

ISOE - 職業被ばく情報システム

第10年次報告書（2000）

< 日本語訳 >

目 次

	頁
目次	
緒言	
管理者用要約	
1. 職業被ばく情報システム (ISOE) の参加状況	1
2. ISOE 参加国における集団線量の推移	4
2.1 運転中の原子炉における職業被ばくの傾向	4
2.2 冷温停止状態または廃炉措置段階の原子炉における 職業被ばくの傾向	10
2.3 欧州原子炉の年次停止期間および線量	13
2.4 自由化とその放射線防護への影響	15
2.5 外国人作業者に対する原子力発電プラントの出入および線量測定 のフォローアップ規則	17
2.6 VVER 型原子炉における線量率測定の標準化	18
2.7 米国カリフォルニア州アナハイムにおける 2001 年 ALARA シンポジウムの概要	21
3. ISOE の作業プログラム	63
3.1 2000 年における ISOE プログラムの達成事項	63
3.2 2001 年の作業プログラムに対する提案	68

	頁
表のリスト	
1. 参加状況の概要	2
2. 1998年から2000年における国別および炉型別原子炉当たりの平均年間線量の推移(人・Sv)	5
3. 1998から2000年における国別および炉型別のプラント当たりの平均年間線量	10
4. 停止時の全線量、停止期間および停止時の日間線量の3年ローリング平均値	13
 図のリスト	
1. 2000年における国別のPWRプラントの原子炉当たり平均集団線量	6
2. 2000年における国別のBWRプラントの原子炉当たり平均集団線量	6
3. 2000年における国別のCANDUプラントの原子炉当たり平均集団線量	7
4. 2000年における炉型別の平均集団線量	7
5. ISOEにおける炉型別の運転中プラントの原子炉当たり平均集団線量(1990-2000年)	8
6. ISOEにおける炉型別の運転中プラントの原子炉当たり平均集団線量(1980-2000年)	8
7. ISOEにおける運転中LWGRプラントの原子炉当たり平均集団線量	9
8. ISOEに含まれる停止したPWRの原子炉1基当たりの平均集団線量	11
9. ISOEに含まれる停止したBWRの原子炉1基当たりの平均集団線量	11
10. ISOEに含まれる停止したGCRの原子炉1基当たりの平均集団線量	12
11. ISOEに含まれる(すべての炉型の)停止した原子炉1基当たりの平均集団線量	12
12. 停止時線量 - BWR	14
13. 停止時線量の推移 - PWR姉妹プラントグループ	15
14. ループ周辺の線量率測定点	19
15. 1999年の線量率測定値	20
16. 2000年の線量率測定値	20

管理者用要約

この第 10 年次 ISOE プログラム報告書は、2000 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。

2000 年 12 月現在、ISOE データベースには 28 ケ国から 72 電気事業者の合計 452 基の原子炉に関する職業被ばくデータが含まれている。全世界の運転中の商業用原子炉の内およそ 92% (433 基中 398 基)、ならびに 25 ケ国の規制当局が ISOE プログラムに参加している。2000 年には 14 基の運転中原子炉(VVER 13 基および FBR 1 基)および 4 基の冷態停止中または廃止措置段階の原子炉を持つロシアが ISOE プログラムに参加した。さらにスロバキアの Mochovce 原子力発電所の 2 プラントが ISOE プログラムに参加した。リトアニアおよび南アフリカの規制当局もいまや ISOE の一員である。

ISOE プログラムの発足以来、原子炉当りの年間平均線量は注目すべき減少傾向を継続しているが、これは全世界に亘る原子力発電プラントの放射線防護管理者間の連絡改善および経験の交換、ならびに ISOE システムを通じて準備、刊行された改良作業管理手順書によって説明されうるものである。データは 1 年を通じて幾らかの変動を示しているが、平均年間線量はなお減少を続けている。加圧水型炉(PWR)については、1999 年度の 1.00 人 Sv から 2000 年度の 0.96 人 Sv へ、沸騰水型炉(BWR)については、1999 年度の 1.77 人 Sv から 2000 年度の 1.62 人 Sv へと減少している。CANDU 炉については、線量は 1999 年度の 0.85 人 Sv から 2000 年度の 0.92 人 Sv へとわずかに増加している。LWGR(RBMK)の原子炉当りの集団線量は、データベース中ではわずか 3 基のみによって代表されており、他の形式の原子炉よりは高いものの、1999 年度の 8.09 人 Sv から 2000 年度の 5.94 人 Sv へと減少している。

また ISOE データベースには、永久停止された原子炉、または廃止措置の何らかの段階にある原子炉に対する線量データをも含んでいる。データベース中に示されたこれら原子炉には色々な形式および出力のものがあり、また一般的に廃止措置プログラムの異なった段階にあるため、明確な線量傾向を見いだしたり、またははっきりした結論を導き出すことは非常に困難である。

2000 年度中に、技術センターは ISOE 参加者間で経験を交換するために数多くの Information Sheet を発行した。Information Sheet の作成と配布をさらに促進するために、この年次報告書では年間停止期間および線量、ならびに原子力発電プラントにおける外国人作業者の入出場および線量測定のリフォロアップのような、最近の興味深い Information Sheet の短い要約を記載している。

自由化およびその放射線防護への関連は、ISOE 参加者にとって興味のある差し迫った問題である。本件に関する最初の討議はタラゴナの ISOE 国際ワークショップで行われ、また前回の ISOE 運営グループ会合でも行われた。

VVER 炉および RBMK 炉の保健物理グループは 1998 年に標準化線量率測定プログラムを開始したが、これは VVER 炉の予め設定した測定点における線量率の比較分析を可能にするものである。最初の結果は 1999 および 2000 年度について入手可能である。

2000 年 4 月に第 2 回「原子力発電プラントにおける職業被ばくに関するワークショップ」がスペインのタラゴナで、続いて 2001 年 2 月にカリフォルニア州アナハイムで ALARA の国際シンポジウムが行われた。これらワークショップの共通の目的は、ALARA の実施および職業被ばく問題の経験を連絡し合い、また学習経験を分かち合うというものであった。これらワークショップへの参加者が国際的、且つ広範囲に亘ることから ALARA および職業被ばく問題に対する関心がうかがえる。

拡張された章に ISOE 参加国における最近の進展および主要な事象を要約した。

最後になるが、ISOE プログラムは 2000 年度中に、特にデータの分析と結果の報告の点で大きく進展した。ISOE データベースを動かすソフトウェアは、新しい入力モジュールと MADRAS モジュールにおける追加予設定解析によって拡張された。この進展ならびに 2001 年度作業計画は第 3 章に示されている。

1. 職業被ばく情報システムへの参加状況

1992年のISOEプログラム開始以来、積極的に参加する商業用原子力発電所が増え続けてきている。それと同時に、参加原子炉からデータベースへ提供される種々の職業被ばくの詳細データもより充実してきた。この発展の成果として、ISOEデータベースシステムは世界で最も充実した商業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。

2000年12月現在、ISODATデータベースシステムには、28ヶ国、72社の電力会社からの合計452基の原子炉（398基の運転中プラントと54基の冷温停止状態もしくは廃止措置の段階にあるプラントの合計数）の職業被ばくデータが登録されている。さらに、25ヶ国の規制当局がこのISOEプログラムに加入している。ISOEプログラムに参加している運転中の商業用原子炉は、世界の運転中商業用原子炉（総計433基）の92%にあたる。添付資料2に、このプログラムに参加し、データベースに含まれている原子炉、電力会社、および当局の完全なリストを示す。以下の表1は、国別、炉型別、および原子炉の状態別に参加状況をまとめたものである。

2000年には、ロシアの14基の運転中原子炉（13基のVVERと1基の高速増殖炉）と4基の冷温停止中または廃止措置中の原子炉がISOEプログラムに参加した。さらに、スロバキアのMochovce原子力発電所の原子炉プラント2基もISOEプログラムに参加した。現在、リトアニアと南アフリカからは規制当局がISOEに参加している。

表1 参加状況の概要

ISOE に参加している運転中原子炉基数							
国名	PWR	BWR	PHWR	GCR	LWGR	FBR	合計
Armenia	1	-	-	-	-	-	1
Belgium	7	-	-	-	-	-	7
Brazil	1	-	-	-	-	-	1
Canada	-	-	21	-	-	-	21
China	3	-	-	-	-	-	3
Czech Republic	4	-	-	-	-	-	4
Finland	2	2	-	-	-	-	4
France	57*	-	-	-	-	-	57
Germany	14	6	-	-	-	-	20
Hungary	4	-	-	-	-	-	4
Japan	23	28	1	-	-	-	52
Korea	11	-	4	-	-	-	15
Lithuania	-	-	-	-	2	-	2
Mexico	-	2	-	-	-	-	2
Netherlands	1	-	-	-	-	-	1
Pakistan	-	-	1	-	-	-	1
Romania	-	-	1	-	-	-	1
Russian Federation	13	-	-	-	-	1	14
Slovakia	6	-	-	-	-	-	6
Slovenia	1	-	-	-	-	-	1
South Africa	2	-	-	-	-	-	2
Spain	7	2	-	-	-	-	9
Sweden	3	8	-	-	-	-	11
Switzerland	3	2	-	-	-	-	5
Ukraine	13	-	-	-	1	-	14
United Kingdom	1	-	-	-	-	-	1
United States	27	16	-	-	-	-	43
合計	204	66	28	-	3	1	302

ISOE に参加してはいないが、ISOE データベースに含まれている運転中原子炉基数							
国名	PWR	BWR	PHWR	GCR	LWGR	FBR	合計
United Kingdom	-	-	-	34	-	-	34
United States	42	20	-	-	-	-	62
合計	42	20	-	34	-	-	96

ISOE データベースに含まれる運転中原子炉基数の総数							
	PWR	BWR	PHWR	GCR	LWGR	FBR	合計
合計	246	86	28	34	3	1	398

* これら 57 基の原子炉のうちの 3 基 (Chooz B1, Chooz B2 および Civeaux 1) は未だ試運転段階にある。

表1 参加状況の概要（続き）

ISOEに参加している永久に運転停止を決定した原子炉基数						
国名	PWR	BWR	PHWR	GCR	LWGR	合計
France	1	-	-	6	-	7
Germany	-	1	-	1	-	2
Italy	1	2	-	1	-	4
Japan	-	-	-	1	-	1
Netherlands	-	1	-	-	-	1
Russian Federation	2	-	-	-	2	4
Spain	-	-	-	1	-	1
Sweden	-	1	-	-	-	1
United States	4	3	-	1	-	8
合計	8	8	-	11	2	29

ISOEに参加してはいるが、ISOEデータベースに含まれている永久に運転停止を決定した原子炉基数						
国名	PWR	BWR	PHWR	GCR	LWGR	合計
Canada	-	-	2	-	-	2
Germany	6	3	-	-	-	9
United Kingdom	-	-	-	6	-	6
United States	6	2	-	-	-	8
合計	12	5	2	6	-	25

ISOEデータベースに含まれる永久運転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	17	2	54

公式に参加している電力会社の数：	72
公式に参加している国の数：	28
公式に参加している当局の数：	25

2. ISOE 参加国における集団線量の推移

ISOE プログラムの最も重要な点の一つに、職業被ばく傾向の年次推移がある。ISOE のデータベースには全参加電力会社から提供される年次職業被ばくのデータが収められているが、これを用いて種々の被ばく傾向を国別、炉型別、あるいは姉妹プラントグループといったその他の基準で表示することができる。

2.1 運転中の原子炉における職業被ばくの傾向

1 基当たりの平均年間被ばく線量は、ISOE のデータベースがカバーしている期間中は定常的に低下し、2000 年にはかなり低いレベルに達した。これら低レベルの線量の付近では、年度毎にみれば少量の上昇が見られる場合があるものの、全体としてはやはり低下傾向にあると見ることができる。

ISOE 参加国の大半において、2000 年における PWR の 1 基当たりの平均線量はわずかに低下するかあるいはほぼ一定の値に止まった。この低下の一部は、2.9 節に見られるように、作業管理原則の導入と運転停止期間の短縮によるものである。

2000 年度には殆どの国において、BWR の平均年間線量の低下が見られた。これらの低下は、一部、前年度に実施されたプラントの主要な改造作業の効果によるものであるとともに、広範な ALARA と作業管理プログラムの結果によるものである。

集団線量は、全体的には低下傾向を示すものの、年度毎にみればある程度の変動を示すことに注意する必要がある。これは停止時作業スケジュールの変動、運転サイクル長さの変化、プラントにおける作業量やバックフィッティングの程度などに起因するものである。

表 2 は参加国における過去 3 年間の平均年間被ばく線量の傾向をまとめたものである。図 1 から図 4 は、この表中の 2000 年度のデータのみを、最も高い平均線量から最も低い平均線量の順に棒グラフで示したものである。集団線量に寄与するパラメータの複雑さとプラントの多様さから、放射線防護の成果の質に関して、これらの数値からはいかなる結論も引き出すことはできないことに注意する必要がある。図 5、図 6 および図 7 に、1990 年から 2000 年における原子炉当たりの平均集団線量の傾向を炉型別に示す。

表2 1998年から2000年における国別および炉型別原子炉当たりの平均年間線量の推移
(人・Sv)

	PWR			BWR			CANDU		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Armenia	1.51	1.58	0.96						
Belgium	0.70	0.40	0.35						
Brazil	1.26	0.15	1.35						
Canada							0.52	0.82	0.81
China	0.71	0.55	0.59						
Czech Republic	0.34	0.28	0.25						
Finland	1.04	0.68	1.13	1.01	0.47	0.86			
France	1.21	1.17	1.08						
Germany	1.01	1.23	1.13	1.56	0.81	0.88			
Hungary	0.76	0.53	0.76						
Japan	0.96	1.02	1.03	1.78	2.14	1.96			
Korea	1.04	0.84	0.77				1.01	0.85	0.55
Mexico				4.77	3.67	2.83			
Netherlands	0.68	0.30	0.56						
Pakistan							2.49	2.05	4.46
Romania							0.26	0.46	0.47
Slovakia	0.98	0.59	0.81						
Slovenia	1.16	1.65	2.60						
South Africa	0.65	0.86	0.42						
Spain	0.55	0.71	0.59	0.53	2.45	1.47			
Sweden	0.59	0.43	0.43	1.52	1.12	0.85			
Switzerland	0.46	0.77	0.43	1.19	1.10	0.89			
Ukraine	1.89	1.37	1.53						
United Kingdom	0.04	0.66	0.46						
United States	0.92	1.05	0.96	1.90	1.84	1.68			

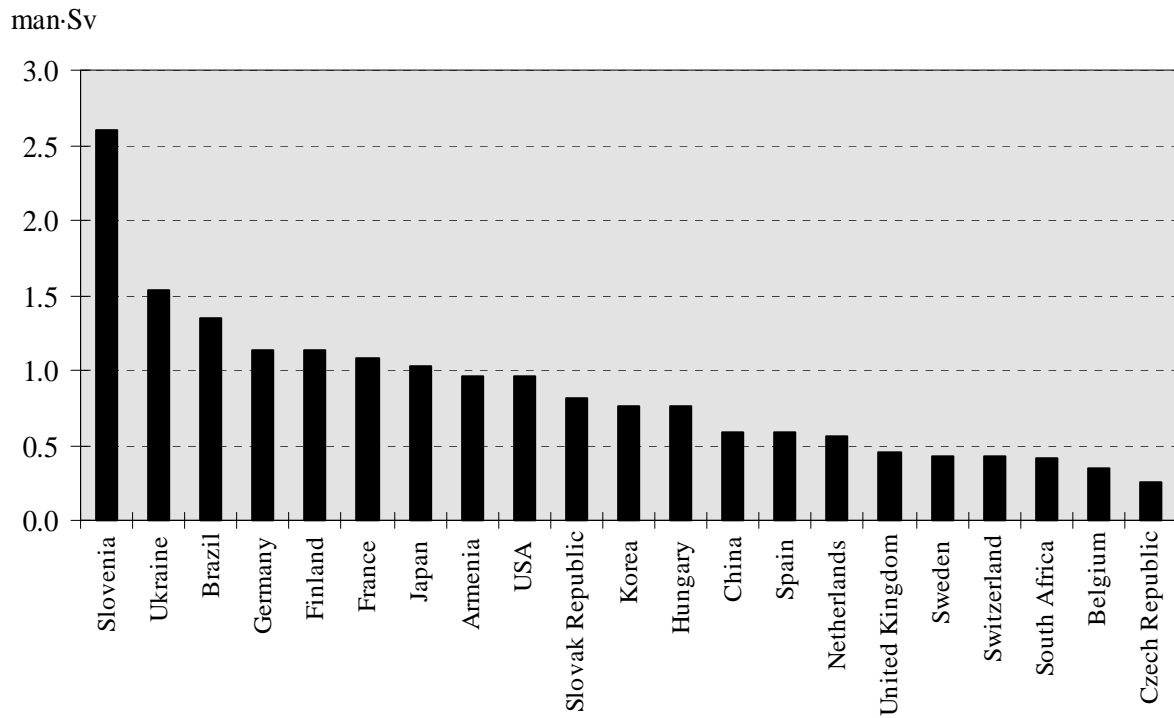
	GCR			LWGR		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Lithuania				7.53	6.40	5.35
Ukraine					11.47	7.12
United Kingdom	0.21	0.17*	**			

* United Kingdom における 26 基の AGR の平均年間線量

** データの入手不能

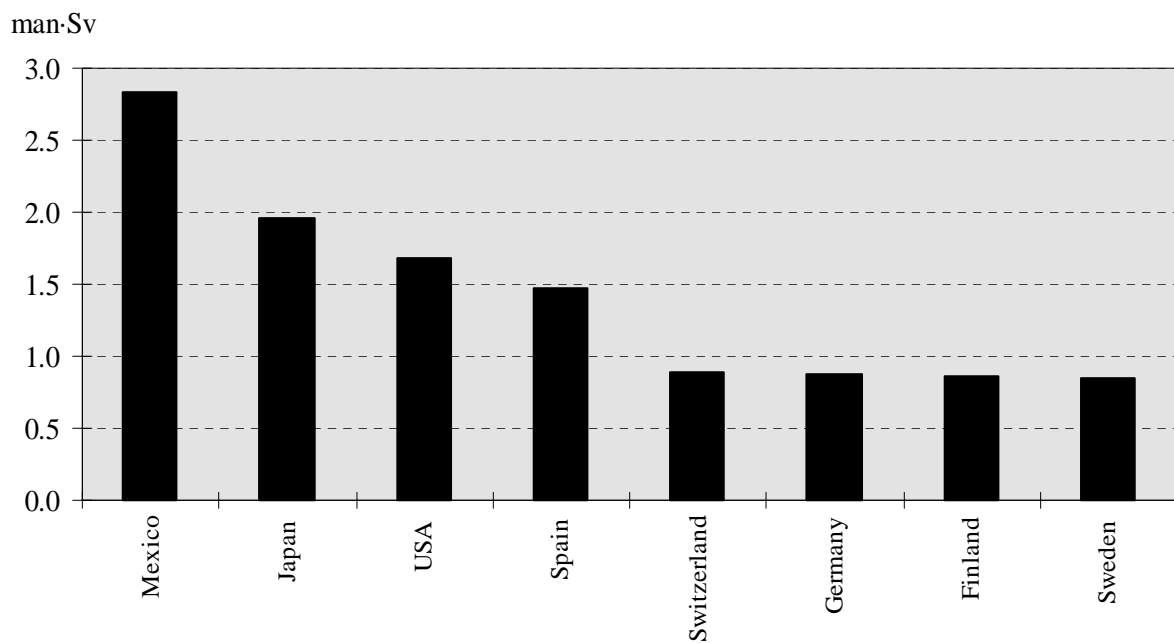
☒ 1

2000 PWR Average collective dose per reactor by country



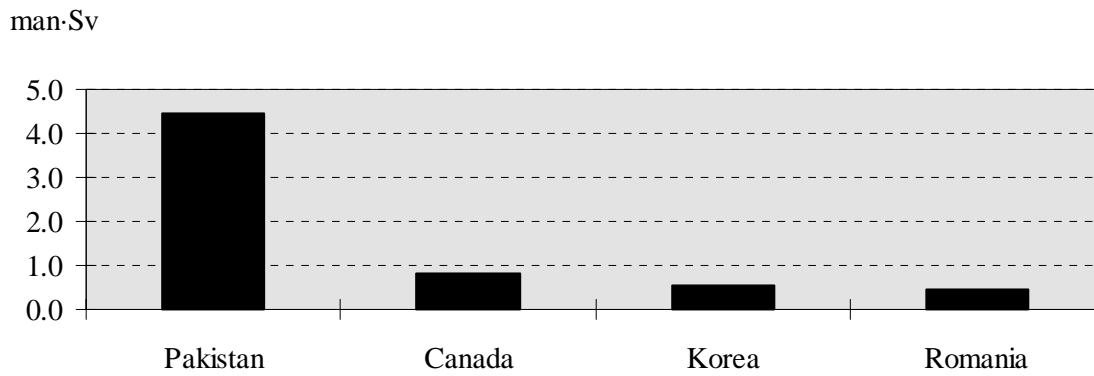
☒ 2

2000 BWR Average collective dose per reactor by country



☒ 3

2000 CANDU Average collective dose per reactor by country



☒ 4

2000 Average collective dose per reactor type

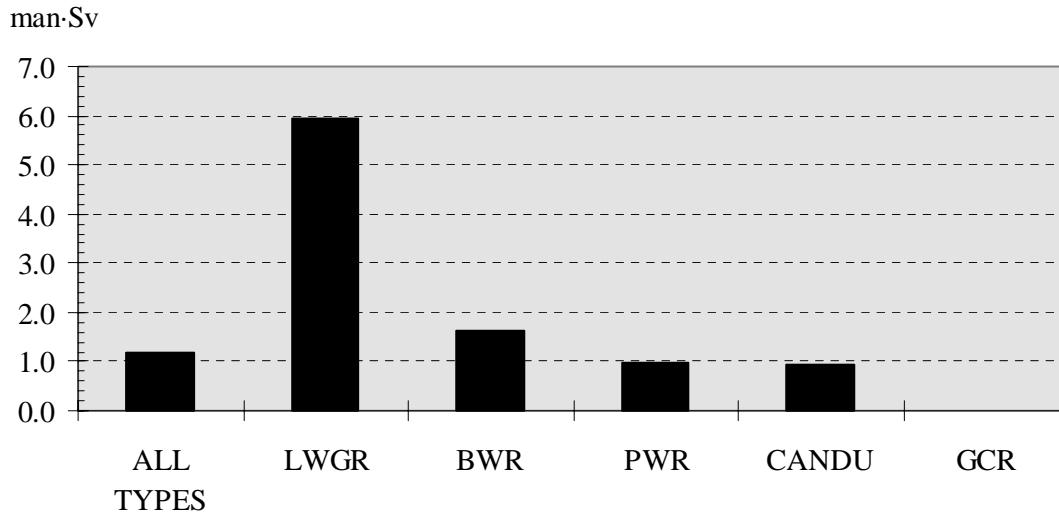


图 5

Average collective dose per reactor for operating reactors included in ISOE by reactor type for the years 1990-2000

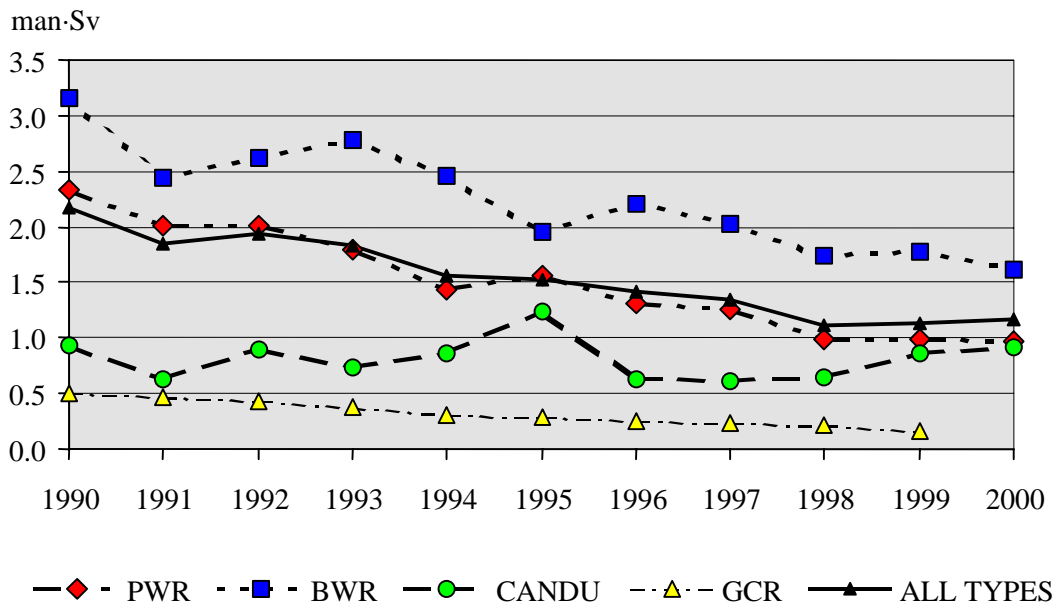


图 6

Average collective dose per reactor for operating reactors included in ISOE by reactor type for the years 1980-2000

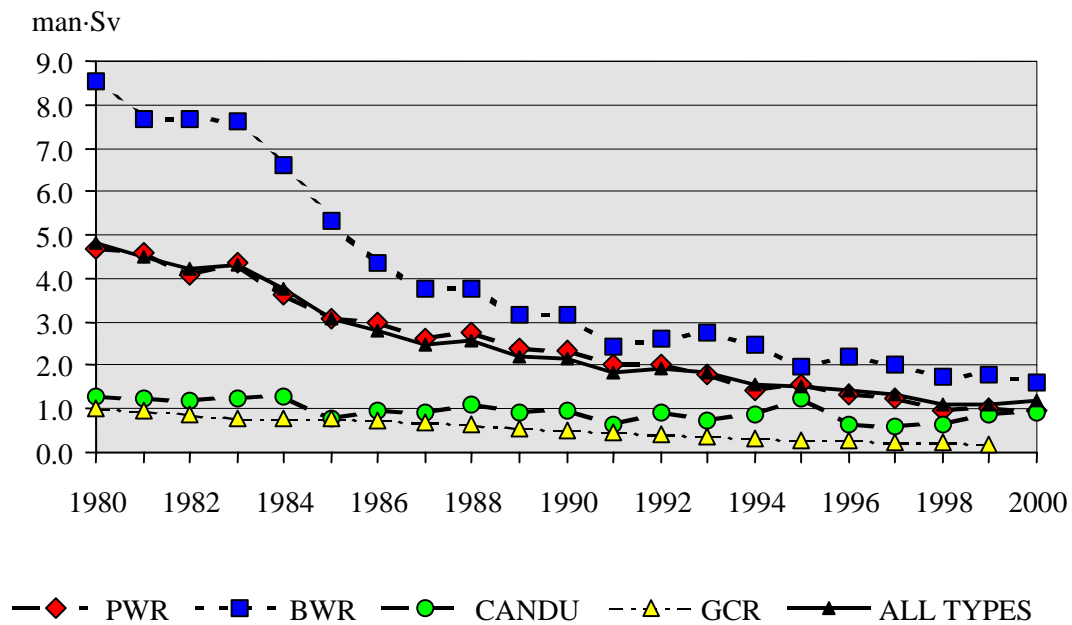
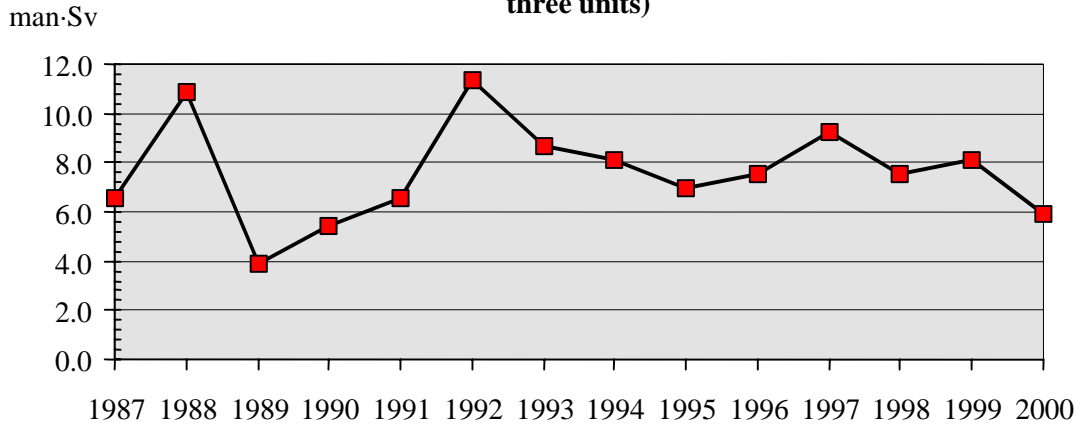


图 7

**Average collective dose per reactor for operating LWGRs included
in ISOE (Number of reactors: 1987-1998 two units, since 1999
three units)**



2.2 冷温停止状態または廃止措置段階の原子炉における職業被ばくの傾向

運転を停止した原子炉については、原子炉当たりの平均集団線量は 1990 年から 2000 年にかけて低減した。しかしながら、これらの数値を示す原子炉は、炉型や出力が異なり、概して廃止プログラムの段階も異なっている。これらの理由から、また、これらの数値が限られた基数に基づいているものであることから、はっきりとした結論を出すことはできない。

表 3 は、1998 年から 2000 年までのプラント当たりの平均年間線量を、国別、炉型別に示したものである。図 8 から図 11 は、運転停止した原子炉について原子炉 1 基当たりの平均集団線量と原子炉基数を、1998 年から 2000 年にわたって、PWR、BWR、GCR およびすべての炉型についてまとめたものである。

表 3 1998 年から 2000 年における国別、炉型別プラント当たりの平均年間線量

PWR						
	1998		1999		2000	
	No.	人・mSv	No.	人・mSv	No.	人・mSv
France	1	120	1	91	1	14
Germany	6	96	6	79	6	47
Italy	1	14	1	19	1	7
United States	8	404	9	366	8	630

BWR						
	1998		1999		2000	
	No.	人・mSv	No.	人・mSv	No.	人・mSv
Germany	4	386	4	317	4	256
Italy	2	56	2	53	2	34
Netherlands	1	158	1	217	1	318
Sweden					1	113
United States	3	350	4	252	4	403

GCR						
	1998		1999		2000	
	No.	人・mSv	No.	人・mSv	No.	人・mSv
France	6	81	6	40	6	209
Germany	1	44	1	30	1	34
Italy	1	43	1	42	1	8
Japan	1	130	1	170	1	280
Spain	1	50	1	39	1	87
United Kingdom	6	78	6	70		データ無し

図8 ISOE に含まれる停止した PWR の原子炉 1 基当たりの平均集団線量

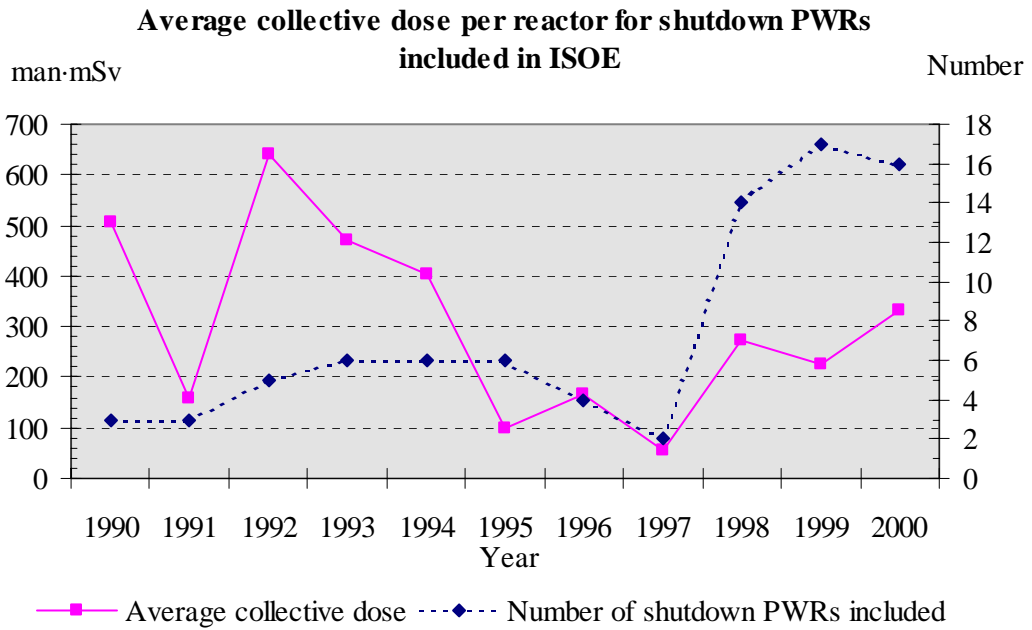


図9 ISOE に含まれる停止した BWR の原子炉 1 基当たりの平均集団線量

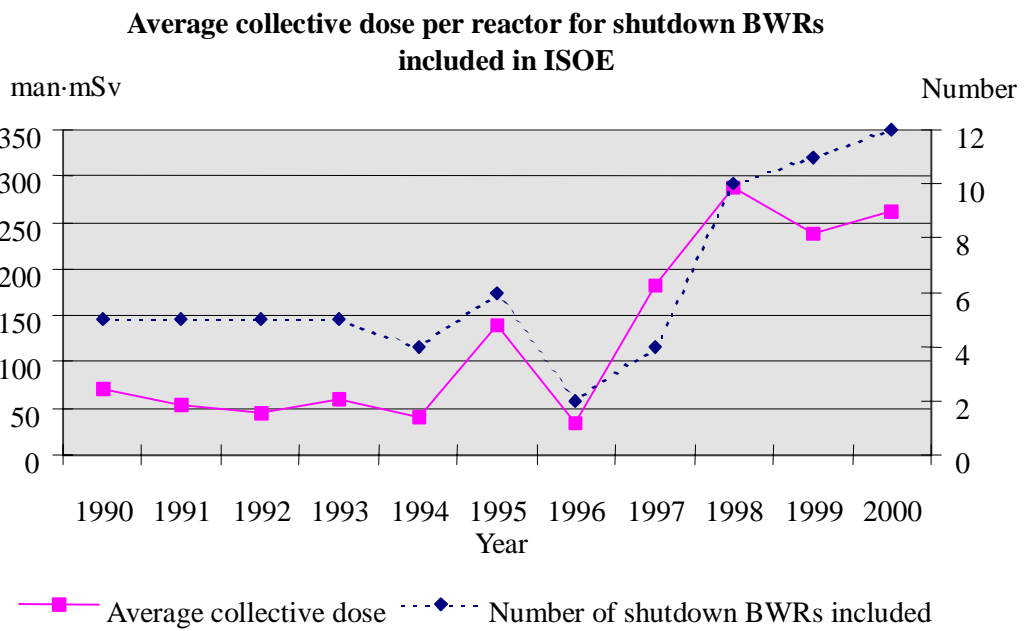


図 10 ISOE に含まれる停止した GCR の原子炉 1 基当たりの平均集団線量

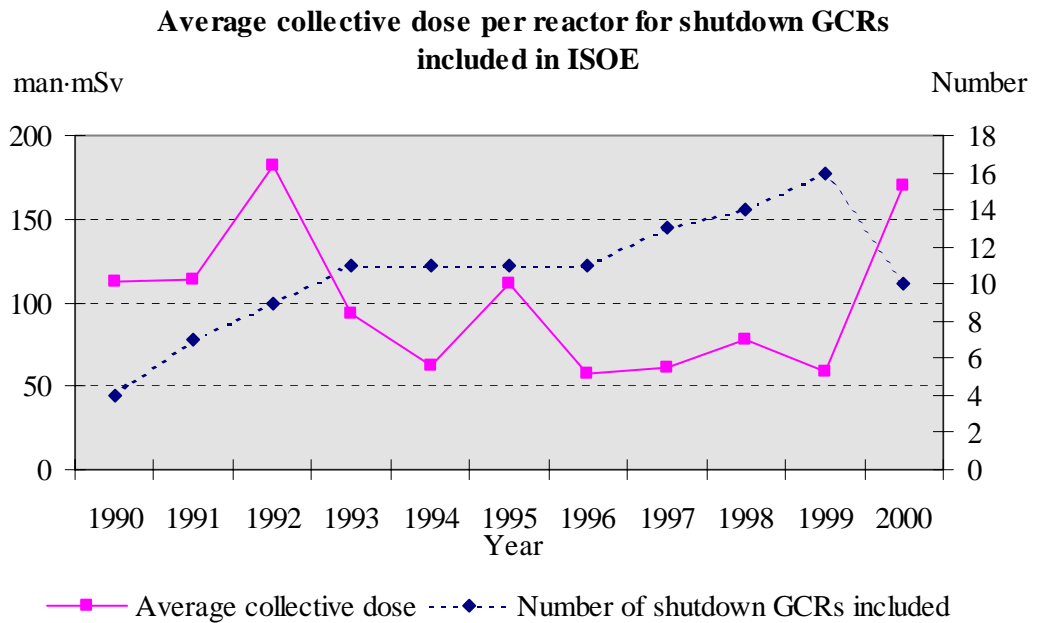
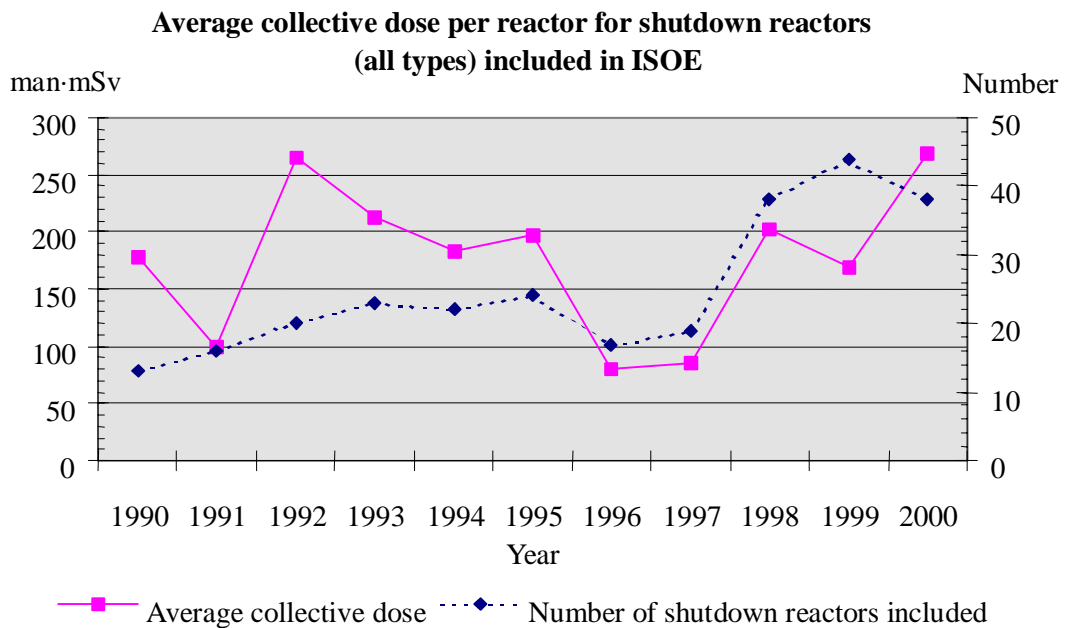


図 11 ISOE に含まれる (すべての炉型の) 停止した原子炉 1 基当たりの平均集団線量



2.3 欧州原子炉の年次停止期間と線量

年次停止期間と線量*を、1993年から1999年の期間における3年ローリング平均値(rolling average)に基づいて解析した。

表4 停止時の全線量、停止期間および停止時の日間線量の3年ローリング平均値

	年	BWR	PWR	VVER
平均 停止時線量 (人・mSv)	1993-95	1449.70	1600.19	472.91
	1994-96	1385.40	1444.23	495.44
	1995-97	1515.95	1347.92	510.23
	1996-98	1539.03	1206.02	608.07
	1997-99	1302.89	1096.92	548.73
平均 停止期間 (日数)	1993-95	43.75	54.96	44.74
	1994-96	42.76	50.94	44.78
	1995-97	44.47	51.56	47.15
	1996-98	48.45	50.79	51.52
	1997-99	46.19	53.45	49.36
平均 停止時線量/日 (人・mSv/日)	1993-95	33.13	29.12	10.57
	1994-96	32.40	28.35	11.07
	1995-97	34.09	26.14	10.82
	1996-98	31.77	23.75	11.80
	1997-99	28.21	20.52	11.12
合計停止回数	1993-95	57	230	38
	1994-96	59	234	40
	1995-97	58	237	41
	1996-98	60	229	42
	1997-99	57	230	42

PWRでは、停止時線量は1993年から1999年にかけて明らかな減少傾向を示している(期間を通じて30%の減少)。同一期間中の平均停止期間は、53日の周りで変動していた(±5%)。したがって、線量の減少は、停止期間の長さの推移によっては説明できない。一方、日間停止時線量は連続的に減少していた(全期間を通して-30%の減少)。この知見は、作業管理のアプローチを採用することによって、作業者の数が減り、高線量域での作業負荷が減少したことで説明できると思われる。線量率低減のための改善もまたこの低減に寄与したものと思われる。

* ISOEデータベースからのデータは、暦年ベースで得られる。したがって、停止が1暦年の間に始まり、翌年の間に終了した場合、最初の年の線量と期間は翌年のものに加算された。

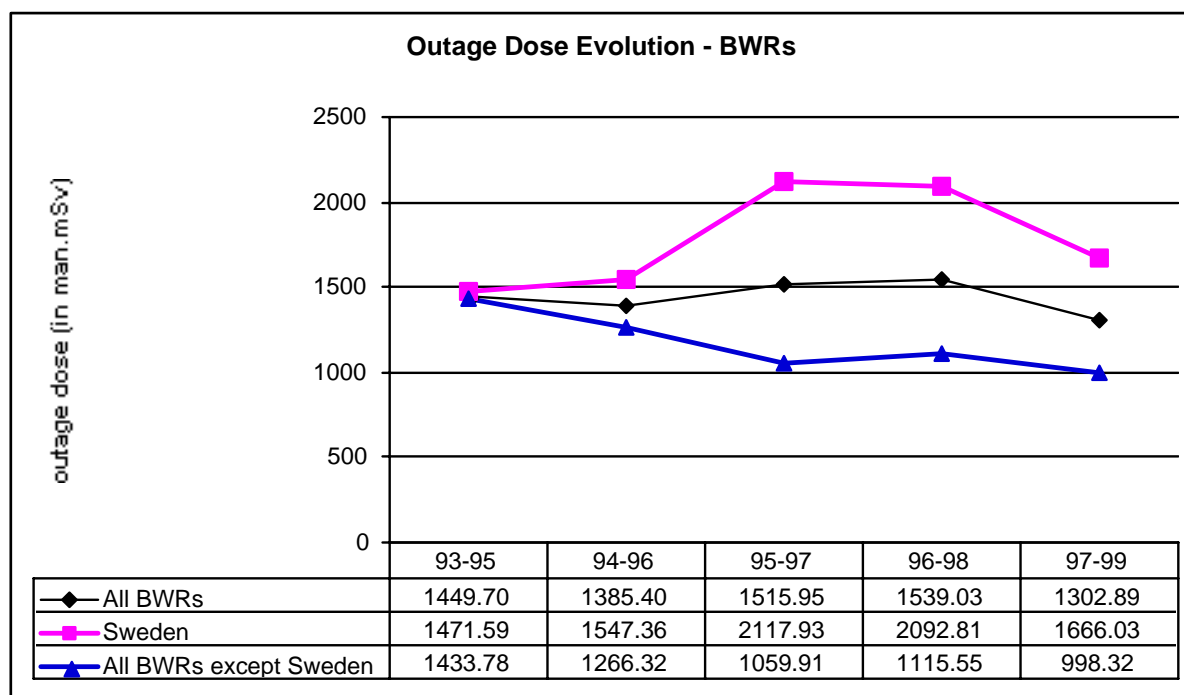
BWR の場合には、明らかな傾向は見られなかった：1994 年から 1998 年の間に 11%と少し上昇した後、最後の期間に 15%減少した。同様な推移は停止期間にも見られ、線量に対して停止期間が影響していることを示している。

VVER では、平均停止時線量の増加が 1998 年まで見られたが、その後少し減少した。期間中、停止時日線量はきわめて安定していた。停止時線量と停止期間の間の相関係数は 0.97 である。

BWR の傾向を説明するためにそれらの国々によって、また PWR の傾向のためには姉妹プラントのグループによって、より詳細な解析がなされた。

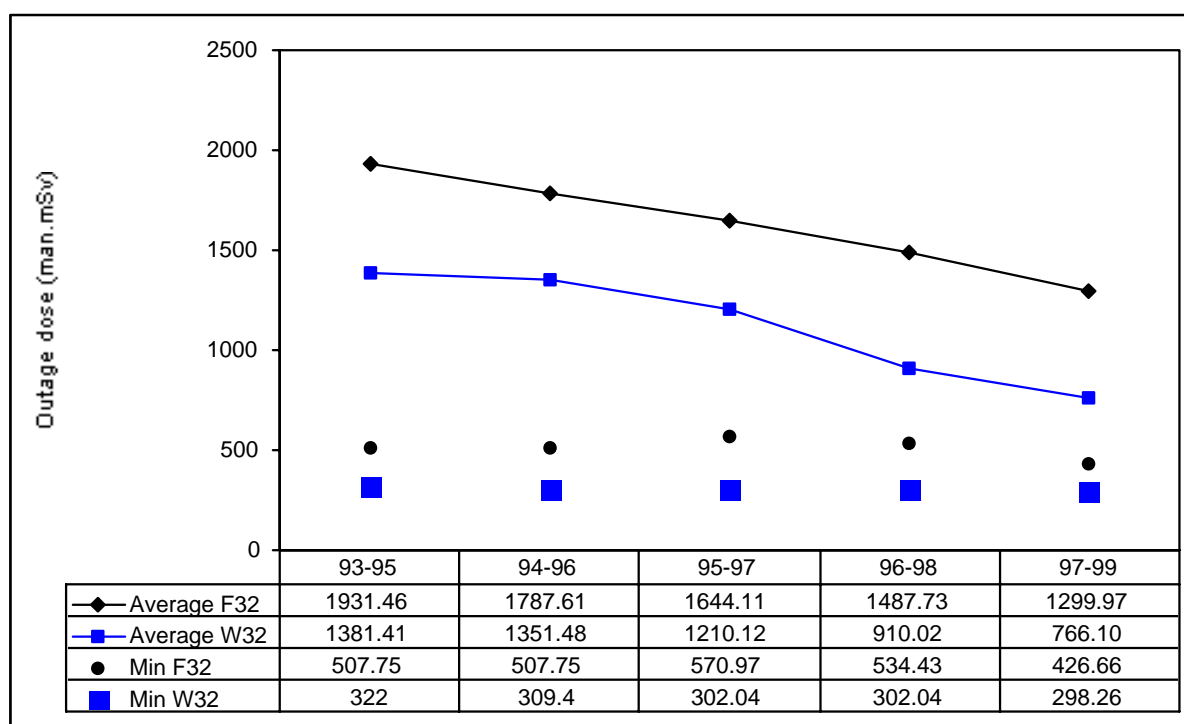
BWR の線量の推移は、主としてスウェーデンで実施された大規模な保守プログラム(改新プログラム)の影響を受けていると思われる。下図において、他の欧州各国の BWR の線量が低下しているのと同時期に、スウェーデンの停止時線量は明らかに上昇していることがわかる。また、スウェーデンの改新プログラムが終わりに近づく最後の期間に、停止時線量が減少し始めていることもわかる。スウェーデンでは全期間を通して停止期間が連続的に増加した。日間線量は、1996 - 98 までは 37 人・mSv の周りに変動していたが、その後、有意に減少し、29 人・mSv となった。したがって、この改新プログラムは、将来、停止時線量に好ましい影響を与えることが期待される。そこで、このプログラムの作業に対応する余分な線量を将来の削減量として評価しておくのは興味あることである。

図 12 停止時線量 - BWR



ベンチマークを容易にするために ISOE の中で定義された姉妹プラントグループに対して解析が行われた。以下の図に、F32 (Framatome 3 ループ、第 2 世代) および W32 (Westinghouse 3 ループ、第 2 世代) の姉妹グループの 3 年ローリング平均停止時線量の推移を、最小値の記録の推移と一緒に示した。検討期間を通して、3 年ローリング平均停止時線量は、F32 および W32 の両グループともに減少しているように見える。しかしながら、W32 の平均停止時線量および停止時線量の最小値の結果はともに F32 のそれらよりも低い値に止まっている。W32 の停止時線量の最低値は Ringhals 4 (Sweden) と Doel 4 (Belgium) の記録である。

図 13 停止時線量の推移 - PWR 姉妹プラントグループ



2.4 自由化とその放射線防護への影響

近年の大きな進展の一つは、電力市場の自由化が決まったことであり、これはエネルギーの生産と取引にとって完全に新しい経済状況をもたらすものである。経済状況が変化し、電気のスポット価格が値下がりする一方、例えば、北欧諸国では原子力にかかる生産税が上昇した。原子力エネルギーの生産者は、これに加えて、徐々に増加する安全性に対する要求と経年原子力発電所の改新の必要性に直面することとなった。

電力市場の自由化は、原子力発電プラントをして運転コストを削減するためにスタッフを減らし作業活動を外部調達することとなるため、作業効率の改善を強いることとなった。さらに、長期の投資や研究開発活動は縮小せざるをえなくなった。

電力市場の自由化は、原子力発電プラント作業員の放射線防護にとって、どのような影響をもたらすであろうか？ 放射線防護部門の人員削減の結果として、冗長性の減少、ストレスのリスク、長期計画の欠如、作業品質の低下のリスク、人的過誤の増大の可能性などが起こりうる。仕事や作業を外部から調達しようとする傾向は、市場から供給される最良/最安価なものを選択することになるため、作業の質の低下をまねくリスクをもたらすことになる。さらに、作業責任の問題が起こり、電力会社にとって特定の領域における総合的な知識や経験が失われる可能性がある。

原子力発電所の運転者は、運転コストを削減するため、除染プログラムや防護服や線量測定機器などのような放射線防護手段に疑問を持ち始める可能性がある。請負業者の定期的な訓練費用と同様に、放射線防護スタッフの教育のための費用も減らされる可能性があり、これは能力と知識を減らすことにつながる。最後に、費用の最適化はまた、予防保全対策を削減したり、補修作業も緊急の場合しか行わないという傾向につながりかねない。

長期的展望からは、コスト削減は、近代化プロジェクトを遅らせ、縮小させ、あるいは純粹に安全に関わる問題にのみ集中させるという結果をまねく可能性がある。コバルトの低減や ALARA プログラムのように、線量や線量率をさらに低減するための活動やプログラムは、遅らされるかキャンセルされることすら考えられる。亜鉛注入、燃料除染およびコバルト代替材などもまた、遅らされるかキャンセルされることさえありうる。

2000年12月に開催された ISOE 運営グループ (Steering Group) の第10回会合において、“電力市場の自由化とその原子力施設の放射線防護への影響”に関する特別セッションが開催された。この特別セッションにおける議論を以下に要約する。

公開、且つ自由化された電力市場は、従来方式と原子力による電力生産に競争を呼ぶこととなる。効率を上げることと価格を下げることは、放射線防護の仕事を減退させることにはならないか、という疑問が発生する。

今日までのところ、すべての放射線防護の指標は今なお向上しつつあり、未だ、自由化の影響を示すものは何ら見られていない。しかしながら、この放射線防護指標の改善は、5 - 10年前に導入された投資によるものである。したがって、放射線防護に対して自由化の及ぼす影響は、2 - 3年後に明らかとなってくる可能性がある。それ故、将来の投資についてよりよい判断が下せるように、予測的な指標を捜しておく必要がある。

今のところ、放射線防護の分野には、適格な人材が未だ十分にそろっている。しかしながら、電力生産の効率を上げるためには、大抵は原子力産業界のスタッフが減らされ、その結果、放射線防護の担当人員もまた減ることとなる。スタッフ管理の変化を評価する面白い指標に、新人対プラント熟練職員の比がある。ここ数年間、この比の値は15%程度であったのに対し、2000年にはこの数値は60%まで上がりそうである。

いくつかの ISOE メンバーは、原子力発電所における放射線防護について、自己防衛の概念の応用について報告している。これは、責任の取り方の問題に行きつく - 個々の作業員は彼または彼女自身の線量を知っていなければならない - しかしながら規制に対する責任は原子力発電所の運転者に残る。

規制当局の役割もまた自由化プロセスの鍵である。規制当局の主な仕事は、高いレベルの原子力安全と健康安全を保証することにある。これは、産業界で公衆の信頼を確保するために不可欠なものである。しかしながら規制当局は、重要度が益々増大する商業課題の責任をとるために、彼らの手順を適合させていかなければならなくなると思われる。

電力会社にとって、健康安全と原子力安全が価格を持つべきではない。放射線防護の効率を評価するために、新しい指標が開発されなければならない。

ISOE システムは詳細な線量のデータベースを提供することで、放射線防護の仕事に関する投資の決定を支援することができる。このデータベースは、初期段階における傾向を明らかにし、上記の新しい指標の開発に使用することができる。

この話題は、ISOE 運営検討グループ、あるいは必要に応じて専門家グループ内におけるさらなる議論によって確実にフォローされるであろう。

2.5 外国人作業員に対する原子力発電プラントの出入および線量測定フォローアップ規則

請負会社に雇用された原子力分野の作業員は、彼らの職業人生のかなりの部分を外国で過ごす可能性がある。それ故に、種々の国の原子力発電所における外国人作業員に適用する規則に基づいて調査を行うことが決められた。調査は運転中の原子力発電所を所有する殆どすべての国に及んだ。質問事項に対する回答は、21ヶ国の原子力発電所、電力会社、あるいは国の専門機関からの44のISOE契約者から寄せられた。

本国で得た専門職的資格は、他の国では組織的に受け入れられてはいなかった(20/44回答)。専門的資格が認められる場合でも、追加の面接試験が必須であり(34/44)、さらに/あるいは補足の訓練が外国人作業員用に用意されている場合(38/44)があった。

すべての国は、作業員が過去に受けた線量は、国および法人組織の線量限度と矛盾しないことを表明する証明書を要求している。しかしながら、外国人作業員の詳細な線量測定履歴(“線量測定パスポート”)はどこでも要求されるわけではない。例えば、ベルギー、リトアニア、スロバキアおよび米国ではこれは必要とはされない。

国の保健当局によって行われた健康診断は、一般に他の国でも受け入れられている

(24/44)。管理上の理由から、作業者の完全な医療診断記録を要求される場合もある(13/44)。アルコールおよび/または薬物摂取の検査は広く行われている(13/44)。米国においてチェックされる犯罪歴、チェコ共和国およびスロベニアで行われる心理学的テスト、あるいはドイツで要求される女性作業者の妊娠テスト、などの調査は希である。

電力会社の保健物理部門は、通常、外国人作業者の運転線量、法定線量および内部線量の記録に責任を持っている。例外はフランスとベルギーで、ここでは電力会社の保健部が内部線量に責任を持ち、請負会社の保健部が法定線量の記録に責任を持っている。外部放射線からの線量の公式記録は、ほとんどの国では熱ルミネセンス線量計(TLD)(25/42)および/またはフィルムバッジ(20/42)によってなされている。最近、英国の少なくとも原子力発電所の大多数においては、電子線量計による測定が線量測定の法定手段となっている。運転線量の測定にはすべての国がアラーム付き、またはアラーム無しの電子線量計を使用している。

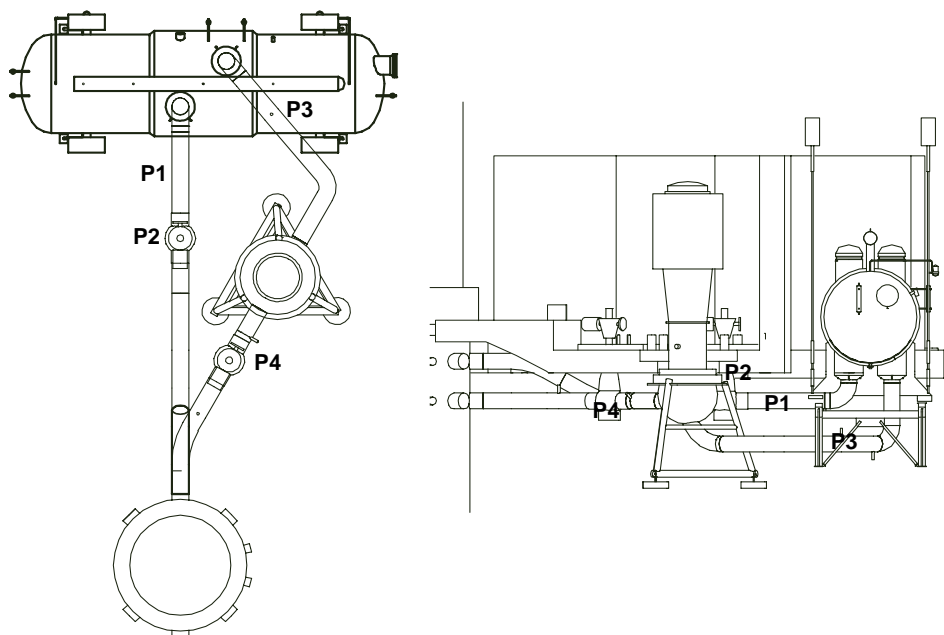
外国人作業者の内部線量評価には、次の方法の一つまたはそれ以上のものが用いられている:全身ガンマ線測定(36/44);全身迅速測定(32/44);事故の場合は生物検定(25/44)。記録上の最低レベル(通常、年間摂取限度、ALIの%として与えられる)および、さらなる調査の引き金となるしきい値に関しては、大きな差異がみられる。この記録と対策レベルは、ALIの0.1%からALIの20%まで多様化している。さらに、ほとんどの原子力発電所では、ICRP Publication 60(1990)で勧告している最新の線量変換係数の値およびモデルは、未だ使われていない。内部線量の評価のために、より広く使われている参考資料はICRP Publication 30である。

作業者が外国で受けた内部線量および外部線量は、一般にその個人に通知される。これに加えて、雇用者の保健物理部および/または原子力発電所にも通知される。フランスでは作業者と原子力発電所の保健部のみが内部線量の結果を受け取っている。

2.6 VVER 原子炉における線量率測定の標準化

VVER および RBMK 原子力発電所の保健物理グループは、線量率測定標準化プログラムを1998年に開始した。このプログラムの構想の中で、VVER 炉の停止期間中に、予め定められた条件に従って線量率が測定された。ループ周辺の測定点を図14に示す。

図 14 ループ周辺の線量率測定点



線量率測定標準化プログラムの目的は、異なる VVER 炉の放射線レベルを比較し、線量率に影響を及ぼす因子を調査することである。図 15 および図 16 に、1999 年および 2000 年における平均線量率（VVER440 炉の 6 ループの平均と VVER1000 炉の 4 ループの平均）を示す。線量率に有意な影響をあたえたと思われる因子（一次系の水化学、材料、その他）に関する解析が開始された。線量率測定と情報交換は 2001 年中も続くと思われる。

図 15 1999 年の線量率測定値

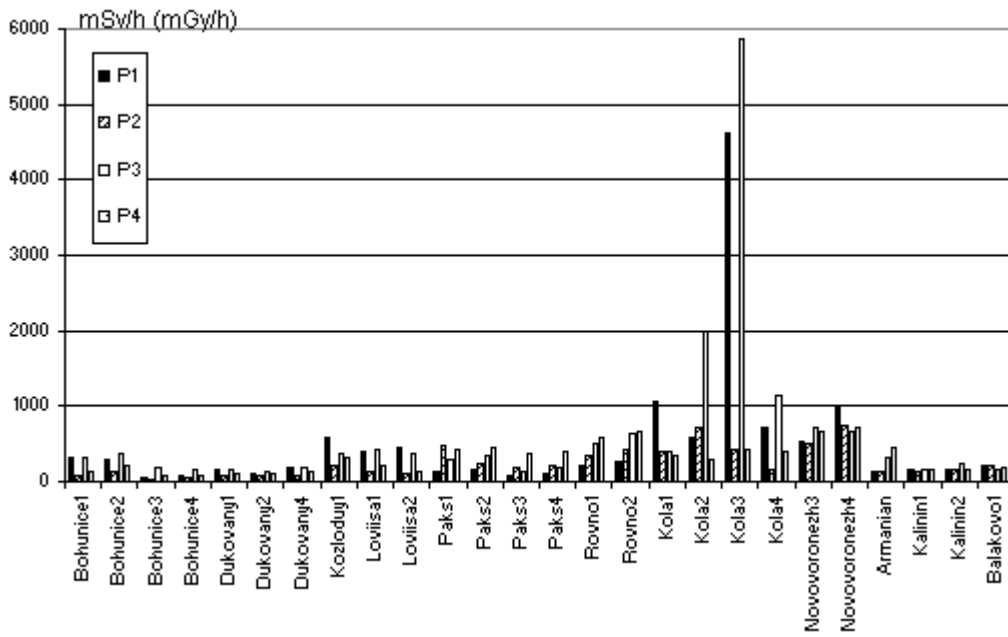
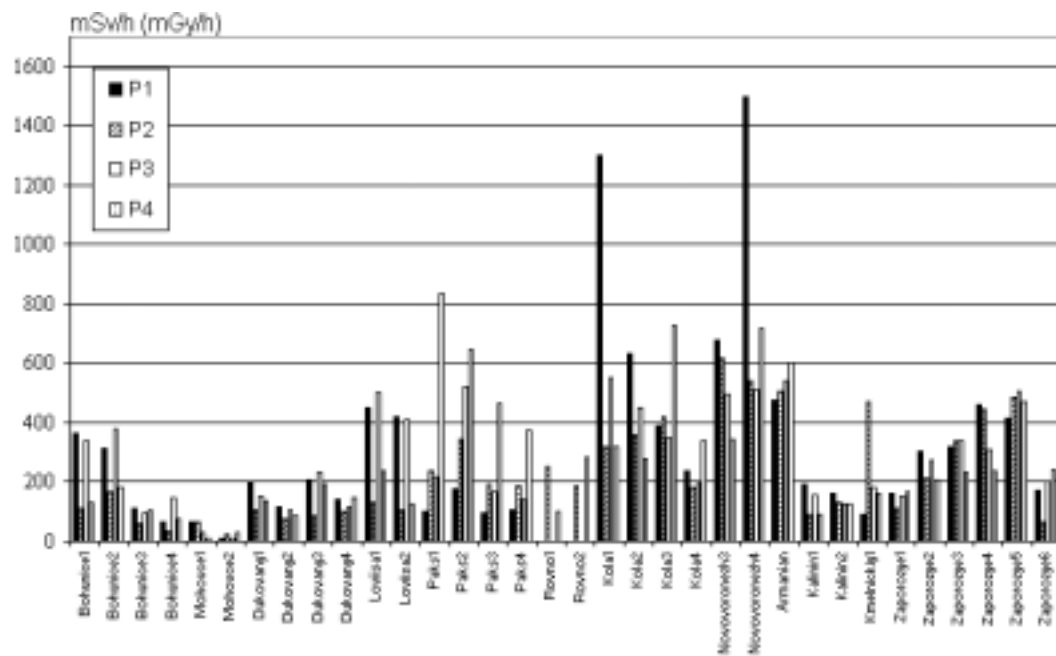


図 16 2000 年の線量率測定値



2.7 米国カリフォルニア州アナハイムにおける 2001 年 ALARA シンポジウムの概要

2001 年度国際 ALARA シンポジウムは、職業被ばくを「合理的に達成可能な限り低く (ALARA: As Low As Reasonably Achievable)」維持するアイディアと管理アプローチを交換するため、地球規模の討論の場を提供することを目的として組織された。シンポジウムのテーマは、「新千年紀における職業被ばく減少に関する優秀さ：21 世紀最初の国際 ALARA シンポジウム」というものであった。このシンポジウムは北米技術センター (NATC) による後援により、米国放射線防護技術者登録所および保健物理学会中間会議の共催によって開催された。

シンポジウムの特色として提供されたのは、36 種類の技術論文、10 課程の継続教育短期コース、および放射線関連作業管理、線量制御、線量測定の最新のアプローチに関する 53 社の展示などであった。ISOE-HPS 合同会合には、18 カ国以上を代表する 485 名の個人が出席した。(実際の ISOE 登録者は約 150 の ISOE メンバーと業者であった。)

全体会合は ISOE 運営グループ委員長 Borut Breznik 氏と保健物理学会会長 Paul Rohwer 氏の司会によって開会された。招待された総会でのプレゼンテーションは、以下の様な主題および講師によって行われた。

- カリフォルニアの自由化された電力市場において運転中の原子力発電所 (San Onofre 原子力発電所副社長 Joseph Wambold 氏)
- フランス原子力発電所近辺におけるヨウ素分布問題と関連する経験のフィードバック (フランス・パリ、フランス電力庁、研究所副部長 Bernard Le Guen 医学博士)
- 21 世紀の発端における原子力発電所管理における放射線防護上の難問 (スペイン・マドリッド、CSN 副局長、モルガン記念財団講師、Anibal Martin 博士)
- 土星のカッシーニ二間隙探検隊 (米国カリフォルニア州パサデナ、ジェット推進研究所、プロジェクト・マネージャー、Robert Mitchell 氏)
- 放射線訴訟：過去と未来 (米国ペンシルバニア州、David Wiedis 判事、Jose & Wiedis 氏)

放射線作業および線量管理に特別の重点を置いた ALARA における世界クラスの性能の基準設定が 2001 年国際シンポジウムにおける重要議題であった。電子的線量測定、生物学的検定法、および格納装置の使用方法などにおける革新的な応用例がシンポジウムにおける特色として取り上げられた。最後に、ソースターム低減、化学処理プログラムの利用、デコミッションing および燃料交換用停止期間の短縮などを含む主要原子炉主導権活動に関する全世界規模の ALARA 技術論文のプレゼンテーションが行われた。ヨーロッパの審査員たちは最高論文賞を Scott Schofield 『米国原発における保健物理自己査定と新規規制プロセス』、ならびに Ellen Anderson 『貴金属注入に関する Quad Cities における経験』に授与した。

2.8 ISOE 参加国における 2000 年の主要事象

如何なる「生データ」の場合と同様に、上記 2.1 および 2.2 節で提示された情報は、2000 年度からの平均的な数値結果をグラフで提示しただけのものである。この様な情報は、幅広い動向を確認するために役立ち、また今後の調査がさらに行われるならばより興味深い詳細な経験または教訓が得られる特定領域を浮かび上がらせるのに有用である。この数値データを増強するために、本節には 2000 年中に起こった重要事象で職業上の被ばく動向に影響した可能性があるものを短く列挙する。このリストは国別となっている。

アルメニア

全国的な線量測定に関わる動向の概要

大規模な運転停止の代わりに、アルメニア原発における線量測定の動向は 2000 年における集団線量が減少したことを示している。

アルメニア原発の再起動後の年間集団線量（人・Sv）

年	1995	1996	1997	1998	1999	2000
集団線量	4.18	3.46	3.41	1.51	1.57	0.96

線量動向に影響を与えた事象

安全システム（SG, MCP など）に対する修正、供用中検査、および乾式貯蔵への使用済み燃料の移送。

運転停止の回数と期間

燃料交換と安全系の保守作業（また安全系の修正、供用中検査など）を伴う大規模の運転停止（114 日間）が実施された。使用済み燃料を原発の水槽から乾式貯蔵へと移送する際には線量測定動向には特別の影響が見られた。

規制機関との間で計画被ばく線量が合意された。作業に対する被ばく線量は予め計画された。これは下表に示す通りである。

各種作業のそれぞれに対する計画集団線量（人・Sv）

作業の種類	計画線量	実際線量
原子炉容器	0.40	0.28
加圧器	0.03	0.01
主制水弁	0.18	0.02
浄水装置	0.12	0.01
主循環ポンプ	0.24	0.10
コンクリート基礎	0.12	0.01
蒸気発生器	0.36	0.04
供用中検査	0.14	0.08
除染作業	0.18	0.14
断熱作業	0.13	0.05
線量制御	0.06	0.01
給水脱気装置	0.05	0.01
雑	0.15	0.01

作業の種類	計画線量	実際線量
熱的自動機器工事	0.04	0.01
水槽から乾式貯蔵所への使用済み燃料移送	0.24	0.04
合計	2.44	0.794

この段階に対する最大個人線量当量は 28 mSv であった。

主な進展

アルメニア (Medzamor) 原発における 2000 年度の集団線量は 0.96 人・Sv であった。これは、ALARA プログラムを厳格に適用した結果である。このプログラムには組織上、ならびに技術的な問題が含まれていた。

機器またはシステムの交換

大規模で長期にわたる停止の間、改造として主蒸気隔離弁、加圧器安全弁、および SG 安全弁が交換された。

予測外事象：2000 年度においては、予測外事象は記録されなかった。

2001 年における重要関心問題

ドラムの交換を含む、予測された中レベル放射性廃棄物の問題があった。これは、線量測定動向に影響を及ぼす可能性があった。

ベルギー

国全体の線量測定に関わる動向の概要

2000 年度に対する集団線量 (単位：人・mSv)

Tihange 原発	Tihange 1	Tihange 2	Tihange 3	合計	
プラント要員	23.5	103.4	84.4	211.3	
業者要員	17.7	438.3	492.5	848.5	
合計	41.2	541.7	476.9	1059.8	
Doel 原発	Doel 1	Doel 2	Doel 3	Doel 4	合計
プラント要員	44.7	61.0	103.9	43.5	253.1
業者要員	139.7	283.5	522.1	161.1	1106.4
合計	184.4	344.5	626.0	204.6	1359.5

集団線量は減少しつつある。これは、ALARA 原則を継続的に適用し、停止期間を短縮

したことによるものである。

しかしながら、年ごとの極めて正確な動向を描き出すことは困難である。なぜならば、プラント毎のサイクルの長さが異なるためである。Doel におけるプラントは年単位のサイクルを持っていたが、Tihange におけるプラントは 18 か月単位のサイクルを持っていた。

線量測定の変動に影響を及ぼした事象

停止（2000 年度において、Doel の場合は 1, 2, 3, 4 号機、Tihange の場合は 2, 3 号機）が集団線量の主要な起因であった。

運転停止の回数と期間

プラント	停止情報	作業員数	集団線量（人・mSv）
Tihange 1	なし		
Tihange 2	停止期間 28 日、例外作業なし	979	493
Tihange 3	停止期間 25 日、例外作業なし	881	410
Doel 1	停止期間 15 日、例外作業なし	773	158.90
Doel 2	停止期間 27 日、例外作業なし	1024	307.69
Doel 3	停止期間 24 日、例外作業なし	666	490.46
Doel 4	停止期間 18 日、例外作業なし	666	173.73

機器またはシステムの交換

Tihange 3：ボラフレックスの交換

- Tihange 3 の使用済み燃料水槽貯蔵施設には棚が 18 あり、その各々は 6×7 または 7×7 燃料集合体を受容することができる。燃料セルの間には、中性子吸収体のブロックが設置されている。この中性子吸収体はボラフレックスと呼ばれ、B4C をエラストマー・マトリックス（シリコン）中に拡散して作られたものである。経年変化のため、このボラフレックスは交換の必要がある。
- 2000 年 8 月中に、最初の棚が撤去され、米国による除染の後、材質の状況について判断が下された（脆性または可塑性）。
- 今回の作業における予測集団線量は 5.2 人 mSv であった。最終結果は、1.4 人 mSv であった。
- 最初の結果は肯定的であったので、ボラフレックスの交換は開始されており、2001 年半ばまで続行される。

組織上の進展

2000年10月において、両方の原発サイト(TihangeとDoel)における既存の組織構造に対して完全な変更が行われた。これまでの構造は「原発指向」であったのに対して新規構造は異なるアプローチに基づいている。つまり、より「作業指向」である。各サイトにおいて、各種の作業に対して1つの階層構造が設けられている(運転、保守、安全監視など)。この新しい構造により、同一の職務を実行する作業員の間における知識交換が改善された。これにより、原子力安全性に関する重要な付加価値が実現した。

来年度における主要作業計画

Tihange 2 : 蒸気発生器の交換 ; 他の全原発は通常停止プロセスを行う。

ブラジル

国全体の線量測定に関わる動向の概要

Angra 1 原発は正常に運転されており、1回の予定された燃料交換停止が行われた。この結果、集団放射線量の合計は1.348人・Svであり、これには運転における0.138人・Sv、および停止期間中の1.21人・Svを含んでいた。Angra 2 原発が最初に臨界に達したのは2000年7月であり、その年末には100%統合出力試験を実行していた。このとき、重大な集団放射線量はなかった(0.016人・Sv)。従って、これは合計には含まれていない。

線量測定の動向に影響を及ぼした事象

Angra 1 原発が2000年5月1日から7月11日までに、管理区域における1149人の作業員に関連する9度目の停止を行ったが、作業員の94.8%の作業員線量は5 mSv未満であった。10 mSv以上の放射線量を受けたか、または370Bq以上の放射能を摂取した作業員はいなかった。

放射線的に重要な作業 :

- 蒸気発生器伝熱管の全面的渦電流探傷
- SG断熱材の交換
- 121燃料集合体の内3分の1の交換

新プラントの稼働

Angra 2 原発 (予想公称出力1309 MWe、KWU / シーメンス・プロジェクト、4ルー

プ型 PWR) が最初に臨界に達したのは 2000 年 7 月であり、その年の年末には全出力試験の間に 1350 MWe を達成した。

新 / 実験的線量低減計画

Eletronuclear 社は Siemens/TUV (ドイツ) と合同で Angra 2 原発の一次系配管に劣化亜鉛注入を施工するプロジェクトを設立した。これは原子炉臨界時中に開始され、プラントの運転段階における線量減少を最大にすることを目的としている。

カナダ

オンタリオ発電会社(Ontario Power Generation)

2000 年 7 月 11 日、OPG と British Energy は、Bruce に所在する 2 箇所の OPG 原子力発電所を Bruce Power という名称の新しい会社にリースする合意契約を締結した旨、発表した。Bruce Power の株式過半数は British Energy が所有する。リース契約は 2018 年まで有効であり、さらに 25 年間の延長が可能である条項が付けられている。この移行は 2001 年 6 月に、それまでに必要な運転認可承認が与えられることを条件として、行われる予定である。Bruce Power は、OPG とは独立して原発を運転するが、核廃棄物および最後の廃止措置については、OPG が責任を持つことになっている。この契約は、オンタリオ州内における OPG の電力市場シェア低減を求めて OPG に課されたオンタリオ州政府の要求条件を満たすための第一歩であった。

Pickering 発電所の 4 基の停止中プラントを再稼働させるための工事は継続中である。環境アセスメントに関するカナダ原子力安全委員会の公聴会は、再認可プロセスの一部として一般住民の意見をまとめて実施される。最初のプラントは 2001 年遅くに稼働することが計画されている。

放射線情報システムの改善は進行中であり、2001 年度中に 2 回、新たな資料発表を実施することが計画されている。これらの発表には、多数のユーザー要求による改善措置が含まれているが、これらの措置により、ALARA プログラムに対する作業ごとに線量を追跡調査する能力が改善される。

これらの 3 つの原発すべてにおいて遠隔線量測定が限定的に使用されている。この使用は ALARA プログラムにとって極めて有用であった。しかしながら、伝送および干渉の問題のために、希望されたようには迅速な拡大は実現していない。現在、代替的な電子線量測定装置が評価中である。

1999 年に設立され、新たに拡大され、集中化された放射線防護組織には、十分な人員配

置が行われている。この組織は、はるかに大きい現場での存在感を示しており、RP スタッフが日常的な調査や機械摩擦部分の検査、放射線関連作業慣行を改善するための他の従業員に対する観察と指導、および作業計画に関する定期的な ALARA 審査実施などを行っている。4 月には新任部長が管理責任を取るようになった；彼は技術サービス会社の先任副社長の監督下にある。

2000 年度の始め、以下の 4 つの新たな RP 成績指標が導入された。

- 人的汚染事象の発生数
- 規制機関に対して報告対象となる RP 事象の発生数
- 汚染管理下にある床面積
- 摩擦部分検査の合格査定

ALARA プログラムに対するもう一つの性能指標は、データを記録するために機能向上した情報システムの作動後、直ちに導入される。

放射線防護手順を向上させるための第一歩が 2000 年半ばに開始された。その目的は手順を短縮・簡略化し、手順から非手順的な情報を除去し、これらを他の文書に編入することである。17 ある手順のすべてを更新するプロセスには約 1 年間掛かると予測されている。

現在、複数の ALARA プログラム改善活動が実施されている。これらには、ソースターム低減、ホットスポット除去、および暫定的遮蔽プログラムの改善が含まれる。

2000 年度の最初の 3 四半期における発電所ごとの集団線量の概要を下表に示す。予定された線量目標からは注目すべき 2 つの逸脱が存在した。

- Bruce サイトにおける 6 号機の停止は、予定以上の時間が掛かり、また予想よりも高いトリチウム・レベルに遭遇した。この結果、内部、および全体線量は増大した。
- Pickering における真空装置建屋の作業停止が終了したが、その線量結果は、約 0.45 人・Sv であり、目標値 0.75 人・Sv よりも十分小さい値であった。（これは、全プラントに共通する真空装置建屋の検査と予防保全を実施するため、全 8 プラントを同時に停止することを必要とする 10 年 1 度の停止に対する値である。）

この表はまた、年間ベンチマーク値に対する成績を示す。このベンチマーク値は類似容量と年齢の水冷炉の上位四分位性能に基づいている。線量が時間の経過とともに直線的に累積される場合には、ベンチマーク値の百分率は 75%以下であるべきである。

Ontario Power Generation					
2000年9月30日現在の過去1年間(YTD)のプラント当たり集団線量(人・Sv)					
	YTD 実際	YTD 目標	%YTD 目標	YE ベンチマー ク	%YE ベンチマー ク
Bruce 1-4	0.013	0.038	34	n/a	n/a
Bruce 5-8	0.767	0.707	108	0.89	86
Darlington	0.315	0.350	90	0.39	81
Pickering	0.401	0.452	89	0.61	66

Gentilly-2 発電所 (Hydro-Quebec 社)

Gentilly-2 発電所は、2000 年度においてその実績を向上させ続けた。2000 年度における停止期間は 4 月 4 日から 5 月 8 日までであった。停止に向けて予定されていた最も重要な活動は、燃料児童交換機の検査、蒸気発生器伝熱管の一次側渦電流検査、および水噴出プロセスによる 2 次側管板の清掃に関連していた。当社はまた、すべての Co-60 調整棒も交換した。

2000 年度停止期間の作業員に対する集団線量は 0.845 人・Sv であり、これは停止期間集団線量目標値である 1.100 人・Sv の 77% に相当する。出力時における集団線量は実際には目標値である 0.220 人・Sv という当社の目標値を 32% 上回り、0.290 人・Sv であった。しかしながら、当社はなおも、年間線量目標である 1.320 人・Sv を達成することができると確信している。

人的性能プログラムの実施に関して、当社は 2 つの米国原子力発電所、コネチカット州 Seabrook 原発とニュー・ハンプシャー州 Millstone 原発に準拠して当社のプログラムのベンチマークを設定し、その結果、プログラムを改善するための勧告を発表した。当社はまた、人的性能に関する動向調査のため、1997 年から 2000 年までの全放射線防護関連事象を再調査している。最後に、発電所全要員を対象として、人的性能に関する 1 日コースが提供される予定である。

当社の線量低減プログラムは、アンチモン・ソースタームに重点を置く。これは停止作業が行われる間のガンマ線フィールドに対する主要な誘因を表す。当社はまた、電子線量データ取得システムを設置した。これはすべての電子線量計の線量値を直接当社の公式職業線量データベースに送信するものである。

2001 年度における次回停止の間に、遠隔線量測定システムがテストされる予定である。当社はこのシステムの使用目的として以下を想定している：すなわち、作業員線量の連続監視、作業員がアクセスする前の主原子炉丸天井面の線量率マッピング、およびアンチモン除去プロセス監視である。

Point Lepreau 発電所 (New Brunswick Power 社)

一般発電所問題

過去一年間にわたり、Point Lepreau 発電所 における人事関係および安全活動を改善するため、相当の尽力が重ねられた。原発の将来が賭けられており、このことは明白に全要員に伝達された。原子炉の燃料挿入管を 2006 年に交換して運転をさらに 20～30 年間継続するか、あるいは 2008 年頃に廃止措置を開始すべきかについて 2002 年の初めに決定が下される。この決定には複数の要因が影響するが、その多くを要約すれば、発電所を計画された設備利用率で予算内において運転するということになる。原発は州内のエネルギー需要の 30%に対応しているため、その安定性はニュー・ブルンズウィック州における経済の健全性にとって最も優先される事項である。

改造関連の肯定的な決定という目標を満たす要員の協調態勢を実現するため、全員が洞察と対人関係の熟練さ (VIPS) に関して 3 日間にわたるチーム構築セッション (約 30 のグループに分かれ、7 か月にわたって実施) に参加した。WANO の歴史について、また当社原発の目的を WANO 目標に適応させることの重要性について、作業グループに対して追加のセッションが提供された。

過去 1 年間に実施された他の原発プログラムまたは主導的活動には以下が含まれる：

- 停止計画策定グループは、以前の停止の場合よりもはるかに迅速に形成された。作業計画は停止期間の開始よりも数か月間前に最終的に決定された。この結果、2000 年の保守用停止は、適時に、予算内で、目標線量範囲内で完了した。
- 内적および外部的経験を監視、組織、伝達するために、運転経験グループが形成された。このグループは、停止期間中の作業前指示説明のために貴重な情報を提供した。
- 問題を特定し、これに続く措置を追跡調査するためのプロセスが実施された。このプロセスにとって骨格となるのは問題特定化および修正措置 (PICA) データベースである。
- 設備機器のリスクの低い修理に対する認可を容易にするため、作業許可システムの変更が行われた。さらにまた現在、一般保守作業を生産グループから分離するためのプロセスが策定されている。
- 発電所の目的に歩調を合わせた事業計画の策定と使用に対して、はるかに大きな強調点が置かれた。

- 改善された非放射性廃棄物管理計画の第一段階が実施され、廃棄物は公共埋め立て地に送られた。次段階には、放射能の再評価のためにサイトの貯蔵場所から廃棄物を回収することが含まれる可能性があるが、これは次年度中に実施される。

放射線防護問題

カナダにおいては、5月31日付けで新放射線防護規制が発効した。主要な変更の多くは、すでに Point Lepreau 発電所において実行に移されている。プログラムへの改定は現在進行中である。

警告用トリチウム・エリアモニターの恒久的な設置は引き続き行われているが、システムを制御室にネットワーク接続することは実施されていない可能性がある。

正式な ALARA プログラム文書が発行され、プログラムの実施は来年中に実行されると予測されている。

停止期間中における防護補助員に対する要求を軽減するため、約 30 社に上る契約業者は 5 日間にわたる上級放射線防護訓練プログラムを終了した。このプログラムにより、業者は監視されずに放射線領域で作業することが可能となる。候補者は原発におけるその放射線関連作業の経験に基づき、保健物理によって承認された。候補者が実行できる作業の種別については、制限が課されており、監督者に対しては進展状況を頻繁にチェックすることが要求された。このプログラムは停止期間中に積極的なフィードバックを受けた。

発電所では、2000 年 11 月 22 日に実施される大規模な非常事態計画演習のための準備が行われている。

中国

国全体の線量測定に関わる動向の概要

2000 年度におけるプラント当たりの平均集団線量は 0.586 人・Sv であった。

	計画停止	強制停止	燃料交換停止	平均集団線量、 人・Sv
DayaBay U106			42 日	0.565
DayaBay U207			36.5 日	0.565
Qinshan	14 日	14 日	42 日	0.627

線量測定の変動に影響を及ぼした事象

Qinshan 原発における機器またはシステムの交換

原子炉のケーブルは交換された。不適切な炉心冷却監視システム (ICCMS) が設置された。燃料交換機が改造された。

新 / 実験的線量低減計画

Qinshan 原発： 酸化作業、「ホットポイント」制御および管理、暫定的遮へい、低線量率領域設定。Daya Bay 原発： 一次冷却材の pH は 6.9 から 7.2 へ改善。

2001 年度に対する Qinshan 原発での関心問題

SG 一次側作業の技術的線量低減、契約業者の線量低減

- ALARA データ・バンクの設定
- PRV 上蓋検査における線量低減
- 足場 / 断熱材作業の線量低減

来年度における主要作業計画

来年度においては何らの停止も計画されていない。放射線防護担当要員は主として、運転中の原子炉格納建屋への立ち入り、燃料要素貯蔵プールと輸送水路の改造に重点を置いている。

チェコ共和国

チェコの法規と EU 協議会指示との調和

管理区域における作業中にイオン化放射線の危険に曝される屋外作業員の操作上の防護に関する協議会指示 90/641/ユーラトム (欧州原子力共同体) に対する実施計画。

実際の法規は、高レベルの IRS を取り扱う作業員の防護を保証し、原則として協議会指令 96/29/ユーラトムに準拠している。屋外作業員という用語はチェコの法規には導入されていないため、彼らの放射線防護に関する特定の要求条件は何も規定されていない。この要求条件を満たすために、既存の法律を改正することが必要である。

原子力安全性のための国家事務局 (SUJB) は、チェコ共和国内部における職業的被ば

くに関する中心的な登録者である。原子力法に対する修正案においては、放射線に関するパスポートを発行し、登録する権限を SUJB に与えることが提案されている。

これらのパスポートの書式、書式の記入方法、およびこれらに登録されるデータの検証は、SUJB の特別法令によって規定されることとなっている。屋外作業員および管理区域の運転員に係る義務は、原子力法の修正条項に規定される。

Temelín 原子力発電所認可—個人モニタリング

2000 年 10 月 個人モニタリングの全領域を対象とする個人線量測定サービスの承認が発行された。

- 屋外における法的線量測定—フィルム
- 内部線量測定—全身カウンター、排泄物測定
- 職業上の線量測定—TLD, 電子的測定(シーメンス)
- 中性子線量測定—TLD
- 先端部線量測定—TLD

最初の原子炉への燃料は 2000 年 7 月 5 日に装荷された。

Temelín 原発の第 1 号機が最初の臨界に到達したのは 2000 年 10 月 11 日のことであった。送電網への最初の接続は、2000 年 12 月 21 日に行われた。

2000 年における総集団実効線量は $0.172 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$ であり、公益会社の従業員の場合は $0.160 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$ であった。また、各業者の場合は、 $0.012 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$ であった。

Dukovany 原子力発電所

2000 年における総集団実効線量は $0.987 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$ であり、電力会社の従業員の場合は $0.104 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$ 、また、各契約業者の場合は、 $0.883 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$ であった。プラント当たりの平均集団実効線量は $0.247 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$ であった (Dukovany 原発には VVER-440、モデル 213 が 4 プラント設置されている)。

2000 年における集団実効線量の合計値 ($0.987 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$) は過去数年の場合と比較すると、毎年低いものであった (1999 年の集団実効線量は $1.126 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$ であった)。最大個人実効線量は 17.95 mSv であり、ある契約業者の一人の作業員に対して登録されたものである。彼は第 3 号機において SG 上部給水分配系の交換を行い、さらにまたすべての停止期間に SG の内部機器検査を実施した。

この非常に優れた結果が得られた理由は、以下のような肯定的要因に見ることができる。

- 電子線量測定システムの完全適用
- 高放射線リスクを伴うすべての放射線防護作業の改善（いわゆる「放射線防護保証プログラム」）
- 管理区域における作業員の総数の低減（電力会社従業員 867 名および契約業者 1294 名）

Dukovany 原発において 2000 年に計画されている停止

1 号機	燃料交換を含め 32 日間の標準保守停止期間。停止期間中の総集団実効線量は 0.206 人・Sv であった。
2 号機	燃料交換を含め 62 日間の標準保守停止期間。停止期間中の総集団実効線量は 0.332 人・Sv であった。
3 号機	燃料交換を含め 35 日間の標準保守停止期間。停止期間中の総集団実効線量は 0.313 人・Sv であった。
4 号機	燃料交換を含め 35 日間の標準保守停止期間。停止期間中の総集団実効線量は 0.106 人・Sv であった。

6 か月間（3 月～9 月）にわたる運転中、気体廃棄物（放出気体中）の放射能、とくに希ガスとヨウ素の放射能が増大した。これは 4 号機における 2 つの燃料集合体に小規模の損傷が発生したためであった。燃料交換後、気体廃棄物の放射能は減少したが、なお過去 5 年間にわたり、希ガスとヨウ素の総年間放出量は高いままであった。

3 号機の停止期間中、原発における最後の蒸気発生器（合計 24 基のうち）の上部給水分配システムは交換された。

2001 年において Dukovany 原発において、当社は「ISE」（原発情報システム）と呼ばれる新しいシステムを立ち上げる。これは放射線防護運用システムに影響を及ぼす。当社はまた、管理区域の出口において作業員の放射線を監視するための装置の再構築を準備するか、または「保健ループ」装置の再構築を準備する。

フィンランド

2000 年度において、フィンランドの 4 つの原発における年次保守作業のための停止期間は合計 90 日であった。年間集団線量の約 93% はこれらの停止期間中に受けたものであった。

Olkiluoto 1 号機には、炉心における 2 本の燃料棒の損傷があったが、停止期間は 14 日

間で終了した。受けた放射線による集団線量は 0.873 人・Sv であった。Olkiluoto 2 号機における停止期間は 13 日間で、受けた集団線量は 0.673 人・Sv であった。

両プラントにおける蒸気による高湿度 (0.30 ~ 0.35%) のため、主蒸気管における線量率は 2 倍から 10 倍に増大する結果となった。タービン建屋においては、増大した蒸気湿度により、小規模の個人線量が増大する結果となった。

Olkiluoto 1 号機においては、原子炉容器上蓋スプレーシステムの部品交換が最も大規模な作業の一つであった。

放射線防護においてとくに注目された他の主要な作業には次のものがあった：

- ASME 検査
- 汽水分離器の炉心溢水器管の修理
- 低圧抽気蒸気管の交換
- 停止時冷却系の 2 個の弁交換

Lovisa 1 号機の停止期間は 44 日間続き、集団線量は 1.675 人・Sv であった。

1 号機において行われた苛酷事故管理 (SAM) に関する改善措置は、放射線防護の観点から、今回の長期にわたる停止において最も重要な作業であった。今回の作業には合計 103 名の作業員が参加し、これらの人々に対する集団放射線線量は約 0.107 人・Sv であった。

2 個の蒸気発生器にある給水分配管の交換もまた、かなり緊急を要する作業であった。しかしながら、以前の停止からの経験を首尾良く活用することができた。放射線防護の観点から行われた他の重要な作業には以下のものが含まれる：

- アクチュエーターケーブルの交換 (1999 年に実施された作業の継続)
- 水シール管の撤去
- 長期にわたる停止期間中には広範な ASME 検査が実施された。

Lovisa 2 号機において、保守のための停止期間は 19 日間であり、集団線量は 0.471 人・Sv であった。

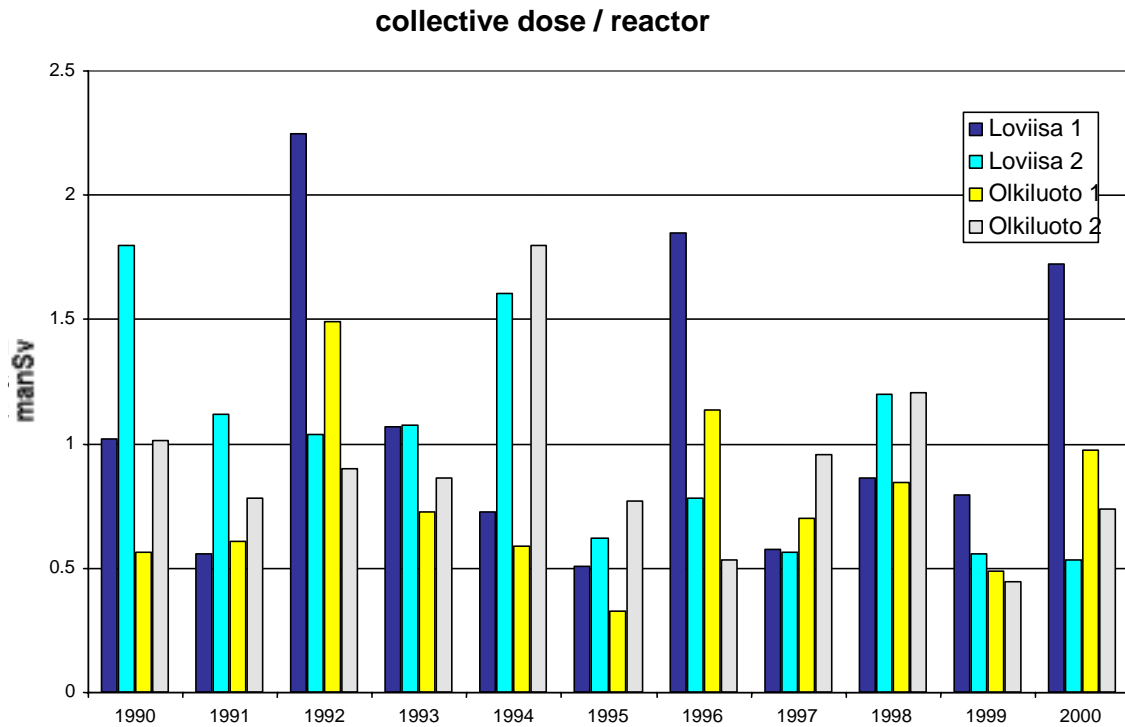
最も高い職業的線量が経験されたのは機械的な保守作業に関係しており、とくに苛酷事故管理 (SAM) の改善措置に関連していた。

予測されていなかった新しい作業は蒸気発生器室の一部塗装面を更新したことである。この作業は部分的に極めて高い線量率が発生する場所で行われた。このため、高い個人線量が発生した。最も高い線量率は 7.29 mSv であった。

最も高い個人線量、18.44 mSv は断熱工事および金属被覆工事の間に経験されたものである。

1999 年の始め、欧州連合 BSS 指令の採用により、フィンランドにおいて放射線法および法令が改定された。放射線関係の作業員は 2 つのグループ、A と B に分類されなければならない。A の範疇に属する作業員の健康診断は、従来は 3 年に 1 度行われていたのに対して、毎年行うことが必要となった。

最も大きな困難が予想される将来の職務は、設置された放射線モニター・システムを更新することに関連している。このプロジェクトは Lovisa のプラントにおいてすでに開始されている。



フランス

国全体の線量測定に関わる動向の概要

集団線量

平均集団線量は 1999 年における 1.17 人・Sv から 2000 年には 1.08 人・Sv へと低下した（1999 年において、2000 年に対して設定された最初の目標は原子炉あたり 1.12 人・Sv であった）。短期間の停止は 1999 年の 20 回から 2000 年には 23 回へと増大した。10

年ごとに行われる停止は横ばいで 6 回であった（1999 年には 6 回）。標準停止は 1999 年の 24 回から 2000 年には 15 回へと減少した。900 MWe のプラント（34 基の原子炉）と 1300 MWe プラント（20 基の原子炉）の平均値はそれぞれ、1.34 人・Sv（1999 年は 1.42）と 0.66 人・Sv（1999 年は 0.73）であった。

個人線量

年間 20 mSv を超える線量を経験した作業員の数は、1999 年にはまだ 8 人であったが、2000 年には 2 人へと減少した。2001 年初め、12 カ月にわたる個人線量に対する国全体のアラーム・レベルは、20 mSv から 18 mSv へと低下した。このレベルは、各個人線量の状況を調査することを必要とする。

線量測定動向に影響を与えた事象、停止の回数

EDF 4 ループ原子炉

2000 年における主要誘因は 7 回の標準停止、5 回の短期停止、および 1 回の 10 年ごとに行われる停止であった。短い停止に対する最も低い集団線量は 0.43 人・Sv を記録した NOGENT 2 号機であった。標準停止に対する最低線量は、PENLY 1 号機が記録した 0.50 人・Sv であり、1 回の停止において記録された最高線量は、BELLEVILLE 1 号機において 10 年ごとの停止で記録された 1.69 人・Sv という数値である。

EDF 3 ループ原子炉

2000 年における線量の主要誘因は 15 回の標準停止、18 回の短期停止、および 5 回の 10 年ごとの停止、GRAVELINES 4 号機における SG 交換、および GRAVELINES 2 号機における容器上蓋の交換であった。短期停止に対する最も低い集団線量は、TRICASTIN 1 号機における 0.48 人・Sv であり、標準停止に対する最低線量は BLAYAIS 1 号機における 0.64 人・Sv である。最高線量は BUGEY 2 号機で記録された 10 年 1 度の停止における 3.59 人・Sv（ホットスポット）の数値であった。

組織上の進展

EDF における放射線防護組織の強化は、2001 年度においても継続されるべきである。5 年間にわたり放射線防護分野において 400 人（技術者、上級技術者および専門家）が募集される必要がある。

将来の活動（停止および線量測定）

2001 年度において、EDF 原発運転部門は、短縮停止を 12 回、標準停止を 24 回、および 10 年 1 度の停止を 6 回実施する予定である。

ドイツ

電力会社の報告

2000 年度において、ドイツにおけるほとんどの原発は正常に運転され、短期停止を 2 ~ 3 週間の範囲で数回実施した。低い集団線量に対して短期停止の影響が明らかに認められる。原子炉あたりの平均線量は、規制当局によって追加検査の実施が要求されたいくつかの原発の高線量によって強く影響されている。

原子力を段階的に廃止しようとしているドイツ政府の意図は、原子力エネルギーに対するドイツの政治情勢を明らかに示している。この政策には部分的に、2020 年までのドイツ原子力発電段階的廃止に関して、連邦政府と 4 公益事業との間に結ばれた政治的な「コンセンサス」が含まれている。この合意は、原発あたりの運転時間が平均して 32 年であるという事実に基づいている。プラントのほとんどは 2020 年までに運転を停止することとなる。

使用済み燃料積み出しに対する輸送禁止は、輸送コンテナの表面汚染が検出された結果、1998 年から実施されてきた。この対策として、積み込みの間にコンテナの全表面を覆う防護被覆体を使用すべきことが追加された。この考え方は独立専門家グループによって受け入れられた。この措置の有効性は 3 基の原発において行われたテストによって実証されている。

1999 年および 2000 年において、入口モニタリング・システムによって、契約業者要員の個人衣服に対する小規模汚染の発生事例が検出された。この汚染は、表面汚染および、さまざまな放射性核種ホットスポット粒子によって構成される。汚染源と汚染発生の可能性がある各種経路に対するシナリオを明確に示すため、一部のドイツ原発は内部的な同僚による評価を実施した。この結果、VGB の作業部会である「実務的放射線防護」グループは、汚染リスクをよりよく管理、または回避する手順改善計画において、放射線防護担当者にとって有益な、管理上・技術上の一連の詳細な提案を策定した。内部的な評価に加えて、VGB は一人の独立専門家によって実施される調査を発注した。この調査の目的は、EU 指令によって示された新しい、より制限性の高い限界値の観点から、決定論的な局面と確率論的な局面における上記の汚染の線量面での影響を評価することであった。極めて保守的なシナリオ想定を考慮に入れた場合、決定論的な考察の結果は、ホットスポット粒子による汚染が 1 mSv/a を多少超える被ばくを一般大衆個人にもたらす可能性があることを示した。これらの事例を確率論的な局面において考察することにより、現実にはこの被ばくが 1 mSv/a よりも大幅に下回ることを確信することができる。汚染リスクの低減に対する VGB の提案リストと、独立専門家による調査結果に基づき、ドイツ原発は個人の衣

服に対する汚染の危険性が原発作業員や一般大衆に対する健康上のリスクの範囲以下に維持できることを実証できる。

規制当局の報告

原子力エネルギーの使用を廃止しようとするドイツ連邦政府の目的については、主なエネルギー生産会社との間で交渉が行われてきた。2000年6月において、基本的に以下の事項を含む契約が調印された。

- 各原発によって生産された規定エネルギー量に基づく原子力発電所の運転終了（最終原発の運転を2020年ごろに終了することを目標）
- 2005年までに再処理業務を終了。
- 現在の輸送を最小限度にするため、各原発の近くまたは敷地内に使用済み燃料集合体を格納するキャスクのための貯蔵施設の建造。

この契約に取り上げられている多くの特徴的な事項は、国による原子力法に組み込まれる予定である。修正案が策定されており、2001年において業界および関心のある一般市民との間で話し合いが行われる予定である。ユーラトム基本放射線防護基準を国の放射線防護規則に組み込むことについては、草案が策定されており、影響を受けるすべての機関との間で協議が行われてきた。新規則は2001年半ばに発効する予定である。この規則に含まれる新しい基本的特徴は以下の通りである。

- 線量限度の低減（例えば、作業員に対しては年間実効線量を20 mSvとし、一般大衆に対しては1 mSvとすること）
- クリアランスに対する詳細な要求条件。これには「10 マイクロ・シーベルト・コンセプト」に基づく無条件クリアランスのための核種の比放射能に対する広範なリストが含まれる。

ハンガリー

運転中の線量測定の結果に基づき、2000年度におけるパクス原発での集団放射線線量は3048人 mSvであった。最高個人放射線被ばくは20.6 mSvであったが、これは50 mSv / 年という線量限度をはるかに下回っていた。しかしながら、個人線量に対して原発が指定した目標値よりも0.6 mSv 上回っていた (<20 mSv / 年)。

2000年度中に、重大な放射線被ばくを含む幾つかの作業が行われた。これは通常の運

転中または停止期間中の通常作業範囲を超えるものであった。停止期間の長さは、1号機の場合が52日間、2号機の場合が69日間、3号機は24日間、4号機の場合が27日間であった。

163体の燃料集合体の化学洗浄と500体の使用済み燃料集合体を中間使用済み燃料貯蔵庫（ISFS）への移送に関連する作業は、停止とは無関係に実行された作業の中で、放射線防護の観点から強調することができが、プラントの運転に直接関連して取り上げることはできない。

原子力発電プラントの安全性を改善するために開始された、いわゆる安全性増進改造と呼ばれる作業は停止期間中も続けられた。2号機の原子炉防護システムの再建、および3号機、4号機のための同じ再建の準備は完了した。1次水浄化系の再建に関する地震防護措置の改善は、4つのプラントすべてに対して実施された。PRISE管理の変更、冷間過圧防護系の再建などが1号機と2号機のために実施された。

重大な放射線被ばくを含む予定されていない作業も、停止期間中に実施されなければならなかった。1号機の3基の蒸気発生器の給水コレクターは、予定外で交換された。同プラントの蒸気発生器の2次側に現れた磁性堆積物の除去は、予定外に実施されなければならぬ作業のひとつであった。

安全性増進措置の実施には、461人・mSvの集団線量が含まれていたが、その一方で1号機における蒸気発生器の給水分配回収器を交換する間に作業員が受けた集団線量は101人・mSvであった。2号機から排出された燃料集合体の化学的洗浄もまた114人・mSvという相当量の集団線量が発生する原因となった。蒸気発生器の2次側に付着した堆積物の除去は、197人・mSvという結果を生じた。

日本

2000 会計年度

国全体の線量測定に関わる動向の概要

集団線量

2000 年会計度は結果として、BWR と PWR の両者について、前年度とほとんど同レベルの線量を発生させた。プラント当たりの平均年間集団線量は、運転プラント全体、BWR、PWR のそれぞれに対して、1.54 人・Sv、1.96 人・Sv、1.03 人・Sv であった。

2000 会計年度においては、計画された停止期間中に重大な集団線量を発生させた主要な

改善作業は以下の通りであった：

BWR の場合：

- シュラウドその他の原子炉内部構造物の交換（4 プラントに対して 14.2 人・Sv）
- PLR 配管の交換（2 プラントに対して 4.2 人・Sv）

個人線量

放射線関連作業員に対する年間平均放射線被ばくは、前年と同レベルの 1.2 mSv であり、最高年間個人線量は 20.0 mSv であった。これは 50 mSv / 年という線量限度をはるかに下回っていた。

BWR 23 プラントおよび PWR 20 プラントに対する定期点検が完了した。定期点検の平均的な長さは、BWR の場合で 93 日間、PWR の場合は 63 日間であった。最も短い定期停止期間は 39 日間であった。

来年に対して

日本は 2001 会計年度の当初から、規制枠組みに対して ICRP 出版物 60 を採用した。

来年度における主要作業計画

2001 会計年度においては PWR 1 基における蒸気発生器の交換と原子炉容器上蓋の交換が予定されている。

リトアニア

全国的な線量測定に関わる動向の概要

Ignalina 原子力発電所 (INPP) (LWGR (RBMK) 原子炉 2 プラント) について、2000 年度におけるプラント当たり平均年間集団線量は、INPP 要員の場合、4.259 人・Sv であり、外部作業員の場合は 1.097 人・Sv であった。プラント当たりの総集団線量は 5.35 人・Sv であった。

2000 年における主要事象

職業被ばくに対する国全体の動向は減少方向である。1997 年以来、職業被ばくは大幅に減少している。2000 年度における、プラント当たりの平均年間集団線量は、1999 年におけるプラント当たり 6.4 人・Sv という数値よりも 16.4% 下回っていた。これは、たとえば、INPP における有効な作業管理プログラムと設備機器の近代化を通じて、ALARA 原則を継続的に適用してきたためである。職業被ばくを減少させるために実施された措置を評価するために、計画線量値と実際の線量値との比較が指標として使用されてきた。INPP 要員に対する計画年間集団線量は 10.3 人・Sv であり、外部作業員に対する数値は 3.60 人・Sv、あるいはプラント当たり合計 6.95 人・Sv であった。したがって、実際の線量は計画値よりも 23% 下回っていた。

2000 年度には 2 回の停止が INPP において実施され、1 号機の停止は 143 日を要し、2 号機の停止は 66 日間を必要とした。集団線量は以下のように配分された：すなわち、正常運転の場合 12%、1 号機の停止に対して 70.2%、2 号機の停止に対して 17.8% であった。停止に対する集団線量は、1 号機の場合、6.482 人・Sv であり、2 号機の場合は 1.382 人・Sv であった。

個人別線量測定器を着用する作業員の合計数は 3844 名であった（INPP 要員が 3269 名、外部作業員が 575 名）。平均実効個人線量は 2.786 mSv であり、最高線量は 24.02 mSv であった。48 名の INPP 作業員は 20 mSv の線量限度を超過していた。

2000 年には 465 名の作業員に対する内部被ばくの評価が実施された。内部被ばくの超過は検出されなかった。

2001 年における関心問題

2001 年における Ignalina 原子力発電所に対する目標は以下の通りである。

- 最大個人線量は 20 mSv 未満であること。
- 原発要員の集団線量は 11.29 人・Sv を超えてはならない。この限度は、2001 年に対する線量予算において決定され、放射線防護センターによって承認されたものである。
- ALARA 原則のさらなる実施は、作業管理、要員訓練、作業条件の改善、技術的なプロセス、品質保証の強化、安全風土、および人的過誤の回避などの適切な活動を実施することによって継続される。

職業被ばくに関して、放射線防護センターは 2001 年度において以下を計画中である：

- 来年度に対する線量予算を承認すること。これには停止期間も含まれる。
- INPP において法的措置の要求条件の実施方法を管理すること。
- 原発において実施される検査活動の形式と内容に対する継続的な改善。
- INPP の要員と外部作業員の職業被ばく動向を評価すること。
- 原発において最適化原則を適用した評価を行うこと。

メキシコ

各 684 MWe の出力を持つ 2 基の BWR プラントを持つ Laguna Verde 原子力発電所 (Laguna Verde 原発) に対する 2000 年度の集団線量、

	線量 (人・Sv)
1 号機合計	1.34
通常運転	0.75
燃料交換以外の停止	0.59
2 号機合計	4.32
通常運転	0.88
2 号機の第 4 回燃料交換停止	3.44
プラント当たり平均	2.83

線量測定の変動に影響を及ぼす事象

2 号機の第 4 回目の停止

作業	線量 (人・Sv)
制御棒駆動装置交換 / 保守	0.29
化学的洗浄	0.28
放射線検査 / ドライウェル内適用	0.17
安全逃し弁保守	0.10

線量低減を意図する措置 (すなわち、RP の適用範囲や化学的除染) に対する線量関連投資が多額に及んでいたという事実は、ドライウェル内の放射線場における放射線のしびとさのためであり、これはさらに、原子炉容器内部、再循環ループ、一次冷却材系に係るその他の機器内面のクラッドの放射線レベルが高いことによる。最終的には、再循環ループの化学的除染と原子炉容器からの物理的除去を組み合わせることにより、クラッドの除去に成功することができた。

1号機の燃料交換以外の停止

1号機は、検出器がタービン翼を交換する兆候を示したために、その交換に47日間の停止を行う必要があった(原子炉停止後の検査により、タービン翼の損傷が確認された)。この停止期間を利用するため、タービンに対する措置以外の作業も行われた(例えば、燃料要素損傷の疑惑がある箇所を確認するための燃料 SHIPPING、ドライウェル断熱材調節、および規制監視など)。この停止における集団線量は0.59人・Svであった。

主な進展

2000年10月の半ばまでに、Laguna Verde 原発に対する独立した検査が開始された。このような検査は、国内および国際的な反核団体とメキシコ政府が結んだ協約のひとつとして、ドイツの会社 TUV によって行われたものであるが、これらの団体の一部は極めて政治色の強いものである。この協約によると、検査結果により、この原発の非安全性が示唆された場合には、原発は閉鎖されることになっていた。10人の専門家によって行われた検査は、2001年1月末に終了した。徹底的で長期にわたるこの調査結果は好ましいものであり、原発は継続運転されることが保証された。

Laguna Verde 原発の集団線量減少の動向は1996年以来明らかであり、2000年においては、それまで3年続いた減少が確認された。

機器またはシステムの交換

既述のように、2000年8月11日に開始された47日間にわたる停止は、主として1号機の高圧タービンの破損した翼を交換するためのものであった。

線量低減プログラムの進展

両プラントに対する亜鉛注入は1998年に開始された。1号機は注入の最初から優れた被ばく低減動向を示したのに対して、2号機の場合は1999年末まで、何らの改善をも示さなかった。この理由としては、原子炉給水の中に約3~4 ppbの鉄分が持続的に存在したことであり、加えて、さらに高濃度の鉄分が過去に注入されたという履歴であった。そこで決定されたことは、4号機の燃料交換停止期間中(2000年3月18日に開始)、給水の鉄分濃度が2 ppb未滿の状態でも亜鉛注入を再開できるために、過剰鉄分問題を是正する必要があるということであった。具体的な措置は以下の通りであった：

- 鉄分の発生源(または複数の発生源)を発見して、これを除去または低減するための必要な措置を講じること。LV工学技術グループからの示唆と意見が一致して、主な発生源として特定化されたのは、主蒸気再加熱器(MSR)の内部構造物であ

った。この結果、これらの機器の特定された内部構造物には、ステンレス鋼製のライナーが取り付けられた。

- 再循環ループと RHR および RWCU 系の一部に対して化学的除染を行うこと。
- 水に浸したフィルターを装備した真空装置を使用して、原子炉容器と制御棒駆動装置 (CRD)ハウジングに堆積したクラッドのほとんどを取り除くこと。26 個の使用済みフィルターが発生し、その最大および平均線量率は、それぞれ 13 および 4.3 Gy / 時であり、総重量は約 600 Kg であった。これは 400 人時 (工数) の作業として 10 日間にわたって行われ、費消した集団線量は 0.054 人・Sv であった。
- 以後の運転サイクルにおいて亜鉛注入が再開されたが、結果は良好であった。また原子炉給水における鉄分濃度は十分許容可能範囲にあり、約 1.2 ppb 程度であった。

2001 年度に対する技術的局面

2001 年度における Laguna Verde 原発の集団線量は、燃料交換停止が 2 回行われる年であるため、増大することが予測されている。予測されている平均集団線量はプラント当たり約 3.1 人・Sv / 年である。しかしながら、2002 年以降においては、線量低減動向が続くと予測されている。

オランダ

一般

オランダの電力生産市場は現在自由化されつつある。電力が取引の対象となった結果、電力の輸入契約が著しく増加した。現在、オランダの電力消費の平均 20% は輸入されている。

現在までのところ、オランダの政策は配電会社を民営化するとともに、発電を行う電力会社も民営化することであった。しかしながら、送電網の民営化についてはまだ決定が下されておらず、現在、政策の検討が行われているところである。

原子力発電所の運転

オランダには、Dodewaard と Borssele の 2 つの原子力発電プラントが存在するだけである。

GKNによって運営されている Dodewaard BWR (57 MWe) は、政治的および経済的な理由のために 1997 年 3 月に閉鎖された。政治的および法的な困難さのために、その再処理のための燃料撤去は 1997 年から 2000 年 12 月までの間、遅延してしまった。「運転後の作業」および「安全な格納」を実現するためのプロジェクトが現在計画的に進められている。

使用済み燃料集合体を Sellafield まで輸送する作業は再開された。

現時点において、燃料撤去作業は 2002 年末までに終了すると予測されている。それ以後、プラントは 40 年後に行われる最終的な解体作業に先立って、「安全格納」施設に変換される。

2000 年度における Dodewaard 原発の集団線量は 318 人・mSv であった。

NV EPZ 社によって運用されている Borssele PWR(449 MWe)は基底負荷プラントである。この原発は 1997 年に大規模なバックフィット・プログラムが終了した後、中断されることなく商業運転を継続することができた。

2000 年度における Borssele 原発の集団線量は 553 人・mSv であった。

2000 年度における停止は 17 日間続いた。停止線量は 428 人・mSv であり、これはあらかじめ計画されていた数値を 9% 下回るものであった。両蒸気発生器伝熱管の渦電流検査が行われたが、1 本の管が施栓された。燃料集合体 1 体に洩れがあり、停止期間中に修理された。停止期間中に汚染問題が発生したが、これは主として防護衣服、マスク、および靴の不足によるものであり、また原子力関係の洗濯室に未経験な要員に起因する故障によるものであった。学習された教訓は、短期間の停止の場合は、物流に対してかなりのプレッシャーが加えられ、より大きな在庫が必要となるということである。当原発は将来におけるこれらの問題を避けるため、さらなる調査を開始した。

Cogema 社への使用済み燃料の輸送は再開された。

現在、NV EPZ 社は化石燃料専焼発電能力のほとんどを削減しつつあり、Borssele の発電サイトのみへと縮小しつつある (449 MWe の原子力発電プラント 1 基、405 MWe の石炭専焼プラント 1 基、20 MWe のガスタービン・プラント 1 基)。新会社 EPZ はオランダにおける国内電力消費の 6% を生産する。

2000 年 12 月に、Borssele 原発は WANO フォローアップ詳細検討会議を主催した。WANO チームは 1999 年における前回の詳細検討会議中に行われた勧告に対して顕著な進展があったことに注目した。13 の懸案のうち、10 問題について、チームはその終了結果に対して完全に満足していることに合意した。他の事項について取られる対策は 2001 年

中に完了する予定である。

来年、Borsssele 原発において 10 年ごとに行われる安全検討プロジェクトの第 2 回目が開始される。

ユーラトム・ガイドラインに基づく放射線防護規格 (96/29 および 97/43) は、オランダにおいては 2001 年に実施される。

ルーマニア

国全体の線量測定に関わる動向の概要

SNN-CNE PROD CERNAVODA 社は、CANDU-600 型の原子力発電プラントを 1 カ所のみ運転している。2000 年は商業運転が開始されてから 4 年目にあたる。

この年に対しては、発電所の集団線量は 466 人・mSv (外部および内部線量の両者を含む) であり、これは 370 人の被ばく者個人、すなわち報告可能な線量を受けた要員に対するものである。

最高の個人線量は 6.85 mSv であり、被ばく作業員に対する平均線量は 1.25 mSv であった。被ばくした個人の約 50% は 1 mSv 以下の線量を受けており、さらに 5 mSv 以上の線量を受けた個人の比率は 2% 以下であった。10 mSv 以上の線量を受けた個人は存在しなかった。

前年と比較した場合、2000 年度の最高個人線量は過去数年の最高個人線量よりも低い数値であった。被ばく作業員の人数および 5 mSv 以上の線量を受けた個人の数に関しては、数値はこれまでの年の場合と同様であった。

発電所の集団線量は前年と比較可能なものであった。主要な要因は年間に行われた計画停止期間およびその延長期間からのものであり、これは年間総集団線量の約 80% を占めていた。

集団線量に重大な影響を及ぼした主な作業は以下の通りである：

- 蒸気発生器の検査；
- 計画された停止期間中におけるフィーダーキャビネット内の作業 (スエージロックの交換、チューピング検査)；
- 計画された停止期間の延長期間中におけるフィーダー検査；

来年度に対する主要プロジェクトは以下に関連したものである：

- 全身モニター付き主エアロックにおける汚染管理の改善；
- 保安ゲートのための入口モニターおよび車両用モニターの取得；
- 追加 TLD 線量計リーダーおよび線量計の取得；

詳細情報

年間集団線量

- 総実効線量：466.2 人・mSv；
- 外部実効線量：110.8 人・mSv；
- 内部実効線量（トリチウムによる）：110.8 人・mSv；
- 内部実効線量（トリチウムを除く他の核種による）：0.4 人・mSv；

年間線量測定に関わる動向の概要

年	内部 人・mSv	外部 人・mSv	合計 人・mSv	被ばく作 業員数	5～10 mSv の間 の 個人線量 数	被ばく作 業員の平 均個人線 量
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

すべての個人線量は 10 mSv 未満であった。

線量の動向に影響を及ぼした事象

2 回の計画停止（それぞれ 22 日間と 4 日間）ならびに計画されなかった 4 回の停止（それぞれ 2 日間、2 日間、2 日間、および 7 日間）。

主な進展

- 集団線量の主要な寄与は年間停止期間とその延長期間による（2 回の計画された停止による寄与が 2000 年度における集団線量の約 80% を占めた）。
- 年間停止にはボイラー点検が含まれた。
- 新しいルーマニアの基本的放射線安全規則が 2000 年 8 月に発行された。
- 内部線量の継続的な増大は、CANDU 一次熱輸送系と減速材系におけるトリチウ

ムの蓄積によるものであった。

2001 年度における重要関心問題

技術面

電力会社は、使用済み燃料乾式中間貯蔵設備の立地のための文書を作成し、提出する必要がある。

規制面

新しいルーマニアの基本的放射線安全規則が実施されるためには、熟練専門家の資格認定を含む、放射線防護面における訓練と資格認定に関する原発参考資料の多少の修正が必要である。

2001 年中に、放射線防護と屋外作業員への医学的監視に関する新規規則が発行される予定であるが、この規則が原発での作業に及ぼす影響は重大なものではない。なぜならば、将来におけるほとんどの要求条件は原発の内部規則によってすでに満たされているからである。

スロバキア共和国

2000 年度における原子炉型式別プラント当たりの平均年間集団線量は 831.80 人・mSv であった。

Bohunice 原子力発電所（4 プラント）

2000 年度において Bohunice 原発における総実効線量は 3238.54 人・mSv（従業員の
場合で 1207.49 人・mSv、外部作業員の場合で 2031.05 人・mSv）であった。最大個人線量は 32.11 mSv（契約業者作業員）であった。

1 号機における再建工事が、総集団線量に対する主要誘因である。

運転停止の回数と期間

- | | |
|------|---|
| 1 号機 | 燃料交換と再建工事を統合して行われた標準保守停止期間は 140 日。総集団線量は 2475.28 人・mSv であった。再建工事による線量は合計の約 50%を占めていた。 |
| 2 号機 | 39 日間の標準保守停止期間。総集団線量は 277.79 人・Sv であった。 |

- 3号機 40日間の標準保守停止期間。総集団線量は184.25人・Svであった。
4号機 77日間の主要な保守停止期間。総集団線量は238.96人・Svであった。

主な進展

安全概念の準備の分野における3号機および4号機の近代化(いわゆるV2原発)の開始。近代化の概念には、RP計装の特定部分が含まれており、2008年前後に終了する。

1号機と2号機(いわゆるV1原発)の再建は、1号機の停止とともに2000年に終了していた。主な放射線リスクを伴う作業は、2号機と同じシステムおよび部品、すなわち、ECCおよびスプレー系、原子炉保護系、密封ゾーン、換気系、地震対策などについて1999年に実施された。

機器およびシステムの交換

放射線計装 内部汚染測定用の新型高速モニター、改良型全身カウンター、および新型運転用電子個人線量測定システム の運用が開始された。放射線管理区域からの出口に設置される出入口モニターの交換工事の完成は、技術的な問題のために2001年に延期された。

予測外の事象

4号機における内部個人線量限度の超過。この事象は、4号機において供給会社が原子炉圧力容器の内部検査を実施した時に発生した。その会社の3人の従業員が、a) 割り当てられた作業用電子線量計を取り外したこと、b) 事前承認なしにいくつかの部屋へ入室したこと、c) 承認されていない作業を実施したことによって原発規則に対する重大な違反を犯した。その従業員の一人は、法定のフィルム線量計の測定によると、月間29.48 mSvの線量を受けた。彼が受けた年間線量の合計(異なる幾つかの施設で受けた)は、32.66 mSvであった。

2001年に予測される主要事象

来年に計画されている主要工事は以下の通りである。

- 1号機 76日間の主要な保守停止期間。
2号機 43日間の標準保守停止期間。
3号機 46日間の標準保守停止期間。
4号機 46日間の標準保守停止期間。

放射線防護の観点から見た技術的な重要関心問題。

放射線計装における近代化分野において、以下の事象が予想される： 3号機、4号機用の N-16 モニターの設置工事開始。換気スタックからのガス放出監視用分光測定系の設置工事開始。

Mochovce 原子力発電所 (2 プラント)

2つのプラントに対する総集団線量は 88.65 人・mSv であり、最大個人線量は 1.53 mSv であった。

2000 年度における線量測定の変向に影響を及ぼした事象

Mochovce 原発における総線量に対する主な寄与は、計画された停止と、1号機、2号機における安全改善プロジェクトであった。

Mochovce 原発、2号機は商業運転を開始した。

運転停止の回数と期間

1号機	長期に亘って計画された 15 日間の短期保守停止期間。
2号機	長期に亘って計画された 15 日間の短期保守停止期間。

2001 年に予測される主要な事象

来年に計画されている主要な工事

1号機	安全措置の実施と統合された 85 日間の主要な保守停止期間。
2号機	安全措置の実施と統合された 60 日間の標準保守停止期間。

放射線防護の観点から見た技術的な重要関心問題

2001 年度においては以下の事象が予想される 新しい放射線測定装置の設置完成 一次冷却材分光測定、N-16 モニタリング、スタック計装、放射線事故モニタリング、集中放射線モニタリング計算機システム。

スロベニア

国全体の線量測定に関わる動向の概要

2000年に対する Krško 原子力発電所の放射線性能指標は以下の通りである。すなわち、集団放射線被ばくは 2.60 人・Sv (電気出力当たり、0.546 人・mSv/GWh) であった。最大個人線量は 20.99 mSv であり、平均個人線量は 2.30 mSv であった。

線量測定動向に影響する事象

計画停止期間および蒸気発生器交換 (SGR) (15.4.00-15.6.00) 62 日間。

電子線量計によって測定された停止期間の集団線量は 0.71 人・Sv であり、蒸気発生器交換期間中の線量は 1.48 人・Sv であった。交換自体については、最終線量は計画値よりも約 4% 上回っていた。

SGR に対する境界条件の一つは一次回路線量率であり、これは遮へいのない状態において 3 から 4 mGy / 時であり、排水された状況においては約 8 mGy / 時であった。交換に要した期間は 27.5 日であった。

Krško 原発における主な進展

蒸気発生器交換により、出力上昇はグロス出力で 707 MWe まで達成された。

プラントシミュレータを持つ新しい規訓練建屋も今年完成した。

放射線防護施設を考慮することにより、新しい自動電子線量測定システムが停止前に導入され、またプラントデータベースに接続された。管理区域からの出入りは 4 つの出入口モニターを使用することによって近代化され、洗濯室には新しい洗濯装置と乾燥機が各 3 台設けられた。また新しい除染用建屋の運用が開始された。

規制機関の考慮

原発におけるほとんどの年間集団線量と個人実効線量は、年間停止期間中に受けた被ばくの結果生じたものである。

平均個人線量と集団線量の増大は、プラントの改造および改良のための工事によって発生したものである。

IAEA の詳細検討チームが国の線量測定システムによって実施される活動を評価するた

めに招待された。この期間中に、2001年における作業員全体の職業被ばくが検討される予定である。

南アフリカ

国全体の線量測定に関わる動向の概要

2000年中に、Koeberg 原子力発電所において1804人の人々が職業被ばくを受けた。作業員全体に対する総集団線量は、1人・Svという目標値に対して、0.848人・Svであった。原子炉1基当たりの平均年間線量は0.424人・Svであった。職業的な被ばくを受けた作業員全体に対する平均年間線量は0.45 mSvであった。最高の個人線量は9.44 mSvであった。

線量測定の動向に影響を及ぼした事象

Koeberg 原子力発電所は1号機の燃料交換停止を45日間で首尾良く完了した。2000年度における集団線量の73%は、燃料交換停止がもたらした0.622人・Svの線量が寄与したものである。

Koeberg 原子力発電所は、1号機の燃料交換停止期間中に一次系から残留熱を除去するために使用される大型熱交換器を交換した。

新 / 実験的線量低減計画

Koeberg 原子力発電所は、各種の線量低減プログラムの実行に成功した。Koeberg 原子力発電所における2000年度のプラント当たりの3年平均集団線量は、0.649人・Svであった。これは、以下のような線量低減主導活動を介して達成されたものである。

- Koeberg ALARA チームによる厳格な線量管理；
- 放射線リスクを抱えるほとんどの作業に対して、正式のALARA 作業前概要説明を導入したこと；
- 燃料交換停止期間中、とくに蒸気発生器の検査と保守作業に対する線量が予想値を下回ったこと；
- 放射線作業員の訓練コースおよび評価手法の改善措置；
- 「ホットスポット」管理と低減プログラムの導入。

組織上の進展

Koeberg において、プロセス、戦略の方向付け、規則および規制の中間面での改善

により、放射線防護におけるライン機能を支援するため、統合放射線防護管理者が任命された。

Koeberg 放射線防護グループは、発電所の各グループに対する線量の目標値を導入した。マネージャーはすべての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、これらの線量目標値を管理する責任を負っている。

2001 年において特に関心を持たれる問題

技術面

使用済み燃料プール貯蔵施設は、より多量の燃料を受け入れるため、2001 年中に改造される予定である。この作業は、結果としてプラント 1 基当たり 0.04 人・Sv の集団線量を発生させることになると見積もられている。2001 年度には、2 回の燃料交換停止が計画されている。

規制面

国家原子力規制機関は、南アフリカにおいて認可取得者に対して発行されている原子力関連認可の様式を改訂する計画を立てている。発電安全性・保証部は、認可問題に関する国家原子力規制機関との認可に関する協議において、Eskom 社および Koeberg 原子力発電所を代表している。

来年度における主要作業計画

すべての主要業務について線量評価が実施された。Koeberg 原子力発電所における 2001 年度の線量目標は 1.9 人・Sv である。

スペイン

2000 年度における停止 1 回当たりの平均線量は、PWR (6 プラント) に対して 0.571 人・Sv であり、BWR (1 プラント) に対して 2.146 人・Sv であった。各原発に対する集団線量を下表に示す。

プラント	型式	期間 (日数)	集団線量 (人・Sv)	摘要
J. Cabrera	PWR	36	0.637	一次冷却材中の残留アンチモン汚染。 主冷却材ポンプのインペラー交換 停止なし 主冷却材ポンプ 1 基の検査 (0.061 人・Sv)
Almaraz I	PWR	25	0.787	
Almaraz II	PWR	25	0.365	
Asc6 I	PWR	26	0.568	
Asc6 II	PWR	—	0.017	
Vandellos II	PWR	33	0.816	
Trillo	PWR	22	0.255	
S. M Garona Cofrentes	BWR BWR	— 40	0.311 2.146	停止なし 全復水器管の交換 ドライウェル中の線量率増大

総年間集団線量に関して、本年における PWR の平均は 0.59 人・Sv であり、3 年間の周期的平均は 0.62 人・Sv である。

BWR について、今年の総集団線量平均は 1.47 人・Sv であり、3 年間の周期的平均は 1.48 人・Sv である。

年	PWR			BWR		
	停止回数	集団線量 (人・Sv)	3 年周期 平均	停止回数	集団線量 (人・Sv)	3 年周期 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

表から観察できるように、昨年来の PWR における 3 年周期平均の下向き傾向 (蒸気発生器交換以後の) は継続しており、数値はこれまでの年の数値に歩調を合わせている。毎年の数値については、1999 年の増大はアンチモン汚染による Almaraz 1 号機の集団線量増大に起因するものであり、これは通常よりも高い放射線レベルを引き起こしたものである。2000 年度の場合、1998 年に 4 回の運転停止があったのに対して 6 回の停止があったことを考慮に入れても、レベルは 1998 年のものと類似している。BWR に関しても、やは

り3年間の周期的平均において下向き傾向が見られる。年間の数値は、燃料交換停止を行ったプラントが1箇所のみであったため、低くなっている。

今年においては、停止は通常であり、非常に高い線量被ばくを意味する特別の作業は何も行われていない。最も重要な作業は、Almarazにおける主冷却ポンプインペラーの交換、Trilloにおける主冷却材ポンプの点検(線量の25%の原因)およびCofrentesにおける全復水器管の交換であり、集団線量は約20人・mSvとなった。ドライウェルで測定された線量率の増大により、たとえばISIのような作業における集団線量の増大が発生した。すべてのPWR原発において、集団線量の目標値は1人・Sv未満である。Garonaにおいて興味深いことは、1999年における再循環ループの除染以後、除染係数は1年に10%前後に留まっているという事実である。

停止期間中、Almarazの2号機では二次的な中性子発生源を取り除く処置が進められた。これは昨年1号機において通常よりも高い線量を発生させたアンチモン放出と同様の問題を回避するためであった。

Trillo原発においては、貯蔵燃料プールが満杯になるにつれて、サイト内の特別貯蔵建屋に格納される特殊設計の使用済み燃料乾式貯蔵キャスクが2002年中に使用開始される計画になっている。使用済み燃料の貯蔵および輸送に使用されるキャスクの設計は1997年6月にCSNによって承認された。製造と組立試験は現在も続行中である。

Vandellos 1号機における廃止措置作業は進行中である。2000年度には、以下の主な作業が実施された：すなわち、使用済み燃料プールの内表面と水システムは100%撤去された。条件付黒鉛サイロ・スリーブ建屋工事が開始された。以前に解体された、局所的および区域的な壁、天井、および床の細断が開始され、放射性廃棄物はEl Cabril貯蔵施設(ENRESAが運用)に送られた。2000年度全体に対する総集団線量はほぼ86.9人・mSv程度であった。原子炉構造を核燃料なしで、また内部構造物を一体として格納したままの原子炉容器に関しては、廃止措置レベル3に先行する休止期間終了までは、何らの処置も取られない予定である。

我が国の新しい規定の草案(ヨーロッパ指令96/29/ユーラトムに準拠)は、2001年半ばに、閣僚会議の承認を求めて提出される前に、最終的な行政上の改定作業を実施中である。これらの新規定に対する現実の実施を受け入れるために設定された6か月の期間が経過した後、これらの規定は2002年1月1日に発効する。規制機関と電力会社の代表で構成される作業部会が設立されたが、その目的は「包括的放射線防護計画」策定であり、これは実施される実際の基準と実施戦略との調和を取るためであった。

2000年5月には、スペイン規制当局(CSN)の再編が行われ、従前の技術指令機関は安全指令機関と放射線防護技術指令機関に分割された。この新しい構造は、既存の原資を新たな機能(主として環境放射線防護および非常事態関連)に割り当て、電力市場におけ

る自由化との密接な関係に対応することを目的としている。

スウェーデン

国全体の線量測定に関わる動向の概要

線量測定の動向は今年もまた妥当な低いレベルに保たれている。スウェーデンにおける 56.5 TWh の原子力エネルギー生産の結果、年間集団線量は 8.2 人・Sv であった。この数値は、11 基の運転中原子炉からの 8.1 人・Sv および恒久的に停止された原子炉からの 0.1 人・Sv という数値に対応する。

BWR 型原子炉の平均集団線量は 0.86 人・Sv であり、PWR の場合は 0.43 人・Sv であった。

平均個人線量は 2.0 mSv であり、最高個人線量は 20.7 mSv であった。

すべての原発要員線量測定研究室（ラボ）は EURADOS プロジェクトからの成果としての EUR 指令に準拠して試験され、検証され、そして承認された。

スウェーデン規制当局（SSI）から発行された 12 の規則は主として EUR 指令の実施のためのものであった。

線量測定の動向に影響を与えた事象

1999 年度の原子力による総エネルギー生産は 72.2 TWh であった。2000 年度の場合の同じ数値は 56.5 TWh に低下した。これは、今年に生産されるエネルギーが 28 パーセント近く減少することを意味する。この数値を生産されたエネルギー当たりの集団線量の数値（1999 年度の場合 0.147 人・Sv/TWh、2000 年度は 0.145 人・Sv/TWh）と比較すると、ソースタームには 1999 年 11 月遅くに恒久的に停止された Barsebäck 1 号機のマイナス分が含まれていることが分かる。

集団線量数が一定レベルに保持されることを促進した他の要因は、影響力の低下順および評価の容易さの順から示すと以下の通りである：

- 電力市場の自由化によって生じた経済状況に対する効果は、資金的投資が減少する方向となったことである。このため、改造の件数は減少し、保守プログラムはより選択的に実施されるようになった。
- 高線量率区域における業務は、除染が計画されているような、今後の近代化プロジェクトに包含されるように日程が再設定された。

- 以前の広範囲な近代化プロジェクトにおいて実施された除染からもたらされる肯定的な残留効果。
- 幾つかの原子炉プラントでは、過度の線量を受ける可能性のある区域での作業負荷が少ないか、または全くないようにするため、停止期間を延長した。
- 起動および停止時における一次系水化学の開発により、スウェーデンの PWR において線量率が低下。これには一次系の運転開始前に、一次水の浄化作業を延長することが含まれる。これは、過去数年間における電力需要が低かったために早期に運転停止が可能になったもの。
- 線量率の低下は DZO 注入の結果（Barsebäck 2 号機のみ）。
- 運転部門と保守部門によって策定され、保健物理委員会によって監督された線量低減プログラムにより強力な努力が行われた。
- 保守に対する ALARA 団体の一般 HP 基準を通じての指針策定作業の継続。

稼働中の新プラント/プラントの停止

Barsebäck 1 号機は恒久的に停止され、プラントの廃止措置を担当する組織が再建された。

Barsebäck 2 号機を 2003 年以前に閉鎖する政治的な決断が下されている。

予期しなかった事象

複数の PWR において、原子炉容器ノズルに材料疲労の徴候が発見された。

来年度に計画されている主要工事

- 高経年化した原子炉プラントに対する近代化プログラム継続。
- BWR 燃料の除染に対応する調査プログラムが開始された。
- DZO 注入が低出力需要に及ぼす影響についての調査。これは、注入によって残留熱除去系における温度とクラッド増大が示されたためである。

スイス

線量測定の動向（1999 年のデータは括弧内に示す）

2000 年において、5 基の原子炉を擁する 4 箇所の原発において、3203（3840）人の職業被ばく者が 3.05（4.48）人・Sv 実効線量を受けた。登録された最大個人実効線量は 15.9 mSv に達した。1994 年以降、20 mSv を超える個人実効線量は登録されていない。平均個人線量は 0.6～1.5 mSv で変動したが、これは、契約業者作業員と比較すると原発従業員

員の場合の方が一般的に多少高い数値であった。

線量測定の変向に影響を及ぼす事象

プラントにおける線量負荷の低減を促進した状況は以下の通りである：

- 2000 年度には、スイスの全プラントにおける作業負荷が低かったこと。
- スイスの全プラントにおいて停止期間を短縮する努力が重ねられたこと。
- 2000 年度には、スイスの全プラントにおいて、燃料の挙動が一般的に良好であったこと。

運轉停止の回数と期間

KKB 1 号機 (Beznau) と KKB 2 号機を除く全プラントが、ほぼ 3 週間に及ぶ正常な燃料交換 / 検査停止を経験した。KKB 1 号機は、原子炉安全系の改良のため、約 1.5 ケ月の期間を必要とし、KKB 2 号機は 2 週間の燃料交換停止を必要とした。

稼働中の新プラント / プラントの停止

スイスにおいては新しい原子力プラントの建設は行われていない。またその計画もない。これは憲法に基づく 10 年間のモラトリアムが現在も有効であるためである。

主な進展

KKL (Leibstadt) は 2000 年において、主として N-16 によるプラント線量率に及ぼされた出力増大の影響が比例値をわずかに超えたために、14.7%出力増大許可値のうち、12% を実現した。停止期間線量に対する否定的な影響は何ら観察されなかった。

機器またはシステムの交換、安全関連問題、予期しなかった事象

KKM (Muehleberg) は貴金属皮膜加工を開始し、定期停止の後水素注入を行った。許容限度の 60% に達するプラント線量率の増大が観察された。

新 / 実験的線量低減プログラム

スイスにおける 2 箇所の原発において、ALARA 委員会が設立された。達成された線量低減のほとんどは発展的な「学習効果」型のものである。

2001 年度に対する問題

関心のある問題

電力市場における経済自由化は、部分的に従業員削減プログラムに影響を及ぼし、個人の作業負荷は増大している。さらに、停止は7月と8月に集中した。これは有資格マンパワーの不足の原因となる可能性がある。規制当局はこれらの進展状況を密接に監視しなければならない。

技術面

主導的な立地の一つとして、KKBは18か月サイクルから、いわゆるハイブリッド・サイクルへと戻った(1度の完全な検査/燃料交換停止の後、次回は燃料交換のみの停止が1度実施される)。KKM(Muehleberg)とKKL(Leibstadt)は、同様の枠組みに従う予定。

規制面

2001年末に認可される品質管理手段を持つプロセス指向の作業枠組みを達成するためのスイス規制当局の再編。

2001年度に計画されている主要工事

KKB 2号機においては、原子炉安全系の改良が計画されている。2001年度において、スイスの原子炉プラントでは大きな追加線量負荷を持つ他の作業は計画されていない。

ウクライナ

国全体の線量測定に関わる動向の概要

2000年に対して、前年と比較した総集団線量と平均年間個人線量を下表に示す。

原発名 (原子炉数)	年間集団線量 (人・mSv/年)		平均年間個人線量 (mSv/年)		対1999年% による個人線 量
	1999	2000	1999	2000	
Zaporozhe (6)	3,784.7	4,365.8	0.81	0.91	112
Rovno (3)	4,240.7	4,776.3	1.33	1.13	85
South-Ukraine (3)	8,613.1	8,308.8	3.23	3.09	96
Khmelnitsky (1)	1,634.3	2,445.0	0.8	1.19	146
Chernobyl (1)	37,028.2	21,355.0	5.4	2.98	55

2000年度の全体的な集団線量は、前年比25%減であった。しかしながら、WWER原子炉（Khmelnitsky, Rovno, South-Ukraine, Zaporozhe）については、8.9%増加した。

WWER原子炉についての平均年間集団線量を下表に示す。

原子炉型式	原子炉数	総集団線量 (人・Sv)	原子炉当たり 集団線量(人・Sv)
WWER	13	19.90	1.53

線量測定の変動に影響を及ぼす事象

Chernobyl 原発が閉鎖され、長期停止が存在しなかったため、これに対応して集団線量と個人線量は減少した。

Khmelnitsky 原発 停止期間中に実施された一連の被ばく関連作業および保守作業の結果、集団線量と個人線量は増大した。

Zaporozhe 原発 1号機における大規模な修理と全6プラントにおける計画修理(1999年には5プラントのみ稼働中)の結果、線量は増大した。

Rovno 原発 3号機における修理期間が延長され、また2号機の蒸気発生器については追加作業が行われたため、結果として集団線量と個人線量は増大した。

稼働中の新プラント/プラントの停止

2000年12月15日、Cherunobyl 原発において稼働中であった最後のプラントが閉鎖された。原発は廃止措置を施される。Rovno 4号機と Khmelnitsky 2号機は完成される予定。

安全関連問題

NRBU-97/D2000 (NRBU-97の補遺)が2000年半ばに発効した。この規格は潜在的被ばくという概念を導入し、被ばくに関係する重大事象の確率を規制するものである。これはまた、潜在的被ばくに関連する放射線防護の3つの基本原則を規定している。

- 正確さの原則 被ばくにつながる可能性がある実際の作業は、重大事象の可能性に関係する現在および将来の害よりも大きな利益を被ばく者および一般公衆にもたらさない限り、実施されるべきではない。
- 非過剰原則 あらゆる種類の実際の作業(公衆衛生規則による)は、NRBU-97によって規制されている線量値および潜在的被ばく確率を越える結果をもたらす

べきではない。

- 最適化原則（ALARA） 重大事象確率および潜在的被ばくの線量（および関係する人員数）は、経済的、社会的な要因に対して、合理的に達成可能な限り低くあるべきである。

実際の作業を計画立案する際には、以上の原則を使用すべきである。

ISOE の作業プログラム

3.1 2000 年における ISOE プログラムの達成事項

ISOE への参加更新

ISOE プログラムへの参加者は、2000 年の初頭に全員、次期 4 年間の ISOE プログラムへの参加を更新した。ISOE 参加の更新に伴う ISOE の改訂規約条件は、2003 年 12 月 31 日までの 4 年間有効である。

ISOE ワ - キンググル - プの更新

ISOE 運営 (Steering) グル - プは、前回の会合で、デ - タ解析に関する ISOE ワ - キンググル - プ、ならびにソフトウェア開発に関する ISOE ワ - キンググル - プに対する委託条件 (Terms of Reference) の有効期間は、今後 2 年間であることを承認した。ISOE の加入者は、これらワ - キンググル - プへの代表についての見直しを行い、新メンバ - の指名、あるいは現メンバ - の承認を行なった (添付資料 3 を参照)。

加入の状況

2000 年 12 月現在、ISOEDAT デ - タベ - スには、72 の電力会社を代表する 28 カ国から、総数 452 基の原子炉 (398 基は運転中、54 基は冷温停止または廃止措置の段階) における職業被ばくが登録されている。加えて、25 カ国の規制当局が ISOE プログラムに参加している。ISOE プログラムに参加している 398 基の運転中商業用原子炉は、世界の運転中商業用原子炉 (総数は 433 基) の 92% にあたる。

欧州における運転中の原子炉は、全て、ISOE システムに参加している。2000 年 9 月現在、IAEA を通じて ISOE に加入しているのは、アルメニア、ブラジル、中国、リトアニア、ル - マニア、ロシア連邦、スロバキア、スロベニア、南アフリカ、およびウクライナの 12 の電力会社 (運転中の 45 基の原子炉を代表) で、さらに、アルメニア、ブルガリア、中国、リトアニア、パキスタン、ル - マニア、スロバキア、スロベニア、および南アフリカの 9 カ国の規制当局が加入している。

2000 年には、ロシアの 14 基の運転中原子炉 (13 基は VVER、1 基は高速増殖炉) と 4 基の冷温停止中または廃止措置中の原子炉が ISOE プログラムに参加した。加えて、スロバキアの 2 基の炉を持つ Mochovce 原子力発電所が参加した。現在、リトアニアと南アフリカからは規制当局が ISOE に参加している。

デ - タの収集および管理

新しいISOE デ - タ入力モジュールを用いた ISOE 1 デ - タの収集.

ISOE への参加者は、1999 年のデ - タ収集に当たり、ACCESS で作成した新 ISOE 入力モジュールである ISOEDAT を初めて使用した。この新ソフトウェアは、2000 年 5 月にソフトウェア開発ワ - キンググル - プの承認を得ると、直ちに加入者に送付された。それが遅れた理由は、品質保証手順が遅延したためである。

デ - タの開示

ASPIC による ISOE 3 質問表は全て、2000 年 5 月に参加者に送付された。

2000 年 8 月初め、1969 年から 1999 年までの ISOEDAT デ - タベ - スは、MADRAS インタ - フェイスプログラム第 3.2 版と一緒に、欧州の参加者、およびその他の地域技術センタ に配布された。アジアのデ - タを含む第 2 次開示は、2000 年 10 月に送付された (第 3.3 版)。

デ - タベ - スおよびインタ - フェ - スプログラムは、ACCESS 97、ACCESS 2000 および ACCESS 97 のラン - タイムバ - ジョンの CD-ROM で提供された。

ISOE 2 デ - タの収集、かつて、その入力モジュールの開発が行なわれた。

ISOE 2 を収集する入力モジュールは開発中である。

ISOE 3 デ - タの収集、かつて、その入力モジュールの開発が行なわれた。

ISOE 3 デ - タを収集する入力モジュールの計画および構築に着手している。

文書および報告書

ISOE 1999 年次報告書 - この報告書は、2000 年 10 月に出版、配布された。

2000年発行の情報シート、1999年10月のISOE運営グループ会合時の計画通り：

年次解析		シート	発行
1	日本の線量測定実績；1999会計年度データと傾向	ATC No.13	2000年9月
2	欧州の1999年線量測定実績予報	ETC No.23	2000年6月
3	1999年線量測定実績予報	IAEATC No.5	2000年9月
特別解析		シート	発行
1	日本のLWRで1999会計年度内に終了の定期検査における職業被ばく停止時間の短縮、燃料サイクル長さ対総時間	ATC No.14	2000年9月
2	年間線量 欧州のPWR（複数）における保温材作業関連の集団線量の推移解析	ETC No.22	2000年5月

追加調査：

特別解析		シート	発行
1	原子力発電所における外国人作業者のアクセスと線量測定フォロアップ規則に関する調査	ETC No.21	2000年5月
2	BWRとCANDU姉妹プラントグループのリスト	ETC No.24	2000年6月
3	原子力発電所の職業被ばく管理に関するEC/ISOE第2回ワークショップからの結論と推奨	ETC No.25	2000年6月

原子力発電所における職業被ばくに関する国際ISOEワークショップ

2000年国際ISOE ALARAシンポジウムの開催、2000年4月4-7日、於タラゴナ（スペイン）

2000年北米地域ALARAシンポジウムの開催、2000年1月23-27日、於オーランド、フロリダ（USA）

データ解析

IAEAは、ISOE Dの情報審査および質問表の内容再審議に対し資金の提供を行なった。これにより、新ISOEのデータ入力モジュールに、新ISOE D質問表を導入することとなった。

ISOEシステムが10周年を迎えるため、プログラムには、職業被ばくの領域に関して数多くの実績、調査、経験、トレンド等を収集した。ISOEシステムを更に推進し、また、

その原子力発電所の放射線防護における利用価値を実証するため、ISOE との活動で得られた実績および経験を“ ISOE 10 年間の活動報告書 ”としてまとめようという構想が生まれた。これに対する提案は、2000 年 11 月 8-10 日の ISOE 運営グループの会合で提出された。今後の準備の進め方については、データ解析ワーキンググループにおいて議論されることになっている。

ISOE 3 質問表

WGDA は WGSD と共同で、ISOE 3 データベースの現在の内容および情報管理について審査した。新しい検索の構築に向けての開発が提案された。

ETC は、2000 年 4 月のタラゴナにおける事務局 (Bureau) 会合において提起された推奨に従い、ACCESS 環境での ISOE 3 質問表の展開に関する提案を作成した。ETC は、ASPIC による現在の ISOE の質問表について、何が苦情の対象であり、また何が加入者のニーズであるかの理解を深めるため、ISOE 参加者に対して調査を実施した。この調査の統合については、2000 年 11 月 6-7 日、ウィーンで開催された WGDE と WGSD との会合で議論された。現在、その結果の導入を図っているところである。

ソフトウェアの開発

ISOE 1 質問表

ETC は ISOE 1 質問表入力モジュールの開発と改良を継続中である：

質問表はドイツ語、フランス語、およびスペイン語に翻訳された。IAEA は、ETC と協力してロシア語に翻訳中である。質問表の翻訳は、いずれも簡単にソフトウェアに導入されている；

“ 作業 (work) の理由 ” という新しい欄が E 表 (職務 (Job) 当たりの線量) に追加された：現在、各仕事 (task) は、1 個または数個の下位の仕事 (sub-tasks) に細分されている；新しい仕事のリスト (当面、職務ごとに区分せず) に関する WGSD からの提案がプルダウンメニュー (pull-down menu) に表示される。

日本語の環境下でのデータ収集と検索ソフトウェアは、変更された ISOE データベース構成に適用できるように修正された。

MADRAS

MADRAS インタ - フェ - スソフトウェアは、新しく 6 個の押ボタンを設けることにより、参加者が原子炉のレベル毎に（年間集団線量、職務当たりの線量、または職種別の線量等について）比較解析が行なえるように改良された。この押ボタンにより、ISOE のプラント関係書類の内容を統計的に処理することが可能となる。

ISOE 2 質問表

新 ISOE 2 質問票の形は、ISOE ワ - キンググル - プにより採択された。それは、その後、各国の調整者に対し、PWR 向けの ISOE 2 質問表として 1 つ、BWR 向けのものとして 1 つ、試案として完成するよう依頼がなされた。その回答は、ETC がテストデ - タベ - スとして使用している。

ETC は、目下、ソフトウェア開発ワ - キンググル - プ (WGSD) と協力して、ISOE 2 質問表を ISOE のデ - タベ - スに導入しようと開発を試みている。その目的は、ISOEDAT の中で ISOE 1 と ISOE 2 のデ - タベ - スを結合することである。ISOE 2 のデ - タベ - ス構成の仕様を記述した文書に関する論議が、ウィ - ンで開催された WGSD の会合で行なわれた。

ウェブ ペ - ジ

NEA、IAEA、および ISOE の各技術センタ - のウェブサイトにおける ISOE ウェブ情報は、合同事務局 (Joint Secretariat) および各技術センタ - が調整し、継続的にメンテナンスし、また定期的に更新している。

アクセス可能なウェブペ - ジは：

ATC	http://www.nupec.or.jp/iso/
ETC	http://iso.cep.asso.fr
IAEATC	http://www.iaea.org/ns/rasanet
NATC	http://hps.ne.uiuc.edu
NEA	http://www.nea.fr/html/jointproj/iso.html

3.2 2001年の作業プログラムに対する提案

職業被ばくに関する情報システムについては、下記の進行中の仕事を継続する：

加入の状況

ISOE プログラムへの電力会社および規制当局の加入増加をはかる。

デ - タの収集および管理

ISOE 3 報告書の準備を推進；

- ISOE 3 報告書の承認された構成および内容を Microsoft ACCESS 環境での ISOEDAT デ - タベ - スに導入すること；
- WANO との協力およびシナジ - を強化すること；
- このシステムに、少なくとも数編の ISOE 3 の報告書を準備し取り入れるため、各国調整者による組織作りに着手すること；
- 優秀な ISOE 3 報告書については、ISOE ALARA の年次ワ - クショップにおいて毎年表彰されるようにしたい。

新 ISOE デ - タ入力モジュ - ルを用いて ISOE 2 デ - タを再構成し、収集すること；

2000 年についての ISOE 1 デ - タを収集すること；

各国の調整者が ISOE 原子力発電所関係書類を準備するのを助勢するため、要求に応じて特定のデ - タを Excel ファイルで提供すること。

2001 年 6 月と 2001 年 9 月の 2 回、ISOEDAT デ - タベ - スの更新版を発行し、配布すること

文書および報告書

ISOE 2000 年次報告書 - 本報告書を 2001 年 9 月に発行する目的

2001 年に予定された情報シ - ト :

年次解析		技術センタ -
1	アジアの線量測定実績：2000 年のデ - タと傾向	ATC
2	欧州の 2000 年線量測定実績予報（一般配布）	ETC
3	2000 年線量測定実績予報	IAEATC

特別解析		技術センタ -
1	アジアの定期検査停止時における職業被ばく	ATC
2	日本の炉グル - プによる線量測定管理の解析	ATC
3	容器ヘッド部取替え時の解析 - 最新版（一般配布）	ETC
4	中性子線量の調査（一般配布）	ETC
5	蒸気発生器の解析 - 最新版（一般配布）	ETC
6	フランスにおける残留熱除去系配管の部分取替え	ETC
7	線量拘束値	NEA
8	ISOEDAT デ - タベ - スにおける廃止措置デ - タの状況	ETC と NEA
9	異なる姉妹プラントグル - プの職務当たりの線量傾向	ETC
10	VVER 炉における線量率測定の標準化	IAEATC
11	BWR の制御棒駆動機構メンテナンスにおける線量傾向	NATC
12	CANDU プラントの電動弁の線量傾向	NATC
13	停止時における要員の放射線防護	NATC

原子力発電所の職業被ばくに関する国際 ISOE ワ - クショップ

第 3 回 EC/ISOE ワ - クショップが、プログラム委員会の設置、ワ - クショップの日程の決定、およびプログラム委員会会合の構成を案件として、2001 年にスロベニアで組織される。

デ - タの解析

“ ISOE の 10 年 ” に関する報告書の準備と発行。ISOE システムが 10 周年を迎えるので、プログラムは、職業被ばくの分野における数多くの実績、調査、経験、傾向等を収集、解析し、議論を行なった。ISOE システムを更に推進し、また、これを原子力発電所の放射線防護に用いたときの利用価値を実証するため、この報告書は、過去の 10 年間における ISOE の経験と業績を要約したものとすべきである。報告書の概要と内容については、放射線防護管理者 1 2 名、技術センタ - の代表者、および合同事務局とで構成する小規

模の起草グループで取り纏めることとする。報告書の準備は、ISOE のデータ解析ワークショップグループが主催して進めることになる。出版は 2002 年の予定である。

ISOE のデータ解析ワークショップの主催による“線量指標”適用に関する調査の準備。

ソフトウェアの開発

ISOE 3 の承認済み入力モジュールを ACCESS 環境で開発し、これに対応する ISOE 3 データベースを作成すること。

ISOE 1 入力モジュールは、追加翻訳を備えて、更に充実させること。

新しい押ボタンを導入して MADRAS のソフトウェアを更に改良すること。

ISOEDAT における新しい質問表の開発および MADRAS の開発がすみ次第、ETC は、ユザのニーズに対応するため、要求に応じて欧州各国でトレーニングセッションを組織する計画である。

ソフトウェア開発ワークショップ (WGSD) からの勧告に従い、ACCESS による ISOE 2 質問表を完成すること。

更に関心を引くトピックス

トピックス	今後の活動
公式線量測定法：電子線量計 対 TLD。 能動的測定 対 受動的測定	
放射線防護の最適化および訓練	
最適化における外部の会社の責任	
自由化と最適化	2000 年 11 月の ISOE 運営グループ会合での討議は、要約の上、ISOE 加入者に配布の予定。
新 ICRP 60 線量限度の適用	2001 年春に European ALARA Newsletter に発表予定の CEPN および NRPB による調査。
集団線量計算の基準 (報告レベル)	