

OECD 原子力機関
国際原子力機関



職業被ばく情報システム

第 6 年次報告書
原子カプラントにおける職業被ばく
1986 年～1996 年



International Atomic Energy Agency



Nuclear Energy Agency

目次

表リスト.....	3
図リスト.....	4
要約.....	6
第1章 NEA/IAEA 職業被ばく情報システム - ISOE.....	8
1.1 1996年におけるISOEシステムの状況.....	8
1.2 ISOE被ばくデータの概要.....	9
1.2.1 序論.....	9
1.2.2 運転中原子炉の被ばくデータの概要.....	9
1.2.3 永久停止した原子炉の概要.....	10
第2章 年間集団線量.....	12
2.1 NEA諸国の運転中原子炉の被ばくの動向.....	12
2.2 ISOE参加各国における1996年の被ばく状況.....	12
第3章 発電電力量当たりの平均集団線量.....	16
第4章 原子炉1基当たりの平均年間集団線量.....	18
4.1 地域別及び炉型別の推移.....	18
4.2 各国の運転中原子炉に関する推移.....	22
4.3 1996年における運転中原子炉の集団線量に対する外部作業員ならびに点検及び燃料交換停止の占める割合.....	31
第5章 参加国によって報告された1996年の主な出来事.....	34
ISOE刊行物のリスト.....	48
添付書類1 1996年の職業被ばくに関するNEA情報システムの参加国.....	52
添付書類2 国別、地域別及び炉型別の運転中原子炉に関する1986～1996年のデータ.....	63

表リスト

表 1	1996 年における運転実績 (ISOEデータベースに含まれているもの)	10
表 2	1996 年における永久停止原子炉の停止実績 (ISOEデータベースに含まれているもの)	11
表 3	1996 年度の炉型別及び地域別の発電電力量当たりの平均集団線量 (人・Sv/TWh)	16
表 4	1996 年の炉型別及び地域別の原子炉 1 基当たり平均年間集団線量 (人・Sv/基)	18
表 5	1996 年の主要国に対する炉型別の運転中原子炉当たり平均年間集団線量 (人・Sv/基)	23
表 6	1996 年における国別及び炉型別の集団線量に対する外部作業員の占める割合	32
表 7	1996 年における運転中BWRの集団線量に対する点検及び燃料交換停止の占める割合	33
表 8	1996 年における運転中PWRの集団線量に対する点検及び燃料交換停止の占める割合	33

図リスト

図 1	ISOEデータベースにおける年間集団線量及び運転中原子炉数	13
図 2	ISOEデータベースにおける運転中原子炉（地域別）の年間集団線量.....	13
図 3	ISOEデータベースにおける運転中原子炉（炉型別）の年間集団線量.....	14
図 4	1996年のISOEデータベースにおける運転中原子炉集団線量の地域構成.....	15
図 5	1996年度のISOEデータベースにおける運転中原子炉集団線量の炉型構成.....	15
図 6	ISOEにおける原子炉（地域別）に対するTWh当たりの平均集団線量	17
図 7	ISOEにおける原子炉（炉型別）に対するTWh当たりの平均集団線量	17
図 8	ISOE データベース における運転中原子炉（地域別及び原子炉当たり）の平均年間集団線量	19
図 9	ISOE データベース における運転中原子炉（炉型別及び原子炉当たり）の平均年間集団線量.....	19
図 10	欧州地域：炉型別運転中原子炉当たりの平均年間集団線量	20
図 11	北米地域：炉型別運転中原子炉当たりの平均年間集団線量	20
図 12	アジア地域：炉型別運転中原子炉当たりの平均年間集団線量	21
図 13	IAEA地域：炉型別運転中原子炉当たりの平均年間集団線量.....	21
図 14	BWR ードイツ、スウェーデン、日本、アメリカ：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量.....	24
図 15	BWR ースイス、フィンランド、オランダ：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量.....	24
図 16	BWR ースペイン、メキシコ：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量	25
図 17	PWR ードイツ、フランス、日本、アメリカ：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量.....	26
図 18	PWR ーベルギー、スペイン、フィンランド、スウェーデン：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量.....	26
図 19	PWR ースイス、オランダ、イタリア：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量.....	27
図 20	PWR ーチェコ、ハンガリー、中国：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量.....	27
図 21	PWR ーブラジル、韓国、スロベニア：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量.....	28

図 2 2	PWR	ー	スロバニア、南アフリカ	：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量	28
図 2 3	GCR	ー	日本、フランス、イギリス	：運転中原子炉当たり平均年間集団線量	29
図 2 4	GCR	ー	スペイン、アメリカ	：運転中原子炉当たり平均年間集団線量	29
図 2 5	CANDU	ー	カナダ、韓国	：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量	30

要約

1996 年は ISOE プログラムにとって実り多い年であった。1996 年末現在、ISOE データベースには 23 カ国から 63 の電気事業者の 395 基の原子炉のデータが含まれている（359 基が運転中、36 基が冷態停止中または廃炉措置の段階にある）。また、20 カ国からは規制当局も参加者となっている。

運転中の原子炉に関する年間の総集団被ばく線量は、過去 10 年間(1986-1996)で、800 人・Sv より多かったのが約 500 人・Sv にまで減少してきている。同期間中に、発電電力量 (TWh) 当たりの平均集団線量と同様に原子炉当たりの平均集団線量もまた年々減少してきている。これら 2 つの指標は 2 つの要因により過去 10 年間にわたって減少し、1996 年は原子炉当たり 1.43 人・Sv、発電電力量 (TWh) 当たり 0.24 人・Sv であった。同期間中、運転原子炉基数は GCR 以外は 25%以上増加し、一方、GCR に関しては 40%減少した。

上記に述べられた傾向は、ほとんどの炉型と地域について見られ、特に原子炉当たりの集団線量について顕著である。発電電力量当たりの平均集団当量の減少は、CANDUs (35%) よりも BWRs (約 60%) の方がより顕著である。しかし、CANDUs の初期の線量レベルは非常に低かった。

1996 年現在、LWGRs (RBMK) はリトアニアの 2 基のみがデータベースに含まれているが、原子炉当たりの平均集団線量は、他の全ての炉型よりも高い(7.55 人・Sv)。

原子炉数の増加にも関わらず総集団線量において減少したのは、明らかに線量低減と ALARA 計画の実施によるものであり、また、おそらく運転サイクルの長期化によるものである。原子炉当たりの線量と発電電力量 (TWh) 当たりの線量の大幅な減少は、これらの同じ要因によるものであるが、しかし、新しい原子炉、すなわちその放射線環境が旧型の原子炉よりも改良されており、ある期間は必要な保守作業が少ない原子炉の導入もまた影響している。

燃料サイクルの長期化と燃料交換停止期間の短縮の影響は、主要事象について議論している第 5 章で述べられている。例えば、フランスでは「今後の発展は、燃料交換のみの停止の導入と同様に 1300MW クラスでの燃料サイクルの拡大が期待される。」と報告されている。アメリカからの報告では、「1996 年、原子力発電プラントは、燃料交換停止期間短縮と運転コスト縮小の開始に焦点を当てた。」と述べている。非常に短期間の運転停止について言及している国は他にも多く、例えばドイツの Necker 2 では、1996 年の燃料交換停止は 15.2 日を超えなかった。

欧州の PWR に関する平均年間集団線量は、スウェーデン、ベルギー、スイスにおいて原子炉当たり 1 人・Sv よりも低い。特に注目すべきなのはベルギーの 1996 年の結果で、全 7 基の原子炉が燃料交換停止をしており、また、Doel 4 号機では蒸気発生器の取替えが行われ、良好な結果 (0.63 人・Sv) であった。

1996年のISOEでの一つの大きな特徴は、線量低減のための良好な“作業管理”の効果に重点が置かれたことである。これはその年に発行された2つの刊行物によって例証される：

- 第一に、ISOEの国際的専門家グループが報告書“**Work Management in the Nuclear Power Industry**”を発行した。NEAはこの報告書を1200部以上販売してきた。今この報告書は数カ国語への翻訳作業過程にある。そして、
- 第二に、スペインでは、規制当局と原子力発電所の間で協力して、“**Management of the Optimization of the Radiation Exposure**”という題名の報告書を発行した。これは、原子力発電の運転に参入している会社による組織によって考慮される一般的原則を確立することを目的としている。

被ばく低減にとって基準付けもまた一つの非常に有効な道具であるように思われる。これは特にフランスにおける場合であるが、作業レベルでの国際的放射線被ばく基準の設置は完成間近である。この作業は全ての蒸気発生器の作業と殆どの非破壊検査について1996年に実施された。基準付けはまた、特にサイト全体の線量といったより大きな線量指標においては、アメリカでも一般的である。

より基本的な線量低減技術もまた1996年に発展した。アメリカのPWRでは、燃料交換停止期間中に放射線区域を安定することで職業被ばく線量を低減するために、新しい炉停止時水質管理法を実施した。また、アメリカのBWRの多くは、原子炉内部の劣悪な化学環境を低減し、放射線管理区域を管理するために、水素水化学と同位体分離亜鉛注入を実施する計画を進めている。更にまた、原子炉内部の保護コーティングとしてのノーブルメタルがIowaのDuane Arnold Nuclear Energy Centerでテストされ、良好な結果であった。

これら全ての努力にも関わらず、線量の増加もいくつか生じた。例えば、特にスウェーデンの全BWRは現在、国家規制当局から要請された重要な近代化計画に従事している。アメリカの原子力発電所のいくつかは、長期化された保守停止（規制を解く前にプラントの材料の改良）や、また基本的な解析の立案と運転訓練を適合させ、また運転継続に優先する全ての改造工事を書類で提供するという規制当局の要請のため、1996年の大半は運転停止であった。職業被ばく線量は、管理区域におけるより多くの保守作業や検査活動のために、これらのプラントにおいて増加傾向であった。

第1章

NEA/IAEA 職業被ばく情報システム - ISOE

1.1 1996年におけるISOEシステムの状況

ISOE プログラムにとって 1996 年は実り多い年であった。引き続き参加メンバーは増加し、職業被ばくデータにアクセスするために用いられるソフトウェアの大幅な改善が行われた。また、作業管理が職業被ばくに与える影響に関する重要な報告書が発行された。

ISOE プログラムへの参加者は、4つの「地域」にグループ分けされている。地域グループはもともとは地理的に定義され、北米、ヨーロッパ及びアジアから成っていた。しかしながら、このプログラムの実施後1年を経た時点で IAEA が共同後援者としての役割を果たすことに同意し、非 NEA メンバー国からの規制当局及び電気事業者の参加が認められた。こうして、それらの参加者は ISOE プログラムの第4の「地域」になった。北米地域は、カナダ、メキシコ及びアメリカを含んでいる。アジア地域は、日本と韓国から成り立っている。ヨーロッパ地域は、軽水型原子力発電プラントをもつすべてのヨーロッパ諸国（ベルギー、チェコ共和国、フィンランド、フランス、ドイツ、ハンガリー、イタリア、オランダ、スペイン、スウェーデン、スイス及びイギリス）で構成されている。IAEA によるプログラムの共同後援以来、チェコ共和国、ハンガリー、メキシコの3ヶ国が NEA のメンバーになって IAEA 地域からヨーロッパ地域に移ったことは、注目すべきである。その結果、IAEA 地域は現在7カ国、すなわち、ブラジル、中国、リトアニア、ルーマニア、スロバキア共和国、スロベニア及び南アフリカで構成されている。1996 年末現在、全体として、ISOE データベースは 24 ヶ国から電気事業者 71 社の 399 基の原子炉（運転中の 365 基の原子炉と何らかの運転停止段階にある 34 基の原子炉）の情報を含んでいる。また、21 ヶ国からは国家規制当局も参加している。更に、EC 及び WANO との協力も ISOE プログラムにとって有用なものとなっている。

1996 年に ISOE 運営委員会において、ISOE データへのアクセスを、特に、職業被ばく情報を含む NEA 1 データベースへのアクセスを改善し、近代化すべきであるということが同意された。データ分析と技術ガイドに関する ISOE サブグループ、この改善のとりまとめを行うことになった。現状のように、NEA1 データベースがマイクロソフト ACCESS 環境で利用可能となったのは、サブグループによる 1998 年初めの成果である。更に、他の2つの ISOE データベースも ACCESS に移行する計画が立てられている。

1996 年における ISOE 利用者に対する最も重要な ISOE の貢献の一つは、報告書「原子力発電産業における作業管理 (*Work Management in the Nuclear Power Industry*)」の発刊であった。作業管理が職業被ばくに与える影響に関する専門家集グループによって作成されたこの報告書は、その発刊以来 1,200 部以上売れ、運転中の放射線防護従事者及び停止時の保守従事者同様、規制当局者にも非常に好評であった。作業管理の原則を適用する全ての手法は、報告書の中でその各々の

段階を多数の実地ケーススタディで例示されており、点検停止の短縮、従って、線量低減と運転コスト削減に非常に役立つということが証明された。

1.2 ISOE被ばくデータの概要

1.2.1 序 論

ISOEの運用6年目において、1996年のデータが24ヶ国から収集された。1996年末現在、ISOEデータベースは399基の運転中原子炉を含んでいるが、それは世界の運転中原子炉の83%に相当する。ISOEデータベースに含まれる原子炉の型は、BWR¹、PWR²、GCR³、LWGR⁴及びCANDU⁵である。この報告書は過去10年（1986-1996）にわたる職業被ばくの推移を記している。1969年から1985年までのデータはこの報告書では省略されているが、コンピュータ・ディスク上のデータベースとなっており、独自の分析が可能である。

1.2.2 運転中原子炉の被ばくデータの概要

1996年末現在、ISOEデータベースにある365基の運転中原子炉は、NEAメンバー国にある352基と非NEAメンバー国にある13基からなっている。

1996年にリトアニアがISOEに参加したので、このデータベースに新しくLWGR (RBMK) 炉型が追加された。

1996年において、PWRプラントはISOE参加国の運転中原子炉の59%と過半数を占めている。BWR、GCR、CANDU及びLWGRはそれぞれ、24.5%、10%、6%及び0.5%に相当する。

ISOEデータベースにおける原子力発電プラントの運転経験は、1996年末現在、5791原子炉・年に達している。その原子炉1基当たりの平均運転年数は15.9年である（表1）。明らかに、炉型及び地域当たりの平均運転年数は、それまでの各炉型の基数の推移を反映している。したがって、GCRは平均して、PWR、BWR、LWGR及びCANDUよりも運転年数が多い。原子炉経験年数の観点から、アメリカ、フランス、ドイツ、イギリス及び日本における大規模な原子力計画が、総集団線量及び平均集団線量の傾向に大きく影響するであろうことを念頭においておく必要がある。

¹ BWR = 沸騰水型原子炉 (Boiling Water Reactor)

² PWR = 加圧水型原子炉 (Pressurized Water Reactor)

³ GCR = ガス冷却型原子炉 (Gas Cooled Reactor)

⁴ LWGR = 軽水冷却グラファイト型原子炉 (Light Water cooled Graphite Reactor)

⁵ CANDU = カナダ型重水ウラン原子炉 (CANadian Deuterium Uranium)

表1 1996年における運転実績（ISOE データベースに含まれているもの）

地域	運転中原子炉数	運転経験年数	運転中原子炉当たりの平均年齢
PWR			
欧州	100	1355	13.6
アジア	33	433	13.1
北アメリカ	72	1178	16.4
IAEA	11	119	10.8
全地域	216	3085	14.3
BWR			
欧州	22	390	17.7
アジア	28	388	13.9
北アメリカ	39	679	17.4
全地域	89	1457	16.4
GCR			
欧州	34	866	25.5
アジア	1	31	31.0
全地域	35	897	25.6
LWGR			
IAEA	2	23	11.5
全地域	2	23	11.5
CANDU			
アジア	1	14	14.0
北アメリカ	22	315	14.3
全地域	23	329	14.3
全炉型	365	5791	15.9

1.2.3 永久停止した原子炉の概要

1996年現在のNEAメンバー国における、永久停止した原子炉基数、それに相当するプラント停止後の経過年数及び停止時における原子炉当たりの平均運転年数を表2に示す。ISOEデータベースに含まれる34基の停止原子炉に基づく、GCRは停止されるまでに、CANDU（20年）、PWR（18.9年）及びBWR（12.7年）よりも平均して長期間（22.1年）運転していたことが判る。

多くの場合、これらの原子炉は、永久停止に関する決定が下されるより前に、ある期間運転を停止していたということに注意されたい。ISOE データベースでは、こうした永久停止決定前のゼロ出力年数は停止後の経過年数に含まれ、停止時における原子炉当たりの平均運転年数の計算には含まれていない。

表2 1996年における永久停止原子炉の停止実績
(ISOE データベースに含まれているもの)

地域	永久停止原子炉数	停止経験年数	停止時点での原子炉当たりの平均年齢
PWR			
欧州	2	14	24.0
北アメリカ	6	53	17.2
全地域	8	67	18.9
BWR			
欧州	5	68	11.8
北アメリカ	4	53	13.8
全地域	9	121	12.7
GCR			
欧州	14	109	22.8
北アメリカ	1	7	13.0
全地域	15	116	22.1
CANDU			
北アメリカ	2	22	20.0
全地域	2	22	20.0
全炉型	34	326	18.7

第2章 年間集団線量

2.1 NEA諸国の運転中原子炉の被ばくの動向

総集団線量の推移を、図1、2及び3に示す。その年間総集団線量は1986年から1996年の期間を通して減少し続けてきた。原子炉基数の増加にもかかわらず、線量低減プログラムの実施が集団線量の減少をもたらしたのである。

1986年以来の総集団線量の減少は、各々の地域及び炉型に関して見られる。しかしながら、この減少に最も影響しているのは、ISOEに参加している原子炉の最大な割合を占める北米及びヨーロッパ地域での年間集団線量の減少である。

2.2 ISOE参加各国における1996年の被ばく状況

1996年のISOE参加国の総集団線量の46%は北米によるものであり、35%がヨーロッパ、15%がアジア、そして4%がISOEに参加している非NEA諸国によるものである(図4)。1996年、PWRは全原子炉の総集団線量の54%を示し、他方、BWR、CANDU、LWGR及びGCRは、それぞれ38%、3%、3%及び2%を示している(図5)。

図1 ISOE データベースにおける年間集団線量及び運転中原子炉数

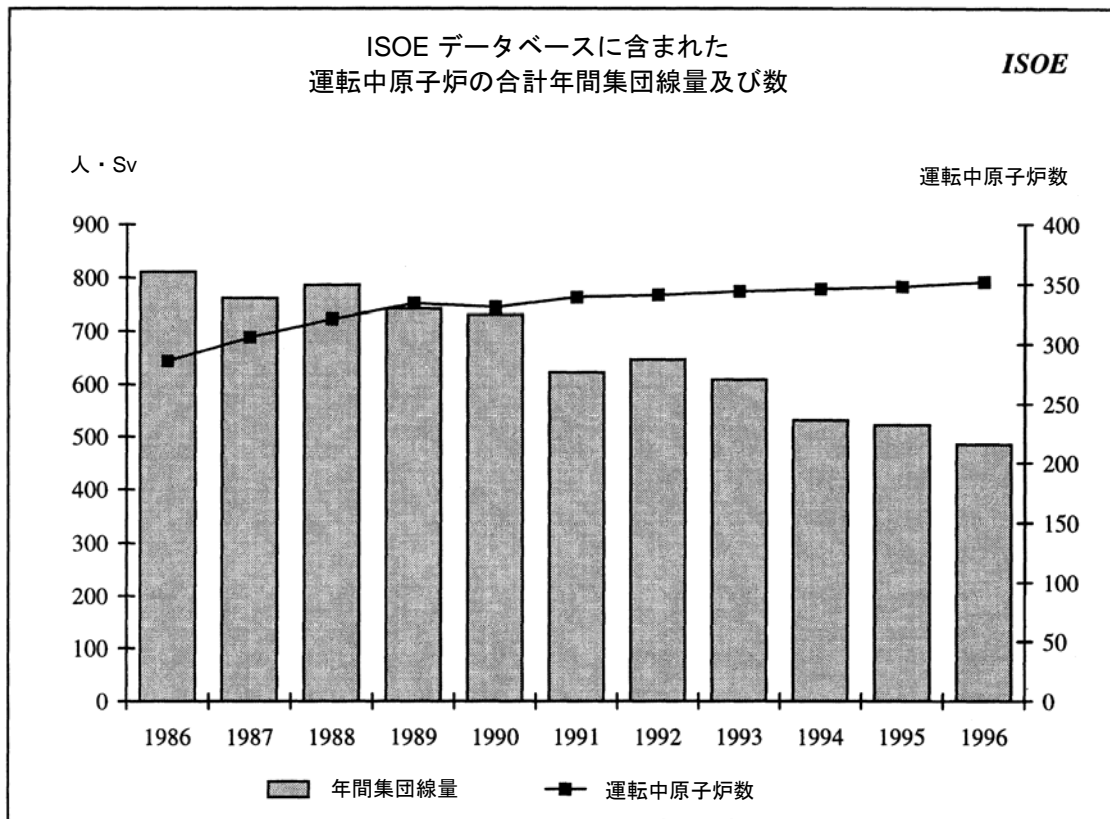


図2 ISOE データベースにおける運転中原子炉（地域別）の年間集団線量

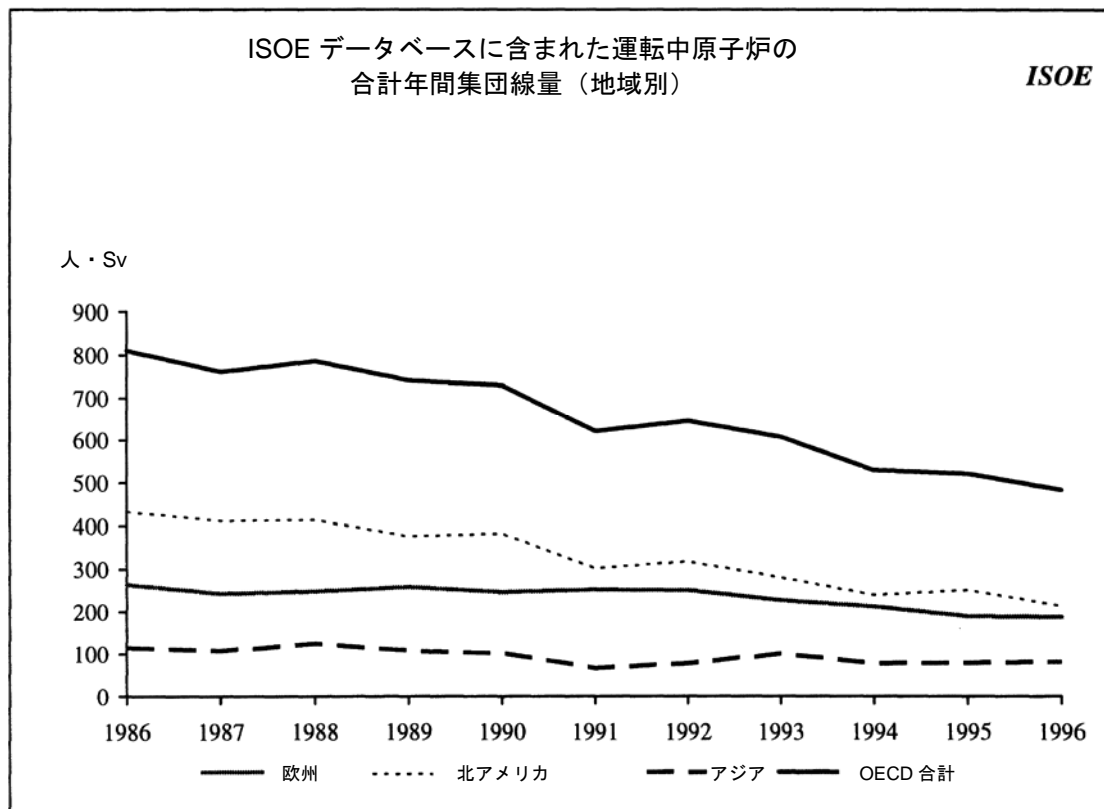


図3 ISOE データベースにおける運転中原子炉（炉型別）の年間集団線量

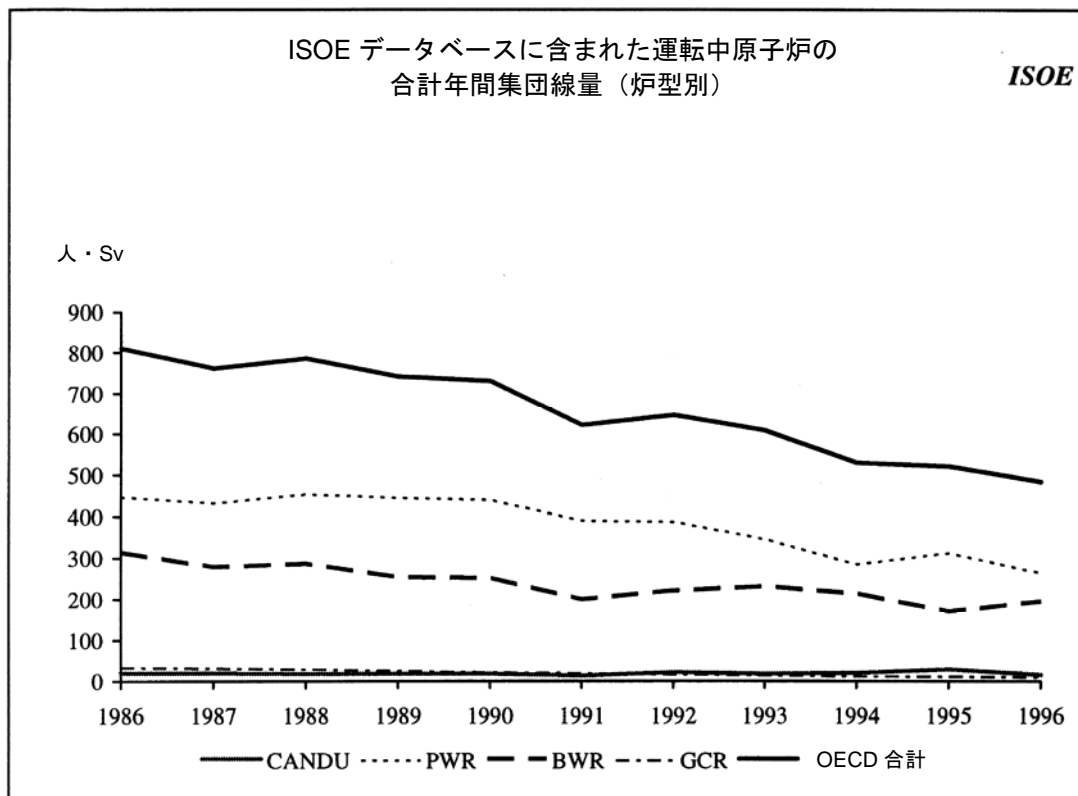


図4 1996年のISOEデータベースにおける運転中原子炉集団線量の地域構成

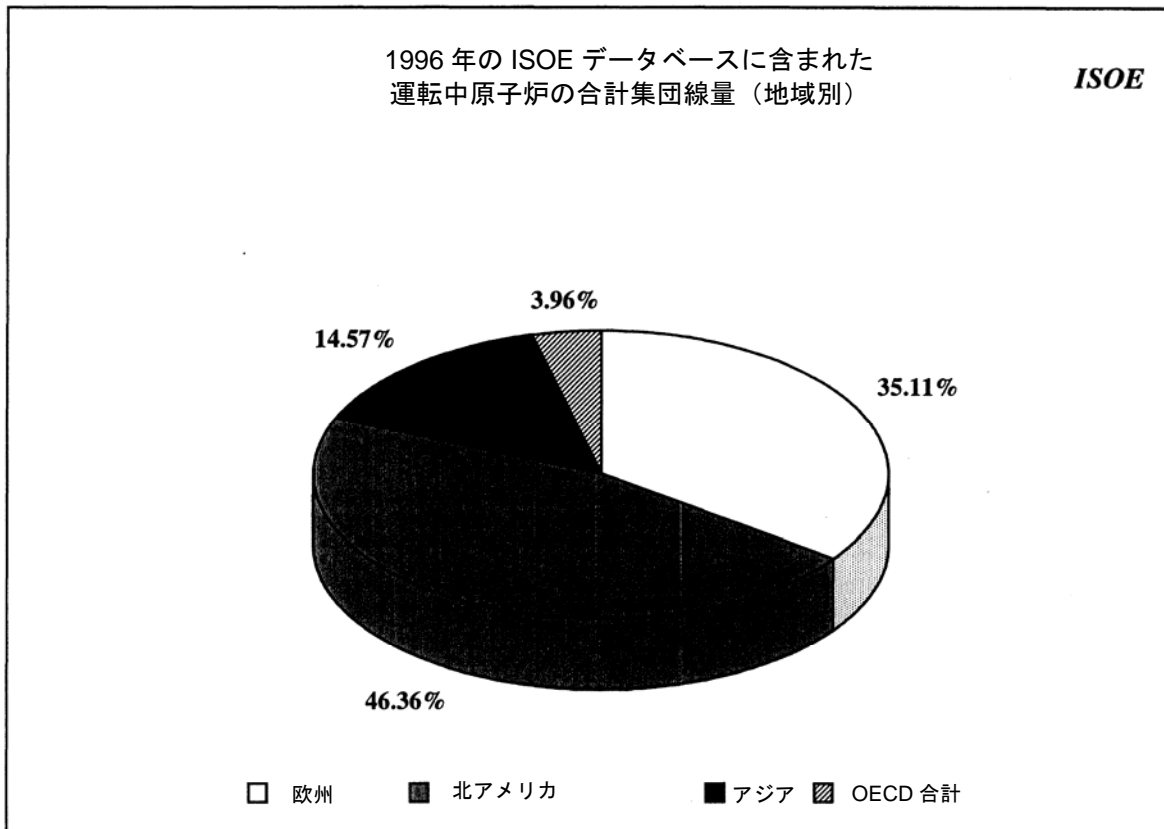
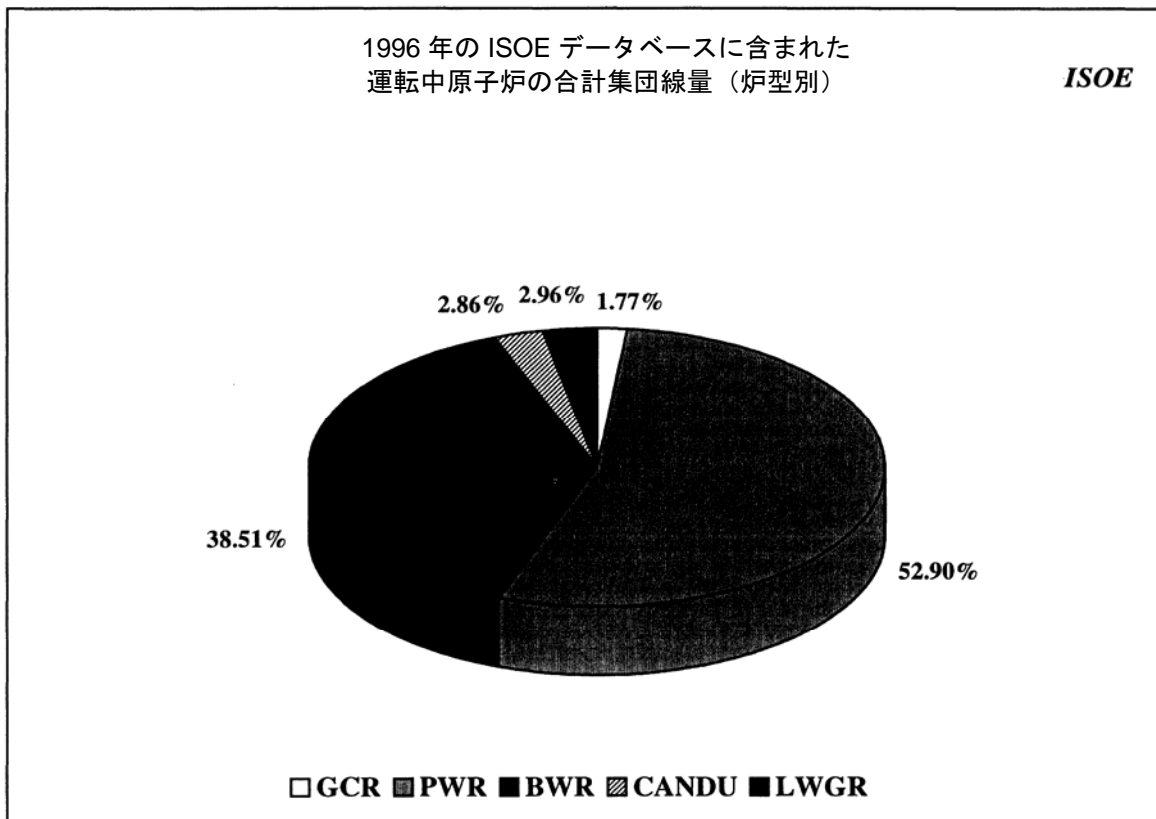


図5 1996年度のISOEデータベースにおける運転中原子炉集団線量の炉型構成



第3章

発電電力量当たりの平均集団線量

1996年の総発電電力量の単位当たり集団線量の値を、炉型別及びISOE地域別に表3に示す。TWh（テラワット・時、10億KWh）当たり年間集団線量は、過去5年以来減少し続けて来ており、1996年におけるTWh当たり年間集団線量の値は、1995年と比べて8%減に相当する0.24に達した。BWRに関しては、その値は、1995年と比べて1996年には12%だけ増加している。新しくISOEデータベースに加えられた、軽水グラファイト減速型原子炉の特徴としては、電気出力当たりの線量が他の炉型より高く、ISOEデータベースの他の4つの炉型の平均値の約4.5倍である。地域別及び炉型別の発電電力量の単位当たり集団線量の推移は、図6及び7に示されている。図7にLWGRの傾向を示していないのは、ISOE年次報告書のまとめ時点で、リトアニアの年データが入手出来なかったためである。

表3 1996年度の炉型別及び地域別の発電電力量当たりの平均集団線量
(人・Sv/TWh)

地域	BWR	PWR	GCR	CANDU	LWGR	全炉型
アジア	0.26	0.17	0.37	0.62	/	0.22
欧州	0.31	0.20	0.10	/	/	0.21
IAEA	/	0.23	/	/	1.07	0.43
北アメリカ	0.49	0.19	/	0.12	/	0.27
合計	0.37	0.20	0.10	0.15	1.07	0.24

図6 ISOEにおける原子炉（地域別）に対する TWh 当たりの平均集団線量

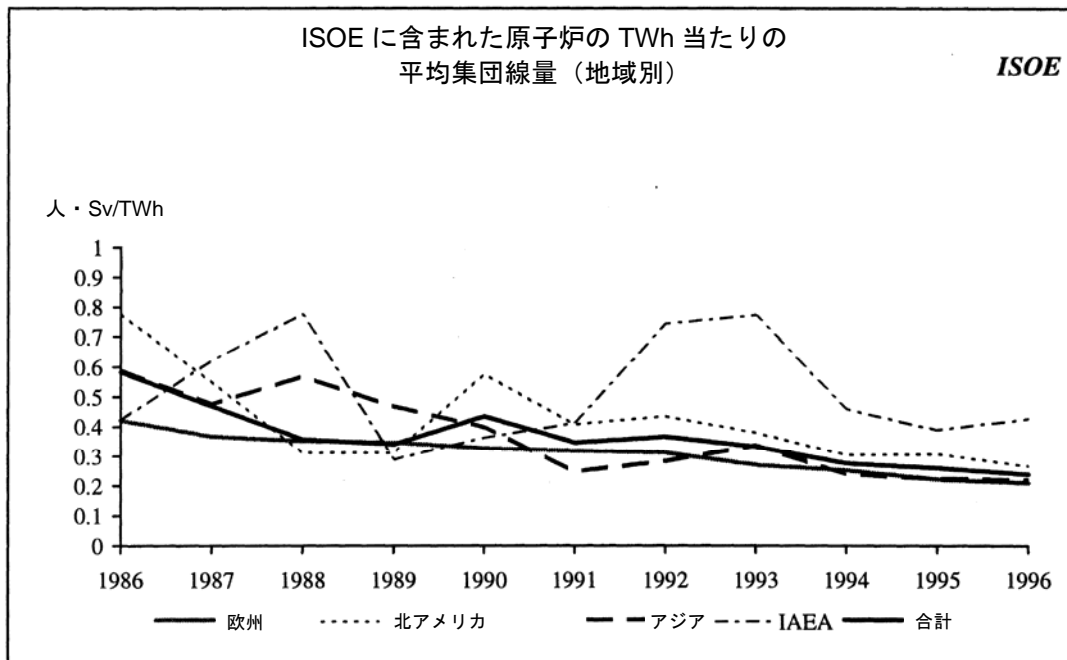
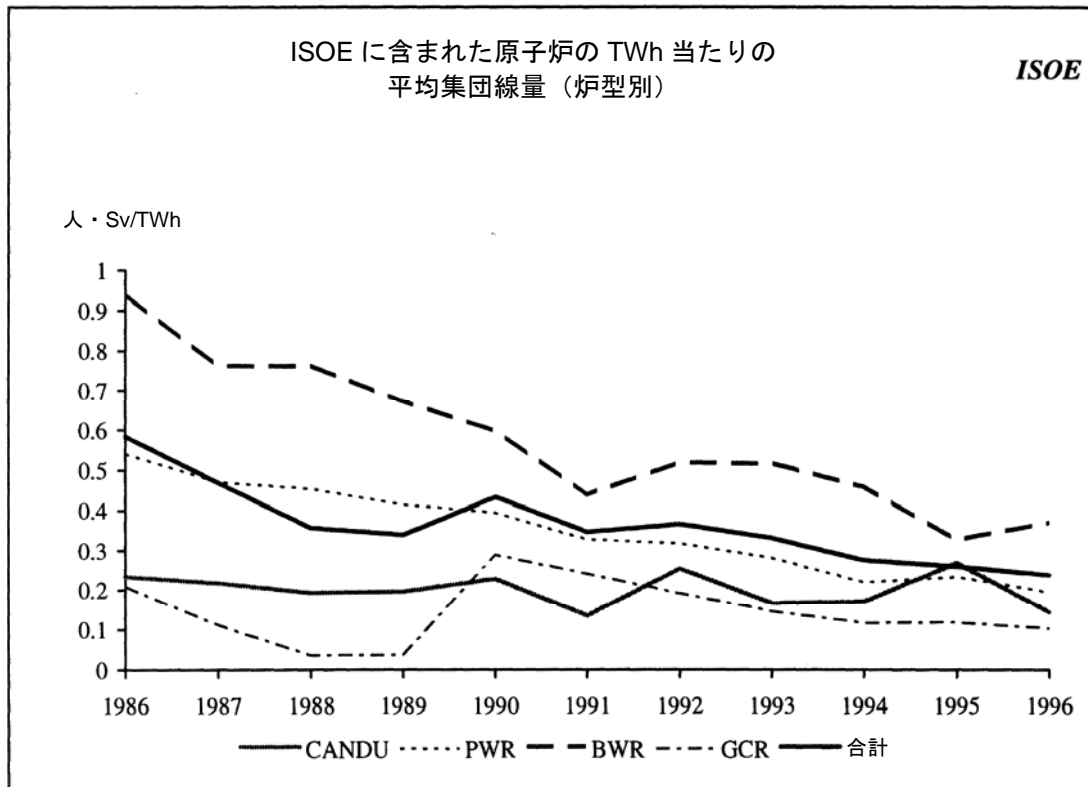


図7 ISOEにおける原子炉（炉型別）に対する TWh 当たりの平均集団線量



第4章

原子炉1基当たりの平均年間集団線量

4.1 地域別及び炉型別の推移

1986年から1996年までの原子炉1基当たり年間平均集団線量の推移を、地域別及び炉型別に図8及び9に図示する。

IAEA地域のISOE参加国がNEAに加盟した時点で、他の地域へ分類されることにより、この報告書の地域別平均線量データは値が変化することに注意すべきである。つまり、ある地域への加入、離脱による変化の可能性を意味している。1999年では、LWGRを運転しているリトアニアのISOE加入により顕著に表れている。図8におけるIAEA地域の原子炉1基当たり集団線量の増加は、主に、原子炉2基の合計集団線量が15.10人・Svであるリトアニアの加入によるものである。ISOEの他の全ての地域は減少傾向を示している。

PWR、BWR及びGCR原子炉の職業被ばくもまた、1991年以来、減少傾向を示している。

炉型別平均集団線量については、地域間で、なおもかなりの大きな差が存在している（表4）。図10、11、12及び13は、それぞれの地域における原子炉1基当たり集団線量の推移を示している。この報告書の期間である1986年から1996年までににおける原子炉1基当たり年間集団線量の最小値は、CGRに関するものであった。

表4 1996年の炉型別及び地域別の原子炉1基当たり平均年間集団線量（人・Sv/基）

地域	BWR	PWR	GCR	CANDU	LWGR	全炉型
北アメリカ	2.80	1.30	/	0.53	/	1.61
アジア	1.60	0.99	0.39	2.99	/	1.28
欧州	1.92	1.38	0.24	/	/	1.21
IAEA	/	0.94	/	/	7.55	1.95
合計	2.21	1.27	0.26	0.63	7.55	1.40

図 10 欧州地域：炉型別運転中原子炉当たりの平均年間集団線量

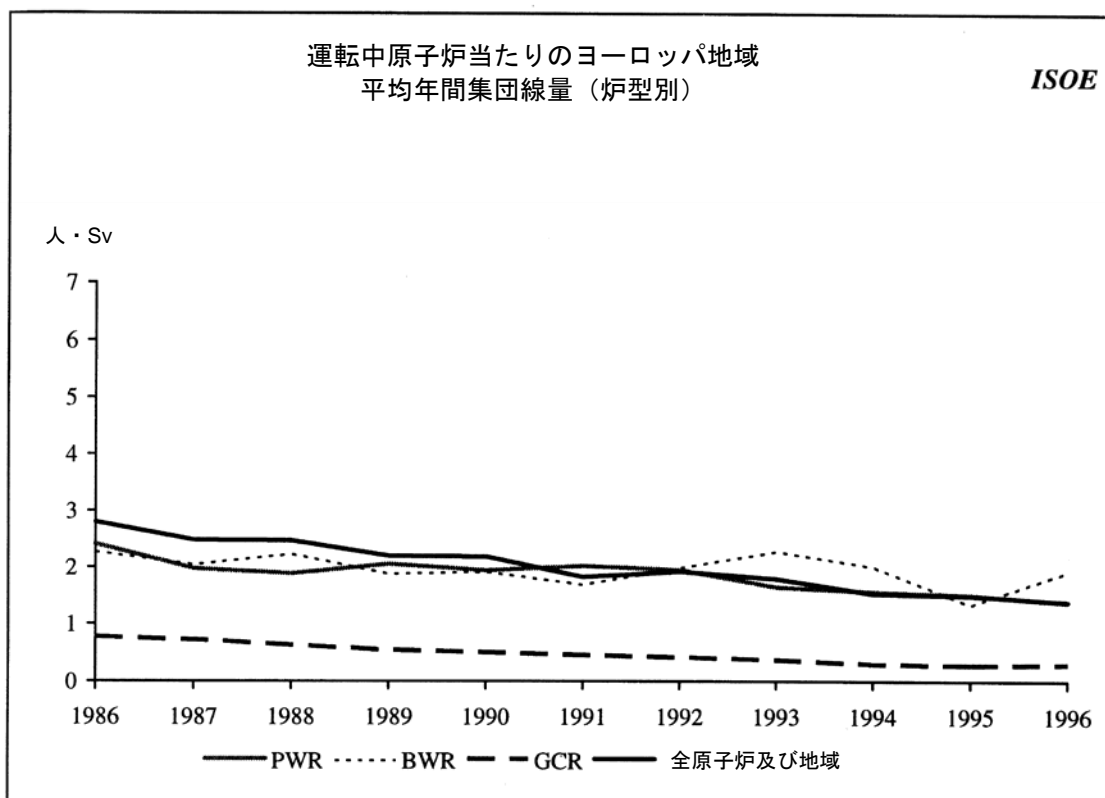


図 11 北米地域：炉型別運転中原子炉当たりの平均年間集団線量

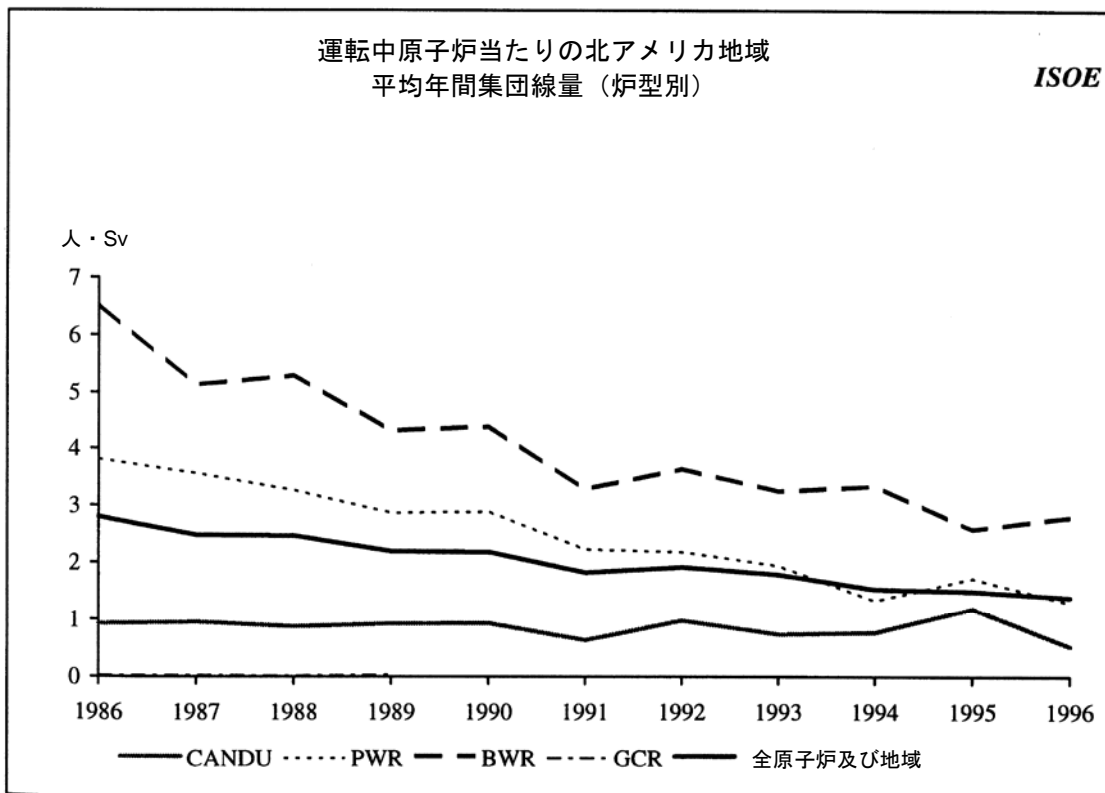


図 1 2 アジア地域：炉型別運転中原子炉当たりの平均年間集団線量

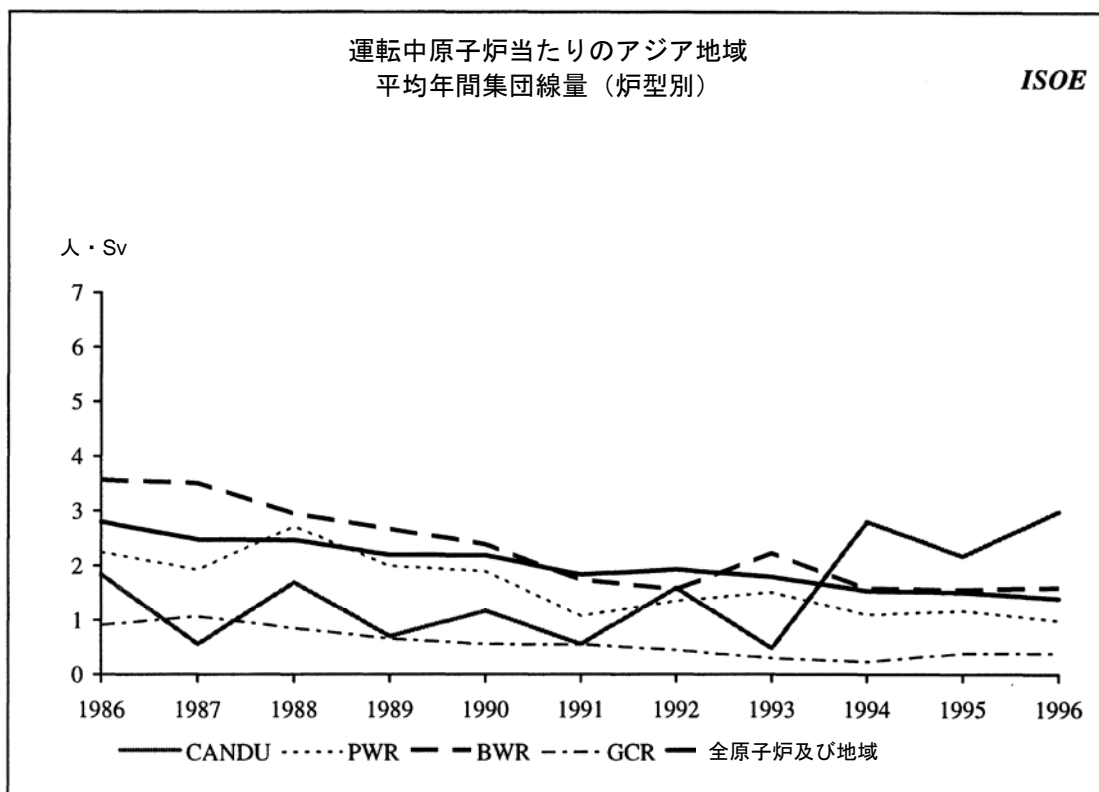
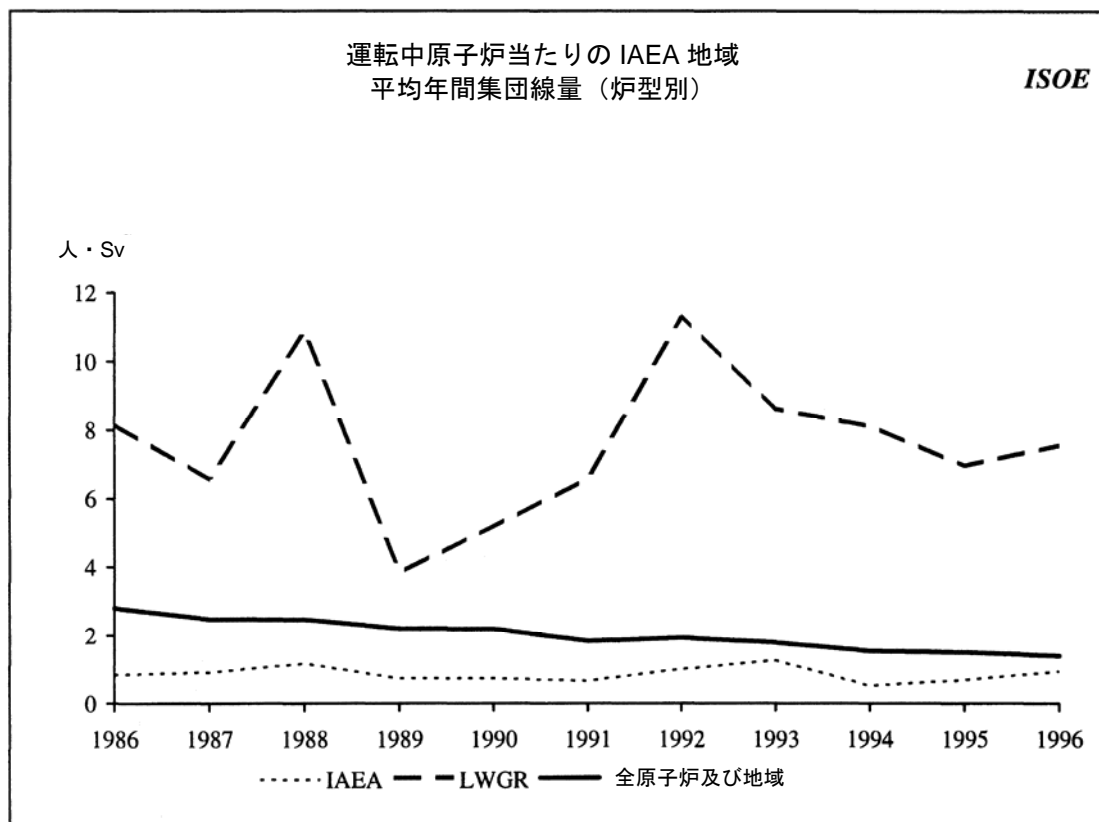


図 1 3 IAEA 地域：炉型別運転中原子炉当たりの平均年間集団線量



4.2 各国の運転中原子炉に関する推移

この調査対象になっているそれぞれの国における PWR、BWR、GCR、CANDU 及び LWGR の 1996 年の原子炉 1 基当たり年間平均集団線量が表 5 に示されている。図 14 から 25 までは、各国の炉型別の原子炉 1 基当たり平均被ばく量の推移を示している。多くの基数の原子炉を所有する国々に関して一般的に言えることは、BWR の平均集団線量は、PWR、GCR 及び CANDU のそれよりも高いということである。

いくつかの国においては、原子炉 1 基当たり年間平均集団線量は 1996 年にかなり増加した。それは、韓国の CANDU 炉、フィンランド、ハンガリー、ブラジル、南アフリカ、スロバキア共和国及びスロベニアにおける PWRs、フィンランド、メキシコ、スペイン及びスウェーデンにおける BWRs に見られる。他の全ての参加国においては、原子炉 1 基当たりの年間平均集団線量は、1996 年において安定していたか、又は減少した。これら線量の増加及び減少の背後にあるいくつかの理由については 5 章で論じる。

1994 年以来、ヨーロッパ PWR の年間平均集団線量は、スウェーデン、ベルギー及びスイスにおいて 1 人・Sv より低いところで推移してきた。特に注目に値するのはベルギーにおける 1996 年の結果で、7 基全ての原子炉が燃料交換停止を行い、かつ、Doel 4 では蒸気発生器交換を行いながらも非常に優れた線量測定結果 (0.63 人・Sv) であったということである。

ヨーロッパ BWR の平均集団線量の増加は、主として、スペインとスウェーデンにおける増加によるものである。少基数の原子炉を運転しているスペインの結果は、燃料交換停止を行った原子炉の基数、すなわち、(1995 年には行われなかったが) 1996 年に 2 基の BWR が運転停止をしたことによる影響を受けている。スウェーデンにおける増加は、Barsebak 1 及び 2 の安全要求 (材料試験) の強化と、Oskarshamn 2 の近代化計画推進によるものである。注意すべき重要な点は、過去数年間にわたり全てのスウェーデン BWR は、規制当局によって要求されているかなりの数の近代化プログラムに関わっており、しかも、その他の近代化計画が現在立案段階にあり、近い将来実施されるであろうということである。

アメリカにおいては、集団線量は PWR 及び BWR ともに減少し続けてきた。アメリカ PWR に関して、原子炉 1 基当たりの平均年間集団線量が 1995 年から 1996 年にかけて 25 % 低下したということは、特に注目に値する。

1996 年、LWGR (RBMK) はこのデータベース内ではリトアニアに置かれた原子炉設備のみがさし当たり唯一対応しているものであるが、それは他の炉型に比べて原子炉 1 基当たり平均集団線量 (7.55 人・Sv) が高いということに注目すべきである。

表5 1996年の主要国に対する炉型別の運転中原子炉当たり平均年間集団線量（人・Sv/基）

国	PWR	BWR	CANDU	GCR	LWGR
ベルギー	0.92				
ブラジル	1.34				
カナダ			0.53		
中国	0.74				
チェコ共和国	0.36				
フィンランド	1.32	0.84			
フランス	1.59				
ドイツ	1.66	1.43			
ハンガリー	0.63				
日本	1.04	1.60		0.39	
韓国	0.88		2.99		
リトアニア					7.55
メキシコ		8.08			
オランダ	1.11	0.99			
スロバキア共和国	0.68				
スロベニア	1.79				
南アフリカ	1.11				
スペイン	1.47	3.36			
スウェーデン	0.66	2.33			
スイス	0.71	1.68			
英国	0.53			0.25	
米国	1.30	2.52			

図14 BWR —ドイツ、スウェーデン、日本、アメリカ：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量

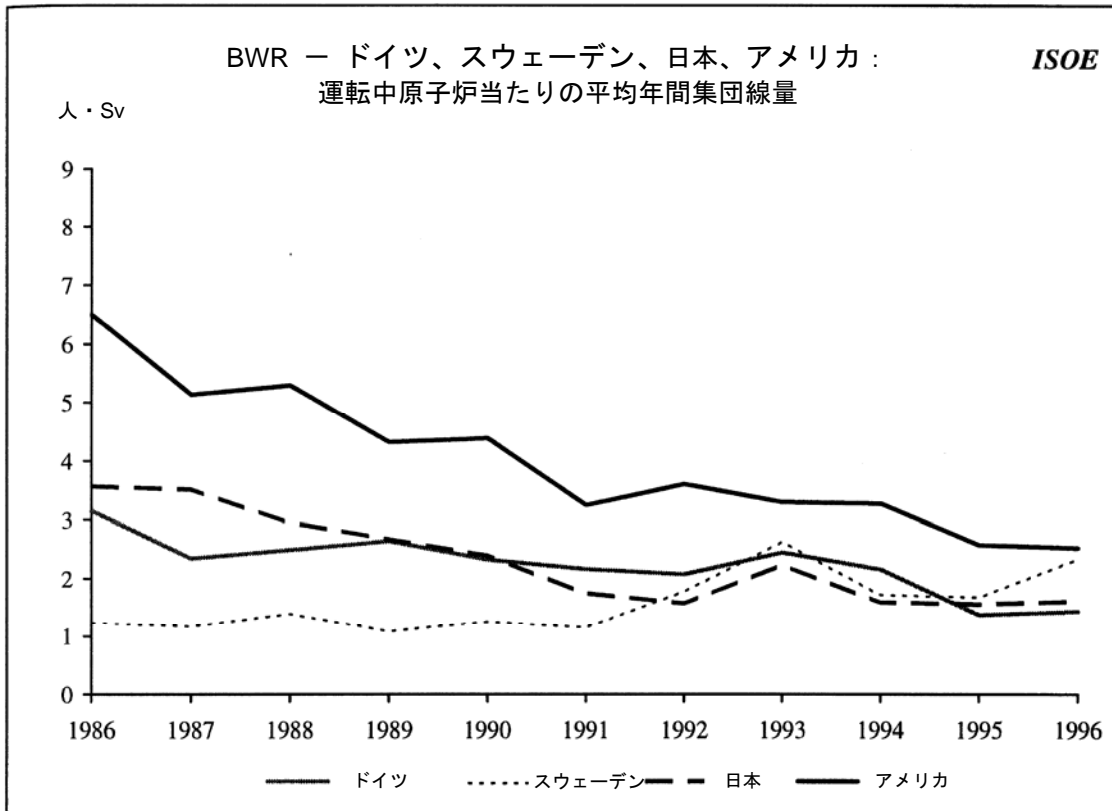


図15 BWR —スイス、フィンランド、オランダ：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量

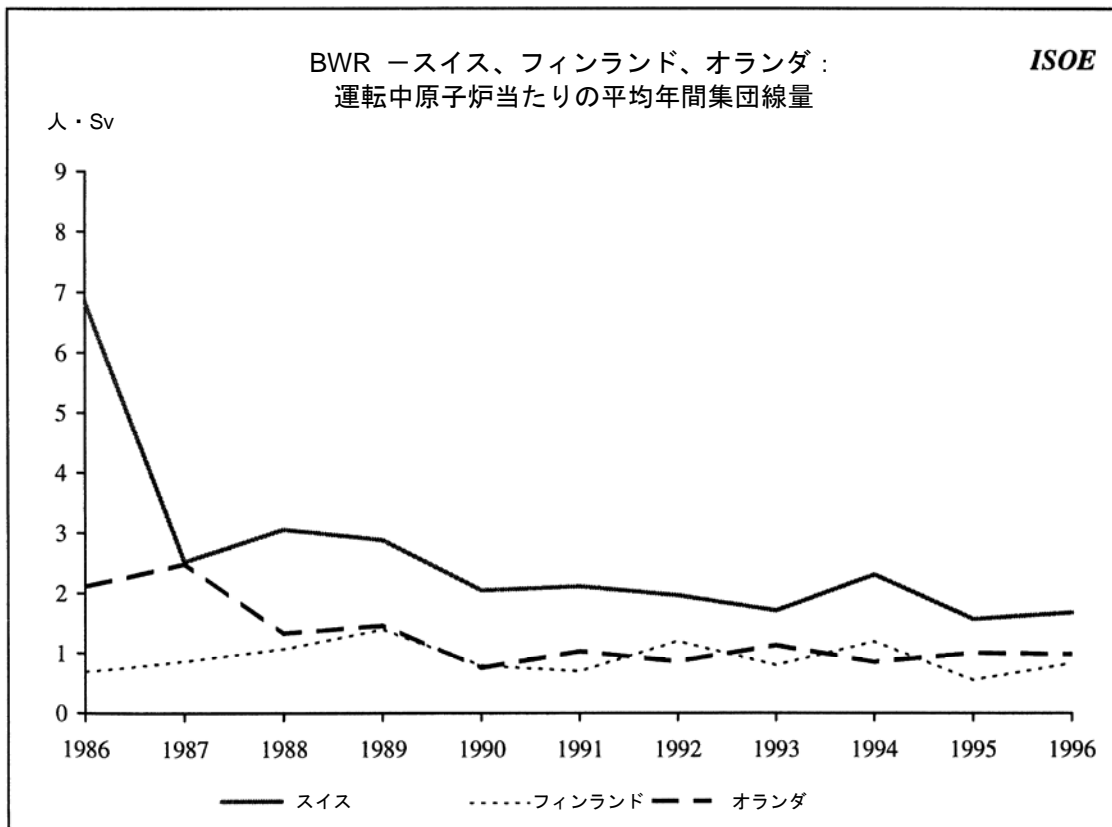


図16 BWR - スペイン、メキシコ：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量

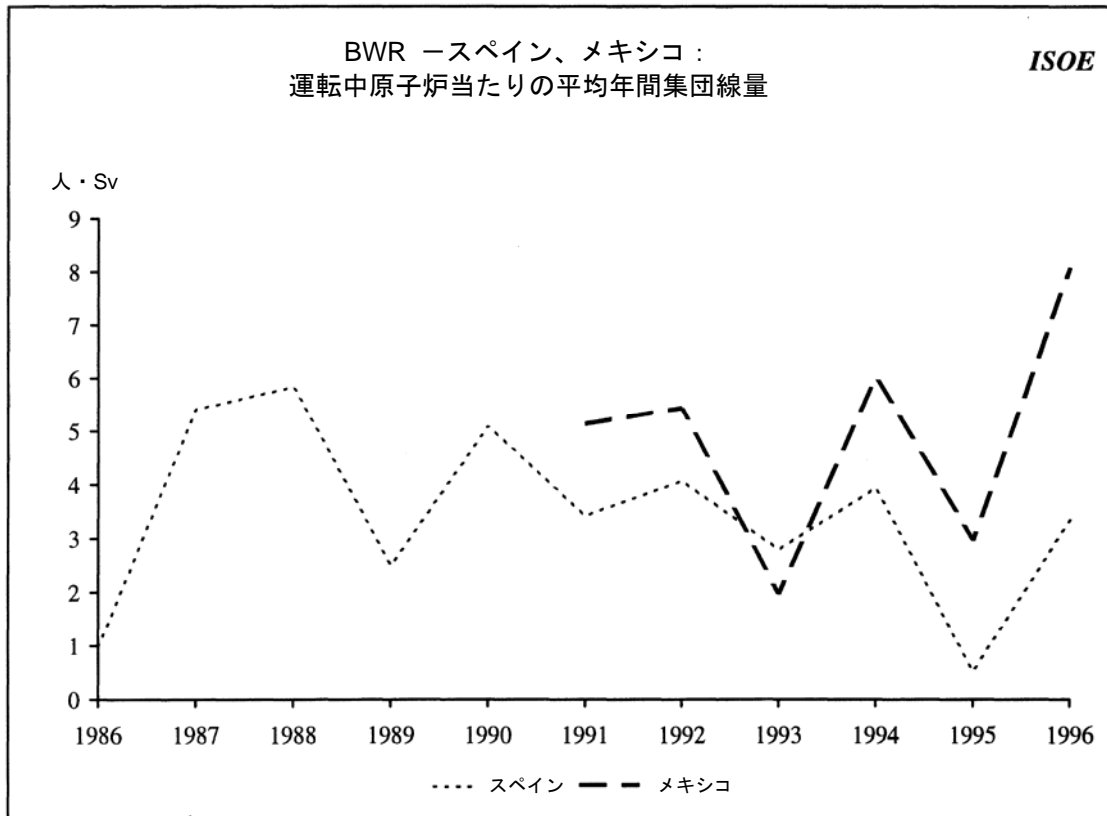


図17 PWR -ドイツ、フランス、日本、アメリカ：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量

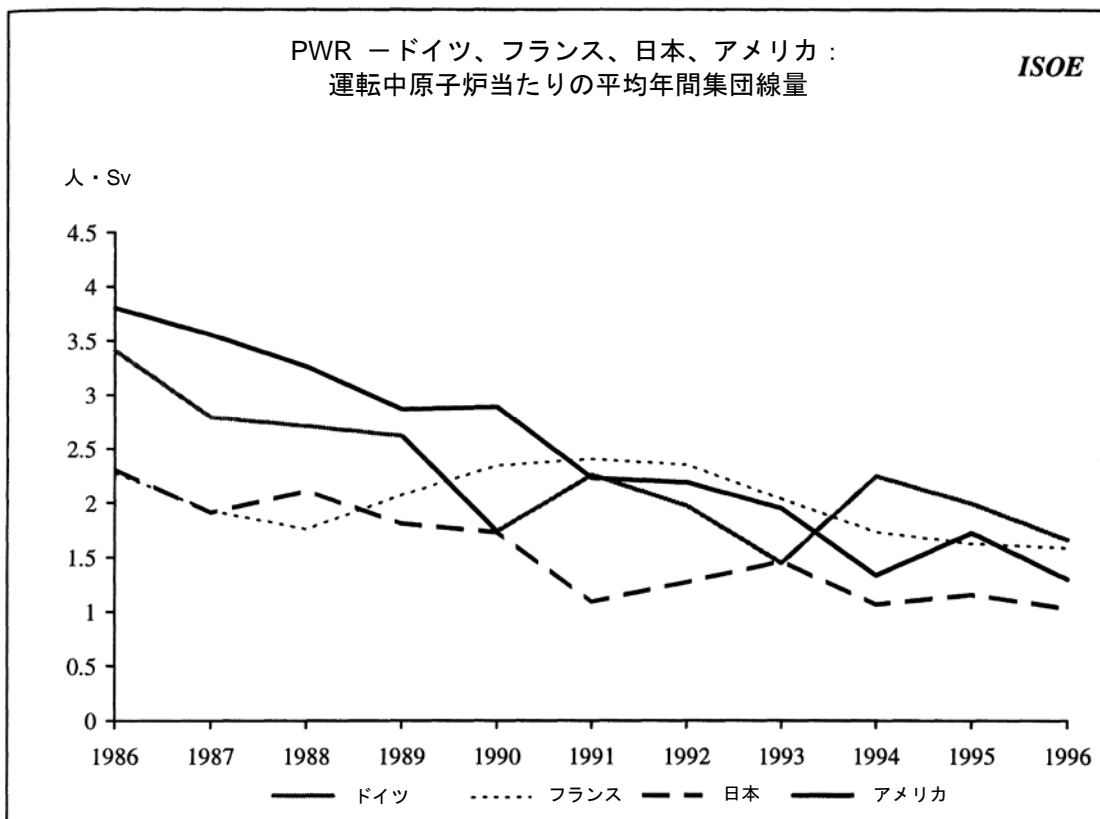


図18 PWR -ベルギー、スペイン、フィンランド、スウェーデン：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量

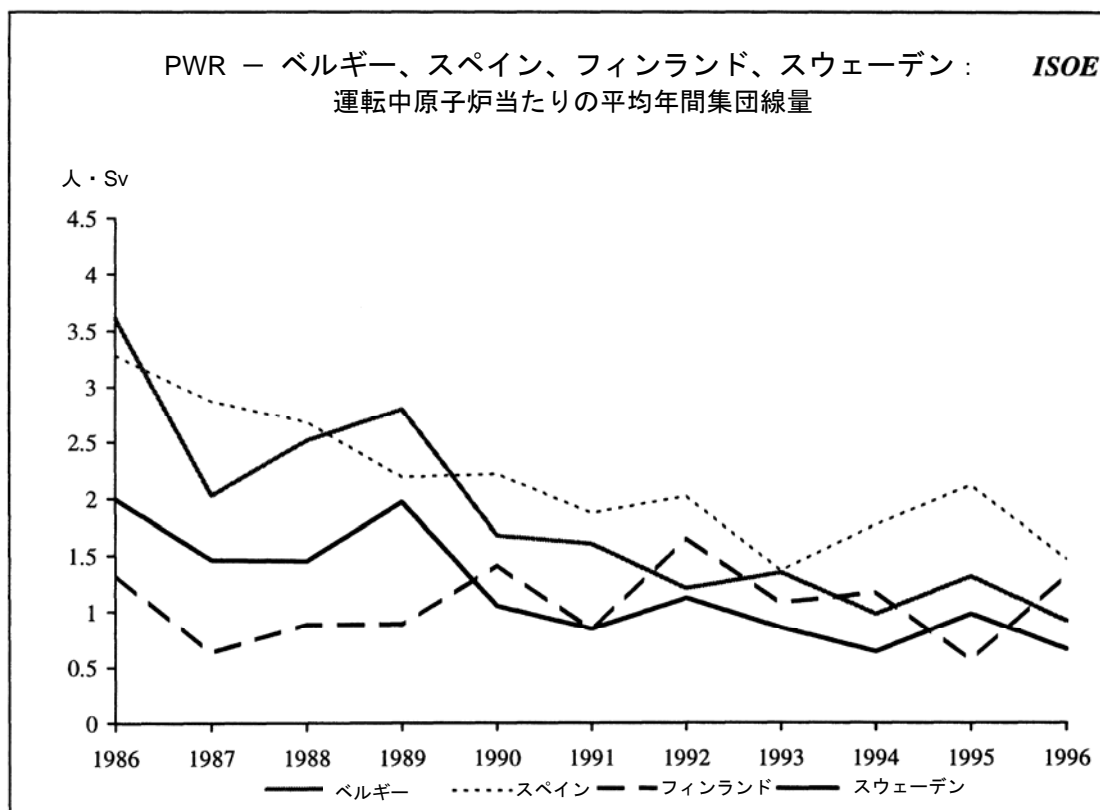


図19 PWR - スイス、オランダ、イタリア：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量

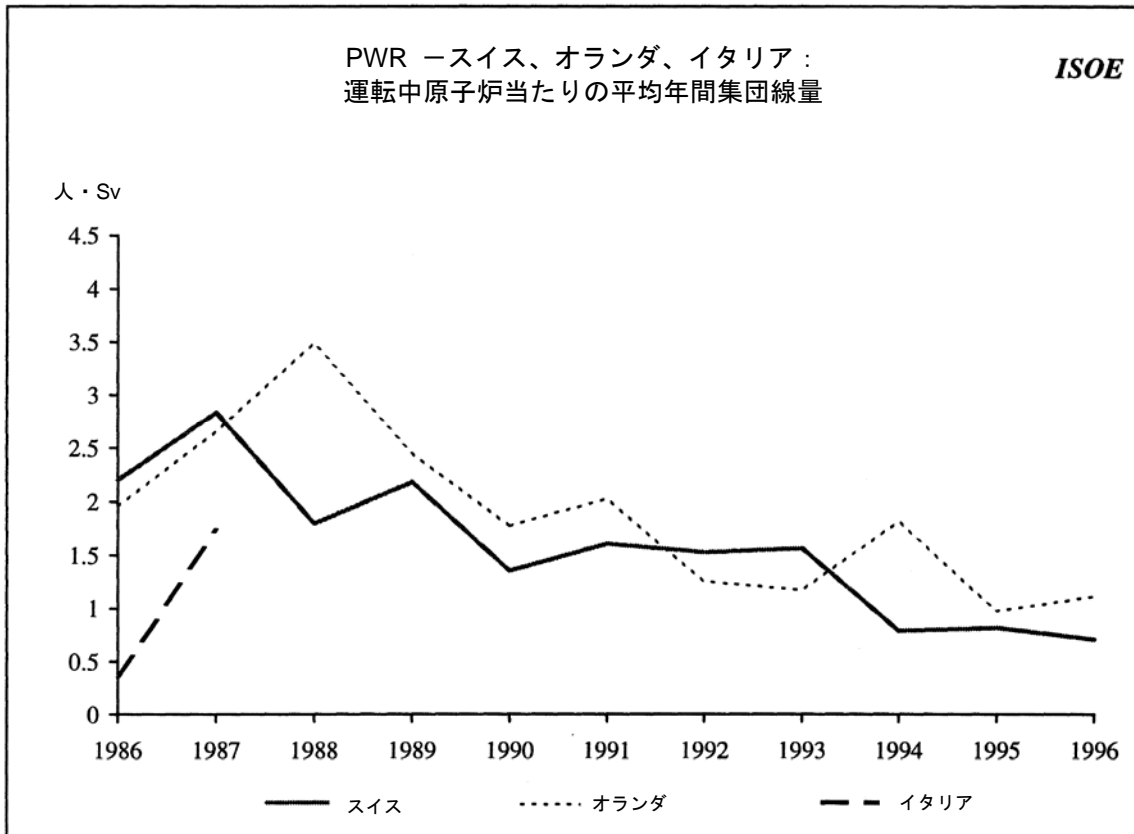


図20 PWR - チェコ、ハンガリー、中国：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量

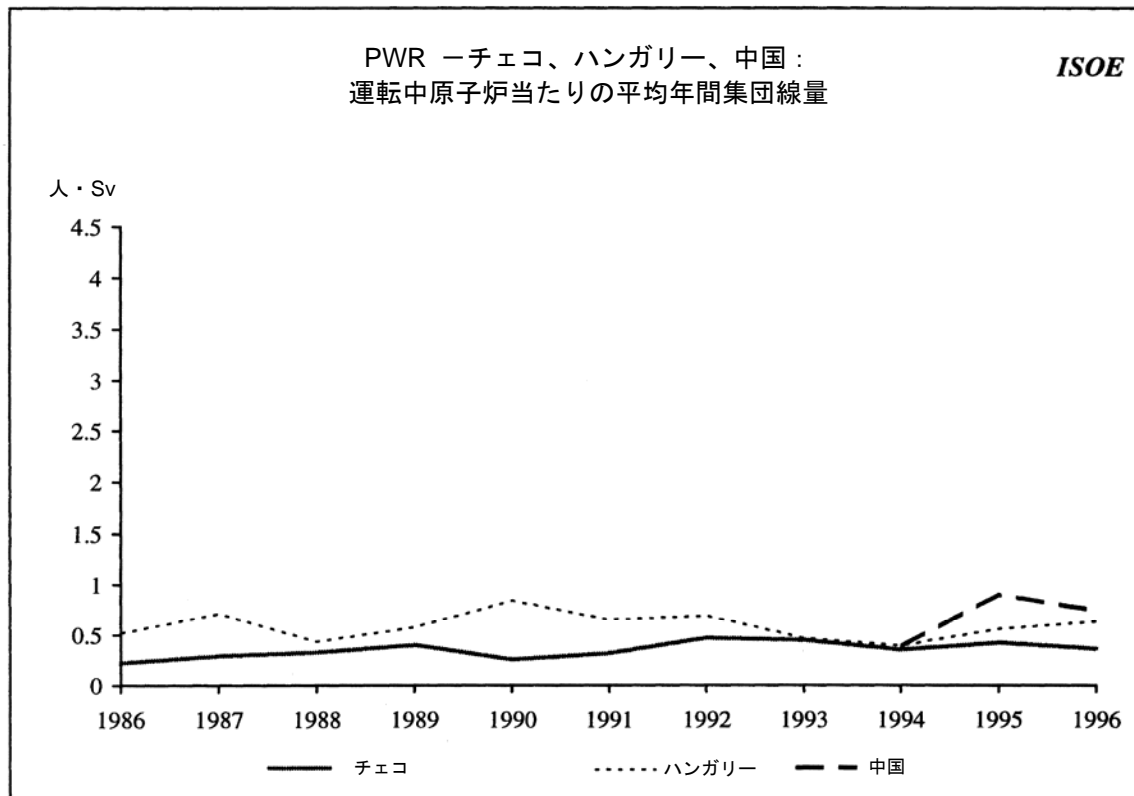


図 2 1 PWR - ブラジル、韓国、スロベニア：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量

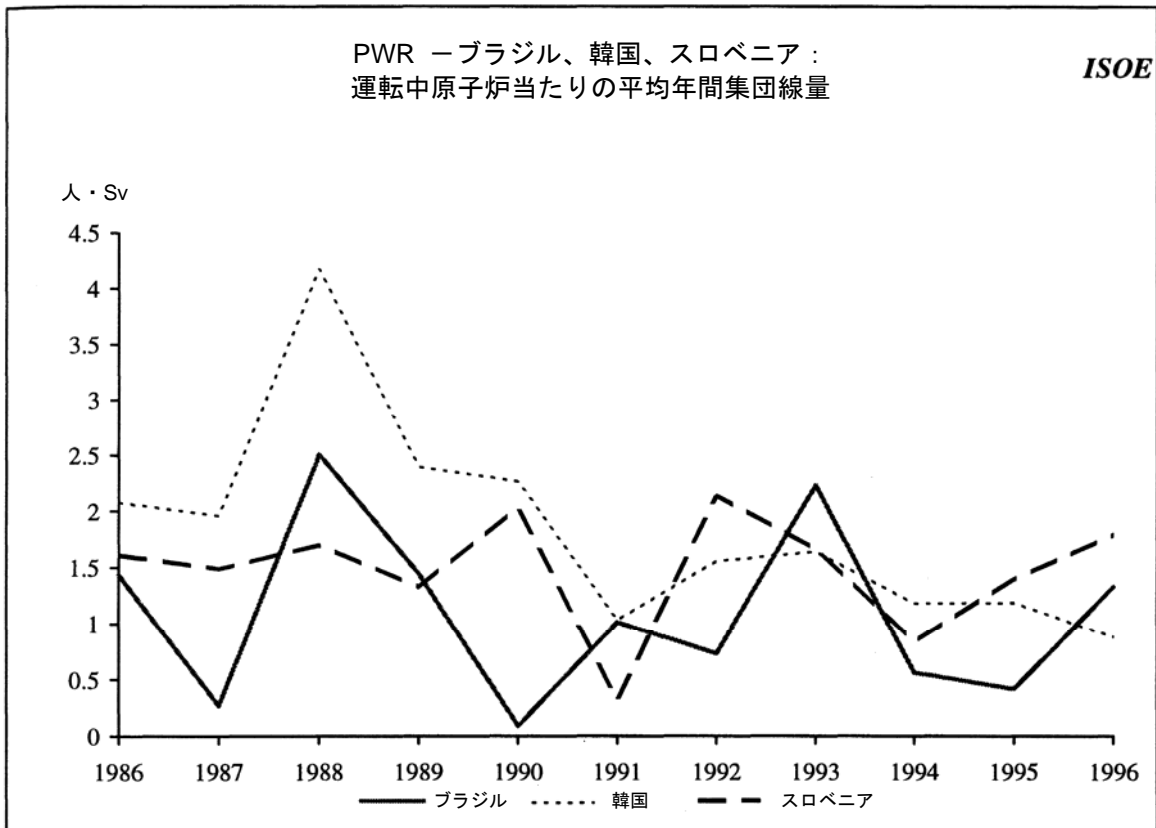


図 2 2 PWR - スロバニア、南アフリカ：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量

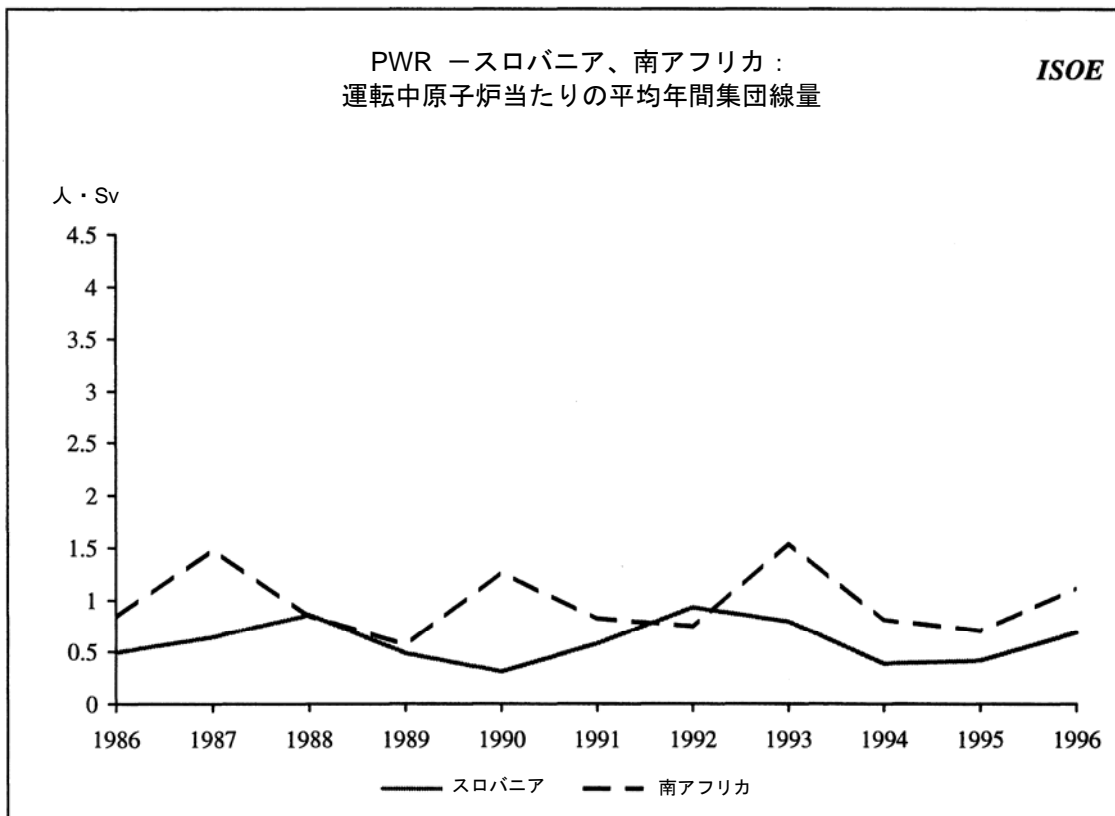


図 2 3 GCR -日本、フランス、イギリス：運転中原子炉当たり平均年間集団線量

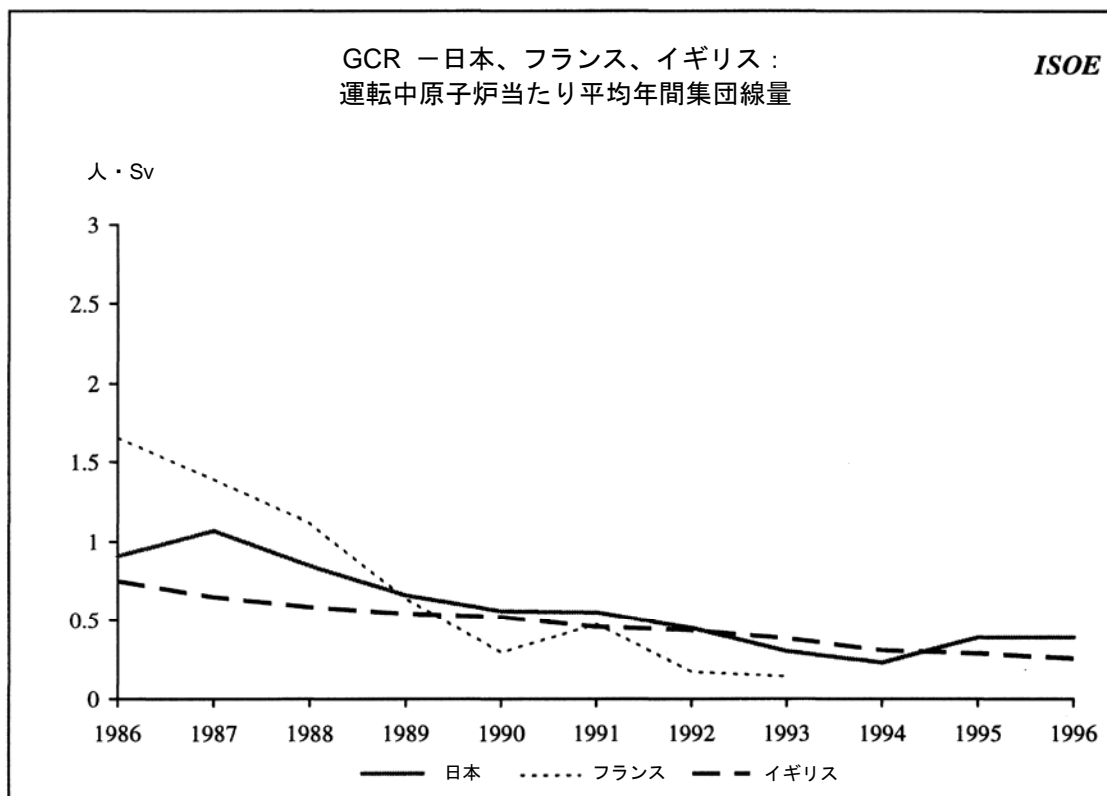


図 2 4 GCR -スペイン、アメリカ：運転中原子炉当たり平均年間集団線量

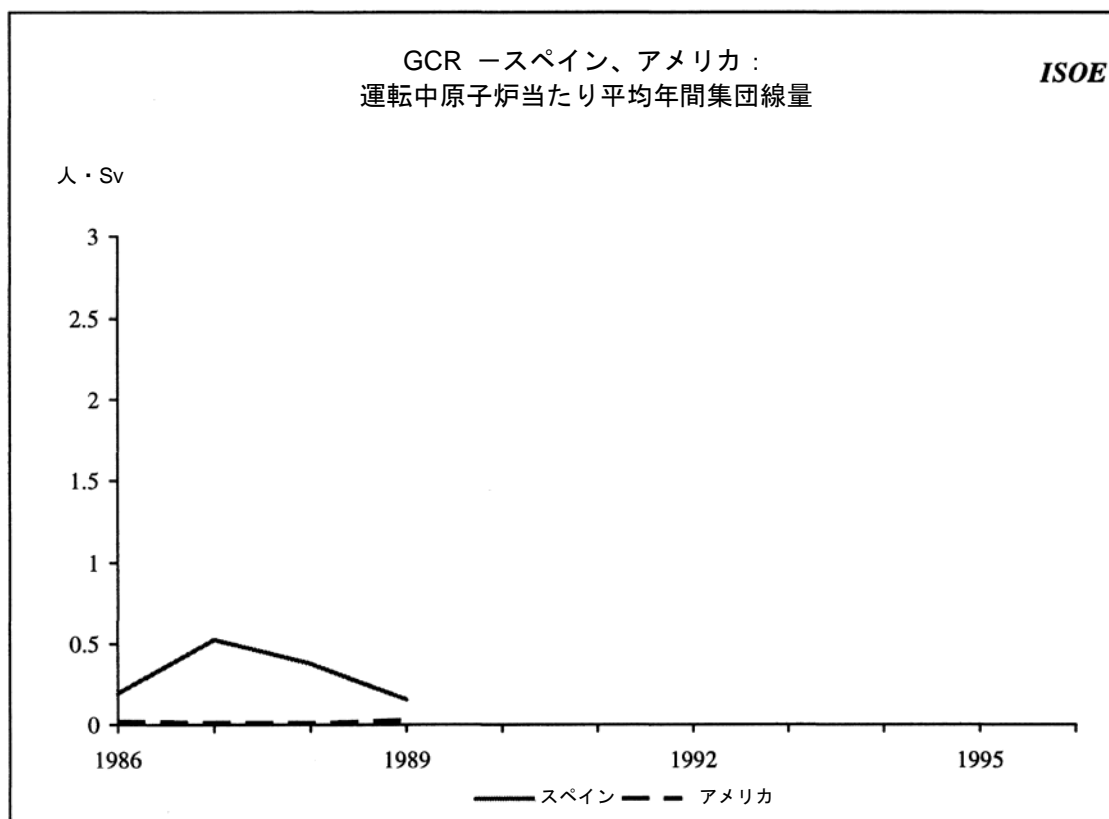
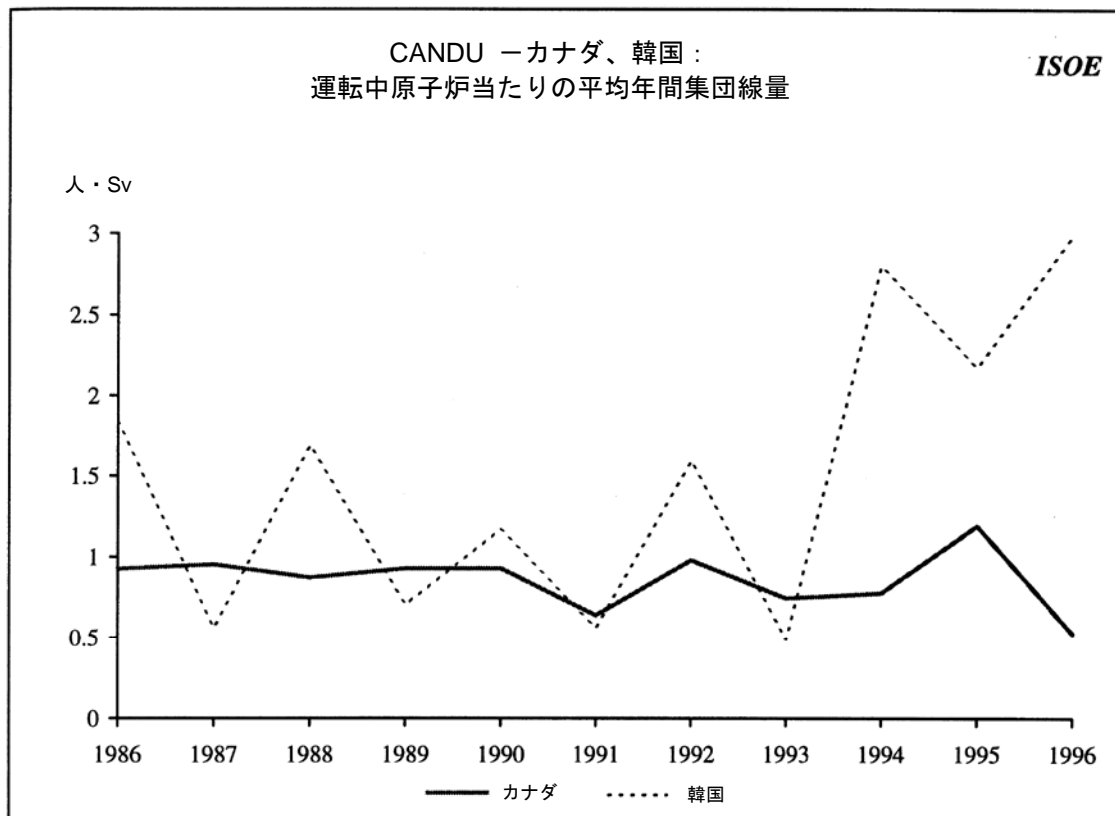


図 2 5 CANDU -カナダ、韓国：運転中原子炉当たりの平均年間集団線量



4.3 1996 年における運転中原子炉の集団線量に対する外部作業員ならびに点検及び燃料交換停止の占める割合

表 6 は、1996 年の ISOE 参加諸国における、総集団線量に対する外部作業員の影響について示している。一般的には、1996 年の値は、その前年の測定値からは大きく変化していない。ここで注意すべきことは、外部作業員とは、そのプラントに所属していない作業者を意味していることである。それには、請負業者以外に、同時にまた、サイトに常時配置されていない電気事業者の作業員も含まれる。

総集団線量に対する外部作業員の影響は、諸国間でかなり大きく異なった状態のままである。例えば、PWRs に関しては、中国では 27%、スイスでは 57%、一方、日本では 97% であり、BWRs に関しては、オランダでは 49%であるが、日本では 95%であり、CANDUs に関しては、カナダでは 9%であるが、韓国では 77%である。

表 7 及び表 8 は、ISOE 参加諸国の 1996 年における総集団線量に対する運転中 BWR 及び PWR の運転停止の影響を示している。

表6 1996年における国別及び炉型別の集団線量に対する外部作業員の占める割合

	国	外部要員が受けた集団線量のパーセンテージ
PWR	ベルギー	84%
	チェコ共和国	73%
	フィンランド	79%
	フランス	79%
	ドイツ	88%
	ハンガリー	61%
	オランダ	80%
	スペイン	94%
	スウェーデン	66%
	スイス	50%
	英国	82%
	ヨーロッパ	81%
	日本	97%
	韓国	93%
	米国	N.A.
PWR	ブラジル	75%
	中国 ¹	27%
	スロバキア共和国	N.A.
	スロベニア	78%
	南アフリカ	N.A.
BWR	フィンランド	81%
	ドイツ	78%
	オランダ	49%
	スペイン ²	89%
	スウェーデン ³	87%
	スイス	70%
	ヨーロッパ	82%
	日本	95%
	メキシコ	N.A.
米国	N.A.	
GCR	英国	N.A.
	日本	92%
LWGR	リトアニア	34%
CANDU	カナダ	9%
	韓国	77%

1. データは、2つの原子炉については3タイプの要員（プラント、外部及び分類なし）に分類されていた。これらのデータは、計算では考慮されていない。
2. データは、2つの原子炉については3タイプの要員（プラント、外部及び分類なし）に分類されていた。これらのデータは、計算では考慮されていない。
3. データは、3つの原子炉については要員のタイプには分類されていなかった。

表 7 1996 年における運転中 BWR の集団線量に対する点検及び燃料交換停止の占める割合

国	合計集団線量に対する点検及び燃料交換停止線量の占める割合
フィンランド	85%
ドイツ	64%
オランダ	68%
スペイン	82%
スウェーデン	92%
スイス	72%
ヨーロッパ	82%
日本	?
メキシコ	88%
米国	80%

表 8 1996 年における運転中 PWR の集団線量に対する点検及び燃料交換停止の占める割合

国	合計集団線量に対する点検及び燃料交換停止線量の占める割合
ベルギー	88%
チェコ共和国	86%
フィンランド	95%
フランス	84%
ドイツ	85%
ハンガリー	95%
オランダ	78%
スペイン	78%
スウェーデン	78%
スイス	80%
英国	92%
ヨーロッパ	85%
ブラジル	95%
中国	94%
日本	?
韓国	69%
スロバキア共和国	93%
スロベニア	89%
南アフリカ	83%
米国	89%

第5章

参加国によって報告された1996年の主な出来事

本章は、1996年において運転中の原子力発電プラントを持つ各国の集団線量に対して影響を与えた主要事項を記載するものである。この情報は参加各国から直接提供された。

ベルギー

Tihange :

1号機：今年中に被ばく線量に影響を及ぼした特別な作業は、格納容器内のほう酸タンクの解体で、(1.3mSv)、蒸気発生器足場の仕上げ(20.1mSv)及び水素再結合器の据え付け(7.9mSv)であった。

2号機：主な作業は600本の蒸気発生器管のニッケル被覆(159 mSv)ならびに2本の伝熱管の施栓(6.5mSv)及び一次系ポンプの水密シールの試験(27mSv)であった。

3号機：来年の蒸気発生器取替の準備中である。この作業準備の線量は22.6mSvであった。2回の計画外停止中におけるこれら蒸気発生器の漏えい伝熱管の管理及び施栓のための線量はそれぞれ63.7、213mSvあり、また計画停止中の値は135.7mSvであった：これは、当該年の年間総線量当量の41.2%ということになる。一方、原子炉容器蓋上面における貫通部の検査及び修理では被ばく線量は50mSvであった。

Doel :

1号機/2号機：集団線量に影響を及ぼすような特別な事柄はなかった。

3号機：主要事項としては、原子炉容器のASMEコードによる供用期間中検査(ISI)及び原子炉蓋スタンドパイプの計画停止中の漏えい修理作業で、これらの活動による集団線量はそれぞれ0.37mSv及び24.69mSvであった。

4号機：年次定期停止期間中に3基の蒸気発生器が交換され、この作業に対する集団線量は620mSvであった。また同期間中に原子炉容器のASMEコードによる供用期間中検査(ISI)及び炉心出口熱電対の交換が行われた。これら作業に対する集団線量はそれぞれ3.02mSv及び11.49mSvであった。

ブラジル

アングラ原子力発電所1号機における最も大きな出来事は、原子炉炉内構造物の10年目の供用期間中検査を含む燃料交換停止であった。この停止期間に対する総集団線量は1.33人・Svであり、個人の被ばく線量が11.5mSvを越える作業員はいなかった。

カナダ

22 基のカナダ CANDU 炉に対する年間総集団線量は 0.53 人・Sv で、過去年代の典型的なレベルにまで下がった。

Ontario Hydro 社では総集団線量は 36%減少し、0.58 人・Sv/炉であった。同社の各発電所における放射線関連の出来事は下記の通り：

Pickering (0.45 人・Sv/炉)：

PND における活動は、特別な、非放射線的作業を最初に実施するために、8 基あるプラントの内 5 基の長期停止が主体となった。A 発電所における主要な放射線作業は 2 号機の一次冷却系過圧逃し弁及び配管ならびに 4 号機の停止時冷却熱交換器の修理を完了することであった。B 発電所ではプラント 4 基全部の緊急時冷却材注入系逆止弁の予防的な修理が行われた。6 号機原子炉建屋における高圧サービス水用弁の修理作業もまた集団線量に影響した。

Bruce “A” (0.66 人・Sv/炉)：

1 号機蒸気発生器保守清掃作業は 1996 年に持ち越された。3 号機の燃料チャンネルの検査は放射線作業であった。2 号機は年間を通して停止された。

Bruce “B” (0.45 人・Sv/炉)：

7 号機の計画停止 1 回及び燃料交換機ヘッドの詰まりによる強制停止が集団線量に影響した。

Darlington (0.28 人・Sv/炉)：

1 号機の主な停止が、3 号機の蒸気発生器の小修理及び燃料交換機ヘッドの 1 号機チャンネルでの詰まりと同様に集団線量に影響した。

Ontario Hydro 社における 1996 年度の内部被ばく（主としてトリチウム）は集団線量の 24%まで僅かに増加した。1996 年度には 5 人・Sv 以下の放射線を受けた作業員の割合は僅かに減少して 89%になった。

New Brunswick Power 社の Point Lepreau 発電所では、1996 年度の集団線量 (0.94 人・Sv) は 1995 年から大きく減少した。プラントは冷却系への異物混入トラブルから回復した。主要な放射線作業は冷却系給水側配管の検査 (0.15 人・Sv)、及び蒸気発生器伝熱管の検査ならびに施栓作業 (0.30 人・Sv) であった。

Hydro Quebec 社の Gentilly2 号機の被ばくは 1.48 人・Sv (内部被ばく 16%) まで大きく減少した。504 名の作業員の平均被ばくは 2.39 人・mSv であった。

1996年の被ばくの76%は2週間の年次停止の間に受けたもので、この期間に蒸気発生器、燃料チャンネル検査、及び燃料交換機ギアボックスの保守が行われた。

中国

大亜湾原子力発電所：

大亜湾原子力発電所での主要な出来事は制御棒駆動装置の交換であった。

2号機での交換作業は1996年1月1日に始まり14日に終了した。58人がこの作業に参加し、集団線量は100.13人・mSvであった。この作業に対する個人の最大被ばくは4.36mSvであった。

1号機の交換作業は1996年4月9日に開始され、5月2日に終了し、集団線量は155.01人・mSvであった。

プラントの累積集団線量は1,650人・mSvでその内制御棒駆動装置交換によるものは15.5%であった。

秦山原子力発電所：

秦山における主要な出来事は燃料交換停止で、62日間で終了し、集団線量は739.24人・mSvであった。これは秦山発電所の1996年の集団線量(779.71人・mSv)の94.8%に相当する。

停止中の主要作業は：

- 蒸気発生器の保守及び検査：87.39人・mSv
- 弁関連作業：44.06人・mSv

チェコ共和国

Dukovany 原子力発電所における最も重要な出来事は燃料交換停止（複数回）であった。

1号機： 計画停止1回、停止期間：39日間。停止期間に対する集団線量は0.31人・Sv。これはDukovany 原子力発電所の1996年度における集団線量の21%に相当する。

2号機： 長期の計画停止1回、停止期間：70日間。停止期間に対する集団線量は0.43人・Sv。これはDukovany 発電所の集団線量の約30%に相当する。

3号機： 計画停止1回、停止期間：58日間。停止期間に対する集団線量は0.38人・Svで、3号機の集団線量の約36%は蒸気に起因するものである。これはDukovany 発電所集団線量の約26%に相当する。

4号機： 計画停止 1 回、停止期間：39 日間。停止期間に対する集団線量は 0.13 人・Sv でこれは Dukovany 発電所の 1996 年度における集団線量の約 9%に相当する。

フランス

1) 集団放射線被ばく：

放射線の集団被ばく量は 1996 年を通して減少を続け、EDF の 2000 年の目標値 1.2 人・Sv/炉・年に向けて順調に進んでいる。

今後の改善は 1300MW プラントの燃料サイクルの延長ならびに燃料交換のみの停止の導入が考えられている。これらは 900MW シリーズプラントの 10 年点検の第 2 の被ばくピークと相殺されるであろう。

商業運転に使用されている原子炉 1 基当たりの平均集団線量は 1996 年に約 3%減少し、1995 年度の 1.63 人・Sv に比較して 1.59 人・Sv のレベルに達した。

放射線被ばく量低減努力の達成例：過去 2 年間原子炉容器の開放及び閉鎖の間の被ばくレベルは、900MW 及び 1300MW シリーズに対してそれぞれ 22%及び 33%低くなった。

1996 年に観測された極端な運転条件での 2 基の原子炉の間の線量測定の違いの例：Golfech 2 号機、最近の原子炉で「燃料交換のみ」の停止期間、被ばく線量 0.31 人・Sv に対して、Chinon B2、ホットスポットを持つ原子炉で 10 年定検停止期間、被ばく線量 5.5 人・Sv。

大きな違いが確かに原子炉間に存在する：最悪の結果を示しているプラントを改善することは明らかに将来における総合的な利益を得るのに重要な効果を持つ。

2) 個人放射線被ばく

1992 年以来毎年減少してきた期間の後、個人の放射線被ばくのレベルは対照的な結果を示している。30mSv 以上の年間被ばくを受けた作業員の数は減少を続け非常に低いレベル (55 人) になった。しかしながら、年間 20 mSv を越える被ばくを受ける作業員は 500 人で殆ど変わらない。

我々は EDF の目標、すなわち「2000 年までに事故を除いて被ばく線量 20 mSv 以上の作業員数ゼロ」を達成しよう 1997 年度にさらに努力する。

現在進行中の ALARA プロジェクトの実施によってまもなく、この目的は達成されるであろう。

特別行動計画は放射線に対する個人の被ばくを低減することを目標としている。1996年に立案されたこの計画は管理区域で作業するすべての契約業者、特に年間 20 mSv 以上を被ばくしている作業員の 90%近くを雇用している 27 社を目標として提出された。この計画は必要な場合は何時でも、最も多く被ばくした作業員を被ばくのリスクのより少ない作業に配置転換することを要求するものである。全国的及び地方の連絡及び調整が個人の監視と共に線量率低減のための楔として既に行われ、将来さらに重要な役割を演ずるようになる。我々の最も重要なことは配管の保温、足場あるいは溶接のような被ばく上最も微影響の大きい作業において作業員を監視することである。

3) ALARA プロジェクト

開始されてから 2 年後に、ALARA の主導は勇気付ける結果を生み出した。1996 年度に達成された重要な出来事は：

- 最も脆弱なサイトに対する放射線被ばく基準が完成に向けて着々と進められている。これは全ての原子力発電プラントならびに膨大な数の請負業者を含めて全体の成果である。蒸気発生器運転に関する部分（被ばく全体の 20%）は 1996 年末までに完成された。大部分の非破壊試験についても同様である。被ばく量全体の約 50%を占めるその他の活動に対しては、一部は文書化されており、1997 年中には完成する。
- 幾つかのプラントの間で特別グループが結成され基準データを集めたネットワークを管理しそれによって相互の経験を共有かつ向上させることを目標としている。このネットワークでは、試験、特殊又は通常運転に対する本社技術支援、本社エンジニアリング支援、そして設計変更に対するエンジニアリンググループである。
- 実際と計画時の線量測定の変動の分析は各停止期間毎に系統的に行われている。

ドイツ

ドイツ原子力発電所における殆どの停止期間は 20 から 30 日の範囲である。最も短い停止は Necker 2 号機で 15.2 日間であり、最も長いものは Brunsbuttel (51 日間)、Krummel (68 日間) 及び Biblis B (67 日間) であった。年間集団線量は Brunsbuttel 及び Krummel で通常レベルであるのに対して、Biblis B では集団線量が 11.69 Sv でその内 1 Sv がプラント従業員、また 10.69 Sv が契約業者の従業員に対するものであった。Biblis B の高い被ばく線量は何年か前と同様に再び発生し、主冷却ポンプの軸受け構造物での修理部品と測定管の、腐食効果の検出に関して、広範囲の検査及び修理によって生じたものと考えられた。これらのことにより、電力会社が全ての事実問題を明確にし適切な修理概念を作成したにも拘わらず、地方の監督当局が広範囲の質問や要求のリストを作成するきっかけになった。配管中の腐食は、プラント建設期間中にグルテンを含んだ塩素が使用された配管部品に対しての塩素誘起応力によってもたらされた。一例では腐食

の結果僅かな漏えいが起こり、そのためにその電力会社は詳細な検査及び今後のこの種の事象を避けるために洗浄計画を実施することとなった。

過去 2 年間を通じて、発電プラントの放射線防護専門家は国内及び国際レベルで着手された α 値の考慮に基づく ALARA の考え方を取り入れた定量的放射線防護最適化の方法を学んできた。この研究の結果は、現在試験版としてドイツの原子力発電所で自発的实施ベースで採用されている α 値概念に至った。この経験のフィードバックはドイツの放射線防護専門家グループに集められ、評価される予定である。結果には関係なく、 α 値概念は ALARA 管理に対する決定基準の一つであると考えられ、そしてそれは放射線防護努力において財政上均衡のとれた最適点に到達するのに役立つに違いないと考えられる。

日本

最初の ABWR (1356Mwe) : 柏崎刈羽 6 号機は 11 月に営業運転を開始した。2 番目の ABWR (1356Mwe) : 柏崎刈羽 7 号機も試運転を開始し、11 月に初臨界に到達した。玄海 4 号機 (PWR,1180Mwe) は試運転を開始し、10 月に初臨界に到達した。

1996 年度に対する全体集団線量について述べると、23 基の PWR に対する値は 23.82 人・Sv、また 28 基の BWR については 44.79 人・Sv であった。前年よりわずかに増加した GCR の線量を含めて商業炉全体に対する数値は 68.99 人・Sv であった。全ての商業炉の 1 基当たりの平均集団線量は 1.33 人・Sv で前年と同じであった。

一方、1996 年度中に終了した定期検査の間、平均集団線量は PWR に対して 1.61 人・Sv また BWR に対して 2.25 人・Sv であり、全体として前年より増加した。これらの結果の主な要因は、特に BWR に対しては、改良工事量の増加であった。

リトアニア

1996 年に Ignalina 原子力発電所での集団線量に影響を及ぼした出来事は次の通りである :

- 1 号機 : ドラム型気水分離器水平衡管の解体(0.747 人・Sv)
- 一次系弁の修理(0.397 人・Sv)
- 一次系 800mm 径配管溶接欠陥の補修(0.641 人・Sv)
- ドラム型気水分離器水平衡管溶接欠陥の補修(0.198 人・Sv)
- ドラム型気水分離器枝管溶接欠陥の補修(0.107 人・Sv)
- 一次系金属構造物の欠陥検出(0.128 人・Sv)
- 原子炉蒸気及びガス排出系の近代化(1.325 人・Sv)
- 保温作業(0.135 人・Sv)

2号機：ドラム型気水分離器水平平衡管の解体(0.617 人・Sv)
一次系弁の修理(0.129 人・Sv)
一次系 800mm 径配管溶接欠陥の補修(0.549 人・Sv)
ドラム型気水分離器枝管溶接欠陥の補修(0.035 人・Sv)
一次系金属構造物の欠陥検出(0.148 人・Sv)
原子炉蒸気及びガス排出系の近代化(0.858 人・Sv)
保温作業(0.089 人・Sv)

2号機の保守期間にこれら作業を実施した後の集団線量は 2,425 人・S であった。これは 1996 年の 2号機の停止期間における総被ばく量の 52%、また Ignalina 原子力発電所の請負作業員を含む従事者の年間被ばく量の 16%に相当する。

メキシコ

1996 年、2つの長期停止があった。1号機につき 89 日、2号機につき 85 日であった。いずれの場合も、クリティカル・パスは、タービンの検査及びブレード取替えによるものであった。

ルーマニア

Cernavoda 発電所 1号機が 1996 年 12 月 2 日、商業運転に入った。

スロバキア共和国

Bohunica 原子力発電所では、4 基の PWR が運転中である。集団線量に対する主な原因は、計画停止中の活動により生じたものである。これらの活動の大多数のものは、制御及び保守の長期計画に従って実施されたものである。しかしながら、いくつかの改造作業もあった。例えば、蒸気発生器中に上部給水分配システムを取付けたことなどである。1996 年中、2 基の原子炉で標準的な停止 (45 日間及び 46 日間のもの) があった。2 基の原子炉で大きな停止 (3 年毎に計画されている) があり、これには原子炉容器の管理を含め、品質管理のより幅広い計画があった (停止期間は 78 日間及び 79 日間)。

2号機における長期停止 (78 日間) 中、大規模な改造が行われた。被ばくした最大の集団線量は、蒸気発生器の下降配管下部における改造作業によるもので、229.34mSv であった。定常の停止時作業中には、蒸気発生器中の給水分配管 34 号、41 号及び 43 号の取替作業が行われた。この集団線量は、それぞれ 22.49mSv、40.7mSv 及び 57.62mSv であった。

停止中の最高の集団線量は、装置の取り外しと組立て (27%) 及び品質管理と試験 (17%) から生じるものである。1996 年中に作業員は停止期間中、蒸気発生器についての作業から 30%の集団線量を、原子炉についての作業から 25%の実効集団線量を、また、一次系冷却材配管、放射性廃棄物及び燃料被覆管の健全性の管理についての作業から 34%を受けている。

1996 年中に最大の被ばくをした作業機能グループは、特別の保守作業をした溶接職工及び機械工、品質管理技術員及び一次系の運転員であった。どちらの原子力発電所でも、2 基の原子炉についての大きな停止があったため、1995 年より大きな集団線量となった。

Bohunica 原子力発電所：

1 号機：特別の事象はなし。

スロベニア

Krsko 原子力発電所：

1996 年についての放射線上の性能指標は、次のようなものであった：

- 集団放射線被ばく線量は、2.01 人・Sv
- 最大個人線量は、16.85mSv
- 平均個人線量は、2.26mSv

この集団線量は、最大許容レベル（1.5～2 人・Sv）におけるものである。過去 5 年間における平均値は、1.61 人・Sv であった。目標は、1.5 人・Sv と設定されている。燃料取替停止時（第 13 次燃料サイクル末期）、蒸気発生器の細管のスリーブ付けによる保守作業があり、これが更に 0.53 人・Sv という大きな線量を追加した。取り付けられた蒸気発生器細管スリーブの総数は 488 本である。特定の作業としては、固着した原子炉容器蓋ボルトの取り外し作業、及び原子炉容器底部からの異物の取り出し作業もあった。この物質は、主として先の蒸気発生器端栓取り外し作業からの残留屑であり、この作業が幾らかの燃料破損を引き起こしたものである。

燃料取替停止からの総集団線量は、1.58 人・Sv であった。発電所は、65 日間送電網から切り離されていた。蒸気発生器細管を修理し再使用することで、施栓を 17.29%でなく、13.15%とすることができた。これらの条件下で、また、予測される細管の劣化に基づくと、両方の蒸気発生器が取替えられる前に、今後 4 年間は出力レベルを 100%とすることができると。

蒸気発生器残渣及び樹脂の乾式処理を用いて廃棄物処理従業員の被ばく線量を更に低くし、放射性廃棄物の量を低減する改造が開始された。

南アフリカ

南アフリカにおいては、原子力発電は、Koeberg 原子力発電所における 2 基の PWR によって行われている。1996 年においては、主な線量への影響は、燃料取替停止 108（48 日間）で集団線量が 869.7mSv のもの、及び停止 207（51 日間）で線量が 897.3mSv のものからであった。停止期間は、1999 年には 26 日間まで低減するよう計画されている。

特筆すべきことは、いずれの従業員も 1996 年に 15mSv を超えて被ばくした者がおらず、3 人のみが 10mSv を超える被ばくとなったという事実である。ALARA では、発電所の総集団線量としては 2400mSv を計画していたが、実際は、総計 2219.4mSv ということになった。

主に線量に影響したものは、次の通りである：

- 蒸気発生器の外皮の取替え作業、207: 52.55mSv
- 原子炉建屋内における外皮の取替え作業、207: 41.55mSv
- 原子炉キャビティにおける保守作業、207: 35.30mSv
- 蒸気発生器スラッジ・ランシング、207: 35.25mSv
- SG ノズル・ダムの取付け、取り外し、108: 42.05mSv
- 能動弁の B サービス、108: 45.35mSv

スペイン

スペインの原子力発電所における総集団線量は、次のような分布となっている：

- 7 基の PWR 原子炉：10.29 人・Sv (1.47 人・Sv/炉)
- 2 基の BWR 原子炉：5.37 人・Sv (2.69 人・Sv/炉)

注目するのに適切な点は以下の通りである：

- 規制当局及び原子力発電所が共同して「放射線被ばくの最適化の管理」という報告書を作成した。この報告書の目的は、原子力発電所の探求に参加している会社の組織が、電離放射線への被ばくの最適化を管理するため考慮すべき一般原則を確立することである。
- Asco II 原子力発電所における特異な計画
 - 蒸気発生器の取替え：1.58 人・Sv
 - RTD のバイパスの取替え：0.29 人・Sv
 - その他の改造：0.91 人・Sv

これらのプロジェクトが、総集団線量の 75% を占めている。

- Almaraz I 原子力発電所における特異な計画：
 - 蒸気発生器の取替え：1.56 人・Sv
 - RTD のバイパスの取替え：0.37 人・Sv
 - ヘッド・クロージャ・ベッセルの取替え：0.29 人・Sv

これらの計画が、総集団線量の 58%を占めている。

- Cofrentes 原子力発電所は、数年間、停止時エンジニアリング計画に取り組んでおり、その結果、3 年毎に 1 回の長い停止と 1 回の短い停止をセットとすることになっている。1996 年には、最初の短い燃料取替停止が行われたが、これは、20 日間という計画に対し、19 日間 15 時間で実施された。これがうまくいったことで、停止時に 1.35Sv、年間を通して 1.81Sv という集団線量（停止及び運転）という値とすることができた。
- 燃料取替時集団線量（4.17 人・Sv）に一番影響するものは、次のようなものである：
 - 水素注入のため、ソース・タームが 20-30%増大した。
 - 浄化系の改造（熱交換器の取替え）：0.69 人・Sv
 - 中間蒸気隔離弁での保守及び改造作業：0.69 人・Sv
 - 2 基の再循環弁のロッドの取替え：0.13 人・Sv

この改造を考慮に入れない場合、1996 年の結果は、1994 年における燃料取替停止時の結果（3.36 人・Sv）と同程度のものであり、これは、Sta.M de Garona 原子力発電所の最高記録の一つであった。

スウェーデン

スウェーデンの BWR 原子力発電所における過去数年間の被ばく線量の落ち着いた傾向は、やや上昇気味に転じている。職業被ばくの増加に影響している作業のうち最も重要な事象は次のようなものと考えられる：

Barsebaeck 発電所： 両ユニットについての燃料取替停止は、同じ理由から、それぞれ 31 日間及び 44 日間延長された。これは、通常の見積中に発見された、残留熱、すなわち、停止時熱除去系中の溶接部のクラックによるものであった。この結果、配管、ポンプ及びサスペンションを取替えることとなった。停止時総線量は、当初見積を 50%をわずかに超える程度まで増加した。計画外作業によって線量増加の影響を受けた従事者のカテゴリーは、機械チームであった。しかし、保温材、検査及び除染／清浄のチームもまた同様に増加した従事者線量による影響を受けた。

Forsmark 発電所： 1 号機及び 2 号機は、近代化計画を受けているところであり、将来の発電を確保しようとしている。従って、線量予測値は、先の数年間よりは、やや高いものとなっている。1996 年についての線量目標値は、1 号機及び 2 号機について、1.1 及び 1.2 人・Sv であり、これはそれらの目標値を 25%増で上書きするものであった。これが生じたのは、主としてクラックの欠陥表示が RPW ヘッド及び残留熱、すなわち、停止時熱除去系にみられたためとられた措置によるものである。1 号機及び 2 号機のいずれについても、集団線量の約 40%は、蒸気及びタービン系統に由来するといえるものである。この系統では、蒸気中に高い湿分があつて、それにより線量率が上昇しているからである。3 号機は、とく

に問題となることもなく、通常の燃料取替停止期間となった。線量目標値は、年間 1.3 人・Sv に設定されており、これを 0.1 人・Sv 下回った。

Oskarshamn 発電所： Oskarshamn 発電所の 3 基全てについての職業被ばくは、9.1 人・Sv であった。1996 年の報告された総従事者線量の約 6% は 1 号機の停止時の被ばくであり、これは 1997 年に 64 日間食い込んだ。3 基とも今後の安全な発電を確保するため、継続的に改造工事を行っている。今年の共通の停止は、残留熱除去、すなわち停止時熱除去系統の改造である。これは、隔離弁及び運転装置を取替え、また、系統配管を最適化するもので、将来の検査を低減するためにするものである。

1 号機は、約 30% の、線量に最も影響する作業があったが、それは当局の指示に従い再循環系統及びシュラウド・ヘッドの検査計画を増強したものであった。2 号機は、格納容器内の水位の変動に対応して、すべてのケーブル配線ならびにコンジット及びスイッチ・キャビネットを取替えて最新化を図った。これは、2 号機の総集団線量である 5.4 人・Sv の約 40% という、かなり大きな影響を与えた作業であった。3 号機の停止は、RPV 内部にある炉心スプレイ系統アタッチメントの計画されない改造作業により 8 日間延長された。この作業は集団線量を約 40% 増加させる影響をもった。

Ringhals 発電所： 1 号機では、燃料取替停止時総集団線量の約 25% が、1997 年の停止時に開始された改造計画についての準備作業に影響した。それは、再循環系統及び残留熱除去、あるいは停止時熱除去系統内の接続、配管及びステライト弁の取替えを含む最新化計画である。その他、LOMI 法を用いた、これらの系統の除染も影響している。

スウェーデンの PWR 原子力発電所の職業被ばくの傾向は、低下しつつある。今年の職業被ばくに対する作業の影響で最も重要なものは次のようなものであった：

Ringhals 発電所： 2 号機の、1992 年に制御棒貫通孔で発見されクラックによる原子炉容器ヘッド取替え。作業が従業員被ばくに与えた影響は、燃料取替停止時総集団線量の約 40% であった。1989 年に取り換えられた蒸気発生器チャンネル・ヘッド中での線量率は、低レベルでの定常状態に落ち着いたようである。

3 号機は、23 日間という短い燃料取替停止であり、特記事項はなかった。蒸気発生器チャンネル・ヘッド中での線量率は、取替え後 1 年を経過したものであったが、低いものと考えられた。

4 号機は、通常の 28 日間の燃料取替停止であり、特記事項は何もなかった。蒸気発生器（取替えられていない）中の線量率は安定しており、また依然として非常に低い。

スイス

発電及び燃料取替停止

4つのサイトにある5基の原子力発電所は、標準的な期間の通常燃料取替停止を行った。どの発電所でも、本当に大きな保守あるいは改造作業は計画されず、このため、歴年についての集団線量としていずれも低線量の新記録となった。

<u>発電所</u>	<u>人・Sv</u>
Beznau I	0.52
Beznau II	0.68
Muehleberg	1.40
Goesgen	0.92
Leibstadt	1.96

スイスの原子力発電所において被ばくした最大の個人線量は、15.2mSvである。これは、スイスの法的限度である20mSvというものが、1996年においてもやはり大きな問題とはなっていないことを示している。

1996年における進展

重大な規制上あるいは安全上の改造も行われなかった。スイス憲法での10年の原子力モラトリアムは、なお生きており、新しい発電所を企画することはできないが、今後中期的には、いずれの発電所を停止することも考慮されていない。

中期的な進展

すべてのタイプの廃棄物用の国立中期廃棄物貯蔵サイト（PSI 研究所に隣接し、Beznau 原子力発電所に近い Wuerenlingen）の建設サイトにおける立ち上げは、このモラトリアムの影響を受けない。

計画されている唯一の大きな新規の中期作業は、Beznau II で 1999 年に予定されている蒸気発生器取替である。

アメリカ

1996年、アメリカの原子力発電所は、燃料取替停止期間及び運転コストの低減のため、作業管理イニシアティブに焦点を絞った。この焦点は、今後数年間にわたるアメリカエネルギー市場の規制緩和と競合に備えるための全社的な計画により進展した。また、特定のアメリカの原子力発電所、例えば、Limerick 発電所及び Peach Bottom 発電所で、過去数サイクルにおいて短期間で燃料取替停止の達成に成功しており、それが、他の原子力発電所に同様な停止の目標を達成するよう刺激を与えている。国際協力の利点を認識する上で、Limerick 発

電所及び Peach Bottom 発電所が短期間での燃料取替停止を達成した理由の一つは、ヨーロッパ式の作業管理及び発電所保守の考え方を採用したことにある。

1996 年に最短の停止期間であったアメリカの発電所は次のようなものである：

<u>発電所</u>	<u>日間</u>	<u>人 mSv</u>
Limerick 発電所 1 号機	24.8	1529
Peach Bottom 発電所 2 号機	19.45	1320
South Texas 発電所 1 号機	22.6	1136

幾つかのアメリカの原子力発電所は、1996 年の大半において、保守のために停止期間（規制緩和前に発電所の材料の状態を改善するため）を延長して、また、運転を継続する前に運転の仕方と設計基盤解析との調和をとり文書化するため、停止された。これらの発電所では、職業被ばくが増加する傾向にあったが、それは、発電所の保健物理の分野でより多くの保守及び検査の作業が行われたからである。

PWR のハイライト

アメリカの加圧水型炉は、新しい停止時化学管理のプロトコルを実施して、燃料取替停止時の放射線区域を安定化することにより、職業被ばくを低減している。蒸気発生器取替はアメリカで継続されており、実際の取替作業及び将来の蒸気発生器取替計画作成のいずれもが実施されている。Point Beach 発電所 1 号機は、蒸気発生器取替用の停止を 1996 年の第 4 四半期に開始し、1997 年に終了している。Point Beach 発電所 1 号機の蒸気発生器取替についての集団線量は、1880 人・mSv であった。

Commonwealth Edison 社の Byron 原子力発電所、1997 年に 2 号機についての蒸気発生器取替を行う計画を立てた。Commonwealth Edison 社の Zion 原子力発電所についての蒸気発生器取替の実行可能性は、1996 年に検討されている。

BWR のハイライト

アメリカの沸騰水型炉の 1996 年の経験には、原子炉容器内構造物のクラック検査の増加が含まれる。多くのアメリカの発電所は、原子炉内部構造物に対する化学的な悪影響を低減し放射線区域を管理するため、水素注入及び劣化亜鉛注入を実施する計画を更に進めている。また、Iowa 州の Duane Arnold 原子力発電所では、炉内構造物における保護皮膜としてノーブルメタルを試用しており、期待できる結果を得ている。

保健物理のイニシアティブ

電力会社及び規制当局の保健物理担当者が 1996 年に取扱った 2 つの技術的なトピックスがあるが、それらは、ホット・パーティクルについての皮膚線量限度及び実効線量当量の研究である。研究作業は、産業界及び規制当局がスポンサーとなり、ホット・パーティクルの豚

の皮膚に対する線量影響の研究が行われた。アメリカ国立放射線防護測定審議会（NCRP）により、科学報告書が作成されているところである。この NCRP 報告書の発行を待って、ホット・パーティクルの皮膚線量限度の規制上の免除の機会についての評価が行われることとなっている。

実効線量当量の研究がモンテカルロ・コンピューター解析を用いて、Texas A&M 大学で行われた。この研究の結果では、単一の線量測定バッジを被ばくする作業員の上半身正面に装着すれば、その作業員の線量について適切な監視ができることが示された。これらの考え方を実施することで、発電所の放射線区域で作業するよう指定された作業員に多重のバッジ線量測定パケットを発行する必要性を低減できる。

アメリカの電力会社は、主要な発電所内の作業区域、例えば燃料取替フロア、BWR ドライウエル、及び放射性廃棄物エリアなどで遠隔モニタリング・システムを実施している。作業員は、幾つかの電子的な線量測定器を装着しており、これらは、遠隔操作で読み取り値を中央の保健物理管理ポイントに送信できるようになっている。この管理ポイントには閉回路のビデオ・モニター及び電子線量測定読み取りモニターが装備されており、幾人かの作業員の線量蓄積を追跡できるようになっている。携帯電話/ラジオも装備されており、作業員及び保健物理管理技術者間で容易に連絡できるようになっている。遠隔監視プログラムがあるため、現場で必要な保健物理技術者の人数を低減でき、放射線区域における作業をより密接に監督でき、作業チーム（例えば、保健物理技術者）の人・レム数を低減できる。

ISOE刊行物のリスト

年次報告書

- 1969～1991年のOECD諸国における原子力発電プラント職業被ばく
(ISOE第1年次報告書、OECD原子力機関、1993年6月)
- 1969～1992年のOECD諸国における原子力発電プラント職業被ばく
(ISOE第2年次報告書、OECD原子力機関、1994年5月)
- 1969～1993年の原子力発電プラント職業被ばく
(ISOE第3年次報告書、OECD原子力機関、1995年5月)
- 1969～1994年の原子力発電プラント職業被ばく
(ISOE第4年次報告書、OECD原子力機関、1996年5月)
- 1969～1995年の原子力発電プラント職業被ばく
(ISOE第5年次報告書、OECD原子力機関、1997年5月)

専門家グループ報告書

原子力発電産業における作業管理 — 職業被ばくに対して及ぶ作業管理の影響に関する ISOE 専門家グループ、OECD 文書、1997 年

テーマ別会合議事録

- 燃料破損 — 蒸気発生器交換、第1回 ISOE テーマ別会合、OECD、パリ、1994年12月
- 電子的線量測定 — 化学除染、第2回 ISOE テーマ別会合、OECD、パリ、1995年11月
- 1次水化学、及び線量測定に対して及ぶその影響 — ALARA 訓練及びツール、第3回 ISOE テーマ別会合、OECD、パリ、1996年10月

地域テーマ別会合議事録

- NARTC ワークショップ、米国オーランド、1997年

情報シート

アジア地域技術センターから：

- 日本の線量測定結果：1994 会計年度データ - アジア ISOE 情報シート 1 号、1995 年 10 月
- 1994 年度に終了した LWR の定期検査における日本の職業被ばく - アジア ISOE 情報シート 2 号、1995 年 10 月
- 日本の線量測定結果：1995 会計年度データ - アジア ISOE 情報シート 3 号、1996 年 7 月
- 1995 年度に終了した LWR の定期検査における日本の職業被ばく - アジア ISOE 情報シート 4 号、1996 年 7 月
- 日本の線量測定結果：1996 会計年度データ - アジア ISOE 情報シート 3 号、1997 年 9 月
- 1996 年度に終了した LWR の定期検査における日本の職業被ばく - アジア ISOE 情報シート 4 号、1997 年 9 月

ヨーロッパ地域技術センターから：

- 職業被ばくと蒸気発生器の取替え、CEPN ISOE 情報シート 1 号、1994 年 4 月
- 原子炉年齢と設置出力が集団線量に与える影響：1992 年データ、CEPN ISOE 情報シート 2 号、1994 年 5 月
- 最初のヨーロッパ線量測定結果：1993 年データ、CEPN ISOE 情報シート 3 号、1994 年 6 月
- 1994 年の予備ヨーロッパ線量測定結果、CEPN ISOE 情報シート 4 号、1995 年 6 月
- 最初の 3 回のフルシステム除染の概要、CEPN ISOE 情報シート 6 号、1996 年 4 月
- 1995 年の予備ヨーロッパ線量測定結果、CEPN ISOE 情報シート 7 号、1996 年 6 月
- 原子炉容器上蓋の取替え、CEPN ISOE 情報シート 9 号、1996 年 12 月
- 1996 年の予備ヨーロッパ線量測定結果、CEPN ISOE 情報シート 10 号、1997 年 6 月
- 「年間個人線量分布：入手可能なデータ及び統計的偏り」、CEPN ISOE 情報シート 11 号、1997 年 9 月
- 「職業被ばくと原子炉容器焼鈍」、CEPN ISOE 情報シート 12 号、1997 年 12 月

IAEA、NEA 非加盟国地域技術センターから：

- ISOE 専門家グループ会合、IAEA ISOE 情報シート 1 号、1995 年 10 月

北アメリカ地域技術センターから：

- 原子力発電プラントでの放射線防護に対するスウェーデン方式
- Peter Knapp 氏作成の NARTC サイト視察レポート、1996 年 7 月

その他の刊行物

- 「職業被ばくに関する国際システム、ISOE — 1995年の状況と結果」、T. Lazo、IRPA9 放射線防護国際会議の議事録、ウィーン、1996年4月14～19日
- 「国際 ISOE プログラム — ISOE アジア地域技術センターの活動」、H. Kawaguchi、Y. Shibata、N. Aiyoshi、IRPA9 放射線防護国際会議の議事録、ウィーン、1996年4月14～19日
- 「国際 ISOE プログラム — ISOE ヨーロッパ地域技術センターの活動」、L. D'Ascenzo、P. Crouail ほか、IRPA9 放射線防護国際会議の議事録、ウィーン、1996年4月14～19日
- 「国際 ISOE プログラム — ISOE 北アメリカ地域技術センターの活動」、D. Miller、IRPA9 放射線防護国際会議の議事録、ウィーン、1996年4月14～19日
- 「国際 ISOE プログラム — ISOE IAEA 技術センターの活動」、M. Gustafsson、IRPA9 放射線防護国際会議の議事録、ウィーン、1996年4月14～19日

さらに、ISOE プログラムの刊行物に関して：

- 職業被ばくに関する NEA/IAEA 情報システム・リーフレット、OECD 原子力機関、1996年4月

詳細は下記にお問い合わせください。

ISOE 事務局	
<p>Ted LAZO 博士、OECD/NEA、フランス 電話：+33 1 45 24 10 45 ファックス：+33 1 45 24 11 10 Eメール：lazo@nea.fr</p>	<p>Geoffrey WEBB 氏、IAEA、オーストリア 電話：+43 1 20 60 227 21 ファックス：+43 1 20 607 Eメール：G.Webb@iaea.org</p>
ビューロー	地域技術センター
<p>委員長 David W. MILLER 博士、イリノイ大学、米国 電話：+1 217 935 8881 ext. 3880 ファックス：+1 217 935 4632 Eメール：dwmphd@aol.com</p> <p>委員長 - 選出 Pio CARMENA SERVERT 氏、UNESA、スペイン 電話：+34 1 567 4963 ファックス：+34 1 567 4986 Eメール：nuclear@unesa.es</p> <p>副委員長 Peter KAPTEINAT 氏、VGB、ドイツ 電話：+49 201 81 28 248 ファックス：+49 201 81 28 321 Eメール：kraemerp@msn.com</p> <p>副委員長 Thommy GODAS 氏、SSI、スウェーデン 電話：+46 8 729 7244 ファックス：+46 8 729 7108 Eメール：thommy.godas@ssi.se</p>	<p>アジア (ARTC) Hiroshi KAWAGUCHI 氏、NUPEC、日本 電話：+81 3 5470 5504 ファックス：+81 3 5470 5524 Eメール：kawaguchi@nupec.or.jp</p> <p>欧州 (ERTC) Christian LEFAURE 博士、CEPN、フランス 電話：+33 1 46 54 79 08 ファックス：+33 1 40 84 90 34 Eメール：lefaure@cepn.asso.fr</p> <p>NEA 非加盟国 (IAEA-RTC) Monica GUSTAFSSON 女史、IAEA、オーストリア 電話：+43 1 20 60 227 25 ファックス：+43 1 20 607 Eメール：M.Gustafsson@iaea.org</p> <p>北アメリカ (NARTC) William GREEN 氏、Illinois Power Company、USA 電話：+1 217 362 7478 ファックス：+1 217 362 7475 Eメール：direality@aol.com</p>

添付書類 1

1996 年の職業被ばくに関するNEA情報システムの参加国

1997 年 10 月現在

電力事業者
運転中原子炉

国	電力会社	プラント名
ベルギー	- Electrabel	Doel 1, 2, 3, 4 Tihange 1, 2, 3
ブラジル	- Furnas Centrais Eletricas SA	Angra 1
カナダ	- Ontario Hydro	Bruce A1, A2, A3, A4, B5, B6, B7, B8 Pickering A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4 Darlington 1, 2, 3, 4
	- Hydro Québec	Gentilly 2
	- New Brunswick Electric Power Company	Point Lepreau
中国	- Guangdong Nuclear Power Joint Venture Co., Ltd	Guangdong 1, 2
	- Qinshan Nuclear Power Co.	Qinshan 1
チェコ共和国	- Electrostation Dukovany	Dukovany 1, 2, 3, 4
フィンランド	- Imatran Voima Oy - Teollisuuden Voima Oy	Loviisa 1, 2 Olkiluoto 1, 2
フランス	- Electricité de France	Belleville 1, 2 Blayais 1, 2, 3, 4 Bugey 2, 3, 4, 5 Cattenom 1, 2, 3, 4 Chinon B1, B2, B3, B4 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 Schwaben AG (EVS)	Obrigheim
	- Badenwerk AG (BW)/EVS	Philippsburg 1, 2
	- Bayernwerk AG (BAG)	Grafenrheinfeld
	- BAG/Isar-Amperwerk AG (IAW)	Isar 1
	- Ostbayrische Energieversorgungs-AG/Stadtwerke München (BAG/IAW/OBAG/SWM)	Isar 2
	- PreussenElektra AG (PE)	Unterweser Brokdorf Stade
	- Neckarwerke AG, TWS Stuttgart	Gemeinschafts - Kernkraftwerk Neckar, Neckarwestheim (GKN) 1, 2
	- Hamburgische Elektrizitäts-WerkeAG (HEW)	Brunsbüttel
	- HEW and PE	Krümmel
	- RWE Energie AG	Biblis A, B Mülheim-Kärlich
	- Kernkraftwerke Gundremmingen Betriebsgesellschaft mbH (KGB)	Gundremmingen B, C
	- Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG (VEW)	Emsland
	- Gemeinschaftskernkraftwerk Grohnde GMBH	Grohnde
	ハンガリー	- Magyar Vilamos M vek Rt.
日本	- 北海道電力株式会社	泊 1、2
	- 東北電力株式会社	女川 1、2
	- 東京電力株式会社	福島第一 1、2、3、4、5、6 福島第二 1、2、3、4 柏原刈羽 1、2、3、4、5、6、7
	- 中部電力株式会社	浜岡 1、2、3、4
	- 北陸電力株式会社	志賀
	- 関西電力株式会社	美浜 1、2、3 高浜 1、2、3、4 大飯 1、2、3、4
	- 中国電力株式会社	島根 1、2
	- 四国電力株式会社	伊方 1、2、3
	- 九州電力株式会社	玄海 1、2、3、4 川内 1、2
	- 日本原子力発電株式会社	東海 1、2 敦賀 1、2

国	電力会社	プラント名
	- 動力炉核燃料開発事業団 (PNC)	ふげん ATR
韓国	- Korean Electric Power Corp.	Wolsong 1 Kori 1, 2, 3, 4 Uljin 1, 2 Yongwang 1, 2, 3, 4
リトアニア	- Minatomenergoprom	Ignalina 1, 2
メキシコ	- Comisiòn Federal de Electricidad	Laguna Verde 1, 2
オランダ	- N.V. EPZ	Borssele
ルーマニア	- National Electricity Company	Cernavoda 1
スロバキア共和国	- Electrostation Bohunica	Bohunica 1, 2, 3, 4
スロベニア	- Nuklearna Elektrana Krsko	Krsko 1
南アフリカ	- Eskom	Koeberg 1, 2
スペイン	- UNESA	Almaraz 1, 2 Asco 1, 2 Cofrentes Santa Maria de Garona Trillo Vandellos 2 Jose Cabrera
スウェーデン	- Barsebäck Kraft AB - Forsmarks Kraftgrupp AB - OKG AB - Vattenfall AB	Barsebäck 1, 2 Forsmark 1, 2, 3 Oskarshamn 1, 2, 3 Ringhals 1, 2, 3, 4
スイス	- Kernkraftwerk Leibstadt AG (KKL) - Forces Motrices Bernoises (FMB) - Nordostschweizerische kraftwerke AG (NOK) - Kernkraftwerk Gosgen-Daniken (KGD)	Leibstadt Muhleberg Beznau 1, 2 Gosgen
英国	- Nuclear Electric	Sizewell B
アメリカ合衆国	- Arizona Public Service Co. - Baltimore Gas & Electric - Boston Edison Company - Carolina Power and Light	Palo Verde 1, 2, 3 Calvert Cliffs 1, 2 Pilgrim 1 H. B. Robinson 2

国	電力会社	プラント名
アメリカ合衆国	- Commonwealth Edison Co.	Braidwood 1, 2 Byron 1, 2 Dresden 2, 3 LaSalle County 1, 2 Quad Cities 1, 2 Zion 1, 2
	- Consumers Energy Company	Palisades 1
	- General Public Utilities	TMI 1 Oyster Creek 1
	- Illinois Power Co.	Clinton 1
	- Indiana and Michigan Power Company	D.C. Cook 1, 2
	- New York Power Authority	Indian Point 3
	- Pacific Gas and Electric Company	Diablo Canyon 1, 2
	- Pennsylvania Power & Light	Susquehanna 1, 2
	- PECO Energy	Limerick 1, 2 Peach Bottom 2, 3
	- South Carolina Electric & Gas	Virgil C. Summer 1
	- Southern California Edison	San Onofre 2, 3
	- Texas Utilities	Comanche Peak 1, 2
	- Wisconsin Electric Power Co.	Point Beach 1, 2

電力会社
永久停止原子炉

国	電力会社	プラント名
フランス	- Electricité de France	Bugey 1 Chinon A1, A2, A3 Chooz A St. Laurent A1, A2
イタリア	- Ente Nazionale per l'Energia Elettrica	Caorso Garigliano Latina (GCR) Trino
ドイツ	- PreussenElektra AG (PE)	Würgassen
オランダ	- NCGKN	Dodewaard
スペイン	- UNESA	Vandellos 1
アメリカ合衆国	- Southern California Edison - General Public Utilities - Commonwealth Edison Co. - Pacific Gas and Electric Company - PECO Energy	San Onofre 1 TMI 2 Dresden 1 Humboldt Bay 1 Peach Bottom 1

規制当局

ベルギー	Service de la Sécurité Technique des Installations
ブラジル	全国核エネルギー委員会
カナダ	原子力管理委員会 (AECC)
中国	中国核工業集团公司 (CNNC)
チェコ共和国	国家原子力安全局
フィンランド	放射線・原子力安全センター (STUK)
フランス	Ministère du travail, et des affaires sociales (Office de Protection contre les Rayonnements Ionisants (OPRI) によって代表される)
ドイツ	Bundesministerium Für Umwelt, Naturschutz und Reactorsicherheit
イタリア	国家環境保護庁 (ANPA)
日本	科学技術庁 (STA) 及び通商産業省 (MITI) の資源エネルギー庁
韓国	科学技術部 (MOST) 韓国原子力安全技術院 (KINS)
メキシコ	Comision Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias
オランダ	Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid
ルーマニア	原子力規制国家委員会
スロバキア共和国	国家保健局
スロベニア	スロベニア原子力安全管理局 (SNSA)
スペイン	Consejo de Seguridad Nuclear
スウェーデン	放射線防護庁 (SSI)
スイス	Office Fédéral de l'Énergie, Division principale de la Sécurité des Installations Nucléaires, DSN
英国	原子力施設検査局
アメリカ合衆国	原子力規制委員会 (NRC)

ISOE 地域技術センター

ヨーロッパ地域 (ERTC)	Centre d'etude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire (CEPN)、Fontenay-aux-Roses、フランス
アジア地域 (ARTC)	原子力発電技術機構 (NUPEC)、東京、日本
北アメリカ地域 (NARTC)	イリノイ大学、シャンペーン・アーバナ、 米国イリノイ州
NEA 非加盟国 (IAEARTC)	国際原子力機関 (IAEA)、ウィーン、オーストリア

国 — 地域技術センター加入

国	地域技術センター
ベルギー	ERTC
ブラジル	IAEARTC
カナダ	NARTC
中国	IAEARTC
チェコ共和国	ERTC
フィンランド	ERTC
フランス	ERTC
ドイツ	ERTC
ハンガリー	ERTC
イタリア	ERTC
日本	ARTC
韓国	ARTC
リトアニア	IAEARTC
メキシコ	NARTC
オランダ	ERTC
ルーマニア	IAEARTC
スロバキア共和国	IAEARTC
スロベニア	IAEARTC
南アフリカ	IAEARTC
スペイン	ERTC
スウェーデン	ERTC
スイス	ERTC
英国	ERTC
アメリカ合衆国	NARTC

国際協力

- 欧州委員会 (EC)
- 世界原子力発電事業者協会、パリ・センター (WANO PC)

参加の要約

ISOE に参加している運転中原子炉

国	PWR	BWR	PHWR	GCR	LWGR	合計
ベルギー	7	-	-	-	-	7
ブラジル	1	-	-	-	-	1
カナダ	-	-	22	-	-	22
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	54	-	-	-	-	54
ドイツ	14	6	-	-	-	20
ハンガリー	4	-	-	-	-	4
日本	23	28	-	1	-	52
韓国	10	-	1	-	-	11
リトアニア	-	-	-	-	2	2
メキシコ	-	2	-	-	-	2
オランダ	1	1	-	-	-	2
スロバキア共和国	4	-	-	-	-	4
スロベニア	1	-	-	-	-	1
南アフリカ	2	-	-	-	-	2
スペイン	7	2	-	-	-	9
スウェーデン	3	9	-	-	-	12
スイス	3	2	-	-	-	5
英国	1	-	-	-	-	1
アメリカ合衆国	26	15	-	-	-	41
合計	170	67	23	1	2	263

ISOE に参加していないが、ISOE データベースに含まれる運転中原子炉

国	PWR	BWR	PHWR	GCR	LWGR	合計
英国	-	-	-	34	-	34
アメリカ合衆国	46	22	-	-	-	68
合計	46	22	-	34	-	102

ISOE データベースに含まれる運転中原子炉の合計数

	PWR	BWR	PHWR	GCR	LWGR	合計
合計	216	89	23	35	2	365

ISOE に参加している永久停止原子炉

国	PWR	BWR	PHWR	GCR	合計
フランス	1	-	-	6	7
イタリア	1	2	-	1	4
ドイツ	-	1	-	-	1
アメリカ合衆国	2	2	-	1	6
合計	4	5	-	8	18

ISOE に参加していないが、ISOE データベースに含まれる永久停止原子炉

国	PWR	BWR	PHWR	GCR	合計
カナダ	-	-	2	-	2
ドイツ	-	2	-	-	2
英国	-	-	-	6	6
アメリカ合衆国	4	2	-	1	7
合計	4	4	2	7	17

ISOE データベースに含まれる永久停止原子炉の合計数

	PWR	BWR	PHWR	GCR	合計
合計	8	9	2	15	35

正式に参加している電力会社の数 :	71
正式に参加している国の数 :	24
正式に参加している当局の数 :	21

添付書類 2
国別、地域別及び炉型別の運転中原子炉に関する
1986～1996 年のデータ

運転中原子炉に関する 1986～1996 年データ

- 国別及び炉型別
- 地域別及び炉型別
- 全ての NEA 原子炉の炉型別

今年は初めて、永久停止した原子炉とガス冷却炉を本報告書に含めた。したがって、以下の履歴表は、昨年の ISOE 年次報告書に発表された表に対して調整され、これらの新しいクラスの原子炉を含めた。永久停止した原子炉の場合、これらの原子炉とその線量は、原子炉が運転された年のみこれらの履歴記録に含まれた。

－ ベルギー、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	7	39.37	25.29	0.64	3.61
1987	7	41.92	14.21	0.34	2.03
1988	7	43.09	17.63	0.41	2.52
1989	7	41.16	19.59	0.48	2.80
1990	7	42.72	11.73	0.27	1.68
1991	7	42.86	11.23	0.26	1.60
1992	7	43.46	8.45	0.19	1.21
1993	7	41.93	9.43	0.22	1.35
1994	7	40.62	6.84	0.17	0.98
1995	7	41.36	9.20	0.22	1.31
1996	7	43.34	6.42	0.15	0.92

－ ブラジル、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	1	0.14	1.44	9.95	1.44
1987	1	0.97	0.27	0.28	0.27
1988	1	0.61	2.51	4.08	2.51
1989	1	1.85	1.45	0.78	1.45
1990	1	2.26	0.09	0.04	0.09
1991	1	1.44	1.02	0.70	1.02
1992	1	1.75	0.74	0.42	0.74
1993	1	0.41	2.24	5.43	2.24
1994	1	0.06	0.56	10.23	0.56
1995	1	2.52	0.42	0.17	0.42
1996	1	2.43	1.34	0.55	1.34

－ カナダ、CANDU －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	18	74.62	16.71	0.22	0.93
1987	19	80.60	18.13	0.22	0.95
1988	18	85.58	15.73	0.18	0.87
1989	18	83.23	16.72	0.20	0.93
1990	18	73.36	16.73	0.23	0.93
1991	19	88.38	12.15	0.14	0.64
1992	20	78.26	19.62	0.25	0.98
1993	22	94.57	16.42	0.17	0.75
1994	22	110.65	17.12	0.15	0.78
1995	22	100.29	26.28	0.26	1.19
1996	22	95.23	11.59	0.12	0.53

－ 中国、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986					
1987					
1988					
1989					
1990					
1991					
1992					
1993					
1994	3	13.08	1.17	0.09	0.39
1995	3	12.84	2.69	0.21	0.90
1996	3	14.76	2.22	0.15	0.74

－ チェコ共和国、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	3	6.15	0.67	0.11	0.22
1987	4	10.70	1.17	0.11	0.29
1988	4	11.82	1.31	0.11	0.33
1989	4	12.42	1.60	0.13	0.40
1990	4	12.59	1.02	0.08	0.25
1991	4	12.13	1.27	0.10	0.32
1992	4	12.25	1.87	0.15	0.47
1993	4	12.63	1.79	0.14	0.45
1994	4	12.98	1.42	0.11	0.35
1995	4	12.23	1.69	0.14	0.42
1996	4	12.85	1.45	0.11	0.36

－ フィンランド、BWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	2	11.74	1.37	0.12	0.69
1987	2	11.80	1.73	0.15	0.87
1988	2	11.93	2.14	0.18	1.07
1989	2	11.30	2.80	0.25	1.40
1990	2	12.05	1.58	0.13	0.79
1991	2	12.05	1.40	0.12	0.70
1992	2	12.04	2.41	0.20	1.20
1993	2	12.25	1.60	0.13	0.80
1994	2	12.16	2.39	0.20	1.20
1995	2	11.68	1.10	0.09	0.55
1996	2	11.85	1.68	0.14	0.84

－ フィンランド、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	2	7.04	2.64	0.37	1.32
1987	2	7.57	1.27	0.17	0.64
1988	2	7.34	1.76	0.24	0.88
1989	2	7.50	1.78	0.24	0.89
1990	2	6.90	2.82	0.41	1.41
1991	2	7.18	1.68	0.23	0.84
1992	2	6.96	3.29	0.47	1.64
1993	2	7.36	2.16	0.29	1.08
1994	2	6.97	2.33	0.33	1.17
1995	2	6.80	1.13	0.17	0.57
1996	2	7.18	2.64	0.37	1.32

－ フランス、GCR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	2	4.71	3.31	0.70	1.66
1987	4	6.54	5.56	0.85	1.39
1988	4	9.33	4.47	0.48	1.12
1989	4	6.15	2.56	0.42	0.64
1990	3	3.15	0.88	0.28	0.29
1991	2	4.00	0.95	0.24	0.48
1992	2	2.59	0.34	0.13	0.17
1993	1	1.64	0.14	0.09	0.14

－ フランス、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1985	32	197.78	61.57	0.31	1.92
1986	38	235.37	86.64	0.37	2.28
1987	44	255.05	84.89	0.33	1.93
1988	47	261.91	82.80	0.32	1.76
1989	49	295.25	101.70	0.34	2.08
1990	49	300.33	115.12	0.38	2.35
1991	52	324.99	125.28	0.39	2.41
1992	52	330.41	122.53	0.37	2.36
1993	53	364.17	108.44	0.30	2.04
1994	54	358.48	93.83	0.26	1.74
1995	54	375.17	88.05	0.23	1.63
1996	54	393.6	85.91	0.22	1.59

－ ドイツ、BWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	7	50.14	22.07	0.44	3.15
1987	7	50.82	16.41	0.32	2.34
1988	7	47.52	17.41	0.37	2.49
1989	7	47.28	18.46	0.39	2.64
1990	7	43.72	16.23	0.37	2.32
1991	7	47.17	15.10	0.32	2.16
1992	7	46.95	14.50	0.31	2.07
1993	7	37.79	17.10	0.45	2.44
1994	7	35.56	15.07	0.42	2.15
1995	6	45.09	8.22	0.18	1.37
1996	6	46.72	8.60	0.18	1.43

－ ドイツ、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	9	65.56	30.70	0.47	3.41
1987	11	78.53	30.73	0.39	2.79
1988	13	96.59	35.24	0.36	2.71
1989	13	92.27	34.09	0.37	2.62
1990	14	103.52	24.38	0.24	1.74
1991	14	100.28	31.67	0.32	2.26
1992	14	111.89	27.66	0.25	1.98
1993	14	115.63	20.27	0.18	1.45
1994	14	115.18	31.51	0.27	2.25
1995	14	109.87	27.96	0.25	2.00
1996	14	115.77	23.30	0.20	1.66

－ ハンガリー、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	2	6.66	1.04	0.16	0.52
1987	3	9.88	2.14	0.22	0.71
1988	4	13.45	1.73	0.13	0.43
1989	4	13.89	2.31	0.17	0.58
1990	4	13.73	3.36	0.24	0.84
1991	4	13.73	2.60	0.19	0.65
1992	4	13.96	2.75	0.20	0.69
1993	4	13.80	1.87	0.14	0.47
1994	4	14.05	1.58	0.11	0.39
1995	4	14.03	2.23	0.16	0.56
1996	4	12.82	2.53	0.20	0.63

－ イタリア、BWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	1	5.46	2.25	0.41	2.25

－ イタリア、GCR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	1	1.19	0.29	0.25	0.29

－ イタリア、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	1	2.11	0.31	0.15	0.31
1987	1	0.17	1.75	10.05	1.75

－ 日本、BWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	18	87.15	64.17	0.74	3.57
1987	18	100.30	63.14	0.63	3.51
1988	19	99.04	55.99	0.57	2.95
1989	21	95.20	55.96	0.59	2.66
1990	21	115.35	50.19	0.44	2.39
1991	21	119.41	36.51	0.31	1.74
1992	24	117.69	37.59	0.32	1.57
1993	25	133.36	55.60	0.42	2.22
1994	26	147.24	41.15	0.28	1.58
1995	26	163.58	40.41	0.25	1.55
1996	28	171.01	44.79	0.26	1.60

－ 日本、GCR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	1	0.92	0.91	0.99	0.91
1987	1	0.79	1.07	1.36	1.07
1988	1	0.84	0.85	1.01	0.85
1989	1	0.77	0.66	0.86	0.66
1990	1	0.95	0.56	0.59	0.56
1991	1	0.89	0.55	0.62	0.55
1992	1	1.08	0.45	0.42	0.45
1993	1	0.00	0.30		0.30
1994	1	0.98	0.23	0.23	0.23
1995	1	0.88	0.39	0.44	0.39
1996	1	1.05	0.39	0.37	0.39

－ 日本、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	16	78.79	36.90	0.47	2.31
1987	16	85.52	30.61	0.36	1.91
1988	17	77.74	35.91	0.46	2.11
1989	17	85.89	30.77	0.36	1.81
1990	18	85.11	31.19	0.37	1.73
1991	19	91.87	20.80	0.23	1.09
1992	20	97.83	25.50	0.26	1.28
1993	21	106.50	30.75	0.29	1.46
1994	22	115.59	23.55	0.20	1.07
1995	22	123.89	25.52	0.21	1.16
1996	23	123.40	23.82	0.19	1.04

－ 韓国、CANDU －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	1	4.74	1.84	0.39	1.84
1987	1	5.52	0.56	0.10	0.56
1988	1	4.73	1.69	0.36	1.69
1989	1	5.41	0.71	0.13	0.71
1990	1	5.11	1.17	0.23	1.17
1991	1	5.42	0.56	0.10	0.56
1992	1	5.18	1.60	0.31	1.60
1993	1	5.99	0.49	0.08	0.49
1994	1	4.91	2.80	0.57	2.80
1995	1	4.97	2.17	0.44	2.17
1996	1	4.83	2.99	0.62	2.99

－ 韓国、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	5	22.48	10.40	0.46	2.08
1987	6	32.52	11.76	0.36	1.96
1988	7	35.37	29.24	0.83	4.18
1989	8	41.95	19.18	0.46	2.40
1990	8	47.78	18.13	0.38	2.27
1991	8	50.89	8.28	0.16	1.03
1992	8	51.35	12.46	0.24	1.56
1993	8	52.14	13.13	0.25	1.64
1994	8	53.40	9.48	0.18	1.18
1995	9	58.99	10.69	0.18	1.19
1996	10	68.18	8.85	0.13	0.88

－ リトアニア、LWGR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	1	9.88	8.14	0.82	8.14
1987	2	9.18	13.12	1.43	6.56
1988	2	12.81	21.80	1.70	10.90
1989	2	16.65	7.73	0.46	3.87
1990	2	17.03	10.39	0.61	5.20
1991	2	17.00	13.13	0.77	6.57
1992	2	14.64	22.63	1.55	11.32
1993	2	12.26	17.25	1.41	8.63
1994	2	7.71	16.24	2.11	8.12
1995	2	11.82	13.93	1.18	6.96
1996	2	14.14	15.10	1.07	7.55

－ メキシコ、BWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986					
1987					
1988					
1989					
1990					
1991	1	4.24	5.14	1.21	5.14
1992	1	3.92	5.44	1.39	5.44
1993	1	4.92	1.96	0.40	1.96
1994	1	4.24	6.03	1.42	6.03
1995	2	7.85	5.93	0.76	2.96
1996	2	7.88	16.16	2.05	8.08

－ オランダ、BWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	1	0.43	2.12	4.91	2.12
1987	1	0.44	2.49	5.72	2.49
1988	1	0.46	1.34	2.92	1.34
1989	1	0.38	1.46	3.81	1.46
1990	1	0.43	0.76	1.75	0.76
1991	1	0.43	1.03	2.40	1.03
1992	1	0.44	0.86	1.97	0.86
1993	1	0.46	1.13	2.48	1.13
1994	1	0.42	0.85	2.05	0.85
1995	1	0.42	1.01	2.40	1.01
1996	1	0.42	0.99	2.35	0.99

－ オランダ、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	1	3.78	1.96	0.52	1.96
1987	1	3.12	2.66	0.85	2.66
1988	1	3.22	3.48	1.08	3.48
1989	1	3.63	2.45	0.67	2.45
1990	1	3.07	1.77	0.58	1.77
1991	1	2.90	2.02	0.70	2.02
1992	1	3.36	1.25	0.37	1.25
1993	1	3.49	1.17	0.34	1.17
1994	1	3.53	1.82	0.51	1.82
1995	1	3.60	0.97	0.27	0.97
1996	1	3.52	1.11	0.32	1.11

－ スロバキア共和国、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	4	11.72	1.97	0.17	0.49
1987	4	11.51	2.57	0.22	0.64
1988	4	11.47	3.44	0.30	0.86
1989	4	12.16	1.94	0.16	0.49
1990	4	12.04	1.24	0.10	0.31
1991	4	11.69	2.31	0.20	0.58
1992	4	11.05	3.70	0.34	0.93
1993	4	11.02	3.15	0.29	0.79
1994	4	12.14	1.54	0.13	0.39
1995	4	11.44	1.66	0.14	0.41
1996	4	11.26	2.73	0.24	0.68

－ スロベニア、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	1	4.02	1.61	0.40	1.61
1987	1	4.49	1.49	0.33	1.49
1988	1	4.14	1.70	0.41	1.70
1989	1	4.69	1.33	0.28	1.33
1990	1	4.62	2.03	0.44	2.03
1991	1	4.95	0.31	0.06	0.31
1992	1	3.97	2.14	0.54	2.14
1993	1	3.96	1.67	0.42	1.67
1994	1	4.61	0.84	0.18	0.84
1995	1	4.78	1.40	0.29	1.40
1996	1	4.56	1.79	0.39	1.79

－ 南アフリカ、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	2	9.32	1.69	0.18	0.85
1987	2	6.60	2.96	0.45	1.48
1988	2	11.10	1.69	0.15	0.85
1989	2	11.73	1.14	0.10	0.57
1990	2	8.94	2.52	0.28	1.26
1991	2	9.70	1.64	0.17	0.82
1992	2	9.88	1.49	0.15	0.75
1993	2	7.75	3.07	0.40	1.54
1994	2	10.28	1.61	0.16	0.81
1995	2	11.92	1.40	0.12	0.70
1996	2	12.37	2.22	0.18	1.11

－ スペイン、BWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	2	10.50	1.93	0.18	0.97
1987	2	9.87	10.82	1.10	5.41
1988	2	10.25	11.68	1.14	5.84
1989	2	11.01	4.99	0.45	2.49
1990	2	10.02	10.20	1.02	5.10
1991	2	11.13	6.85	0.62	3.42
1992	2	10.83	8.13	0.75	4.07
1993	2	11.11	5.59	0.50	2.79
1994	2	10.55	7.88	0.75	3.94
1995	2	12.47	1.03	0.08	0.52
1996	2	11.31	6.71	0.59	3.36

－ スペイン、GCR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	1	3.08	0.20	0.06	0.20
1987	1	3.13	0.53	0.17	0.53
1988	1	3.16	0.38	0.12	0.38
1989	1	2.54	0.16	0.06	0.16

－ スペイン、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	5	23.88	16.42	0.69	3.28
1987	5	28.21	14.35	0.51	2.87
1988	6	33.87	16.11	0.48	2.69
1989	7	42.58	15.35	0.36	2.19
1990	7	44.24	15.52	0.35	2.22
1991	7	44.45	13.12	0.30	1.87
1992	7	44.94	14.14	0.31	2.02
1993	7	44.46	9.56	0.21	1.37
1994	7	44.78	12.38	0.28	1.77
1995	7	42.50	14.85	0.35	2.12
1996	7	45.01	10.29	0.23	1.47

－ スウェーデン、BWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	9	53.26	11.06	0.21	1.23
1987	9	50.48	10.47	0.21	1.16
1988	9	51.48	12.47	0.24	1.39
1989	9	49.74	9.71	0.20	1.08
1990	9	49.85	11.21	0.22	1.25
1991	9	56.67	10.31	0.18	1.15
1992	9	44.31	15.94	0.36	1.77
1993	9	44.12	23.58	0.53	2.62
1994	9	51.89	15.42	0.30	1.71
1995	9	51.21	15.05	0.29	1.67
1996	9	54.70	20.94	0.38	2.33

－ スウェーデン、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	3	16.70	5.99	0.36	2.00
1987	3	16.88	4.39	0.26	1.46
1988	3	17.93	4.35	0.24	1.45
1989	3	15.86	5.92	0.37	1.97
1990	3	18.34	3.15	0.17	1.05
1991	3	20.09	2.53	0.13	0.84
1992	3	18.17	3.36	0.18	1.12
1993	3	16.47	2.56	0.16	0.85
1994	3	20.32	1.91	0.09	0.64
1995	3	18.10	2.93	0.16	0.98
1996	3	19.84	1.98	0.10	0.66

－ スイス、BWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	2	9.82	13.67	1.39	6.84
1987	2	10.36	5.05	0.49	2.52
1988	2	10.00	6.13	0.61	3.06
1989	2	10.17	5.76	0.57	2.88
1990	2	10.61	4.09	0.39	2.05
1991	2	9.99	4.23	0.42	2.12
1992	2	10.49	3.93	0.37	1.97
1993	2	10.44	3.42	0.33	1.71
1994	2	10.14	4.63	0.46	2.31
1995	2	10.88	3.14	0.29	1.57
1996	2	10.89	3.36	0.31	1.68

－ スイス、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	3	12.65	6.60	0.52	2.20
1987	3	12.55	8.51	0.68	2.84
1988	3	12.69	5.38	0.42	1.79
1989	3	12.59	6.54	0.52	2.18
1990	3	12.99	4.06	0.31	1.35
1991	3	12.91	4.82	0.37	1.61
1992	3	12.92	4.58	0.35	1.53
1993	3	12.87	4.69	0.36	1.56
1994	3	14.11	2.37	0.17	0.79
1995	3	13.86	2.46	0.18	0.82
1996	3	14.13	2.12	0.15	0.71

－ イギリス、GCR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	36	57.14	27.00	0.47	0.75
1987	36	54.11	23.38	0.43	0.65
1988	38	60.02	22.27	0.37	0.59
1989	39	70.17	21.17	0.30	0.54
1990	36	65.66	18.74	0.29	0.52
1991	36	69.77	16.51	0.24	0.46
1992	34	77.51	14.83	0.19	0.44
1993	34	89.76	12.98	0.14	0.38
1994	34	88.96	10.41	0.12	0.31
1995	34	83.80	9.71	0.12	0.29
1996	34	86.01	8.65	0.10	0.25

－ イギリス、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986					
1987					
1988					
1989					
1990					
1991					
1992					
1993					
1994					
1995	1	5.11	0.03	0.01	0.03
1996	1	8.48	0.53	0.06	0.53

－ アメリカ、BWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	30	106.01	195.15	1.84	6.51
1987	33	132.50	169.39	1.28	5.13
1988	34	146.39	179.87	1.23	5.29
1989	36	153.68	155.48	1.01	4.32
1990	36	179.35	157.80	0.88	4.38
1991	37	194.39	120.05	0.62	3.24
1992	37	180.65	133.09	0.74	3.60
1993	37	193.67	121.91	0.63	3.29
1994	37	193.93	121.00	0.62	3.27
1995	37	216.70	95.15	0.44	2.57
1996	37	213.85	93.19	0.44	2.52

－ アメリカ、GCR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	1	85.40	0.02	0.00	0.02
1987	1	208.22	0.01	0.00	0.01
1988	1	718.18	0.01	0.00	0.01
1989	1	576.25	0.03	0.00	0.03

－ アメリカ、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	58	292.29	220.93	0.76	3.81
1987	63	326.69	224.15	0.69	3.56
1988	67	376.45	218.70	0.58	3.26
1989	71	390.70	203.81	0.52	2.87
1990	72	411.37	207.99	0.51	2.89
1991	74	454.72	165.22	0.36	2.23
1992	73	469.37	160.00	0.34	2.19
1993	72	447.91	140.50	0.31	1.95
1994	72	478.47	96.24	0.20	1.34
1995	72	494.35	124.56	0.25	1.73
1996	72	487.57	93.65	0.19	1.30

－ アジア、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	21	101.27	47.30	0.47	2.25
1987	22	118.04	42.37	0.36	1.93
1988	24	113.11	65.15	0.58	2.71
1989	25	127.85	49.95	0.39	2.00
1990	26	132.89	49.32	0.37	1.90
1991	27	142.76	29.08	0.20	1.08
1992	28	149.18	37.96	0.25	1.36
1993	29	158.64	43.88	0.28	1.51
1994	30	168.99	33.03	0.20	1.10
1995	31	182.88	36.21	0.20	1.17
1996	33	191.58	32.67	0.17	0.99

－ アジア、全炉型 －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	41	194.08	114.22	0.59	2.79
1987	42	224.65	107.14	0.48	2.55
1988	45	217.72	123.68	0.57	2.75
1989	48	229.23	107.27	0.47	2.23
1990	49	254.30	101.24	0.40	2.07
1991	50	268.49	66.70	0.25	1.33
1992	54	273.13	77.60	0.28	1.44
1993	56	298.00	100.27	0.34	1.79
1994	58	322.12	77.21	0.24	1.33
1995	59	352.31	79.18	0.22	1.34
1996	63	368.47	80.83	0.22	1.28

— 欧州、BWR —

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	24	141.35	54.46	0.39	2.27
1987	23	133.76	46.96	0.35	2.04
1988	23	131.65	51.16	0.39	2.22
1989	23	129.87	43.19	0.33	1.88
1990	23	126.68	44.06	0.35	1.92
1991	23	137.43	38.92	0.28	1.69
1992	23	125.06	45.78	0.37	1.99
1993	23	116.17	52.42	0.45	2.28
1994	23	120.72	46.25	0.38	2.01
1995	22	131.76	29.56	0.22	1.34
1996	22	135.90	42.28	0.31	1.92

— 欧州、GCR —

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	40	66.11	30.80	0.47	0.77
1987	41	63.78	29.47	0.46	0.72
1988	43	72.52	27.12	0.37	0.63
1989	44	78.86	23.89	0.30	0.54
1990	39	68.81	19.62	0.29	0.50
1991	38	73.77	17.46	0.24	0.46
1992	36	80.11	15.17	0.19	0.42
1993	35	91.41	13.12	0.14	0.37
1994	34	88.96	10.41	0.12	0.31
1995	34	83.80	9.71	0.12	0.29
1996	34	86.01	8.65	0.17	0.30

－ 欧州、PWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	74	419.26	178.30	0.43	2.41
1987	84	464.58	166.06	0.36	1.98
1988	90	501.89	169.81	0.34	1.89
1989	93	537.15	191.31	0.36	2.06
1990	94	558.42	182.91	0.33	1.95
1991	97	581.51	196.23	0.34	2.02
1992	97	598.31	189.87	0.32	1.96
1993	98	632.81	161.93	0.26	1.65
1994	99	631.01	155.98	0.25	1.58
1995	100	642.62	151.52	0.24	1.52
1996	100	676.53	138.27	0.20	1.38

チェコ共和国及びハンガリーが欧州地域に追加されている。

－ 欧州、全炉型 －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	138	626.72	263.56	0.42	1.91
1987	148	662.13	242.49	0.37	1.64
1988	156	706.06	248.08	0.35	1.59
1989	160	745.88	258.38	0.35	1.61
1990	156	753.91	246.59	0.33	1.58
1991	158	792.72	252.61	0.32	1.60
1992	156	803.48	250.81	0.31	1.61
1993	156	840.38	227.46	0.27	1.46
1994	156	840.69	212.64	0.25	1.36
1995	156	858.18	190.78	0.22	1.22
1996	156	898.44	189.19	0.21	1.21

－ 北米、BWR －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	30	106.01	195.15	1.84	6.51
1987	33	132.50	169.39	1.28	5.13
1988	34	146.39	179.87	1.23	5.29
1989	36	153.68	155.48	1.01	4.32
1990	36	179.35	157.80	0.88	4.38
1991	38	198.63	125.19	0.63	3.29
1992	38	184.56	138.53	0.75	3.65
1993	38	198.59	123.87	0.62	3.26
1994	38	198.17	127.03	0.64	3.34
1995	39	224.55	101.34	0.45	2.60
1996	39	221.72	109.35	0.49	2.80

－ 北米、全炉型 －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	107	558.33	432.81	0.78	4.04
1987	116	748.01	411.68	0.55	3.55
1988	120	1326.60	414.31	0.31	3.45
1989	126	1203.87	376.04	0.31	2.98
1990	126	664.08	382.52	0.58	3.04
1991	131	908.23	302.56	0.33	2.31
1992	131	732.20	318.15	0.43	2.43
1993	132	741.08	280.79	0.38	2.13
1994	132	787.29	240.39	0.31	1.82
1995	133	819.19	251.79	0.31	1.89
1996	133	804.53	214.59	0.27	1.61

－ 全 BWR 原子炉 －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	72	334.51	313.78	0.94	4.36
1987	74	366.56	279.49	0.76	3.78
1988	76	377.07	287.02	0.76	3.78
1989	80	378.76	254.63	0.67	3.18
1990	80	421.39	252.05	0.60	3.15
1991	82	455.48	200.62	0.44	2.45
1992	85	427.31	221.90	0.52	2.61
1993	86	448.13	231.88	0.52	2.70
1994	87	466.13	214.43	0.46	2.46
1995	87	519.88	171.04	0.33	1.97
1996	89	528.63	196.42	0.37	2.21

－ 全 CANDU 原子炉 －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	19	79.36	18.55	0.23	0.98
1987	20	86.13	18.69	0.22	0.93
1988	19	90.32	17.42	0.19	0.92
1989	19	88.65	17.42	0.20	0.92
1990	19	78.47	17.90	0.23	0.94
1991	20	93.79	12.71	0.14	0.64
1992	21	83.44	21.22	0.25	1.01
1993	23	100.57	16.91	0.17	0.74
1994	23	115.56	19.92	0.17	0.87
1995	23	105.27	28.45	0.27	1.24
1996	23	100.06	14.58	0.15	0.63

－ 全 GCR 原子炉 －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	42	152.43	31.73	0.21	0.76
1987	43	272.80	30.55	0.11	0.71
1988	45	791.54	27.97	0.04	0.62
1989	46	655.88	24.57	0.04	0.53
1990	40	69.76	20.18	0.29	0.50
1991	39	74.67	18.01	0.24	0.46
1992	37	81.19	15.62	0.19	0.42
1993	36	91.41	13.42	0.15	0.37
1994	35	89.94	10.64	0.12	0.30
1995	35	84.68	10.10	0.12	0.29
1996	35	87.06	9.04	0.10	0.26

－ 全 PWR 原子炉 －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	161	838.03	453.23	0.54	2.82
1987	177	932.89	439.87	0.47	2.49
1988	189	1018.78	463.00	0.45	2.45
1989	197	1086.12	450.92	0.42	2.29
1990	200	1130.54	446.09	0.39	2.23
1991	206	1206.77	395.81	0.33	1.92
1992	206	1243.51	395.90	0.32	1.92
1993	207	1262.53	356.43	0.28	1.72
1994	212	1318.63	290.98	0.22	1.37
1995	214	1363.35	319.86	0.23	1.49
1996	216	1401.08	274.88	0.20	1.27

－ 非 NEA、PWR 原子炉 －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	8	25.20	6.70	0.27	0.84
1987	8	23.58	7.28	0.31	0.91
1988	8	27.33	9.34	0.34	1.17
1989	8	30.42	5.86	0.19	0.73
1990	8	27.86	5.88	0.21	0.73
1991	8	27.78	5.28	0.19	0.66
1992	8	26.65	8.07	0.30	1.01
1993	8	23.17	10.13	0.44	1.27
1994	11	40.16	5.73	0.14	0.52
1995	11	43.49	7.57	0.17	0.69
1996	11	45.39	10.30	0.23	0.94

－ 非 NEA、LWGR 原子炉 －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	1	9.88	8.14	0.82	8.14
1987	2	9.18	13.12	1.43	6.56
1988	2	12.81	21.80	1.70	10.90
1989	2	16.65	7.73	0.46	3.87
1990	2	17.03	10.39	0.61	5.20
1991	2	17.00	13.13	0.77	6.57
1992	2	14.64	22.63	1.55	11.32
1993	2	12.26	17.25	1.41	8.63
1994	2	7.71	16.24	2.11	8.12
1995	2	11.82	13.93	1.18	6.96
1996	2	14.14	15.10	1.07	7.55

－ NEA、全炉型 －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	286	1379.13	810.58	0.59	2.83
1987	306	1634.79	761.31	0.47	2.49
1988	321	2250.38	786.07	0.35	2.45
1989	334	2178.98	741.69	0.34	2.22
1990	331	1672.29	730.34	0.44	2.21
1991	339	1802.93	621.87	0.34	1.83
1992	341	1808.80	646.56	0.36	1.90
1993	344	1879.46	608.52	0.32	1.77
1994	346	1950.09	530.24	0.27	1.53
1995	348	2029.68	521.89	0.26	1.50
1996	352	2071.44	484.61	0.23	1.38

－ 非 NEA、全炉型 －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	9	35.08	14.84	0.42	1.65
1987	10	32.76	20.40	0.62	2.04
1988	10	40.14	31.14	0.78	3.11
1989	10	47.07	13.59	0.29	1.36
1990	10	44.89	16.27	0.36	1.63
1991	10	44.78	18.41	0.41	1.84
1992	10	41.28	30.70	0.74	3.07
1993	10	35.43	27.38	0.77	2.74
1994	13	47.86	21.97	0.46	1.69
1995	13	55.31	21.50	0.39	1.65
1996	13	59.53	25.40	0.43	1.95

－ 全炉型 －

年	運転中 原子炉の数	総発電量 (TWh)	年間合計 集団線量 (人・Sv)	TWh 当たり 平均集団線量 (人・Sv/TWh)	原子炉当たり 平均集団線量 (人・Sv)
1986	295	1414.21	825.42	0.58	2.80
1987	316	1667.55	781.71	0.47	2.47
1988	331	2290.51	817.21	0.36	2.47
1989	344	2226.05	755.28	0.34	2.20
1990	341	1717.18	746.61	0.43	2.19
1991	349	1847.71	640.28	0.35	1.83
1992	351	1850.08	677.26	0.37	1.93
1993	354	1914.89	635.90	0.33	1.80
1994	359	1997.96	552.21	0.28	1.54
1995	361	2084.99	543.38	0.26	1.51
1996	365	2130.97	510.02	0.24	1.40