傾向の要約
No. 21：2003年10月	2002年度に終了したPWRとBWRの定期検査に際する日本の職業被ばく
No. 20：2003年10月	日本の線量測定結果：2002年度のデータと傾向
No. 19：2002年10月	大韓民国：国内線量傾向の要約
No. 18：2002年10月	2001年度に終了したPWRとBWRの定期検査に際する日本の職業被ばく
No. 17：2002年10月	日本の線量測定結果：2001年度のデータと傾向
No. 16：2001年10月	2000年度に終了したPWRとBWRの定期検査に際する日本の職業被ばく
No. 15：2001年10月	日本の線量測定結果：2000年度のデータと傾向
No. 14：2000年9月	1999年度に終了したLWRの定期検査に際する日本の職業被ばく
No. 13：2000年9月	日本の線量測定結果：1999年度のデータと傾向
No. 12：1999年10月	1998年度に終了したLWRの定期検査に際する日本の職業被ばく
No. 11：1999年10月	日本の線量測定結果：1998年度のデータと傾向
No. 10：1999年11月	ABWRの第1回年次検査停止の経験
No. 9：1999年10月	日本のBWRにおける原子炉内部機器の交換と系統全体の除染
No. 8：1998年10月	1997年度に終了したLWRの定期検査に際する日本の職業被ばく
No. 7：1998年10月	日本の線量測定結果：1997年度のデータ
No. 6：1997年9月	1996年度に終了したLWRの定期検査に際する日本の職業被ばく
No. 5：1997年9月	日本の線量測定結果：1996年度のデータ
No. 4：1996年7月	1995年度に終了したLWRの定期検査に際する日本の職業被ばく
No. 3：1996年7月	日本の線量測定結果：1995年度のデータ
No. 2：1995年10月	1994年度に終了したLWRの定期検査に際する日本の職業被ばく

No. 1 : 1995年 10月 日本¹⁾の線量測定結果 : 1994年度のデータ

欧州技術センター

No. 47 : 2007年の欧州の線量測定結果
No. 46 : 2007年 10月 2006年における欧州の線量測定結果
No. 44 : 2006年 7月 2005年における欧州の予備的線量測定結果
No. 43 : 2006年 5月 Essenのシンポジウムからの結論と勧告
No. 42 : 2005年 11月 欧州における自営の作業員
No. 41 : 2005年 10月 欧州の原子炉における年次停止の期間と線量の更新情報 (1994~2004年)
No. 40 : 2005年 8月 作業員の内部汚染慣行の調査
No. 39 : 2005年 7月 2004年における欧州の予備的線量測定結果
No. 38 : 2004年 11月 欧州の原子炉における年次停止の期間と線量の更新情報 (1993~2003年)
No. 37 : 2004年 7月 NPPにおける職業被ばく管理に関する第4回欧州 ISOE ワークショップからの結論と勧告
No. 36 : 2003年 10月 欧州の原子炉における年次停止の期間と線量の更新情報 (1993~2002年)
No. 35 : 2003年 7月 2002年における欧州の予備的線量測定結果
No. 34 : 2003年 7月 人・シーベルトの金銭的価値の調査 (2002年更新)
No. 33 : 2003年 3月 欧州の原子炉における年次停止の期間と線量の更新情報 (1993~2001年)
No. 32 : 2002年 11月 原子力発電所における職業被ばく管理に関する第3回欧州 ISOE ワークショップからの結論と勧告
No. 31 : 2002年 7月 2001年における欧州の予備的線量測定結果
No. 30 : 2002年 4月 職業被ばく及び蒸気発生器交換—更新
No. 29 : 2002年 4月 欧州諸国の規制における基本安全基準の履行
No. 28 : 2001年 12月 1995年から 2000年までの業務当たり集団線量の傾向
No. 27 : 2001年 10月 欧州の原子炉における年次停止の期間と線量
No. 26 : 2001年 7月 2000年における欧州の予備的線量測定結果
No. 25 : 2000年 6月 原子力発電所における職業被ばく管理に関する第2回 EC/ISOE ワークショップからの結論と勧告
No. 24 : 2000年 6月 BWRと CANDUの姉妹ユニット・グループのリスト
No. 23 : 2000年 6月 1999年における欧州の予備的線量測定結果
No. 22 : 2000年 5月 一部の欧州の PWRにおける断熱業務に関連する集団線量の推移の分析
No. 21 : 2000年 5月 NPPにおける外国人作業員に対するアクセス及び線量測定フォローアップ規則についての調査
No. 20 : 1999年 4月 1998年における欧州の予備的線量測定結果
No. 19 : 1998年 10月 ISOE 3 データベース—受領した新 ISOE 3 質問票 (1998年 9月以降)
No. 18 : 1998年 9月 1997年における人・シーベルトの金銭的価値の使用
No. 17 : 1998年 12月 職業被ばく及び蒸気発生器交換、更新
No. 16 : 1998年 7月 1997年における欧州の予備的線量測定結果
No. 15 : 1998年 9月 業務当たりの PWR 集団線量 1994~1995~1996年のデータ
No. 14 : 1998年 7月 業務当たりの PWR 集団線量 1994~1995~1996年のデータ
No. 12 : 1997年 9月 職業被ばく及び原子炉容器焼鈍
No. 11 : 1997年 9月 年間個人線量の分布 : 入手データ及び統計的バイアス
No. 10 : 1997年 6月 1996年における欧州の予備的線量測定結果
No. 9 : 1996年 12月 原子炉容器上蓋の交換

- No. 7 : 1996年 6月 1995年における欧州の予備的線量測定結果
- No. 6 : 1996年 4月 最初の3回の系統全体除染の概要
- No. 4 : 1995年 6月 1994年における欧州の予備的線量測定結果
- No. 3 : 1994年 6月 欧州における最初の線量測定結果：1993年のデータ
- No. 2 : 1994年 5月 原子炉の使用年数及び設備出力が集団線量に及ぼす影響：1992年のデータ
- No. 1 : 1994年 4月 職業被ばく及び蒸気発生器交換

IAEA 技術センター

- No. 9 : 2003年 8月 2002年における予備的線量測定結果
- No. 8 : 2002年 11月 原子力発電所における職業被ばく管理に関する第3回欧州 ISOE ワークショップからの結論と勧告
- No. 7 : 2002年 10月 2001年に収集された被ばくデータに関する情報
- No. 6 : 2001年 6月 2000年における予備的線量測定結果
- No. 5 : 2000年 9月 1999年における予備的線量測定結果
- No. 4 : 1999年 4月 原子力発電所の運転における ALARA 原則の履行と管理に関する IAEA ワークショップ、ウィーン、1998年 4月 22～23日
- No. 3 : 1999年 4月 原子力発電所における職業放射線防護の改善に関する IAEA 技術協力プロジェクト
- No. 2 : 1999年 4月 職業放射線防護に関する IAEA 刊行物
- No. 1 : 1995年 10月 ISOE 専門家会議

北米技術センター

- NATC-No. 05-6 : カナダの CANDU の3年移動平均年間線量の比較 (2002～2004年)
- NATC-No. 05-5 : 米国の BWR の3年移動平均年間線量の比較 (2002～2004年)
- NATC-No. 05-2 : 2004年における米国の BWR の燃料取替停止の継続期間と線量傾向
- NATC-No. 05-1 : 2004年における米国の PWR の燃料取替停止の継続期間と線量傾向
- NATC-No. 04-4 : 米国の PWR の3年移動平均年間線量の比較 (2002～2004年)
- No. 02-6 : 2002年 回避された人・レムの金銭的価値
- No. 02-5 : 2002年 7月 米国の BWR の2001年における職業線量のベンチマーキング・チャート
- No. 02-4 : 2002年 7月 米国の PWR の2001年における職業線量のベンチマーキング・チャート
- No. 02-2 : 2002年 7月 米国の BWR の3年移動平均年間線量の比較 (1999～2001年)
- No. 02-1 : 2002年 11月 米国の PWR の3年移動平均年間線量の比較 (1999～2001年)
- No. 8 : 2001年 回避された人・レムの金銭的価値：2000年
- No. 7 : 2001年 米国の BWR の2000年における職業線量のベンチマーキング・チャート
- No. 6 : 2001年 米国の PWR の2000年における職業線量のベンチマーキング・チャート
- No. 5 : 2001年 CANDU の3年移動平均年間線量の比較、1998～2000年
- No. 4 : 2001年 米国の BWR の3年移動平均年間線量の比較、1998～2000年
- No. 3 : 2001年 米国の PWR の3年移動平均年間線量の比較、1998～2000年
- No. 2 : 1998年 回避された人・レムの金銭的価値、1997年
- No. 1 : 1996年 7月 原子力発電所の放射線防護に対するスウェーデンのアプローチ：Peter Knapp による NATC サイト視察報告書

ISOE 国際及び地域シンポジウム

アジア技術センター

- 2008年11月 敦賀、日本、2008年 ISOE 国際 ALARA シンポジウム
- 2007年9月 ソウル、韓国、2007年 ISOE アジア地域 ALARA シンポジウム
- 2006年10月 湯沢、日本、2006年 ISOE アジア地域 ALARA シンポジウム
- 2005年11月 浜岡、日本、第1回アジア ALARA シンポジウム

欧州技術センター

- 2008年6月 Turku、フィンランド、2008年 ISOE 欧州地域 ALARA シンポジウム
- 2006年3月 Essen、ドイツ、2006年 ISOE 国際 ALARA シンポジウム
- 2004年3月 Lyon、フランス、原子力発電所の職業被ばく管理に関する第4回 ISOE 欧州ワークショップ
- 2002年4月 Portoroz、スロベニア、原子力発電所の職業被ばく管理に関する第3回 ISOE 欧州ワークショップ
- 2000年4月 Tarragona、スペイン、原子力発電所の職業被ばく管理に関する第2回 EC/ISOE ワークショップ
- 1998年9月 Malmö、スウェーデン、原子力発電所の職業被ばく管理に関する第1回 EC/ISOE ワークショップ

北米技術センター

- 2008年1月 フロリダ州 Ft. Lauderdale、米国、2008年 ISOE 北米 ALARA シンポジウム
- 2007年1月 フロリダ州 Ft. Lauderdale、米国、2007年 ISOE 国際 ALARA シンポジウム
- 2006年1月 フロリダ州 Ft. Lauderdale、米国、2006年 ISOE 北米 ALARA シンポジウム
- 2005年1月 フロリダ州 Ft. Lauderdale、米国、2005年 ISOE 国際 ALARA シンポジウム
- 2004年1月 フロリダ州 Ft. Lauderdale、米国、2004年北米 ALARA シンポジウム
- 2003年1月 フロリダ州 Orlando、米国、2003年国際 ALARA シンポジウム
- 2002年2月 フロリダ州 Orlando、米国、北米国内 ALARA シンポジウム
- 2001年2月 フロリダ州 Orlando、米国、2001年国際 ALARA シンポジウム
- 2000年1月 フロリダ州 Orlando、米国、北米国内 ALARA シンポジウム
- 1999年1月 フロリダ州 Orlando、米国、第2回国際 ALARA シンポジウム
- 1997年3月 フロリダ州 Orlando、米国、第1回国際 ALARA シンポジウム

附属書3

更新版 ISOE 規約（2008～2011 年）の下での ISOE 参加状況

注：この附属書は、本報告書の刊行時点（2010年2月）での ISOE 正式参加の状況を示している。

正式参加電気事業者：運転中の原子炉

国名	電気事業者 ¹	プラント名	
アルメニア	Armenian (Medzamor) NPP	Medzamor 2 号機	
ベルギー	Electrabel	Doel 1、2、3、4 号機	Tihange 1、2、3 号機
ブラジル	Eletronuclear A/S	Angra 1、2 号機	
ブルガリア	Kozloduy 原子力発電所	Kozloduy 5、6 号機	
カナダ	Bruce Power Hydro Quebec New Brunswick Power Ontario Power Generation	Bruce A1、A2、A3、A4 号機 Gentilly 2 号機 Pt. Lepreau Darlington 1、2、3、4 号機	Bruce B5、B6、B7、B8 号機 Pickering A1、A2、A3、A4 号機 Pickering B5、B6、B7、B8 号機
中国	Guangdong 原子力発電共同企業体株式会社 Ling Ao 原子力発電株式会社	Daya Bay 1、2 号機 Ling Ao 1、2 号機	
チェコ共和国	CEZ	Dukovany 1、2、3、4 号機 Temelín 1、2 号機	
フィンランド	Fortum Power and Heat Oy Teollisuuden Voima Oyj	Loviisa 1、2 号機 Olkiluoto 1、2 号機	
フランス	Électricité de France (EDF)	Bellevalle 1、2 号機 Blayais 1、2、3、4 号機 Bugey 2、3、4、5 号機 Cattenom 1、2、3、4 号機 Chinon B1、B2、B3、B4 号機 Chooz B1、B2 号機 Civaux 1、2 号機 Cruas 1、2、3、4 号機 Dampierre 1、2、3、4 号機 Fessenheim 1、2 号機	Flamanville 1、2 号機 Golfech 1、2 号機 Gravelines 1、2、3、4、5、6 号機 Nogent 1、2 号機 Paluel 1、2、3、4 号機 Penly 1、2 号機 Saint-Alban 1、2 号機 Saint Laurent B1、B2 号機 Tricastin 1、2、3、4 号機

¹ 複数の所有者及び／又は事業者が関与している場合には、主導事業者のみを記載している。

国名	電気事業者	プラント名
ドイツ	E.ON Kernkraft GmbH EnBW Kernkraft AG RWE Power AG Vattenfall Europe Nuclear Energy GmbH	Brokdorf Isar 1、2 号機 Grafenrheinfeld Unterweser Grohnde Philippsburg 1、2 号機 Gemeinschaftskraftwerk-Neckar 1、2 号機 Biblis A、B 号機 Emsland Gundremmingen B、C 号機 Brunsbüttel Krümmel
ハンガリー	Magyar Villamos Muvek Zrt	Paks 1、2、3、4 号機
日本	中部電力株式会社 中国電力株式会社 北海道電力株式会社 北陸電力株式会社 日本原子力発電株式会社 関西電力株式会社 九州電力株式会社 四国電力株式会社 東北電力株式会社 東京電力株式会社	浜岡 1、2、3、4、5 号機 島根 1、2 号機 泊 1、2、3 号機 志賀 1、2 号機 東海 2 号機 敦賀 1、2 号機 美浜 1、2、3 号機 高浜 1、2、3、4 号機 大飯 1、2、3、4 号機 玄海 1、2、3、4 号機 仙台 1、2 号機 伊方 1、2、3 号機 女川 1、2、3 号機 東通 1 号機 福島第一 1、2、3、4、5、6 号機 柏崎刈羽 1、2、3、4、5、6、7 号機 福島第二 1、2、3、4 号機
韓国	Korean Hydro and Nuclear Power	Kori 1、2、3、4 号機 Wolsong 1、2、3、4 号機 Ulchin 1、2、3、4、5、6 号機 Yonggwang 1、2、3、4、5、6 号機
メキシコ	Comisión Federal de Electricidad	Laguna Verde 1、2 号機
ルーマニア	Societatea Nationala Nuclearelectrica	Cernavoda 1、2 号機
ロシア連邦	Energoatom Concern OJSC	Balakovo 1、2、3、4 号機 Novovoronezh 3、4、5 号機 Kalinin 1、2、3 号機 Volgodonsk 1 号機 Kola 1、2、3、4 号機
スロバキア共和国	JAVYS Slovenské Elektrárne	JAVYS 1、2 号機 Bohunice 3、4 号機 Mochovce 1、2 号機
スロベニア	Nuklearna Elektrarna Krško	Krško 1 号機
南アフリカ	ESKOM	Koeberg 1、2 号機
スペイン	UNESA	Almaraz 1、2 号機 Santa Maria de Garona Asco 1、2 号機 Trillo Cofrentes Vandellos 2 号機
スウェーデン	Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA) OKG Aktiebolag (OKG) Ringhals AB (RAB)	Forsmark 1、2、3 号機 Oskarshamn 1、2、3 号機 Ringhals 1、2、3、4 号機
スイス	Forces Motrices Bernoises (FMB) Kernkraftwerk Gösgen-Däniken (KGD) Kernkraftwerk Leibstadt AG (KKL) Axpo AG	Mühleberg Gösgen Leibstadt Beznau 1、2 号機
オランダ	N.V. EPZ	Borssele
ウクライナ	ウクライナ燃料・エネルギー省	Khmelnitski 1、2 号機 South Ukraine 1、2、3 号機 Rovno 1、2、3、4 号機 Zaporozhe 1、2、3、4、5、6 号機
英国	British Energy Generation Ltd.	Sizewell B 号機

国名	電気事業者	プラント名	
米国	American Electric Power Co. Constellation Energy Group	D.C. Cook 1、2 号機	
		Calvert Cliffs 1、2 号機	Nine Mile Point 1、2 号機
	Exelon Corporation	Ginna	
		Braidwood 1、2 号機	Limerick 1、2 号機
		Byron 1、2 号機	Oyster Creek 1 号機
		Clinton 1 号機	Peach Bottom 2、3 号機
		Dresden 2、3 号機	Quad Cities 1、2 号機
	First Energy Corporation	LaSalle County 1、2 号機	TMI 1 号機
		Beaver Valley 1、2 号機	Perry 1 号機
		Davis Besse 1 号機	
	Florida Power and Light	Duane Arnold 1 号機	St. Lucie 1、2 号機
		Point Beach 1、2 号機	Turkey Point 3、4 号機
	PPL Susquehanna, LLC	Seabrook Susquehanna 1、2 号機	
		South Carolina Electric Co.	Virgil C. Summer 1 号機
	Southern Nuclear Operating Co. (テネシー峡谷開発公社)	Vogtle 1、2 号機	
Tennessee Valley Authority (TVA)		Browns Ferry 1、2、3 号機	Watts Bar 1 号機
XCel Energy	Sequoyah 1、2 号機		
		Monticello	

正式参加電気事業者：最終的に停止した原子炉

国名	電気事業者	プラント名	
ブルガリア	Kozloduy 原子力発電所	Kozloduy 1、2、3、4 号機	
カナダ	Hydro Quebec Ontario Power Generation	Gentilly 1 号機 NPD	
フランス	Électricité de France (EDF)	Bugey 1 号機 Chinon A1、A2、A3 号機	Chooz A 号機 St. Laurent A1、A2 号機
ドイツ	E.ON Kernkraft GmbH EnBW Kernkraft AG Energiewerke Nord GmbH RWE Power AG	Würgassen Obrigheim AVR Jülich Mülheim-Kärlich	Stade
イタリア	SOGIN	Caorso Garigliano	Latina Trino
日本	日本原子力研究開発機構 日本原子力発電株式会社	ふげん(LWCHWR) 東海 1 号機	
リトアニア	Ignalina 原子力発電所	Ignalina 1、2 号機 (Ignalina 2 号機は 2009 年 12 月 31 日に停止)	
ロシア連邦	Energoatom Concern OJSC	Novovoronezh 1、2 号機	
スペイン	UNESA	Jose Cabrera	Vandellos 1 号機
スウェーデン	Barsebäck Kraft AB (BKAB)	Barsebäck 1、2 号機	
オランダ	BV GKN	Dodewaard	
ウクライナ	ウクライナ非常事態及びチェルノブイリ大惨事の影響からの住民防護事項担当省	Chernobyl 1、2、3 号機	
米国	Exelon Corporation	Dresden 1 号機 Peach Bottom 1 号機	Zion 1、2 号機

参加規制当局

国名	規制当局
アルメニア	Armenian Nuclear Regulatory Authority (ANRA) (アルメニア原子力規制局)
ベルギー	Federal Agency for Nuclear Control (連邦原子力規制局)
ブラジル	Comissão Nacional de Energia Nuclear
ブルガリア	Bulgarian Nuclear Regulatory Agency (ブルガリア原子力規制機関)
カナダ	Canadian Nuclear Safety Commission (カナダ原子力安全委員会)
チェコ共和国	State Office for Nuclear Safety (国家原子力安全局)
フィンランド	Säteilyturvakeskus (STUK) (放射線・原子力安全局)
フランス	Autorité de sûreté nucléaire (ASN) 雇用・社会連帯・住居省の Direction Générale du Travail (DGT)、原子力安全放射線防護研究所 (IRSN) が代表
ドイツ	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, represented (環境・自然保護・原子力保安省)、GRS が代表
日本	経済産業省 (METI)
韓国	教育科学技術省 (MEST) 韓国原子力安全技術院 (KINS)
リトアニア	Radiation Protection Centre (放射線防護センター)
メキシコ	Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (原子力安全防護国家委員会)
オランダ	Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid
パキスタン	Pakistan Nuclear Regulatory Authority (パキスタン原子力規制委員会)
ルーマニア	National Commission for Nuclear Activities Control (CNCAN) (原子力管理国家委員会)
スロバキア共和国	Public Health Authority of the Slovak Republic (スロバキア共和国公共保健局)
スロベニア	Slovenian Nuclear Safety Administration (SNSA) (スロベニア原子力安全管理部) Slovenian Radiation Protection Administration (SRPA) (スロベニア放射線防護管理部)
スペイン	Consejo de Seguridad Nuclear (原子力安全審議会)
スウェーデン	Swedish Radiation Safety Authority (スウェーデン放射線安全局)
スイス	Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate (ENSI) (スイス連邦原子力安全検査局)
ウクライナ	State Nuclear Regulatory Committee of Ukraine (ウクライナ国家原子力規制委員会)
米国	U.S. Nuclear Regulatory Commission (US NRC) (米国原子力規制委員会)

各国の加入技術センター

国名	技術センター*	国名	技術センター
アルメニア	IAEATC	メキシコ	NATC
ベルギー	ETC	オランダ	ETC
ブラジル	IAEATC	パキスタン	IAEATC
ブルガリア	IAEATC	ルーマニア	IAEATC
カナダ	NATC	ロシア連邦	IAEATC
中国	IAEATC	スロバキア共和国	ETC
チェコ共和国	ETC	スロベニア	IAEATC
フィンランド	ETC	南アフリカ共和国	IAEATC
フランス	ETC	スペイン	ETC
ドイツ	ETC	スウェーデン	ETC
ハンガリー	ETC	スイス	ETC
イタリア	ETC	ウクライナ	IAEATC
日本	ATC	英国	ETC
大韓民国	ATC	米国	NATC
リトアニア	IAEATC		

*注：ATC：アジア技術センター IAEATC：IAEA 技術センター
ETC：欧州技術センター NATC：北米技術センター

ISOE ネットワーク及び技術センター情報

ISOE ネットワーク・ウェブ・ポータル

ISOE ネットワーク	www.isoe-network.net
-------------	--

ISOE 技術センター

欧州地区 (ETC)	原子力防護評価研究所 (CEPN)、フォントネ・オ・ローズ、フランス
	isoe.cepn.asso.fr
アジア地区 (ATC)	原子力安全基盤機構 (JNES)、東京、日本
	www.jnes.go.jp/isoe/
IAEA 地区 (IAEATC)	国際原子力機関 (IAEA、AIEA)、ウィーン、オーストリア
	www-ns.iaea.org/tech-areas/rw-ppss/isoe-iaea-tech-centre.htm
北米地区 (NATC)	イリノイ大学、アーバナ・シャンペーン、イリノイ州、米国
	www.natcisoe.org

共同事務局

NEA (パリ)	www.nea.fr/html/jointproj/isoe.html
IAEA (ウィーン)	www-ns.iaea.org/tech-areas/rw-ppss/isoe.htm

国際協力

- 欧州委員会 (EC)
- 原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR)

附属書 4

ISOE ビューロー、事務局及び技術センター

ISOE 運営グループ・ビューロー

	2007	2008	2009	2010
議長 (電気事業者)	水町 涉 原子力安全基盤機構 日本		SIMIONOV, Vasile Cernavoda NPP ルーマニア	
次期議長 (電気事業者)		SIMIONOV, Vasile Cernavoda NPP ルーマニア	ABELA, Gonzague EDF フランス	
副議長 (規制当局)		RIIHILUOMA, Veli フィンランド放射線・原子力安全局(STUK) フィンランド	HOLAHAN, Vincent 米国原子力規制委員会 米国	
前議長 (電気事業者)		GAGNON, Jean-Yves Centrale Nucleaire Gentilly-2 カナダ	水町 涉 原子力安全基盤機構 日本	

ISOE 共同事務局

OECD 原子力機関 (OECD/NEA)

AHIER, Brian (2010年6月まで)

Tel : +33 1 45 24 10 45

OECD 原子力機関

E メール : brian.ahier@oecd.org

放射線防護・放射性廃棄物管理

12, boulevard des Iles

F-92130 Issy-les-Moulineaux, France

国際原子力機関 (IAEA)

DEBOODT, Pascal (2009年7月まで)

問い合わせ先 :

HUNT, John (2009年7月から)

PUCHER, Inge

IAEA 技術センター

Tel : +43 1 2600 22717

放射線安全・モニタリング課

E メール : I.pucher@iaea.org

国際原子力機関

P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria

CZARWINSKI, Renate

放射線安全・モニタリング課長

放射線・輸送・廃棄物安全部

国際原子力機関

P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria

ISOE 技術センター

アジア技術センター (ATC)

林田 芳久
アジア技術センター
原子力安全基盤機構 (JNES)
TOKYU REIT 虎ノ門ビル 7階
東京都港区虎ノ門 3-17-1
〒105-0001、日本

Tel : +81 3 4511 1801
E メール : hayashida-yoshihisa@jnes.go.jp

欧州技術センター (ETC)

SCHIEBER, Caroline
欧州技術センター—CEPN
28, rue de la Redoute
F-92260 Fontenay-aux-Roses, France

Tel : +33 1 55 52 19 39
E メール : schieber@cepn.asso.fr

IAEA 技術センター (IAEATC)

DEBOODT, Pascal (2009年7月まで)
HUNT, John (2009年7月以降)
IAEA 技術センター
放射線安全・モニタリング課
国際原子力機関
P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria

問い合わせ先 :
PUCHER, Inge
Tel : +43 1 2600 22717
E メール : I.pucher@iaea.org

北米技術センター (NATC)

MILLER, David W.
NATC 地域コーディネーター
北米 ALARA センター
放射線防護部
Cook 原子力発電所
One Cook Place
Bridgman, Michigan 49106, USA

Tel : +1 269 465 5901 x 2305
E メール : dwmiller2@aep.com

ISOE ニュース編集者

スロベニア

BREZNIK Borut

Krsko NPP

附属書 5

ISOE ワーキング・グループ（2008、2009 年）

ISOE データ分析ワーキング・グループ（WGDA）

議長：ZORRILLA, Sergio（メキシコ） 副議長：KAULARD, Jorg（ドイツ）

ベルギー

PETIT, Philippe Electrabel

カナダ

DJEFFAL, Salah カナダ原子力安全委員会

GAGNON, Jean-Yves Centrale Nucleaire Gentilly-2

チェコ共和国

FARNIKOVA, Monika Temelin NPP

KOC, Josef Temelin NPP

フランス

ABELA, Gonzague EDF

BADAJOS, Caroline CEPN (ETC)

D'ASCENZO, Lucie CEPN (ETC)

SCHIEBER, Caroline CEPN (ETC)

ドイツ

KAPTEINAT, Peter VGB-PowerTech

KAULARD, Jorg Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit mbH

STRUB, Erik Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit mbH

TAYLOR, Thomas VGB-PowerTech

日本

林田 芳久 原子力安全基盤機構（ATC）

水町 渉 原子力安全基盤機構（ATC）

大韓民国

CHOI, Won-Chul 韓国原子力安全技術院（KINS）

メキシコ

ZORRILLA, Sergio H. Central Laguna Verde

ルーマニア

SIMIONOV, Vasile Cernovoda NPP

ロシア連邦

GLASUNOV, Vadim ロシア原子力発電所運転研究所（VNIAES）

スロベニア

BREZNIK, Borut Krsko NPP

スペイン

GARROTE PEREZ, Fernando TECNATOM

GOMEZ-ARGUELLO GORDILLO, Beatriz TECNATOM

LABARTA, Teresa Consejo de Seguridad Nuclear（原子力安全審議会）

スウェーデン

HENNIGOR, Staffan Forsmarks Kraftgrupp AB

SVEDBERG, Torgny Ringhals AB

米国

DOTY, Rick	PPL Susquehanna LLC
HAGEMEYER, Derek	オークリッジ大学連盟 (ORAU)
HOLAHAN, Vincent	米国原子力規制委員会
LEWIS, Doris	米国原子力規制委員会
MILLER, David .W.	D.C. Cook 発電所 (NATC)

作業管理に関する WGDA 専門家グループ

議長：水町 渉 (日本)

フランス

ABELA, Gonzague	EDF
BERTIN, Hélène	EDF
DROUET, François	CEPN (ETC)
SCHIEBER, Caroline	CEPN (ETC)

ドイツ

STEINEL, Dieter	Philippsburg NPP
-----------------	------------------

日本

林田 芳久	原子力安全基盤機構 (ATC)
水町 渉	原子力安全基盤機構 (ATC)

大韓民国

CHOI, Won-Chul	Korea Institute of Nuclear Safety (KINS) (韓国原子力安全技術院)
----------------	---

メキシコ

ZORRILLA, Sergio H.	Central Laguna Verde
---------------------	----------------------

ルーマニア

SIMIONOV, Vasile	Cernovoda NPP
------------------	---------------

ロシア連邦

GLASUNOV, Vadim	Russian Research Institute for Nuclear Power Plant Operation (VNIIAES) (ロシア原子力発電所運転研究所)
-----------------	---

スロベニア

BREZNIK, Borut	Krsko NPP
----------------	-----------

スペイン

GARROTE PEREZ, Fernando	TECNATOM
-------------------------	----------

スウェーデン

HENNIGOR, Staffan	Forsmarks Kraftgrupp AB
-------------------	-------------------------

英国

LUNN, Matthew	Sizewell B NPP
RENN, Guy	Sizewell B NPP

米国

DOTY, Rick	PPL Susquehanna LLC
HUNSICKER, John	VC Summer NGS
MILLER, David .W.	D.C. Cook 発電所 (NATC)
OHR, Ken	Quad Cities NGS

廃止措置に関する WGDA タスク・チーム

議長：KAULARD, Jorg (ドイツ)

アルメニア

AVETISYAN, Aida	Armenian Nuclear Regulatory Authority (ANRA) (アルメニア原子力規制局)
-----------------	---

フランス

CROUAIL, Pascal	CEPN (ETC)
-----------------	------------

ドイツ

JURETZKA, Peter

KAULARD, Jorg

日本

林田 芳久

水町 渉

メキシコ

ZORRILLA, Sergio H.

ルーマニア

SIMIONOV, Vasile

スペイン

ORTIZ RAMIS, Maria Teresa

スウェーデン

LINDVALL, Carl Göran

LORENTZ, Hakan

米国

MILLER, David W.

Stade NPP

Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit mbH

原子力安全基盤機構 (ATC)

原子力安全基盤機構 (ATC)

Central Laguna Verde

Cernovoda NPP

ENRESA

Barsebäck Kraft AB

Barsebäck Kraft AB

D.C. Cook 発電所 (NATC)

附属書6

ISOE 運営委員会及び国内コーディネーター（2008、2009年）¹

注：ISOE 国内コーディネーターは太字により識別する。

アルメニア

ATOYAN, Vovik Armenian Nuclear Power Plant Company (アルメニア原子力発電所会社)
AVETISYAN, Aida Armenian Nuclear Regulatory Authority (アルメニア原子力規制局)

ベルギー

PETIT, Philippe (2009年9月まで) Electrabel (Tihange NPP)
NGUYEN Thanh Trung (2009年9月から) Electrabel (Tihange NPP)
SCHRAYEN, Virginie FANC-Federal Agency for Nuclear Control
(FANC 連邦原子力規制局)

ブラジル

do AMARAL, Marcos Antônio Angra 1 & 2 NPP

ブルガリア

VALTCHEV, Georgi Kozloduy 原子力発電所
KATZARSKA, Lidia Bulgarian Nuclear Regulatory Agency (ブルガリア原子力規制機関)

カナダ

TRAHAN, Chris Bruce Power
DJEFFAL, Salah Canadian Nuclear Safety Commission (カナダ原子力安全委員会)
GAGNON, Jean-Yves Centrale Nucleaire Gentilly-2
VILLEMAIRE, Mike Pickering NPP

中国

LI, Ruirong Daya Bay NPS

チェコ共和国

KOC, Josef (2009年9月まで) Temelin NPP, CEZ a.s.
FARNIKOVA, Monika (2009年9月から) Temelin NPP, CEZ a.s.
URBANCIK, Libor State Office for Nuclear Safety (SUJB) (国家原子力安全局)

フィンランド

KONTIO, Timo FortumPower and Heat Oy
RIIHILUOMA, Veli Centre for Radiation and Nuclear Safety
(放射線・原子力安全局) (STUK)

フランス

ABELA, Gonzague EDF
GARCIER, Yves EDF
CORDIER, Gerard EDF
COUASNON, Olivier IRSN
CHEVALIER, Sophie ASN
D'ASCENZO, Lucie CEPN (ETC)
SCHIEBER, Caroline CEPN (ETC)

¹ 運営委員会に挙げられている名前の数は、ISOE 規約によって特定の国に割り当てられた投票権の数を必ずしも反映するものではない。

ドイツ	KAPTEINAT, Peter (2009年4月まで) TAYLOR, Thomas (2009年4月から) BASCHNAGEL, Michael FRASCH, Gerhard KAULARD, Joerg	VGB-PowerTech VGB-PowerTech RWE Power AG, Kraftwerk Biblis Bundesamt für Strahlenschutz Gesellschaft fuer Anlagen-und Reaktorsicherheit mbH
ハンガリー	BUJTAS, Tibor	PAKS 原子力発電所会社
イタリア	ZACCARI, Vincenzo (2009年1月まで) MANCINI, Francesco (2009年1月から) SGRILLI, Enrico	SOGIN Spa SOGIN Spa APAT
日本	林田 芳久 小林 正英 水町 涉 鈴木 晃 辻 政俊 米丸 賢一	原子力安全基盤機構 (ATC) 原子力安全基盤機構 (ATC) 原子力安全基盤機構 (ATC) 東京電力株式会社 原子力安全・保安院 (NISA) 九州電力株式会社
大韓民国	CHOI, Won-Chul An, Yong Min Hee-hwan Lee	Korea Institute of Nuclear Safety (KINS) (韓国原子力安全技術院) Korea Hydro and Nuclear Power. Co. Ltd Korea Hydro and Nuclear Power. Co. Ltd
リトアニア	PLETNIOW, Victor BALCYTIS, Gintautas	Ignalina 原子力発電所 Radiation Protection Centre (放射線防護センター)
メキシコ	ZORRILLA, Sergio H.	Central Laguna Verde
オランダ	MEERBACH, Antonius (2009年3月まで) MEIJER, Hans (2009年3月から) VAN DER WERF, Bob (2008年11月まで) BREAS, Gerard (2008年11月から)	NV EPZ NV EPZ 環境省 環境省
パキスタン	NASIM, Bushra	Pakistan Nuclear Regulatory Authority(パキスタン原子力規制機関)
ルーマニア	SIMIONOV, Vasile RODNA, Alexandru VELICU, Oana	CNE-PROD Cernavoda NPP National Commission for Nuclear Activities Control (原子力管理国家委員会) National Commission for Nuclear Activities Control (原子力管理国家委員会)
ロシア連邦	BEZRUKOV, Boris GLASUNOV, Vadim	コンツェルン ROSENERGOATOM Russian Research Institute for Nuclear Power Plant Operation (VNIIAES) (ロシア原子力発電所運転研究所)
スロバキア共和国	DOBIS, Lubomir VIKTORY, Dusan	Bohunice NPP Public Health Institute of the Slovak Republic (スロバキア共和国公共保健局)
スロベニア	BREZNIK, Borut JANZEKOVIC, Helena JUG, Nina	Krsko NPP Slovenian Nuclear Safety Administration(スロベニア原子力安全局) Slovenian Radiation Protection Administration (スロベニア放射線防護管理部)

南アフリカ共和国

MAREE, Marc

Koeberg NPS

スペイン

GOMEZ-ARGUELLO GORDILLO, Beatriz

TECNATOM

GARROTE PEREZ, Fernando

TECNATOM

LABARTA, Teresa

Consejo de Seguridad Nuclear (原子力安全審議会)

ROSALES CALVO, Maria Luisa

Consejo de Seguridad Nuclear (原子力安全審議会)

スウェーデン

SVEDBERG, Torgny

Ringhals AB

FRITIOFF, Karin (2009年10月から)

Swedish Radiation Safety Authority(スウェーデン放射線安全局)

LINDVALL, Carl Göran

Barsebäck Kraft AB

LUND, Ingemar (2009年10月まで)

Swedish Radiation Safety Authority(スウェーデン放射線安全局)

SOLSTRAND, Christer

Oskarsham

スイス

JAHN, Swen-Gunnar

HSK, Swiss Nuclear Safety Inspectorate

(スイス連邦原子力安全検査局)

ウクライナ

LISOVA, Tetyana

Department of Nuclear Energy (原子力エネルギー省)

英国

RENN, Guy

Sizewell B 発電所

ZODIATES, Tasos

Sizewell B 発電所

米国

MILLER, David .W.

D.C. Cook 発電所 (NATC)

DOTY, Richard

PPL Susquehanna, LLC

GREEN, Bill

Clinton 発電所

HOLAHAN, E. Vincent

米国原子力規制委員会

LEWIS, Doris

米国原子力規制委員会

DALY, Patrick

Exelon

OHR, Kenneth

Exelon