



ISOE 職業被ばく情報システム

第 11 年次総括報告書 (2001)

< 日本語訳 >



経済協力開発機構（OECD）

1960年12月14日パリで締結し、1961年9月30日発効した条約の第1条に従い、経済協力開発機構（OECD）は下記の方針を推進する。

- 財政的な安定を保ちつつ、条約加盟国の最高の持続的な経済成長と雇用および生活水準の向上を達成し、それにより世界経済の発展に寄与する。
- 経済発展の過程で、条約加盟国のみならず非条約加盟国の健全な経済の拡大に貢献すると共に国際的な義務に従い、多国間の非差別的な原則に基づいて、世界貿易の拡大に寄与する。

OECDの初期加盟国は、オーストリア、ベルギー、カナダ、デンマーク、フランス、ドイツ、ギリシャ、アイスランド、アイルランド、イタリー、ルクセンブルグ、オランダ、ノルウェー、ポルトガル、スペイン、スウェーデン、スイス、トルコ、イギリスおよびアメリカである。以下の国々が以後加盟した、括弧内は加盟日。日本（1964年4月28日）、フィンランド（1969年1月28日）、オーストラリア（1971年6月7日）、ニュージーランド（1973年5月29日）、メキシコ（1994年5月18日）、チェコ共和国（1995年12月21日）、ハンガリー（1996年5月7日）、ポーランド（1996年11月22日）、韓国（1996年12月12日）およびスロバキア共和国（2000年12月14日）。ヨーロッパ共同体委員会がOECDの作業に加盟している（OECD条約の第13条）

原子力機関（NEA）

OECDの原子力機関（NEA）は、OECDヨーロッパ原子力機関の名前で、1958年2月1日創設された。日本が最初の非ヨーロッパ国の正規加盟国となった1972年4月20日、現在の名称に変わった。NEA加盟国は、現在以下の28ヶ国のOECD加盟国から構成されている、オーストラリア、オーストリア、ベルギー、カナダ、チェコ共和国、デンマーク、フィンランド、フランス、ドイツ、ギリシャ、ハンガリー、アイスランド、アイルランド、イタリー、日本、ルクセンブルグ、メキシコ、オランダ、ノルウェー、ポルトガル、韓国、スロバキア共和国、スペイン、スウェーデン、スイス、トルコ、イギリスおよびアメリカ。ヨーロッパ共同体委員会もこの機関の作業に加盟している。

NEAの使命は、

- 平和目的の原子力エネルギーの安全で、環境に優しく、経済的な利用に必要な科学的、技術的および法的な基盤を、国際協力を通じて、整備し更に発展させるため加盟国を支援すること、同時に
- 原子力エネルギー政策の政府決定と、エネルギーと持続可能な発展の分野で、より広範囲のOECD政策分析への情報として重要な問題に関して権威ある評価を行い、共通の理解を産みだす。

NEAの専門分野には、原子力事業の安全と規制、放射性廃棄物管理、放射線防護、原子力科学、原子燃料サイクルの経済的・技術的分析、原子力法と損害賠償責任および一般への情報の伝達がある。NEAデータバンクは、加盟国へ原子力データと計算機プログラムサービスを提供する。

これらの業務と関連する業務で、NEAは協力協定を結んでいるウィーンの国際原子力機関（International Atomic Energy Agency）と他の原子力分野の国際組織と、緊密に協力して活動している。

序 言

世界全体で、原子力発電所における職業被ばくは、この10年間着実に低下してきている。特に1990年ICRP勧告60の発行後、規制圧力、技術進歩、発電所の設計改良、および水化学と発電所運営要領の改善が、この低下傾向に寄与してきた。しかしながら、世界の原子力発電所の高経年化と共に、職業被ばくを低レベルに維持する課題は、しだいに困難になってきている。更に、経済圧力により発電所管理者は燃料交換と保守作業を可能な限り合理化する必要に迫られてきており、従って発電所業務での被ばくを減らす課題には工程的・予算的圧力が加わってきている。

これらの圧力に対応して、放射線防護関係者は、被ばくを「合理的に達成し得る最低(ALARA)」にするように業務管理の技術を適用して、職業被ばくが業務の適切な計画、準備、実施および反省により減らし得ることを、学んできた。職業被ばく低減の技術と経験の交流を通じて、この地球規模の問題解決を図るため、経済協力開発機構(OECD)の原子力機関(NEA)は、2年間の試験プログラム後、職業被ばくに関する情報システム(ISOE)を1992年1月1日発足した。ISOEの加盟者は、公営、民営両方の電気事業者と国の規制当局の代表者から構成されている。1993年から、国際原子力機関(IAEA)がISOEプログラムを共同支援し、非NEA加盟国からの電気事業者と規制当局の加盟が可能となった。過去数年、NEAとIAEAは共同事務局を設立し、ISOEプログラムのために両組織の能力を最大限活用してきた。

ISOEプログラムには2部ある。第一は、ISOEデータベースを構築するため、職業被ばくデータと経験を定期的に全ての加盟国から収集する。収集したデータの性格の違いにより、3種類の別個且つ相互にリンクしたデータベースがデータ保管、検索および分析に使用されている。第二は、データの収集に必要なネットワークを構築するため、世界全体の電気事業者と規制当局の間で、密接な連絡体制が確立され、運転経験の直接交流を行なうISOEネットワークが創設された。データベースと情報ネットワークのこの二重のシステムにより、世界中の電気事業者と規制当局が結ばれ、職業被ばく線量傾向の分析、技術比較およびALARA方針の適用を推進する費用対利益と他の分析に、職業被ばくデータを提供している。

目次

序言.....	3
要約.....	6
1. 職業被ばく情報システム(ISOE)の加盟状況.....	7
2. 職業被ばく線量の調査、傾向およびフィードバック	11
2.1 運転中原子炉の職業被ばくの傾向	11
2.2 冷温停止状態または廃炉措置段階原子炉の職業被ばくの傾向.....	17
2.3 原子力発電所の廃棄物管理に関する作業の線量情報	20
2.4 原子力発電所における職業被ばく管理の第3回 ISOE 欧州ワークショップの概要... ..	22
2.5 ISOE 加盟国における 2001 年の主要な出来事.....	24
3. ISOE 作業プログラム	66
3.1 ISOE プログラム 2001 年の実績	66
3.2 2002 年の提案プログラム.....	68
付属書	
1. ISOE 刊行物リスト	72
2. 2001 年 12 月現在の ISOE 加盟者.....	76
3. ISOE 支局と連絡先.....	84
表一覧	
表 1. 加盟国一覧.....	8
表 2. 1999 年から 2001 年までの国別および炉型別 原子炉当りの平均年間線量の推移(人・Sv).....	12
表 3. 1999 年から 2001 年の原子炉型別及び国別の 1 基当りの平均年間線量.....	17
表 4. PWR に関する 1998 年から 2000 年における国別の発電所停止時線量率 のパーセントとしての廃棄物取扱いによる線量(通常業務内の廃棄物取扱業務)..	20
図一覧	
図 1. 国別原子炉当りの 2001 年 PWR 平均集団線量.....	14

図 2.	国別原子炉当りの 2001 年 BWR 平均集団線量.....	1 4
図 3.	国別原子炉当りの 2001 年 CANDU 炉平均集団線量.....	1 5
図 4.	炉型当りの 2001 年平均集団線量.....	1 5
図 5.	炉型別の ISOE に含まれる 1991 年から 2001 年の運転中原子炉の原子炉当り 平均集団線量	1 6
図 6.	ISOE に含まれる運転中 LWGR の原子炉当りの平均集団線量.....	1 6
図 7.	ISOE に含まれる停止 PWR の原子炉当りの平均集団線量.....	1 8
図 8.	ISOE に含まれる停止 BWR の原子炉当りの平均集団線量.....	1 8
図 9.	ISOE に含まれる停止 GCR の原子炉当りの平均集団線量.....	1 9
図 10.	ISOE に含まれる停止原子炉 (全炉型) の原子炉当りの平均集団線量.....	1 9
図 11.	ドイツにおける発電所停止時被ばく線量対停止期間中廃棄物処理の被ばく線量.....	2 1
図 12.	ドイツにおける発電所停止時の被ばく線量に対する停止期間中の廃棄物処理からの被ばく 線量.....	2 1

要 約

この第 11 年次総括報告書は、2001 年 12 月末における ISOE プログラムの状況をまとめたものである。

2001 年 12 月末現在、ISOE データベースには 29 ヶ国から 72 の電気事業者の合計 461 基の原子力発電所に関する職業被ばくデータが含まれている。そして、ISOE に参加している運転中商用炉 407 基は、全世界の運転中商用炉（総計 438 基）の 93% を占めており、また、25 ヶ国からの規制当局が参加している。2001 年には、ブルガリアの Kozloduy 原子力発電所の運転中 WWER 原子炉 6 基が ISOE プログラムに参加した。韓国では、Ulchin4 号が運転開始した。日本は女川 3 号が 2002 年 1 月 30 日に商業運転を開始した。

ISOE プログラム開始以来、原子炉 1 基当たりの年間平均線量は顕著な減少傾向で推移してきている。これは、世界中の原子力発電所の放射線防護管理者間における連絡体系が確立され、経験を交換できるようになったことや、改善された作業管理手順が ISOE システムを通して作成・発行されたことの成果と言える。データは年度により変動はあるものの、年間平均線量は依然として減少し続けている。2001 年及び前年 2000 年の線量実績を各炉型別にみると、原子力発電所 1 基当たりの 2001 年の平均線量当量は前年の値に対し、PWR で 0.96 人・Sv から 0.91 人・Sv、BWR で 1.62 人・Sv から 1.37 人・Sv といずれも減少している。CANDU 炉では 0.92 人・Sv から 0.89 人・Sv と僅かな減少をしている。ISOE データベースには 2 基のみが登録されている LWGR 軽水冷却黒鉛炉（RBMK）は、5.94 人・Sv から 3.14 人・Sv に減少しているものの、他の炉型の原子力発電所よりも依然として高い値を示している。

ISOE データベースには、冷温停止または廃止措置の異なった段階にある原子炉のデータも含まれている。データベースに登録されている炉型や容量が異なっており、また、全般的に廃止措置計画の異なった段階にあることから、被ばく傾向を明確に把握し、結論を引き出すことは難しい。

2001 年に技術センターは ISOE 参加者間で被ばくに関する経験を交換するために、数多くの Information Sheet を発行した。Information Sheet の作成と配布を更に促進するために、この年次報告書では、原子力発電所における廃棄物の取扱いに関連した線量についての最近の興味深い研究の概要を紹介している。

2001 年 2 月のカリフォルニアのアナハイムにおける国際 ALARA シンポジウムに引き続いて、2002 年 4 月にスロベニアの Portoroz にて原子力発電所における職業被ばくに関する第 3 回 ISOE ヨーロッパワークショップが開催された。これらワークショップは ALARA の実施と職業被ばくの問題における経験を伝え合い、学んだ教訓を分かち合うことを共通の目的で開催された。ワークショップへの参加者が国際的で広範に渡ることから、ALARA と職業被ばくの問題に対する関心がうかがえる。

ISOE 参加国における最近の発展と主要事象の要約が、章を追加して記載されている。

最後に、2001 年の ISOE プログラムは、特にデータの分析と出力の点で大きく進展した。ISOE システムを更に促進させ、原子力発電所における放射線防護分野での重要性を実証すべく、ISOE 報告書「Information System on Occupational Exposure, Ten Years of Experience, OECD, 2002」を 2002 年 3 月に出版した。ISOE データベースを運用するためのソフトウェアに関しては、ISOE3 レポートを容易に生成し配布できるように拡張された。この進展の詳細は 2002 年の作業プログラムと共に第 3 章に記されている。

1. 職業被ばくに関する情報システム(ISOE)への加盟状況

1992年のISOEプログラムの開始以降、積極的に加盟する商用原子力発電所の数は増加し続けている。同時に、加盟発電所がこのデータベースに提供する種々の職業被ばくの詳細も深まってきた。この結果、ISOEデータベースシステムは、世界の最も完全な商用原子力発電所の職業被ばくデータベースとなっている。

2001年12月現在、ISOEDATデータベースには、29ヶ国における72施設合計461基の原子炉(運転中407基、冷温停止または廃止措置の異なった段階にある54基)からの職業被ばくデータが含まれている。更に、25カ国の規制当局もこのISOEプログラムに加盟している。ISOEプログラムに加盟する運転中商用原子炉407基は、世界中の運転中商用原子炉(合計438基)のおよそ93%にも相当する。このデータベースに含まれ、このプログラムに加盟している発電所、電気事業者および規制当局の完全なリストを付属書2に示す。下記の表1は、国別、原子炉の型式別および原子炉の状態別に分類した加盟の概要を示す。

2001年に、運転中のWWER型原子炉6基を持つブルガリアの原子力発電所KozloduyがISOEプログラムに加盟した。韓国では、新設原子炉Ulchin4号機が運転を開始した。2002年1月30日に、日本のBWR型原子力発電所の女川3号機が営業運転を開始した。

表 1. 加盟国一覧

ISOE 加盟の運転中原子炉							
国	PWR	BWR	PHWR	GCR	LWGR	FBR	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	6	-	-	-	-	-	6
カナダ	-	-	21	-	-	-	21
中国	3	-	-	-	-	-	3
チェコ共和国	4	-	-	-	-	-	4
フィンランド	2	2	-	-	-	-	4
フランス	58 ¹	-	-	-	-	-	58
ドイツ	14	6	-	-	-	-	20
ハンガリー	4	-	-	-	-	-	4
日本	23	29	1	-	-	-	53
韓国	12	-	4	-	-	-	16
リトアニア	-	-	-	-	2	-	2
メキシコ	-	2	-	-	-	-	2
オランダ	1	-	-	-	-	-	1
ルーマニア	-	-	1	-	-	-	1
ロシア	13	-	-	-	-	1	14
スロバキア	6	-	-	-	-	-	6
スロベニア	1	-	-	-	-	-	1
南アフリカ	2	-	-	-	-	-	2
スペイン	7	2	-	-	-	-	9
スウェーデン	3	8	-	-	-	-	11
スイス	3	2	-	-	-	-	5
ウクライナ	13	-	-	-	-	-	13
英国	1	-	-	-	-	-	1
米国	27	16	-	-	-	-	43
合計	213	67	27		2	1	310

表 1. 加盟国一覧（続き）

ISOE に不加盟ではあるが、ISOE データベースに含まれる運転中の原子炉							
国	PWR	BWR	PHWR	GCR	LWGR	FBR	合計
パキスタン	-	-	1	-	-	-	1
英国	-	-	-	34	-	-	34
米国	42	20	-	-	-	-	62
合計	42	20	1	34			97

ISOE データベースに含まれる運転中の原子炉総数							
国	PWR	BWR	PHWR	GCR	LWGR	FBR	合計
合計	255	87	28	34	2	1	407

1 : 58 基の原子炉のうち 2 基（Civau 1 と Civau 2）は未だ試運転段階にある。

表 1. 加盟国一覧（続き）

ISOE 加盟の永久停止を決定した原子炉基数						
国	PWR	BWR	PHWR	GCR	LWGR	合計
フランス	1	-	-	5	-	6
ドイツ	-	1	-	1	-	2
イタリア	1	2	-	1	-	4
日本	-	-	-	1	-	1
オランダ	-	1	-	-	-	1
ロシア	2	-	-	-	2	4
スペイン	-	-	-	1	-	1
スウェーデン	-	1	-	-	-	1
ウクライナ	-	-	-	-	1	1
米国	4	3	-	1	-	8
合計	8	8	-	10	3	29

ISOE 不加盟であるが ISOE データベースに含まれる永久停止を決定した原子炉基数						
国	PWR	BWR	PHWR	GCR	LWGR	合計
カナダ	-	-	2	-	-	2
ドイツ	6	3	-	-	-	9
英国	-	-	-	6	-	6
米国	6	2	-	-	-	8
合計	12	5	2	6	-	25

ISOE データベースに含まれる永久停止を決定した原子炉基数の総数						
	PWR	BWR	PHWR	GCR	LWGR	合計
合計	20	13	2	16	3	54

公式加盟の電力事業者数	72
公式加盟の国数	29
公式加盟の規制当局数	25

2. 職業被ばく線量の調査、傾向およびフィードバック

ISOE プログラムの最も重要な分野の一つが、年間の職業被ばく傾向の追跡である。加盟している全電気事業者からの年間の職業被ばくデータを登録している ISOE データベースを使い、国別、炉型別もしくは発電所別のような基準に従って、各種の被ばく傾向を示すことができる。

2.1 運転中原子炉の職業被ばくの傾向

原子炉 1 基当りの年間平均線量は、ISOE データベースに登録されている期間に亘り常に減少しており、2001 年にはかなり低いレベルに到達した。これらの低い線量レベルでの年度毎の変動が、線量の僅かな増加の起因であるが、全般的には、線量低下傾向が依然として認められる。

ほとんどの ISOE 加盟国で、2001 年の PWR 1 基当りの平均線量を低下することができたか、もしくはかなり一定にできた。2.5 項で判るように、この低下は部分的には、作業管理指針の実施と定検期間の短縮によるものである。

2001 年には、ほとんどの国で BWR 発電所の平均年間線量の低下が見られた。ここ数年間に亘って実施された主要な発電所改良工事の明白な効果と、広範囲の ALARA と作業管理プログラムの結果が、この低下にある程度寄与している。

全般的に集団線量は減少傾向にあるが、常に毎年ある程度の変動を示すことに注目すべきである。これは、定検スケジュールや運転サイクル長さおよび発電所の工事と改造量の変動によるものである。

表 2 は、加盟国の過去 3 年間に亘る平均年間被ばく傾向をまとめたものである。図 1 から図 4 に、2001 年に限定して、最高平均線量から最低平均線量に分類した棒グラフでの表データを示す。集団線量に寄与する複雑なパラメータと加盟発電所の多様性により、これらの図から当該国の放射線防護実績の質に関してなんの結論も導けないことに注意して頂きたい。図 5 に、原子炉型別の 1991 年から 2001 年の期間における原子炉当りの平均集団線量の傾向を示す。図 6 に、1984 年から 2001 年にわたる LWGR 当りの平均集団線量を示す。

表 2. 1999 年から 2001 年までの国別および炉型別の原子炉当りの平均年間線量の推移 (人・Sv)

	PWR			BWR			CANDU		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
アルメニア	1.58	0.96	0.66						
ベルギー	0.40	0.35	0.56						
ブラジル	0.15	1.35	0.58						
ブルガリア	0.75	1.03	0.93						
カナダ							0.82	0.81	0.80 ^d
中国	0.55	0.59	0.50						
チェコ共和国	0.28	0.25	0.29						
フィンランド	0.68	1.13	0.56	0.47	0.86	0.59			
フランス	1.17	1.08	1.02						
ドイツ	1.23	1.13	0.89	0.81	0.88	1.06			
ハンガリー	0.53	0.76	0.63						
日本	1.02	1.03	1.27	2.14	1.96	1.68			
韓国	0.84	0.77	0.67				0.85	0.55	0.67
メキシコ				3.67	2.83	3.29			
オランダ	0.30	0.56	0.52						
パキスタン							2.05	446	3.2
ルーマニア							0.46	0.47	0.58
ロシア	1.56	1.13	1.03						
スロバキア	0.59	0.81	.037						
スロベニア	1.65	2.60	1.13						
南アフリカ	0.86	0.42	1.15						
スペイン	0.71	0.59	0.43	2.45	1.52	0.93			
スウェーデン	0.43	0.43	0.35	1.12	0.85	0.71			
スイス	0.77	0.69	0.48	1.10	0.89	0.97			
ウクライナ	1.37	1.53	1.29						
英国	0.66	0.46	0.19						
米国	1.05	0.96	0.91	1.84	1.68	1.38			

表 2. (続き)

	GCR			LWGR		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001
リトアニア				6.40	5.35	3.14
ウクライナ				11.47	7.12	^c
英国	0.17 ^a	0.15 ^b	0.11 ^b			

- a) 英国の AGR 型炉 26 基の平均年間線量
- b) 英国の AGR 型炉 14 基の平均年間線量
- c) 2001 年に Chernobyl 原子力発電所 3 号機が停止
- d) カナダの CANDU 型炉 11 基の平均年間線量

図 1. 国別原子炉当りの 2001 年 PWR 平均集団線量

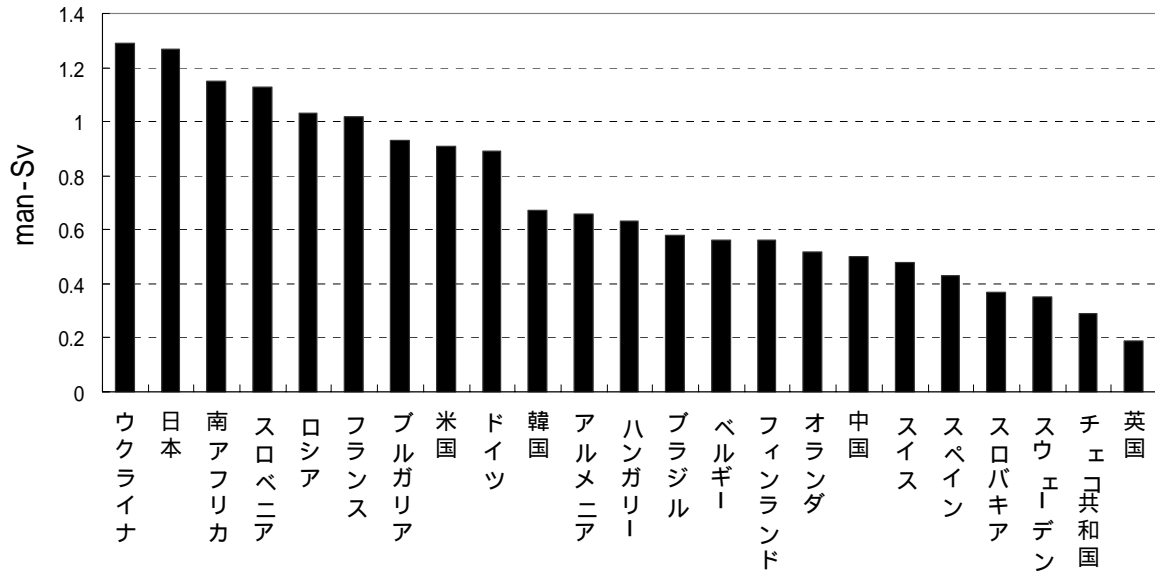


図 2. 国別原子炉当りの 2001 年 BWR 平均集団線量

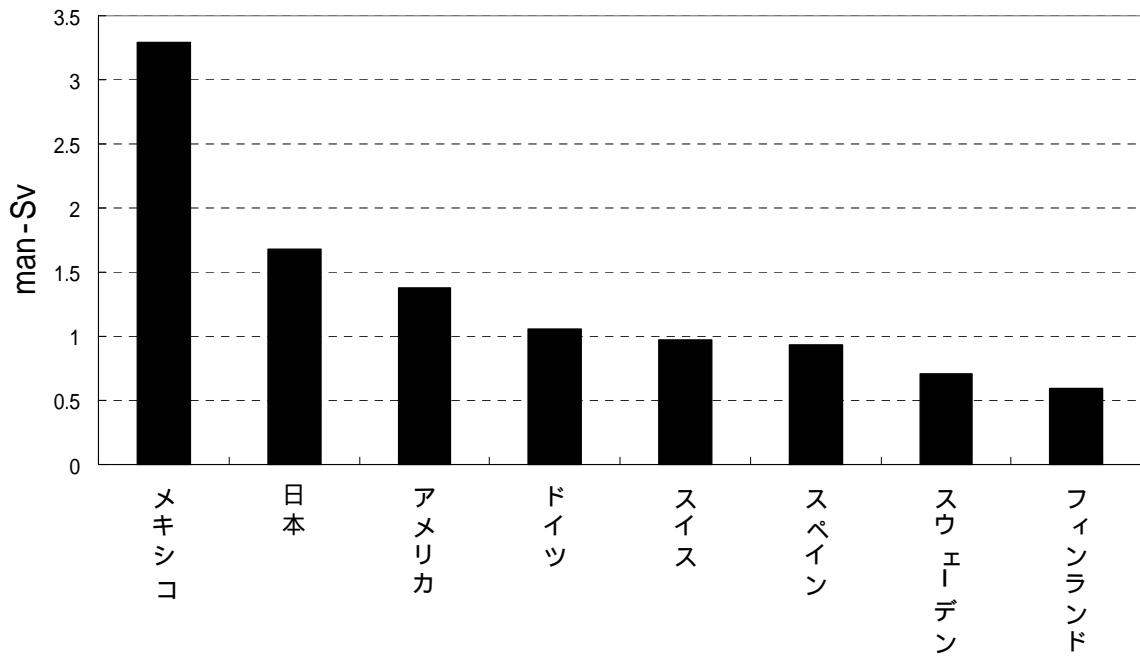


図 3. 国別原子炉当りの 2001 年 CANDU 炉平均集団線量

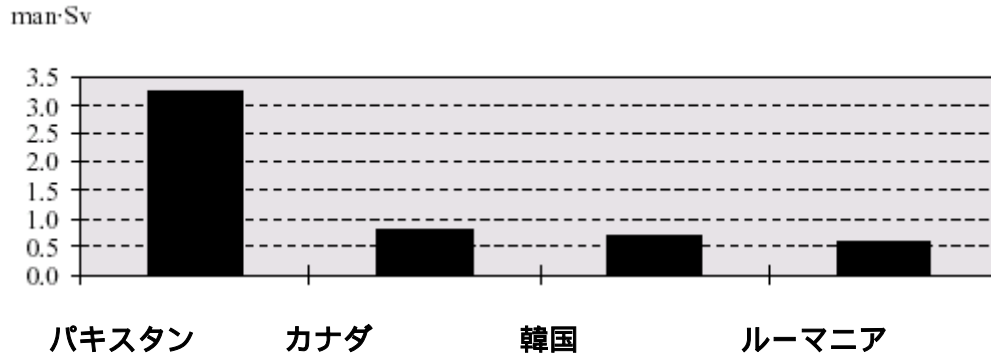


図 4. 炉型当りの 2001 年平均集団線量

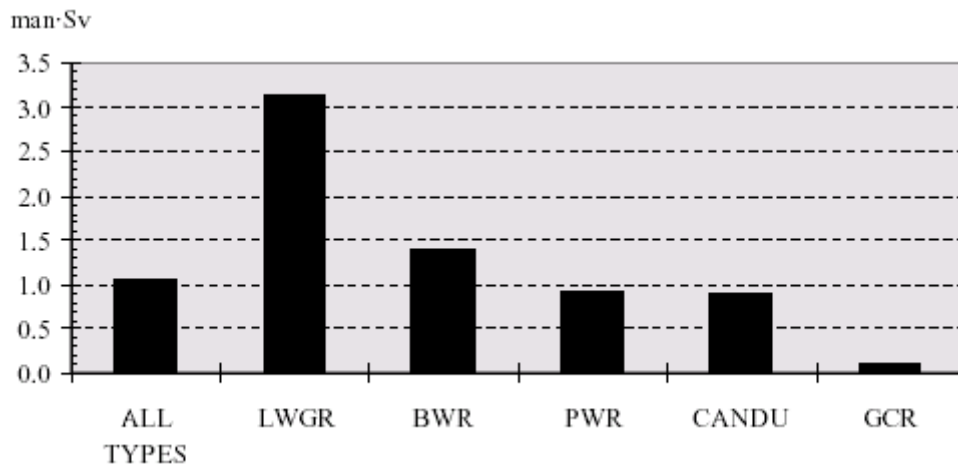


図 5. 炉型別の ISOE に含まれる 1991 年から 2001 年の
 運転中原子炉の原子炉当り平均集団線量

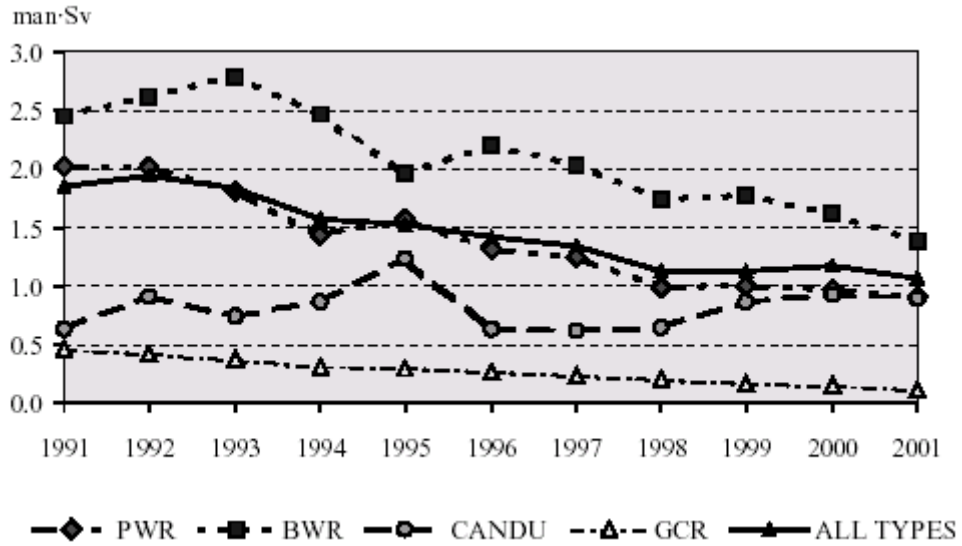
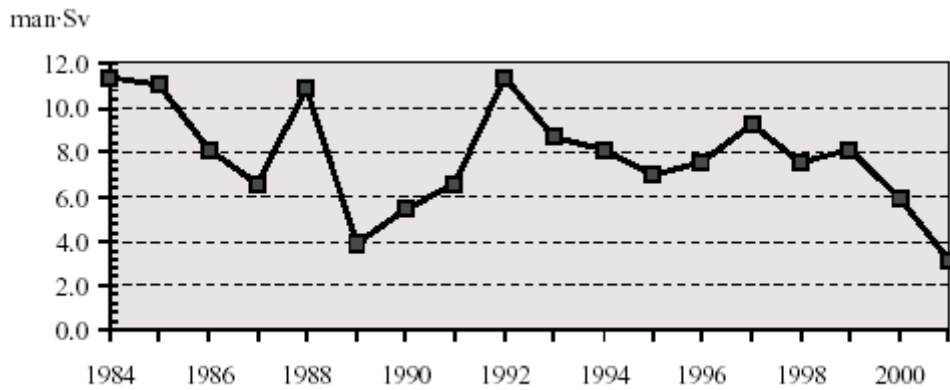


図 6. ISOE に含まれる運転中 LWGR の原子炉当りの
 平均集団線量 (原子炉数：1984 年～1986 年は 1 基
 1987 年～1998 年は 2 基、1,999 年～2000 年は 3 基、
 2,001 年以降が 2 基)



2.2 冷温停止状態または廃炉措置段階原子炉の職業被ばくの傾向

停止した原子炉の原子炉当りの平均集団線量は、1990年から2001年の間減少した。しかしながら、これらの数値に示された原子炉は炉型や容量が異なり、全般的に、それぞれの廃炉計画の段階が異なっている。これらの理由に加え、これらの数値は限られた数の停止した原子炉に基づいているため、明確な結論を出すのが不可能である。

ウクライナの Chernobyl 原子力発電所3号機は、2000年12月に最終的に停止した。2001年のこの原子炉の平均年間線量は、今のところ入手できていない。

表3に、1999年から2001年の炉型別および国別の、発電所当りの平均年間線量を示す。図7から図10に、停止原子炉の原子炉当りの平均集団線量およびPWR、BWR、GCRおよび全炉型の停止原子炉の数を示す。

表3. 1999年から2001年の原子炉型別及び国別の、1基当りの平均年間線量

PWR						
	1999		2000		2001	
	基数	人・mSv	基数	人・mSv	基数	人・mSv
フランス	1	91	1	14	1	7
ドイツ	6	79	6	47	6	46
イタリア	1	19	1	7	1	4
米国	9	366	9	563	8	307

BWR						
	1999		2000		2001	
	基数	人・mSv	基数	人・mSv	基数	人・mSv
ドイツ	4	317	4	256	4	269
イタリア	2	53	2	34	2	38
オランダ	1	217	1	318	1	95
スウェーデン			1	113	1	79
米国	4	252	4	403	4	164

GCR						
	1999		2000		2001	
	基数	人・mSv	基数	人・mSv	基数	人・mSv
フランス	5	40	5	35	5	13
ドイツ	1	30	1	34	1	19
イタリー	1	42	1	8	1	44
日本	1	170	1	280	1	20
スペイン	1	39	1	87	1	197
英国	6	70		データ無し		データ無し

図 7. ISOE に含まれる停止 PWR の原子炉当りの平均集団線量

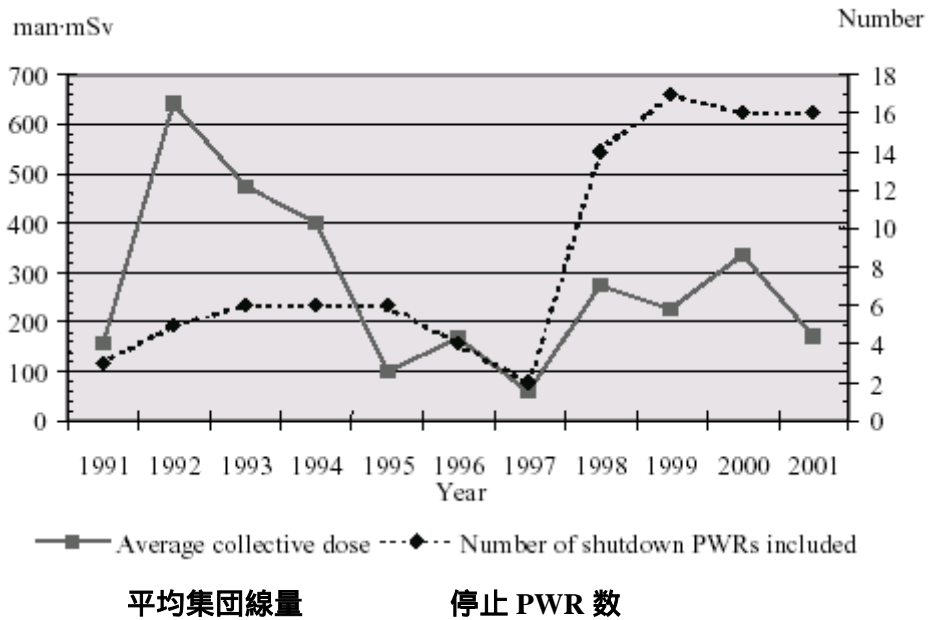


図 8. ISOE に含まれる停止 BWR の原子炉当りの平均集団線量

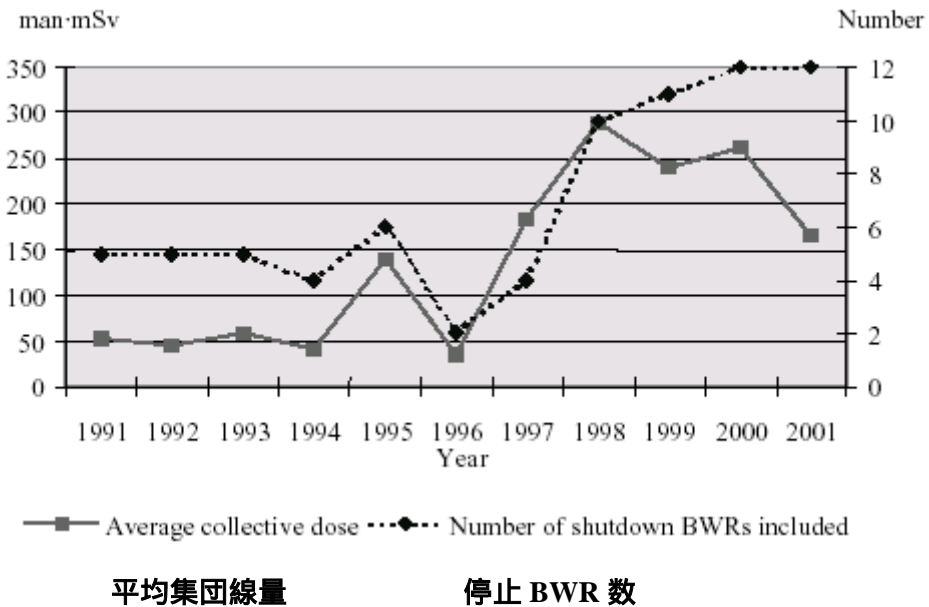


図 9. ISOE に含まれる停止 GCR の原子炉当りの平均集団線量

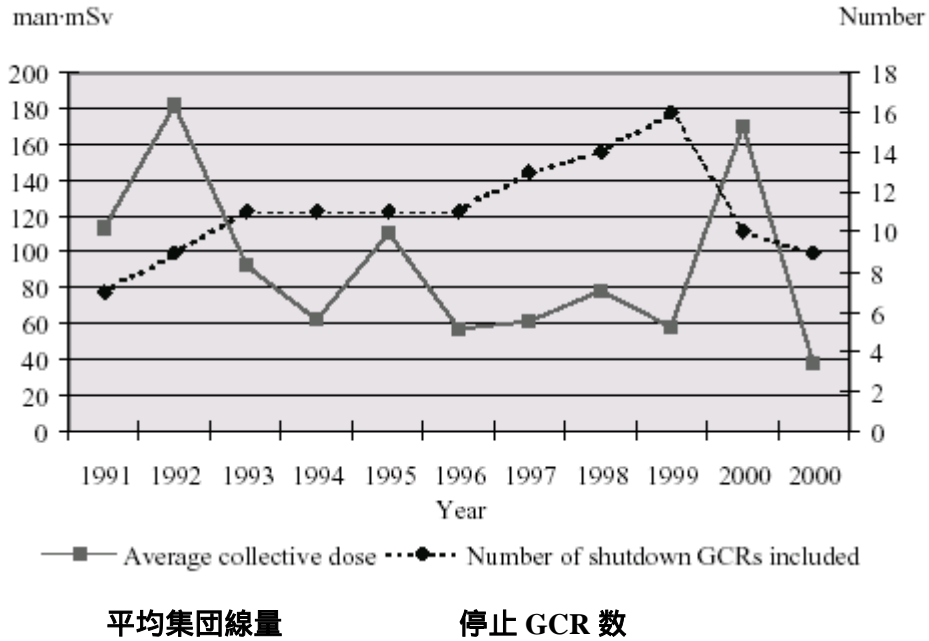
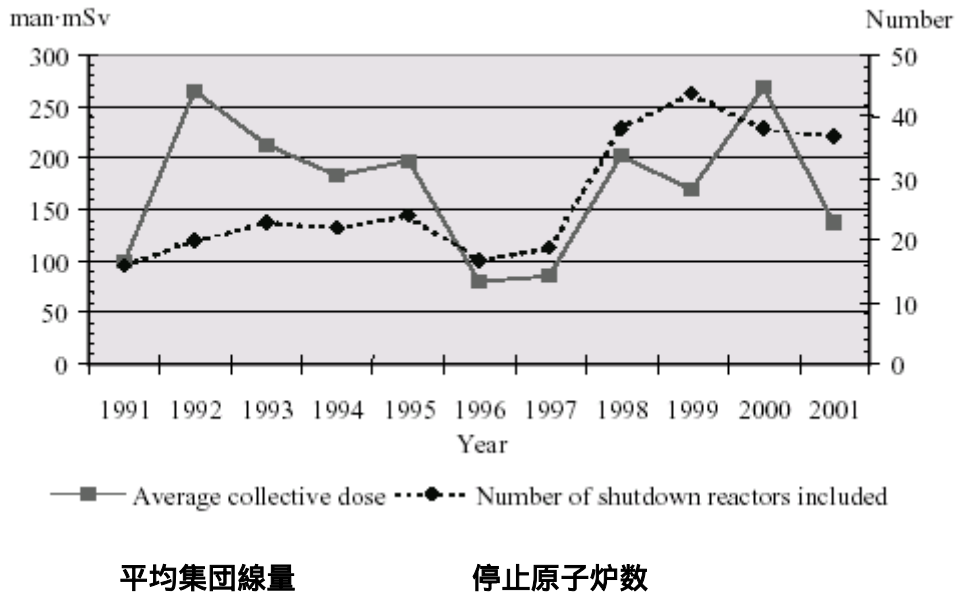


図 10. ISOE に含まれる停止原子炉（全炉型）の原子炉当りの平均集団線量



2.3 原子力発電所の廃棄物管理に関する作業の線量情報

フランス電気事業者 (EdF) の要請により、欧州技術センター (European Technical Centre) が、PWR の廃棄物管理関連の集団線量を評価するため ISOE システム内のデータ調査を実施した。

1998 年から 2000 年の期間、主として欧州、ブラジルおよび中国の 163 回の発電所停止時における廃棄物処理情報が、ISOE データベースに含まれている。発電所停止期間中の廃棄物処理に起因する平均線量率は、調査した国々によりかなりの変動がみられる (表を参照)。これは廃棄物処理の定義の相違 (発電所停止期間中か年間なのか、廃棄物の区分、埋設、封鎖の有無を含め) や実施要領の違い (廃棄物の発生と管理) によるのかもしれない。

表 4. PWR に関する 1998 年から 2000 年における国別の発電所停止時線量率のパーセントとしての廃棄物処理による線量 (通常の業務内の廃棄物処理業務)

国	停止数の合計	廃棄物処理線量 / 発電所停止時線量	標準偏差
ベルギー	9	0.10%	0.10%
中国	3	0.87%	0.74%
フランス	112	0.65%	0.84%
ドイツ	16	1.42%	2.79%
オランダ	3	3.87%	2.82%
スロベニア	3	1.25%	0.79%
スペイン	7	0.93%	0.79%
スウェーデン	6	0.19%	0.21%
英国	2	3.65%	0.08%

ドイツのデータ分析から (図を参照)、発電所停止時線量が低くなれば廃棄物処理の線量が高くなっている。1 人・Sv 以上のプラント停止時線量に対して、廃棄物処理に起因する線量は、およそ 1% まで増加する。500 人・mSv の発電所停止時線量以下の場合、廃棄物処理線量は約 10 人・mSv の一定値に留まる。従って、廃棄物処理線量は、主要なプラント停止時作業ほど設計の効果からの寄与が無いと想定できるかもしれない (最新のシーメンス社製発電所では非常に発電所停止時被ばく線量が低い)。実際の実施業務、その実施場所および発生する廃棄物の種類について詳細な分析が行なわれるべきである。

実施作業別に、これらの線量内訳を分析するように ISOE 加盟国に要請していたが、ほとんどの原子力発電所において廃棄物処理に対応する線量は詳細に追跡されていない。従って、数ヶ所の発電所で詳細に標準データを採取する調査が、大きな効果がある筈である。

図 11. ドイツにおける発電所停止時の被ばく線量対停止期間中の廃棄物処理の被ばく線量

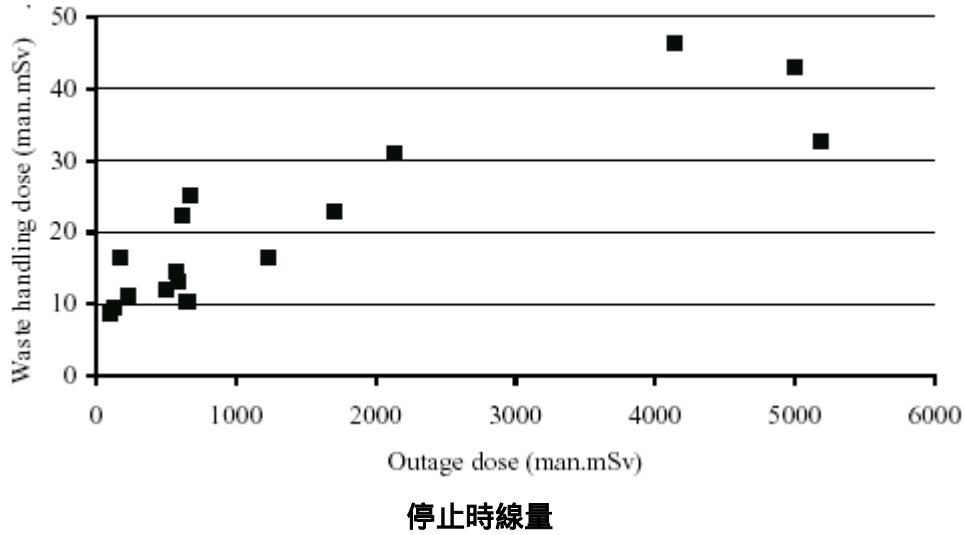
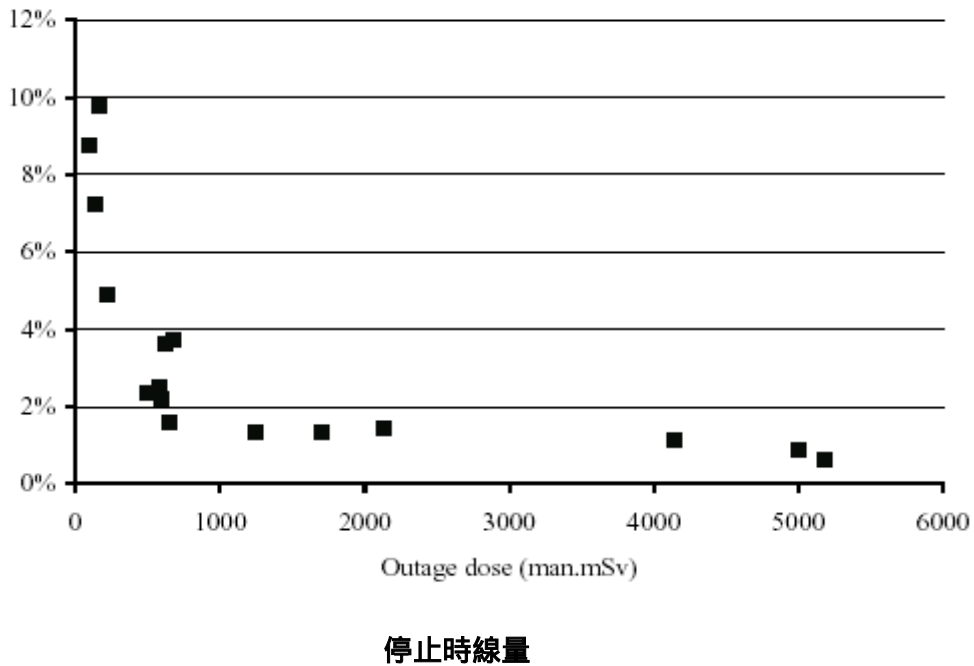


図 12. ドイツにおける発電所停止時の被ばく線量に対する停止期間中の廃棄物処理からの被ばく線量割合



2.4 原子力発電所における職業被ばく管理の第3回 ISOE 欧州ワークショップの概要

ヨーロッパ技術センター (European Commission) が、国際原子力機関 (International Atomic Energy Agency) とヨーロッパ委員会 (European Commission) の共催で、2002 年 4 月にスロベニアの Portoroz において、原子力発電所職業被ばくに関する第3回 ISOE ヨーロッパワークショップを開催した。主としてヨーロッパであるが米国やアジアを含め 26 カ国から、130 名が参加したが、電力事業者、規制当局および原子力事業者の間に良好なバランスがとれていた。中央と東ヨーロッパからの参加者と同様にアジアからの参加者を、IAEA が支援した。このワークショップで口頭発表 35 件、ポスター発表 8 件が行なわれ、原子力事業者は非常に情報価値のある展示ブースで製品を展示した。以前のワークショップと同様に、参加者全員が小グループでの作業を歓迎していた。このワークショップの成功は、Krsko 原子力発電所とスロベニア規制当局からの重要な組織的支援によるところが大きい。

このワークショップの主な特徴は、ロシア語を話す国々からの代表者の参加であり、IAEA が英語とロシア語間の同時通訳を用意してきた。それにより、過去数年、これら諸国の職業被ばく管理の顕著な改善が示されてきたが、ある程度は IAEA 技術協力プログラム (Technical Co-operation Programme) と ISOE 両者の成果である。その意味で、特別賞が、ロシア語の発表 “Balakovo 原子力発電所における蒸気発生器の取替” に対し A.Petrov 氏に授与された。

口頭発表と同様に、小グループの討論は、技術的なものよりも職業被ばく低減の管理面と政治的・法的な背景の影響により集中した。3 件のテーマが重要なテーマとして、参加者から特に選ばれた。

- ・ 規制緩和の職業被ばくへの影響
- ・ 目標と放射線防護指標の設定
- ・ 線量制限値の設定とその利用

規制緩和と放射線防護

規制緩和の放射線防護に対する影響の問題は、1998 年の Malmo (最初の EC/ISOE ワークショップ) において取り上げられたが、当時は、現実の問題とは思えなかった。しかし、2 年後の 2000 年における Tarragona (第2回 EC/ISOE ワークショップ) において、規制緩和が放射線防護の将来に対する実際の問題として明確になった。これから、参加者による勧告事項に発展した。「発電所の運転および保守から放射線防護の独立を維持しつつ、規制緩和の被ばくにたいする負の影響の可能性を排除する新しい “放射線防護” 管理手法を考慮すること。」

Portoroz で、数カ国の参加者が、“放射線防護スタッフの規模の大幅な縮小と熟練度の喪失および経験不足者とのより多数の交替” を初めて言及した。そこで、現在の放射線防護の専門家から警告及び勧告を出す同意ができた。

- ・ 管理者は、放射線防護スタッフの規模縮小の影響に対応してより注意を払うこと。
- ・ 規制当局は、良好な放射線防護レベルを維持するために、放射線防護および安全スタッフの最少人員数について、原子力発電所と協議すること。

- ・ 電気事業者は、放射線防護と安全文化の醸成に、一定の投資を維持する必要がある。

目標および放射線防護指標の設定

競争の状況下において、目標および放射線防護指標の設定は非常に重要な管理ツールであると、参加者は考えている。この目標は、測定可能で、現実的であり、かつ挑戦的でなければならない。これを、全ての関係者に伝えなければならない。管理者が定めた長期目標に従うか、従わなくても、この目標を放射線防護の専門家が提案できる。この目標から外れた場合は、作業後の審査が必要である。

国内の文化および施設の状況により、この目標に関係する事項は以下である。

- ・ 線量：個人線量、集団線量および計画外線量の配分
- ・ 事象の発生：汚染事象、サーベイ遵守、教育訓練レベル
- ・ 廃棄物および放出物の発生

米国では、原子力発電運転協会（INPO）の新 INPO2005 の集団線量目標は、PWR に対して 650 人・mSv/年、BWR に対し 1200 人・mSv/年である。（D.Wood 発表）；フランスでは、原子炉当りの集団線量目標を 2005 年に関し 800 人・mSv/年としている。

線量制限値の設定と利用

このテーマの最初に合意した結論は、共通言語を持つために明確化の必要性があることである。線量制限値は措置レベルなのか？ 線量制限値は目標なのか？ 線量制限値は警告レベルなのか？ 唯一確実なことは、これが限界値であってはならないことで、これが主に個人に焦点を当てているために、限界値以下でなければならない。多くの国における見解は、規制当局がこれらを定めるべきではないということである。これを利用して、作業計画、施設や機器の設計および廃止措置に際して、主に最も効果的な防護ができるようにすることである。

幾つかの発電所においては、かなり前から線量制限値を使用している。例えば、英国の British Energy Generation が 1991 年に、15 mSv の年間“会社線量制限値レベル”（CDRL）の採用を開始していて、現在は 10 mSv CDRL になっている（S Morris 発表）。“10 mSv CDRL を設定した利点は、線量低減施策強化の動機付けとなり、結果として、個人および集団線量を両方共最小にできたことである。”

従って、線量制限値は前に説明した目標および放射線防護指標を補完するものと参加者は考えた。

しかしながら、下請け業者の移動する作業員の放射線防護の最適化には、線量制限の調整の必要性があるとの強い意見があった。

優秀論文賞

最終的に 3 件の技術発表が受賞し、米国での 2003 年 ISOE 国際 ALARA シンポジウムに招待

し、発表を行うことになった。これらの論文は、使用済燃料輸送に対する経路の汚染、燃料の除洗および職業被ばくに関するものである。

1. “ 汚染リスクに対する主要な放射性汚染物質の影響 (ALARA)。運転中および停止中の物理的 - 化学的環境および閉じこめ技術 ” A.Rocher 他、フランス。
2. “ 新除洗プロセス ICEDECTM による Ringhal 1 号機での燃料除洗 ” E.Fredriksson 他、スウェーデン。
3. “ フランス原子力発電所からの使用済み燃料輸送に関連する線量の分析：これは ALARA か？” J.P Degrange 他、フランス。

2.5 ISOE 加盟国における 2001 年の主要な出来事

どの生データに関しても、前記 2.1 項および 2.2 項に示した情報は 2001 年の平均数値をグラフ表示しただけである。この情報は全体の傾向を確認するのに役立ち、今後の調査により興味深い詳細な経験や教訓が得られるかもしれない特定の分野に焦点を当てる一助になる。この数値データ解釈の一助に、2001 年に起きた職業被ばく傾向に影響を与えた可能性のある主要な出来事の概要を、この項に記載する。これらを国別に示す。

アルメニア

国の線量傾向の概要

2001年に、アルメニアの原子力発電所の集団線量は0.66人・Svに減少した。

アルメニア原子力発電所の再起動後の年間集団線量(人・Sv)

年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
集団線量	4.18	3.46	3.41	1.51	1.58	0.96	0.66

線量傾向に影響する出来事

供用期間中検査および乾式貯蔵施設まで使用済燃料の移送

発電所停止回数とその期間

1回の燃料取替と安全系の保守作業(供用期間中検査など)の停止(約100日)を実施。使用済燃料の原子力発電所の水プールから乾式貯蔵施設への移送が線量傾向に特に影響した。

この時の計画被ばく線量は規制当局に承認され、0.93人・Svの計画線量に対し、実際の集団線量は0.59人・Svであった。最大個人線量当量は16mSvである。

主要な進展

アルメニア原子力発電所(Medzamor)における2001年の集団線量は0.66人・Svに減少し、これは組織的および技術的問題を含めALARAの厳密な適用の結果である。

機器もしくは系統の取替

停止期間中に、機器もしくは系統の取替は実施しなかった。

予期せぬ事象

2001年には、予期せぬ事象は登録されていない。

2002年の重要な予定

線量傾向に影響を及ぼす可能性のある、ドラム取替を含めた中レベル放射性廃棄物の作業が予定されている(この作業は2001年から2002年に繰越された)。

ベルギー

国の線量傾向の概要

2001年の年間集団線量（人・mSv）

Tihange	Tihange 1	Tihange 2	Tihange 3	合計
発電所職員	130	152	102	384
業者作業員	562	1387	483	2432
合計	692	1539	585	2816
Doel	Doel 1+2	Doel 3	Doel 4	合計
発電所職員	147	82	48	277
業者作業員	422	224	150	796
合計	569	306	198	1073

Doel 1号機と Doel 2号機に対しては、2基を一緒にした年間線量で、これは両基に対し単一の線量管理システムを採用しているためである。両基の管理区域は共通となっている。

Tihangeにおける集団線量は2000年に比べて増加している。これは、発電所停止回数が2000年の2回に対し3回（上記発生器1基の取替を含む）となっているためである。

線量傾向に影響する出来事

発電所停止作業が集団線量の主要部分であり、Tihange 2号機の蒸気発生器の取替が Tihange の集団線量の半分を占める。

発電所停止の回数と期間

号機	停止作業内容	作業員数	集団線量(人・mSv)
Tihange 1	停止期間 54 日、例外的作業はなし	917	618
Tihange 2	停止期間 63 日、蒸気発生器取替	1559	1446
Tihange 3	停止期間 28 日、例外的作業はなし	487	885
Doel 1	停止期間 19 日、例外的作業はなし	698	269
Doel 2	停止期間 23 日、例外的作業はなし	709	186
Doel 3	停止期間 29 日、例外的作業はなし	805	228
Doel 4	停止期間 19 日、例外的作業はなし	805	175

主要な進展

国際放射線防護委員会 (ICRP) の勧告と 96 / 29 / 欧州原子力共同体 (Euratom) の指示に従い放射線安全の新連邦規定の実施。

この規定は次項の新制限値を規定している。

- ・ 地域住民の防護
- ・ 年間職業被ばく

機器もしくは系統の取替

Tihange 2 : 蒸気発生器の取替

Tihange 3 : ボラフレックス (Boraflex) の取替 (2 年目)

- ・ Tihange 3号機の使用済燃料貯蔵施設には 18 体のラックがあり、それぞれが 6x7 又は 7x7 の燃料要素を収容できる。燃料セルの間には、中性子吸収材のブロックが置かれている。この中性子吸収材がボラフレックス (Boraflex) と呼ばれ、エラストマー格子 (シリコン) にボロンカーバイト (B₄C) を吸収させて作られている。老朽化によりこのボラフレックスを取り替える必要がある。
- ・ 2000 年 8 月に、US 除洗を実施後に最初のラック 1 体を除去した。ボラフレックスの板を、硼酸塩含入のステンレス鋼板に取り替えた (線量 : 14 人・mSv)。
- ・ 2001 年初期に、2 番目のラックを取り付け、集団線量は 9 人・mSv であった。この線量改善には経験が明らかに貢献している。
- ・ この作業は 2002 年まで継続する。

来年の主要作業計画

全ての発電所が通常停止になる予定。

ブラジル

発電所停止の回数と期間

Angra 1号機が燃料取替のため停止し、その期間は61日間であった。

停止時主要作業	人・mSv
渦電流探傷試験	196.81
燃料取替	190.20
保温材作業	170.78
供用期間中検査	62.00
足場作業	52.58
合計	610.37

Angra 1号機は、2001年には燃料取替の停止を行わなかった。加圧器安全弁の特別保守作業のために、短期間(10日間)の停止を実施した。この作業による集団線量は9.29人・mSvであった。2001年の集団線量は41.4人・mSvである(上記の保全作業を含めて)。

新しいもしくは実験的な線量低減化プログラム

Angra 1号機

停止時と特別な補修時にマンホールボルトの取外し時の今後の難しさを回避するため、蒸気発生器#2へヘリカルコイル(Heli-coil)の取付け。

蒸気発生器と原子炉冷却材ポンプの断熱材の取替。

Angra 2号機

腐食生成物による線量を低減するため一次循環系に劣化亜鉛を添加。Angra 2号機は起動後すぐにこのプログラムを適用した最初のPWR施設である。

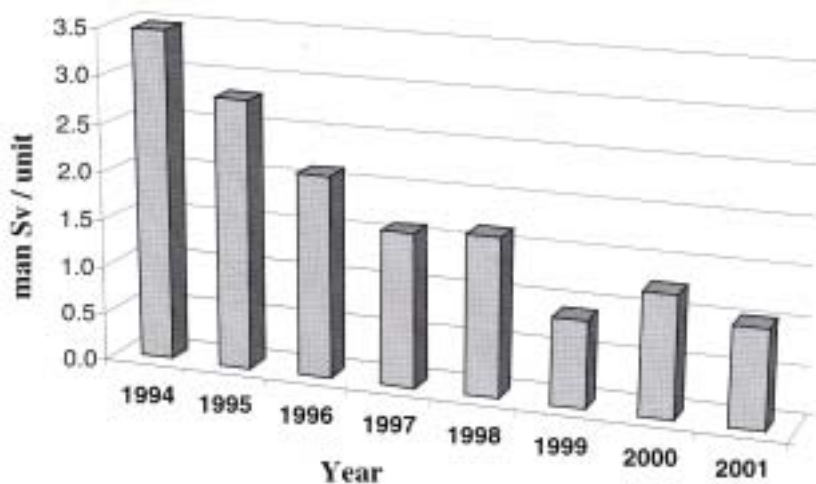
ブルガリア

Kozlodui 発電所には独立した2箇所のサイトがある:第一発電所(PP-1)は4基のWVER440MW原子炉を備え、第二発電所(PP-2)は2基のWVER1000MWの原子炉を持つ。2001年は、全ての発電所が通常運転であった。2001年に線量傾向に影響する事象は報告されていない。

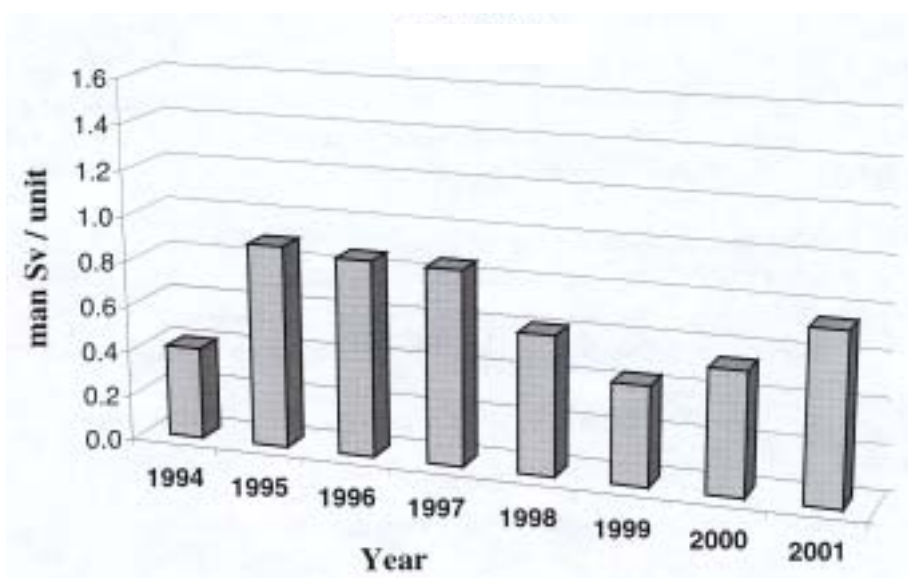
停止回数と期間を下表に示す。

1号機	58 日間の停止
2号機	88 日間の停止
3号機	停止なし
4号機	122 日間の停止
5号機	110 日間の停止
6号機	136 日間の停止

第一発電所 (PP-1) の原子炉当りの平均集団線量
1994年から2001年



第二発電所 (PP-2) の原子炉当りの平均集団線量
1994年から2001年



2001年に、事故限定化システム(Accident Localization System, ALS)の大幅な近代化を実施した。システムの主要な部分は、組み立てたジェット旋回流式複水器(Jet Vortex Condenser)である。同じ改造を、第一発電所(PP-1)の3号機に2002年に実施を予定している。

安全に係わる問題や予想外の事象は、2001年には発生していない。新規の線量低減対策は採用されなかった。

カナダ

カナダの CANDU 原子炉は老朽化してきている。運転中の原子炉を整備し、改良するために、停止期間を増やす必要がある。職業被ばくを合理的に達成可能な限り低く保つため、カナダの発電所は、発電所の保守上の必要性和サイト線量目標の間に適切なバランスを取る幾つかの線量軽減対策に集中的に取り組んできた。

新規の原子力安全および管理法と規則 (the new Nuclear Safety and Control Act and Regulations) が 2000 年 5 月に発効し、引き続き、カナダの規制機関は放射線防護に対する検査の新規の手法を作成した。現在、カナダの規制機関は公式の ALARA プログラムを要求している。カナダ原子力規制機関 (Canadian Nuclear Safety Commission, CNSC) の職員がカナダの原子力発電所の ALARA 検査を行なう。

2001 年に開始するカナダの ALARA 計画の主要な点を以下に示す。

Ontario Power Generation: Pickering 発電所の ALARA 計画

Ontario Power Generation は Pickering 5 ~ 8 号機と Darlington 1 ~ 4 号機の 8 基の CANDU 炉に加えて休止中の 4 基の原子炉 (Pickering 1 ~ 4 号機) を保有する。将来の Pickering 1 ~ 4 号機の運転復帰に、これら原子炉の保守に大変な努力を傾けてきた。

Pickering 1 ~ 4 号機の ALARA 要員は、この号機に実施する広範な保守作業を支援する主要な ALARA 対策を考案してきた。幾つかの例を次に示す。

1. Pickering 1 ~ 4 号機で十分に実施されてきた高線量部分低減。
2. 熱伝達ろ過 (Heat Transport Filtration)。ろ過孔径を 2 ミクロンから 0.1 ミクロンに下げ、発電所配管中の放射性粒子径を低下させた。
3. 臨時遮蔽を用い、保守作業の場所に近い発電所設備からの線量率を低減した。
4. 遠隔線量測定 (Tele-dosimetry) を採用して、運転員が作業場所で放射線作業従事者を視覚的に観察できる遠隔カメラで、発電所内作業をモニターすることが可能になった。カナダの自己防護プログラムに基づいて、移動する有資格の放射線作業従事者が、この遠隔線量測定により作業場所と作業管理センターとの間で容易に連絡ができるようになった。放射線作業従事者の線量を、EPD (電子式個人線量計) 遠隔測定システムを用いてリアルタイムで、放射線防護担当者が監視する。
5. 可能な場合は常に、低線量待機区域を設けている。
6. 以下の方法により、トリチウム低減プログラムは内部被ばくを低減を目指している。
 - 減速材の脱トリチウム
 - 熱輸送
 - 蒸気回収系の完全な動作の確保
 - ブルドッグ可般式トリチウム除去器の使用
 - 仮設トリチウムオフガス処理施設 (恒久施設の建設待ち) の使用
 - 個人が過度のトリチウム被ばくを受けた場合のライン部門管理者による積極的フォローアップ

7. 作業員汚染事象は、高性能粒子フィルタ（HEPA）の多用、発生源管理（CATS）、および改善した自由放出プログラムにより低減している。

Pickering 5～8号機の ALARA スタッフは、プログラムを運転中の原子炉に適用する点を除いて1～4号機と同様の ALARA 運動を実施している。トリチウム低減化構想は線源低減プログラムの一環として実施するもので、放射線作業従事者の放射線被ばく低減を最適化するのが目標である。伝熱放射能の含有量は、発電所の内部線量の95%を占める。従って、プログラムの目的は運転中あるいは停止中の熱輸送系もしくは減速材の移送する重水の低放射能を達成することにある。

熱輸送系の浄化流量増加と合わせ熱輸送系フィルターの孔径を小さくすることにより線量被ばくとホットスポットの低減を達成することができる。

熱輸送系のドレン、軸シールおよび燃料交換機に線量低減対策を実施した。ホットスポット低減プログラムにより、年間7人・mSv低減することができた。Pickering 5～8号機で全てのホットスポットが除去できれば、年間30人・mSv節減できると推定される。減速材サンプリングキャビネットの酸素センサーと他の装置を交換すれば、発電所内の反復的な作業区域のホットスポットを更に減らすことができる。

作業停止期間、遠隔線量測定を使用して約5人・mSv低減を達成した。仮設遮蔽設備により、年間被ばく35人・mSvの低減が得られた。原子炉表面作業に鉛エプロンを限定使用することにより、潜在的な手足の被ばくを15-30%低減できることが判った。敏速な解体のできる足場を、作業員被ばくの低減と安全の改善ために、評価中である。

Darlington 1～4号機の ALARA スタッフは遠隔線量測定系をより広範囲に使用して、職業被ばくを低減している。また、特に高線量率区域について、放射線の警告表示と掲示を改善している。燃料取り扱い区域の放射能粒子の検出と管理の改善が行なわれている。放射線作業従事者に利用できる線量表示ボード付きの低線量待機区域が設けられている。

Darlington の管理者は、発電所職員に従来にない職務を引き受け、作業停止期間の放射線防護を支援するように要請した。2001年の作業停止期間中、事務、備品管理および支援の職務の人を、放射線防護の技術的な職務向けに訓練を行なった。上級管理者によれば、結果は上々であった。これはサイト組織内部から技能範囲を広げるよい例である。また、外部請負業者の雇用削減により会社労務費が節減できる。

停止中に、漏洩箇所を増し締めし、重水漏洩を減らしている。また、重水漏洩箇所の調査と追跡の方法を改善した。

格納容器と室内トリチウム濃度の低減を、D1とD2のドライヤーを完全に改装して達成した。また、Darlingtonには、恒久的なトリチウムオフガス処理施設が据付中である。母線停止中、仮設電源がドライヤー用に用意されている。

浄化流量を増加し、北と南のループに対する流量バランスを取って、熱輸送系のクラッドレベルの低減に取り組んでいる。また、ドレンのフィルター孔径をサブミクロンレベルに下げ、線量源除去の改善を図っている。

Bruce Power の ALARA プログラム

Bruce Power は British Energy の管理および 18 年リースの下で、2001 年に 5 ~ 8 号機を運転した。Ontario では、夏の地方電気料金が暑さと空調設備の負荷増大により 2 倍になった。Bruce B では、毎年 2 回の作業停止を実施するように計画している。Bruce B の 5 号機は、2001 年 10 月から 2002 年 2 月まで作業停止を行なった。Bruce B の 6 号機は 2002 年 4 月 ~ 2002 年 8 月に作業停止を実施した。Bruce A の 3、4 号機の再起動が British Energy の近々の目標である。

Bruce Power では、新規の警備システムと手順が採用された。警備員詰所にトラックモニターが追加になった。減速材中のトリチウム濃度を 30~35% 低減する線源低減対策が、Bruce における内部被ばくを著しく低減した（全身被ばくの合計の 8 % 未満に）。作業立案プロセスに ALARA の活動をより適切に組み入れるため、該当する作業の ALARA 審査に専念するグループが結成されている。

Gentilly 2号機 の ALARA プログラム

Gentilly 2号機は、3月31日から5月12日までの年間計画停止を行なった。2001年には予定外停止はなかった。Gentilly は 2000 年と 2001 年の年間計画停止の間、300.5 日の連続発電日をもって、1990 年 4 月の 275.9 日の連続運転記録を破った。主要な停止作業は蒸気発生器の渦電流検査、熱輸送系フィーダー厚み測定、電動弁改造および燃料チャンネル検査に関連するものである。

外部被ばく合計	943.6 mSv
内部被ばく合計（トリチウム）	245.2 mSv
全身被ばく合計	1188.8 mSv
通常運転中被ばく合計	320 mSv
計画停止中被ばく合計	868.8 mSv
予定外停止中被ばく合計	なし

中国

Qinshan 1 号機

Qinshan 原子力発電所 1 号機の 2001 年の年間集団線量は 120.64 人・mSv、もしくは 0.049 人・Sv/TWh である。

停止の回数と期間

第 5 回の燃料取替停止は、2001 年 11 月 14 日から 2002 年 1 月 15 日までの 63 日の期間である。その他、2001 年 5 月 10 日に 1 日の予定外停止がある。

2002 年の懸案事項

1. SG 作業の被ばく低減
2. ALARA データバンクの設置
3. 足場作業 / 保温材作業の被ばく低減

次年度の主要作業計画

次年度に第 6 回の燃料取替停止を実施する。放射線防護の職員は、停止中の被ばく低減および汚染管理に主に注力する。

チェコ共和国

チェコ共和国の立法プロセス

2001 年、原子力法の改正が議会で承認された。この改正により、主として放射線防護の分野においてチェコ共和国の法律と欧州連合のそれとの調整が取れた。この改正の継続として、SONS（チェコ共和国原子力発電所安全基準）に関する幾つかの案が作成された。

放射線パスポート

管理区域での作業中、電離放射線のリスクがある外部作業員の放射線防護に関して、最初の提案が作成され、内容を、以下に示す。

- 外部作業員の放射線防護に対する措置の方法を規定する。
- 個人放射線パスポートのシステムによって外部作業員のモニタリングおよび登録に関する要求事項を規定するもので、この方法によって正社員と同じレベルの放射線防護を確保する。
- 個人放射線パスポートの内容および書式を決定する。

原子炉設置者の管理区域における外部作業員の作業は、外部請負業者と原子炉設置者との間の契約の下でのみ実施することができる。契約には、作業時間および外部作業員の放射線防護確保の責任の決定が含まれている。

Dukovany 原子力発電所

- 2001年の集団実効線量（CED）の合計は1.171人・Svで、目標の1.4人・Svを十分に下回った。電力会社社員のCEDは0.117人・Sv、請負業者のCEDは1.054人・Svであった。1原子炉当たりの平均集団実効線量は0.293人・Svである（Dukovany原子力発電所はWWER-440, Model 213の原子炉4基を所有）。
- 2001年のCEDの合計値（1.171人・Sv）は、前年（2000年の0.987人・Sv）と比較してわずかに高い。その理由は、3号機にCED（0.550人・Sv）を増加させる大規模な停止（原子炉の内部構造物の検査を伴う）があったからである。
- 個人実効線量の最大値は19.1mSvであった。これはすべての停止で、SG内部装置の取り付け調整および検査に従事する請負業者作業員のうちの一人が受けた値である。

2000年のDukovany原子力発電所の計画停止

1号機	燃料取替を伴う30日の標準停止；停止中のCEDの合計0.309人・Sv
2号機	燃料取替を伴う37日の標準停止；停止中のCEDの合計0.172人・Sv
3号機	燃料取替を伴う58日の大規模保守停止；停止中のCEDの合計0.550人・Sv
4号機	燃料取替を伴う31日の標準停止；停止中のCEDの合計0.107人・Sv

線量の傾向に影響を及ぼす事象

2001年の発電量の合計は、Dukovany原子力発電所の運転史上最も高い13.59TWhであった。これはチェコ共和国の全発電量の20%に相当する。

気体排出（全成分）と液体放出両方の2001年の年間全放射能は、Dukovany原子力発電所の運転史上の最も低い値の一つであった。

主な展開

国際原子力機関に委任された国際OSART調査団が、2001年11月にDukovany原子力発電所の全面的な監査を行なった。調査団の結果は、原子力発電所の管理および運転について肯定的な評価であった。

また、Dukovany原子力発電所は、重要なEMS（環境管理組織）の認証 - ISO 14001を受領した。

また管理区域の出口で作業員用の身体汚染モニターの改造とその他“衛生ループ（Hygienic Loop）”設備の改造を継続した。これらは2003年～2004年に終了する。

予期せぬ事象

2001 年には、予期せぬ事象は記録されていない。

Temelín 原子力発電所

2001 年には、1 号機は起動試験を継続した。2 号機は起動前試験を終了した。

線量傾向の概要

2001 年の集団実効線量 (CED) の合計は 0.044 人・Sv であった。電力会社従業員と請負業者の CED はそれぞれ 0.016 人・Sv と 0.028 人・Sv であった。CED 評価用のデータはフィルム線量計によるものである。

最大の個人実効線量は 0.32 mSv であり、これは従業員の 1 人が達した値である。

2001 年には、内部汚染からの被ばくは記録されていない。

主要な進展

国際原子力機関に委任された国際 OSART 調査団が、2001 年 2 月に Temelín 原子力発電所の全面的な監査を行なった。OSART チームは、原子力発電所の管理者が、運転上の安全および信頼性の向上に努力していることを理解した。

2001 年 11 月の第 2 回 IAEA 調査団の目的は、安全問題の解決にあり、1996 年以来のこの分野における進歩を評価した。

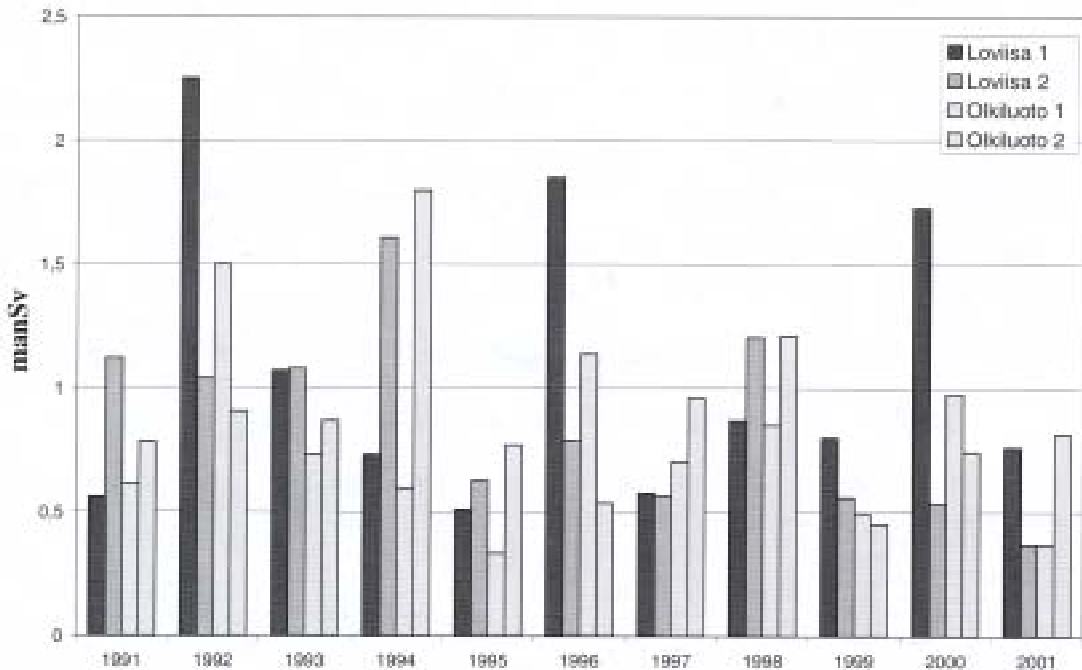
フィンランド

概要

新欧州基本安全基準勧告の実施の結果として、1999 年以来、原子力発電所の従業員の医療監視が、新規勧告に基づいて実施されてきた。これ以外では、基本安全基準勧告の実施は、フィンランドの放射線安全規則に主に関係し、YVL 指針 (使用済燃料処分の長期安全性の指針) に大きな変化をもたらさなかった。

2001 年現在、フィンランドの原子力発電所における放射線防護は全く正常である。集団および個人線量において好ましい傾向が続いている。集団線量の推移は図で見ることができる。

集団線量 / 基



Olkiluoto 発電所

今年から始めて、それぞれの発電所の原子炉ごとに毎年交互に、保守または燃料交換停止からなる新規の停止プログラムを導入している。燃料交換停止の典型的な日数は約 8 日である。保守停止は、平均日数 14 日で、設備分解点検と発電所改造もしくは改善と共に燃料交換停止の作業はすべて含んでいる。2005 年(Olkiluoto 2 号機)と 2006 年(Olkiluoto 1 号機)に対して、特別な長期間の停止を予定している。

2001 年初めから 12 月末までの集団線量は、1.183 人・Sv であった(停止期間線量を含む)。

本年、Olkiluoto 2 号機で保守停止が実施され、年間停止が 14 日 15 時間であった。受けた集団線量は 0.72 人・Sv であった(2000 年は 0.67 人・Sv)。停止中、合計 1625 人に対して線量管理を行なった。最も高い個人線量は 7.8 mSv であった。

Olkiluoto 2 号機の保守停止の中で最も大規模な作業は、電気および計測制御系の交換、原子炉系の配管交換、格納容器漏洩率試験、3 系統の給水ポンプの修復および海水路の作業であった。Olkiluoto 2 号機の最大の改造は圧力容器上蓋冷却系の配管と弁の修理であった。

放射線防護の視点から見れば、Olkiluoto 2 号機では、原子炉圧力容器上蓋スプレー系の一部の交換と停止時冷却系の弁交換が最も規模の大きい作業であった。この作業から受けた集団線量は 0.14 人・Sv であった。ASME 検査(非破壊試験)からの寄与は 0.042 人・Sv であった。

Olkiluoto 1 号機では、年間停止が 7 日 20 時間であった。受けた集団線量は 0.27 人・Sv であった(2000 年は 0.87 人・Sv)。合計 1389 人に対して被ばく管理を行なった。最も高い個人線量は 8.8 mSv であった。

Olkiluoto 1 号機の停止が 8 日未滿で終了したことは、新記録であった。

Olkiluoto 1 号機では、作業は燃料交換停止の範囲内で行なわれた。付加作業として、2 系統の

再循環ポンプのモータを交換した。最も重要な作業は補助給水ポンプモータの交換である。

Olkiluoto 1号機では、ASME 検査からの寄与は 0.043 人・Sv であった。

所見

両原子炉で、蒸気湿分含有量が引き続き高く (0.30~0.35%)、主蒸気系統の線量率が 2~10 倍増加している。しかしながら、タービン建屋では、蒸気湿分含有量の増加による個人線量増加への寄与はわずかである。1998 年に新規出力レベル (2500MW) が許可された後、高い蒸気湿分含有量が観測された。

作業員の内部汚染の測定において、登録レベル (0.1 mSv) を越えたのは 3 件であった。

Loviisa

2001 年初めから 12 月末までの集団線量は 1.12647 人・Sv (停止期間中被ばくを含む) であり、Loviisa 1号機は 759.80 人・mSv、Loviisa 2号機は 366.67 人・mSv である。放射線被ばくの個人管理を受けている作業員の数は 1142 人である。したがって、平均線量は 1.98 mSv である。

Loviisa 原子力発電所では、発電所に設置している放射線モニタ系 (エリアモニタ、空気モニタ、プロセスモニタおよび排水モニタ) を 2001 年~2003 年に更新するプロジェクトがある。

第 24 回 Loviisa 1号機の燃料取替と年間保守停止の期間は、2001 年 8 月 11 日から 31 日であった。一次冷却系ポンプ内部の支持構造物のクラックと起動時に関連するポンプの振動により、これは計画より約 4 日長かった。管理区域内の停止作業に加盟した作業員は全部で約 900 人であった。停止中に受けた放射線集団線量は 0.69 人・Sv (2000 年は 1.68 人・Sv) であった。個人被ばくの最高値は 11.5 mSv であった。

Loviisa 1号機停止中に実施した最も重要な検査、保守作業および改造は次のとおりである。

- 原子炉圧力容器の外部点検
- 定期試験
- 制御棒駆動機構の検査と試験
- 2台の一次冷却材ポンプの保守
- 2台の一次冷却材ポンプモータの油漏れ修理
- 2台の一次冷却材ポンプ内部支持構造の交換
- 過酷事故管理の一部改良
- 蒸気発生器室の電気および計測制御用ケーブル交換の継続
- 蒸気発生器室床の前面塗装を 135°~180°扇形区域で開始

蒸気発生器室の床の塗装は、最も高い集団線量 (0.089 man・Sv) の原因となる作業であり、最も高い個人線量は 7.14 mSv であった。個人線量の最高値 11.5 mSv は、一部、この作業から受けている。

その他放射線防護の視点から重要な作業は次の通りである。

- アクチュエーターケーブルの交換 (0.021 人・Sv)、最高個人線量 2.14 mSv
- 燃料取り出し (0.034 人・Sv)、最高個人線量 2.92mSv
- 燃料再装荷 (0.031 人・Sv)、最高個人線量 2.82mSv

- 蒸気発生器室内洗浄 (0.057 人・Sv)、最高個人線量 3.71 mSv

第21回 Loviisa 2号機の燃料取替と年間保守停止の期間は2001年9月1日から23日であった。計画スケジュールは、起動に関連する主循環ポンプの振動により6日延長された。主循環ポンプの1機を予備機に交換するため、原子炉は起動時に温態待機から冷態停止に戻った。約900人の作業員が管理区域の停止作業に加盟した。停止作業で受けた集団放射線線量は0.29人・Sv(2000年は0.47人・Sv)であった。0.020人・Svを超えた唯一の集団作業線量は、蒸気発生器室の最終洗浄であった(0.021 man・Sv)。個人線量の最高値は4.4 mSvであった。

Loviisa 2号機の停止中に行なわれた検査、保守作業および改造は Loviisa 1号機で行われたものと全く同じである。蒸気発生器室では、1994年に実施した全ループ除洗後、大きな線量率の増加は発生していない。

所見

Loviisa 1号機の停止後、蒸気発生器室の線量率は、初期のループの測定と比較すると、20~40%高くなっている。線量率の増加は放射化された銀 Ag-110m(半減期 253日)ならびにアンチモン同位体 Sb-122(半減期 2.72日)および Sb-124(半減期 60.3日)に起因する。しかしながら、過去数年間の測定結果と比較して、線量率の変化は重要ではない。

作業員の内部汚染の測定では、登録レベル(0.1 mSv)を越えたのは3件であった。

フランス

国の線量傾向の概要

集団線量

原子炉1基当たりの平均集団線量は2000年の1.08人・Svから2001年には1.02人・Svに減少した。短期停止の数は2000年の23回から2001年には11回に減少した。10年毎の停止の数は2000年の6回から2001年には8回になった。標準停止の数は2000年の15回から2001年には28回に増加した。900MWe級原子炉(34基)では2001年の平均集団線量は約1.29人・Svであった。一方、1300MWe級原子炉(22基)の2001年の平均集団線量は、約0.62人・Svであった。

個人被ばく

2001年には、20 mSvを超える年間線量を受ける者はいなかった。2001年の初めに、12ヶ月間の個人線量に対するEDF(フランス電力公社)の全体の警報レベルが20 mSvから18 mSvに引き下げられた。この値は、個々の線量状況を調査しなければならないレベルに相当する。特定の場所での12ヶ月間の警報レベルは16 mSvに設定されている。

線量傾向に影響を及ぼす事象と停止の数

EDF 4ループ原子炉

2001年の主な線量への寄与は、標準停止12回、短期停止2回、10年毎の停止2回、TRICASTIN 3号機の蒸気発生器交換とGRAVELINES 6号機の圧力容器上蓋交換である。短期停止の最低集団線量は、GOLFECH 2号機の0.25人・Svである。標準停止の最低集団線量はCATTENOM 2号機の0.36人・Svである。2001年の停止時の最高集団線量はPALUEL 2号機の標準停止での1.67人・Svである。

EDF 3ループ原子炉

2001年の主な線量への寄与は、標準停止16回、短期停止9回、10年毎の停止6回であった。2001年の短期停止の最低集団線量は、BLAYAIS 1号機の0.37人・Svである。標準停止の最低集団線量は、DAMPIERRE 3号機の0.69人・Svである。最も高い停止時の線量は、BUGEY 4号機の10年毎停止の2.43人・Svであった。

組織的展開

引き続き2001年には、EDFでは、放射線防護組織を強化した。多くの技能職員、高水準の技能職員および専門家が、放射線防護分野に採用されており、今後もその予定である。

放射線防護を原子力安全と等価に考える処置

- 放射線防護基準ベースの策定、いくつかの重要分野を検証した。放射性線源の管理、集団線量と個人線量の管理、管理区域と監視区域の管理。各項目には、規制文書のリスト、EDF要求事項および実用手順書が含まれる。
- 原子力発電所のRP（放射線防護）スタッフの職務に関する作業部会の創設。
- 追加資源の供給：2001年に原子力発電所RP職員をさらに40人増強。
- 国際経験のフィードバック。

今後の業務（停止と線量）

2002年には、EDFの原子力発電所運転部門は短期停止24回、標準停止14回、10年毎の停止5回を予定し、FESSENHEIM-1の蒸気発生器交換およびSAINT LAURENT B 1号機の圧力容器上蓋交換を行なう。このように多くの短期停止があるので、2002年は、集団線量の低減が重要になってくる。

ドイツ

2001年、ドイツでは炉型別の平均集団線量は、加圧水型炉（PWR）の0.89人・Svおよび沸騰水型原子炉（BWR）の1.06 man人・であった。

試験的な被ばく低減プログラム

Obrigheim 原子力発電所と Biblis 原子力発電所において、それぞれ1996年9月および1998年2月以来、亜鉛注入プログラムが実施されている。このプログラムの研究から、材料特性に関して

化学的両立性に優れていること、および高線量率区域での被ばく低減（平均 40-50%）が顕著であることがわかった。この有益な経験に基づいて、大型発電所運用者技術協会（VGB）は、炉心領域にステライトの量が多いシーメンス社の原子力発電所に亜鉛注入の実施を勧告している。

主要な展開

ドイツ原子力発電所の線量測定システムの近代化に関して、引き続き検討が続けられている。この開発を支援するために、Isar 原子力発電所で試験プロジェクトが実施された。ここでは、新規の電子式線量計、読み取りと被ばくデータ管理のためのシステムを実際の運転状況下で試験した。請負業者 3 社、2 つの公的線量管理組織および 1 つの監督官庁がプロジェクトに参加した。プロジェクトは技術上および管理上の面で、好い結果を示した。それにより、VGB の作業部会および線量管理組織は、新システムが原子力発電所運営者と監督官庁に有益で安全な線量管理システムであることを、最高規制機関に納得させるための考え方をまとめた。次の段階では、別の原子力発電所と大病院で試験プロジェクトを計画している。同時に、規制と実用面の検討も強化される。

ハンガリー

ハンガリーには、Paks サイトに唯一の原子力発電所がある。Paks 原子力発電株式会社が、4 基の WWER-440 型原子炉を運転している。1 号機は 1982 年から運転しており、4 号機は 1987 年に送電を開始した。

2001 年、Paks 原子力発電所の正式な線量測定管理（フィルム・バッジ使用）に基づいた年間集団線量は、請負業者と発電所職員を含めて 2592 人・mSv であった。管理上の線量測定（電子式個人線量計を使用）の結果では、集団線量は 2687 人・mSv であり、最も高い個人放射線被ばく線量は、15.5 mSv であった。0.1 mSv の管理実効線量に達するかあるいはこれを超える内部放射線被ばくはなかった。

前年と全く同じで、原子炉停止作業が 2001 年の集団線量の主要な要因である。すなわち、集団線量の 83% は停止中に実施した作業に起因する。停止期間は 1 号機が 28.5 日、2 号機が 32.2 日、3 号機が 60.4 日、4 号機が 24.6 日であった。

通常の停止作業に加え、蒸気発生器の給水配管の交換および以前に定めた安全向上プログラムを、2001 年も引き続き実施した。

給水配管の交換は、14 基の蒸気発生器で実施した。ALARA の手法は、交換作業の実施過程と同様に準備過程においても重要な役割を果たした。その結果、集団被ばく線量は 433 人・mSv であった。

3 号機の原子炉保護系の改造、および 4 号機と同じ改造の準備を完了した。3 号機では、PRISE 管理の改善と低温過圧保護系の改造を行なった。管理上の線量測定の結果によると、この安全強化対策の実施による集団線量への寄与は、209 人・mSv である。

2001 年には、放射線防護に関する 5 件の事象を調査した。そのうちの 1 件は、原子力の安全規則の該当する指針に従って報告しなければならなかった。この数は大きなものではなく、前年

の値と比較すれば、減っていることがわかる。

日本

2001 年会計年度

東北電力の女川 3 号機 BWR、825 MWe (2436MWt)、が 2002 年 1 月 30 日に商業運転を開始した。

日本における運転中の原子力発電所の原子炉は、合計 52 基 (BWR 29 基、PWR 23 基) で、合計容量は 2001 年会計年度末の時点で 45,742 MWe である。

国の線量傾向の概要

集団被ばく線量

2001 年会計年度の線量は、BWR と PWR の両方とも前年とほとんど同じレベルであった。1 原子炉当たりの平均年間集団線量は運転中の全原子炉、BWR および PWR に対し、それぞれ 1.50 人・Sv、1.68 人・Sv および 1.27 人・Sv である。

2001 年会計年度の計画停止中に、集団線量に大きく寄与した主な改善作業は次の通りである。

BWR

- シュラウドと他の原子炉内部構造物の交換 (1 プラントで 2.8 人・Sv)
- 蒸気発生器の交換 (2 プラントで 1.9 人・Sv)
- 一次系の配管、弁の交換 (1 プラントで 0.9 人・Sv)

個人線量

放射線作業従事者の平均年間線量は、前年と同じレベルの 1.2 mSv で、最も高い年間個人線量は 25.5 mSv である。これは被ばく線量限度の 50 mSv / 年をかなり下回っている。

BWR 21 基と PWR 19 基の定期検査が完了した。定期検査の平均期間は BWR と PWR で、それぞれ 103 日と 82 日であった。最短の停止期間は 29 日であった。

次年度

蒸気発生器の交換、シュラウドの交換いずれも現在のところ、2002 年会計年度には予定されていない。

韓国

国の線量傾向の概要

韓国の原子力発電所の線量傾向は、集団線量の連続的な減少を示している。韓国水力原子力発電会社(KHNP)本社の見解は、この傾向がなお継続すると予測している。現在、同社は第2次「被ばく低減10年計画」を実施し、放射線防護プログラムの改善を図っている。

2001年には、運転中の原子力発電所は16基で、PWR12基、CANDU4基である。また、新設のPWR Yonggwang 5号機が2001年に試運転を行った。2001年の1原子炉当たりの平均集団線量は0.67人・Svで、2000年の0.71人・Svおよび1999年の0.85人・Svを下回っている。

以前と同じく、2001年も原子炉の作業停止が集団線量の大部分を占めている。すなわち、集団線量の79.7%は作業停止中に実施した作業に起因する。両炉型の5年間の平均年間集団線量と2001年の1原子炉当たり平均年間集団線量を次の表に示す。

5年間の平均年間集団被ばく線量(人・Sv)

年	1997	1998	1999	2000	2001
PWR(基数)	0.88 (10)	1.04 (11)	0.84 (11)	0.77 (12)	0.67 (12)
CANDU(基数)	0.62 (2)	1.01 (3)	0.85 (4)	0.55 (4)	0.67 (4)

2001年の1原子炉当たりの平均集団被ばく線量と個人被ばく線量

号機	炉型	停止期間 (日)	集団線量 (人・Sv)	平均 個人線量 (mSv)
Kori 1	PWR	27	0.69	1.03
Kori 2	PWR	47	0.74	1.03
Kori 3	PWR	37	1.06	1.57
Kori 4	PWR	35	1.30	1.57
Yonggwang 1	PWR	-	0.04	0.95
Yonggwang 2	PWR	45	1.20	0.95
Yonggwang 3	PWR	-	0.08	0.44
Yonggwang 4	PWR	57	0.47	0.44
Ulchin 1	PWR	29	0.93	1.52
Ulchin 2	PWR	34	1.00	1.52
Ulchin 3	PWR	31	0.28	0.43
Ulchin 4	PWR	37	0.27	0.43
Wolsong 1	CANDU	67	1.44	1.44
Wolsong 2	CANDU	-	0.28	1.44
Wolsong 3	CANDU	44	0.65	0.86
Wolsong 4	CANDU	28	0.30	0.86

線量傾向に影響を及ぼす事象

2001年に第2次「被ばく低減10年計画」が始まり、対象の原子力発電所に財政支援を行なった。それにより、蒸気発生器、一次冷却材ポンプ、クラッド低減、供与中検査および乾式貯蔵への使用済み燃料移送などの分野でシステムが改善された。さらに、最適化方針の実施を推進し、その結果をKHNP本社が評価した。作業停止中の簡易遮蔽の敏速な据付、最適線量率を確認する酸素処理過程の余熱除去系配管の連続モニタリング、ADRシステムの改良、定例ALARA小委員会会議などが、好結果をもたらした良好事例として認められた。

次年度の主要作業計画

財政支援を含む第2次「被ばく低減10年計画」を、2010年まで継続する。KHNP社長が承認した計画には、財政支援は勿論改善の範囲についての詳細計画も含んでいる。計画に従えば、対象原子力発電所の平均集団線量は、1原子炉当たり0.15人・Sv削減される。

リトアニア

国の線量傾向の概要

Ignalina 原子力発電所 (INPP) (LWGR (黒鉛減速軽水冷却炉) (RBMK) (黒鉛減速沸騰軽水冷却圧力管型大出力炉 2 基) の 2001 年の 1 原子炉当たり平均年間集団線量は、発電所職員 - 2.55 人・Sv、外部作業員 - 0.59 人・Sv であり、1 原子炉当たりの集団線量の合計は 3.14 人・Sv である。

2001 年の 1 原子炉当たり平均年間集団線量は、2000 年 (5.35 人・Sv) よりも 41% 低かった。この線量傾向は、INPP における ALARA プログラムの効果的な実施、作業管理プログラムの採用および装置近代化に起因している。計画被ばく値と実績被ばく値とを比較すると、職業被ばくを低減するために講じた措置の有効性がわかる。INPP 職員の計画年間集団線量は 9.03 人・Sv で、外部作業員に対しては 2.26 人・Sv であった。計画年間集団被ばく線量の合計は 11.29 人・Sv あるいは 1 原子炉当たり 5.65 人・Sv であった。個人線量計を着用している作業員の総数は 4375 人 (INPP 職員 3187 人、外部作業員 1188 人) であり、最大の実効被ばく線量は 19.3 mSv、平均個人実効線量は 1.93 mSv であった。

2001 年には、782 人の作業員に対して内部被ばくの評価を行なった。過剰な内部被ばくは見つからなかった。

停止の回数および期間

2001 年は、INPP で 2 回の作業停止が行われ、1 号機が 63 日、2 号機は 96 日であった。2001 年の集団線量は、次のように区分できる。すなわち、通常運転 - 23%、1 号機の停止 - 32.4%、2 号機の停止 - 44.6% である。

作業停止の業務完了後に、INPP 職員と外部作業員が受けた全身被ばくは、1 号機で 2.21 人・Sv、2 号機で 2.87 人・Sv であった。

1 号機と 2 号機の集団線量に寄与する主な作業は次の通りである。

1. 原子炉圧力容器周り：原子燃料チャンネルの保守、修理、交換および検査
2. 主冷却材循環系：検査の準備、検査、および一次系配管の修理
3. 原子炉設備の修理と燃料交換

2002 年の懸案事項

2002 年の Ignalina 原子力発電所の目標

- 個人最大線量は、20 mSv 以下
- 集団線量は、9.15 人・Sv を超えない。この値は、2002 年の被ばく計画で決定し、放射線防護センターが承認している。
- 次の活動を実施し、ALARA 方針を引き続き推進する。すなわち、作業管理、職員の教育訓練、作業環境の改善、作業プロセスの技術的な改善、品質保証の強化、セーフティ

カルチャー、および人的要因による負の影響の回避。ALARA 方針の実施のために考えられる措置は、Ignalina 原子力発電所 ALARA プログラムに取り込まれている。

2002 年の職業被ばくに関し、放射線防護センターの方針は次の通りである。

- 放射線防護法の要求事項の INPP での実施状況を監視する。
- INPP 職員と外部作業員の職業被ばくの傾向を調査する。
- 発電所で実施する検査活動の方法および内容を絶えず改善する。
- 使用済み核燃料貯蔵所で、放射線防護要求事項がどのように実施されているかを監視する。
- 発電所で最適化方針の遂行状況を評価する。
- 原子力発電所の廃止措置期間の放射線防護要求事項を制定する法律案を起草する。

メキシコ

2001 年集団被ばく線量

Laguna Verde 原子力発電所 (LVNPP) : BWR 原子炉 2 基、各定格 684MWe

1 号機	合計線量	3.97 人・Sv
	通常運転	0.74 人・Sv
	第 8 回燃料交換停止	3.23 人・Sv
2 号機	合計線量	2.60 人・Sv
	通常運転	0.44 人・Sv
	第 5 回燃料交換停止	2.16 人・Sv
	1、2 号機平均	3.29 人・Sv / 1 原子炉

線量傾向に影響をおよぼす主要な事象/結果

2001 年は燃料交換停止を 2 回行なった。

1号機、第8回燃料交換停止（2001年5月5日～2001年7月13日）、線量に寄与する主要な作業（人・mSv）：

- 原子炉容器ノズル、ドライウエルに対する10年目の供用中検査（444.86）
- 制御棒駆動機構30体の交換/保守（338.79）
- ドライウエル内の復水チャンバ（原子炉計装）の設置（146.78）
- 残留熱除去系の復水モードの徐却（93.35）

2号機、第5回燃料交換停止（2001年10月27日～2001年12月31日）、線量に寄与する主要な作業（人・mSv）：

- ドライウエル内の復水チャンバ（原子炉計装）設置（157.9）
- 制御棒駆動機構20体の交換/保守（148.4）
- 再循環ループ弁MV-8247の大規模保守（106.0）
- 残留熱除去系の復水モードの徐却（102.2）

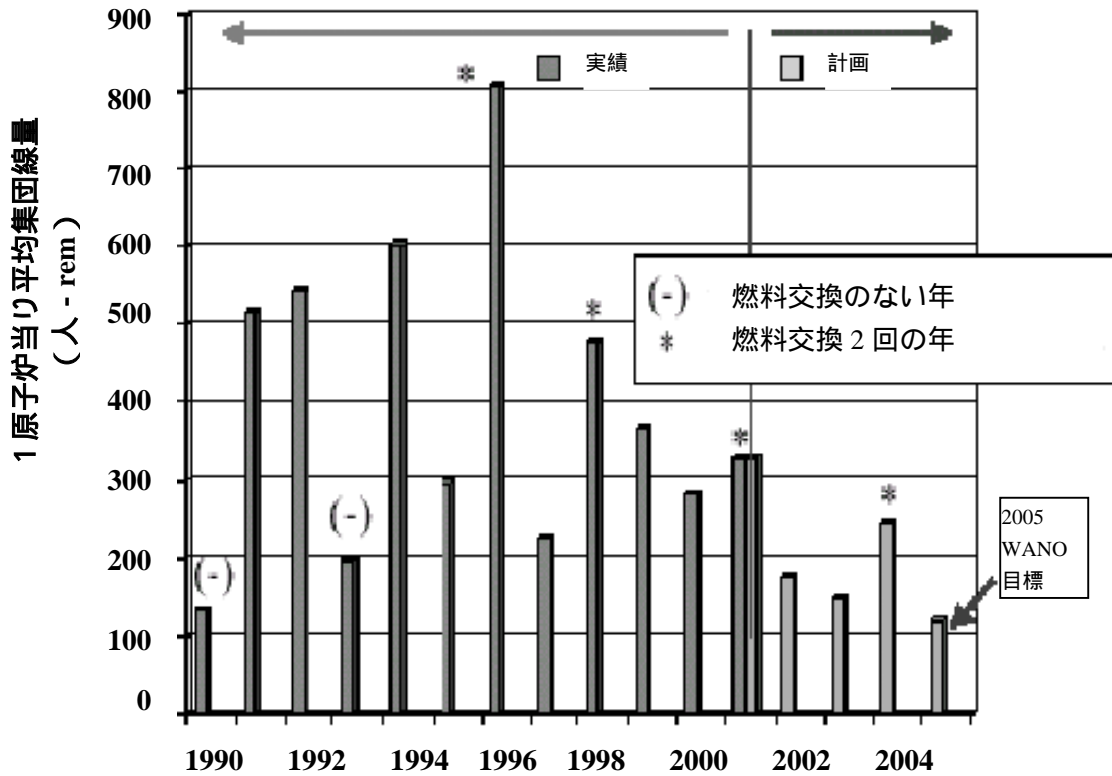
主要な展開

- 1998年以来、LVNPPでソースターム低減を継続実施後、1号機のBRAC指数は1992年（商用運転2年目）と同じ値になった。2号機でも同じ状況が見られる。
- 水化学/ソースターム：
LVNPPの原子炉は、現在、炉水中の全コバルト濃度が北米のBWRで最低のグループである。現在、1号機および2号機は、29基の中で低い方からそれぞれ、2位および6位に格付けされている。
- LVNPPの1996年以降の集団被ばく線量減少傾向は、両原子炉の同時燃料交換停止による2001年の予想ピークを考慮しても、明らかである。少なくとも予想シナリオの下では、1原子炉当たりの平均集団被ばく線量が2人・Svを越えるのは、今年が最後の年であると思われる。

機器または系統の交換

- 残留熱除去系復水モードの両原子炉における徐却（規制上の約束事項）
- 古い核計装（起動領域中性子束モニタ（SRNM））を新規のものと交換

Laguna Verda 原子力発電所：
実績および計画集団線量



線量低減プログラムの展開

亜鉛注入と鉄濃度低減の原子炉水化学管理対策を引き続き実施したため、ソースターム低減に関して優れた結果を得ることができた(上記、主要な展開の項を参照)。また、次の方法による補足処置を講じることにより、放射線作業従事者の被ばく時間の最適化を検討している。すなわち、立案プロセスの改良、放射線区域への入域制限管理、ALARA 対策の完全実施、職員教育訓練の改善および職員の安全文化の強化。

2002 年の技術状況

Laguna Verde 発電所の集団線量は、引き続き減少する。2002 年では、1 原子炉当たり、1 年当たりの計画平均集団線量は 1.74 人・Sv の程度であると予測できる。これは我々の実績の中では最低の値で、今後は、引き続き改良を行ない、2005 年には 1.2 人・Sv にまでの低減を目指す。

オランダ

GKN の運転する Dodewaard BWR (57 Mwe) は政治的、経済的理由のために、1997 年 3 月に停止した。「運転後の業務」と「安全な密閉管理」を実施するプロジェクトが、計画に従って進んでいる。現時点では、燃料棒の取り出しは 2003 年の初期に完了すると予測している。その後、発電所は、40 年後の最終解体前の「安全な密閉管理」施設に変わる。

2001 年の Dodewaard 発電所の集団被ばく線量は、95 人・mSv であった。

規制

2002 年 3 月、オランダで、欧州原子力共同体指針に基づく放射線防護基準が発効する。

ルーマニア

SNN-CNE PROD CERNAVODA は、CANDU-600 型原子力発電所 1 基を運転している。2001 年は商用運転満 5 年目である。

2001 年、集団線量は 575 人・mSv (外部および内部の両被ばく線量を含む) であり、これは被ばくを受けた 451 人の個人、すなわち有意な線量を受けた人の合計である。

最も高い個人線量は 7.94 mSv で、被ばく作業員の平均線量は 1.26 mSv であった。被ばくした個人の約 58% の者が受けた線量は、1 mSv 未満であり、また、5 mSv 以上の線量を被ばくした者は 4% 未満であった。10 mSv 以上の線量を被ばくした者はいなかった。

過去との比較では、被ばくする個人の数は増加している。しかし、最高および平均の線量はそれぞれ過去 2 年と同程度である。

発電所の集団線量は、前年と比較して高くなった。主な寄与は年間の計画停止からのもので、その年の集団線量全体の約 65% を占める。

集団線量に重要な影響をおよぼす主な作業を以下に示す。

- 蒸気発生器検査 (ボイラー 2 基)
- 計画停止中のフィーダー・キャビネット内作業 (スエージ・ロック交換、チューピング検査)
- N 21 フィーダー交換

次に、翌年の主要プロジェクトを示す。

- 被ばく線量記録レベルの引き下げ
- 電子式線量計交換に着手
- 放射線防護教育訓練プログラムの改訂に着手

詳細情報

年間集団線量

- 全実効線量：574.9 人・mSv
- 外部被ばく実効線量：433.4 人・mSv
- 内部被ばく実効線量（トリチウムによる）：141.4 人・mSv
- 内部被ばく実効線量（トリチウム以外の放射性核種による）：なし

年間線量傾向のまとめ

年	内部被ばく 集団線量 人・mSv	外部被ばく 集団線量 人・mSv	全身被ばく 集団線量 人・mSv	被ばく 作業員数	個人線量 5～10 mSv の人数	被ばく作業 員の平均個 人線量 mSv
1996	0.60	31.70	32.30	74	0	0.40
1997	3.81	244.48	248.29	251	3	0.99
1998	54.37	203.35	257.72	339	2	0.76
1999	85.42	371.11	456.53	355	3	1.29
2000	110.81	355.39	466.20	372	6	1.25
2001	141.40	433.40	574.90	451	16	1.26

個人被ばく線量はすべて 10 mSv 未満であった。

線量傾向に影響をおよぼす事象

集団線量は主として計画停止からの寄与である。去年と比較して、大きな寄与はフィーダー交換に関する作業である。

主要な展開

- 集団線量への主な寄与は年間計画停止であり、これは 2001 年の集団線量のおよそ 65% に寄与している。
- 年間停止には、フィーダー配管交換およびボイラー検査が含まれている。

2002 年の懸念事項

技術上

- 放射線防護教育訓練プログラムの改善
- 古い電子線量計の交換
- 最新 IAEA 勧告へ、線量記録レベルを調整

規制上

- 原子力発電所に適用する特別な規則（例えば、有資格専門家の配置に関する規則および放射線管理業務の承認に関する規則）の発行と実施
- Cernavoda 原子力発電所の使用済み燃料乾式貯蔵所の立地および建設に関する許可。許可には、建設に係わる作業が原子力発電所の安全運転におよぼす影響評価を含む。

ロシア連邦

ロシア WWER 型原子力発電所の主要データ

1 原子炉当たりの平均年間集団線量（職員と請負業者）

原子力発電所		集団線量（人・Sv / 原子炉）							
名称	基数と炉型	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Balakovo	4 基 WWER-1000	0.62	1.21	0.92	0.94	1.03	0.92	0.67	0.68
Kalinin	2 基 WWER-1000	2.77	2.22	1.83	1.77	1.52	1.46	1.49	1.24
Kola	4 基 WWER-440	2.21	1.56	1.76	0.89	1.02	1.71	1.02	1.10
Novovoronezh	5 基 1, 2 - 停止 3, 4 - WWER-440; 5 - WWER-1000	2.63	2.98	1.67	1.58	1.34	2.16	1.36	2.12
Volgodonsk	1 基 WWER-1000								0.03
平均		2.07	1.99	1.55	1.30	1.23	1.56	1.13	1.03

注：Volgodonsk 原子力発電所は、2001 年 3 月 30 日に運転開始。

運転電力会社（Rosenergoatom 社）および原子力発電所管理部門の努力により、原子力発電所の放射線管理業務は、組織的および技術的な措置を含めて改善されてきた。そして、2001 年における集団線量は、2000 年と比較して 1.1 分の 1 に、新規線量限度への移行開始（1996 年）後、1.5 分の 1 にそれぞれ減少した。

停止（予定外停止を含む）の回数および期間

原子力発電所	原子炉数	停止の回数	停止期間（日）
Balakovo	1	3	27
	2	2	54
	3	1	67
	4	2	60
Kalinin	1	1	72
	2	2	70
Kola	1	1	63
	2	1	42
	3	1	41
	4	2	46
Novovoronezh	3	1（再建）	218
	4	2	67
	5	1	51

新規発電所

Volgodonsk 原子力発電所は、2001 年 3 月 30 日に運転を開始した。

新規／実験的な被ばく線量低減プログラム

新規の線量低減プログラムが、黒鉛減速沸騰軽水冷却圧力管型大出力炉（RBMK 型）の原子力発電所に対して、検討されている（期間 2002~2005 年、費用 600 万ユーロ）。

次年度の主要な作業計画

- 鉛含浸布遮蔽を実際に使用
- 原子力発電所で電子式個人線量計（EPD）の使用

スロバキア共和国

2001年のスロバキア共和国の加圧型軽水炉1基当り年間平均集団線量は、365.77人・mSvである。

Bohunice 原子力発電所（原子炉4基）

法定フィルム線量計から計算した2001年におけるBohunice原子力発電所の合計年間実効線量は、1497.44人・mSv（職員は798.45人・mSv、外部作業員は698.99人・mSv）で、最大個人線量は16.56人・mSv（請負業者）であった。

2001年の線量傾向に影響をおよぼす事象

作業停止中の業務審査から判るように、Bohunice原子力発電所の合計集団線量に主に寄与しているのは1号機と2号機であった。これらでは、停止中に3号機と4号機より高い放射線区域で、特別な改造を実施している。全ての作業は、合理化されていた。

停止の回数と期間

- 1号機 - 71日間の大規模保守停止、合計集団線量は521.00人・mSv
- 2号機 - 40日間の標準保守停止、合計集団線量は651.36人・mSv
- 3号機 - 45日間の標準保守停止、合計集団線量は121.33人・mSv
- 4号機 - 44日間の標準保守停止、合計集団線量は155.64人・mSv

注：この項のデータは、全て電子式線量計によるものである。

主要な展開

1月1日に人・Svの財務当量を定義している「スロバキア放射線法（Slovak Radiation Law）」が発効した。これは原子力発電所の合理化プロセスに重大な影響をおよぼしている。

機器と系統の交換

放射線管理区域出口の古いゲート型モニターは、国内と国際的な要求事項を充たす新しい装置に交換した。

放射線防護用の発電所校正施設の改造を開始した。この作業の完了は2002年11月の予定である。

安全に係わる事項

放射線管理区域出口のゲートモニターの更新

新規/実験的な線量低減プログラム

燃料要素の漏洩による2号機の停止期間の初めに、沃素の作業環境への放出の可能性を排除する（従って、作業員を内部汚染から保護する）幾つかのプログラムを2001年に実行した。他のプログラムは、同じ号機のガス浄化システム試験に専念した。

新しい人・Sv財務当量に係わる新合理化プロセスを開始している。

組織上の変更

原子力発電所の放射線防護職員数を3人削減。

2002年に予定されている主要な行事

来年の主な作業計画：

- 1号機 - 43日間の標準保守停止
- 2号機 - 43日間の標準保守停止
- 3号機 - 46日間の標準保守停止
- 4号機 - 46日間の標準保守停止

放射線防護の観点からの技術的な懸案

放射線計装近代化の分野で以下の事項を予定している。即ち、3号機と4号機でのN16モニター設置の完了、排気スタックにガス放出を監視する分光システム設置の完了。

Mochovce 原子力発電所（原子炉2基）

2基の合計集団実効線量は697.2人・mSv（集団実効線量は法定フィルム個人線量計から評価）で、最大個人実効線量は8.06人・mSv（請負業者）であった。

2001年の線量傾向に影響をおよぼしている事象

Mochovce 原子力発電所の合計集団実効線量に寄与している主なものは、1号機と2号機の計画停止と安全改善プロジェクトであった。両ユニットの通常運転からの合計集団実効線量は38.98人・mSv、停止時の集団実効線量は663.74人・mSv（集団実効線量は電子式個人線量計の結果に基づいて評価）であった。

停止の回数と期間

1号機 - 84日間の長期計画停止。合計集団実効線量は585.58人・mSv（発電所職員は255.74人・mSv、請負業者は329.84人・mSv）。

2号機 - 60日間の長期計画停止。合計集団実効線量は78.16人・mSv（発電所職員は36.25人・mSv、請負業者は41.91人・mSv）。

注：停止期間中の集団実効線量は電子式線量計で評価したものである。

機器と系統の交換

放射線管理区域出口の古いゲート型モニターは一部、国内と国際的な要求事項を充たす新しい装置に交換した。両号機の主冷却材のガンマ線スペクトロメータシステムは運転に入った。

2002年に予定されている主要な事項

次年度の主要な作業計画

1号機 - 安全措置の実施と組合せた47日間の標準保守停止。

2号機 - 安全措置の実施と組合せた78日間の大規模保守停止。

放射線防護の観点からの技術的な懸案

以下の事項が2002年に予定されている。すなわち、新しい放射線計装設備の設置完了、スタック計装、中央放射線監視コンピュータシステム、および原子力発電所付近で遠隔線量計測システム。

スロベニア

2001年 Krsko 原子力発電所の放射線防護の実績指標

集団放射線被曝線量は1.13人・Sv (GWh 電気出力当り0.215人・mSv)であった。最大個人線量は15.81 mSv、1人当りの平均線量は1.27 mSvであった。

計画停止 (2001年5月9日 - 2001年6月18日)、40日間

停止期間の集団線量は0.995人・Svであった。主な追加作業はALARAに従って計画し、その集団線量(人・mSv)は、

- 原子炉冷却材ポンプの検査とその内部部品の交換(63)、一次系と炉容器の検査(63)、蒸気発生器細管の渦電流探傷試験(98)、蒸気発生器ノズルダムの取付け(20)、炉容器上部構造物の割りピン交換(32)、再生熱交換器の交換(86)、ルーズパーツモニター計装取付け(21)、ハンガーの試験(53)
- 余熱除去系(RHR)配管の一部交換(33)

主要な進展

Krsko 原子力発電所

停止日数を隔年に25日または35日に短縮する計画がある。将来、集団線量を低減するために長期ALARAプログラムを実施する。

発電所供用期間中の使用済み燃料用に十分なスペースを用意するために、2002年から2003年に使用済み燃料プールのラック交換を実施する。

規制法規

2002年に環境省と保健省は、電離放射線に対する防護と原子力安全に関する新しい法規を発効する予定である。

調査

2001年に最初のIAEA職業放射線防護評価事業(ORPAS)がスロベニアで実施された。

南アフリカ

国の線量傾向の概要

2001年の Koeberg 原子力発電所 1号機 (PWR) の年間集団線量は 1316 mSv、2号機 (PWR) は 992 mSv であった。

線量傾向に影響をおよぼしている事象

Koeberg 2号機の停止期間中、燃料交換用水タンクを低圧安全注入と格納容器スプレイポンプにつないでいる安全注入吸込み配管上に、壁を貫通する漏洩が発見された。さらに外面の液体浸透検査と冶金学的検査で、残留応力と悪環境 (海洋) 条件が重なった応力腐食割れ (SCC) が幾つかの場所で確認された。停止期間中に発見された欠陥は恐らく、影響を受けた配管も含めた貯蔵タンク室の環境条件と関係している。ここはタンク室からの貫通部が密閉されていないために、タンク室から燃料建屋へ塩分を含む空気が侵入している。危険と見なされた配管は全て非焼なまし状態の 304L オーステナイトステンレス鋼継合わせ薄肉配管である。これらは 2001 年初めの燃料交換停止中に検査し、3 箇所の管エルボーと 1 箇所の直管を交換した。同区域の他の配管については、外観検査を計画した。

運転に入って 3 ヶ月目のこの最初の検査で、漏洩の形跡が配管上に硼素の結晶の形で検出された。規制当局に通知し、直ちに評価した結果、欠陥は以前に経験したものと同一種類のもので、大きさは限られており配管の機能を損なう程ではないことが確認された。管は「使用可能だが劣化」とされ、さらなる検査と工学的評価を行った結果、SCC が当初決定されたよりも広範囲であることが判った。この範囲は 1 部の割れが表面下にあるために過小評価されたものである。このため、検査法を調整して、通常、腐食孔の底で始まる割れを露出させるために、影響を受けた配管全ての表面材質を約 250 ミクロン除去することにした。専門家の評価では、配管の健全性に対して差し迫った危険はなかったが、これを実証するには、Koeberg の両ユニットで影響を受けている可能性のある全ての配管に対して、更なる評価と早い時期での検査の実施が必要であった。Koeberg の管理者は、上記の検査が完了するまで 2号機を停止する保守的な決定を下した。

2号機安全注入システム配管の一部の応力腐食割れにより、85.67 mSv の線量が追加となった。

停止の回数と期間

2001 年に 2 回の燃料交換を実施した。

- 1号機の停止：期間 58 日間
- 2号機の停止：期間 61 日間

主要な展開

Eskom の放射線防護規則が改正され、最新の IAEA 安全原則と安全基準が放射線防護の政策、指令、法規と基準に適用された。国家原子力規制局は、放射線防護規則を Koeberg 原子力発電所で履行することを承認した。

新規 / 実験的な線量低減プログラム

線量低減に注目させるために、Koeberg 原子力発電所の全ての部、課、グループに対して目標線量を割り当てている。

放射線防護フォーラムは、線量の大きな業務を審査し、承認する。

2002 年の懸案事項

- 放射線防護技術の保持と開発
- 放射線防護規則のより良い履行

技術

車両放射線モニターとウォークスルー型汚染モニターを Koeberg 原子力発電所に設置した。

規制関係

Eskom の発電安全・保証部と国家原子力規制局による、Koeberg 原子力発電所に対するプロセス基準の許認可策の実施。

スペイン

2001 年の 1 停止当りの平均線量は PWR で 0.470 人・Sv (5 基)、BWR で 1.398 人・Sv (1 基) であった。プラント当りの集団線量を次の表に示めす。

号機	型式	期間 (日)	集団線量 (人・Sv)	備考
J.Cabrera	PWR	44	0.856	停止なし
Almaraz I	PWR	-	0.110	
Almaraz II	PWR	21	0.419	
Asco I	PWR	27	0.750	
Asco II	PWR	26	0.608	
Vandellos II	PWR	-	0.028	停止なし
Trillo	PWR	27	0.225	
S.M.Garona	BWR	34	1.034	停止なし
Cofrentes	BWR	-	-	

訳注 ; オリジナルの英語版が間違いだと思われるので、日本語訳時点で修正した

合計年間集団線量については、PWR の今年の平均値は 0.428 人・Sv、3 年間の平均値は 0.58 人・Sv である。

BWR については、今年の合計集団線量の平均値は 0.935 人・Sv、3 年間の平均値は 1.62 人・Sv である。

次表に見られるように、PWR では前年度の値と並べた値を見れば 3 年間の均し平均値は減少傾向が続いている。2001 年の年間集団線量は 5 回の停止があったことを考えれば最近 5 年間で最も低い値である。BWR については、2001 年の年間の値は同様に 1 回の特殊な燃料交換停止を行っている 2000 年の値に比して十分低い。3 年間の均し平均値は 0.14 人・Sv 増加しているが、これはこの時期、平均に入っている 3 年間は全て少なくとも 1 回は停止があるからである。

年度	PWR			BWR		
	停止回数	集団線量 (人・Sv)	3 年間の均し平均	停止回数	集団線量 (人・Sv)	3 年間の均し平均
1996	4	1.47		2	3.36	
1997	5	1.35		1	2.39	
1998	4	0.55	1.12	0	0.53	2.09
1999	5	0.71	0.87	2	2.45	1.79
2000	6	0.59	0.62	1	1.47	1.48
2001	5	0.43	0.58	1	0.94	1.62

Garona BWR の停止時線量 1034 人・mSv は、作業管理の最適化とソースターム低減対策の努力が始まってからの実績記録を破るものである。個人線量も低減している。

Trillo 発電所では、乾式使用済み燃料キャスクを収容するための新一時貯蔵建屋が建設された。最初のキャスクは、2002 年の停止後に使用される。

Vandellos 1 号機で廃炉作業が進行中である。2001 年には次の主な作業が実施された。即ち、種々の区域の除染；撤去資材の廃棄；使用済み燃料プールと黒鉛サイロスリーブの壁、天井、床の剥し；液体放射性廃棄物タンク、使用済み燃料プール水処理システム、黒鉛スリーブ破碎セル、破碎黒鉛・補強材分離セルの解体。被ばくした 395 人の作業員は 2001 年中に種々の作業に従事し、197.45 人・mSv の合計集団線量を受けている。

電離放射線衛生防護に関する新しい規制(ヨーロッパ指示 96/29/ユーラトムに基づく勅令 783/01)が最終的に 2001 年 7 月 6 日に発布され、2002 年 1 月に発効する。この法規に従う実用的な基準を整合する「一般放射線防護計画」を策定する目的で、電力会社と規制機関の代表者を入れた作業部会が設置された。この作業部会は 2001 年 12 月までに、この業務を成功裡に完了し、以下の項目を含む新しい枠組みを創設した。

- 線量率、空気汚染および表面汚染による、放射線区域の制限値と基準レベル
- 内部、外部被曝線量および表面汚染の基準レベル

- 放射線区域に関する立入りと滞在条件の法規
- 年間被曝線量 20 mSv と 2000 時間の 1 労働年からくる年摂取限度 (ALI) と吸引空気中濃度の新しい値
- 被服と防護用具の再使用基準

スウェーデン

集団線量と線量傾向

スウェーデンの原子力発電所の合計集団線量は、6.7 人・Sv であった。

今年は集団線量が減少し始めてから 4 年目の年である。これは線量率の低減と放射線管理の改善を図った長期的な努力の結果である。一部のプラントでの近代化作業の結果、保守作業と供用中検査が減少している。

1 基当りの平均集団線量は BWR で 0.71 人・Sv、PWR では 0.35 人・Sv である。

2001 年のスウェーデン原子力発電所の集団線量と停止期間

原子炉	型式	期間 (日)	集団線量 (人・Sv)
Barsebäck 2	BWR	36	0.54
Forsmark 1	BWR	13	0.25
Forsmark 2	BWR	13	0.24
Forsmark 3	BWR	48	1.18
Oskarshamn 1	BWR	25	0.35
Oskarshamn 2	BWR	24	0.66
Oskarshamn 3	BWR	17	0.19
Ringhals 1	BWR	32	0.77
Ringhals 2	PWR	29	0.33
Ringhals 3	PWR	31	0.27
Ringhals 4	PWR	39	0.29
合計	LWR	307	5.07

これにより、1 日当りの集団線量は 16.5 人・mSv / 停止日となる。

次年 (2002 年) の主要な業務計画

12 月 7 日に Oskarshamn 1 号機を、更なる近代化作業実施のために停止した。計画では、起動は

2002年10月23日である。特に、原子炉主再循環ポンプのポンプハウジングだけでなく、タービンも交換する。また、新しい制御室と4分割の電源も設置する。集団線量は約5人・Sv程度と予測している。

Barsebäck 2号機の今年の停止期間中に、近代化プログラムが開始され、今後3年間の停止期間中継続する。今年は特に、原子炉の主再循環システムを交換する。

スイス

線量傾向の概要

発電所	号機	計画停止 (人・Sv)	運転中 (人・Sv)	年間集団線量 (人・Sv)
KKB	Beznau I	0.076	0.0705	0.1465
	Beznau II	0.690	0.0705	0.7605
KKG	Gosgen	0.429	0.111	0.540
KKL	Leibstadt	0.710	0.300	1.010
KKM	Muhleberg	0.542	0.380	0.922

線量傾向に影響をおよぼしている事象

KKB II

KKB 2号機の停止中、一次系の冷却後に格納容器の一部で線量率が大幅に増加した。Co⁵⁸が炉心から原子炉冷却材と余熱除去システムの種々の機器に集まったと考えられている。温度120で12時間から6時間への洗浄プロセスの予定外の短縮があったために、この影響が強まった。このため、集団線量は計画では0.441人・Svであったが、0.69人・Svに達した。

KKL

KKLの停止時集団線量は、計画より約25%低かった。これはモックアップ訓練と注意深い業務計画のおかげもあって達成したものである。

KKM

1次回路機器の平均線量率が著しく減少したが、これは冷却媒体に貴金属と水素を添加したためである。2001年の平均線量率は2000年の値4.61mSv/時と比較すると、1.82mSv/時であった。これは特にドライウエルの作業員の集団線量に良い影響を与えた。

冷却媒体に水素を添加すると放射性窒素(N-16)が増加する。KKM周辺のフェンス際の平均線量率は0.063mSv/週に達した。HSK指針HSK-R-11の制限値は0.1mSv/週である。

停止の回数と期間

号機	停止	停止期間
KKB I	1	11 日
KKB II	1	68 日（原子炉保護・制御システムとコンピュータ制御システム PRESSURE の更新のため）
KKG	1	22 日
KKL	1	24 日
KKM	1	24 日

新稼動プラント / 停止プラント

ZWILAG

中低レベル放射性廃棄物貯蔵所の建設が始まった。2001 年の終わりには使用済み燃料・ガラス固化廃棄物貯蔵所にキャニスターが 3 基（使用済み燃料の入ったもの 2 基、ガラス固化廃棄物の入ったもの 1 基）存在する。放射性廃棄物用焼却炉の改良、即ち、酸素の供給と焼却炉にドラム缶を供給するシステムを改修した。

機器またはシステムの更新、安全関連事項、予期しない事象

KKB 2 号機で古い原子炉制御システムを新しいコンピュータ制御システムに交換した（PRESSURE プロジェクト）。

安全関連問題

KKL Leibstadt 発電所で点検表の偽造があり、2 人の職員を解雇した（原子力事象評価尺度（INES）1）。

予期しない事象

KKL で燃料破損（1 燃料棒）のために、停止後の格納容器内雰囲気では ^{131}I の一時的な増加が検出された。作業員の 1 人が沃素を摂取し、0.2 mSv の線量が発生した。

新規 / 実験的な線量低減プログラム

KKM で鉛ブランケットの移動式輸送システムの試験に成功した。このシステムにより、所要時間、線量、および労力を削減して管理区域（例えば、ドライウエル）の鉛遮蔽の輸送が迅速かつ容易になる。

2003 年の主要な業務計画

ZWILAG における放射性廃棄物用焼却炉の起動。

ウクライナ

国の線量傾向の概要

NNEGC “EnergoAtom”によれば、2001年におけるウクライナの WWER（軽水炉）当りの年間集団線量は 1.29 人・Sv / ユニットで、2000年の値よりも7%低かった。

線量傾向に影響をおよぼす事象

2001年の終りまでに被ばく線量の分析が終了し、NNEGC “EnergoAtom” 原子力発電所の計画停止中の職員に対する放射線安全を確保した。

2001年停止期間中の集団と個人被ばく線量の予想を、停止のスケジュール、現在の放射線状況および前回の停止の分析に基づいて作成した。停止の結果に従って人員被ばく分析を行い、特別報告書を発行した。

停止の回数と期間

最近5年間の NNEGC “EnergoAtom” における年間平均停止期間。

年	年間平均停止期間 (1基当りの日数)
1997	71.5
1998	89.2
1999	92.6
2000	89.8
2001	70.2

組織上の変更

最近統合された被ばく線量集計の方法には、個々の原子力発電所システムと業務の種類は含まれていない。

この結果、集計に基づく高度の比較分析の実施と原子力発電所職員の経験交換の組織化が不可能になり、原子力発電所職員の被ばく線量を低減する活動が困難になる。

この問題を解決するため、NNEGC “EnergoAtom” は放射線的に危険な業務実施時の個人被ばく線量を分析する手法を作成した。

この手法は国際勧告（国際 ISOE 組織に採用されている）を考慮して、既存の原子力発電所の実際的な経験に基づいて作成した。

この手法の実施で被ばく線量の低減に向けた原子力発電所の活動を比較・評価でき、停止時被ばく線量の低減につながると考えられる。

安全関連問題

海外の原子力発電所で広く使用されている ALARA 指針を用いて、Zaporozhe 原子力発電所で幅広い活動を実施した。

原子炉の計画停止中、ALARA 作業部会は放射線的に危険な業務実施部門の業務手法の作成・改善作業を行った。

被ばく線量分析によれば、主要な被ばく線量は原子炉、蒸気発生器および MCP (主循環ポンプ) の検査・保守作業に関連している。

高レベル放射能を持つ設備の検査と保守業務の線量を低減するには、自動化した金属物性検査・制御システムと効率的な遠隔除染法を絶えず調査し、採用することが必要である。

高レベル放射能設備の管理と共に、目視制御 (テレビジョンシステム) と蒸気発生器気密性制御システムにも遠隔制御を採用することにより、被ばく線量が許容値または管理線量に近い職員の数と職員集団線量を低減できる。

新線量低減プログラム

2002 年 1 月に規制機関 (保健防護省と原子力規制法に関する国家委員会 (State Committee on Nuclear Regulation) と NNEGC “EnergoAtom” の合同会議が開かれ、「ウクライナの原子力発電会社の RSSU-97 要求事項を充たす運転への移行プログラム」の実施を審査した。この「プログラム」の主たる目的は新しい原子力発電所職員職業被ばく線量基準 (20 mSv / 年) への移行で、新基準を充たすための規制法と要求事項の修正および計画停止等における被ばく線量計画の導入が達成された。

アメリカ

米国の職業線量傾向の概要

2001 年の米国 PWR と BWR の平均職業被ばく線量は、104 の商業炉で減少傾向を続けている。

炉型	基数	合計集団線量	炉当りの線量
PWR	69	62.732 人・Sv	0.91 人・Sv / 炉
BWR	35	48.354 人・Sv	1.38 人・Sv / 炉

2001 年における 104 の原子炉の合計集団線量は 111.085 人・Sv で、2000 年の合計値から 11.6% 減少している。この結果から米国軽水炉 (LWR) の炉当り平均集団線量は 1.08 人・Sv / 炉で、米国軽水炉が過去に記録した最低の平均集団線量であった。

2001 年の PWR 線量は 2000 年の値から 5% の減少を示し、1969 年以来、PWR の平均年間線量が 1.00 人・Sv / 炉を下回ったのはこれが僅か 3 回目である。

2001年のBWR線量は2000年の値から18%の減少を示し、7年前の米国BWR平均線量の半分以下である。

線量傾向に影響をおよぼしている事象

原子力発電運転協会 (INPO) は、PWR については炉当り 0.65 人・Sv、BWR については炉当り 1.20 人・Sv を含む 2005 年の米国軽水炉の集団線量目標を発表した。発電所の ALARA 部門は、2005 年 INPO 線量目標に対応する野心的な線量低減 5 カ年計画を作成した。

米国の原子力発電所は、2001 年に米国の電力会社が発電した電力の 21% を発電している。全号機の正味の設備利用率は、1991 年の 70% から 2001 年には 90% に増加している。高い年間発電量の達成には、燃料交換停止の短縮が大きい要因であった。米国軽水炉の停止期間の相加平均 / 中間値は、1990 年の 105 / 76 日から 2001 年の 37 / 34 日に減少している。放射線業務管理に関する NEA 専門家グループ報告書の内容の一部に基づいた、注意深い停止作業計画と積極的な停止作業管理により、米国発電所における停止期間と線量の低減の顕著な改善を達成した。

Quad City (BWR) で劣化亜鉛添加直後に貴金属を添加したところ、線量率が 10 倍に増加した。Browns Ferry (BWR) では燃料損傷があり、LaSalle County (BWR) では予定外停止があった。

蒸気発生器の交換

2001 年に Farley 2 号機、Kewaunee 1 号機および Shearon Harris 1 号機で、次表の期間と線量で蒸気発生器の交換を完了した。

号機	期間 (日)	蒸気発生器数	合計線量	交換蒸気発生器当りの線量
Farley 2	73	3	1.34 人・Sv	0.45 人・Sv
Shearon Harris 1	83	3	1.35 人・Sv	0.45 人・Sv
Kewaunee 1	73	2	1.18 人・Sv	0.59 人・Sv

安全に係わる問題

PWR の線量に大きく寄与したのは 2001 年 5 月に Oconee 発電所で始まった PWR 原子炉压力容器上蓋の硼酸腐食の発見であった。規制機関の指示による PWR 原子炉压力容器上蓋の検査が必要となった。Palisades の原子炉压力容器上蓋は大修理が必要となった。Davis Basse 原子炉压力容器上蓋の重大な損耗の結果、広範囲の工学的分析と規制処置を実施した。Davis Basse の上蓋を交換するのに、建設中止になった Midland Plant 2 号機の上蓋を交換品として確保した。フランスの 1994 年から 97 年の PWR 原子炉压力容器上蓋交換の経験を共有する ISOE 情報が、最近の米国 PWR 産業の業務に役立っている。

規制上の重点

運転期間を 20 年追加する発電所寿命の延長許可を、米国原子力規制委員会は幾つかの設置者に認めた。2001 年 9 月 11 日のニューヨークの世界貿易センターとワシントン DC のペンタゴンに対する悲惨なテロ攻撃以来、NRC 管理者は機密にかかわる原子力発電所データ (例えば、経度と緯度) を公開ウェブサイトから削除した。米国原子力発電所では警備システムを強化してい

る。

産業界 - 規制機関の共通問題では、非常に強い放射線区域への立入り管理に引き続き重点を置いている。また、予定外または意図しない被ばく線量の管理も、米国軽水炉の大きな放射線防護管理上の問題である。さらに、電力会社の自己評価と / または定期的な法定検査により発電所 ALARA プログラムの有効性を評価する方法について多くの議論がなされている。

今後の問題

米国原子力発電会社 5 社が、次の 5 年間に新しい原子力発電所を建設する可能性の第一ステップとして、サイト許可手続きを行なう意図のあることを発表した。さらに、TVA が 1984 年以降の管理上の停止状態から Brown Ferry 1 号機を復帰することを計画している。

既存の原子力発電所の価格は、以下の原子力発電所が売買された 2001 年にピークに達したように見える。

Nine Mile Point 1 , 2
Crystal River
Fitzpatrick

Indian Point 2 , 3
Connecticut Yankee
Pilgrim

2002 年に Seabrook が売買され、Clinton、TMI 1 と Oyster Creek が部分所有者の British Energy から米国原子力発電会社 5 社に売りに出された。

2001 年に新しい運転会社も結成され、この内の一つ Nuclear Management Company は以下の号機を管理しているが所有はしていない。

Palisades
Kewaunee
Prairie Island 1 , 2

Point Beach 1 , 2
Monticello
Duane Arnold

3. ISOE 作業プログラム

3.1 ISOE プログラム 2001 年の実績

職業被曝に関する情報システムは 2001 年に次の実績を挙げた。

データの収集と管理

ISOE 1 データの収集

ISOE 加盟者は、Microsoft ACCESS に基づいた ISOE ソフトウェアを用いてその 2000 年のデータを提出した。ヨーロッパ技術センターはヨーロッパ、アジア、カナダおよびメキシコの電力会社から全ての 2000 年のデータを入手した。2000 年に ISOE プログラムに加盟したロシア連邦を除く、全ての IAEA 加盟国がデータを提出している。米国 NRC は 1999 年と 2000 年の米国原子力発電所からのデータ（表 A、B、C）を提出した。

データの公開

2001 年 6 月に、1969 年から 2000 年までのデータを含む ISOEDAT データベースをヨーロッパ加盟国と、その他の技術センターに配布のために送付した。アジアのデータの入った 2 回目の公開資料を 2001 年 10 月の末に送付した（日本とカナダの原子炉のデータは、その到着が遅れたために含めることができなかった）。

データベースと ISOE ソフトウェアは、ACCESS 97、ACCESS 2000、と ACCESS 97 のランタイムバージョンで CD-ROM の形で提供した。CD-ROM による正式公開の間に、データベースの 1 部の更新版が、パスワードで保護された ETC サーバーからダウンロード可能であった。

ISOE 2 データの収集、入力モジュールの開発後

ISOE 2 データを収集する入力モジュールを開発中である。

ISOE 3 データの収集

ISOE 3 データを収集する入力モジュールを、2002 年 2 月に ISOE 加盟者に配布した。ISOE データベースには歴代の ISOE 3（NEA 3）報告書が含まれている。ISOE 3 データの収集が始まっている。

新しい ISOE 3 報告書の作成後、ISOE ソフトウェア・エクスポートモジュールを用いてデータベースファイルを作成する。このファイルを処理と配布のため、電子メール経由でヨーロッパ技術センター（ETC）に送付する。ETC は報告書に新しい見出し語登録の提案があるかどうかをチェックし、もし適切ならば、検索表を作成、改訂して、このファイルを NEA 電子メールの転送システムを用いて全 ISOE 加盟者に配布する。

文書と報告書

ISOE 年報 2000 - この報告書を 2001 年 10 月に刊行、配布した。

ISOE の 10 年 - 報告書 : ISOE システムは 10 周年に達し、そのプログラムは職業被ばく分野で多数の成果、研究、経験および傾向等を収集、分析、検討した。ISOE システムをさらに推進し、原子力発電所放射線防護への利用価値を示すため、報告書 *ISOE - 職業被ばくに関する情報システム、10 年の経験、OECD、2002* (*ISOE - Information System on Occupational Exposure, Ten Years of Experience, OECD, 2002*) を 2002 年 3 月に発行した。

2001 年に発行された情報シート : ISOE 技術センターは 2001 年に一連の分析を行い、これを情報シートとして発行した。情報シートの完全な一覧表は付属書 1 : 刊行物表に入っている。

原子力発電所における職業被ばくに関する国際 ISOE 研究会

米国カリフォルニア州アナハイムにおける 2001 年 2 月 3 - 7 日の 2001 年国際 ALARA シンポジウムの開催

職業放射線被ばくを合理的に達成可能な限り低く (ALARA) 維持する考え方と管理法の交換を推進する世界規模の討論会である 2001 年国際 ALARA シンポジウムが 2001 年 2 月 3 - 7 日に米国カリフォルニア州アナハイムで開かれた。このシンポジウムのテーマは「新ミレニアムの職業被ばく低減における卓越性 (Excellence in Occupational Dose Reduction in the New Millennium) : 21 世紀最初の国際 ALARA シンポジウム」であった。シンポジウムは北米技術センター (NATC) の後援を受け、放射線防護技術者国家登録事務所 (National Registry of Radiation Protection Technologist) と保健物理学会 (Health Physics Society, HPS) の中期ミーティングと共同で開催された。

シンポジウムでは、放射線作業管理、線量管理および線量測定における最近の取り組み方に関する 36 編の技術論文、10 の継続教育短期コースおよび 53 のベンダー展示会が特徴であった。18 カ国以上を代表して 485 人以上の人が ISOE-HPS 合同ミーティングに出席した (実際の ISOE 登録者は、約 150 人の ISOE 会員とベンダーであった)。

スロベニア、Portoroz における 2002 年 4 月 17 - 19 日の「原子力発電所における職業被ばく管理」に関する第三回 EC / ISOE 研究会の開催

ETC は EC と密接に協力し、IAEA の支援を得て、スロベニアの Portoroz で 2002 年 4 月 17 - 19 日に開催した原子力発電所における職業被ばく管理に関する第三回 EC / ISOE 研究会を準備した。

データ分析

データの体系化に関する特別ミーティング

WGDA は 2001 年 6 月の会合で、新 ISOE 3 報告書と ISOEDAT データベースの ISOE 1 データの構成体系に係わる現在の問題を解決するため、データの体系化に関する特別ミーティングの開催を提案した。この問題への広範囲の参加を得るため、ISOE 局、データ分析に関する ISOE 研究会およびソフトウェア開発に関する ISOE 研究会のメンバーを、2001 年 10 月 1 - 2 日の会合に招いた。

この特別ミーティングは、ソフトウェアに含まれる ISOE 3 報告書データの構成体系を提案することに成功した。

特別ミーティングは、ISOE 1 データの作業表の構成について賢明な妥協案にも合意した。ISOE 研究会は、検討と最終承認のための提案を ISOE 運営グループに提出する。

ソフトウェアの開発

ISOE 2 ソフトウェア開発

Microsoft ACCESS に基づく ISOE ソフトウェアでの ISOE 2 の実行は、ISOE 3 ソフトウェアの開発が完了するまで延期しなげればならなかった。

ISOE 3 ソフトウェア開発

ISOE 3 データの収集用入力モジュールを開発、試験し、ソフトウェア開発に関する ISOE 研究会とデータ分析に関する ISOE 研究会が承認した。ISOE 3 データの収集が開始されている。

WANO との協力

ISOE 運営グループは、WANO との協力と相互関係を改善するために、原子力発電所の職業被ばく分野で ISOE と WANO の密接な提携を確立する作業を開始した。

ウェブページ

NEA、IAEA および ISOE 技術センターウェブサイトの ISOE ウェブ情報は、合同事務局と技術センターが調整、継続的な保守および定常的な更新を行っている。閲覧可能なウェブページは、

ATC	http://www.nupec.or.jp/isoe/
ETC	http://isoe.cepn.asso.fr
IAEATC	http://www.iaea.org.ns/rasanet
NATC	http://hps.ne.uiuc.edu
NEA	http://www.nea.fr/html/jointproj/isoe.html
WANO	http://www.wano.org.uk

3.2 2002 年の提案プログラム

2002 年度の職業被ばくに関する情報システムプログラムは以下の通りである。

加盟状況

ISOE 加盟の電力会社と政府機関の数を増やす。

データ収集と管理

- ・ ISOE 3 報告書の作成の推進

少なくとも幾つかの ISOE 3 報告書を作成し、情報システムに含める組織化への各国コーディネータの活動

技術センターによる ISOE 3 報告書の推進

最優秀の ISOE 3 報告書を、毎年の ISOE ALARA 作業部会とシンポジウムで、表彰

- ・ ISOE 入力モジュールを使用して、ISOE 2 データの再編成と収集
- ・ 2001 年度の ISOE 1 データの収集
- ・ 2002 年 6 月と 9 月に、ISOEDAT データベース更新の発行と配布

文書と報告書

ISOE 年次報告書 2001 - 2002 年 9 月報告書を発行の目標

2002 年度に計画している情報シート

年度分析		技術センター
1	アジア被ばく線量結果：2001 年のデータと傾向	ATC
2	2001 年度の予備的ヨーロッパ被ばく線量結果	ETC
3	ヨーロッパの原子炉の年間停止期間と線量（最新）	ETC
4	2001 年度の収集した被ばくデータの情報	IAEATC
5	米国 PWR の均し 3 年平均年間線量比較、1999 2001	NATC
6	米国 BWR の均し 3 年平均年間線量比較、1999 2001	NATC
7	カナダ CANDU の均し 3 年平均年間線量比較、1999 2001	NATC
8	米国 PWR の燃料交換停止期間と線量傾向	NATC
9	米国 BWR の燃料交換停止期間と線量傾向	NATC

特別な分析		技術センター
1	定期検査停止時のアジアの職業被ばく	ATC
2	圧力容器上蓋交換の分析 最新版	ETC
3	中性子被ばく線量の調査	ETC
4	蒸気発生器の分析 最新版	ETC
5	フランスでの余熱除去系配管の一部取替え	ETC
6	PWR に対する亜鉛と貴金属注入の効率	ETC
7	原子力発電所の工業用放射線検査時の放射線防護	ETC
8	ISOEDAT データベースの廃炉データの状況	ETC と NEA
9	BWR の制御棒駆動機構保守作業の線量傾向	NATC
10	CANDU 発電所のモーター駆動弁に関する線量傾向	NATC
11	圧力容器上蓋検査の北米での経験	NATC
12	BWR での亜鉛と貴金属注入の経験	NATC

データ分析

ISOE 3 報告書の作成推進

新規 ISOE データ分析の開始

ソフトウェアの開発

全体の目的は、2002 年にソフトウェアの開発を終了すること。次が開発項目である。

- ・ データ体系の修正した体系構成を実行 (ISOE 1 データの作業リスト)
- ・ Microsoft Access を使用した ISOE で、ISOE 2 データの処理
- ・ 他の言語へ、必要な翻訳の実施
- ・ 新しい押しボタンを使用して、MADRAS ソフトウェアの更なる改良
- ・ ISOE ソフトウェアを使用した、ISOE 1 データ、ISOE 2 データおよび ISOE 3 報告書を管理するユーザーマニュアルの最終化と発行

使用者の必要性に応じるため、要請があれば ETC は教育訓練コースをヨーロッパ各国で開く用意がある。

ICRP との連携に新しい ISOE 作業部会を発足

ISOE 作業部会を発足：ICRP の新しい考え方、新 ICRP 勧告の作成に職業放射線被ばく防護の専門家の見解を反映するために国際放射線防護委員会 (ICRP) と連携する原子力施設での放射線防護の見解をまとめる。

ウェブページと電子メールの転送システム

調整した ISOE ウェブ情報の定常的な更新。NEA に装備された電子メール転送システムのさ

らなる推進。

その他の関連トピック

トピック
線量測定： <ul style="list-style-type: none">• 電子式 対 TLD；能動的 対 受動的• 公式線量計測に電子式を使用している者が得た教訓• 中性子線量測定（燃料輸送に重要）<ul style="list-style-type: none">- 技術的能力- 校正- 線量率の高い緊急状態での使用の可能性
放射線防護の最適化と教育訓練（次世代をどう訓練するか？）
従業員の高齢化
最適化における外部企業の責務
集団線量算出の基準（報告レベル）

付属書 1

ISOE 刊行物リスト

報告書

1. *ISOE-Information System on Occupational Exposure, Ten Years of Experience* (職業被ばくに関する ISOE - 情報システム、10 年の経験), OECD, 2002.
2. *ISOE-Tenth Annual Report of the ISOE Programme: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants:2000*(ISOE プログラムの第 10 回 ISOE 年報 : 原子力発電所における職業被ばく : 2000 年), OECD, 2001.
3. *ISOE-Ninth Annual Report of the ISOE Programme: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants:1999*(ISOE プログラムの第 9 回 ISOE 年報 : 原子力発電所における職業被ばく : 1999 年), OECD, 2000.
4. *ISOE-Eighth Annual Report of the ISOE Programme: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants:1998*(ISOE プログラムの第 8 回 ISOE 年報 : 原子力発電所における職業被ばく : 1998 年), OECD, 1999.
5. *ISOE-Seventh Annual Report of the ISOE Programme: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants:1997*(ISOE プログラムの第 7 回 ISOE 年報 : 原子力発電所における職業被ばく : 1997 年), OECD, 1999.
6. *Work Management in the Nuclear Power Industry* (原子力発電事業における業務管理), OECD, 1997 (中国語、ドイツ語、ロシア語とスペイン語版もあり).
7. *ISOE-Sixth Annual Report: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: 1969-1996* (第 6 回 ISOE 年報 : 原子力発電所における職業被ばく : 1969 - 1996 年), OECD, 1998.
8. *ISOE-Fifth Annual Report: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: 1969-1995* (第 5 回 ISOE 年報 : 原子力発電所における職業被ばく : 1969 - 1995 年), OECD, 1997.
9. *ISOE-Fourth Annual Report: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: 1969-1994*(第 4 回 ISOE 年報 : 原子力発電所における職業被ばく : 1969 - 1994 年), OECD, 1996.
10. *ISOE-Third Annual Report: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: 1969-1993* (第 3 回 ISOE 年報 : 原子力発電所における職業被ばく : 1969 - 1993 年), OECD, 1995.
11. *ISOE-Nuclear Power Plant Occupational Exposures in OECD Countries: 1969-1992* (OECD 加盟国における原子力発電所職業被ばく : 1969 - 1992), OECD, 1994.
12. *ISOE-Nuclear Power Plant Occupational Exposures in OECD Countries: 1969-1991* (OECD 加盟国における原子力発電所職業被ばく : 1969 - 1991), OECD, 1993.

ISOE 情報シート

アジア技術センター	
No. 1, 1995 年 10 月	日本の線量測定結果：1994 年会計年度データ
No. 2, 1995 年 10 月	日本の軽水炉で 1994 年会計年度中に終了した定期検査中の職業被ばく
No. 3, 1996 年 7 月	日本の線量測定結果：1995 年会計年度データ
No. 4, 1996 年 7 月	日本の軽水炉で 1995 年会計年度中に終了した定期検査中の職業被ばく
No. 5, 1997 年 9 月	日本の線量測定結果：1996 年会計年度データ
No. 6, 1997 年 9 月	日本の軽水炉で 1996 年会計年度中に終了した定期検査中の職業被ばく
No. 7, 1998 年 10 月	日本の線量測定結果：1997 年会計年度データ
No. 8, 1998 年 10 月	日本の軽水炉で 1997 年会計年度中に終了した定期検査中の職業被ばく
No. 9, 1999 年 10 月	日本の BWR における炉内構造物の交換と全システムの除染
No.10, 1999 年 11 月	改良型 BWR における第 1 回年次検査停止の経験
No.11, 1999 年 10 月	日本の線量計測結果：1998 年会計年度データと傾向
No.12, 1999 年 10 月	日本の軽水炉で 1998 年会計年度中に終了した定期検査中の職業被ばく
No.13, 2000 年 9 月	日本の線量測定結果：1999 年会計年度データと傾向
No.14, 2000 年 9 月	日本の軽水炉で 1999 年会計年度中に終了した定期検査中の職業被ばく
No.15, 2001 年 10 月	日本の線量測定結果：2000 年会計年度データと傾向
No.16, 2001 年 10 月	日本の軽水炉で 2000 年会計年度中に終了した定期検査中の職業被ばく
ヨーロッパ技術センタ	
No. 1, 1994 年 4 月	職業被ばくと蒸気発生器交換
No. 2, 1994 年 5 月	原子炉年齢と定格出力の集団線量への影響：1992 年のデータ
No. 3, 1994 年 6 月	ヨーロッパの線量測定結果：1993 年のデータ
No. 4, 1995 年 6 月	1994 年のヨーロッパ予備的線量測定結果
No. 6, 1996 年 4 月	最初の 3 系統完全除染の概要
No. 7, 1996 年 6 月	1995 年のヨーロッパ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.10, 1997 年 6 月	1996 年のヨーロッパ予備的線量測定結果
No.11, 1997 年 9 月	年次個人線量の分布：有効なデータと統計的偏り
No.12, 1997 年 9 月	職業被ばくと原子炉容器の焼鈍
No.14, 1998 年 7 月	加圧水炉作業当りの集団線量、1994-1996 年のデータ(限定配布)

ヨーロッパ技術センター（続き）	
No.15, 1998年9月	加圧水炉作業当り集団線量、1994-1996年のデータ（一般配布）
No.16, 1998年7月	1997年のヨーロッパ予備的線量測定結果
No.17, 1998年12月	職業被ばくと蒸気発生器交換、更新（一般配布）
No.18, 1998年9月	1997年における人・Svの金銭価値の利用（一般配布）
No.19, 1998年10月	ISOE 3 データベース - 受領した新 ISOE 3 アンケート(1998年以降)（限定配布）
No.20, 1999年4月	1998年のヨーロッパ予備的線量測定結果
No.21, 2000年5月	外部作業員の原子力発電所の立入りと線量追跡の規則の調査
No.22, 2000年5月	一部のヨーロッパ加圧水炉における断熱材業務に関する集団線量推移の分析
No.23, 2000年6月	1999年のヨーロッパ予備的線量測定結果
No.24, 2000年6月	沸騰水炉と CANDU 炉姉妹ユニットグループの表
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 研究会の結論と勧告
No.26, 2001年7月	2000年のヨーロッパ予備的線量測定結果
No.27, 2001年10月	ヨーロッパ原子炉の年間停止期間と線量
No.28, 2001年12月	1995年から2000年の作業当り集団線量の傾向
No.29, 2002年4月	ヨーロッパ諸国の規制における基本安全基準の履行
IAEA 技術センター	
No. 1, 1995年10月	ISOE 専門家会議
No. 2, 1999年4月	職業放射線被ばく防護に関する IAEA の出版物
No. 3, 1999年4月	原子力発電所における職業放射線被ばく防護改善に関する IAEA 技術共同プロジェクト
No. 4, 1999年4月	1998年4月22-23日のウィーンでの、原子力発電所運転における ALARA 原則の履行と取扱いに関する IAEA 研究会
No. 5, 2000年9月	1999年の予備的線量測定結果
No. 6, 2001年6月	2000年の予備的線量測定結果
北米技術センター	
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取組み方：Peter Knapp による NATC サイト訪問報告
No. 2, 1998年	1997年に回避した人・レムの金銭的価値
No. 3, 2001年	米国加圧水炉の3年間均し平均年間線量の比較、1998-2000年
No. 4, 2001年	米国沸騰水炉の3年間均し平均年間線量の比較、1998-2000年
No. 5, 2001年	US・CANDU 炉の3年間均し平均年間線量の比較、1998-2000年
北米技術センター（続き）	

No. 6, 2001 年	米国加圧水炉の 2000 年職業線量ベンチマークチャート
No. 7, 2001 年	米国沸騰水炉の 2000 年職業線量ベンチマークチャート
No. 8, 2001 年	2000 年の回避した人・レムの金銭価値

ISOE トピカルセッション報告書

第 1 回トピカルセッション：1994 年 12 月	<ul style="list-style-type: none"> • 燃料破損 • 蒸気発生器交換
第 2 回トピカルセッション：1995 年 11 月	<ul style="list-style-type: none"> • 電子式線量計測 • 化学除染
第 3 回トピカルセッション：1996 年 11 月	<ul style="list-style-type: none"> • 一次系水化学と線量に対するその影響 • ALARA 教育訓練とツール

ISOE 国際研究会会議録

北米技術センター	
1997 年 3 月、USA、フロリダ、オーランド	第 1 回国際 ALARA シンポジウム
1999 年 1 月、USA、フロリダ、オーランド	第 2 回国際 ALARA シンポジウム
2000 年 1 月、USA、フロリダ、オーランド	北米全国 ALARA シンポジウム
2001 年 2 月、USA、カリフォルニア、アナハイム	第 3 回国際 ALARA シンポジウム
2002 年 2 月、USA、フロリダ、オーランド	北米全国 ALARA シンポジウム
ヨーロッパ技術センター	
1998 年 9 月、スウェーデン、マルメ	原子力発電所における職業被ばく管理に関する第 1 回 EC/ISOE 研究会
2000 年 4 月、スペイン、タラゴナ	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 研究会
2002 年 4 月、スロベニア、ポルトロツ	原子力発電所における職業被ばく管理に関する第 3 回 ISOE ヨーロッパ研究会

付属書 2

2001年12月現在の ISOE 加盟者

運転中の原子炉

国	電力会社	プラント名
アルメニア	Armenian (Medzamor) 原子力発電所	Armenia 2
ベルギー	Electrabel	Doel 1,2,3,4 Tihange 1,2,3
ブラジル	Electronuclear A/S	Angra 1,2
ブルガリア	Nuclear Power Plant Kozloduy	Kozloduy 1,2,3,4,5,6
カナダ	Bruce Power Ontario Power Generation Hydro Quebec New Brunswick Power	Bruce A1, A2, A3, A4 Bruce B5, B6, B7, B8 Pickering A1, A2, A3, A4 Pickering B5, B6, B7, B8 Darlington 1,2,3,4 Gentilly 2 Point Lepreau
中国	Guangdong Nuclear Power 合併会社 Qin Shan Nuclear Power 会社	Guangdong 1,2 Qin Shan 1
チェコ共和国	CEZ	Dukovany 1,2,3,4
フィンランド	Fortum Power and Heat 会社 Teollisuuden Voima 会社	Loviisa 1,2 Olkiluoto 1,2
フランス	Electricite de France (フランス電力庁)	Belleville 1,2 Blayais 1,2,3,4 Bugey 2,3,4,5 Cattenom 1,2,3,4 Chinon B1,B2,B3,B4 Chooz B1,B2 Civaux 1*,2* 試運転ユニット Cruas 1,2,3,4 Dampierre 1,2,3,4 Fessenheim 1,2 Flamanville 1,2 Golfech 1,2 Gravelines 1,2,3,4,5,6 Nogent 1,2 Paluel 1,2,3,4 Penly 1,2 Saint-Alban 1,2 Saint Laurent B1,B2 Tricastin 1,2,3,4

国	電力会社	プラント名
ドイツ	Energie-Versorgung Baden Wurttemberg (EnBW) E.On Neckarwerke 会社, TWS Stuttgart Hamburgische Elektrizitats-Werke 会社(H EW) HEW und PE RWE Power	Obrigheim Philippsbrug 1,2 Grafenrheinfeld Isar 1,2 Brokdorf Grohnde Stade Unterweser Gemeinschafts-Kernkraftwerk Neckar, Neckarwestheim(GKN) 1,2 Brunsbuttel Krummel Biblis A,B Mulheim-Karlich Gundremmingen B,C Emsland
ハンガリー	Magyar Vilamos Muvek Rt	Paks 1,2,3,4
日本	北海道電力会社 東北電力会社 東京電力会社 中部電力会社 北陸電力会社 関西電力会社 中国電力会社 四国電力会社 九州電力会社 日本原子力発電会社 核燃料サイクル開発機構	泊 1,2 女川 1,2,3 福島第一 1,2,3,4,5,6 福島第二 1,2,3,4 柏崎刈羽 1,2,3,4,5,6,7 浜岡 1,2,3,4 志賀 美浜 1,2,3 高浜 1,2,3,4 大飯 1,2,3,4 島根 1,2 伊方 1,2,3 玄海 1,2,3,4 川内 1,2 東海 2 敦賀 1,2 ふげん ATR
韓国	Korean Hydro and Nuclear Power	Wolsong 1,2,3,4 Kori 1,2,3,4 Ulchin 1,2,3,4 Yonggwang 1,2,3,4
リトアニア	Ignalia Nuclear Power Plant	Ignalia 1,2
メキシコ	Comision Federal de Electricidad	Laguna Verde 1,2

国	電力会社	プラント名
オランダ	N.V. EPZ	Borssele
ルーマニア	Societatea Nationala Nuclearelectrica	Cernavoda 1
ロシア連邦	Rosenergoatom	Balakovo 1,2,3,4 Beloyarsky 3 Kalinin 1,2 Kola 1,2,3,4 Novovoronezh 3,4,5
スロバキア	Jaslovske Bohunice 原子力発電所 Slovenske Electrna	Bohunice 1,2,3,4 Mochovce 1,2
スロベニア	Krsko Nuclear Power Plant	Krsko 1
南アフリカ	ESKOM	Koeberg 1,2
スペイン	UNESA (スペイン電気産業連合会)	Almaraz 1,2 Asco 1,2 Cofrentes Santa Maria de Garona Trillo Vandellos 2 Jose Cabrera
スウェーデン	Barseback Kraft 会社 Forsmarks Kraftgrupp 会社 OKG 会社 Ringhals 会社	Barseback 2 Forsmark 1,2,3 Oskarshamn 1,2,3 Ringhals 1,2,3,4
スイス	Kernkraftwerk Leibstadt 会社 (KKL) Forces Motrices Bernoises (FMB) Nordostschweizerische Kraftwerke 会社 (NOK) Kernkraftwerk Gosge-Daniken (KGD)	Leibstadt Muhleberg Beznau 1,2 Gosgen
ウクライナ	Ministry of Energy of Ukraine (ウクライナ・エネルギー省)	Khmelnitski 1 Rovno 1,2,3 South Ukraine 1,2,3 Zaporozhe 1,2,3,4,5,6
イギリス	Nuclear Electric	Sizewell B

国	電力会社	プラント名
アメリカ	Amergen Energy 会社 American Electric Power Arizona Public Service 会社 Calvert Cliffs Nuclear Power Plant 会社 Carolina Power and Light 会社 Entergy Nuclear NE Exelon First Energy 会社 Nuclear Management 会社 Pacific Gas and Electric 会社 PPPL Susquehanna LLC South Carolina Electric 会社 Southern California Edison 会社 TXU Electric	Clinton 1 Oyster Creek 1 TMI 1 D.C. Cook 1,2 Palo Verde 1,2,3 Calvert Cliffs 1,2 H.B. Robinson 2 Indian Point 3 Pilgrim 1 Braidwood 1,2 Byron 1,2 Dresden 2,3 La Salle County 1,2 Limerick 1,2 Peach Bottom 2,3 Quad Cities 1,2 Beaver Valley 1,2 Davis Besse 1 Perry 1 Palisades 1 Point Beach 1,2 Diablo Canyon 1,2 Susquehanna 1,2 Virgil C. Summer 1 San Onofre 2,3 Comanche Peak 1,2

永久停止した原子炉

国	電力会社	プラント名
フランス	Electricite de France (フランス電力庁)	Bugey 1 Chinon A2,A3 Chooz A St. Laurent A1,A2
ドイツ	Preussen Elektra 会社 (PE) Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor AVR	Wurgassen Julich
イタリア	Ente Nazionale per l'Energia Elettrica	Caorso Garigliano Latina (GCR) Trino
日本	日本原子力発電会社	東海 1
オランダ	NCGKN	Dodewaard
ロシア連邦	Rosenergoatom	Beloyarsky 1,2 Novovoronezh 1,2
スペイン	UNESA (電気産業連合会)	Vandellos 1
スウェーデン	Barseback Kraft 会社	Barseback 1
ウクライナ	Ministry of Energy of Ukraine (ウクライナ・エネルギー省)	Chernobyl 3
アメリカ	Amergen Energy 会社 Consumers Power 会社 Exelon Pacific Gas and Electric 会社 Southern California Edison 会社	TMI 2 Big Rock Point 1 Dresden 1 Peach Bottom 1 Zion 1,2 Humboldt Bay 1 San Onofre 1

加盟規制機関

国	機関
アルメニア	Armenian Nuclear Regulatory Authority (ANRA) (アルメニア原子力局)
ベルギー	Servi e la Securite technique des installations nucleaires (原子力施設安全技術局)
ブルガリア	Committee on the Use of Atomic Energy for Peaceful Purposes (原子力平和利用委員会)
カナダ	Canadian Nuclear Safety Commision (カナダ原子力安全委員会)
中国	China National Nuclear Corporation (CNNC) (中国原子力工業総公司)
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	Sateilyturvakeskus (STUK) (放射線原子力安全本部)
フランス	Ministere du travail, et des affaires sociales, Represented by the Office de Protection contre les Rayonnements Ionisants (OPRI) (放射線防護庁)
ドイツ	Bundesministerium fur Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (連邦環境・自然・原子炉安全省)
イタリア	Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente(ANPA)(環境防護機関)
日本	Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) (経済産業省)
韓国	Ministry of Science and Technology (MOST) (科学技術省) Korea Institute of Nuclear Safety (KINS) (韓国原子力安全技術院)
リトアニア	Radiation Protection Centre (放射線防護センター)
メキシコ	Commision Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias(原子力安全防護国家委員会)
オランダ	Ministeric van Sociale Zaken en Werkgelegenheld
パキスタン	Pakistan Atomic Energy Commission (パキスタン原子力委員会)
ルーマニア	National Commission for Nuclear Activities Control (原子力管理国家委員会)
スロバキア	State Health Institute of the Slovak Republic (スロバキア国立保健局)
スロベニア	Slovenian Nuclear Safety Administration (SNSA) (スロベニア原子力安全局)
南アフリカ	Council for Nuclear Safety (原子力安全委員会)
スペイン	Consejo de Seguridad Nuclear (原子力安全審議会)
スウェーデン	Statens Stralskyddsinstitut (SSI) (放射線防護研究所)
スイス	Office Federal de l'Energie, Division principale de la Securite des Installations Nucleaires, DSN (連邦エネルギー省、原子力施設安全部)
イギリス	Nuclear Installations Inspectorate (原子力施設検査局)
アメリカ	U.S. Nuclear Regulatory Commission (US NRC) (US 原子力規制委員会)

ISOE 技術センター

ヨーロッパ地区 (ETC)	Centre d'etude sur l'evaluation de la protection dans le domaine nucleaire (CEPN, 原子力防護評価研究センター), Fontenay-aux-Roses, France http://isoe.cepn.asso.fr
アジア地区 (ATC)	Nuclear Power Engineering Corporation (NUPEC, 原子力発電技術機構), Tokyo, Japan http://www.nupec.or.jp/isoe/
IAEA 地区 (IAEATC)	International Atomic Energy Agency (IAEA, 国際原子力機関), Vienna, Austria Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA、国際原子力機関), Vienne, Autriche http://www.iaea.org/nss/rasnet/programme/radiationsafety/radiationprotection/isoe/techcentreact.htm
北米地区 (NATC)	University of Illinois (イリノイ大学), Champagne-Urbanna, Illinois, U.S.A http://hps.ne.uiuc.edu

国際協力機関

- ヨーロッパ委員会 (EC)
- 世界原子力発電事業者協会パリセンター (WANO PC)

国 - 技術センターの提携

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

付属書 3

ISOE 支局と連絡先

ISOE 運営グループ支局

Mr. Borut Breznik (会長)
Radiation Protection Dep., Krsko
(Krsko 原子力発電所放射線防護部)
Vrbina 12
SI-8270 Krsko
スロベニア

Tel: +386 7 4802 287
Fax: +386 7 4921 006
E-mail: borut.breznik@nek.si

Mr. Carl Goran Lindvall (次期会長)
Barseback Kraft 社
私書箱 524
S-246 25 Loddekopinge
スウェーデン

Tel: +46 46 72 43 50
Fax: +46 46 72 45 80
E-mail: carl-goran.lindvall@
barsebackkraft.se

Mr. Pio Carmena Servert (前会長)
Subdireccion Nuclear
ENDESA Generacion 社
Principe de Vergara 187
28002 Madrid
スペイン

Tel: +34 91 213 1426
Fax: +34 91 213 1668
E-mail: pcarmena@endesa.es

Ms. Cheryl Trottier (副会長)
Branch Chief, Research Div. (研究部課長)
米国原子力規制委員会
Mail Stop T-9-F-31
Washington, D.C. 20555
アメリカ

Tel: +1 (301) 415 62 32
Fax: +1 (301) 415 53 85
E-mail: catl@nrc.gov

ISOE 合同事務局

Dr. Khammar Mrabit
国際原子力機関
Div. of Radiation and Waste Safety (放射線廃棄物
安全部)
私書箱 100
A-1400 Wien
オーストリア

Tel: +43 1 2600 22722
Fax: +43 1 2600 7
E-mail: K.Mrabit@iaea.org

Dr. Stefan Mundigl
OECD 原子力機関
1,2 boulevard des Iles
F-92130 Issy-les-Moulineaux
フランス

Tel: +33 1 45 24 10 45
Fax: +33 1 45 24 11 10
E-mail: mundigl@nea.fr

ISOE 技術センター

アジア

村田 尚之
Plant Operation Evaluation Div.
(プラント特性評価室)
Safety Information Research Center
(NUPEC 安全情報研究センター)
〒105-0001
東京都港区虎ノ門 3-17-1
藤田観光虎ノ門ビル 8 階

Tel: +81 (3) 4512 2865
Fax: +81 (3) 4512 2889
E-mail: isoe-atc@nupec.or.jp

ヨーロッパ

Dr. Christian Lefaire
ヨーロッパ技術センター (ETC)
CEPN (原子力防護評価研究センター)
私書箱 48
F-92263 Fontenay-aux-Roses 集団実効線量 ex
フランス

Tel: +33 1 58 35 79 08
Fax: +33 1 40 84 90 34
E-mail: lefaure@cepn.asso.fr

IAEA 諸国

Dr. Monica Gustafsson
IAEA 技術センター (IAEATC)
国際原子力機関
Div. of Radiation and Waste Safety (放射線廃棄物
安全部)
私書箱 100
A-1400 Wien IAEA
オーストリア

Tel: +43 1 2600 22725
Fax: +43 1 2600 7
E-mail: M.Gustafsson@iaea.org

ISOE 作業部会

ISOE データ分析部会

Jean-Yves Gagnon	Gentilly-2 原子力発電所、カナダ (部会長)
Christian Breesch	Electrabel, ベルギー
Ingolf Briesen	Kernkraftwerk Obrigheim, ドイツ
Philippe Colson	EdF、フランス
Christian Lefaure	CEPN、フランス
Monica Gustafsson	IAEA
Staffan Hennigor	Forsmark、スウェーデン
Mats Hjelm	Oskarshamn、スウェーデン
Jianqi Jiang	Quinshan Nuclear Power 社、中華人民共和国
Bozena Jurochova	原子力発電所 Dukovany、チェコ共和国
Kari Kukkonen	TVO、フィンランド
Teresa Labarta	Consejo de Seguridad Nuclear (原子力安全会議)、スペイン
Marc Maree	Koeberg 原子力発電所、南アフリカ
Marco A. Medrano	Central Laguna Verde、メキシコ
David Miller	イリノイ大学、アメリカ
Stefan Mundigl	NEA

ISOE ソフトウェア開発部会

Wolfgang Pfeffer	GRS、ドイツ (部会長)
Vovik Atoyan	Armenian Nuclear Power Plant 社、アルメニア
Monica Gustafsson	IAEA
Tertius Karsten	Koeberg 原子力発電所、南アフリカ
Christian Lefaure	CEPN, フランス
David Miller	Clinton 発電所、アメリカ
Juan Jose Montesinos	Consejo de Seguridad Nuclear (原子力安全会議)、スペイン
Stefan Mundigl	NEA
Seong-Ho Na	IAEA
Maochun Yang	Daya Bay 原子力発電所、中華人民共和国