

本資料は2001年10月4日付けで
登録区分変更する。 [技術展開部技術協力課]

各国事故情報データ収集・調査

(動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書)

1986年10月

株式会社アイ・イー・エー・ジャパン

本資料は、核燃料サイクル開発機構の開発業務を進めるために作成されたものです。したがって、その利用は限られた範囲としており、その取扱には十分な注意を払ってください。この資料の全部または一部を複写・複製・転載あるいは引用する場合、特別の許可を必要としますので、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)



配布限定
T
PNC SJ1250 86-003

1986年10月

各国事故情報データ収集・調査

菊池誠	※ 治	沢田承	※ 三
大田垣隆夫	※	村松悦	※ 三

要 旨

原子力施設において発生する事故は、その内容の重大性の大小にかかわらず、社会的に与える影響は大きいため、各国の事故例の評価・解析を行い、同種の事故を未然に防ぐ安全対策を講ずることが重要である。本調査研究は、このような事故評価・解析さらには安全対策の策定に資することを目的として、各国の原子力事故情報に関するデータを収集・調査したものである。

調査対象事故の範囲としては、1968年以降に起こった全世界の核燃料サイクル施設、原子力発電所及び原子力研究施設における事故及び核物質輸送中の事故を含む全ての原子力関係事故とした。このような範囲で収集した情報・データを事故の内容毎に分類・整理し、一定の基準により特に重要と見做される事故を約300件選定し、各事故の原因、結果及び対策の要点をまとめると共に、事故の内容の大分類、発生順毎に年表を作成した。また、情報・データの出典についても一覧表にまとめた。

本報告書は、株式会社アイ・イー・エー・ジャパンが動力炉・核燃料開発事業団の委託により実施した研究の成果である。

契約番号 : 610C011

事業団担当者: 篠原 邦彦 (安全部安全管理課)

※ : 株式会社アイ・イー・エー・ジャパン



LIMITED DISTRIBUTION

PNC SJ1250 86-003

October, 1986

Data Collection and Study on
Nuclear Accidents in the World

Seiji Kikuchi*, Shozo Sawada*
Takao Ohtagaki*, Etsuzo Muramatsu*

Abstract

Nuclear accidents may give considerable impacts on social environment, regardless of its actual consequences.

It is, therefore, necessary to review and analyze the nuclear accidents, and thereby to take appropriate safety measures to prevent the recurrence of similar accidents.

This study was conducted to collect and review relevant records and data on nuclear accidents worldwide with the purpose that the results could be effectively utilized for analyses of these nuclear accidents and for implementing safety measures against them.

The accidents investigated herein include those which occurred since 1968 in the world and documented, and covering accidents at fuel cycle facilities, nuclear power plants and nuclear research laboratories, and during transportation of nuclear materials, mostly of commercial activities.

Information and data of these accidents were collected and reviewed. Based on a certain criteria, about 300 accidents were selected as important accidents, for which causes, consequences and countermeasures were investigated, summarized and presented chronologically and per appropriate categories. Sources of the information and data used herein are identified.

Work performed by IEA OF JAPAN CO., LTD. under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation.

PNC Liaison : Kunihiko Shinohara (Safety Division)

* : IEA OF JAPAN CO., LTD.

— 目 次 —

1. まえがき	1
2. 重要事故の選定と統計・分析	3
2.1 重要事故の選定基準	3
2.2 選定事故の統計・分析	3 ~ 8
3. 重要事故年表	3.0-0
3.1 海外の事故	3.1-0 ~ 11
3.2 国内の事故	3.2-0 ~ 13
4. 海外の重要事故内容の要約	4.0-0
凡 例	4.0-(i)
略語表	4.0-(ii)
4.1 臨界事故	4.1-0 9
4.2 輸送事故	4.2-0 ~ 18
4.3 爆発事故	4.3-0 ~ 25
4.4 火災事故	4.4-0 ~ 40
4.5 発電所異常事象	4.5-0 ~ 47
4.6 施設内の汚染事故	4.6-0 ~107
4.7 環境の汚染事故	4.7-0 ~105
4.8 被曝事故	4.8-0 ~ 87
4.9 その他の事故	4.9-0 ~ 4
5. 出典資料	5.0-0 ~ 11

1. まえがき

原子力開発が開始されて以来既に30数年を経、軽水炉による商用原子力発電技術も完熟の域に達し、さらに我が国においては、貴事業団を中心に開発されてきた新型動力炉や核燃料サイクル技術も、いよいよ実用化の段階に達しつつある。しかしながら、1979年の米国TMI事故以来、世界の原子力安全対策の再検討・改善が進められ、原子力安全専門家をはじめ一般公衆も、この種の事故は二度と起こらないものと考えていたが、奇しくも本調査の開始直後の本年4月末には、史上最悪と言われるチェルノブイル原子力発電所事故がソ連で起こった。

このように、原子力安全専門家の努力にもかかわらず、今なお、これら原子力分野における事故は絶えてはいない。これらの事故は原子炉周辺に限らず核燃料サイクル全般にわたっており、地域的にも全世界の原子力利用国に及んでいる。

核燃料サイクル自立化段階を迎えつつある我が国としても、「事故絶無」の最終安全目標を達成する上で、これら過去に実際に起きた事故例を広く調査・分析し、同様な事故を未然に防ぐべき安全対策を講ずることが重要である。このような観点から本調査は、これらの事故を全世界にわたって広く調査し、その状況、原因及び対策を明らかにすることによって貴事業団による事故評価・解析、さらには今後の安全対策立案に資することを目的として実施したものである。

以上のような観点から、対象事故の範囲としては、1968年以降に起こった全世界の核燃料サイクル施設、原子力発電所及び原子力研究施設における事故及び核物質輸送中の事故を含む全ての原子力関係事故とした。但し、本調査においては海外の事故を中心として調査し、日本国内で起こった事故については監督省庁に報告のあったものを一覧するとどめた。

収集した関連資料、報告書等に含まれる海外の原子力関係事故の件数は総数2000件近く

に及んだが、これらのうちから、一定の基準により特に重要と見做される事故を約300件選定し、各事故の原因、結果及び対策の要点をまとめると共に、事故の内容の大分類、発生順毎に年表を作成した。また出典とした資料、報告書についても一覧表にまとめた。

事故の選定に当たっては、その事故によって実際に生じた結果の重大性を基準とし、潜在的リスクはあっても実際に悪影響を生ずるに至らなかった事象については原則として重要事故とは見做さないものとした。

事故は、臨界事故、輸送事故、爆発事故、火災事故、発電所異常事象、施設内の汚染事故、環境の汚染事故、被曝事故及びその他の事故の9項目に分類したが、一般に事故は複数の項目にまたがることが多い。このような場合には、その事故の中心的事象によって順位づけて分類した。

資料の入手性については、国や事故の内容等によってかなりの差があり、資料の少ないものについては、できるだけ全文を紹介するようつとめたが、状況、原因及び対策に関する情報が得られなかったものも一部あった。尚、詳細については、第5項の出典資料を参照されたい。TMI事故以後、経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)の国際間の原子力事故報告システム(IRS)のような枠組みは整備されつつあるものの、一般に米国以外の諸外国、特に共産圏の事故情報は公表されていることがむしろ例外と言える。

尚、このような調査は、今後も継続的に行い、本調査結果を基礎資料として適宜、補足、追加、更新し、データベースシステムとして活用していくことが有効と考えられる。

2. 重要事故の選定と統計・分析

2.1 重要事故の選定基準

収集した海外の事故関係資料の中には、前述のように、2000件近い事故例が含まれていたが、この中から特に重要と見做される事故を合計302件選定した。事故の選定に当たっては、その事故によってもたらされた結果、影響（特に放射線影響）の大きさを重視し、その原因や状況に潜在的な安全上のリスクがあっても結果として重大な悪影響をもたらすには至らなかったものについては原則として重要事故とは見做さないこととした。しかしながら、モンルイ号沈没事故のように、原子力事故としての重大性はさほど大きくなくても、マスメディアや公衆の関心を集めたものについては重要事故に採り上げることにした。

具体的な選定基準としては次のとおりである。

- (1) 放射性物質の異常な環境放出があったとき。
- (2) 放射性物質による施設及び人体の異常な汚染があったとき。
- (3) 異常な放射線被曝があったとき。
- (4) 火災、爆発等により著しい被害が生じたとき。
- (5) マスメディアや公衆の著しい関心を招いたとき。

2.2 選定事故の統計・分析

以上のような基準によって選定した302件の事故について、

- ① 事故分類別（図-1）
- ② 施設別（図-2）
- ③ 国別（図-3）
- ④ 年度別（図-4）

に、統計をとり、それぞれ図-1、2、3及び4に示す。

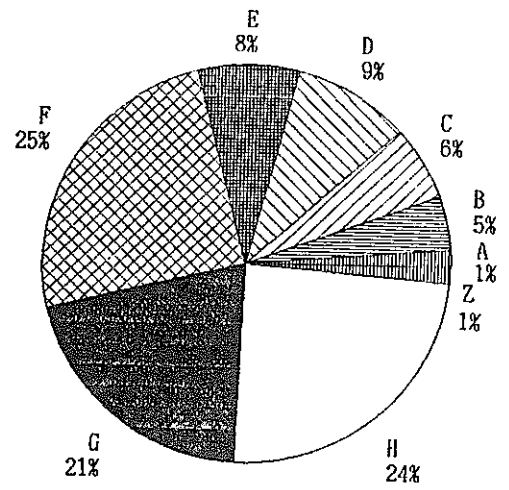
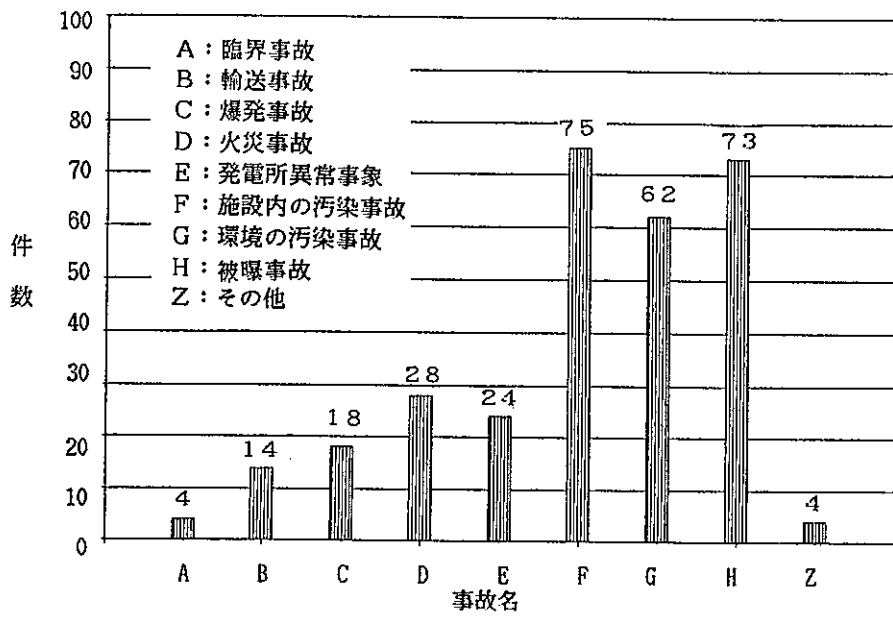
事故分類別の統計では、上述のように事故によってもたらされた結果、特に放射線影響の大きさを重視して対象事故を選定したことから、図-1の上段に示すように、環境の汚染事故、被曝事故及び施設内の汚染事故の3項目の占める割合が全体の約70%に及んでいる。

また、同図下段に示すように、1つの事故が複数の分類にまたがる場合の重複を考慮した統計では、施設内の汚染事故が153件と全体(302件)の50%を越えている。これは環境の汚染事故と被曝事故に分類される事故の多くが施設内の放射能汚染を伴うことによる。

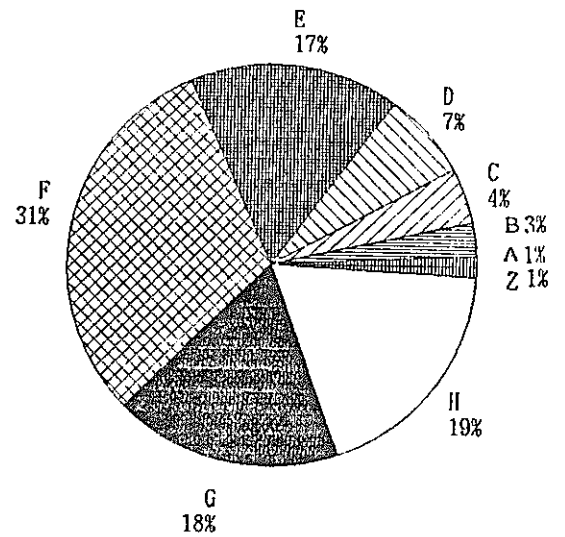
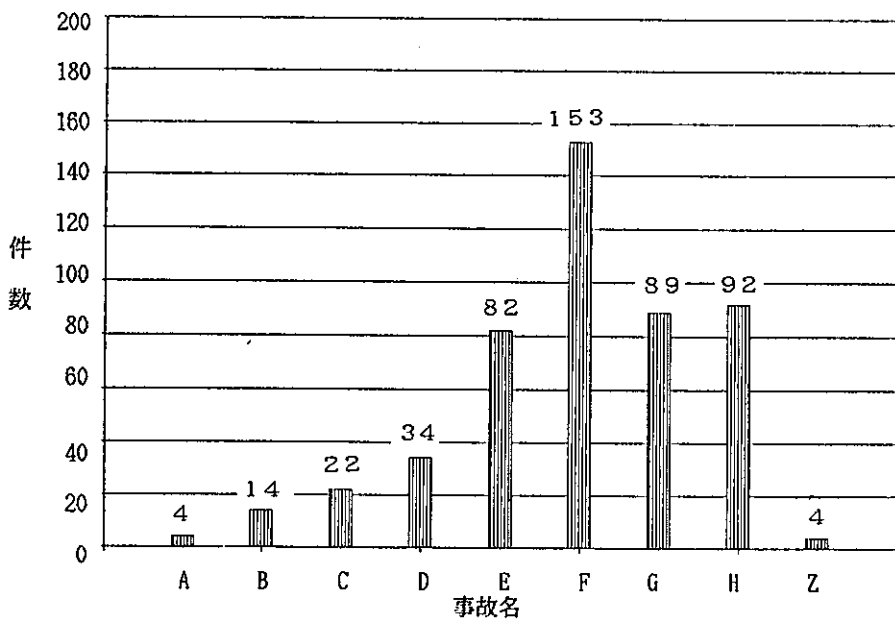
施設別の統計では、図-2に示すように原子力発電所での事故が185件で全体の約60%を占め、発電施設の絶対数の多さを反映している。これに対し、核燃料サイクル施設での事故が76件、研究施設、その他での事故が41件となっている。なお、「その他」としては具体的には輸送中の事故の場合を意味する。核燃料サイクル施設での事故76件のうち56件が再処理施設での事故であり、さらにこの大部分は英国のセラフィールド(旧ウィンズケール)再処理工場の事故となっている。フランス等のデータの入手性の困難さの問題も考慮すべきではあるが、一般にも指摘されてきたように、同再処理工場での環境や施設内の汚染事故の多さは、やはり注目すべき事実と言える。この中には同サイト内の土壤に浸み込んだ放射性廃液が地下水まで到達したという例も何件か含まれている。

国別の統計(図-3)では、国による事故データの入手性の難易度の傾向が如実に示されている。まえがきでも述べたように、米国の情報に限っては、かなり詳細に至るまで入手が可能であるが、その他の諸国の場合には事故情報が公開されている例が少い。米国に次いで英国の件数(117件)が多くなっているが、この殆どは、英国の原子力施設に対する規制当局である保健安全執行部(HSE: Health & Safety Executive)の原子力事故四半期報告書に記載のものである。これらは、事故の概要を示すにとどまり、詳細までは記載されていないものが多い。また、所有施設の絶対数との対比で考えても、最もこの種の情報の得にくいのはソ連(3件)と言える。この意味で、今回のチェルノブイル事故に関するソ連の情報公開の率直さは全く異例のことと言えよう。

年度別の統計（図-4）では、1973年以前の件数が少くなっているが、これには、世界的に原子力施設の絶対数が少かったことの他に、事故の報告システムがまだ確立されていなかったことも要因として挙げられよう。1979年のTMI事故を契機としてOECD/NEA-IRSが整備され、それ以後、事故の情報自体は増えているにもかかわらず、図-4に示すように、選定された重要事故の年度毎の件数としては、横這いとなっている。TMI事故を教訓とした安全面での見直しが効果を上げた結果と見ることもできよう。



代表分類による統計



複数の該当分類による統計

図-1 選定事故の事故分類別統計

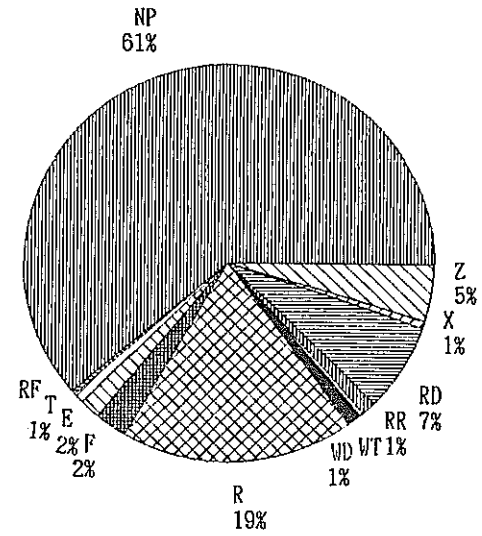
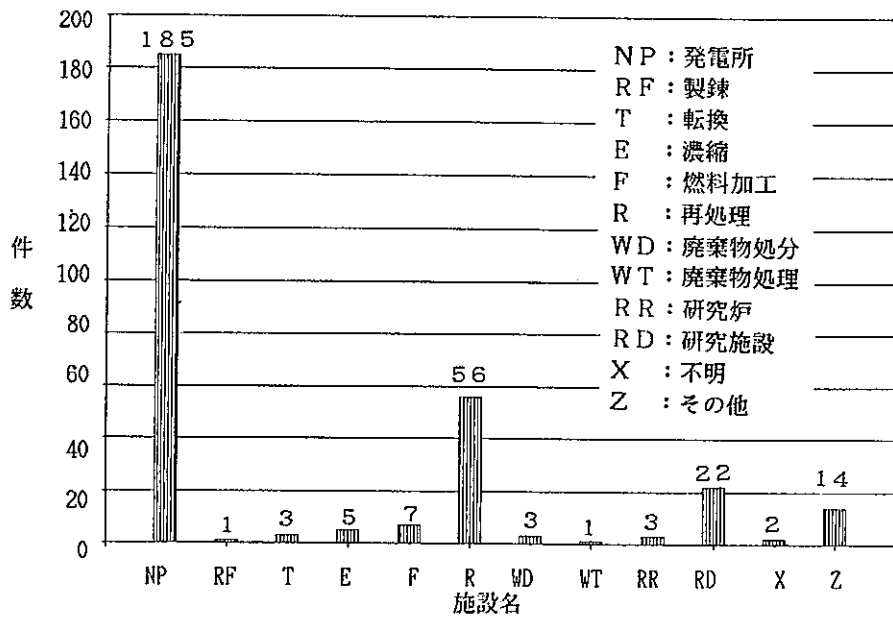


図-2 選定事故の施設別統計

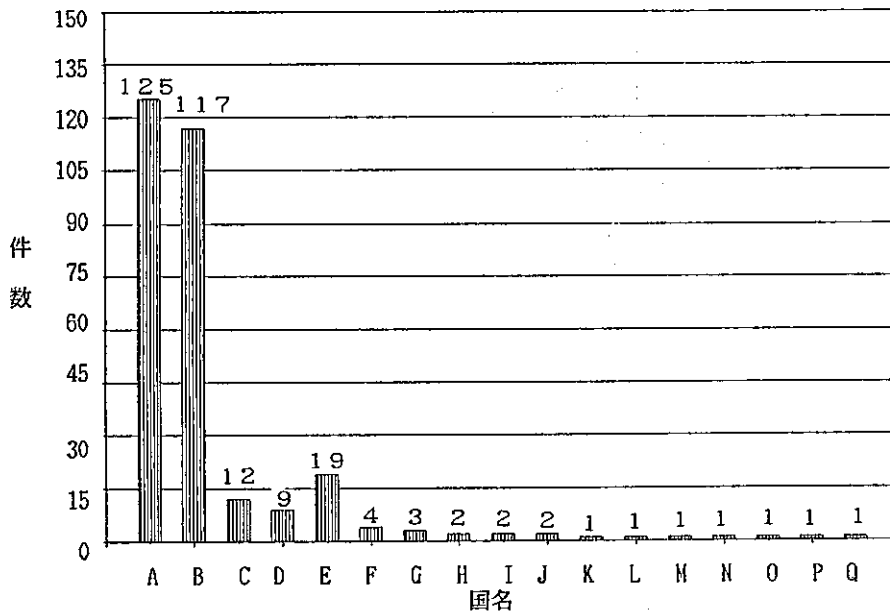


図-3 選定事故の国別統計

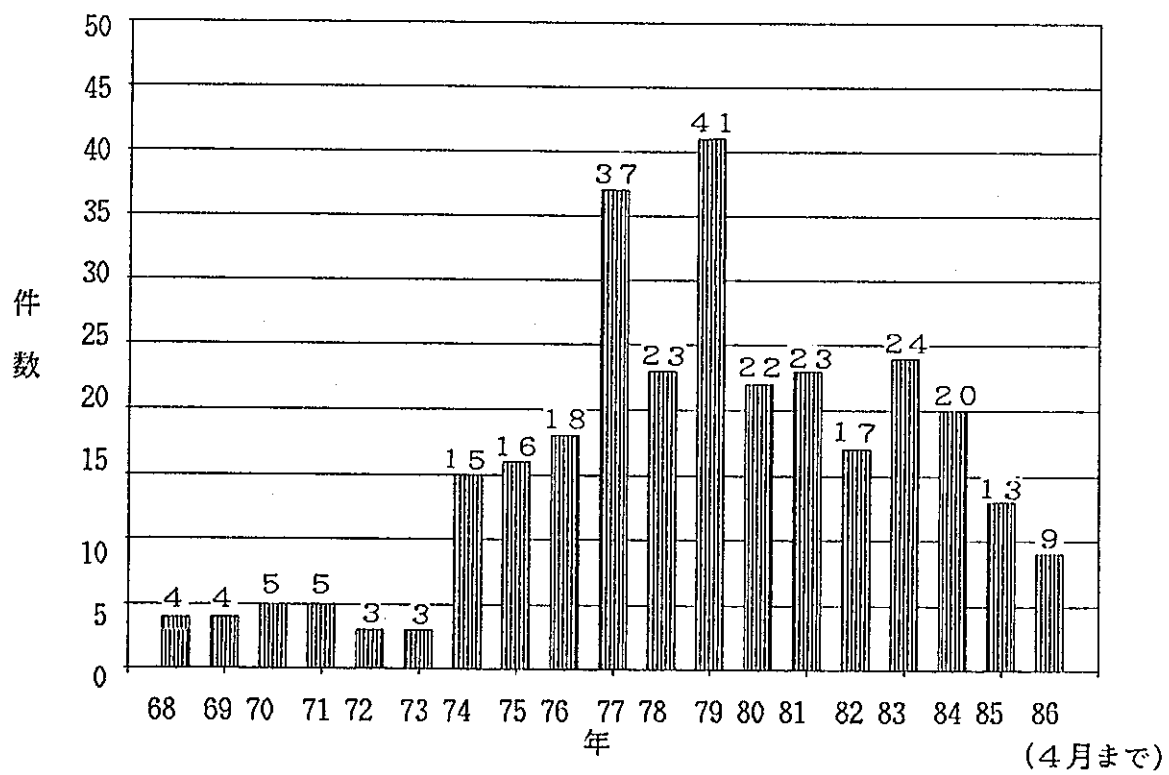


図-4 選定事故の年度別統計

3 . 重要事故年表

3 . 1 海外の事故

3 . 2 国内の事故

3.1 海外の事故

3.1 海外の事故

重要事故年表(年代順)

事故分類：A = 臨界事故，B = 輸送事故，C = 爆発事故，D = 火災事故，E = 発電所異常事象，F = 施設内の汚染事故，G = 環境の汚染事故，H = 被曝事故，Z = その他の事故

発生日	事象	施設	国名	施設の種類	事故の種類	事故分類コード			
						1	2	3	4
68/01/30	臨界集合体の即発臨界	Y-12, ORNL	米国	研究施設	臨界事故	A			
68/02/07	ケーブルトレイの火災	San Onofre-1	米国	PWR	火災事故	D			
68/03/12	ケーブルトレイの火災	San Onofre-1	米国	PWR	火災事故	D			
68/04/	除染作業中に被曝	Nuclear Fuel Services	米国	燃料加工	被曝事故	H			
68/10/24	照射中ナトリウム24を体内被曝	TRIGA	米国	研究施設	被曝事故	H			
69/ /	燃料棒5本が溶融	St. Laurent A-1	フランス	GCR	発電所異常事象	E			
69/01/21	炉心が一部溶融し原子炉の設置されていた洞窟内が汚染	Lucens	スイス	研究炉	環境の汚染事故	G	F		
69/04/	廃液タンクと飲料水貯蔵タンクの接続ミスによる飲料水の汚染	原子力発電所 [不明]	米国	NP	施設内の汚染事故	F			
69/05/11	核兵器用プルトニウム製品工場での火災事故	Rocky Flats Plant	米国	その他	火災事故	D	F		
70/05/04	衝突事故によるB型キャスクの火災	輸送用車両	米国	その他	輸送事故	B	D		
70/07/	人為ミスと機器故障による外部電源完全喪失と冷却材の流出	Humboldt Bay	米国	BWR	発電所異常事象	E	F		
70/08/20	機械加工作業中の油への引火による火災	Oconee-1	米国	PWR	火災事故	D			
70/08/24	プルトニウム回収工程での臨界事故による2名の被曝	Windscale Works (PRP)	英国	再処理	臨界事故	A	H		
70/12/08	使用済燃料キャスク輸送用トレーラの転倒	輸送用トレーラ	米国	その他	輸送事故	B			
71/ /	原子炉建屋内でナトリウム火災	Karlsruhe KNK-2	西独	FBR	火災事故	D			
71/04/08	1次冷却材の格納容器内への漏洩	Connecticut Yankee	米国	PWR	発電所異常事象	E	F		
71/11/	オフガス系の溶断時の引火による爆発	Monticello	米国	BWR	爆発事故	C			
71/12/	タービン発電機の油火災	Muhleberg	スイス	BWR	火災事故	D			
71/12/31	航空輸送中の放射性物質 (Mo-99を含む) の漏洩による汚染	旅客機	米国	その他	輸送事故	B	G		
72/03/09	電気配線の緩みによる制御棒駆動装置用キャビネットの火災	Oconee-1	米国	PWR	火災事故	D	E		
72/04/12	原子炉圧力抑制系の事故	Wurgassen	西独	BWR	発電所異常事象	E	F		
72/08/25	軽飛行機の墜落による送電線及び電話線の不通	Millstone-1	米国	BWR	その他の事故	Z	E		
73/ /	蒸気発生器でのナトリウム・水反応	BN350	ソビエト	FBR	発電所異常事象	E			
73/02/25	主蒸気系の漏洩	Wurgassen	西独	BWR	施設内の汚染事故	F	E		
73/06/12	落雷によるオフガス系の爆発	Vermont Yankee	米国	BWR	爆発事故	C	E		
73/08/31	落雷によるオフガス系の爆発	Vermont Yankee	米国	BWR	爆発事故	C	E		

発生日	事象	施設	国名	施設の種類	事故の種類	1	2	3	4
74/ /	職員ミスによる希ガスの補助建屋内への放出	Zion-1	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	G		
74/ /	オフガス系の爆発	Dresden-3	米国	BWR	爆発事故	C	G	E	
74/05/20	流量制御弁の急閉操作時の弁内部での発火によるオフガス系の爆発	Monticello	米国	BWR	環境の汚染事故	G	C	E	
74/06/30	放射性ガスの放出	Maine Yankee	米国	PWR	環境の汚染事故	G	F		
74/07/	補給水系の漏洩による放射性ガスの放出	Indian Point-1	米国	PWR	環境の汚染事故	G	F		
74/07/	蒸気発生器用電気掃除機の不用意な開放による全身被曝	H. B. Robinson-2	米国	PWR	被曝事故	H	F		
74/07/31	復水脱塩系の弁故障による放射性廃液の川への流出	Duane Arnold	米国	BWR	環境の汚染事故	G	F		
74/08/	放射性洗濯廃液の川への流出	Dresden-1	米国	BWR	環境の汚染事故	G			
74/08/07	廃液配水管の隔離弁の閉じ忘れによる放射性廃液の川への流出	Cooper	米国	BWR	環境の汚染事故	G			
74/08/16	放射性気体廃棄物の放出	Oconee-1	米国	PWR	環境の汚染事故	G			
74/10/10	オフガス系フィルタ建屋内の爆発	Quad Cities	米国	BWR	爆発事故	C	G		
74/10/18	建設工事中の火災事故	Salem-2	米国	PWR	火災事故	D			
74/10/30	燃料被覆管の破損による放射性ガスの放出	Dresden-3	米国	BWR	環境の汚染事故	G	F	E	
74/11/	保修員ミスによる冷却材の室内流出のための放射性ガスの放出	Oconee-2	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	G		
74/11/07	電熱管破損による低レベル放射性冷却水の川への流出	Surry-1	米国	PWR	環境の汚染事故	G	F		
74/11/07	電熱管破損による低レベル放射性冷却水の川への流出	Surry-2	米国	PWR	環境の汚染事故	G	F		
75/01/11	被覆管の破損による原子炉建屋排気口からの希ガス放出量の増加	Pilgrim-1	米国	BWR	環境の汚染事故	G	F	E	
75/02/26	蒸気発生器伝熱管破損による放射能の漏洩	Point Beach-1	米国	PWR	環境の汚染事故	G	F	E	
75/03/22	ケーブル処理室の火災	Browns Ferry-1	米国	BWR	火災事故	D	E		
75/03/22	ケーブル処理室の火災	Browns Ferry-2	米国	BWR	火災事故	D	E		
75/05/01	ポンプシール破損による1次冷却材の格納容器内漏洩	H. B. Robinson-2	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	E		
75/05/09	放射性廃液のオーバーフローによる土壌汚染	Dresden-1	米国	BWR	施設内の汚染事故	F			
75/05/22	燃料破損と瞬間放出率0.034Ci/秒の排ガスの放出	Quad Cities-2	米国	BWR	環境の汚染事故	G	E		
75/06/	1次系の弁開による漏洩と放射性ガスの放出	Zion-1	米国	PWR	環境の汚染事故	G	F		
75/06/04	落下による燃料集合体の損傷	Humboldt Bay	米国	BWR	施設内の汚染事故	F			
75/06/24	弁の故障による1次冷却材の漏洩	Oconee-1	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	E		
75/06/27	漏れたタービン油への引火によるタービン建屋の火災	Oconee-2	米国	PWR	火災事故	D	E		
75/07/	試料採取系弁からの漏洩による放射性ガスの所外への放出	Calvert Cliffs-1	米国	PWR	環境の汚染事故	G	F		
75/08/	Tech. Spec. 制限値を超える放射性ガスの放出	Calvert Cliffs-1	米国	PWR	環境の汚染事故	G			
75/08/17	振動によるレジャーサ破損のため給水8500ガロンが流出	Quad Cities-2	米国	BWR	施設内の汚染事故	F	G		
75/11/07	バルブ修理中に熱水噴出	Gundremmingen-1	西独	BWR	発電所異常事象	E			

発生日	事象	施設	国名	施設の種類	事故の種類	1	2	3	4
75/11/11	放射線技師の28レムの被曝	Value Engineering Laboratory	米国	研究施設	被曝事故	H			
75/12/17	水力振動による燃料棒の破損	Point Beach-1	米国	PWR	発電所異常事象	E			
76/01/07	オフガス建屋内での水素爆発による建屋崩壊	Cooper	米国	BWR	爆発事故	C	G	E	
76/01/19	スタックフィルタ室内での水素爆発	Brunswick-2	米国	BWR	爆発事故	C	F	H	E
76/02/12	非常用復水器配管の腐食による冷却水の漏洩	Millstone-1	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	E		
76/03/18	発電所従事者の8レムの被曝	Zion-1	米国	PWR	被曝事故	H			
76/03/29	局所出力の上昇による平常値の5倍の放射能の放出	Dresden-1	米国	BWR	環境の汚染事故	G			
76/04/05	発電所従事者の10レムの被曝	Indian Point-2	米国	PWR	被曝事故	H			
76/06/	埋設配管フランジ部からの放射性廃液の漏洩	FitzPatrick	米国	BWR	施設内の汚染事故	F			
76/07/	廃液の漏洩によるトリチウム1.6Ciの川への流出	Vermont Yankee	米国	BWR	環境の汚染事故	G	F		
76/07/11	2次系ナトリウムの漏洩による火災	Phenix	フランス	FBR	火災事故	D	E		
76/08/15	1次系配管が破損し23トンの重水が格納容器内とボイラー室に漏出	KANUPP	パキスタン	CANDU	施設内の汚染事故	F	H	E	
76/08/30	イオン交換樹脂と硝酸の反応による爆発事故	Z Plant	米国	廃棄物処理	爆発事故	C	F	H	G
76/09/05	主蒸気の漏れによる最大許容値を超える放射能の環境への放出	Duane Arnold-1	米国	BWR	環境の汚染事故	G	E		
76/09/15	蒸気発生器伝熱管の破損	Surry-2	米国	PWR	発電所異常事象	E	F		
76/10/05	2次系ナトリウムの漏洩による火災	Phenix	フランス	FBR	火災事故	D	E		
76/11/	DC母線の喪失とその後のディーゼル発電機火災	Zion-2	米国	PWR	発電所異常事象	E	D		
76/12/	浜辺でのトリチウムの検出	Windscale Works	英国	再処理	環境の汚染事故	G			
76/12/14	燃料被覆管の欠陥による格納容器建屋内の汚染レベルの上昇	Windscale Works	英国	AGR	施設内の汚染事故	F	H	E	
76/12/17	使用済燃料貯蔵プールの配管からの汚染水の漏洩による土壌汚染	Oldbury	英国	GCR	施設内の汚染事故	F			
76/12/23	使用済燃料輸送キャスクの表面汚染	Berkeley Nuclear Laboratories	英国	研究施設	輸送事故	B			
77/01/	冷却材の格納容器内への流出	Gundremmingen-1	西独	BWR	施設内の汚染事故	F	E		
77/02/15	液体廃棄物ドレン配管の除染作業での廃液漏洩による土壌汚染	Dounreay Laboratories	英国	研究施設	施設内の汚染事故	F			
77/02/20	ベント配管溶接部の欠陥部からのPu同位体の漏洩による気中汚染	Dounreay Laboratories	英国	研究施設	施設内の汚染事故	F			
77/02/23	使用済燃料輸送キャスク表面の汚染	Winfrith	英国	SGHWR	輸送事故	B	G		
77/03/22	MOXパウダーの流出による作業員3名の汚染	Winfrith Experimental Lab.	英国	研究施設	被曝事故	H	F		
77/03/27	気体廃棄物排気筒を発生源とするRu106による地表汚染	Windscale (AGR)	英国	AGR	環境の汚染事故	G			
77/03/31	四半期許容値をわずかに超える作業員の全身及び皮膚被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H			
77/04/28	硝酸プルトニウムと炭素パウダの反応による爆発事故	Windscale Works	英国	再処理	爆発事故	C	F	H	
77/05/02	弁の破損による使用済燃料輸送用キャスクからの廃液の漏洩	Winfrith	英国	SGHWR	輸送事故	B	F		
77/05/10	固体廃棄物施設でのナトリウムと水による化学反応爆発	Dounreay (DNE)	英国	廃棄物処理	爆発事故	C	F		

発生日	事象	施設	国名	施設の種類	事故の種類	1	2	3	4
77/05/15	PCIとSCCの複合作用による燃料棒の破損	LaCrosse	米国	BWR	発電所異常事象	E	F		
77/05/22	一般廃棄物処分場への汚染物質の違法投棄	Windscale Works	英国	廃棄物処分	環境の汚染事故	G			
77/06/12	燃料棒の破損によるキセノン133の放出	Windscale Works	英国	AGR	発電所異常事象	E			
77/06/14	所内輸送キャスクの運搬作業での年間許容値の2.5倍の皮膚被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H	F		
77/06/20	Co同位体による許容レベルを超える4名の作業員の頭髪部の汚染	Winfrith	英国	SGHWR	被曝事故	F	F		
77/07/09	燃料冷却プールでの当直長の四半期許容値を超える全身被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H			
77/07/17	オフガス系の活性炭フィルタで火災	Browns Ferry-3	米国	BWR	火災事故	D			
77/07/21	使用済燃料解体施設での年間許容値に等しい皮膚被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H			
77/07/30	ポンプからの廃液の漏れによる四半期許容値を超える皮膚被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H	F		
77/08/06	四半期許容値を超える作業員の皮膚被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H			
77/08/28	キャスク運搬車の作業での四半期許容値の1.5倍の皮膚被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H			
77/09/24	給水系トラブルから加圧器逃し弁固着に至り1次冷却材流出	Davis Besse-1	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	E		
77/09/25	可燃性物質の発火による放射性廃棄物処分場での火災	Drigg Active Waste Disposal	英国	廃棄物処分	火災事故	D			
77/09/25	1次分離工場での保守作業における年間許容値の5倍の皮膚被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H	F		
77/09/27	イエローケーキ輸送トラックの衝突事故	輸送用トラック	米国	その他	輸送事故	B	G		
77/10/02	貯蔵プール作業員の四半期許容値をわずかに超える皮膚被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H			
77/10/11	原子炉圧力容器内への2000ガロンの海水の流入	Hunterston B	英国	AGR	発電所異常事象	E			
77/10/15	ポンプ設備の配管継手の分離による使用済燃料貯蔵プール水の流出	Chapelcross	英国	GCR	施設内の汚染事故	F			
77/11/04	貯水プール作業員の左手における四半期許容値の1.5倍の被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H	F		
77/11/12	燃料解体工場作業員の四半期許容値を超える皮膚被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H			
77/11/23	保守作業員2名が作業場所を間違えて被曝	Pilgrim-1	米国	BWR	被曝事故	H			
77/12/03	重水製造工場の試運転中の爆発	Heavy Water Plant	インド	その他	爆発事故	C			
77/12/11	通常レベルより高い気中プルトニウム環境下作業での被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H	F		
77/12/12	バーナブル・ポイズン・アセンブリの破片が1次系に散乱	Crystal River-3	米国	PWR	発電所異常事象	E			
77/12/13	オフガス系で2度の水素爆発事故	Millstone-1	米国	BWR	爆発事故	C	G		
77/12/14	許可区域外の地下貯蔵室への使用済燃料要素の混入	Berkeley	英国	GCR	施設内の汚染事故	F			
77/12/15	作業員2名の年間許容値を超える集積被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H			
78/01/05	トリチウムによる年間許容レベルの4倍の被曝	Radchemical Center	英国	研究炉	被曝事故	H			
78/02/07	配管フランジ部の損傷による低レベル廃液300ガロンの流出	Rolls Royce Plant	英国	研究炉	施設内の汚染事故	F	G		
78/03/03	燃料解体施設の作業員の左膝での四半期許容値を超える皮膚被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H			
78/03/08	タービン建屋での火災と爆発	Hunterston A	英国	GCR	火災事故	D	C		

発生日	事象	施設	国名	施設の種類	事故の種類	1	2	3	4
78/04/05	発電所従事者の27.3レムの被曝	Trojan	米国	PWR	被曝事故	H			
78/04/05	溶接作業による原子炉建屋天井部分からの出火	Hinkley Point B	英国	AGR	火災事故	D			
78/04/08	セシウムを主体とするF Pによる輸送用キャスク表面の汚染	Winfrith	英国	SGHWR	輸送事故	B			
78/04/26	放射性廃棄物建屋廻りの放射能汚染	Brunswick-1	米国	BWR	施設内の汚染事故	F			
78/05/	放射線下作業による配管作業員の四半期許容値を超える全身被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H			
78/05/13	不良燃料ピンの処分作業での右手指の負傷によるPu汚染	Windscale Works	英国	燃料加工	施設内の汚染事故	F			
78/06/03	焼却処分許容レベル以上の汚染度の冷却塔フレーム材の誤焼却	Windscale Works	英国	再処理	施設内の汚染事故	F			
78/06/17	再循環系配管入口ノズルのクラックからの漏洩	Duane Arnold	米国	BWR	施設内の汚染事故	F	E		
78/06/18	タービン発電機から水蒸気約145トンが漏洩	Brunsbüttel	西独	BWR	環境の汚染事故	G	F	E	
78/07/24	可燃性放射性廃棄物貯蔵所での小火災	Bradwell	英国	GCR	火災事故	D	G	F	
78/07/25	作業員の手順遵守違反による右足部の被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H			
78/08/26	四半期許容値を超えるクレーン工の全身被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H			
78/08/31	手順遵守違反による作業長の人体汚染と汚染の拡散	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H	G		
78/08/31	プルトニウム製品施設でのプルトニウムによる微量汚染	Windscale Works	英国	再処理	施設内の汚染事故	F	H		
78/09/20	低レベル廃液貯蔵タンクからの漏洩による土壌汚染	Hunterston A	英国	GCR	施設内の汚染事故	F			
78/10/17	高濃縮ウラン回収工程の抽出カラム内の臨界事故	Idaho National Engineering Lab	米国	研究施設	臨界事故	A			
78/10/24	汚染水約4 m ³ の補助建屋床への流出	North Anna-1	米国	PWR	施設内の汚染事故	F			
78/12/	年間許容量を超える全身被曝の通報義務違反	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H			
78/12/05	プルトニウム精製施設での安全管理者の作業許容量を超える被曝	Windscale Works	英国	再処理	施設内の汚染事故	F	H		
79/01/	湖へ流れ込むドレン系への放射性物質の混入	Trawsfynydd	英国	GCR	環境の汚染事故	G	F		
79/01/01	使用済燃料貯蔵プール温調クーラからのプール水1000ガロンの漏洩	Hunterston B	英国	AGR	施設内の汚染事故	F	E		
79/01/16	配管破損部からの低レベル液体廃棄物の漏洩による土壌汚染	Hunterston A	米国	GCR	施設内の汚染事故	F			
79/01/20	放射線管理者の許容レベルを超える全身被曝と皮膚被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H			
79/02/01	輸送用車両への放射性廃棄物の搭載時の流出による線路等の汚染	Bradwell	英国	GCR	施設内の汚染事故	F			
79/02/14	被覆管の破損によるF Pの放出	Connecticut Yankee	米国	PWR	施設内の汚染事故	F			
79/02/16	換気用排気筒からの放射性物質の放出による芝生の汚染	Windscale Works	英国	再処理	環境の汚染事故	G			
79/02/20	低レベル廃液の漏洩による海洋排水の微量汚染	Hinkley Point A	英国	GCR	環境の汚染事故	G			
79/03/06	年間許容量の1.5倍の背中での被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H	F		
79/03/15	10万キュリーの放射性液体廃棄物の土壌への漏洩	Windscale Works	英国	再処理	環境の汚染事故	G	F		
79/03/22	輸送用トレーラの転倒事故によるイエローケーキの流出	輸送用トレーラ	米国	その他	輸送事故	B	G		
79/03/28	T M I 事故 (冷却材喪失による炉心溶融)	Three Mile Island-2	米国	PWR	環境の汚染事故	G	F	E	

発生日	事象	施設	国名	施設の種類	事故の種類	1	2	3	4
79/04/14	原子炉圧力容器下での点検作業時の10レムの全身被曝	Surry-2	米国	PWR	被曝事故	H			
79/04/29	年間許容被曝線量をわずかに超える左手での被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H			
79/04/30	シール水供給配管の透視管破損による7千ガロンの冷却材の流出	Zion-1	米国	PWR	施設内の汚染事故	F			
79/05/	化学再処理工場の作業員の四半期許容値の1~2倍の全身被曝	Dounreay Chemical Reprocessing	英国	再処理	被曝事故	H			
79/05/05	プルトニウム燃料ペレットの破片による指の切傷	Windscale Works	英国	燃料加工	施設内の汚染事故	F			
79/06/25	蒸気発生器伝熱管の破裂	Doel-2	ベルギー	PWR	発電所異常事象	E	F		
79/07/09	交流発電機での火災事故	Wylfa	英国	GCR	火災事故	D			
79/07/11	サンブ破損による300m3の低レベル液体廃棄物の漏洩	Windscale Works	英国	再処理	施設内の汚染事故	F			
79/07/16	ウラン廃液貯蔵ダムの決壊による廃液の川への流出	Church Rock Uranium Mill	米国	製錬	環境の汚染事故	G			
79/07/16	切削機械による燃料棒の解体中に破片が挟まり過熱により火災	Windscale Works	英国	再処理	火災事故	D	G	H	
79/07/17	オフガス系内にたまった水素の爆発	Browns Ferry-3	米国	BWR	爆発事故	C			
79/08/27	汚染された装置の搬入による非管理区域の汚染	Oldbury	英国	GCR	施設内の汚染事故	F			
79/08/28	補給水弁室での6名の作業員の最大約150レムの被曝	Three Mile Island-2	米国	PWR	被曝事故	H			
79/08/29	弁からの微量漏れによる四半期許容値の3倍の皮膚被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H	F		
79/08/30	ホットセル運転員の指の被曝	Hot Cell Facility	米国	不明	被曝事故	H			
79/09/	CO2ガスの漏洩箇所を調査中、作業員2名が被曝	Chinon A-1	フランス	GCR	被曝事故	H			
79/09/03	改造工事での配管の穴あけによるUF6ガスの放出事故	Capenhurst Works	英国	濃縮	被曝事故	H	F		
79/09/11	制御弁の故障によるα核種を含む液体廃棄物の流出と気中汚染	Windscale Works	英国	再処理	環境の汚染事故	G	F	H	
79/09/25	補助建屋内への放射性ガスの放出	North Anna-1	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	E		
79/10/02	ラブチャー・ディスクの破裂による冷却材の流出	Prairie Island-1	米国	PWR	環境の汚染事故	G	F	E	
79/10/15	海洋排水管からの低レベル液体廃棄物の漏れによる土壌汚染	Hunterston A	英国	GCR	施設内の汚染事故	F			
79/10/18	汚染レジンの鼻孔への吸入による年間許容量を超える被曝	Radiochemical Center	英国	その他	被曝事故	H	F		
79/11/03	汚染物質の微量漏れによる使用済燃料輸送キャスクの表面汚染	Dounreay	英国	再処理	輸送事故	B	G		
79/11/07	液体廃棄物貯蔵タンクの除染作業における廃液スラリーの流出	Hunterston A	英国	GCR	施設内の汚染事故	F			
79/11/09	実験作業員の四半期許容値を超える皮膚被曝	Windscale Works	英国	研究施設	被曝事故	H	F		
79/11/10	窒素ガスにより作業員1名が窒息死	Bugey-3	フランス	PWR	その他の事故	Z			
79/11/16	修理中、プルトニウムによる作業員の体内被曝	Parks Township Plutonium Fac.	米国	不明	被曝事故	H	F		
79/12/06	配管破損によるUF6ガスの放出	Capenhurst Works	英国	濃縮	被曝事故	H	F	G	
79/12/16	ガス処理系から大気への希ガスの計画外放出	Connecticut Yankee	米国	PWR	環境の汚染事故	G	F		
80/01/	弁の故障による低レベル液体廃棄物の漏洩による地下水の汚染	Windscale Works	英国	再処理	環境の汚染事故	G	F		
80/01/12	放射線技師が全身に年間許容値を超える被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H			

発生日	事象	施設	国名	施設の種類	事故の種類	1	2	3	4
79/04/14	原子炉圧力容器下での点検作業時の10レムの全身被曝	Surry-2	米国	PWR	被曝事故	H			
79/04/29	年間許容被曝線量をわずかに超える左手での被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H			
79/04/30	シール水供給配管の透視管破損による7千ガロンの冷却材の流出	Zion-1	米国	PWR	施設内の汚染事故	F			
79/05/	化学再処理工場の作業員の四半期許容値の1~2倍の全身被曝	Dounreay Chemical Reprocessing	英国	再処理	被曝事故	H			
79/05/05	プルトニウム燃料ペレットの破片による指の切傷	Windscale Works	英国	燃料加工	施設内の汚染事故	F			
79/06/25	蒸気発生器伝熱管の破裂	Doel-2	ベルギー	PWR	発電所異常事象	E	F		
79/07/09	交流発電機での火災事故	Wylfa	英国	GCR	火災事故	D			
79/07/11	サンブ破損による300m3の低レベル液体廃棄物の漏洩	Windscale Works	英国	再処理	施設内の汚染事故	F			
79/07/16	ウラン廃液貯蔵ダムの決壊による廃液の川への流出	Church Rock Uranium Mill	米国	製錬	環境の汚染事故	G			
79/07/16	切削機械による燃料棒の解体中に破片が挟まり過熱により火災	Windscale Works	英国	再処理	火災事故	D	G	H	
79/07/17	オフガス系内にたまった水素の爆発	Browns Ferry-3	米国	BWR	爆発事故	C			
79/08/27	汚染された装置の搬入による非管理区域の汚染	Oldbury	英国	GCR	施設内の汚染事故	F			
79/08/28	補給水弁室での6名の作業員の最大約150レムの被曝	Three Mile Island-2	米国	PWR	被曝事故	H			
79/08/29	弁からの微量漏れによる四半期許容値の3倍の皮膚被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H	F		
79/08/30	ホットセル運転員の指の被曝	Hot Cell Facility	米国	不明	被曝事故	H			
79/09/	CO2ガスの漏洩箇所を調査中、作業員2名が被曝	Chinon A-1	フランス	GCR	被曝事故	H			
79/09/03	改造工事での配管の穴あけによるUF6ガスの放出事故	Capenhurst Works	英国	濃縮	被曝事故	H	F		
79/09/11	制御弁の故障によるα核種を含む液体廃棄物の流出と気中汚染	Windscale Works	英国	再処理	環境の汚染事故	G	F	H	
79/09/25	補助建屋内への放射性ガスの放出	North Anna-1	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	E		
79/10/02	ラブチャー・ディスクの破裂による冷却材の流出	Prairie Island-1	米国	PWR	環境の汚染事故	G	F	E	
79/10/15	海洋排水管からの低レベル液体廃棄物の漏れによる土壌汚染	Hunterston A	英国	GCR	施設内の汚染事故	F			
79/10/18	汚染レジンの鼻孔への吸入による年間許容量を超える被曝	Radiochemical Center	英国	その他	被曝事故	H	F		
79/11/03	汚染物質の微量漏れによる使用済燃料輸送キャスクの表面汚染	Dounreay	英国	再処理	輸送事故	B	G		
79/11/07	液体廃棄物貯蔵タンクの除染作業における廃液スラリーの流出	Hunterston A	英国	GCR	施設内の汚染事故	F			
79/11/09	実験作業員の四半期許容値を超える皮膚被曝	Windscale Works	英国	研究施設	被曝事故	H	F		
79/11/10	窒素ガスにより作業員1名が窒息死	Bugey-3	フランス	PWR	その他の事故	Z			
79/11/16	修理中、プルトニウムによる作業員の体内被曝	Parks Township Plutonium Fac.	米国	不明	被曝事故	H	F		
79/12/06	配管破損によるUF6ガスの放出	Capenhurst Works	英国	濃縮	被曝事故	H	F	G	
79/12/16	ガス処理系から大気への希ガスの計画外放出	Connecticut Yankee	米国	PWR	環境の汚染事故	G	F		
80/01/	弁の故障による低レベル液体廃棄物の漏洩による地下水の汚染	Windscale Works	英国	再処理	環境の汚染事故	G	F		
80/01/12	放射線技師が全身に年間許容値を超える被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H			

発生日	事象	施設	国名	施設の種類	事故の種類	1	2	3	4
80/01/14	年間許容値の約2.5倍の被曝	TRIGA Reserch Reactor	米国	研究炉	被曝事故	H			
80/02/11	使用済燃料輸送キャスクの輸送許可レベル以上の表面汚染	Winfrith	英国	研究施設	輸送事故	B			
80/02/13	燃料被覆材の溶融	St. Laurent A-1	フランス	GCR	発電所異常事象	E			
80/02/17	汚染された芝草の不法投棄による環境汚染	Hunterston A	英国	GCR	環境の汚染事故	G			
80/02/20	水素シリンダーの漏洩により火災	Olkiluoto-1	フィンランド	BWR	火災事故	D			
80/02/26	非核計装の電源喪失から冷却材約4万3千ガロンの格納容器内流出	Crystal River-3	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	E		
80/03/	運転員がキセノン133により四半期許容値を超える被曝	Radiochemical Center	英国	その他	被曝事故	H			
80/03/13	燃料チャンネルの冷却ガス入口の閉塞による燃料ウランの溶融	St. Laurent A-2	フランス	GCR	発電所異常事象	E			
80/05/10	1次冷却材ポンプシールの破損による冷却材1万1千ガロンの漏洩	Arkansas Nuclear One-1	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	E		
80/05/31	制御棒交換装置修理中に作業員が計画線量を超える被曝	Zorita	スペイン	PWR	被曝事故	H			
80/06/25	ボイラー伝熱管からガス冷却系への水の漏洩	Trawsfynydd-1	英国	GCR	発電所異常事象	E	G		
80/07/10	作業員1名が皮膚に年間許容値を超える被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H	F		
80/07/30	輸送キャスクの表面汚染	Winfrith	英国	SGHWR	輸送事故	B			
80/08/07	低レベル放射性廃液排出配管へのFPの混入	Dounreay	英国	再処理	施設内の汚染事故	F			
80/08/28	非管理区域の放射能汚染	Berkeley Nuclear Laboratories	英国	研究施設	施設内の汚染事故	F			
80/09/	蒸気発生器保守作業中の作業員の被曝	San Onofre-1	米国	PWR	被曝事故	H			
80/10/	低レベル液体廃棄物移送管の破損による汚染水の漏洩	AERE Harwell	英国	研究施設	施設内の汚染事故	F			
80/10/17	ファンクーラからのサービス水の格納容器内流出	Indian Point-2	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	E		
80/10/30	降雨によって貯蔵タンクからウランが流出	Springfields Nuclear Lab.	英国	研究施設	環境の汚染事故	G	F		
80/11/04	作業員が左足下部に年間許容値の約2倍の被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H	F		
81/01/	セシウム同位体による土壌汚染	Berkeley	英国	GCR	施設内の汚染事故	F			
81/01/28	作業員1名がプルトニウム汚染した釘によって指を負傷	AERE Harwell	英国	研究施設	被曝事故	H	F		
81/02/	燃料棒の破損による1次冷却材中の放射能の増大	Tihange-1	ベルギー	PWR	発電所異常事象	E	F		
81/02/10	放射性廃液の建屋外への漏洩	Oyster Creek	米国	BWR	施設内の汚染事故	F	E		
81/02/11	格納容器スプレイ系の誤動作による冷却材の格納容器内流出	Sequoyah-1	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	E		
81/03/05	原子炉容器遮蔽プラグの取り外し中、作業員が21レムの被曝	Dresden-2	米国	BWR	被曝事故	H			
81/03/21	弁パッキンからの冷却材17.5万ガロンの漏洩	Browns Ferry-3	米国	BWR	施設内の汚染事故	F			
81/04/16	放射線監視員が手足を汚染し、皮膚に四半期許容値を超える被曝	Windscale Works	英国	再処理	被曝事故	H	F		
81/05/15	放射線監視員1名が皮膚に年間許容値を超える被曝	Windscale Works (Sellafield)	英国	再処理	被曝事故	H	F		
81/06/11	作業員1名が手に四半期許容値を超える被曝	Windscale Works (Sellafield)	英国	再処理	被曝事故	H			
81/06/18	作業員1名が皮膚に年間許容値を超える被曝	Windscale Works (Sellafield)	英国	再処理	被曝事故	H	F		

発生日	事象	施設	国名	施設の種類	事故の種類	1	2	3	4
81/06/26	ディーゼル発電機室で火災	Fessenheim-1	フランス	PWR	火災事故	D			
81/07/03	主変圧器故障により流出した油による火災	North Anna-2	米国	PWR	火災事故	D	E		
81/07/06	作業員1名が皮膚に年間許容値の約3倍の被曝	Windscale Works (Sellafield)	英国	再処理	被曝事故	H	F		
81/07/21	アメリシウム241を含む液体廃棄物の流出	AERE Harwell	英国	研究施設	施設内の汚染事故	F			
81/08/20	作業員2名が手と作業服を汚染	Dounreay	英国	再処理	施設内の汚染事故	F			
81/08/29	トリチウム14,000Ciが環境に放出	Bruce A-1	カナダ	CANDU	環境の汚染事故	G	F		
81/09/15	セシウム137による管理区域外の道路表面の汚染	Trawsfynydd	英国	GCR	施設内の汚染事故	F			
81/09/19	トリチウム1100Ciが環境に放出	Bruce A-2	カナダ	CANDU	環境の汚染事故	G	F	E	
81/09/20	炉心熱出力のトランジェントによる燃料棒の損傷	Hatch-1	米国	BWR	発電所異常事象	E	G		
81/10/04	放射性ヨウ素の敷地外への放出	Windscale Works (Sellafield)	英国	再処理	環境の汚染事故	G			
81/10/20	蒸気発生器の1次系から2次系へ冷却材が漏洩	Ringhals-3	スウェーデン	PWR	環境への汚染事故	G	F		
81/12/30	作業員1名が膝を汚染し、年間許容値の3倍を超える被曝	Windscale Works (Sellafield)	英国	再処理	被曝事故	H	F		
82/01/22	蒸気発生器の漏洩により水・蒸気の混合ガスが環境に放出	Rouno-1	ソビエト	VVER	環境の汚染事故	G	F	E	
82/01/25	蒸気発生器細管破損による原子炉スクラムと放射能の環境への放出	Ginna	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	E	G	H
82/01/28	N2ガスによる配管洗浄中、放射性ガスが放出	Gravelines B-1	フランス	PWR	環境の汚染事故	G			
82/01/28	N2ガスによる配管洗浄中、放射性ガスが放出	Gravelines B-2	フランス	PWR	環境の汚染事故	G			
82/02/09	気体廃棄物系の逃し弁開による放射性ガスの放出	Surry-1	米国	PWR	環境の汚染事故	G	E		
82/03/15	作業員1名が四半期許容値を超える全身被曝	AERE Harwell	英国	研究施設	被曝事故	H			
82/03/19	低レベル固体廃棄物処分場での火災	Drigg	英国	廃棄物処分	火災事故	D			
82/03/19	作業員1名が左むこうずねを汚染し、皮膚に年間許容値を超える被曝	Windscale Works (Sellafield)	英国	再処理	被曝事故	H	F		
82/03/21	放射性腐食沈殿物の排出による格納容器内の汚染	AERE Harwell	英国	研究施設	施設内の汚染事故	F	H		
82/03/25	原子炉キャビティ内での作業員の約5レムの被曝	Zion-1	米国	PWR	被曝事故	H	F		
82/04/	蒸気発生器でナトリウム火災	Phenix	フランス	FBR	火災事故	D	E		
82/04/18	逃し弁の誤開による放射性ガスの放出	Surry-1	米国	PWR	環境の汚染事故	G	E		
82/05/11	天然ウラン硝酸溶液の漏洩	Dounreay	英国	再処理	施設内の汚染事故	F			
82/08/13	4 m3の1次冷却材が格納容器外に漏洩	Gravelines B-4	フランス	PWR	施設内の汚染事故	F	E		
82/08/25	原子炉冷却材の格納容器外への漏洩	Hatch-2	米国	BWR	発電所異常事象	E	F		
82/09/02	コバルト線源の被曝により運転員が死亡	Radiation Sterillization Plant	ノルウェー	研究施設	被曝事故	H			
82/10/26	気体廃棄物系からの放射能放出と作業員の汚染	Zion	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	H	G	
82/11/16	気体廃棄物系弁からの放射能放出	Yankee Rowe	米国	PWR	環境の汚染事故	G			
83/01/15	燃料棒の損傷	Farley-1	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	E		

発生日	事象	施設	国名	施設の種類	事故の種類	1	2	3	4
83/01/16	余熱除去（RHR）系の故障による放射能15ミリCiの川への流出	Browns Ferry-3	米国	BWR	環境の汚染事故	G	E		
83/01/25	主給水配管の水撃による損傷で100ガロン／分の漏洩	Maine Yankee	米国	PWR	発電所異常事象	E	F		
83/02/03	5.5kV配電盤での爆発・火災	St. Laurent A-1	フランス	GCR	爆発事故	C	D		
83/02/13	CO2供給系からのCO2漏洩	Wylfa-2	英国	GCR	施設内の汚染事故	F	E		
83/03/	劣化ウラン鑄造施設作業員が四半期で手に125レムの被曝	Nuclear Metals Inc.	米国	燃料加工	被曝事故	H	F		
83/03/10	29トンの重水が施設内に漏洩	Bruce A-4	カナダ	CANDU	施設内の汚染事故	F	E		
83/04/11	1次熱移送ポンプの故障から重水2.7トンが施設内に漏洩	Bruce A-1	カナダ	CANDU	施設内の汚染事故	F	E		
83/04/13	1次冷却ポンプシール漏洩により10Ciのガスが環境に放出	Tihange-1	ベルギー	PWR	環境の汚染事故	G	F	E	
83/04/16	格納容器内での67名の作業員のCo-58,60による内部被曝	Salem-2	米国	PWR	被曝事故	H	F		
83/06/01	2名の発電所従事者が保守作業中に過度の被曝	Pickering A	カナダ	CANDU	被曝事故	H			
83/07/10	安全弁の故障により放射性廃棄物約20Ciが漏洩	Tricastin-3	フランス	PWR	環境の汚染事故	G			
83/07/10	安全弁の故障により放射性廃棄物約20Ciが漏洩	Tricastin-4	フランス	PWR	環境の汚染事故	G			
83/08/01	圧力管に穴があき施設内に重水が漏洩	Pickering-2	カナダ	CANDU	施設内の汚染事故	F	E		
83/08/08	除染作業中1名の作業員が19.22レムの皮膚被曝	Bruce A-3	カナダ	CANDU	被曝事故	H			
83/09/02	熱交換器の漏洩によりオンタリオ湖に600Ciのトリチウム流出	Pickering B-5	カナダ	CANDU	環境の汚染事故	G	F	E	
83/09/04	ディーゼル燃料油配管の破損による火災	Grand Gulf	米国	BWR	火災事故	D	E		
83/09/21	気体廃棄物処理の安全弁から放射性ガス約Ciが放出	Bugey-2	フランス	PWR	環境の汚染事故	G			
83/09/21	気体廃棄物処理の安全弁から放射性ガス約4Ciが放出	Bugey-3	フランス	PWR	環境の汚染事故	G			
83/09/23	研究炉の即発臨界により1名の運転員が死亡	RA-2	アルゼンチン	研究炉	臨界事故	A	H		
83/10/15	2次系高圧ドレンポンプ伸縮継手の破壊により運転員即死	Surry-1	米国	PWR	その他の事故	Z			
83/11/04	気体廃棄物処理システムの隔離弁故障のため放射性ガスが放出	Chion B-1	フランス	PWR	環境の汚染事故	G			
83/11/04	気体廃棄物処理システムの隔離弁故障のため放射性ガスが放出	Chion B-2	フランス	PWR	環境の汚染事故	G			
83/11/09	作業員1名が汚染により年間許容値を超える被曝	Windscale Works (Sellafield)	英国	再処理	被曝事故	H	F		
83/11/12	放射性廃液がアイリッシュ海に流出	Windscale Works (Sellafield)	英国	再処理	環境の汚染事故	G			
83/11/14	変圧器の爆発火災	Oyster Creek	米国	BWR	爆発事故	C	D		
84/01/	使用済燃料プールの水が地下水に漏洩	Gravelines B-1	フランス	PWR	環境の汚染事故	G	F		
84/01/18	CRD保守室での作業員及び放管員の最大4.5レムの被曝	Pilgrim-1	米国	BWR	被曝事故	H			
84/03/20	発電機冷却用水素の漏洩による爆発事故	Rancho Seco	米国	PWR	爆発事故	C	D	E	
84/04/19	炉内核計装シンプル室内管からの冷却材の漏洩	Sequoyah-1	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	E		
84/05/21	ハッチドアの膨脹シールの低下により格納容器内ガスが漏洩	Chion B-2	フランス	PWR	環境の汚染事故	G			
84/06/09	トリチウム水の流出	Heysham A-1	英国	AGR	施設内の汚染事故	F			

発生日	事象	施設	国名	施設の種類	事故の種類	1	2	3	4
84/06/19	検査中に1名の発電所従業者が2レムの全身被曝	Pickering B-5	カナダ	CANDU	被曝事故	H			
84/06/22	運転員1名が年間許容値の2倍を超える皮膚被曝	Windscale Works (Sellafield)	英国	再処理	被曝事故	H	F		
84/06/22	保守作業中5名の作業員が最大123レムを被曝	Pickering B-5	カナダ	CANDU	被曝事故	H			
84/08/21	燃料交換プールのシール破損によるプール水の格納容器内流出	Connecticut Yankee	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	E		
84/08/25	UF6輸送船(モンルイ号)の沈没事故	モンルイ号(輸送船)	ベルギー	その他	輸送事故	B	G		
84/09/06	作業員が左手の傷口から放射能汚染	Pickering A-4	カナダ	CANDU	施設内の汚染事故	F	H		
84/09/13	キャスク開封時の小爆発	La Hague (UP-2)	フランス	再処理	爆発事故	C			
84/09/17	5万Ciのトリチウムの放出	Savannah River Weapons Plant	米国	その他	環境の汚染事故	G			
84/10/	換気系スクラバー内での濃縮ウランの蓄積	Erwin Plant	米国	燃料加工	施設内の汚染事故	F			
84/10/29	1kgのUF6試料が爆発し技術者が負傷	ウラン濃縮パイロットプラント	アルゼンチン	濃縮	爆発事故	C	H		
84/11/13	作業員1名が左膝部を局所的に汚染し皮膚被曝	Windscale Works (Sellafield)	英国	研究施設	被曝事故	H	F		
84/11/22	機器の試験中、エアロゾル状に漏洩したNaと雨の反応により火災	Kalkar SNR-300	西独	FBR	火災事故	D	E		
84/11/25	重水3トンが海に流出	Wolsung(月城)-1	韓国	CANDU	環境の汚染事故	G	F	E	
84/12/07	UF6シリンダの過圧事故	Metropolis Conversion Facility	米国	転換	その他の事故	Z			
85/04/22	六フッ化ウラン用シリンダーの洗浄液が流出	Springfields	英国	転換	環境への汚染事故	G			
85/04/25	貯蔵タンクからの低レベル放射性廃液の流出	Dungeness A	米国	GCR	環境の汚染事故	G			
85/07/07	発電所タービン建屋の火災	馬鞍山-1	台湾	PWR	火災事故	D	E		
85/07/29	原子炉試料採取系からの600ガロンの冷却材の流出	Sequoyah-2	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	H		
85/08/27	イエローケーキを積んだトラックと列車との衝突事故	輸送用トラック	米国	その他	輸送事故	B	G		
85/08/28	補助建屋で小口径弁開による500ガロンの冷却材流出	Arkansas Nuclear One-1	米国	PWR	施設内の汚染事故	F	H		
85/09/10	濃縮プラントでUF6が漏洩	Tricastin	フランス	濃縮	施設内の汚染事故	F			
85/10/17	タービン建屋火災	Trawsfynydd-2	英国	GCR	火災事故	D			
85/10/25	ボイラー伝熱管での蒸気漏洩	Hinkley Point B-2	英国	AGR	発電所異常事象	E	F		
85/11/	燃料加工プラントから許容値を超えるウラン濃度の廃液が流出	RBU Hanau Plant	西独	燃料加工	環境の汚染事故	G			
85/11/21	所内交流電源の喪失と給水系での水撃現象による1次冷却材の漏洩	San Onofre-1	米国	PWR	発電所異常事象	E	F		
85/11/29	放射能汚染したCO2ガス8トンが漏洩	Hinkley Point B-1	英国	AGR	施設内の汚染事故	F			
85/12/19	ナトリウム漏洩による小火災	Kalkar SNR-300	西独	FBR	火災事故	D	E		
86/01/04	セコイヤ燃料工場でのシリンダー破裂事故	Sequoyah Fuels Facility	米国	転換	爆発事故	C	F	G	
86/01/10	濃縮工場におけるUF6の漏洩	Portsmouth Gaseous Diffusion	米国	濃縮	施設内の汚染事故	F	G		
86/01/19	再転換施設における反応容器の破損	Feed Materials Production Cen.	米国	燃料加工	施設内の汚染事故	F			
86/01/23	ウラン0.5トンがアイリッシュ海へ流出	Windscale Works (Sellafield)	英国	再処理	環境の汚染事故	G			

発生日	事象	施設	国名	施設の種類	事故の種類	1	2	3	4
86/02/05	再処理工場主プロセス建屋内で硝酸プルトニウムが漏洩	Windscale Works (Sellafield)	英国	研究施設	施設内の汚染事故	F	G		
86/02/21	中レベル放射性炭酸ガス15トンが漏洩	Trawsfynydd-1	英国	GCR	環境の汚染	G	F		
86/03/28	圧力管及び燃料チャンネルの破損	Bruce-2	カナダ	CANDU	発電所異常事象	E			
86/04/26	原子炉が爆発し大量の放射能が環境放出(チェルノブイル事故)	Chernobyl-4	ソビエト	RBMK	環境の汚染事故	G	C	D	H
86/04/29	重水工場での合成ガスの漏洩による爆発火災	Talcher Heavy Water Plant	インド	その他	火災事故	D	C		

3.2 国内の事故

3.2 国内の事故

(1) 原子力発電所の事故・故障

発生日	発電所	事象
78/10	伊方1号機	1次冷却材ポンプの軸封部からの冷却材の漏えいの発見により点検のため原子炉停止。
78/10	美浜3号機	定検中、蒸気発生器水室から制御棒クラスタ案内管の支持ピンの一部発見。
78/11	大飯1号機	試運転再開準備中、一次冷却材ポンプのモータ巻線の焼損。
78/11	福島第一 4号機	計装用電源回路の誤操作により原子炉停止。
78/12	福島第一 1号機	定期検査中、計6本の燃料集合体で各1本ずつの燃料棒のひび割れを発見。
78/12	美浜3号機	定期検査中、制御棒クラスタ案内管上部のたわみピン2本の損傷を発見。
78/12	高浜2号機	送電線への落雷により原子炉停止。
79/ 1	東海第二	再循環ポンプのモーターに軸受温度上昇が生じ、点検のため原子炉停止。
79/ 2	東海第二	B-再循環ポンプの軸受油冷却用配管からの水漏れのため、Bポンプ停止、調査のため原子炉手動停止。
79/ 2	高浜2号機	格納容器貫通部から漏洩。
79/ 3	敦賀1号機	送電線への落雷の影響で「タービン負荷喪失」の信号発信し原子炉停止。
79/ 3	高浜2号機	定期検査中、制御棒クラスタ案内管たわみピンの損傷発見。
79/ 3	玄海1号機	定期検査中、制御棒クラスタ案内管たわみピンの損傷発見。
79/ 3	浜岡1号機	320MWeで運転中、「流量制御モード」「B系ヒータレベル高」等の警報が発信し、原子炉停止。
79/ 3	伊方1号機	定期検査中、制御棒クラスタ案内管たわみピンの損傷発見。
79/ 4	美浜3号機	定期検査中、燃料取替クレーン調整作業時に発生した中性子源の破損を発見。
79/ 4	高浜2号機	定期検査中、制御棒案内管支持ピンの損傷を発見。
79/ 4	浜岡1号機	補助ボイラー蒸気管の損傷。
79/ 4	美浜2号機	定期検査中、制御棒案内管たわみピンの損傷を発見。
79/ 4	大飯1号機	特別保安監査による機能試験中、余熱除去ポンプ入口電動弁の故障を発見。
79/ 5	高浜1号機	定期検査中、充てん高圧注入ポンプの軸損傷を発見。
79/ 5	伊方1号機	定期検査中、制御棒案内管支持ピンの損傷を発見。
79/ 7	大飯1号機	「冷却材ポンプしゃ断器トリップ」の誤信号の発信により原子炉停止、その時、主蒸気逃し弁が作動し、主蒸気管相互の圧力不平衡により安全注入系が作動。
79/ 7	高浜1号機	定期検査中、制御棒案内管たわみピンの損傷発見。

発 生 日	発 電 所	事 象
79/ 7	福島第一 1号機	潤滑水の流量検出リレー不良により、水循環ポンプが停止、原子炉出力を手動で降下中「スクラム・ディスチャージ・ボリウム高」の信号により原子炉停止。
79/ 7	東海第二	蒸気管の予備計装配管弁のフランジ部分からの蒸気漏れをパトロール中に発見、調査のために原子炉停止。
79/ 7	福島第一 1号機	タービン制御系の制御油用小口径配管接続部からの油漏れをパトロール中に発見。調査のため原子炉停止。
79/ 9	敦賀1号機	主蒸気サンプリング配管からの蒸気漏れをパトロール中発見。調査のため原子炉停止。
79/ 9	大飯1号機	体積制御タンクガス試料採取時に、放射性ガスが一部漏洩。
79/10	大飯1号機	定期検査中、B-余熱除去ポンプのインペラ損傷を発見。
79/10	福島第一 1号機	社内試験中、タービン制御系でハンチングが発生。調査のため原子炉停止。
79/10	美浜2号機	調整運転中、B-蒸気発生器が漏洩。調査のため原子炉停止。
79/11	高浜2号機	調整運転中、1次冷却材温度測定用配管から冷却材漏洩。調査のため原子炉停止。
79/11	福島第一 2号機	復水流量変換器の故障により高圧復水ポンプが止まり「原子炉水位低」で原子炉停止。
80/ 2	東海	原子炉安全保護系試験中、炉内圧力検出用差圧スイッチが誤動作し、原子炉が自動停止。
80/ 2	福島第一 4号機	格納容器内空調用冷却水が漏洩し、原子炉手動停止。
80/ 2	大飯1号機	定期検査中、制御棒案内管支持ピンの損傷発見。
80/ 3	福島第一 1号機	定期検査中、ジェットポンプ計装ノズルセーフエンドのひび割れ発見。
80/ 3	浜岡1号機	定期検査中、補助ボイラーの点検中蒸気管の破損を発見。
80/ 3	美浜3号機	タービンシステムフリーテストのため出力降下中、給水制御弁ポジションパイロット弁不調により原子炉自動停止。
80/ 3	敦賀1号機	主蒸気隔離弁の定期試験中パイロット弁不調のため原子炉自動停止。
80/ 4	敦賀1号機	不用となった構内電源回路を撤去の際、重ねて取付けてあった復水器海水ポンプの回路を解放し同ポンプが停止したため原子炉自動停止。
80/ 4	東海第二	タービン軸受摩耗検出装置の定期試験中同装置のリレーに不具合があり、タービン、原子炉自動停止。
80/ 4	大飯1号機	定期検査中、燃料体内挿物押えスプリング損傷を発見。
80/ 4	伊方1号機	定期検査中、1次冷却材ポンプ入口エルボスプリッタのひび割れを発見。
80/ 4	高浜1号機	定期検査中、1次冷却材ポンプ入口エルボスプリッタのひび割れを発見。
80/ 4	福島第一 4号機	炉心スプレー系定期試験開始時の流動振動により原子炉圧力検出スイッチが作動し原子炉自動停止。

発生日	発電所	事象
80/ 4	福島第一 4号機	発電機軸受振動計増幅器の不調により原子炉自動停止。
80/ 5	福島第一 6号機	タービン制御油圧系定期試験開始時に、タービン制御油圧検出スイッチ不調により原子炉自動停止。
80/ 6	福島第一 3号機	発電機停止回路補修中コンデンサを放電させないまま結線したため、発電機、原子炉自動停止。
80/ 8	福島第一 1号機	調整運転中、タービン中間調整弁試験時の湿分分離器内分離水レベルの瞬時的上昇にレベル検出器が応答し、原子炉自動停止。
80/ 9	大飯2号機	定期検査中、燃料体内挿物押えスプリング損傷を発見。
80/ 9	東海第二	定期検査開始のため、原子炉給水ポンプ1台の停止操作中、他方のポンプも停止し、原子炉自動停止。
80/ 9	美浜3号機	定期検査中、1次冷却材ポンプ入口エルボスプリッタのひび割れを発見。
80/ 9	福島第一 2号機	調整運転中、水位検出系を切替えた際のオーバーシュートにより原子炉自動停止。
80/ 9	浜岡1号機	給水加熱器空気抜き小配管より蒸気もれ、点検補修のため原子炉手動停止。
80/10	高浜1号機	定期検査中、Cループ蓄圧注入系統空気抜き小配管から1次冷却材がもれているのを発見。
80/10	大飯2号機	定期検査中、制御棒案内管支持ピンを取替えた際、使用済のもの3本にひび割れを発見。
80/11	大飯1号機	化学体積制御系充てんライン空気抜き小配管取付部付近から充てん水がもれているのを発見点検補修のため原子炉手動停止。
80/12	大飯1号機	Cループ1次冷却材ポンプ軸シール戻り水が増加したため、原子炉手動停止。
80/12	浜岡2号機	調整運転中、再循環ポンプのMGセットのトリップ用スイッチ端子間の短絡によりトリップし、暫時出力が低下した。
81/ 1	敦賀1号機	主蒸気隔弁1Bの通常作動用窒素が漏洩。調査のため原子炉停止。
81/ 3	玄海2号機	試運転中、2次側給水制御弁の弁開度調整装置の不調のため、原子炉停止。
81/ 3	大飯1号機	定期検査中、燃料体内挿物押えスプリングの損傷発見。
81/ 3	福島第一 2号機	強風のため補助ボイラー煙突上部が折損。原子炉は運転を継続。
81/ 3	東海第二	タービンスピード検出回路の周波数・電圧変換器の不調のため原子炉停止。
81/ 4/10	福島第一 1号機	隔離時復水器A系統蒸気側入口配管溶接部近傍からの水漏れを発見。調査のため原子炉停止。
81/ 4/23	大飯1号機	定期検査中、燃料集合体内挿物入替作業時、使用済燃料プール内で、制御棒クラスタを落下。
81/ 5/12	福島第一 2号機	高圧復水ポンプの吐出圧力警報設定器の電源回路しゃ断器の誤動作により、高圧復水ポンプが止り原子炉水位が低下したため、原子炉停止。

発生日	発電所	事象
81/ 5/22	美浜 1号機	定期検査中、原子力圧力容器の解放準備作業時、作業手順の不手際により、炉内温度計測用素子取付部から冷却材が格納容器内に漏洩。
81/ 6/24	大飯 1号機	調整運転準備中、発電機の試験時発電機励磁装置の回路の一部が短絡のため損傷。
81/ 7/20	浜岡 1号機	濃縮廃液ポンプのシール水配管の損傷のため、濃縮廃液等が漏洩。
81/ 7/20	大飯 1号機	調整運転中、炉心上部注入系窒素ガスタンク逃がし弁のシート漏れのため原子炉停止。
81/ 7/22	東海第二	タービン主塞止弁作動試験時、同弁のリミットスイッチの動作不良による誤信号で主蒸気加減弁が急閉したため、原子炉停止。
81/ 7/24	大飯 2号機	定期検査中、燃料集合体 2 体に損傷を発見。
81/ 7/31	大飯 2号機	定期検査中、D - 蒸気発生器水室内で、化学体積制御系充てんラインのサーマルスリーブを発見。
81/ 8/10	東海第二	給水管に取り付けられている試験用計装配管の溶接部からの水漏れを発見、調査のため、原子炉停止。
81/ 8/26	福島第二 1号機	試運転中、主タービン制御油圧系の配管継手部からの油漏れを発見。調査のため、原子炉停止。
81/ 8/31	玄海 1号機	定期検査中、蒸気発生器細管の高温側下部支持板部に粒界腐食型の損傷を発見。
81/ 9/12	東海第二	定期検査のため出力降下中、原子炉ウェル水位計較正作業時、不手際により、原子炉水位検出系に変動を与えたため、原子炉停止。
81/ 9/14	大飯 1号機	D - 蒸気発生器細管からの漏洩。調査のため、原子炉停止。
81/ 9/18	福島第二 1号機	試運転中、タービン湿分分離器水位計が検出部での水の滞留により誤作動したため、原子炉停止。
81/ 9/28	福島第一 5号機	調整運転中、給水試料採取系配管取出継手部からの水漏れを発見。調査のため、原子炉停止。
81/ 9/29	大飯 1号機	停止中、化学体積制御系統充てんラインのサーマルスリーブの離脱を発見。
81/10/ 2	高浜 2号機	制御棒駆動装置の制御回路の不調により制御棒が一部挿入したため、原子炉停止。
81/10/ 9	美浜 1号機	調整運転中、1 次冷却材試料採取弁のシート漏れのため、原子炉停止。
81/10/12	福島第一 6号機	復水器細管の損傷を修理するため、原子炉停止。
81/10/28	福島第二 1号機	試運転中、タービン駆動給水ポンプトリップ試験後、蒸気タービン軸振動が増加したため原子炉停止。
81/11/ 4	美浜 1号機	調整運転中、蒸気タービン軸振動が急変。調査のため、原子炉停止。
81/11/12	東海	使用済燃料冷却池の使用済燃料ラックを修理中、作業員 1 名が許容被ばく線量を超えて被ばく。

発生日	発電所	事象
81/11/13	福島第二 1号機	試運転中、出力上昇時、運転操作手順の不備のため、中性子束（熱流束相当）高により、原子炉停止。
81/11/19	福島第二 1号機	試運転中、低圧復水ポンプ仮設ろ過器清掃時、作業の不手際により給水系が停止したため、原子炉停止。
81/12/ 3	福島第一 1号機	調整運転中、スクラム排出容器水位検出系の誤信号により、原子炉停止。
81/12/ 5	敦賀 1号機	定期検査中、制御棒駆動水位系の引抜側手動弁の損傷を発見。
81/12/10	福島第二 1号機	試運転中、タービン組合せ中間弁開閉試験時、タービン湿分離器水位計が検出部での水の滞留により誤動作したため原子炉停止。
81/12/20	東海第二 1号機	調整運転中、タービン組合せ中間弁開閉試験時、制御油圧計の油圧低下による主蒸気加減弁急速閉により原子炉停止。
81/12/23	福島第一 5号機	原子炉水位記録計点検時、端子部の接触不良による給水制御系の誤信号により原子炉水位が上昇したため、原子炉停止。
82/ 1/11	敦賀 1号機	調整運転中、給水ポンプ入口側配管の逃がし弁配管溶接部からの水漏れを発見。調査のため、原子炉停止。
82/ 2/ 2	浜岡 2号機	調整運転中、格納容器内の弁駆動用窒素系から窒素ガスが漏洩。調査のため、原子炉停止。
82/ 2/14	福島第一 2号機	調整運転中、給水制御系の主給水制御器の不調のため、原子炉停止。
82/ 2/22	高浜 2号機	定期検査中、蒸気発生器細管の高温側管板部、下部支持板部に粒界腐食型の損傷を発見。
82/ 3/20	美浜 1号機	調整運転中、B - 蒸気発生器細管から漏洩。調査のため、原子炉停止。
82/ 4/27	美浜 2号機	定期検査中、蒸気発生器伝熱管の渦電流探傷検査の結果、管板部及び支持板部に異常信号を発見。
82/ 4/28	福島第一 1号機	巡視点検中、隔離時復水器B系統復水配管の溶接部近傍からの水漏れを発見。調査のため、原子炉停止。
82/ 5/ 8	敦賀 1号機	巡視点検中、湿分離器ドレンタンク水位調整弁出口付近の配管からの水漏れを発見。調査のため、原子炉停止。
82/ 6/13	東海第二	中間停止中、原子炉再循環ポンプの出口弁の弁体と弁棒の取付け部の弁体側に摩耗を発見。
82/ 6/25	福島第一 6号機	タービンバイパス弁閉表示コイルの故障により、タービン電気油圧式制御装置の電源が喪失し、原子炉停止。
82/ 6/28	福島第一 5号機	原子炉再循環系M - Gセット流体継手操作モーターの不調により再循環流量が増加し、中性子束高により原子炉停止。
82/ 7/ 6	福島第一 5号機	タービン主蒸気止め弁の動作試験時、テスト用電磁弁の不調により主蒸気止め弁の1弁が全閉。調査のため、原子炉停止。
82/ 7/19	大飯 2号機	格納容器サンプ水移送頻度増加のため点検した結果、蒸気発生器2次側ドレン配管取出部付近からの水漏れを発見。調査のため、原子炉停止。

発生日	発電所	事象
82/ 7/20	大飯2号機	蒸気発生器2次側ドレン配管取出部付近からの水漏れ修理のため原子炉手動停止操作中、蒸気発生器水位高よりタービンが停止し、原子炉停止。
82/ 7/24	福島第一 1号機	電気式圧力調整装置の不調により原子炉圧力が低下したため、主蒸気隔離弁が全閉し、原子炉停止。
82/ 7/27	美浜1号機	調整運転中、蒸気発生器伝熱管からの漏えいを発見。調査のため、原子炉停止。
82/ 9/30	大飯1号機	定期検査中、給水加熱器抽気入口部受衝板等に損傷を発見。
82/10/25	福島第一 6号機	格納容器内ドレン量増加により、調査のため原子炉停止。原子炉再循環系の圧力計用予備座の接続配管溶接部からの水漏れを発見。
82/11/ 1	大飯1号機	定期検査中、蒸気発生器伝熱管の渦電流探傷検査の結果、管板部及び支持板部に異常信号を発見。
82/11/25	高浜1号機	定期検査中、蒸気発生器伝熱管の渦電流探傷検査の結果、管板部及びUベント部に異常信号を発見。
82/12/20	福島第一 5号機	給水制御回路の最大流量制限器の故障のため、給水流量が減少し、原子炉水位低により、原子炉停止。
82/12/22	玄海1号機	定期検査中、蒸気発生器伝熱管の渦電流探傷検査の結果、管板上端部及び支持板部に異常信号を発見。
82/12/22	大飯2号機	定期検査中、給水加熱器抽気入口部受衝板等に損傷を発見。
82/12/24	高浜2号機	制御棒駆動装置制御回路用電源の電源ユニットの故障修理中、誤って電源を停止させたため、制御棒の一部が挿入され、出力領域中性子束変化率高により原子炉停止。
83/ 1/30	東海第二	格納容器内ドレン量増加により、調査のため原子炉停止。原子炉再循環系ポンプ入口弁のベント配管溶接部からの水漏れを発見。
83/ 2/ 3	高浜2号機	巡視点検中、湿分分離器ドレンタンクのバランス管からの蒸気の漏れを発見。調査のため、タービン停止。
83/ 2/ 9	美浜2号機	調整運転中、蒸気発生器伝熱管からの漏えいを発見。調査のため原子炉停止
83/ 2/14	大飯2号機	定期検査中、蒸気発生器伝熱管の渦電流探傷検査の結果、管板部に異常信号を発見。
83/ 2/17	福島第一 6号機	定期検査中、蒸気濃縮器の組立作業時、加熱蒸気配管フランジ部に仮設していた閉止板を取り外したところ、熱湯が吹出し、作業員が負傷。
83/ 2/18	東海第二	落雷により給水制御電源系統に異常が発生したため、原子炉水位高によりタービンが停止し、原子炉停止。
83/ 3/ 7	福島第一 3号機	調整運転中、主復水器空気抽出器出口配管に取り付けられている保護破壊板が作動。調査のため、原子炉停止。
83/ 4/10	大飯2号機	調整運転中、復水器真空ポンプ(C)の不具合によりタービン復水器の真空度が低下したため給水ポンプが停止し、原子炉自動停止
83/ 4/15	敦賀1号機	巡視点検により、主蒸気加減弁ドレン配管継手部からの漏えいを発見、補修のため、原子炉手動停止

発 生 日	発 電 所	事 象
83/ 4/20	福島第一 2号機	定期検査中、原子炉圧力容器上蓋予備ノズル(N-6B)の液体浸透探傷検査の結果、内面コーナー部に線状指示を発見。
83/ 5/ 6	美浜 3号機	定期検査中、低圧給水加熱器のヒータドレン入口受衝板の損傷を発見。
83/ 6/ 3	美浜 3号機	定期検査中、制御棒クラスタ案内管支持ピンの超音波探傷検査の結果、探傷を発見。
83/ 6/ 7	美浜 3号機	定期検査中、蒸気発生器の伝熱管の渦電流探傷検査の結果、管板拡管部及び拡管境界部に異常信号を発見。
83/ 6/ 7	高浜 2号機	定期検査中、制御棒クラスタ案内管支持ピンの超音波探傷検査の結果、損傷を発見。
83/ 6/14	高浜 2号機	定期検査中、蒸気発生器伝熱管の渦電流探傷検査の結果、支持板部及び管板部上面直下部に異常信号を発見。
83/ 7/27	高浜 1号機	定格出力運転中、制御棒駆動装置制御盤内の配線短絡により制御棒の一部が挿入され、「出力領域中性子束変化率高」により原子炉自動停止。
83/ 8/ 5	大飯 1号機	定格出力運転中、制御棒駆動装置制御回路のカードの半田付不良のため、制御棒の一部が挿入され、「出力領域中性子束変化率高」により原子炉自動停止。
83/ 8/13	福島第一 1号機	主蒸気加減弁の制御油圧配管からの油漏れにより、主蒸気加減弁が閉じたため、原子炉圧力が上昇し、「中性子束高高」により原子炉自動停止。
83/ 8/26	福島第一 5号機	定格出力運転中、保守のためバイタル電源を予備変圧器に切替中、誤操作によりバイタル電源を喪失したため、給水流量が変動し原子炉自動停止。
83/ 9/ 1	福島第一 4号機	定格出力運転中、巡視点検により、発電機界磁調整器の摺動抵抗器の損傷を発見。補修のため原子炉手動停止。
83/ 9/ 2	玄海 1号機	定格出力運転中、落雷による送電線しゃ断のため、原子炉自動停止。原子炉停止後の点検において、加圧器逃し弁のシート漏れを発見。
83/ 9/ 4	東海	制御棒電源供給回路の電磁接触器コイルの焼損により制御棒保持電源ヒューズが溶断したため、全制御棒が挿入され原子炉自動停止。
83/10/ 6	敦賀 1号機	定期検査中、原子炉再循環ポンプ駆動用電動機(C)端子箱内に損傷を発見
83/10/21	美浜 2号機	定期検査中、蒸気発生器伝熱管の渦電流探傷検査の結果、管板クレビス部及び管板部に異常信号を発見。
83/10/29	福島第一 6号機	定格出力運転中、主発電機界磁遮断器の誤動作により発電機自動停止、同時に原子炉自動停止。
83/11/ 1	大飯 1号機	定期検査のため解列後、タービン過速度試験を実施中、誤操作によりタービン回転速度が急上昇しタービン自動停止。同時に原子炉自動停止。
83/11/19	福島第一 1号機	電気式原子炉圧力調整装置の不具合により、主蒸気加減弁が急開し主蒸気管圧が低下したため、主蒸気隔離弁が全閉し、原子炉自動停止。
83/12/ 2	川内 1号機	試運転中、50%負荷遮断試験時、タービンバイパス弁駆動用空気圧力計の不具合による弁動作遅れで、蒸気発生器の水位が低下したため、原子炉自動停止。

発 生 日	発 電 所	事 象
83/12/18	敦賀 1 号機	調整運転中、巡視点検によりタービン軸封蒸気加熱系ドレン配管エルボ部からの漏えいを発見。補修のため原子炉手動停止。
83/12/26	東海第二	調整運転中、巡視点検により低圧給水加熱器（2A）への抽気管のドレン系配管フランジ部からの漏えいを発見。補修のため原子炉手動停止。
84/ 1/17	美浜 1 号機	定格出力運転中、「1次冷却材ポンプ封水戻り流量低」の警報が発信したので、補修のため原子炉手動停止。
84/ 2/ 3	大飯 1 号機	定期検査中、蒸気発生器伝熱管の渦電流探傷検査の結果、管支持板部及び管板部に異常信号を発見。
84/ 3/ 8	玄海 1 号機	定期検査中、蒸気発生器伝熱管の渦電流探傷検査の結果、管板上面直下部及び管支持板部に異常信号を発見。
84/ 3/14	伊方 1 号	定期検査中、蒸気発生器伝熱管の渦電流探傷検査の結果、管板拡管部に異常信号を発見。
84/ 4/26	大飯 2 号機	定期検査中、余熱除去ポンプ（A）主軸の液体浸透探傷検査の結果、羽根車付け部に損傷を発見。
84/ 5/ 5	福島第二 1 号機	定格出力運転中、主発電気界磁喪失により主発電機がトリップし、これにより原子炉自動停止。
84/ 5/22	大飯 2 号機	定期検査中、蒸気発生器伝熱管の渦電流探傷検査の結果、管板拡管部及び管板拡管境界部に、有意な信号を発見。
84/ 5/25	高浜 1 号機	定期検査中、蒸気発生器伝熱管の渦電流探傷検査の結果、管板部、管支持板部及び小径U字状曲がり部に、有意な信号を発見。
84/ 6/30	大飯 2 号機	定期検査中、1次冷却材系統の漏洩検査前の点検で、原子炉容器上蓋の炉内温度計測用ハウジングのキャノピシール部に、にじみを発見。
84/ 7/24	美浜 3 号機	定期検査中、蒸気発生器伝熱管の渦電流探傷検査の結果、管板拡管境界部に、有意な信号を発見。
84/ 8/24	大飯 2 号機	定格出力運転中、原子炉格納容器内床ドレンサンプ水位に漸増傾向が見られたので、点検のため原子炉手動停止。
84/ 9/22	東海	燃料取替作業中、「荷重なし」等の警報が発信し、燃料取替機が燃料を保持したまま自動停止。点検のため原子炉手動停止。
84/10/ 4	東海第二	定格出力運転中、原子炉給水制御装置端子部の接触不良のため給水流量が減少し、「原子炉水位低」により原子炉自動停止。
84/10/17	福島第一 2 号機	定期検査中、高圧注水系手動起動試験の際、復水貯蔵タンク遮蔽壁内側の高圧注水系戻り弁より漏洩が発生。漏洩水は、遮蔽壁の雨水口を通じて遮蔽壁外へ漏出。
84/11/ 6	高浜 3 号機	試運転中、負荷減少試験の際、給水制御系リレーの不具合により給水流量が減少し、「蒸気発生器水位低と蒸気/給水流量不一致」により、原子炉自動停止。
84/11/ 7	東海	定格出力運転中、液体廃棄物処理建屋内の再生廃液蒸発器再循環系配管より漏洩が発生。漏洩液処理のため当該区域の立入制限を実施。

発 生 日	発 電 所	事 象
84/11/ 8	福島第二 1号機	定期検査中、原子炉再循環ポンプ調整運転の際、ポンプ（A）内部に異音が発生。点検の結果、ポンプ水中軸受リングの損傷を発見。
84/11/19	高浜 2号機	定期検査中、蒸気発生器伝熱管の渦電流探傷検査の結果、管板上面直下部及び管支持板部に、有意な信号発見。
85/ 2/18	高浜 2号機	調整運転中、復水器空気抽出器ガスモニタの指示値が上昇、蒸気発生器器内水を分析した結果、蒸気発生器伝熱管からの漏洩と判断。調査、補修のため原子炉手動停止。
85/ 2/16	東海第二	定期検査中、原子炉建屋機器搬入の内扉及び外扉に損傷発見。
85/ 3/ 6	美浜 2号機	定期検査中、蒸気発生器伝熱管の渦電流探傷検査の結果、管板クレビス部及び管板拡管部に、有意な信号を発見。
85/ 3/27	玄海 1号機	定格出力運転中、所内電源母線の電圧低下のため、1次冷却材ポンプの回転数が低下し、「1次冷却材流量低」により原子炉自動停止。

（注）この表は「電気事業法」及び「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づき通産省に報告のあったものの要約である。

(2) 試験研究用及び研究開発段階にある原子炉施設における事故・故障

発生日	施設	事象
79/ 4/13	原研東海 J P D R	タービン建屋地下ノンコンタミトンネル内のケーブルが発煙し、煙感知器が作動したので粉末消火器により消煙した。
80/ 7/19	動燃 新型転換炉ふげん	出力上昇中電気出力約40%安全運転させていたところ、給水系2B給水加熱器の水位異常(水位高高)信号によりタービントリップが発生した。
80/ 7/23	動燃 新型転換炉ふげん	出力上昇中、電気出力約40%で制御棒パターン形成中に出力低下が発生した。これの出力維持操作を行っていたが、過渡変化状態で「蒸気ドラム水位高高」が生じタービントリップ、原子炉自動停止が発生した。なお出力低下の原因は、駆動モーターの欠相が原因とみられる制御棒の異常降下であった。
80/12/ 4	動燃 新型転換炉ふげん	計画停止入後、主要配管の点検によって冷却系配管の溶接部近傍に微小な傷を発見した。
81/ 2/18	動燃 新型転換炉ふげん	廻り止めネジの締めつけ不良により燃料交換装置のグラブ昇降装置で不具合が生じ、グラブトルク異常の警報が発生した。
81/ 3/ 2	原研東海 J R R - 2	円筒燃料のとりつけネジの破損により、冷却水の流路が変形し、局所的にボイドが発生し、中性子計装系のメータの指示値が変動した。このため原子炉を手動停止した。
81/ 6/ 2	原研東海 J R R - 2	56年度第2サイクル終了後、6D孔に装荷されていた円筒燃料を検査したところ、燃料を外筒に固定しているネジが破損しているのが発見された。
81/ 7/26	動燃大洗 高速実験炉「常陽」	オーバフロー系の電磁ポンプに、配管内に滞留していたカバーガスのアルゴンが巻込まれ、同ポンプがトリップし、このため原子炉は自動停止した。
81/10/30	JRR-3 原研東海	56年度第5サイクルを終了した際に、17本の制御棒のうちの粗調整棒1本が制御棒チャンネル内でひっかかって下限に到達していなかった。
81/11/19	動燃 新型転換炉ふげん	定格出力運転中、「中性東高高」の誤信号により、原子炉は自動停止した。
81/11/22	動燃 新型転換炉ふげん	定格出力の35%で安定運転を行っていたところ、主給水流量調節弁の不具合により、蒸気ドラム水位が上昇してきたので、原子炉を手動停止した。
81/12/ 8	京都大学 K U R	定格出力運転中、低温照射装置の真空断熱槽の真空度異常により原子炉は自動停止した。
82/ 2/ 4	原研大洗 J M T R	定格出力運転中、O G L - 1の照射筒の圧力異常の警報が発生したため、原子炉を手動停止した。
82/ 2/ 8	動燃 新型転換炉ふげん	定格出力運転中、原子炉給水系の湿分分離器ドレンタンク水位調整弁付近に漏洩を発見したため原子炉を手動停止した。
82/ 3/24	原研大洗 J M T R	定格出力運転中、O G L - 1のヘリウムガスループ出口流量低信号により、原子炉は自動停止した。
82/ 6/11	原研東海 J R R - 2	運転終了操作中、制御棒1本の過負荷検出器が作動したので、他の制御棒を挿入後、当該制御棒の励磁電源を切って挿入した。
82/ 6/16	原研東海 J R R - 3	定格出力運転中、炉重水サンプリング系で重水の漏洩が発見されたため、原子炉を手動停止した。

発生日	施設	事象
82/ 7/ 9	京都大学 KUR	定格出力運転中、低温照射実験装置の真空度異常により原子炉は自動停止した。
82/ 7/27	原研東海 JRR-2	定期自主検査中、重水熱交換器の細管から微量の重水が2次系に混入したため、2次冷却水中から微量のトリチウムが検出された。
82/ 8/ 8	原研東海 JRR-2	定期自主検査中、炉室地下室にある熱遮蔽軽水系配管より熱遮蔽水の漏洩が発見された。
82/11/10	動燃 新型転換炉ふげん	定期検査中、超音波探傷試験による原子炉冷却系配管の供用期間中検査により配管溶接部の一部に異常エコーが検出された。
82/11/24	原研大洗 JMTR	定格出力運転中、水力ラビット2号機の循環水流量低信号に起因して原子炉は自動停止した。
83/ 2/ 1	原研東海 JRR-3	定格出力運転中、1次冷却系主重水ポンプの電動機の地絡により原子炉は自動停止した。
83/ 3/ 8	動燃大洗 高速実験炉「常陽」	出力上昇試験中、2次純化系電磁ポンプのトリップに起因してして、原子炉は自動停止した。
83/ 3/17	原研大洗 JMTR	定格出力運転中、OWL-2の炉内管断熱層圧力高の警報が発生し、原子炉を手動停止した。
83/ 7/ 4	動燃大洗 高速実験炉「常陽」	熱出力500 MWで運転中、1次アルゴンガスの定期サンプリングにおいてベント弁の不完全閉及びパージ弁の開により微量のアルゴンガスが漏洩し、格納容器空調換気モニターで警報が発生した。
83/ 7/18	東京大学 弥生	定期自主検査中、燃料被覆材に突起状変形が生じていることが確認された。
83/12/ 7	原研大洗 JMTR	定期自主検査中、水中に保管されていた照射済キャプセルを誤って引き上げ、作業員1名が1.15remの被ばくを受けた。
83/12/13	立教大学 研究用原子炉	運転前点検中、2次冷却系配管に亀裂が生じ2次冷却水が漏出し、漏水検出モニターが作動した。
84/ 3/21	原研大洗 JMTR	熱出力10MWで運転中、水力ラビット1号機の「循環水流量低」のセットバック信号に起因して、原子炉が自動停止した。
84/ 6/28	動燃 新型転換炉ふげん	定期自主検査において調整運転中、炉心特性試験のため、原子炉再循環ポンプの速度を低速から高速に切り替えたところボイド消滅による出力変動が予想された値より若干大きくなったため、安全回路の領域出力装置高信号に起因して再循環ポンプ流量低信号が発生し、原子炉は、自動停止した。
84/10/24	原研東海 JRR-2	定格出力10MWで運転中、制御棒1本が制御棒駆動系の電磁石回路の断線により炉心に落下し、原子炉は未臨界状態になったため、手動停止した。
84/11/19	原研東海 JRR-2	定格出力10MWで運転中、主重水ポンプの冷却回路の電磁弁励磁コイルの短絡により、同ポンプ操作回路の電源が失われ、同ポンプが停止し、原子炉が自動停止した。

発生日	施設	事象
84/12/6	動燃 新型転換炉ふげん	定格出力運転中、重水温度調節弁の1次的な動作不調により重水温度が上昇し、重水温度「高高」のスクラム信号により原子炉は、自動停止した。

(注) この表は、法令に基づき科学技術庁に報告のあったものを取りまとめたものである。

(3) 核燃料施設の事故・故障

発生日	施設	事象
78/11/30	動燃 東海事業所 再処理建設所	昭和53年8月24日に故障を起こした分離・精製工場酸回収蒸発缶の検査のためのセル内作業中に酸欠事故が発生。作業員2名が軽微な内部被曝。
79/ 2/15	動燃 東海事業所 再処理建設所	廃棄物処理場の地下に設けられている低レベル廃液貯槽から放射性物質が漏洩し、一般排水溝を通して敷地外に排出されていたことを確認。
79/10/ 1	動燃 東海事業所 再処理工場	分離・精製工場内において微量のプルトニウムによる空気汚染が生じ、警報（プルトニウムダストモニター）が作動したが、室内の空気汚染は約20分で消滅した。
81/ 2/ 4	動燃 東海事業所 再処理工場	分離・精製工場のプルトニウム溶液蒸発缶を運転中、蒸発缶内溶液の一部が凝縮液受槽に移行し凝縮液中に混入した。凝縮液の分析結果が不明のままに送液したために、酸回収工程にプルトニウムが混入した。
81/ 2/ 6	動燃 東海事業所 再処理工場	分離・精製工場の酸回収精留塔加熱用蒸気に硝酸が混入し、調査したところ、加熱用蒸気配管3系統のうち2系統に異常が明らかとなった。
81/ 4/15	動燃 東海事業所 再処理工場	廃棄物処理工場の工業用水系の配管交換作業時に、工業用水に微量の放射性物質が混入し、一般排水路を経由して事業所外に排出された。
82/ 4/11	動燃 東海事業所 再処理工場	分離精製工場で濃縮ウラン溶解槽2基のうち1基（242R11）の内部の洗浄を行っていたところ加熱蒸気凝縮水系に付設してあるγモニターが発報し、溶解槽から加熱蒸気凝縮水系への微量の放射能漏洩を検知した。
83/ 2/ 3	動燃 人形峠事業所 ウラン濃縮 パイロットプラント	化学分析室において分析廃液の過熱減容処理作業を行っていたところ、ビーカーが破裂し、職員1名が破裂片創による出血多量で死亡した。
83/ 2/18	動燃 東海事業所 再処理工場	分離精製工場で濃縮ウラン溶解槽（242R10）の内部の洗浄を行っていたところ過熱蒸気凝縮水系に付設してあるγモニターが発報し、溶解槽から過熱蒸気凝縮水系への微量の放射能漏洩を検知した。
83/ 2/19	動燃 東海事業所 再処理工場	分離精製工場で酸回収蒸発缶の運転を行っていたところ過熱蒸気凝縮水系に付設してあるγモニターが発報し、酸回収蒸発缶から過熱蒸気凝縮水系への微量の放射能漏洩を検知した。

(注) この表は、法令に基づき科学技術庁に報告のあったものを取りまとめたものである。

4 . 海外の重要事故内容の要約

凡例

略語表

- 4 . 1 臨界事故
- 4 . 2 輸送事故
- 4 . 3 爆発事故
- 4 . 4 火災事故
- 4 . 5 発電所異常事象
- 4 . 6 施設内の汚染事故
- 4 . 7 環境の汚染事故
- 4 . 8 被曝事故
- 4 . 9 その他の事故

凡 例

1. 〔見出し〕

事故・異常事象の要点を30字以内に簡潔にまとめた。

2. 〔発生期日〕

事故・異常事象の発生日月日を示す。文献より発生日月日を確認出来なかったものについては、その推定月日を()で括った。

3. 〔施設〕

事故・異常事象が起こった施設名を示す。原子力発電所の場合、発電所名の後に炉型を略語で示した。

4. 〔所有者〕

施設の所有者を示す。所有者と運転者が異なる場合、原則として事故発生責任者である運転者を記載した。

5. 〔場所〕

施設の所在地を原則として市、州、国の順で示した。

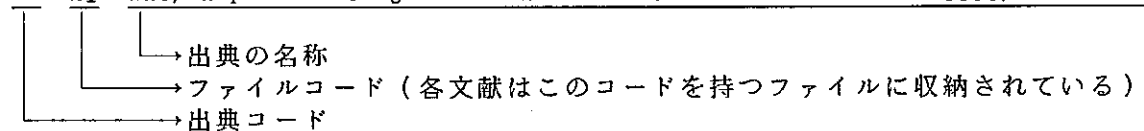
6. 〔出典〕

出典は3文字のアルファベットでコード化したものを記載した。出典の正式名称については第5章(出典資料)のリストに示した。このリストはアルファベット順(a~z)に記載してある。

出典資料リストの見方

(例)

aml J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents ·
amm A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences : NUREG-0090,



7. 〔事故分類〕

事故の種類を示す。事故は「臨界事故」、「輸送事故」、「爆発事故」、「火災事故」、「発電所異常事象」、「施設内の汚染事故」、「環境の汚染事故」、「被曝事故」、「その他の事故」の9項目に分類してある。複数の項目にまたがる場合、その事故の性格上、最も重要なものから順番に並べた。

[略語表]

略称	正式名称(和文)
AEC	原子力委員会(米国)
AGR	改良型ガス冷却炉
BNFL	英国原子燃料公社
BWR	沸騰水型原子炉
CANDU	カナダ型重水炉
CEA	フランス原子力庁
CEGB	英国中央電力庁
CNEA	アルゼンチン原子力委員会
COGEMA	フランス核燃料公社
CVCS	化学体積制御系
DAE	インド原子力庁
DOE	エネルギー省(米国)
DOT	運輸省(米国)
ECCS	非常用炉心冷却系
EDF	フランス電力公社
EPA	環境保護庁(米国)
FBR	高速増殖炉
FP	核分裂生成物
GCR	ガス冷却炉
GE	ゼネラル・エレクトリック社(米国)
GKAE	ソビエト原子力利用国家委員会
ICRP	国際放射線防護委員会
IGSCC	粒界応力腐食割れ
MSIV	主蒸気隔離弁
NFS	ニュークリア・フューエル・サービス社(米国)
NP	原子力発電所(炉型不明の場合)
NRC	原子力規制委員会(米国)
PCI	ペレットと被覆管の相互作用
PORV	加圧器逃し弁
PWR	加圧水型原子炉
RBMK	チャンネル型黒鉛減速軽水冷却炉
RCP	1次系冷却材ポンプ
SBK	高速増殖炉会社(西独)
SG	蒸気発生器
SGHWR	蒸気発生重水炉
SSEB	南スコットランド電力庁(英国)
TAEC	台湾原子力委員会
Tech.Spec.	技術仕様書
TLD	熱ルミネセンス線量計
TMI	スリーマイル・アイランド原子力発電所(米国)
UKAEA	英国原子力公社
VVER	ソビエト型加圧水型原子炉
WH	ウェスチングハウス・エレクトリック社(米国)

4 . 1 臨界事故

臨界事故

発生日	事象	施設	施設の種類
68/01/30	臨界集合体の即発臨界	Y-12, ORNL	研究施設
70/08/24	プルトニウム回収工程での臨界事故による2名の被曝	Windscale Works (PRP)	再処理
78/10/17	高濃縮ウラン回収工程の抽出カラム内の臨界事故	Idaho National Engineering Lab	研究施設
83/09/23	研究炉の即発臨界により1名の運転員が死亡	RA-2	研究炉

臨界集合体の即発臨界

発生期日：1968年 1月30日
施設：Oak Ridge National Lab., Y-12
所有者：Oak Ridge National Lab. (ORNL)
場所：Oak Ridge, Tennessee, USA
出典：aaa, aab
事故分類：臨界事故

状況

1968年1月30日、米国エネルギー省(DOE)のオークリッジ国立研究所のY-12施設で、溶液燃料系〔硝酸ウラニル、3.3kg U-233(20ℓ);球形-水反射体系〕で即発臨界事故が起こった。全核分裂数は 1.1×10^{16} であった。詳細は不明。

プルトニウム回収工程での臨界事故による2名の被曝

発生日：1970年 8月24日

施設：Windscale Works (Plutonium Recovery Plant)

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：aac, aad

事故分類：臨界事故、被曝事故

状況

1970年8月24日の夕刻、ウィンズケール再処理工場のプルトニウム回収プラント（PRP）及び隣接のプルトニウム燃料製造棟の臨界警報が鳴り、職員は両建屋から退避した。燃料製造棟は竣工した直後であり、臨界事故を起こす可能性はなかった。そこでPRP作業員の線量計が調べられたが、有意の被曝線量は検出されなかった。警報が鳴った時にPRPで進行中の作業は、北側セル内の調整槽④の水溶液（6gPu/l）を移送トラップに移し、給液貯槽⑥に入れる作業であった。この臨界事故により2名が被曝した。被曝線量は1.2rem以下であった。事故の10分後、4階の主コントロール区域で200mR/hの線量率が検出され、スタックより約5mCiの放出があった。

PRPは種々のプルトニウム含有物からプルトニウムを回収するための施設で、1954年に完成した。施設の概略図を図-1に示す。2基のコンクリート（30cm厚さ）セルを有し、処理装置は溶解槽（図-2の②）から移送トラップ⑤まで2組が並列に配置されている（図では省略）。調整槽④は抽出工程の給液を調整する。プルトニウム溶液はここから減圧で移送トラップに一旦送られたのち、計量貯槽⑥からパルスカラムに入る。抽出残液は廃液槽⑨に入るがPu回収率が悪い時には調整槽にリサイクルされる。

原因

調査委員会がその工程中の溶液を分析したところ、核分裂生成物（FP）が検出さ

れ、移送トラップ（2フィート径、2フィート3インチ高さ）の中で数秒以内の超臨界（全核分裂数約 10^{15} ）が生じたと推定された。しかし、約50ℓの水溶液のみでは臨界に達する可能性がないことから、大変な作業であったが、容器内検査と内容物の抜き取りが行われた。沈澱物によるパイプの詰まりはなく、55gPu/ℓを含む予想外のTBP-ケロシン溶液40ℓが発見された。α線による有機相の損傷の大きさから、有機相は数カ月から2年間は容器内に存在していたと推定された。また有機相は比重が0.96と小さいので、一旦容器に入ると、硝酸溶液（比重約1.3）の上に浮き、構造上、中に閉じ込められる。かくして、次々と入ってくる溶液中のPuを抽出し蓄積する。有機溶媒の混入経過は主に廃液貯槽からのリサイクルであると考えられた。事故時のトラップ内の全Pu量は約2.5kgと推定された。模擬装置によって事故時の現象が解析され、核特性的には、溶液注入時には有機相中央部に注入水の“hole”があるので未臨界である（図-3参照）が、注入停止の時に臨界に達し、数秒間で分散相が消滅することにより未臨界となった。すなわち、水相と有機相の混合分散は核的反応度を増大すると推定された。

対 策

非安全形状のすべての容器には中性子モニタを装備することが勧告され、運転再開前に設置された。また、各容器は完全な排水と洗浄ができるように改造された。

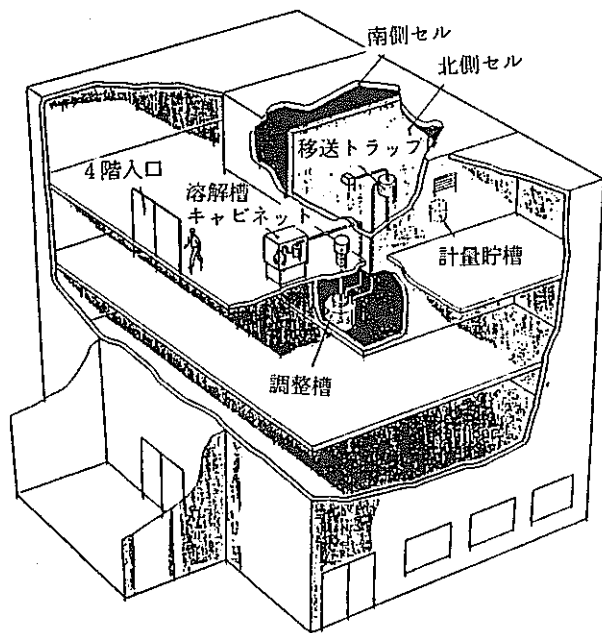
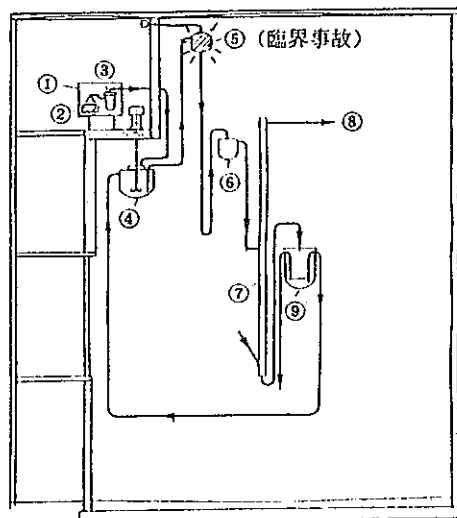


図 1



- ①: プルトニウム溶解C.B.
- ②: ガラス製溶解槽
- ③: 溶解液ろ過器
- ④: 調整槽
- ⑤: 移送トラップ
- ⑥: 計量貯槽
- ⑦: パルスカラム
- ⑧: 次工程カラムへの溶媒出口
- ⑨: 廃液槽

図 2

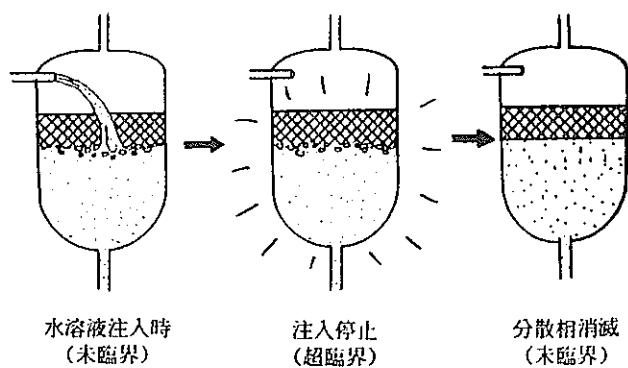


図 3

高濃縮ウラン回収工程の抽出カラム内の臨界事故

発生日：1978年10月17日

施設：Idaho National Engineering Laboratory

所有者：DOE

場所：Idaho Falls, Idaho, USA

出典：aae, aaf, aag

事故分類：臨界事故

状況

Idaho Chemical Processing Plant (ICPP) は、使用済燃料からウランを回収する施設である。1978年10月17日以前から、廃液から高濃縮ウランを回収するため、第1サイクル抽出系の運転を行っていた。同系統のフローシートを図-1に示す。

9月18日頃に1BS (1Bカラムの洗浄溶液) の硝酸アルミニウムの濃度が次第に減少し始めた。これは、1BS調整槽及び給液貯槽で本来モニターすべき比重計が設置されていなかったために、臨界事象が起きるまで検知されなかった。

通常の運転では、低濃度のウランが1BRから抽出カラム給液の中に戻される。1BSの硝酸アルミニウムの濃度が低くなると、1Bカラム内のウラン濃度分布が変化し、カラム底部の水相中のウラン濃度が急激に増加する。そして1BRから1Aカラムへ戻されるウラン量が大きい場合には、1Aから1Bカラムへの流れのウラン濃度も高くなり、1Bカラムのウラン量が急激に増加する。

10月17日午後8時15分～40分の間に、1Bカラム底部の水相で臨界に達したことが後の定常空気モニター記録の解析から明らかになった。核分裂数は 2.74×10^{18} と推定される。

運転員は、カラム計器の異常に気づき、カラム圧を下げるため手動でジャックレグ (排出回路) を開いて、カラムの底部から水相溶液を排出した。

最終的には、次の2つのメカニズムにより事象は終息した。

- (1) ウラン濃度の高い水相がジャックレグから出てしまった。
- (2) 運転員の短時間の操作中に温度が上昇し核反応が抑制された。

原因

- (1) 1 B カラムへの硝酸アルミニウムの給液が規定通りでなく、水相溶液が洗浄液というより逆抽出液となってしまった。このため、カラム 1 A と 1 B 内にウランが蓄積し、1 B が臨界濃度に達した。
- (2) 給液としての仕様を満足しない硝酸アルミニウムを使用した場合には、臨界に至る可能性は事故前から認識されていた。そのため、検出器の設置が定められている。しかし、設置されていた計装は、作動せず、また要求されていた追加の計装もまだ設置されていなかった。

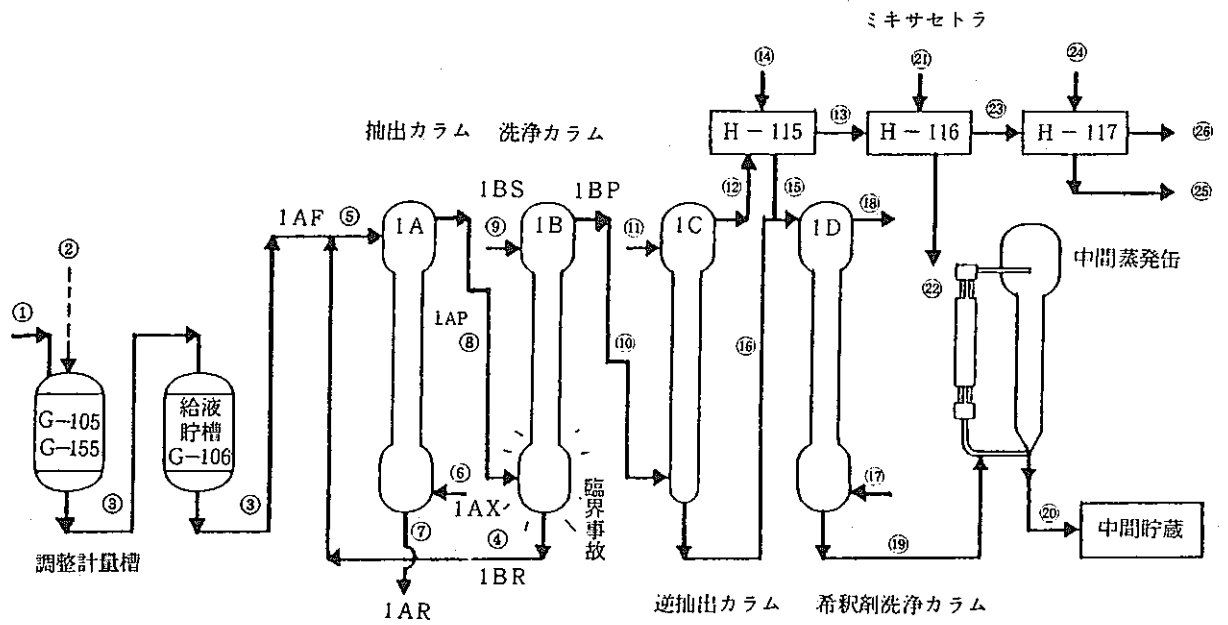


図 1

研究炉の即発臨界により1名の運転員が死亡

発生日：1983年 9月26日

施設：RA-2

所有者：CNEA（アルゼンチン原子力委員会）

場所：Buenos Aires, Argentina

出典：aah, aai, aaj

事故分類：臨界事故、被曝事故

状況

1983年9月23日、CNEAの臨界研究施設（RA-2）で即発臨界事故が発生し、運転員1名が死亡した。

同施設には軽水を減速材とし、軽水及び黒鉛を反射体とした、燃料要素と制御棒の配列を変えることができる円柱状のタンクが設置されていた。このタンクは、臨界実験と炉心形状研究を目的としており、同事故は、炉心形状変更中に起きた。

作業を行っていた運転員は、減速材を少し抜き、燃料を完全に取り除かず、2体の燃料を黒鉛反射体の外側に置いた。そして、新しい炉心形状に燃料を組立てる時、正しい手順で作業が行われていなかった。

部屋に居た1名の作業員は15～17Gy(1500～1700rad)の中性子と20～22Gy(2000～2200rad)のγ線を被曝した。同保修員は、急性放射線傷害と肺損傷のため、2日後死亡した。

近くのコクリートしゃ蔽体の後ろに居た他の1名の運転員は、わずかな線量を受けただけですんだ。

原因

- (1) 炉心内の減速材（軽水）を完全には抜いていなかった。
- (2) 2体の燃料が黒鉛反射体の外側に残されていた。
- (3) 以上の様な危険な状態のところ、更に2体の燃料が挿入された。しかも、この燃料には所定のカドミウム制御板が取り付けられていなかった。

(4) 以上の作業が全て、適切な安全管理者のいない状態で実施された。

そして、この事故は、長年事故がなかったことによる過剰な信頼から生じた、と結論された。

4 . 2 輸送事故

輸送事故

発生日	事象	施設	施設の種類
70/05/04	衝突事故によるB型キャスクの火災	輸送用車両	その他
70/12/08	使用済燃料キャスク輸送用トレーラの転倒	輸送用トレーラ	その他
71/12/31	航空輸送中の放射性物質(Mo-99を含む)の漏洩による汚染	旅客機	その他
76/12/23	使用済燃料輸送キャスクの表面汚染	Berkeley Nuclear Laboratories	研究施設
77/02/23	使用済燃料輸送キャスク表面の汚染	Winfrith	SGHWR
77/05/02	弁の破損による使用済燃料輸送用キャスクからの廃液の漏洩	Winfrith	SGHWR
77/09/27	イエローケーキ輸送トラックの衝突事故	輸送用トラック	その他
78/04/08	セシウムを主体とするFPによる輸送用キャスク表面の汚染	Winfrith	SGHWR
79/03/22	輸送用トレーラの転倒事故によるイエローケーキの流出	輸送用トレーラ	その他
79/11/03	汚染物質の微量漏れによる使用済燃料輸送キャスクの表面汚染	Dounreay	再処理
80/02/11	使用済燃料輸送キャスクの輸送許可レベル以上の表面汚染	Winfrith	研究施設
80/07/30	輸送キャスクの表面汚染	Winfrith	SGHWR
84/08/25	UF6輸送船(モンルイ号)の沈没事故	モンルイ号(輸送船)	その他
85/08/27	イエローケーキを積んだトラックと列車との衝突事故	輸送用トラック	その他

衝突事故によるB型キャスクの火災

発生日：1970年 5月 4日

施設：輸送用車両

所有者：-

場所：Harrisburg, Pennsylvania, USA

出典：aak

事故分類：輸送事故、火災事故

状況

1970年5月4日、ペンシルバニア州のハリスバーグ近郊の道路で、4基のB型キャスクを搭載した車両が進行方向の前方に転倒していた車に突っ込み火災が発生した。木製の保護カバー〔現在の運輸省(DOT)のSPEC. 20 WCに相当するが、事故が起きた時点では、DOTの特別許可を得た保護カバー〕に囲まれたB型キャスクは、この火災のために約2時間半の間火に包まれた。この保護カバーの内部にはDOT SPEC. 55の密閉式“Pig”が収納されていた。この火災によりキャスク表面の温度が何度に達したか確定できなかったが、800℃を超えていたことは間違いなかった。

綿密な検査が行われた結果、外表面の保護カバーは約4cmの深さの部分まで黒焦げになっていたが、内部損傷は起きていなかった。

使用済燃料キャスク輸送用トレーラの転倒

発生日：1970年12月 8日

施設：輸送用トレーラ

所有者：Philadelphia Electric Co.

場所：Clinton, Tennessee, USA

出典：aal, aco

事故分類：輸送事故

状況

1971年12月8日午後1時30分頃、テネシー州クリントンの近くを走る幹線道路（ハイウェイ）で使用済燃料輸送用キャスクを積んだトレーラが転倒した。この転倒によりキャスクが溝に投げ出され、転倒地点より約30.5m移動し止まった。内容物の漏洩や外表面での放射線の増加は全くなかった。転倒により外表面の断熱材の一部で若干の損傷が生じた。このキャスクは回収され、修理を受け、再び使用に供された。激しい衝撃を伴うハイウェイ事故に対し、B型の輸送用キャスク（図-1参照）の設計が十分なものであることがこの事故によって実証された。しかし、この事故によって運転員は致命傷を負った。

原因

運転員が対向車との衝突を避けようとし、ハンドルを切りすぎたために路面を越え転倒した。

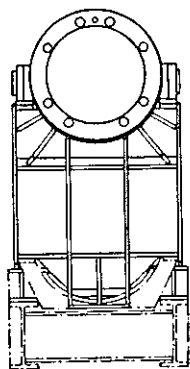
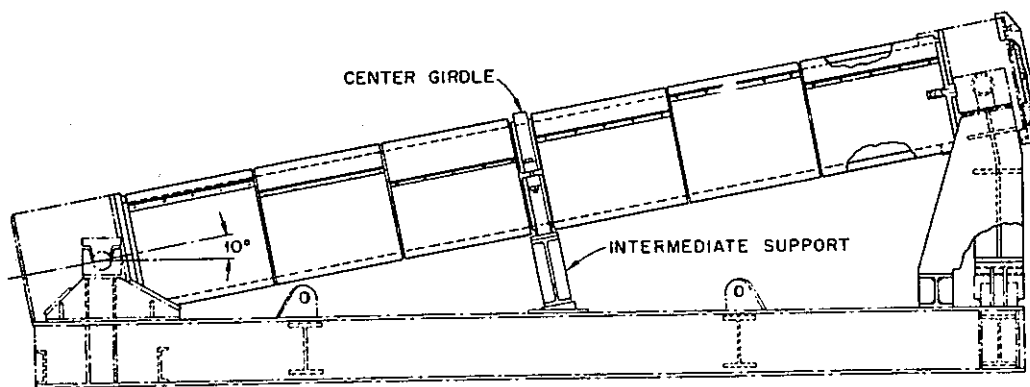
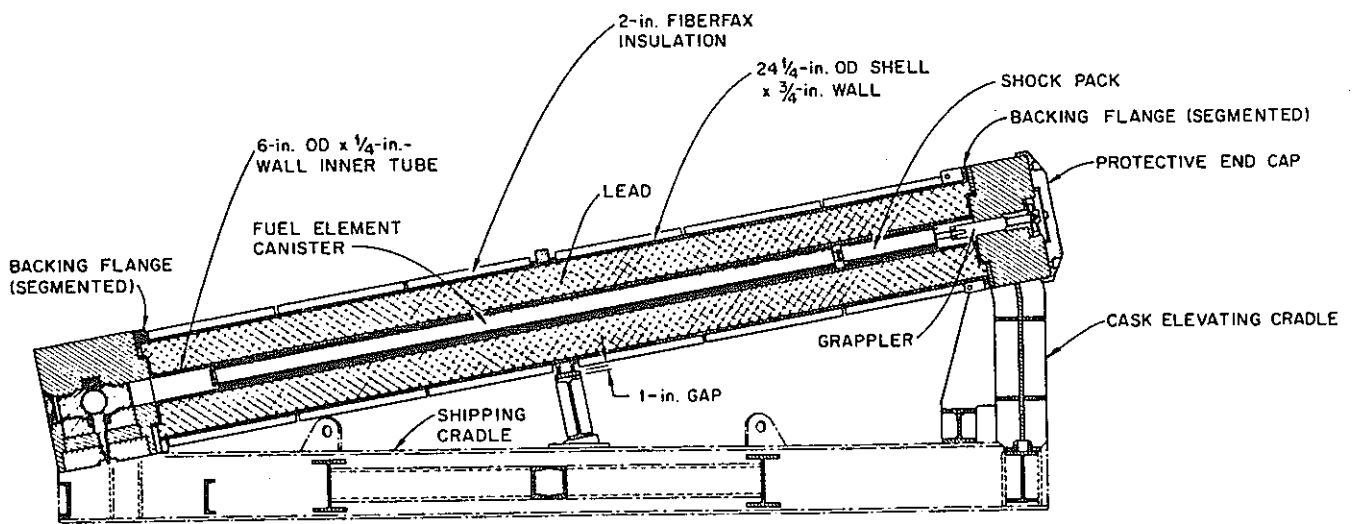


Fig. 1

航空輸送中の放射性物質(Mo-99を含む)の漏洩による汚染

発生日：1971年12月31日

施設：旅客機

所有者：-

場所：Houston, Texas, USA

出典：aam, aan

事故分類：輸送事故、環境の汚染事故

状況

1971年12月31日、ニューヨークから飛び立ったヒューストン行きの旅客機の飛行中に、荷物室に積み込まれていた高放射能のMo-99を含む約250ccの苛性ソーダがB型キャスク（容器）から漏洩した。これにより荷物室内が汚染され、収納されていた乗客の荷物も汚染した。

汚染が発見されたのは、この飛行機がサービスから外された2日後で、その間に917名の乗客はヒューストンから別のフライト（9つの便）で、11の都市に飛び去った。同機は放射線管理者の監督の下で除染され、翌日には再び飛行に就いた。

あちこちから荷物が汚染しているとの報告を受け、この報告に基づいて政府機関との協力により航空会社はモニタリングを行う各都市の場所を決定し、その体制を確立した。汚染した荷物を運んだ飛行機の乗客に対し、荷物が汚染している恐れがあるので直ちにモニタリングを受けるように電話及び新聞による呼びかけが行われた。

原因

調査の結果、この漏洩事故は次の原因で起きたと結論付けられた。

- (1) 容器の密閉機能が完全でなかった。
- (2) 内容物の成分が明記されていなかったため、危険度に応じた正しい梱包が行われていなかった。
- (3) 横にして積み込んだことも漏洩の要因の一つであった。

使用済燃料輸送キャスクの表面汚染

発生日：1976年12月23日

施設：Berkeley Nuclear Laboratories

所有者：CEGB

場所：Berkeley, Gloucestershire, UK

出典：aao

事故分類：輸送事故

状況

ハンターストーンA発電所からバークレー研究所向けの使用済燃料輸送キャスクが鉄道で運ばれてきた。1976年12月23日、バークレー鉄道の終点である荷降地点での定期チェックによってキャスクの外表面のわずかの部分が汚染していることが判明した。その汚染レベルは、作業許可レベルを超えるものであった。これによって、汚染あるいは被曝を受けた者はいなかった。キャスクは研究所へ運び込まれ、除染された。

使用済燃料輸送キャスク表面の汚染

発生日：1977年 2月23日
施設：Winfrith (SGHWR)
所有者：UKAEA
場所：Winfrith Heath, Dorset, UK
出典：aap
事故分類：輸送事故、環境の汚染事故

状況

1977年2月23日、鉄道待機線で再処理のための出発待ちの状態にあったウィンフリスのSGHWR使用済燃料を入れた輸送キャスクに対し、モニタリングが行われた。その結果、キャスク支持台の下部が作業基準値を超える汚染を受けていることが判明した。この汚染は貨車にも広がっていた。人体の被曝の問題はなかった。

原因

ウィンフリスの原子炉から発送される前に除染されモニタリングチェックされていたが、ウィンズケールの再処理工場側の問題により、しばらくの間、出発が見合わせられていた。待機中の大雨により手の届かない部分に付着していたわずかの量の汚染物質が流れ出したことが原因と思われる。

対策

キャスクと貨車の汚染物は取り除かれた。

弁の破損による使用済燃料輸送用キャスクからの廃液の漏洩

発生日：1977年 5月 2日

施設：Winfrith (SGHWR)

所有者：UKAEA

場所：Winfrith Heath, Dorset, UK

出典：aaq

事故分類：輸送事故、施設内の汚染事故

状 況

空の使用済燃料輸送キャスクが鉄道輸送されウィンフリス発電所に戻ってきた。
1977年4月29日に同サイトでキャスクの受入れが行われた。この時のサーベイでは、キャスク表面の汚染度は許容レベル内であったが、5月2日の荷降し時、車両の床部分、キャスクの固定フレームのごく限られた部分が汚染していることが判明した。この汚染によって被曝した者はいなかった。

原 因

キャスクに付けられた弁がこわれていたために、わずかの量であるが、汚染水が漏洩した。

イエローケーキ輸送トラックの衝突事故

- 発生期日：1977年 9月27日
- 施設：輸送用トラック
- 所有者：-
- 場所：Springfield, Colorado, USA
- 出典：aar, aas
- 事故分類：輸送事故、環境の汚染事故

状況

1977年9月27日、コロラド州スプリングフィールド近くで、イエローケーキ輸送トラックが、3頭の野性馬と衝突して、転倒するという事故が起きた。このトラックにはイエローケーキ入りの55ガロン(208ℓ)の鋼製ドラムが50本積載されていた。この事故のため、積荷のドラム32本が投げ出され、そのうち17本のドラムの蓋が破損した。また、投げ出されなかったうちの12本のドラムの蓋も破損し、イエローケーキ12,000ポンド(5448kg)がこぼれた。2名の運転手は負傷を負ったが、生命に別状はなかった。

対策

イエローケーキの輸送容器についての必要条件と放射性物質の輸送における緊急時対応に関する審査と評価が、NRC/DOT(原子力規制委員会/運輸省)の共同で実施された。

セシウムを主体とするFPによる輸送用キャスク表面の汚染

発生日：1978年 4月 8日

施設：Winfrith (SGHWR)

所有者：UKAEA

場所：Winfrith Heath, Dorset, UK

出典：aat

事故分類：輸送事故

状況

1978年4月8日、ウィンフリス発電所で小型輸送用キャスクを入れた木箱の定期モニタリングによって、許容レベルをわずかに超える汚染が、木箱とキャスクの表面で検出された。このキャスクはBNFLのウィンズケール再処理工場から到着したばかりで、この中には放射性物質が含まれていた。汚染は主に放射性セシウムを主体とするFPによるものであることが判明した。輸送車両の汚染はなかった。この汚染によって公衆及び従業員に対する危害はなかった。

原因

確定出来ず。

対策

再発防止のためウィンズケール再処理工場でのキャスクの移動に対するモニタリング及び洗浄手順のレビューが行われた。

輸送トレーラの転倒事故によるイエローケーキの流出

発生日：1979年 3月22日

施設：輸送用トレーラ

所有者：-

場所：Wichita, Kansas, USA

出典：aau

事故分類：輸送事故、環境の汚染事故

状況

イエローケーキを積んだ輸送用トレーラが州間ハイウェイを走行中、車輛が車線から外れ、軟弱な路肩から車線に戻ろうとした時に転倒した。事故時トレーラは、54本の鋼製ドラム缶に43,782ポンド(19.9トン)のイエローケーキを積載していた。このため、転倒したトレーラによってハイウェイの両車線が閉鎖された。51本のドラム缶がトレーラの上部から投げ出され、その内の22本のドラム缶の蓋が損傷を受け、約1800ポンド(816kg)のイエローケーキがこぼれた。事故後、除染作業が数週間にわたって行われ、その間、西方面の車線は閉鎖されたままであった。

汚染物質の微量洩れによる使用済燃料輸送キャスクの表面汚染

発生日：1979年11月 3日

施設：Dounreay

所有者：UKAEA

場所：Dounreay, Caithness, UK

出典：aav

事故分類：輸送事故、環境の汚染事故

状況

1979年11月3日、UKAEAのハーウェル原子力研究所から鉄道によって使用済燃料輸送キャスクが運ばれてきた。通例のモニタリングチェックが行われ、キャスクの外表面とトレーラーの上部床が放射能で汚染され、その放射線レベルが作業許容値を超えていることが判明した。トレーラーの側面あるいは線路の表面は汚染されていなかった。汚染水が輸送中に地面にこぼれた形跡はなかった。汚染物質の量はごく僅かでサイトの作業員や公衆に対し、影響を与える懸念は全くなかった。

原因

ネジ穴に異物が入ったためにキャスクの蓋を締め付けるスタッドの内の何本かが完全に機能しておらず、輸送中の雨によって蓋の回りの部分に付着していた汚染物質が洗い流されたことが原因であると考えられる。

対策

再発防止のために、ハーウェルではスタッドのネジ穴に異物が混入していないことを必ず確かめることが義務付けられた。

使用済燃料輸送キャスクの輸送許可レベル以上の表面汚染

発生日：1980年 2月11日

施設：Winfrith

所有者：UKAEA

場所：Winfrith Heath, Dorset, UK

出典：aaw

事故分類：輸送事故

状況

1980年2月11日、ウィンフリス原子力研究所での使用済燃料輸送キャスクのモニタリングによって、キャスク表面が輸送許可を得ることが出来ないレベルの汚染を受けていることが明らかになった。このキャスクはウィンフリスの照射済燃料検査施設へ照射済燃料の検査を行うためにハンターストンのAGR発電所から鉄道で運ばれてきたもので、2月8日に到着した。このキャスクを輸送して来た車両もチェックされたが、汚染していなかった。

ハンターストンでの出荷前のキャスク表面の汚染度のチェックでは、許容レベル以下であった。表面の放射能はごくわずかであり、輸送中にキャスクのふたから汚染物質が漏れた形跡は全くなかった。ハンターストンでの取り扱い中に外部からの放射性物質によって汚染された公算が強い。

輸送する前にキャスクはその表面の汚染度が“The Code of Practice for Carriage of Radioactive Materials by Road”に規定される値以下になるまで除染装置によって除染される。手の届かない部分に付着したわずかの汚染物質が輸送中流れ出しキャスク表面が汚染する事態がよく起こっている。このような問題が生じるのを防止するためにキャスク表面を実現可能な範囲で頻繁にみがいており、くぼみ部に汚染物質が残留しないようにしている。

汚染レベルは作業許容値を超えるものであったが、人体への影響を及ぼすレベルではなかった。その後、キャスクは照射済燃料の検査のためにホットセルへ移送された。

原因

出荷地のハンターストン発電所での取り扱い中における外部からの汚染による公算が強い。

輸送キャスクの表面汚染

発生日：1980年 7月30日

施設：Winfrith (SGHWR)

所有者：UKAEA

場所：Winfrith Heath, Dorset, UK

出典：aax

事故分類：輸送事故

状況

BNFLのウィンズケール再処理工場から鉄道輸送によってウィンフリスに到着した空の使用済燃料輸送キャスクに放射能汚染が発見された。調査の結果、キャスクの数千所で表面汚染が認められ、平均で、輸送上の許容値の約3倍の汚染を受けていたことがわかった。汚染源は核分裂生成物（主にセシウム同位体）であることが確認された。鉄道車輛には汚染はみられず、作業員の被曝や汚染はなかった。

原因

手が届かず十分に除染できない隙間に付着していた放射性物質が、輸送中に表面に出てそれによって汚染したと考えられる。

UF₆輸送船（モンルイ号）の沈没事故

発生日：1984年 8月25日

施設：モンルイ号（輸送船）

所有者：COGEMA、CGM

場所：ベルギー沖

出典：aay, aaz

事故分類：輸送事故、環境の汚染事故

状況

1984年8月25日、午後2時10分、六フッ化ウラン（UF₆）を積んで、英仏海峡をソ連に向かっていた仏CGM社所属の「モンルイ（Mont Louis）号」（24人乗組、5,000トン級）の後方右舷に、西独のカーフェリー「オラウブリタニア（Olau Britannia）号」（15000トン、約1,000人乗船）が衝突した。衝突された箇所には危険物は積まれておらず、空のコンテナが幾つかあった。

カーフェリーは引き離されて航行を続けたが、モンルイ号の船腹には8mの裂け目が生じ、午後一杯なされた復旧努力にもかかわらず、午後7時頃、約15mの海底に沈没した。乗組員は全員無事避難した。英仏海峡は干満の差が激しく、干潮時には沈没した船体の一部が海上に現れた。

モンルイ号が沈んだのはベルギーのオステンデ沖で海岸から約12マイルの国際海域であり、モンルイ号は、仏ルアーブル港を出て、ダンケルクを経、ソ連のリガに向かうところだった。

モンルイ号は総計数100トンの様々な積み荷を積んでいたが、その内にUF₆入りの大型コンテナ（48Y型容器）30個が含まれていた。これはソ連で濃縮された後、発電所用燃料として使用される予定であった。

この他、ソ連から濃縮ウラン（UF₆）を持ち帰るための空の中型コンテナ（30B型容器）22個も積まれていた。

表-1に30個のUF₆入りコンテナの内容物等の構成を示す。

表-1 UF₆入りコンテナの構成

18個	発送者：仏 COGEMA（仏核燃料公社） 所有者：フランス 内容物：劣化ウランのUF ₆ （濃縮度0.67%） 209.487トン（UF ₆ 量）（ウラン量では142トン）				
9個	発送者：仏 COMURHEX（コムユレックス）社 所有者：ベルギー 内容物：天然ウランのUF ₆ （濃縮度約0.7%） 102.56トン（UF ₆ 量）（ウラン量では69トン）				
3個	発送者：仏 COMURHEX（コムユレックス）社 所有者：西ドイツ 内容物：減損ウランのUF ₆ （濃縮度0.88%） （再処理の結果、回収されたもの）37.4トン（UF ₆ 量）（ ウラン量では25トン）				
計30個	全UF ₆ 量は350トン（ウラン量236トン） 容器自体の所有者は <table style="display: inline-table; vertical-align: middle; margin-left: 20px;"> <tr> <td style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">{</td> <td>18個 Edlow International社</td> </tr> <tr> <td></td> <td>12個 Transnuclear社</td> </tr> </table>	{	18個 Edlow International社		12個 Transnuclear社
{	18個 Edlow International社				
	12個 Transnuclear社				

沈没の翌8月26日以来、放射線防護中央本部（仏厚生省管轄下）は、6時間毎に海水試料と沈澱砂の分析を実施し、また乗組員の放射能汚染検査が行われたが、異常は発見されなかった。

沈没翌々日の28日夕方には、CGM社とサルベージ会社との間に契約が結ばれ、以後UF₆入り容器の回収作業が進められた。作業は悪天候のため、しばしば中断を余

儀なくされた。途中9月2日に、海水中に高濃度のフッ素が検出されたとの報道が一部でなされたが、3日には仏海洋省により否定された。

9月29日、29番目の容器が引き揚げられた際、損傷したバルブから、ごくわずか(数cc)の非放射製ガス(フッ化水素)が漏洩した。充填剤で漏洩をふさぎ、大きな容器に入れピエールラットに送られたが、そこに着いた時にはもう漏洩は止まっていた。

10月4日に、最終の30番目が引き揚げられ、回収作業が終わった。

原 因

事故の起こった付近は、世界で最も往来の頻繁な海域であり、天候も不良であった。しかしながら、視界は1.8キロあったといわれ、専門家はこれだけの距離があれば100mの長さもある巨体の船は早期に発見され、衝突回避の操作が十分にできたはずだと語っている。オラウ・ブリタニア号側ではモン・ルイ号を認めたので早速に速力をゆるめて警笛を鳴らしたが、モン・ルイ号側ではなんらの操作もしなかったとし、衝突の責任は一切モン・ルイ号側にあると主張している。

モン・ルイ号の当直士官がこの時期にポストにいなかったことも明らかにされていて、これを横切る船舶は直角に最短距離を直進することが義務づけられている。1日に約800隻の船舶が行きかう英仏海峡は、往復の指定航路が設けられている。しかし、この指定航路はベルギーの沖合にくると途切れ、オランダのノールド・ヒンダー(ロッテルダム沖合)までは、そのままの通過が望ましいとされる回路だけになってしまう。モン・ルイ号は勧告航路の外を航行していたが、その利用は特に義務とされていないため、規則違反の航路を通過していたことにはならない。

指定航路がないので、この海域の航行には一般の海上規則が適用される。それによるとカー・フェリーも貨物船も優先権をもたない。右からきた船舶が優先するという規則があるが、それが適用されるとオラウ・ブリタニアが優先権をもつことになる。しかし後方からきているので右優先規則が適用できるかどうかは、はっきりしない。また霧などで視界が狭いときには速力をゆるめなければならないことになっている。

イエローケーキを積んだトラックと列車との衝突事故

発生日：1985年 8月27日

施設：輸送用トラック

所有者：不明

場所：Bowdon, North Dakota, USA

出典：aba, abb

事故分類：輸送事故、環境の汚染事故

状況

ノースダコタ州バウドン近くの踏切で、1985年8月27日午後4時45分に、イエローケーキ（U308）を収納した55ガロンドラム缶53個を積んだトラックと列車との衝突事故が発生した。トラックからは約45,000ポンド（20トン）のイエローケーキが落下・漏出すると共に運転していた1人の女性が死亡し、列車は最初の2両が脱線した。また、漏出したイエローケーキの一部が列車側の4人の作業員に降りかかった。これらの4人は地方当局に身柄を預けられ、午後11時半までかけて研究室で身の安全が確認された。

これらのイエローケーキはカナダのサスカチュワン州サスカトゥーンで採掘・粗製錬されたもので、次の処理のためサウスダコタ州に輸送中のものであった。また、53個のドラム缶のうち30個が衝突によって完全に破壊され、5個が部分的に破損し、これらを清掃するのに7日を要する。

4.3 爆発事故

爆発事故

発生日	事象	施設	施設の種類
71/11/	オフガス系の溶断時の引火による爆発	Monticello	BWR
73/06/12	落雷によるオフガス系の爆発	Vermont Yankee	BWR
73/08/31	落雷によるオフガス系の爆発	Vermont Yankee	BWR
74/ /	オフガス系の爆発	Dresden-3	BWR
74/10/10	オフガス系フィルタ建屋内の爆発	Quad Cities	BWR
76/01/07	オフガス建屋内での水素爆発による建屋崩壊	Cooper	BWR
76/01/19	スタックフィルタ室内での水素爆発	Brunswick-2	BWR
76/08/30	イオン交換樹脂と硝酸の反応による爆発事故	Z Plant	廃棄物処理
77/04/28	硝酸プルトニウムと炭素パウダの反応による爆発事故	Windscale Works	再処理
77/05/10	固体廃棄物施設でのナトリウムと水による化学反応爆発	Dounreay (DNE)	廃棄物処理
77/12/03	重水製造工場の試運転中の爆発	Heavy Water Plant	その他
77/12/13	オフガス系で2度の水素爆発事故	Millstone-1	BWR
79/07/17	オフガス系内にたまった水素の爆発	Browns Ferry-3	BWR
83/02/03	5.5kV配電盤での爆発・火災	St. Laurent A-1	GCR
83/11/14	変圧器の爆発火災	Oyster Creek	BWR
84/03/20	発電機冷却用水素の漏洩による爆発事故	Rancho Seco	PWR
84/09/13	キャスク開封時の小爆発	La Hague (UP-2)	再処理
84/10/29	1kgのUF6試料が爆発し技術者が負傷	ウラン濃縮パイロットプラント	濃縮
86/01/04	セコイヤ燃料工場でのシリンダー破裂事故	Sequoyah Fuels Facility	転換

オフガス系の溶断時の引火による爆発

発生日：1971年11月

施設：Monticello (BWR)

所有者：Northern States Power Co.

場所：Monticello, Minnesota, USA

出典：abc

事故分類：爆発事故

状況

1971年11月に、米国ミネソタ州のモンティセロ発電所で、オフガス系配管の溶断時にガスに引火し、爆発が起こった。詳細は不明。

落雷によるオフガス系の爆発

発生日：1973年 6月12日、8月13日

施設：Vermont Yankee (BWR)

所有者：Vermont Yankee Nuclear Power Corp.

場所：Vernon, Vermont, USA

出典：abd, abe

事故分類：爆発事故、発電所異常事象

状況

1973年6月12日と8月13日に、米国バーモント州のバーモント・ヤンキー発電所において、落雷によりオフガス系で爆発が起きた。詳細は不明。

オフガス系の爆発

発生日：1974年〔月日は不明〕

施設：Dresden-3 (BWR)

所有者：Commonwealth Edison Company

場所：Morris, Illinois, USA

出典：abf

事故分類：爆発事故、環境の汚染事故、発電所異常事象

状況

ドレスデン3号機が出力19万kWで運転中、オフガス再結合器の1基が使用されていた。その時、水撃または爆発音に似た音が発し、排気筒の放射能が増加し、真空度が低下した。代替の蒸気ジェット・エアエジェクタが使用されたが、真空度はさらに低下し続け、タービントリップ及び原子炉スクラムが起こった。調査によると、その音はオフガス系の爆発音であり、オフガスフィルターが破損し、エアエジェクタのラプチャーディスクも破裂した。

オフガス系の爆発は、再結合器出口弁を開いたときに、弁プラグが弁座から離れスパークが発生し、爆発が起きたものであった。

爆発中及びその後、プラント及び公衆の安全面への影響はなかった。また、同事象中の放出率は、Tech. Spec. に定められた700,000 μ Ci/secを超えることはなかった。2時間の間は約640,000 μ Ci/secに達したと推定される。土及び大気のサンプルでは放射能は検出されなかった。

オフガス系フィルタ建屋内の爆発

発生日：1974年10月10日

施設：Quad Cities (BWR)

所有者：Commonwealth Edison Company

場所：Cordova, Illinois, USA

出典：abh, abi

事故分類：爆発事故、環境の汚染事故

状況

クオッドシティーズ発電所の1号機は出力52万kWe及び2号機は出力62万kWe、そして、両機とも出力上昇率0.3万kWe/hrで運転中であった。この時、オフガスフィルタ建屋の排気筒の近くにいた数名の職員が爆発音を聞き、制御室ではオフガス系に問題の起きたことを示す5つの警報が発した。その後間もなく、排気筒の放射能の測定値は、30,000 μ Ci/secから100,000 μ Ci/secに増加し、これはオフガスの爆発が起きたことを示すものであった。手順書に従って、処置が取られ、約30分後に排気筒の放射線モニターの測定値は事故前のレベルにまで低下した。

爆発の原因は、作業員がオフガス配管内で換気もせず、また隔離が不十分な状態でグラインダ作業を実施したためである。また作業員も同配管は使用外で、従ってオフガスはないと考えていた。そして作業員は作業書を提出せず、作業前に同配管を適切に隔離もせず、またその配管内の排気を行わなかった。

爆発により、蒸気ジェット・エアエジェクタのラプチャーディスク及びホールドアップライン上流のオフガス放出配管の2インチラプチャーディスクが破裂した。また、1台のオフガスフィルタが破損し、その他の部分にも火災による損傷が生じた。

けが人もなく、公衆の健康及び安全への影響も最小限のものであった。事故時に採取された土及び大気等のサンプルによると運転を停止する程のものではなく、また浮遊物フィルタの β 線源の全放射能濃度も運転に影響を与えるものではなかった。

オフガス建屋内での水素爆発による建屋崩壊

発生日：1976年 1月 7日

施設：Cooper (BWR)

所有者：Nebraska Public Power District

場所：Brownville, Nebraska, USA

出典：abj, abk

事故分類：爆発事故、環境の汚染事故、発電所異常事象

状況

1976年1月7日午前4時56分頃、中央制御室の警報が鳴り、オフガス希釈用ファン“ A ”の吐出側流量が低くなっていることがわかった。この警報を受け、非常用ファン“ B ”が自動的に起動した。ファン“ A ”はすぐに止められ、原因調査が開始された。高所放出地点 (ERP; Elevated Release Point) の流量計の記録より数時間間に流量が2800cfmから2200cfmまで徐々に減少していたことが判明した。ファン“ B ”の起動後も、この流量は増加していないことがわかった。

午前5時頃、ファン“ B ”の流量が低いことを知らせる警報を受けとった。非常用ガス処理系 (SBGT) が起動した。ERPの流量の増加は全く見られず、SBGTの流量も低かった。

当直長と運転員の2名が希釈用ファンとダンパーをチェックするためにオフガス建屋へ入り、負圧がたっていないことに気付いた。さらに一定エアモニター (CAM) が放射能レベルの上昇を示していた。ERPへ進み、そこで問題が発生していることを確認し、オフガス建屋へ戻った。この時、建屋内で異常な芳香を感じると共に、CAMの針が振り切れてくることに気付いた。すぐに退去し、中央制御室に戻った。

午前5時23分頃、480V母線“ G ”で地絡が起きていることを示す警報が鳴った。地絡はオフガス希釈用ファン“ B ”の電源供給元であるMCC-Vで起きていることが確認された。

ファンが切られ、地絡警報がとまった5時29分、オフガス建屋で爆発が起きた。再循環ポンプのランバックによりただちに出力は落とされ、5時31分に原子炉は手動スクラムされた。モニター不能となっているオフガスの放出を防止するために空気抽出器は止められ、オフガス隔離弁は閉じられた。

緊急時対策がとられ、午前7時30分まで発電所への接近は制限された。放射能モニターと汚染サーベイの結果、放射能の異常放出はなかったと判断された。

この爆発によってオフガス建屋として指定されている32フィート×48フィートの鉄鋼製建屋が完全崩壊した。希釈用ファンの部屋の天井と上部壁が著しい損傷を受けた。

これらは強化コンクリート製で放射線しゃ蔽体として機能している。この部屋には、オフガス用配管、金属製のダクト式希釈プレナム、2基の希釈用ファン、ダンパー及び制御盤が収容されている。ファンの破損はたいしたことはなかった。プレナム、ダクト配管と制御盤は爆発で壊れた。オフガス配管の空気抽出器側と希釈用ファン側の破裂板もまた破裂した。負傷者はいなかった。

オフガス希釈設備と排出設備の故障（破損）の結果として環境へ放出された放射能レベルは、10 CFR 20で規定されるサイト境界線での最大許容濃度のそれぞれ11%と53%との計算結果が得られた。風下のサイト近くの土壌サンプルの分析の結果その放射能レベルはバックグラウンドレベルに等しいことがわかった。今回の事故は公衆の健康及び安全には全く影響を与えないものであった。

原因

325フィート（99m）のERP配管（排気筒）の先端部が氷結し、排気筒の開口面積が153in²（987cm²）から12in²（77.4cm²）まで減少した。このERP配管は断熱対策が施されていない。このERP配管は、非常用ガス処理系、空気抽出系及びグラウンドシールオフガス系に排気口を提供しており、グラウンドシールオフガス系配管は機械式真空ポンプの排出用に使用されている。

氷結により153in²（987cm²）に開口部面積が減ったことにより、ERP配管で背圧がたち、オフガス希釈用ファンの流量が低くなった。非常用ガス処理系が起動し、ますます背圧が高くなったことによって問題が一層複雑になった。希釈用ファンが止め

られ、水素を含んだ希釈されないオフガスが空気抽出器によって希釈ファンプレナムへ送り続けられた。

水素濃度はどんどん高くなり、爆発濃度に達し、室内の点火源から水素に引火し爆発が起こった。点火源としては、リミットスイッチや電磁弁が考えられた。

対 策

- (1) E R Pの先端部分10フィートにわたり、ヒートトレースと断熱対策が施された。E R Pの流量モニターの部分とセンサ用フランジに対しても同じ対策がとられた。これらの是正措置は、氷結防止と流量モニタリングの信頼性を向上するためである。
- (2) 希釈用の流れが喪失したことを示す指示があった後、わずかの時間遅れでオフガス系の隔離弁が自動閉止するように電気回路の変更が行われた。これは、E R Pの閉塞あるいはファンの喪失時に系全体を隔離するためである。
- (3) メーカーの指示に従い、ピトー・ベンチュリー流量検出器の改造を行った。流量モニターの信頼性の向上のため。
- (4) ループシールがだめになった場合、水素がオフガス建屋へ漏洩する可能性を出来るだけ抑えるためにオフガスフィルターのドレンとループシールを改造する。
- (5) 運転中サンプへ入域する必要性をなくし、ドレン系のループシールを改善するためにZサンプルの周辺での改造が行われた。
- (6) オフガス系の配管構成の改造。

スタックフィルタ室内での水素爆発

発生日：1976年 1月19日

施設：Brunswick-2 (BWR)

所有者：Carolina Power & Light Co.

場所：Southport, North Carolina, USA

出典：abl, abm, abn

事故分類：爆発事故、施設内の汚染事故、被曝事故、発電所異常事象

状況

1976年1月19日、ブランズウィック2号機は84.7%の出力で運転されていた。排気筒モニタのサンプルラインのブローダウンを行っていたところ、中央制御室において、排気筒モニタの放射能の量が増加しているのが認められた。フィルタ室に入って調べたところ、放射線エリア・モニタが警報レベル(1mR/hr)であることが認められた。床は水でおおわれ、室内は濃霧がたちこめた状態になっていた。30秒間建屋内にいたにすぎなかったが、2名の調査員が汚染した。約2時間半後にフィルタピット区域に再入域し、ループ・シールを多量の水で満たした。約4時間後、2台のオフガスアナライザから警報が出た。ループ・シール隔離弁閉のリレーが作動し、これが発火源となってフィルタ室で水素爆発が起こった。再循環流量によって出力を下げ、最低速度に保った後、手動でスクラムした。

原因

(1) ループ・シール・ドレン

ループ・シール・ドレンの測定により配管がアーキテクト・エンジニアの仕様である24インチになっておらず、20インチになっていた。

(2) オフガス・フィルタ

フィルタ装置内のデミスタが正しい位置に置かれていず、HEPAフィルタ内に水分が入ったことがわかった。

(3) フィルタ差圧スイッチ

校正の結果、差圧スイッチの設定は基準に適合していなかった。

事故が起きたとき、天候が寒冷であったため、オフガス管内の凝縮率が増加し、デミスタが正しく位置していなかったこともあってフィルタに余分の湿分が加わり、システムの抵抗が増加した。これによりシステムの背圧を増加させオフガス・ループ・シールより多量の水が吹き出した。また、フィルタに過剰の差圧がかかったにもかかわらず警報が出なかった。

ループ・シールの吹き出しは、スタックモニタの増加とフィルタ室の放射線エリア・モニタの結果としてわかった。

対 策

- (1) フィルタ差圧スイッチの設定点を正しく設定した。
- (2) フィルタ差圧を読むためのマノメータを設定し、シフト毎に1回の読みを記録する。
- (3) スタック・モニタ・パネルに接地線をつける。

イオン交換樹脂と硝酸の反応による爆発事故

発生日：1976年 8月30日

施設：Z Plant

所有者：Atlantic Richfield Hanford Company/ERDA

場所：Hanford, Washington, USA

出典：abo

事故分類：爆発事故、施設内の汚染事故、被曝事故、環境の汚染事故

状況

1976年8月30日午前2時50分、Hanford Reservationの200West区域に立地しているZプラントの242-Z建屋に設置されている廃棄物処理設備で、アメリカシウム回収工程中、陽イオン交換樹脂塔が爆発した。

濃硝酸を陽イオン交換樹脂塔に送液して、陽イオン樹脂からアメリカシウムを抽出、除去していたところ、予備洗浄を行った溶液が異常に濁っていることに運転員が気付いた。そこで、硝酸の供給が停止され、陽イオン交換樹脂塔は隔離された。そして、ベント弁（1/2インチ）は「開」の状態にされていた。抽出溶液の試料はアメリカシウムの分析のため実験室に送られた。

そして、分析の結果を待っている間に、劣化した樹脂と硝酸とが反応して、イオン交換樹脂塔が爆発した。この爆発によって、イオン交換樹脂塔の設置されていたグローブボックス内の配管、装置が被害を受けた。グローブボックスの設置されていた部屋は、10mR/hrから3R/hrにまで及ぶ汚染を受け、部屋に設置されていた機器も同様に汚染された。修復に要する費用は、50万ドルと予想された。

約50 μ Ciの α 放射能が環境へ放出されたが、工場の周囲からは放射能は検出されず、242-Z建屋の周囲のフェンス内に、極めて少量の放射能が放出されたにすぎなかった。

事故に関係した5名の職員がアメリカシウム-241を標準50nCi吸入した。また、ICRPが計算した身体負荷量は、骨に0.05 μ Ci、肝臓に0.4 μ Ciであった。

原因

- (1) イオン交換樹脂塔で急激な発熱化学反応が起こり、爆発に至った。
- (2) アメリシウム回収プロセスの運転が、運転手順書に従って行われていなかった。
- (3) 160日間の運転で、樹脂床に約175gのアメリシウム-241が蓄積されていたため、樹脂は 10^9 radの線量を受け、著しく劣化していた。
- (4) 運転責任者が、著しく劣化した樹脂を濃硝酸と混合した時の危険について認識していなかった。
- (5) イオン交換樹脂塔及びグローブボックスの自動圧力逃し装置、冷却機構及び防護設備が不適切であったため、爆発が起こり、近くに居た運転員が被害を受けた。
- (6) アメリシウム回収プロセスが改造された時、プロセス及び機器の改造についての分析を行っていなかった。
- (7) Zプラントの施設及び機器の設計、据付、改造に関する手順が、安全上の必要条件及び制限事項に合致していなかった。

硝酸プルトニウムと炭酸パウダの反応による爆発事故

発生日：1977年 4月28日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：abp

事故分類：爆発事故、施設内の汚染事故、被曝事故

状況

1977年4月28日、英国のウィンズケール再処理工場の実験施設内の密閉された取扱い設備でプルトニウムコンパウンドの実験を行っていたところ、化学反応のため圧力が上昇したために設備の出入口に付属しているプラスチック製の廃棄物コンテナが破壊し、実験施設内にプルトニウムが放出した。施設内には誰も入っていなかった。スタッフの1人が事故調査のため呼吸装置をつけ設備内へ入り、反応の進行を止めた。この間にこのスタッフは問題となる量の外部汚染を受けたが、その直後の診断によって、放射線被曝及びプルトニウムの吸入は問題となるレベルでなかったことが判明した。

原因

硝酸プルトニウムと炭酸パウダの化学反応による圧力上昇。

対策

実験再開前にそのプロセスの安全性について再検討される予定である。

固体廃棄物施設でのナトリウムと水による化学反応爆発

発生日：1977年 5月10日

施設：Dounreay Nuclear Power Development Establishment

所有者：UKAEA

場所：Dounreay, Scotland, UK

出典：abq, abr

事故分類：爆発事故、施設内の汚染事故

状況

1975年5月10日、英国原子力公社（UKAEA）のドーンレー原子力開発研究所（DNE）の固体廃棄物処分施設で約2.5 kgのナトリウムと水が化学反応を起こし、施設のコンクリート製の上蓋が吹き飛ぶ事故が起こった。爆発時、この区域には誰もおらず、負傷した者はいなかった。

サーベイの結果、わずかの放射能汚染が2、3カ所で生じていることがわかった。廃棄物は主に廃却された機器類であり、その内のいくつかの物は、ナトリウムで汚染されていた。

原因

爆発の原因は、ナトリウムと水との化学反応。

対策

今後も固体廃棄物のナトリウム汚染をなくすことは難しいので、施設内を不活性ガス環境下に置き、定期的にこのガスのサンプリングを行うようUKAEAに対し勧告が行われ、実施された。

重水製造工場の試運転中の爆発

発生日：1977年12月 3日

施設：Baroda Heavy Water Plant

所有者：Department of Atomic Energy

場所：Baroda, Gujarat, India

出典：abs, abt

事故分類：爆発事故

状況

1977年12月3日、インドのバローダ重水製造工場で試運転中に爆発事故が起こった。アンモニア冷却装置のスプールピースの破損が原因で、工場の運転は停止された。詳細は不明。

オフガス系で2度の水素爆発事故

発生日：1977年12月13日

施設：Millstone-1 (BWR)

所有者：Northeast Utilities

場所：Waterford, Connecticut, USA

出典：abu, abv

事故分類：爆発事故、環境の汚染事故

状況

1977年12月13日午前9時30分、89%出力で運転中、ミルストーン1号機のオフガス系で水素爆発事故が起きた。この爆発で、排気筒からの放出量が増加した。そして、事故状況を把握し、修復活動を実施するために、局所緊急事態(local emergency)が発せられた。

10時42分、原子炉の出力が減じられ、続いて原子炉を温態停止することが決定された。午後1時、原子炉が温態停止中、2度目の爆発が起こり、原子炉は手動緊急停止された。オフガスの排出を止めるために、主蒸気系隔離弁が閉じられ、非常用復水系を用いて蒸気の冷却が行われた。午後1時8分、サイト内緊急事態(site emergency)が発せられ、事故の状況を調査するための緊急時管理センターが設置された。

事故直後、2度目の爆発は、非換気筒底部で起きたことが確認された。この爆発によってドアが吹き飛ばされ、放射性物質が放出され、職員1名が負傷した。

サイトへの出入りは、状況がはっきりするまで制限された。事故が起きた時、風は海岸方向に吹いており、サイトの南側敷地境界での個人被曝線量は、約1mremと計算され、公衆への影響はほとんどないものと決定された。

原因

- (1) 最初の爆発は、溶接工の不注意でアークがオフガス配管に接触したため。
- (2) 2度目の爆発は、配管のループシール水がなくなって、スタック底部にオフガスが溜り、これが電気スパークによって爆発した。

オフガス系内にたまった水素の爆発

発生日：1979年 7月17日

施設：Browns Ferry-3 (BWR)

所有者：Tennessee Valley Authority

場所：Decatur, Alabama, USA

出典：adj

事故分類：爆発事故

状況

1979年7月17日、ブラウズ・フェリー3号機においてオフガス再結合器前置加熱器の加熱不良で、再結合器の効率が低下し、オフガス系内に水素がたまって爆発した。フィルタ3個が破損した。詳細は不明。

5. 5KV配電盤での爆発・火災

発生日：1983年 2月 3日

施設：St. Laurent A-1 (GCR)

所有者：EDF

場所：St. Laurent-des-Eaux, Loir-et-Cher, France

出典：abw

事故分類：爆発事故、火災事故

状況

1983年2月3日、サンローランA-1号機で、タービン発電機1台の抽気排管を修理後、運転に復するため補助電源を接続したところ、5.5KV回路遮断器が閉じて2～3秒後に爆発が起こり、火災が発生した。

当直監督者は2度の火傷を負い、部屋はかなり損傷したが、火災はすぐに消し止められた。火災の発生した部屋には、タービン発電機の補助電源設備の5.5KV配電盤の他に、炉心の冷却ガス循環用ターボブローの非常用配電盤が設置されており、これらの電源全てが被害にあった。

原因

配電盤を検査した結果、ダンパーの保持システムが壊れており、遮断器を閉じた時に2つの主接点の間に差し込まれたためとわかった。この接点故障によって、補助モーターが始動した時に発生したアークが、隔室内の空気を急激に加熱したため、圧力が生じ、隔室のドアが吹き飛ばされた。

対策

- (1) 同種類の配電盤について、系統的なチェックが実施され、異常のないことが確認された。
- (2) 建屋を仕切ることによって、異なった目的の電源を分離した。

変圧器の爆発火災

発生日：1983年11月14日

施設：Oyster Creek (BWR)

所有者：GPU Nuclear Corporation

場所：Forked River, New Jersey, USA

出典：abx, aby

事故分類：爆発事故、火災事故

状況

1983年11月14日、オイスター・クリーク発電所サイトに隣接している開閉所内の小型変圧器が爆発し火災が発生した。煙により炭素が堆積し、それが第2所外変圧器に対し絶縁材の役目を果たし、その通電状態を遮断し所外電源が喪失した。この変圧器は開閉所建屋のリレー等の電圧を降下させるためのものであり、直径約18インチ(45.7cm)のものである。

火は消防隊により1時間後に鎮火した。修理には約6～8時間かかる見込み。

No.2非常用ディーゼル発電機が起動し、全てのプラント負荷に給電を行った。原子炉は、燃料交換及び炉心の改造のため運転を停止していた。

発電機冷却用水素の漏洩による爆発火災

発生日：1984年 3月20日

施設：Rancho Seco (PWR)

所有者：Sacramento Municipal Utility District

場所：Clay Station, California, USA

出典：abz, aca, acb

事故分類：爆発事故、火災事故、発電所異常事象

状況

1984年3月19日に92%出力で運転中、グラウンド蒸気排気モータの地絡により、3E母線からの給電遮断機がトリップし、モータコントロールセンター(MCC)2E1母線が喪失した。MCCの喪失によりMCCから給電されている水素側シールオイルポンプが停止し、発電機から水素が漏れ爆発が起きた。

事故当時、運転員はタービン端部の泡抜きタンクの液位を調べており、タービンギヤエリアに入ったとき悪臭に気づいた。そしてドアを閉めたところ、小さな爆発が起きドアが開いた。直ちに同エリアから出て、制御室に連絡した。出力は99MW/minの最大降下率で降下された。その後まもなく大きな爆発が起きた。爆発による発電機または励磁機への損傷がなかったため、発電機は隔離されず、また自動トリップ信号も発信しなかった。当直長は、励磁機で火災が起きていることを知り、直ちにタービンをトリップさせ、その後原子炉をトリップさせた。

水素側シールオイルポンプが使用されない時は、水素側シールオイルは空気側ポンプで給油される。水素シールに流れる油は、ドレン調整タンクに回収され、また空気側ポンプの吸込み側に戻される。水素側シールオイルポンプの停止後、機器作業員(EA#1)がシールオイル系を調査したところ、泡抜きタンク液位が高くなっていた。このためドレン調整タンクの自動液位制御弁を手動で操作するようにとの指示が出された。弁の操作により液位はゆっくりと下がった。泡抜きタンク液位を確認する時に、タンク液位を制御するためのもう1人の作業員(EA#3)を呼びにそのエリアを立ち去った。

しかし、ドレン調整タンクにBA#3作業員が到着する前に、同タンクが空になってしまった。そのため水素が空気側シールオイルポンプの吸込み側に侵入した。この結果シールオイルの圧力が低下し、水素及びシールオイルが発電機シールから漏洩した。これは爆発前数分間続いていた。大爆発後に火災が発生したが、14分後に鎮火した。火災は、励磁機と発電機のハウジングの境界部分の外側に限定されていた。励磁機内部、発電機のターニングギヤ端部では火災は起きていなかった。消火には炭酸ガス系が36分間作動した。

原子炉トリップの1時間後、運転員は非核計装電源（NNI）の全喪失に気づいた（後にこれは24V直流電源の故障と劣化したインバータによる部分喪失であることが判明した）。そして異常時手順書に従って高圧注入を開始した。そのため圧力が上昇し、加圧器安全弁が設定点以下の圧力で開き、圧力が減少した。安全弁が着座後、再び安全弁が開いた。NNIの全喪失に気づいてから4分後にNNIが復旧し、高圧注入は停止された。

原因

シールオイル系の問題により、泡抜きタンクと水素側ドレン調整タンクの液位が高くなり、ドレン調整タンク液位を手動制御することが必要となった。不適切な液位の手動制御により水素シールオイル圧力が低下し、水素が発電機から漏洩し、爆発と火災が起きた。NNI電源の喪失は過電圧トリップ設定点のドリフトによるものである。

対策

- (1) 現場の水素共通警報パネルの予防保全とパネルへ入力される全警報のチェックの実施。
- (2) シールオイル系の異常時手順書の改訂（ドレン調整タンク液位の連続監視及びドレン調整タンク液位ゲージが液位を正確に示すようなゲージ表面の変更）。
- (3) 適切な起動前試験の実施。
- (4) NNI及び総合制御系の±24V電源の過電圧及び不足電圧トリップ設定点の校正。

キャスク開封時の小爆発

発生日：1984年 9月13日

施設：La Hague (UP-2)

所有者：COGEMA

場所：La Hague, Cotentin, France

出典：acc

事故分類：爆発事故

状況

1984年9月13日、ラ・アージュのUP-2再処理プラントで、ビュージェイ1号機（ガス冷却炉）からの使用済金属ウラン燃料を収納したキャスクの蓋を開いた時に、火花が発生し、小爆発が起こった。燃料棒の1本に欠陥があったために生じた非常にまれな事故であり、従業員並びにプラントの運転には全く影響を及ぼさなかった。

1 kgのUF₆試料が爆発し技術者が負傷

発生日：1984年10月29日

施設：Pilot Enrichment Plant

所有者：CNEA（アルゼンチン原子力委員会）

場所：Pilcaniyeu, Rio Negro, Argentina

出典：acd

事故分類：爆発事故、被曝事故

状況

1984年10月29日、CNEAのウラン濃縮パイロットプラント（同プラントは保障措置がされていなかった）で、UF₆試料1kgの収納された移送用シリンダーが爆発した。事故は同プラントと分析の実施される研究施設の間の通廊で起こり、この事故によりシリンダーを運んでいた作業員1名が両足を失い、UF₆の蒸気を吸い込んだ。

原因

移送用シリンダーが真空ポンプとホースで接続されていた時に、真空ポンプから漏洩した油が移送用シリンダーに混入して、UF₆と反応したため。

対策

移送用シリンダーが、より高い圧力に耐えることができるように改造された。

セコイヤ燃料工場でのシリンダ破裂事故

発生日：1986年 1月 4日

施設：Sequoyah Fuels Facility

所有者：Sequoyah Fuels Corporation

場所：Gore, Oklahoma, USA

出典：ace, adf, acg, ach

事故分類：爆発事故、施設内の汚染事故、環境の汚染事故

状況

事故が発生したのは、オクラホマ州ゴアから約4マイル南にあるセコイヤ燃料会社のウラン転換工場である。

事故の経過は次の通りである。

1月3日 午前10時頃

- ・同工場の最後の工程においてシリンダーがプラント建屋内の充填場 (drain bay) に運ばれUF6の充填が開始された。
- ・この時シリンダーは20項目にわたる検査に合格しており、シリンダー自体に欠陥はなかったものと推定される。

1月4日 午前2時15分頃

- ・充填目標量は27,500ポンド (12.4トン) であったが、重量計が26,400ポンド (11.9トン) を指した所で、シリンダーが一杯になり、それ以上の充填が出来なくなった。
- ・運転員が原因を調査したところ、シリンダーを乗せたカートが、重量計の上に正しく置かれておらず、重量が正確に測定されていないことが判明した。
- ・カートを正しく置き直したところ、重量計は振り切れた〔重量計の最大値は29,500ポンド (13.3トン) 〕。
- ・当直長は、加熱せずに、過剰分をコールドトラップへ戻すよう指示した (この指示は、運転マニュアルに沿った正しいものである)。

1月4日 午前6時15分頃

- ・シリンダーからの過剰分の抜き出しが開始された。
- ・最初の10分間に150ポンド(68kg)の抜き出しが行われた(重量計を調節することにより、重量の変化は確認できた)。

1月4日 午前7時45分

- ・当直交替

1月4日 午前8時45分頃

- ・UF6の抜き出しが困難となった。UF6の固化が原因と考えられる。
- ・当直長は休みであり、当直長代理が、UF6の抜き出しを容易にするため、シリンダーを建屋外のスチームチェストに運び、そこで加熱することによりUF6を液化し、その後再度シリンダーをもとに戻して、過剰分を抜き出すよう、指示した(この指示は運転マニュアルに違反)。
- ・スチームチェストは建屋外に4基あり、かまぼこ型のカバーに覆われている。通常、製品の均質化やサンプル採取の目的でUF6を液化するために用いられる。
- ・この時点での充填量は正確には不明であるが29,500ポンド(13.3トン)以上と推定される。

1月4日 午前9時15分頃

- ・運転員がフォークリフトでシリンダーをスチームチェストに運搬。加熱が開始される。

1月4日 午前11時30分頃

- ・シリンダーが破裂。シリンダーの胴部に約1m20cmの亀裂が生じ、破裂の勢いでシリンダーは1/3回転した。スチームチェストのカバーも破裂の勢いで破れ、UF6が大気中に漏洩した。UF6と大気中の水分との反応によりフッ化水素(HF)が発生し、おりからの毎秒10m以上の風に乗って南西方向に拡散した。
- ・UF6の漏洩は約40分間継続し、事故現場から約20m離れた所にあるスクラパー建屋に居合わせた従業員1名がこれらのガスを吸引したため死亡した。また、入気口を通じてプラント建屋内に汚染が広がり、約40名の従業員が避難した。

原因

今回の事故は、UF₆を密閉した状態で加熱したため、液化により体積が膨張し、液圧によりシリンダーが破裂したものである。事故が発生した原因として、NRCは次の6点を上げている。

- ① シリンダーが重量計の上に正しく置かれなかったこと。
- ② 充填が長時間におよびUF₆がシリンダー内で固化したこと。
- ③ シリンダーの重量が決定できなかったこと。
- ④ 計測にリダンダンシーがなかったこと。
- ⑤ 従業員が運転マニュアル違反を行ったこと。

運転マニュアルは過充填されたシリンダーの加熱を明確に禁止している。

- ⑥ スチームチェストの構造がシリンダーの圧力を開放できるようになっていなかったこと。

対策

セコイヤ燃料会社社長は、次の5項目の当面の改善策を講ずることを表明した。

① ハード面の改善

これには、(i)全てのタイプのシリンダーに適合するよう充填場を改善すること、(ii)重量計をデジタル化し、コントロールルームでも重量が監視できるようにすること、(iii)インターロックを設置し、重量が規制値に達すると自動的に充填が停止するようにすること、(iv)シリンダーが重量計に正しく設置されるよう安全スイッチを設けること等が含まれている。

- ② 運転マニュアルの見直し。
- ③ 作業員の再教育計画の策定。
- ④ 管理体制や品質保証計画の強化。
- ⑤ 緊急時対策の強化。

特に、通信・連絡施設の充実やサイレンの設置が予定されている。

また、長期的観点から同工場の安全性の向上をはかるための施策の検討を行っているとして、例えば、スチームチェストを密閉式のオートクレーブに変更することなどが上げられている。

4 . 4 火災事故

火災事故

発生日	事象	施設	施設の種類
68/02/07	ケーブルトレイの火災	San Onofre-1	PWR
68/03/12	ケーブルトレイの火災	San Onofre-1	PWR
69/05/11	核兵器用プルトニウム製品工場での火災事故	Rocky Flats Plant	その他
70/08/20	機械加工作業中の油への引火による火災	Oconee-1	PWR
71/ /	原子炉建屋内でナトリウム火災	Karlsruhe KNK-2	FBR
71/12/	タービン発電機の油火災	Muhleberg	BWR
72/03/09	電気配線の緩みによる制御棒駆動装置用キャビネットの火災	Oconee-1	PWR
74/10/18	建設工事中の火災事故	Salem-2	PWR
75/03/22	ケーブル処理室の火災	Browns Ferry-1	BWR
75/03/22	ケーブル処理室の火災	Browns Ferry-2	BWR
75/06/27	漏れたタービン油への引火によるタービン建屋の火災	Oconee-2	PWR
76/07/11	2次系ナトリウムの漏洩による火災	Phenix	FBR
76/10/05	2次系ナトリウムの漏洩による火災	Phenix	FBR
77/07/17	オフガス系の活性炭フィルタで火災	Browns Ferry-3	BWR
77/09/25	可燃性物質の発火による放射性廃棄物処分場での火災	Drigg Active Waste Disposal	廃棄物処分
78/03/08	タービン建屋での火災と爆発	Hunterston A	GCR
78/04/05	溶接作業による原子炉建屋天井部分からの出火	Hinkley Point B	AGR
78/07/24	可燃性放射性廃棄物貯蔵所での小火災	Bradwell	GCR
79/07/09	交流発電機での火災事故	Wylfa	GCR
79/07/16	切削機械による燃料棒の解体中に破片が挟まり過熱により火災	Windscale Works	再処理
80/02/20	水素シリンダーの漏洩により火災	Olkiluoto-1	BWR
81/06/26	ディーゼル発電機室で火災	Fessenheim-1	PWR
81/07/03	主変圧器故障により流出した油による火災	North Anna-2	PWR
82/03/19	低レベル固体廃棄物処分場での火災	Drigg	廃棄物処分
82/04/	蒸気発生器でナトリウム火災	Phenix	FBR
83/09/04	ディーゼル燃料油配管の破損による火災	Grand Gulf	BWR
84/11/22	機器の試験中、エアロゾル状に漏洩したNaと雨の反応により火災	Kalkar SNR-300	FBR
85/07/07	発電所タービン建屋の火災	馬鞍山-1	PWR

発生日	事象	施設	施設の種類
85/10/17	タービン建屋火災	Trawsfynydd-2	GCR
85/12/19	ナトリウム漏洩による小火災	Kalkar SNR-300	FBR
86/04/29	重水工場での合成ガスの漏洩による爆発火災	Talcher Heavy Water Plant	その他

ケーブルトレイの火災

発生期日：1968年 2月 7日、3月12日

施設：San Onofre-1 (PWR)

所有者：Southern California Edison

場所：San Onofre, California, USA

出典：aci, acj, ack

事故分類：火災事故

状 況

1968年2月7日、格納容器へ配線されていたケーブルから火災が発生し、同ペネトレーションの45本の加圧器加熱用ケーブルとケーブルトレイ内の11本のケーブルが被害を受けた。格納容器内のケーブルには被害はなかった。火災は直ちに鎮火され、原子炉の運転は停止された。その後の調査の結果、火災は換気が不十分であった区域のケーブルの過熱によるものであることがわかった。損傷したケーブルを交換し、ペネトレーションの修理を行った後、原子炉は運転に復した。この事故から1カ月もたない3月12日、今度は480V開閉器室に接地されていた3本のケーブルトレイから火災が発生した。この火災も前回同様、ケーブルの定格容量が低く、ケーブルトレイに負荷がかかり過ぎたためであった。原子炉は運転停止され、480V開閉器室の雰囲気と制御室での指示値が調査、評価された。

この運転停止中に、1次冷却系のホウ素濃度の低下により反応度が知らないうちに上昇するという現象が起きた。長期間にわたる調査、試験、分析の結果、火災によって、ヒートトレースが機能しなかったためにホウ酸の結晶が生じ、ホウ酸移送ポンプの流れが妨げられたためであることがわかった。また、運転員の火災事故後の運転停止に対する対応も不適切であった。

原 因

- (1) 設備点検が不適切であった。

- (2) 運転手順が遵守されていなかった。
- (3) 異常を早期に検知できなかった。
- (4) 機器の設計、配置及び部品選定が不適當であった。

対 策

- (1) 加圧器の加熱用ケーブルをサイズの大きなものに換えた。
- (2) ケーブルトレイの過負荷を取り除き、新しいトレイが設置された。
- (3) 所内の重要な個所に、運転開始後の温度を監視するために、熱電対と温度計が設置された。
- (4) 煙感知器が設置された。
- (5) 480 V回路の単相ヒューズ保護装置が3相の引外しリレー保護装置に取り換えられた。
- (6) ホウ酸移送ポンプからの排出配管に流量計が取り付けられた。
- (7) ホウ酸移送配管にヒートトレースが追加された。
- (8) 運転員の訓練が実施され、運転手順が改訂された。

核兵器用プルトニウム製品工場での火災事故

発生日：1969年 5月11日

施設：Rocky Flats Plant

所有者：Atomic Energy Commission (AEC)

場所：Rocky Flats, Colorado, USA

出典：aci, acm

事故分類：火災事故、施設内の汚染事故

状況

1969年5月11日、米国原子力委員会（AEC）のロッキー・フラッツ工場で大火災が発生した。この工場はコロラド州デンバーの北西約21マイルの地点に位置し、核兵器用のプルトニウム部品を製造する工場である。

プルトニウムは、グローブボックス内部で取り扱われていた。グローブボックスの間を結ぶベルトコンベアは、プラスチック製の窓をはめ込んだ密閉トンネルで囲まれていた。プラスチック積層材とセルロース積層材から作られた厚い壁が放射線しゃ蔽用としてグローブボックスとコンベアの間の数カ所に設置されていた。

金属プルトニウムが燃え出し、この熱によってセルロース積層材（木材チップ）とプラスチックから作られた貯蔵用キャビネットが黒焦げになり、可燃性ガスが発生し、このガスにプルトニウムの火が引火した。

直ちに消防隊が出動したが、火災発生場所が繁雑な場所であったのに加え黒煙が蔓延し、さらに放射線しゃ蔽用の可燃性物質の量が多かったために鎮火させるのが困難であった。臨界事故（連鎖反応）の危険があったため最初の段階で水の使用は控えられた。この理由のために建屋のこの部分には自動スプリンクラーが設置されていなかった。CO₂ガスによる消火が試みられたが失敗に終わった。水による消火が行われ、火災発生より約4時間にしてやっと延焼を抑えるることができたが、火災そのものは夜間を通して続いた。建屋及び装置の損害は甚大であった。さらに、建屋内部はプルトニウムによってひどく汚染された。火災が発生した建屋の屋根部分と隣の建屋でわ

ずかの汚染が検出された。消防隊の建屋への出入によってプルトニウム汚染は拡大した。

除染費用を含んだ損害額は4500万ドルと見積られた。なおこの額にはプルトニウムの回収費用は含んでいない（注：金属プルトニウムが燃焼してもその危険な放射能特性は消滅しない。単に酸化プルトニウムに変わるだけで金属プルトニウムに転換できる）。

原因

はっきりした原因は不明であるが、チップ形状のプルトニウムあるいは施盤での削り屑は自然発火しやすい状態にあり、この自然発火によって火災が発生したと考えられる。火災を大きくした原因としては、

- (1) プラスチック製の窓が延焼に大きく寄与した。
- (2) グローブボックスの換気装置の運転を続けたことがエアーを供給し続けた結果となり、燃焼を長引かせた。
- (3) ベルトコンベアシステムに物理的なバリアーを設けなかったために延焼が拡大した。

対策

放射線しゃ蔽材とプルトニウムのより詳細な燃焼データの採取及び燃焼しているプルトニウムに対する水の影響に関するデータの採取のためにR & Dを実施する。

機械加工作業中の油への引火による火災

発生日：1970年 8月20日

施設：Oconee-1 (PWR)

所有者：Duke Power Co.

場所：Seneca, South Carolina, USA

出典：acn

事故分類：火災事故

状況

1970年8月20日、米国サウスカロライナ州のオコニー1号機で、原子炉冷却材ポンプ吸込配管付近の工事中に、火災が発生した。この火災で1人が死亡、3人が負傷した。

原因

機械加工作業からの油に引火し燃え上がった。

原子炉建屋内でナトリウム火災

発生期日：1971年

施設：Karlsruhe KNK-2 (FBR)

所有者：Kernkraftwerk Betriebsgesellschaft GmbH (KBG)

場所：Karlsruhe, FRG

出典：acp

事故分類：火災事故

状況

1971年、西独カールスルーエのFBR実験炉KNK-2でナトリウムの大量の漏洩(500~1000kg)の後、原子炉建屋でナトリウム火災が発生した。このためKNK-2は4カ月間運転停止した。詳細は不明。

タービン発電機の油火災

発生日：1971年（12月）

施設：Muhleberg（BWR）

所有者：BKW

場所：Muhleberg, Bern, Switzerland

出典：acq

事故分類：火災事故

状況

1971年末頃、ミュールベルク発電所で出力上昇試験中にタービン発電機から油火災が発生した。制御弁へつながる圧力のかかった油配管システムのネジ込み配管溶接部が破損したため、漏れた油に火がつき、その区域のケーブルに燃え広がり、さらに防護されていないケーブル・トレイ開口部を通じて、近接のケーブル室まで延焼した。

電気配線の緩みによる制御棒駆動装置用キャビネットの火災

発生日：1972年 3月 9日

施設：Oconee-1 (PWR)

所有者：Duke Power Co.

場所：Seneca, South Carolina, USA

出典：acr

事故分類：火災事故、発電所異常事象

状況

1972年3月9日、米国サウスカロライナ州のオコニー1号機の制御棒駆動装置トランスファ・キャビネットに火災が発生した。被害はキャビネット内の若干の部品損傷のみであった。

原因

電気配線の緩み。

建設工事中の火災事故

発生日：1974年10月18日

施設：Salem-2 (PWR)

所有者：Public Service Electric & Gas Co.

場所：Salem, New Jersey, USA

出典：acs

事故分類：火災事故

状況

1974年10月18日、米国ニュージャージー州のセイラム2号機で建設工事中に火災が発生した。木製の建設用材料(Forms)に火がつき、格納容器建屋の重量機器用ハッチ区域のケーブルにまで延焼した。

詳細は不明。

ケーブル処理室の火災

発生日：1975年 3月22日
施設：Browns Ferry-1,2 (BWR)
所有者：Tennessee Valley Authority
場所：Decatur, Alabama, USA
出典：act, acu, acv, acw
事故分類：火災事故、発電所異常事象

状況

1975年3月22日、ブラウズ・フェリー1、2号機（各100万kW強）が全出力運転中、1、2号機共通の制御室下に位置するケーブル処理室で火災が発生し、両機共運転停止に至った。3号機は建設中であったが、この事故によって影響はなかった。

火災はケーブルペネトレーションから発して約7時間続き、ペネトレーション内のすべて（10個）のケーブルトレー、ケーブル処理室内数フィート、ケーブルに沿った原子炉建屋内40フィート（12.2m）まで延焼した。これによって約2000本のケーブルが損傷したが、これらは主に1号機用の20×40フィート（6.1×12.2m）の区域であった。

両機とも安全に炉停止されたが、火災の影響で1号機の停止時、冷却系や非常用炉心冷却系（ECCS）が数時間運転不能となった。TVAは他の冷却設備を代用して燃料の過熱を防いだ。2号機については、このような冷却系の問題はなかった。

この火災事故の結果として、公衆と環境への影響はなかった。但し、消火作業中、1名の従業員が手首を骨折し、10名が煙を吸込んだ。

原因

ケーブル処理室と原子炉建屋間のケーブルペネトレーションのシールをチェックするため、作業員が空気の流れをろうそくの炎で調べていたところ、シール材に用いられていたポリウレタンに炎が燃え移った。

このような材料の燃焼性を作業員が十分認識していなかった点が、基本的な原因である。また、ポリウレタンのような材料の使用はTVAの設計部門では認めておらず、この用途に対する試験もなされていなかった。この作業に携わる作業員に対し、適切な手順書も渡されていなかった。更に、その後のレビューでペネトレーションシールに施行が不完全で保守も不備なものがあることが判明した。

対 策

- (1) 燃料を1、2号機の原子炉から取り除き、プールに貯蔵した。
- (2) 火災により損傷したケーブルと機器を除去し、復旧した。
- (3) ケーブルトレ間の防火バリアの設置、追加の防火設備（ケーブルトレへの水スプレー系、火災検知系）を含む設計改良の実施。
- (4) シール材料をポリウレタンから耐火性シール材に変更。
- (5) 管理上、手順書上及び訓練上の改善。

漏れたタービン油への引火によるタービン建屋の火災

発生日：1975年 6月27日

施設：Oconee-2 (PWR)

所有者：Duke Power Co.

場所：Seneca, South Carolina, USA

出典：acx

事故分類：火災事故、発電所異常事象

状況

1975年6月27日、オコニー2号機のタービン建屋で、タービン油浄化系から漏れた油が浄化系の加熱器に触れ火災が発生した。出火した場所の上部を走っていたケーブルは焦げたが、操作回路の喪失には至らなかった。

FBR中間熱交換器からの2次系ナトリウムの漏洩

発生日：1976年 7月11日、10月 5日

施設：Phenix (FBR)

所有者：EDF

場所：Marcoule, Gard, France

出典：acy, acz, ada

事故分類：火災事故、発電所異常事象

状 況

1976年7月11日、FBR原型炉フェニックスの中間熱交換器からナトリウムが漏洩した。この中間熱交換器には、漏洩検出器が設置されていたが、故障していたため、ナトリウムが保温材の外にあふれ出て火災が発生するまで、運転員は漏洩に気付かなかった。消火装置を用いて、直ちに消火活動が開始された。

1976年10月5日にも中間熱交換器からのナトリウム漏洩事故が起きたが、今回は、ナトリウムがあふれて空気に接触する前に検出された。今回の事故は前回の漏洩事故と異なるループでの事故であったため、原子炉は完全停止となった。

これらの漏洩事故は、共に2次系の非放射性ナトリウムの漏洩であったので、放射能汚染はなく、事故処理も容易であった。

原 因

亀裂は、中間熱交換器の2次系入口と出口とを機械的及び熱的に分離している、円環状の空間部に取り付けられた頂板と、2次系ナトリウム出口との溶接部に発生した(図-1参照)。この空間部には通常窒素が封入されているが、上部スタフィングボックスには特別な密封措置はとられていなかった。亀裂から漏洩したナトリウムは、円環状空間を満たした後、スタフィングボックスに達し、それを破壊した。ナトリウムは更に保温材に流れ込み、そこで空気に接触したため火災が発生した。亀裂の生じた原因は、内側容器と外側容器の伸びの差によって生じた歪みと応力と推測されている。

るが、中間熱交換器を解体した後の金属学的な調査の結果、残留溶接応力が原因である可能性もあることが確認された。

対 策

- (1) 円環状空間部に設置されていた生体しゃ蔽は、2年間で効果がなくなることが証明されたため、永久に撤去された。そして、2次系出口の直径を長くする改造が実施され、これによって、中間熱交換器全体の温度の均一性が向上した。
- (2) 中間熱交換器の頂板の形状が変更され、溶接部は応力除去された。

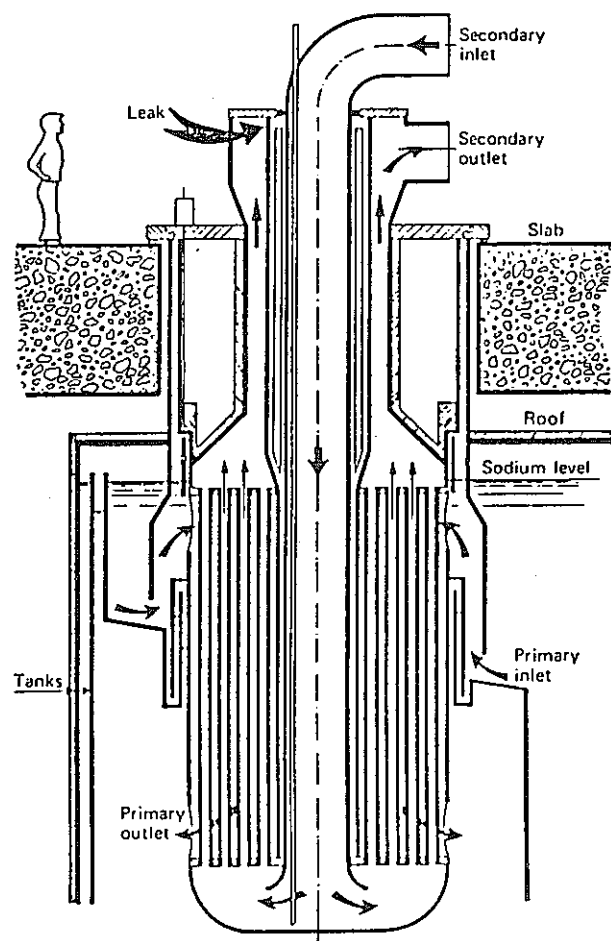


图 1

オフガス系の活性炭フィルタで火災

発生日：1977年 7月17日

施設：Browns Ferry-3

所有者：Tennessee Valley Authority

場所：Decatur, Alabama, USA

出典：adb

事故分類：火災事故

状況

1977年7月17日午後1時30分頃、オフガス系の6基の活性炭吸着塔のうち、5基の温度が上昇しているのが発見された。原子炉は8日間の運転停止を終え、7月15日から運転に復していた。7月17日午前9時、運転員は化学分析員によって、オフガス中の水素濃度が4%以上になっていることを知らされたが、水素分析器は、異常な水素濃度値を示していなかった。12時に、予備のスチーム・ジェット空気抽出器(SJAE)を使用することが試みられたが、圧力制御装置の故障のため、1時間45分の間中断された。この間に、オフガス系の流量、凝縮点再熱器温度及び圧力に急激な過渡変化が生じた。しかし、排気筒の放射線モニターには異常はみられなかった。

記録によれば、吸着塔B、C、D及びFは12時頃、定常平均温度67°F(19.4℃)から温度が上昇し始めた。吸着塔Bは、午後4時10分、記録計の限界値150°F(65.6℃)を超え、他の3基の吸着塔も午後4時45分から6時15分間に150°Fに達していた。

午後8時、活性炭吸着塔は隔離され、オフガスはバイパス配管を通じて排気された。その後、加熱を制御し、火災を鎮火するために窒素が吸着塔内に送気された。7月20日までには、全ての吸着塔の温度は通常値に戻った。

調査の結果、オフガス系の水素発火によって、吸着塔B、Dの炭素微粒子が発火して、燃焼に至り、この熱がオフガスによって他の吸着塔にも伝播したものと考えられる。

原因

- (1) 2本のドレン配管(1½インチ)が閉塞していたため、水素再結合器プリヒーターへの水蒸気供給が妨げられていた。このため、適切な予備加熱が行われず、プリヒーターで形成された凝縮水が再結合器まで運ばれ、触媒をおおって、水素の再結合を妨げた。
- (2) サンプリング配管が閉塞していたため、水素分析器が機能しなかった。
- (3) 温度検知装置が汚れていた。

可燃性物質の発火による放射性廃棄物処分場での火災

発生日：1977年 9月25日

施設：Drigg Active Waste Disposal Site

所有者：BNFL

場所：Drigg, Cumbria, UK

出典：adc, add

事故分類：火災事故

状況

1977年9月25日、ドリッグの放射性廃棄物処分場のトレンチ（壕）で火災が起きた。火災警報が故障により鳴らなかったため、電話によって所内消防隊に通報された。発生から約30分後に消火活動が開始された。火はすぐに消えたが、火災現場の放射線モニタによって、わずかの放射能が検出された。汚染した者はいなかった。

原因

廃棄物内に混入していた発火性の物質が原因で化学反応がおこり、火災になったと判断された。

対策

この処分場を利用している全てのユーザーに対し、燃えやすい物を一緒に捨てないように書面で要請した。また、燃えやすい物を示したリストと一緒に配布された。

タービン建屋での火災と爆発

発生日：1978年 3月 8日

施設：Hunterston A (GCR)

所有者：SSEB

場所：Hunterston, Ayrshire, Scotland, UK

出典：ade

事故分類：火災事故、爆発事故

状況

1978年3月8日、ハンターストンA発電所でタービン建屋の屋根を修理するために外注業者が準備作業を行っていた時、ピチューメンボイラーから出火し、火が屋根に燃え移った。強風のために炎がブタン入りシリンダーを包み込み、爆発した。地区の消防隊が現地に到着した時には、所内の消防隊によって既に鎮火されていた。この火災によって環境への放射能の放出及びサイトの汚染はなく負傷者も出なかった。予防措置として6台の交流発電機は停止された。

溶接作業による原子炉建屋天井部分からの出火

発生日：1978年 4月 5日

施設：Hinkley Point B (AGR)

所有者：CEGB

場所：Bridgwater, Somerset, UK

出典：adf

事故分類：火災事故

状況

1978年4月5日、ヒンクリー・ポイント発電所の原子炉燃料交換装置の配管追加工事において、配管サポートを取り付けていた時に原子炉建屋の交換フロアの上15フィート(4.6m)の上部回廊の屋根部分から出火した。所内の消防隊では延焼を防止できず、地域の消防隊と救急車の出動が要請された。鎮火したが、屋根の一部が崩壊した。

可燃性放射性廃棄物貯蔵所での小火災

発生日：1978年 7月24日

施設：Bradwell (GCR)

所有者：CEGB

場所：Southminster, Essex, UK

出典：adg

事故分類：火災事故、環境の汚染事故、施設内の汚染事故

状況

1978年7月24日、ブラッドウェル発電所の放射性廃棄物用焼却炉に付属している可燃性廃棄物貯蔵所で小火災が発生した。火災の結果、わずかの量の放射能が大気中に放出されたことがその後のモニタリングによって明らかになった。更に、消火のために使用した水がわずかに汚染していることが排水の分析によってわかった。この火災による人体への汚染はなく、損害の規模は貯蔵所と貯蔵所の屋根に限定されていた。

原因

確定できないが、壁掛け式の照明機器の裸電球に可燃性廃棄物が接触したことによって起こったと思われる。

対策

- (1) 焼却待ちのすべての廃棄物は金属製のドラム缶に詰め、貯蔵する。
- (2) 電球や他の電気機器といった火災を起こす危険のあるものに対し、防火用器具の取付けをはじめとする必要な防止対策を施す。

交流発電機での火災事故

発生日：1979年 7月 9日

施設：Wylfa (GCR)

所有者：CEGB

場所：Anglesey, Wales, UK

出典：adh

事故分類：火災事故

状況

1979年7月9日の朝、ウィルファ発電所の交流発電機の1台で火災が発生した。発電機は自動トリップし、2、3分で鎮火された。標準手順に従って地元の消防隊と救急車の出動が要請されたが、実際にはその必要はなかった。負傷者、放射能の放出はなかった。原因等の詳細は不明。

切削機械による燃料棒の解体中に破片が挟まり過熱のため火災発生

発生日：1979年 7月16日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：adi

事故分類：火災事故、環境の汚染事故、被曝事故

状況

1979年7月16日、ウィンズケール再処理工場内の使用済燃料解体施設で火災が発生した。マグノックス燃料棒を解体し、被覆管を取り除くための機械にペレットがはさまり動かなくなった。この機械は嚴重に密閉されたコンクリート製セルの中に入れられ、遠隔操作されている。引っかけたペレットを取り除こうとしている最中にペレットが過熱のために燃え出し、マグノックスの切削くずの上に落下し、それに火が燃え移った。この施設のスタッフと所内の消防隊の手によって約45分後に鎮火した。燃えたウラン燃料の量は2.3gと見積もられた。

火災はコンクリートセル内に限定された消火活動中にセシウムを主体とする放射性物質がコンクリートセル内から放出した。その拡散の範囲は敷地内に限定され、敷地外への問題となる量の拡散はなかった。予防措置として解体施設と隣接建屋内からの作業員の退却命令が出された。

個人モニタリングの結果、医療診断の必要のあったものが8人いた。この診断によって、最もひどい汚染を受けた作業員が吸入した放射性粒子物質はセシウムが主体でその量は年間許容レベルの6%の被曝線量に相当するものであった。

この事故による大気への放出量はウィンズケールのセシウムの放出量の約4分の1であった。同サイトあるいは風下の住民が事故中に放出された粒状放射能物質の吸入によって被曝した場合の最悪の条件での被曝線量は、年間許容レベルのわずか1%であると見積もられた。火災の結果として、コンクリートセルあるいは設置された装置に破損はなかった。

原因

切削用機械に燃料ペレットがはさまり動かなくなったため。

対策

再発防止のために災害施設の増設を含む機器改良や手順の見直しが行われた。

水素シリンダーの漏洩により火災

発生期日：1980年 2月20日

施設：Olkiluoto-1 (BWR)

所有者：TVO

場所：Olkiluoto, Finland

出典：adk

事故分類：火災事故

状 況

1980年2月20日午前6時20分頃、オルキルオト1号機の屋外の水素ステーションに設置されていた、格納容器ガス処理設備の水素シリンダー容器から漏洩した水素が発火し、シリンダーを取扱っていた作業員1名が火傷を負った（この作業員は3月15日死亡）。この火災によって、水素シリンダーと格納容器ガス処理設備の水素配管、加圧窒素配管が破損した。また、原子炉建屋の蒸気配管、炉心スプレー系、スクラム系及び中間冷却系の補助機能が事故後2～3時間、使用不能となった。しかし、原子炉安全系の機能に影響はなかった。また、ガス処理設備の再結合器にも被害はなく、発電所の運転に支障はなかった。被害を受けた窒素配管は、事故当日の午後2時45分には修復され、水素配管も2～3日後に修復された。事故による放射性物質の漏洩、放射線被曝はなかった。

原 因

製造中または保修中に、シリンダー弁の内部スピンドルを保護しているシムが、誤って取り外されたため、水素がシリンダー容器から漏れた。

対 策

- (1) 水素シリンダー容器が横型から安全性の高い縦型に換えられた。
- (2) 新型式のシリンダー・カルス(Calce)に取り換えられた。
- (3) シリンダー・カルスを安全に開くことの重要性が作業者に指導された。

ディーゼル発電機室で火災

発生日：1981年 6月26日

施設：Fessenheim-1 (PWR)

所有者：EDF

場所：Fessenheim, Haut Rhin, France

出典：adl, adm

事故分類：火災事故

状況

1981年6月26日午後5時、フェッセンハイム1号機のディーゼル発電機室Bにおいて、性能試験実施中のディーゼル発電機（B系列）から火災が発生した。火災はディーゼル発電機メーカーから派遣されていた技能者によって発見され、制御室の当直技術者に通報された。直ちに全供給電源が切れ、消火班が組織された。火災はディーゼル発電機室Bの中だけであったが、ディーゼル制御台と起動圧縮機の周りでは特に火勢が強かった。4基の水スプレー消火装置と粉末消火器で消火が行われ、起動圧縮機の周りを除き、火が消し止められた。そして、制御室からの通報で消防隊が到着するまでには、火災は鎮火された（午後5時25分）。

原因

事故の起きた日の午前9時30分から、同発電機の性能試験が実施されていたが、何ら異常もなく、ディーゼル及び潤滑油の漏れも認められなかった。出火の原因は明らかではないが、潤滑油またはディーゼルの配管が破裂し、エンジンの高熱部分にその飛沫がかかり、発火したと考えられる。しかし、このことを裏付ける証拠はない。

対策

- (1) ディーゼル発電機は撤去され、検査のために製造元へ送られた。
- (2) 同発電機と制御キャビネット間の電気ケーブルが取り換えられた。

- (3) 同発電機に取り付けられていた多くの部品が取り換えられた。
- (4) 原子炉の運転を再開するためには、2系列の非常用電源が必要であるため、一時的に、ガスタービン発電機が設置された（9月20日にディーゼル発電機の性能試験が実施され、ガスタービン発電機は撤去され、ディーゼル発電機が運転に復した）。

主変圧器故障により流出した油による火災

発生日：1981年 7月 3日

施設：North Anna-2 (PWR)

所有者：Virginia Power Co.

場所：Louisa, Virginia, USA

出典：adn, ado, adp

事故分類：火災事故、発電所異常事象

状況

1981年7月3日午前7時22分、ノースアナ1号機が100%出力、2号機が18%出力で運転中、2号機用変圧器Bで火災が発生した。これは電気故障により変圧器が破損し、9000ガロン(34.1m³)の油が変圧器室に流出し発火したものである。同変圧器室には主変圧器A、B及びCがあり、予備変圧器が隣接していた。

火災発生と共に、主変圧器A、Bの消火系が自動で、主変圧器Cの消火系が手動により作動した。このため水と油が混合し、消火系のない予備変圧器区域へ漏れ、予備変圧器区域のタービン建屋壁、予備変圧器B間の壁に最も重大な損害を与えた。また、壁を貫通あるいは壁上部に沿って走っているケーブル等を損傷した。変圧器Bの故障により、負荷喪失で2号機のタービンがトリップし、主蒸気隔離弁が閉じた。

予備変圧器区域上部の非常用外部電源の経路を損傷したため、7時40分頃ディーゼル発電機が始動した。平均温度異常低及び蒸気流量高の誤信号が発信し、安全注入系が作動したが2分以内に手動で止められた。安全注入後、ホウ素注入タンクより原子炉冷却系にホウ素が注入されたため、同タンク内のホウ素濃度がTech. Spec. (技術仕様書)以下となった。

8時45分に消防隊により消火された。警戒体制は9時20分解除された。この間、1号機の出力を30%に低下させたが、午後3時出力上昇へ向かった。

原因

故障原因は、変圧器内部の欠陥と保管及び保守手順の正しい知識の不足による。

対策

変圧器が交換され、損傷個所は修理された。

低レベル固体廃棄物処分場での火災

発生日：1982年 3月19日

施設：Drigg

所有者：BNFL

場所：Drigg, Cumbria, UK

出典：adq

事故分類：火災事故

状況

1982年3月19日、ドリッグの低レベル固体廃棄物処分場のトレンチの斜面で火災が発生した。この火災は、サイトに設置されている火災検知設備によって検知され、近くのBNFLのセラフィールド再処理工場の消防隊に警報が発せられた。消防隊は約1時間以内に消火活動を開始し、火災は30分後には鎮火された。サイトでのサンプリングの結果、放射性物質の放出は認められず、サイト外でもバックグラウンドを超える放射能は検出されなかった。消防隊員は、保護服と呼吸保護装置を装着していたため、汚染を受けておらず、放射性物質の摂取も見られなかった。

原因

セラフィールド以外の施設から送られてきた廃棄物に関係していると思われる。

対策

ドリッグ処分場に輸送する廃棄物の中に、火災の危険のある物が含まれていないことを確認することが、処分場を利用している全ての施設に通告された。

蒸気発生器でナトリウム火災

発生期日：1982年 4月

施設：Phenix (FBR)

所有者：EDF

場所：Marcoule, Gard, France

出典：adr, ads

事故分類：火災事故、発電所異常事象

状況

1982年4月、FBR原型炉フェニックスの原子炉2次系において、異常に高い水素濃度が検出され、熱交換器で少量のナトリウムが漏洩して、ナトリウム-水反応が起きていることがわかった。そして、この事故の24時間後、今度は隔離弁から数リットルのナトリウムが蒸気発生器に漏洩するという事故が起きた。蒸気発生器は、最初の事故後、ナトリウムを排出して空になっていた。この漏洩によってナトリウム火災が発生した。火災は、CEA（仏原子力庁）と国立科学研究センターで開発した特殊粉末を使って鎮火された。

ディーゼル燃料油配管の破損による火災

発生日：1983年 9月 4日

施設：Grand Gulf (BWR)

所有者：Mississippi Power & Light Co.

場所：Port Gibson, Mississippi, USA

出典：adt, adu

事故分類：火災事故、発電所異常事象

状況

1983年9月4日にグランド・ガルフ発電所のNo.11ディーゼル発電機の燃料油ラインが破損し、火災が発生した。同区域で作業中の8名の職員は直ちに避難した。ディーゼルエンジンは手動で停止され、また外気ファンが隔離された。そして、消防隊が消火に当たった。

自動消火用水弁は開かず、自動機構のために手動でも開放できなかった。そのため、機械工がアクチュエータボックスを外し、おもりの頂部を叩き、弁を開け、消火した。

原因

ディーゼルエンジンでの初期の検査では、エンジンで駆動される燃料油のブースタポンプから左右の燃料ヘッダーへ至る主給油配管のティー継手部で破断が生じていた。その結果、燃料油が高温の排気マニホールドにスプレーされ、それが、左バンクのターボチャージャに侵入し発火した。燃料油は、エンジンが完全に停止するまで給油されていた。

主燃料油給油配管の破断は、配管とヘッダーティーとの継手部の当て金部で生じたクラックによるものであった。配管の冶金学的検査によると、破損は高サイクル疲労によるものであった。振動は、継手部のすぐ下流側にあるべきサポートがなかったために発生した。

対 策

- (1) 燃料油ヘッダーのサポートの追加。
- (2) 火災にあった機器（エンジン部の機器及び計装等）の交換。
- (3) 消火用水弁とその開放機構が試験され、その後取外され、調査が行われたが、異常は検出されなかった。おもりとおもりのガイド棒との摩擦が大きかったため、おもりのガイドの改造とガイド棒への給油が行われた。試験後に消火用水弁のおもり部の目視による確認を行うようにとのサーベイランス手順書の変更を行った。

機器の試験中、エアロゾル状に漏洩したNaと雨との反応により火災

発生日：1984年11月22日

施設：Kalkar SNR-300 (FBR)

所有者：Schnell-Brüter-Kernkraftwerk GmbH (SBK)

場所：Kalkar, Nordrhein Westfalen, FRG

出典：aea

事故分類：火災事故、発電所異常事象

状況

1984年11月22日、高速増殖原型炉SNR-300で機器の試験中に、原子炉建屋の屋根に仮設されていたアスファルトカバーが、放出されたカバーガス（アルゴン）に随伴したナトリウム粒子と雨との反応によって燃えるという事故が発生した。

ダンプバルブの機能テスト中に排ガスパイプから約4分間アルゴンが放出された時、エアロゾル状のナトリウムがこれに随伴して約4分間漏洩した。エアロゾル発生の原因は明らかでない。排ガスパイプの出口はダンプタンクの約40m上に位置し、屋根の上まで伸びていた。そして、この事故が起きた時、ちょうど降っていた雨とナトリウムが反応し、アスファルトカバーの上に降り注ぎ、アスファルトが発火した。他の設備に被害はなく、また、屋根のカバーは、最終的にはガラスまたは金属シートで施工される計画である。

監督当局のノルトラインヴェストファーレン州の労働・厚生・社会問題省 (MAGS) は、使用前検査において、2次系のナトリウム・ダンプ・シミュレーションを行うことを要請していた。しかし、火災発生の原因となった手順は、実際のプラントの運転においては用いられない予定である。また、万一運転中に2次系からナトリウムが漏洩しても、放射能を含んだ1次系には影響を及ぼさないので、原子炉を運転する上での安全性には全く問題がない。

発電所タービン建屋の火災

発生期日：1985年 7月 7日

施設：馬鞍山-1(PWR)

所有者：台湾電力公司

場所：恒春鎮、屏東県、台湾

出典：adv, adw, adx, ady

事故分類：火災事故、発電所異常事象

状況

1985年7月7日

- 午後5時22分
- ・作業員が発電所内で発生した振動を感知。同時に1号発電機が停止した。
 - ・作業員4名が現場に駆けつけたところ、発電機と励磁機の間付近から火災が立ち上がっているのを発見した。二酸化炭素消火器で消火活動するとともに、コントロール室に連絡した。
- 5時33分
- ・コントロール室より警察、消防署及び軍隊に通報し、消防隊と軍救援隊の派遣を要請した。
 - ・この時すでに発電機のカップリングにまで火が及び、濃煙が立ち込め極めて重大な局面に至った。
- 5時35分
- ・消防車14台が現場に到着し、泡消火設備などによる消火活動を開始したが、タービン発電機室の入口が狭いなどの理由によって消火活動は困難をきたした。
 - ・この時、火は発火地点から30mほど離れた導線設備にまで広がっていた。
- 7時30分
- ・火災は完全に鎮火した。
- 8時00分頃
- ・煙も除去された。

なお、原子炉には損傷はなく、外部への放射能洩れはなかった。また、タービン建屋内も、本発電所がPWRであることから放射能汚染はなかった。

主な損害状況は次のとおりで、破損、折損、曲損等の機械的事故及び火災による焼損が中心であった。

タービン関係	<ul style="list-style-type: none">・第2低圧タービンのブレード折損（8枚が根元から破断、15枚が先端部折損）・主軸の湾曲（急停止の温度変化による）・軸受部の損傷・9個のカップリング破損
発電機関係	<ul style="list-style-type: none">・主軸の湾曲・励磁機側の発電機ケーシング破壊・冷却水パイプの破裂・焼損
励磁機関係	<ul style="list-style-type: none">・ケーシング及びスリップリングなどの焼損
その他	<ul style="list-style-type: none">・電力ケーブル及び周辺設備の焼損

原因

タービンプレードの折損	<ul style="list-style-type: none">・第2低圧タービンプレードの8枚が完全に破断し、15枚のブレード先端部が折損した。・タービンプレードの折損原因としては、次のような推定原因が上げられている。<ul style="list-style-type: none">① 材質の欠陥② 強度設計の不良③ 金属疲労④ 過大振動
タービンの異常振動	<ul style="list-style-type: none">・ブレードの折損によって、タービン軸の回転バランスが崩れたため、異常振動が発生した。
発電機の軸受シール部の破損	<ul style="list-style-type: none">・タービンの異常振動によって、タービン軸に直結された発電機の軸受シール部が破損した。
冷却用水素ガス軸シール油の噴出・漏洩	<ul style="list-style-type: none">・破損した軸受シール部から発電機冷却用水素ガス・軸シール油が噴出した。

水素ガス・軸
シール油の
着火・火災

・励磁機内のカーボンブラシとリング間で発生したスパークが
着火源となって、火災が発生した。

タービンプレードの折損原因については現在究明中であるが、台湾電力では事故発生直前まで正常運転をしていた機械が作業員が何ら操作を下さないのに停止したことを理由に、機器そのものの自体に何らかの欠陥があったものと判断している。

対 策

- (1) 損傷したタービン、発電機等の修理、交換を行う。
- (2) 2号機についても運転停止し、タービンの検査を行う。
- (3) 次の3つの調査団によって徹底した事故原因の究明を行う。すなわち、1つはGE社によって行われており、これには米国でのテストが含まれる。もう1つは国内の材料研究所の協力を得た台湾原子力委員会（TAEIC）によるもの。最後の1つは米国のMPR協会の協力を得た台湾電力独自によるものである。

タービン建屋火災

発生日：1985年10月17日

施設：Trawsfynydd-2 (GCR)

所有者：CEGB

場所：Merionethshire, Walse, UK

出典：adz

事故分類：火災事故

状況

10月17日午後10時4分から運転を開始していたトローズフィニッド2号機のタービン建屋で火災が発生した。この火災は、交流発電機 (No.4) の油漏れによって生じた油ミストによって起こった。

防火設備が手動で始動され、交流発電機の周りの火は直ちに鎮火されたが、火災はタービンホールの屋根にまで延焼しており、地区の消防隊の出動が要請され、1時間後に完全に鎮火された。

火災は運転中のタービンの近くで発生したため、タービンは運転停止され、続いて原子炉 (2号機) も運転員によって運転停止された。1号機は、他の理由により、この時既に運転が停止されていた。

被害は、タービン建屋と発電所の共同施設にとどまり、死傷者もなく、放射性物質の漏洩もなかった。放射能の危険がなかったため、安全対応措置は発動されなかった。

ナトリウムによる小火災

発生日：1985年12月19日

施設：Kalkar SNR-300 (FBR)

所有者：Schnell-Brüter-Kernkraftwerk GmbH (SBK)

場所：Kalkar, Nordrhein Westfalen, FRG

出典：aeb

事故分類：火災事故、発電所異常事象

状況

1985年12月19日、カルカール高速増殖原型炉(SNR-300)の2次冷却系の修理作業中、ナトリウムによる小火災が発生した。2次冷却系のナトリウムが、原子炉建屋の外側に4m²にわたってこぼれ、煙状の雲となって立ちこめた。発電所当局は直ちに声明を発表し、周辺住民に被害がなかったことを明らかにした。

重水工場で合成ガスの漏洩による爆発火災

発生日：1986年 4月29日

施設：Talcher Heavy Water Plant

所有者：Department of Atomic Energy (DAE)

場所：Talcher, India

出典：aec, aed

事故分類：火災事故、爆発事故

状況

1986年4月29日、インドのタルチャー重水工場の合成ガス圧縮機で爆発・火災事故が発生した。火災は直ちに鎮火され、2名が軽傷を負っただけであった。放射能及び有害な化学物質の環境への放出はなかった。

原因

圧縮機の出口のガスケットから合成ガスが漏洩し、水素爆発が起きた。

4.5 発電所異常事象

発電所異常事象

発生日	事象	施設	施設の種別
69/ /	燃料棒5本が溶融	St. Laurent A-1	GCR
70/07/	人為ミスと機器故障による外部電源完全喪失と冷却材の流出	Humboldt Bay	BWR
71/04/08	1次冷却材の格納容器内への漏洩	Connecticut Yankee	PWR
72/04/12	原子炉圧力抑制系の事故	Wurgassen	BWR
73/ /	蒸気発生器でのナトリウム・水反応	BN350	FBR
75/11/07	バルブ修理中に熱水噴出	Gundremmingen-1	BWR
75/12/17	水力振動による燃料棒の破損	Point Beach-1	PWR
76/09/15	蒸気発生器伝熱管の破損	Surry-2	PWR
76/11/	DC母線の喪失とその後のディーゼル発電機火災	Zion-2	PWR
77/05/15	PCIとSCCの複合作用による燃料棒の破損	LaCrosse	BWR
77/06/12	燃料棒の破損によるキセノン133の放出	Windscale Works	AGR
77/10/11	原子炉圧力容器内への2000ガロンの海水の流入	Hunterston B	AGR
77/12/12	バーナブル・ポイズン・アセンブリの破片が1次系に散乱	Crystal River-3	PWR
79/06/25	蒸気発生器伝熱管の破裂	Doel-2	PWR
80/02/13	燃料被覆材の溶融	St. Laurent A-1	GCR
80/03/13	燃料チャンネルの冷却ガス入口の閉塞による燃料ウランの溶融	St. Laurent A-2	GCR
80/06/25	ボイラー伝熱管からガス冷却系への水の漏洩	Trawsfynydd-1	GCR
81/02/	燃料棒の破損による1次冷却材中の放射能の増大	Tihange-1	PWR
81/09/20	炉心熱出力のトランジェントによる燃料棒の損傷	Hatch-1	BWR
82/08/25	原子炉冷却材の格納容器外への漏洩	Hatch-2	BWR
83/01/25	主給水配管の水撃による損傷で100ガロン/分の漏洩	Maine Yankee	PWR
85/10/25	ボイラー伝熱管での蒸気漏洩	Hinkley Point B-2	AGR
85/11/21	所内交流電源の喪失と給水系での水撃現象による1次冷却材の漏洩	San Onofre-1	PWR
86/03/28	圧力管及び燃料チャンネルの破損	Bruce-2	CANDU

燃料棒 5 本が溶融

発生日：1969年

施設：St. Laurent A-1 (GCR)

所有者：EDF

場所：St. Lanrent-des-Eaux, Loir-et-Cher, France

出典：aee

事故分類：発電所異常事象

状況

サンローランA-1号機で1969年、燃料棒5本が溶融し、ウラン50kgが原子炉容器内に散乱したため、1年間運転を停止した。詳細は不明。

人為ミスと機器故障による外部電源の完全喪失と冷却材の流出

発生日：1970年 7月

施設：Humboldt Bay (BWR)

所有者：Pacific Gas & Electric Co.

場所：Eureka, California, USA

出典：aef

事故分類：発電所異常事象、施設内の汚染事故

状況

1970年7月、米国カリフォルニア州のフンボルトベイ発電所で、瞬間的であるが外部電源の完全喪失が起こった。運転ミスによりファイアーボール（大火花）が発生し、6万V母線の巨大スイッチが開いた。それと同時にバックアップ用の過電流リレーの誤動作により主発電機がトリップし、原子炉スクラムとなった。隣接する火力発電所（2号機）から原子力発電所である3号機へ自動的に給電することができる設計になっていたが、6万V母線に不具合があったために給電がうまくできず、停止後

18分間、3号機の電源は回復しなかった。

上述した複合事象のために1次系の圧力が上昇し、逃し弁が吹いた。最初の蒸気の吹出し流量は400,000 lb/hr (181,000 kg/hr)で、約5分後には炉心がむき出し状態になると心配した原子力技術者（たまたま中央制御室に居合わせた）が逃し弁を閉じることを指示した。蒸気のブローダウンによって、約3500ガロン（13.2 m³）の水が原子炉から放出された。

炉心スプレイ系から約250 ガロン（0.95 m³）の水が、そして炉心冠水系（すなわち、消火水系）から0～1000ガロン（3.79 m³）の水が炉心に補給された。炉心水位は炉心上端6インチ（15.2 cm）の所まで下がった〔運転限界水位は炉心上端約9フィート（2.74m）である〕。

原因

運転ミスによる外部電源喪失と過電流リレーの誤動作による主発電機トリップの複合事象により原子炉圧力が上昇し、逃し弁が自動開放した。

対策

この異常事象より得られた教訓に基づく対策は次のとおりである。

- (1) 電源の完全喪失中に重要なパラメータに関する信頼できる情報を提供するために記録計タイプの計装とすべきである。
- (2) これまで低圧炉心注入系と炉心スプレイ系の作動はうまくいかないと考えられていたが、今回の事故によって、その作動がうまくいくことが実証された。
- (3) 起こる可能性が極めて低い事象に対し運転員の指針となる詳細手順書は準備されていなかったが、その必要性が認識された。

1 次冷却材の格納容器内への漏洩

発生日：1971年 4月 8日

施設：Connecticut Yankee (PWR)

所有者：Connecticut Yankee Atomic Power Co.

場所：Haddam Neck, Connecticut, USA

出典：aeg

事故分類：発電所異常事象、施設内の汚染事故

状況

1971年4月8日、米国コネチカット州のコネチカット・ヤンキー発電所で、1次冷却材が格納容器内に漏洩した。詳細は不明。

原子炉圧力抑制系の事故

発生日：1972年4月12日

施設：Wurgassen (BWR)

所有者：Preussen Elektra AG

場所：Wurgassen, Niedersachsen, FRG

出典：aeh, aei, aej

事故分類：発電所異常事象、施設内の汚染事故

状況

1972年2月中頃までに、ヴェルガッセン発電所で蒸気系の湿度が定格出力時より65%を超える値となったため、蒸気乾燥装置の乾燥剤が変更された。これと並行して、逃し弁、D9及びD12が取り付けられていた圧力抑制プールの底にへこみが発見された。このことは、逃し弁のブローダウンの原因となるため、ブローダウン配管近くの底板が、緊固にねじ止めされた支持ビームで補強された。保守作業後の4月11日、原子炉の運転が再開された。

4月12日の早朝、定格出力の約58%の出力試験運転時に、逃し弁のチェックが行われた。逃し弁D9の検査終了後、午前6時14分、逃し弁D10が突然開放した。これと同時に制御棒が作動し、原子炉は緩速停止した。

午前6時43分、圧力抑制系の排水だめの水位が高くなっていることが確認されたため、全ての制御棒を挿入して原子炉を直ちに運転停止することが決定された。これによって、開放していた逃し弁D10が閉じた。圧力抑制プールの水位が変化したことは、明らかに漏洩が生じていたことを示すものであった。まず、排水だめの水位を下げるため、排水だめから圧力抑制プールに水が戻された。

事故の起きている間、原子炉格納容器からの放射能の漏れはなかった。圧力抑制系内の放射線レベルは非常に低く、容易に近づくことができるため、4月12日の正午前に検査が実施された。

原因

逃し弁D10の約30分間にわたるブローダウンによって、約400トン/時の流量で圧力抑制プールに蒸気が漏れ、同プールの水温は許容値以上(85℃～95℃)となり、これにより圧力脈動が生じ、プール底板に設置されていた補強材が破断した。約70個のネジ(直径20mm)が破損し、プールから格納容器の排水だめに水が漏洩した。

対策

プール温度の測定値を統合することによって、もし水温が許容値を超えることがあれば、原子炉を緊急停止し、大事故は防ぐことができるが、さらに、逃し弁のブローダウン中の過負荷に対する安全裕度をとるため、圧力抑制プールの下部底板の補強を行う。

FBR蒸気発生器でのナトリウム-水反応

発生日：1973年

施設：BN-350 (FBR)

所有者：GKAE (ソビエト原子力利用国家委員会)

場所：Mangyshalk, Fort Shevchenko, USSR

出典：aek

事故分類：発電所異常事象

状況

1973年、ソ連のFBR原型炉BN-350で、蒸気発生器伝熱管の漏洩により、ナトリウム-水反応事故が起こった。詳細は不明。

バルブ処理中に熱水噴出

発生日：1975年11月 7日

施設：Gundremmingen-1 (BWR)

所有者：Kernkraftwerk RWE-Bayernwerk GmbH (KRB)

場所：Gundremmingen, Bayern, FRG

出典：ael

事故分類：発電所異常事象

状況

1975年11月7日、グンドレミンゲン1号機で1次冷却材浄化系のバルブを修理する際、パッキン押えが取外された時、バルブのカバーの中の熱水が噴出し、パッキンが吹き飛んだ。そして、2名の機械工が噴出した蒸気を浴びて死亡した。詳細は不明。

水力振動による燃料棒の破損

発生期日：1975年12月17日
施設：Point Beach-1 (PWR)
所有者：Wisconsin Electric Power Co.
場所：Manitowoc, Wisconsin, USA
出典：aem, aen, aeo
事故分類：発電所異常事象

状況

1975年12月17日、ポイント・ビーチ1号機のサイクル4の燃料交換作業において燃料集合体用アップエンドへ燃料集合体D03を降下していた時、集合体の側面から何かが突き出していることに炉心装荷作業監督者が気付いた。作業は直ちに中断され、問題のある箇所を調べるために水中TVカメラが下された。調査の結果、燃料棒の一部が無くなっていることが判明した。燃料集合体は使用済燃料ピットへ移動され、検査用潜望鏡を使ったより詳細な検査が実施された。

グリッド1の近くで、グリッドと燃料棒12と13の表面にサビと思われる模様が観察された。この2本の燃料棒の被覆管は摩耗しており、内部のコイルバネが覗いていた。燃料棒の破片は燃料棒13と14の間に引っかかっていた。燃料棒12と13のグリッドのタブに隣接している部分にかじりを起こした跡があった。

グリッド2の近くで燃料棒12の被覆管は分断し、グリッドの上部の裏側に当たる部分の被覆管がなくなっていた。破片は、13と14の燃料棒の間に引っかかっていた。

グリッド3の頂部で、混合羽根（ミキシングベーン）に近接した燃料棒12の被覆管に裂け目があいていた。この混合羽根はひどく摩耗していた。燃料棒13はこのグリッドの真上で分断していた。グリッドの頂部で燃料棒の破片が観察された。

燃料棒11のグリッドの真下の部分に穴があいていることがわかった。12には大きな穴が開いており、その破片が突き出していた。13からは被覆管の部分がなくなっていた。グリッド4と燃料棒12と13の下部に燃料棒の破片がたくさんあることが観察された。

グリッド4と5の間で燃料棒13の上部11インチが無くなっており、端の部分の約2インチが水平方向に曲がっていた。この分離した11インチの部分は別の集合体に斜めの状態で倒れかかっていた。この破片は回収された。

原因

ウェスチングハウス（WH）社は、サイクル2において燃料集合体が炉心にあった時にバッフル板を通過するジェット流により水力振動を受けたことが原因で破損したと推定している。炉心のコーナあるいはコーナ近くの燃料棒で水撃が起き、これにより水力振動が発生しフレットング摩耗が生じた事例が外国の原子炉で報告されている。問題の集合体は、サイクル2においてコーナに置かれていた。この時点で、振動により燃料棒に小さな孔が開いたと考えられる。

サイクル3の開始時点での初期の出力上昇率は現行の運転指針の値よりも高いものであった。更に、サイクル3の時点での装荷位置は、サイクル2の装荷位置に比較し燃料集合体が高い出力上昇を受ける位置であった。サイクル3の開始時点における出力上昇中に、出力レベル40～50%の間で原子炉冷却材の放射能レベルが急激に上昇するのが観察された。

運転停止時に、被覆管のピンホールから水が燃料棒内に浸入し出力上昇中の蒸気圧により被覆管が破裂した。

対策

- (1) これ以上の燃料棒の破損の拡大を防止する手立てとして、冷態停止に続く出力上昇速度を規制する新しい指針が策定された。出力上昇速度を抑えることによって燃料棒内の蒸気圧が立つ前に内部の浸入水を排出することができる。
- (2) 燃料集合体からこぼれた全てのペレットを炉心から取り除く試みが行われた。圧力容器内そして炉心内にペレットは残っていないことが確認された。

蒸気発生器伝熱管の破損

発生日：1976年 9月15日

施設：Surry-2 (PWR)

所有者：Virginia Power Co.

場所：Surry, Virginia, USA

出典：aep, aeq

事故分類：発電所異常事象、施設内の汚染事故

状 況

1976年9月15日、サリー2号機が通常出力運転中に、蒸気発生器(SG)伝熱管のUベント部で約80 GMP(0.3m³/min)の漏洩が発生した(1次系から2次系への冷却材の漏洩)。

調査の結果、伝熱管の先端近くに長さ約4.5インチ(11.4cm)の長手方向のクラックが発見された。分析により、伝熱管内壁側から始まった粒界応力腐食割れ(IGSCC)による破損と決定された。

漏洩は遅滞なく発見され、原子炉の運転は直ちに停止された。この間の放射能の環境放出量は規制値を超えなかった。

原 因

SG伝熱管支持板の変形によりUベント部に高応力が発生し、IGSCCを引き起こした。また、同支持板は、伝熱管と支持板間のアニュラス部に腐食生成物が堆積・膨張したために変形した(いわゆる“denting”)。なお、この腐食生成物の発生は以前になされた2次系の水処理に起因している。

対 策

- (1) SG伝熱管の詳細な検査が実施され、問題のある伝熱管は閉栓された。また、今後もSG伝熱管の劣化の監視を継続する。

- (2) NRCは、この問題を共通問題として他の発電所での類似の事象も含め、メーカー側とも協力して長期的に解決に取り組むことを決定した。

D C 母線の喪失とその後のディーゼル発電機火災

発生日：1976年(11月)

施設：Zion-2(PWR)

所有者：Commonwealth Edison Company

場所：Zion, Illinois, USA

出典：aer

事故分類：発電所異常事象、火災事故

状況

ザイオン2号機が全出力に向かって出力上昇中、30%出力で運転員が1台のDC蓄電池の充電を取り止めようとしたときに、切換えミスを犯した。このため125V DC制御母線の1本が遮断され、主要な機器のリレー及び主制御盤アンシエータへの制御電源が喪失した。そしてDC母線の電源喪失により原子炉スクラムした。しかし、給水ポンプ1基の運転は続いた。炉圧が低下し安全注入が行われた。また、DC制御電源の喪失により変圧器の自動切換えが行われず、ディーゼル発電機からの給電により主発電機のモータリングが起きた。切換えミスを犯したとき、5基のディーゼル発電機の内1基が試験運転中であり、4KV母線への給電を開始しようとしたが、発電機リレーの機能喪失により不要な負荷の切離しができず、過負荷となりその発電機巻線が発火した。その後主発電機は停止した。火は炭酸ガス系により消火された。

公衆への危害はなく、また放射能の放出または職員のけがもなかった。事象中安全上の制限値は守られ、安全に運転停止した。

原因

同事象は、機器運転員が125V DC制御母線へ蓄電池を併入する前に、その充電を取り止めるために遮断器を開いたときに起きた。遮断器が離れたところにあり、状態表示灯もないことから、運転員はこの結果に気づかず、チェックシートあるいは当直エンジニアからの指示もなく切換えを開始した。運転員の行動は手順書違反であった。

対 策

- (1) 4KV母線及び変圧器の接続に関する手順書の改訂。
- (2) DC電源の喪失によりプラントコンピュータへの警報入力の多くが喪失したことから、プラントコンピュータの予備電源の自動遮断についての調査の実施。
- (3) 主制御盤アナシエータを改造しDC母線の喪失を表示できるようにする。

PCIとSCCの複合作用による燃料棒の破損

発生期日：1977年 5月15日

施設：LaCrosse (BWR)

所有者：Dairyland Power Cooperative

場所：Genoa, Wisconsin, USA

出典：aes, aet, aeu, aev

事故分類：発電所異常事象、施設内の汚染事故

状況

1977年5月の運転停止期間に入るまでの5カ月間、ラクロス発電所は放射能の環境放出量を制限値以下に抑えるため、出力を下げて運転してきた。運転を停止し72体のすべての燃料集合体（10×10配列の100本の燃料棒から成る）が炉心から取り出された段階で、3体の燃料集合体から燃料棒の一部が脱落しているのが発見された。

目視検査の結果、6体の燃料集合体に1体当たり平均4～5本の欠陥燃料棒が確認された。これらの内の3体では燃料棒の一部が脱落していた。全部で7本の燃料棒の一部が脱落しており、脱落部の合計は長さ約51インチ(130cm)、この部分に含まれるウランは742gであった。脱落した燃料棒破片の数個は炉心内で隣接する集合体の頂部から回収され、使用済燃料の貯蔵プールからも一部回収された。 SHIPPING検査の結果、目視検査で破損の発見された6体の集合体の他に、20体の集合体が核分裂ガス放出率が基準値を超えているのがわかった。

これら26体の損傷集合体の平均燃焼度は16,000Mwd/tUを超えており、ラクロス発電所としてはこれまで最大であった。これまでも同発電所では燃料の破損はあったが、今回はこれまでの例よりはるかに損傷度が大きかった。

また、引き続き残りの脱落燃料片の大規模な搜索・回収作業が行われたが、約220gのウラン（うちU-235は4g）は回収できないままとなった。しかしながら、運転には支障ないと判断された。

今回の事故により、原子炉出力の低下、放射線レベルの増加及び運転停止期間の長

期化を招いたが、職員の放射線被曝及び環境への放射能放出量が規制値を超えることはなかった。

原因

ラクロス発電所ではステンレス鋼製の燃料被覆管を用いているが、高燃焼度下で加速されたPCI（ペレットと被覆管の相互作用）とSCC（応力腐食割れ）の複合作用によって、被覆管に主に周方向のクラックが生じた。燃料棒の一部が脱落したものは軸方向のクラックも生じ、両方向のクラックが交差して脱落が生じた。

対策

- (1) 制御棒の移動速度、原子炉出力上昇率及び最大許容燃焼度に関する制限を設ける。
- (2) 放射性ガスの放出率に関する新たな制限を設ける。また、この放出率を常時モニターすることにより、燃料の健全性を確認する。

燃料棒の破損によるキセノン133の放出

発生日：1977年 6月12日

施設：Windscale (AGR)

所有者：UKAEA

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：ahc

事故分類：発電所異常事象

状況

1977年6月12日、モニタリング計器によってウィンズケールAGRの原子炉建屋内の放射性ガス濃度が上昇していることが示された。同時に、燃料棒の破損検出装置が炉心内の燃料棒の1体が破損していることを示した。

この燃料棒は6月12日と13日の夜半に炉心から引き出された。6月13日の分析によって、放出されたガスはキセノン133であることがわかった。

原子炉压力容器内への2000ガロンの海水の流入

発生日：1977年10月11日～13日

施設：Hunterston B-2 (AGR)

所有者：SSEB

場所：Hunterston, Ayrshire, Scotland, UK

出典：aex, aey

事故分類：発電所異常事象

状況

ハンターストン B-2号機で原子炉が停止し、保守作業のために減圧していた1977年10月11日～13日の間に、ガス循環器冷却系に仮設接続された海水引込配管を経由し、コンクリート製の原子炉压力容器とガス循環器内部へ海水が浸入した。この仮設配管は、原子炉の運転中に生じたシール冷却系の欠陥から漏れたCO₂によって純水冷却系が汚染するのを防止するために設置されたものであった。減圧時、シール冷却系の欠陥部から6000ガロン (22.7m³) の海水が原子炉内部へ漏れた。

その後の調査で海水は、ガス循環器のラビリンス部の冷却水配管系と加圧された海水系を接続する仮設配管を経由し、原子炉No.4に入ったことがわかった。オイルの混じった約2000ガロン (7.6m³) の海水は压力容器のボイラーアニュラス部に入り、残りの2000ガロンはガス循環器のハウジングから排出された。海水はアニュラス部の断熱材に浸透し、断熱材に対し広範囲な塩害を与えた。この断熱材は、全て交換された。

原因

発電所の設計概念に矛盾する形で仮設配管が敷設されたことが原因。発電所の正式の改造手順に従わずにこの工事は行われた。

対 策

装置の手順の不具合点を是正する次の対策がとられた。

- (1) 発電所の改造手順に準拠し、改造工事を行うことの周知徹底。
- (2) ガス循環器の設置と保守に対する手順の見直し。
- (3) 警報装置及びガス内湿分計器の種類及び設置数が適切かどうかの検討。

バーナブル・ポイズン・アセンブリの破片が1次系に散乱

発生期日：1977年12月12日（～1978年3月）

施設：Crystal River-3 (PWR)

所有者：Florida Power Corporation

場所：Red Level, Florida, USA

出典：aez, afa

事故分類：発電所異常事象

状況

1977年12月12日、クリスタル・リバー3号機で出力変化によると考えられる警報が発せられた。また、1978年1月1日から数日の間、ルースパーツ監視設備から警報が発せられた。そして、1978年2月17日には、“B”蒸気発生器から連続的に警報が発せられるという事態となった。ルースパーツによって1次冷却系が損傷するのを防ぐため、原子炉出力が減じられ、“B”ループの原子炉冷却材ポンプ2基のうち1基が運転停止された。

1978年3月3日には、“B”蒸気発生器の検査のために、原子炉が停止された。蒸気発生器からバーナブル・ポイズン・アセンブリの破片が発見された。また、細管と管板の溶接部が損傷しており、1次系から2次系へ少量の漏洩があったことが確認された。更に、炉心支持構造物、燃料集合体及び原子炉圧力容器の下部プレナムからも、バーナブル・ポイズン・アセンブリの破片が発見された。そして、検査を容易にするため、原子炉内の燃料は全て取り出された。

バーナブル・ポイズン・アセンブリは全て、炉心から取り除かれた。そして、炉心は既に過大な反応度を制御する必要のない状態であったので、バーナブル・ポイズン・アセンブリの再装荷は行われなかった。

同様なバーナブル・ポイズン・アセンブリはデービス・ベッセ1号機及びTMI-2号機でも使用されており、炉心から取り除かれたり、集合体に補強材を付けるなどの処置がとられた。

原因

燃料集合体接続機構のラッチ部の摩耗により、バーナブル・ポイズン・アセンブリの破片が1次系内に散乱した。

蒸気発生器伝熱管の破裂

発生日：1979年 6月25日

施設：Doel-2 (PWR)

所有者：Societe Reunies d'Energie du Bassin de l'Escaut SA (EBES)

場所：Antwerp, Belgium

出典：afd

事故分類：発電所異常事象、施設内の汚染事故

状況

1979年6月25日、ドール2号機で主蒸気隔離弁(MSIV)の漏洩を修理するために原子炉を停止し、再起動のため1次系を昇温していたときに、蒸気発生器(SG)-Bの伝熱管が破裂し、同SG内で1次冷却材が2次系に約85,000 lbs/hr (38.6ton/hr)の流量で漏洩した。これによって加圧器の圧力と水位が急速に低下し、1次系の圧力も急速低下した。また、SG-Bの水位と放射能は急速に増加した。

漏洩発生から約10分後に運転員はSG-Bで大きな漏洩が発生したための事故であると結論づけた。

続いて運転員は、タービンへの主蒸気配管、復水器へのバイパス、大気への逃し弁、SGへの給水配管及びブローダウン配管の各弁が閉じられ、漏洩水が隔離されていることを確認した。

17分後に運転員はループBの1次系冷却材ポンプを停止し、健全なSG-Aの大気への逃し弁を開いた。これによってSG-Aの水位と圧力が急速に低下した。1次系の温度は270 ° F/hrの割合で急速に低下し、また1次系の圧力も急速に低下した。

加圧器圧力が2232psig(156.9kg/cm²g)から1685psig(118.5kg/cm²g)に下がった時点で、安全注入系が自動的に作動を開始した。1536psig(108kg/cm²g)まで下がるとすべてのHPSI(高圧安全注入)ポンプが1次系に注水を開始し、1次系の圧力は1507psig(106kg/cm²g)で安定した。

SG-Aの逃し弁からの蒸気放出によりSG-Aの水位が25%まで下がったところでAFW(補助給水)タービンポンプの蒸気隔離弁が自動的に開いた。これによりSG-BよりSG-Aの圧力の方が低くなり、このポンプのletdownを通して、SG-

Bからの放射性蒸気が大気中に放出され、今度はSG-Bの圧力が低下した。

AFWの流量が大きかったので、同蒸気隔離弁が開いてから約8分でSG-Aの水位は45%まで上昇した。この間に最大で2340 lbs(1062kg)程度の放射性蒸気が大気中に放出した。また、SG-Bの水位は測定可能な範囲を上回っていた。運転員はSG-Bの水位を下げるためAFW電動ポンプを隔離し、加圧器に最大流量で注水することにより1次系の圧力を下げようとした。

これによって、最初のうちは1次系の圧力は急速に低下したが、その後急速に昇圧し、HPSIポンプのヘッド圧 1507psig(105.9kg/cm²g)まで達した。加圧器は完全に満水状態となった。

SG-Bの水位はなお上がり続けたので、運転員はHPSIポンプを止め、圧力とSG-Bへの漏洩量を下げするためSI信号をリセットしようとしたが、論理回路に不具合があり、これに成功するのに11分もかかった。この間にSG-Bは完全に満水となり、蒸気バルブが凝縮し始めた。

その後圧力は徐々に低下し始めたが、CV-タンクへの吐出量が0であることがわかった。この原因はSI信号リセットから1時間半後に判明したが、SI信号リセットによって圧縮エアーが隔離され、CV-タンクへの吐出配管の空圧操作弁が閉じてしまっていた。

直ちにエアーを回復すると共に、CV-タンクへの吐出弁を開くと、1次系圧は急速に低下した。その後SG-BにはN₂が充填され、SG-Bの冷却水及びCV-タンクに吐出された冷却水は液体廃棄物処理系で処理された。

原子炉建屋内大気中の放射能濃度は 3.2×10^{-4} Ci/m³に達していたが、パージ換気系により 2.2×10^{-7} Ci/m³まで下げられた。

燃料被覆材の溶融

発生日：1980年 2月13日

施設：St. Laurent A-1 (GCR)

所有者：EDF

場所：St. Laurent-des-Eaux, Loir-et-Cher, France

出典：afe, aff

事故分類：発電所異常事象

状況

1980年2月13日午前5時47分、サンローランA-1号機で燃料損傷信号によって原子炉が自動停止した。この自動トリップは誤作動と考えられ、原子炉は、キセノンによって炉心の反応度が低下するのを防ぐため、直ちに起動された。しかし、出力上昇中に、温度過渡変化が生じたため、原子炉は再び手動停止された。1月24日から2月10日までの停止期間中にデブリス・コレクターが抜き取られて、空になっていたチャンネルの周りの燃料チャンネル3体の被覆材が溶融しているのが発見された。

同日、損傷燃料の検査と修理のために、原子炉は冷態停止された。この事故による放射能の漏洩はなかった。

3月9日に運転再開の許可が出されたが、空になっていたチャンネルによって影響を受けた部分の外側からも燃料損傷が発見されたため、原子力施設安全本部から出力を30万kWに制限するように指示が出された。そして、損傷した燃料チャンネルを系統的に取り出すことが計画された。

取り出された燃料棒を検査した結果、原子炉の中央より上の高さ（この位置は、CO₂ガスが下向きに流れ、最も温度の低い部分である）にある燃料要素に、被覆材溶融の跡が発見された。約25体の燃料チャンネルが損傷していた。

原因

事故時のCO₂ガス温度の時間変化の記録から、運転が不適切であったことがわかった。

対策

- (1) 運転指導書の審査を行う。
- (2) いくつかの機器について、使用しない運転モードに関する運転規則の審査を行う。
- (3) 熱及び核反応の観点から、事故シーケンスの分析を行う。
- (4) 損傷燃料棒の検査と評価を実施する。
- (5) 炉心の損傷範囲の評価を行う。

燃料チャンネルの冷却ガス入口の閉塞による燃料ウランの溶融

発生期日：1980年 3月13日

施設：St. Laurent A-2 (GCR)

所有者：EDF

場所：St. Laurent-des-Baux, Loir et Cher, France

出典：afg

事故分類：発電所異常事象

状 況

1980年3月13日午後5時40分、サンローランA-2号機で燃料交換装置を使い燃料を交換しようとしていたところ、燃料損傷が検知され、原子炉が自動停止した。

原子炉容器の外側には、有意な量の放射能は検出されなかったが、原子炉容器内で測定された放射能汚染は、希ガス数千Ciに相当する値であった。このため、かなりの量のウランが溶融したと考えられた。

事故後、原子炉は安全停止状態にされた。3月25日、圧力条件下において、原子炉容器に異常が認められなかったため、排気系のヨウ素フィルターの健全性をチェックした後、容器中のガスを排気して、容器内の圧力は常圧に下げられた。この作業により、容器の外が汚染することはなかった。

炉心の上下をテレビでモニタリングした結果、1体の燃料チャンネルにおいて、燃料要素2個が完全に溶融しているのが発見された（ウラン約20kg）。溶融した燃料は、デブリス・コレクターで、燃料チャンネルの底から取出された。

原 因

炉心と原子炉容器の間の空間に設置された、圧力測定器の固定、保護用しゃ蔽板の1枚が原子炉の頂部まで移動して、燃料チャンネルの冷却ガス入口を塞いだため、燃料チャンネルの温度が上昇し、燃料ウランの溶融に至った。

対 策

- (1) 原子炉容器の内部構造物を固定するための改造について検討する。
- (2) 原子炉容器の内部構造物の定期検査計画の意味を明確にする。
- (3) 原子炉が停止し、燃料損傷検出システムに関する安全手順が実施出来ない時の
運転指導書を作成する。
- (4) 原子炉を修理する際の作業（損傷燃料の取り出し、作業に伴う放射能汚染の評
価、除染、改造の必要性等）を研究し、意味を明確にするための計画書を作成す
る。

ボイラー伝熱管からガス冷却系への水の漏洩

発生期日：1980年 6月25日

施設：Trawsfynydd-1 (GCR)

所有者：CEGB

場所：Merionethshire, Walse, UK

出典：afh, afi, afj

事故分類：発電所異常事象、環境の汚染事故

状 況

1980年6月25日午後5時22分、雷のため外部電源が喪失し、全出力(19.5万kW)運転中であったトローズフィニッド1号機は、3.5万kWの補助負荷に出力が減じられた。その後、電源は復帰したが、反応度が下がり、原子炉は停止された。この事故の約2時間後、ボイラーの漏洩が生じた(但し、漏洩は26日の朝まで検知されないでいた)。このため、約1000ガロン(4.54m³)の水が原子炉ガス冷却系に浸入した。

6月26日午後2時頃までには、ボイラー圧力は、凝縮器を用いて、150psig(10.5kg/cm²g)に減じられ、ガス圧力は198psig(13.9kg/cm²g)に保たれた。CO₂ガスの排除が始められ、漏洩個所の発見のための作業が開始された。事故開始から4日後の6月29日、ボイラー水からのCO₂ガスの検出によって、ボイラー1号機からの漏洩であることが判明した。この期間、CO₂ガスの排気が続けられ、600ガロン(2.73m³)の水が回収された。

更に、破損燃料検出装置(BCD)の沈澱槽にも数ガロンの水が発見され、乾燥器で排除された。合計約300ガロン(1.36m³)の水が各集水点から回収された。7月1日、CO₂ガス中の湿度は5000ppm(容積)であることが判明した。この値は、7月5日には下がった。

また、6月30日の週には、水の浸入による、BCDの歯車装置に関連するバルブと制御棒駆動装置の故障が起きた。

環境モニタリングの結果、牧草とミルクサンプルに低レベルの放射能が発見されたが、ICRPの勧告値をかなり下回る値であった。

原因

漏洩は、ボイラーのエコノマイザー部分で生じた。邪魔板の補強部材の溶接部が離れ、これとボイラー伝熱管とが接触・摩擦し、チューブの減肉を生じていた。そして、加圧時に直径約2分の1インチの穴が開いた。

燃料棒の破損による1次冷却材中の放射能の増大

発生期日：1981年 2月

施設：Tihange-1 (PWR)

所有者：Societe Intercommunale Belge de Gas et d'Electricite (Intercom)

場所：Tihange, Liege, Belgium

出典：afk

事故分類：発電所異常事象、施設内の汚染事故

状況

チアンジュ1号機が全出力(87万kW)運転中、1次系の放射能が徐々に増加し、1981年2月に燃料交換のために原子炉を停止した時点で、 $16\text{Ci}/\text{m}^3$ (全 γ)、 $8.5\text{Ci}/\text{m}^3$ (全 β)に達していた。燃料交換時の目視検査で炉心の外周部の燃料集合体16体に炉心バッフル接合部と反対側の燃料棒被覆管の破損が発見された。このうち4本は被覆管が完全に破れていた。

原因

炉心バッフル接合部にわずかな間隙(0.12~0.40mm)があり、運転中にこの間隙でジェット流が生じ、燃料に振動が生じたことが原因と考えられる。

対策

ハンマーでたたいて同接合部の間隙をなくした。

炉心熱出力のトランジェントによる燃料棒の損傷

発生日：1981年 9月20日

施設：Hatch-1 (BWR)

所有者：Georgia Power Co.

場所：Baxley, Georgia, USA

出典：afl, afm

事故分類：発電所異常事象、環境の汚染事故

状況

1981年9月20日午前10時25分、ハッチ1号機の運転員は、第12給水加熱器の水位が低いことに気付いた。この時の水位は、A系ヒータドレンポンプが故障していたことから、高水位ダンプ弁で制御されていた。プラント効率を向上させるために、同給水加熱器のレベルコントローラを調整した。これによって水位が上昇し、オーバーフローが生じた。

このため熱効率が低下し、給水温度が下がり、炉心の熱出力が増加し始めた。出力は2490MWtに達したことから、スクラムを避けるために6本の制御棒(deep rod)が1フィート(30.5cm)挿入された。出力は当初減少したが、給水温度の減少により再び出力増加が始まった。その後、流量の減少や他の制御棒の挿入が行われ、出力は2421MWtに低下し、給水温度も安定した。

45分後、急速な出力降下の準備としてグループ16の制御棒の内の4本(shallow rod)が挿入され、その10分後、挿入された同制御棒が引抜かれた。そして、原子炉は同事象発生から約3時間の間安定状態であった。その後、4本の制御棒(deep rod)の1フィートの引抜きが行われたが、5時間後には、制御棒(deep rod)が定格位置より深い状態であったため、給水温度は380°F(193℃)で出力レベルは2294MWtであった。炉心流量は $77.3 \times 10^6 \text{ lb/hr}$ ($3.48 \times 10^4 \text{ t/hr}$)にまで増加し、出力は2341MWtとなった。午後6時19分には、第5B給水加熱器が喪失したが、約30分後には復旧した。

この事象中、オフガスの放射性ガスの放出率は、約90,000 μ Ci/secで安定であった。しかし、9月22日午後11時頃からオフガスの放出率が急激に増加し、9月23日正午には最大値である約350,000 μ Ci/secを示した。そして、出力は100MWe低下し、オフガスの放出率も130,000 μ Ci/secまで下がった。

原因

コンピュータコードを使用して過渡事象のシミュレーションが行われた。計算結果と事象前のプロセスコンピュータの測定結果との比較からその有効性が示された。それによると、制御棒 (deep rod) の挿入と給水温度の減少から線形出力密度が増加することが示された。この過渡事象は、ペレットと被覆管との相互作用による燃料の損傷を予想できる程厳しいものであった。しかし、その後の調査では、燃料の損傷の1次原因は、被覆管表面の腐食であることが示された。このようなことから、事象中の出力変化は、既に腐食によって劣化した被覆管にストレスを与え、状況をさらに悪化させるものであったと考えられる。

詳細な調査によると、被覆管の損傷の原因となったものは、クラッドによる局所腐食 (C I L C) であった。水化学 (銅の汚染度) 及び1次ジルカロイ被覆管の耐腐食性等の因子がC I L Cに影響を与えることが判明した。検査された全ての燃料集合体の中で損傷したものは、ガドリニアペレットを含む可燃性毒物燃料棒であった。

対策

10月9日に漏洩している燃料集合体の検査と取出しのため運転を停止した。560体の全燃料集合体の SHIPPING 検査が行われ、11体の燃料集合体の内の約36本の燃料棒に損傷が発見された。使用できない燃料棒集合体の交換が行われた。また、全ての可燃性毒物燃料棒が損傷の有無にかかわらず交換された。

原子炉冷却材の格納容器外への漏洩

発生日：1982年 8月25日

施設：Hatch-2 (BWR)

所有者：Georgia Power Co.

場所：Baxley, Georgia, USA

出典：afn

事故分類：発電所異常事象、施設内の汚染事故

状況

1982年8月25日、ハッチ2号機が運転中、C主蒸気隔離弁(MSIV)のディスクが弁棒から外れたために同弁が閉止した。この弁閉により圧力が増加したためスクラムし、また残りの3系統の蒸気ラインの蒸気流量が増加したことからグループ1隔離が起きた。グループ1隔離により全てのMSIVが自動的に閉じた。

スクラムと隔離により、逃し安全弁(SRV)が開となるまで圧力が増加した。2台のSRVの開により、圧力は約900psig(63.3kg/cm²g)まで低下した。

その後、タービン駆動給水ポンプのコーストダウン運転により圧力と水位が回復し、運転員はグループ1隔離をリセットしようとし、主蒸気ドレンラインを使い、閉止しているMSIV廻りの圧力を均等化した。しかし、同ドレンラインからの流出により、原子炉水位が低下し、水位を回復するために高圧注入系(HPCI)が手動で起動された。

一方、スクラム中に、スクラム・ディスチャージ・ボリュームのドレンライン隔離弁が閉止信号を受信したが完全に閉止しなかった。この誤動作のため、原子炉冷却系と原子炉建屋機器ドレン系との間にフローパスが生じた。運転員は、原子炉建屋機器ドレンサンプの流体温度と水位が通常値以上に上昇しているのを発見した。この高温水の放出を終息させるために、運転員は、出口スクラム弁を閉止し冷却系と同ドレン系を隔離するスクラムのリセットの必要性を認めた。しかし、スクラムの通常リセットは不可能であった。なぜなら、スクラム後まもなく、ドライウェル内の圧力が圧力

高スクラム設定点以上に上昇していたからである。ドライウエル内の圧力上昇は、逃し安全弁が開き、圧力を開放しているときに、逃し安全弁排気管の逆止弁が故障し、蒸気がドライウエル内に放出されていたためである。またドライウエル内の圧力高により、ドライウエル冷却装置（ドライウエル内の圧力を減ずる通常の手段）への電源を隔離する負荷切離しロジックが働いた。負荷切離しにより、制御棒駆動（CRD）水ポンプがトリップしCRDシールへの冷却水が喪失し、CRD温度が500°F（260℃）以上となった。しかし、CRDシールの損傷はなかった。

原子炉水位を維持するために使用していた原子炉隔離時冷却系（RCIC）は、圧力容器に注水を行っているときに、タービン排気ダイアフラム圧力高の誤信号で停止した。これは、機器ドレン系の配管キャップが紛失し、同ドレン系からRCIC室へ蒸気が放出されたことにより、室内の温度が異常に上昇し、計器のドリフトが生じたためである。この蒸気は前述のスクラム・ディスチャージ・ボリュームドレンラインの弁が部分的に開いていたことに起因するものである。

運転員は、給水ポンプを起動させ、給水系と復水器により炉水位を維持した。ドライウエル圧力高信号は、電氣的にジャンパーされ、ドライウエル冷却装置は再起動した。これによりドライウエル圧力は、ドライウエル圧力高によるスクラムをリセットすることができる値まで低下した。スクラムのリセットにより、原子炉建屋機器ドレン系への冷却材の漏洩は停止した。最初のスクラムからこの第2のスクラムリセットまでの時間は、約3時間半であった。

同事象中、炉心の適切な冷却により燃料の健全性を防護することができた。

原因

- (1) MSIVのディスクが外れた原因は弁棒からポペットが脱落したためである。
- (2) ドライウエル内の冷却器の負荷切離しは、耐震上及び環境上からも性能検定されていない冷却装置に関連した潜在的な故障条件が、格納容器の仮想冷却材喪失事故中に非常用電源に影響を及ぼすことを防止するためであった。
- (3) 逃し安全弁からドライウエルへの蒸気の放出はその排気管の逆止弁が開固着していたためと考えられる。

- (4) スクラム・ディスチャージ・ボリュウムドレン弁の故障は、弁ヨークが紛失したために弁座に弁プラグがしっかりと着座しなかったことによる。
- (5) R C I C室の機器ドレンキャップは、数カ月前に保修または試験時に取外された可能性がある。

対 策

- (1) C蒸気ラインのMSIVのディスクと弁棒部品の交換。MSIVロックピン設置の検討。MSIV検査に関する手順書の発行。
- (2) スクラム・ディスチャージ・ボリュウムドレン弁に関しては、以前に改訂されたTech. Spec. (同弁をサーベイランス対象とする)をNRCに再提出した。
- (3) ドレンキャップが紛失しないようにその管理方法の改善を行い、またキャップを点溶接により取付ける。
- (4) スクラム・ディスチャージ・ボリュウムドレン弁の検査及び分解を行った。またNRCの新たな要求事項として、冗長の同ドレン及びベント弁の設置また同弁の定期的なサーベイランスを定めたTech. Spec.の作成があり、これらの要求事項を実施した。
- (5) SRV機能試験の手順書が改訂され、試験頻度が増加した。またSRV排気管逆止弁の検査が行われ、現在新たな設計が検討されている。

主給水配管の水撃による損傷で100ガロン/分の漏洩

発生日：1983年 1月25日

施設：Maine Yankee (PWR)

所有者：Maine Yankee Atomic Power Co.

場所：Wiscasset, Maine, USA

出典：afq, afr, afs, aft

事故分類：発電所異常事象、施設内の汚染事故

状況

1983年1月25日、原子炉トリップ後に給水喪失と補助給水系の自動起動が起きた。補助給水系が起動したため、2基の蒸気発生器（SG）への給水ラインに水撃が生じ、その結果給水配管が破損した。詳細な経緯は次の通りである。

出力100%で運転中、運転員が制御棒駆動系のアースを隔離しようとしていたときに、原子炉トリップした。そしてタービンとタービン駆動給水ポンプがトリップした。このために給水流量が完全に喪失し、蒸気発生器水位が低下し、水位が30%に達したときに補助給水が自動的に開始された。

トリップしてから約15分後に、給水ラインの真下にあるプラント機械室で大きな音がした。また格納容器火災検出器の警報が発し、格納容器内の湿度が上昇した。調査のために格納容器内に入域したところ、No.2 SGの給水ラインのノズル近くから漏洩が発生しているのが発見された。漏洩率は最大100gpm (0.38m³/分)と推定された。

No.2 SGへの給水を停止し、3基の全てのSGの管板ドレンを相互に連結させることにより水位は維持された。その後、検査と修理のために冷態停止状態とした。約12時間、漏洩は続き、漏洩水は格納容器補助サンプドレン系によって処理された。

その後の検査では、配管とSGセーフエンドとの溶接部の近傍の配管側に管壁を貫通するクラックが発見された。既存のクラックが水撃によってさらに進展したと考えられる。クラックの位置は、溶接時の熱影響部であった。放射線深傷検査では、No.1 SG及びNo.3 SGにも類似のクラックが発見された。さらに、No.2 SG及びNo.3 SG

の給水ラインのスナッパやサポート、No.3 S Gのサポート及びNo.2、No.3 S Gのセーフエンドに損傷が発見された。

原因

原因は進行中の設計及び運転の変更において、蒸気発生器の水撃及び給水ラインの熱応力によるクラックに関するこれまでの安全問題を十分に検討しなかったためである。これらの問題の改善策として、運転手順書を追加することなくタービン駆動主給水ポンプの設置及び低温の補助給水系の自動起動が、給水配管の熱衝撃と水撃の起こる可能性を高めた。

水撃は、S Gフィードリング底部の出口ノズル部までS G水位が上昇しリング内で低温の給水と蒸気が接触したときに生じたと考えられる。このような設計及び運転上の変更が実施される前には水撃は起きていなかった。以前は、電動駆動給水ポンプの低流量連続運転（全流量の約5%）で給水が行われていた。

対策

- (1) 損傷した配管サポート等の修理と交換。
- (2) 圧力の均等エリアの拡大とS G水位降下時に給水リングのドレン流速を下げる
目的から、S Gフィードリングの頂部にJ-チューブを追加設置した。
- (3) 給水と補助給水との温度差を縮小するような運転上の変更。

ボイラー伝熱管での蒸気漏洩

発生期日：1985年10月25日

施設：Hinkley Point B-2 (AGR)

所有者：CEGB

場所：Bridgwater, Somerset, UK

出典：aki, akj

事故分類：発電所異常事象、施設内の汚染事故

状況

1985年10月25日、ヒンクリーポイントB-2号機の原子炉冷却ガス乾燥プラントで、冷却ガス(CO₂)の湿度上昇が発見された。調査の結果、原子炉冷却ガス圧力が上昇していることがわかり、12時40分に、原子炉は手動で緊急停止された。

ボイラー伝熱管1本に漏洩が生じ、高圧スチームが冷却ガス系に浸入していたことが確認された。4.9トンの水が原子炉容器に注入されたと推測された。この湿分は、冷却ガスをガス乾燥工場に送り、ブローダウン配管系でガス圧力を下げることで除去された。ブローダウン中に、排出ラインから試料を採取した結果、放射能レベルは、通常値以下であることがわかった。

ボイラーチューブの修理は11月6日に終了し、11月10日に運転が再開された。

今回の漏洩事故はAGRとしては初めてのものではあったが、発電所従業員及び公衆に放射能の危険はなかった。

原因

ボイラー伝熱管1本が破損し、冷却ガス中に水が浸入したため。

所内交流電源の喪失と給水系での水撃現象による1次冷却材の漏洩

発生日：1985年11月21日

施設：San Onofre-1 (PWR)

所有者：Southern California Edison Co.

場所：San Diego, California, USA

出典：afu

事故分類：発電所異常事象、施設内の汚染事故

状況

1. 事故シーケンス（給水系の配管構成については図-1, 図-2参照のこと）

1985年11月21日、60%出力で運転中のサンオノフレ1号機（PWR-WH社製、43.6万kW）において、電源喪失と主給水系での冷却水の漏洩事故が同時に発生した。その事故シーケンスの概要は以下のとおりである。

- (1) 1号機の補助変圧器の地絡によりトリップ。
- (2) このトリップにより東側の給水ポンプの電源が喪失。
- (3) 西側の主給水ポンプは運転継続。
- (4) 東側の主給水ポンプの吐出側の14インチの逆止弁が正しく着座しなかったため東側のポンプ、No.2及びNo.3の給水加熱器を通して給水が逆流。
- (5) No.4、No.5の給水加熱器が過圧により破損し冷却水が流出。
- (6) 一方、運転員は電源喪失が生じたので原子炉をトリップした。
- (7) この電源喪失により西側の主給水ポンプがトリップ。
- (8) 蒸気駆動方式の補助給水ポンプがスタートしたが、3分間の暖気運転を終えるまで給水喪失。
- (9) この給水表示により3台のSG全数の圧力が上昇し始めた。B系の給水ラインの10インチの逆止弁が正しく着座しなかったため、給水が押し戻される形になり、給水系の水平部分の配管内が空の状態になった。
- (10) 約135gallons/m (511ℓ/m)の流量で補助給水が開始されたが、逆止弁の開固着

により両方向へ流れが生じた。

(11) 長い水平配管部で冷たい補助給水に蒸気が流れ込み、急激な凝縮が生じた。

(12) この結果、ウォーターハンマが生じ、B系の給水バイパスラインの4インチの逆上弁のガスケットが吹き飛び、50gallons/m(189ℓ/m)の蒸気洩れが生じるとともにB系の給水配管とサポート、流量制御設置及び補助給水配管に損傷が生じた。
(ウォーターハンマによる配管とサポートの損傷については図-3参照のこと)。

2. 事故の重大性

この事故は次の点で重大なものであった。

- (1) 最も重大な点は、5個の安全関連の給水逆止弁が1年以内の期間に、発見されることなく、機能喪失するまで劣化していたこと、及び安全関連である給水配管系の健全性がおびやかされた点である。
- (2) 所内AC電源すべてが4分間喪失した。
- (3) すべてのSG給水が3分間喪失した。
- (4) 激しいウォーターハンマが給水系で生じ、洩れをおこし機器を破損し、正に熱除去(ヒートシンク)の健全性を損なうところであった。
- (5) 全てのSG水位表示が目盛り以下に下がった。
- (6) 原子炉冷却系が許容できる、不必要な過冷却現象にさらされた。
- (7) 更に、フラッシュエバポレータの亀裂、間違っあるいは充分正確でない計装指示、火災警報と消火系の作動、自動保安機器(automated security equipment)での機能不良のような別の要因が事故を複雑にし、運転員に余計な負担をかけた。

3. 事象の原因となった逆止弁の故障状況

弁		故障状況	原因
給水ポンプ出口逆止弁	FWS-438 (東側)	弁体のナットがゆるみ、弁体は部分的に開いている。弁体が弁座リングの内側にひっかかっている。	i) 弁体保持用ナットに、確実なゆるみ止め機構が施されていないかった。 ii) ヒンジと弁体との間の隙間が大き過ぎるため、弁体が回り止め機構を超えて回転できる状態であった。 (設計不良)
	FWS-439 (西側)	弁体のナットがゆるみ、弁体は部分的に開いている。回り止め用突起がヒンジ用アームの下にひっかかっている。	同上
給水制御弁出口逆止弁	FWS-345 (Aループ)	弁体がヒンジ用アームから分離し、弁体の植込みボルト(ネジ部)が破損	i) 流れによって生ずる振動の影響か。
	FWS-346 (Bループ)	弁体がヒンジ用アームから分離し、弁体の植込みボルトが変形	i) 同上 ii) 弁体に付いている植込みボルトの硬度が不適切であったことによる可能性有り。
	FWS-398 (Cループ)	弁体のナットがゆるみ、弁体は部分的に開いている。弁体が弁座リングの内側にひっかかっている。	i) FWS-345と同様

原因

1. NRCの調査結果

NRCの事故調査団(I T T)は本事故に対し24の重大な問題点(finding)があったことを報告書(NUREG)の中で指摘しているが、その内の主要なものは次のとおりである。

- (1) 給水配管系でのウォータハンマの主要原因は、給水系の複数個の逆止弁の故障であった。これらの故障によって配管内の水が抜け、電動給水隔離弁が閉められる前に蒸気が充満した。蒸気凝縮によるウォータハンマは1本の給水配管のみで生じたが、これは給水系の安全関連部分全体で生じる可能性があった。逆止弁の故

障原因は不適切な補修、I S Iあるいは設計、また、出力を下げた状態での運転の影響の検討が不十分であった点などが原因と考えられる。

5個の逆止弁の故障の時期ははっきりしていないが、損失した弁の部品が事故後に検査した給水配管内で発見されなかったので、逆止弁のすべては、事故前に故障していたと結論付けた。1985年6月24日以来、発電所職員が耳にしていたB系のSGの給水配管のノイズは、同配管の給水制御ステーションの逆止弁が早い時期に故障したことを裏付けている。

- (2) 3台のSGによる熱除去（ヒートシンク）機能の共通モード故障が5個の逆止弁の故障によって生じる可能性があった。故障した逆止弁のためにSGからの高圧蒸気や水が低圧力の復水系へ逆流した。SGのヒートシンク機能を維持するために必要な補助給水をも逆流された。逆流を止め、より重大な事故へ発展するのを防止するために運転員の処理が必要であった。
- (3) 空になる恐れがあった給水配管の水平部分が長かったために、蒸気凝縮によって起こる破壊的なウォーターハンマの影響を受けやすかった。更に、運転員には、これらの配管が空になるのを検知する手段が与えられておらず、また、この状況に対応するための正しい方法の指針が与えられていなかった。設計又は手順変更が必要である。
- (4) 電源喪失の根本原因は、補助変圧機Cから母線ICへの電気ケーブルの相間故障であった。ケーブル破損の原因は未定であるが、ケーブルトレイの真上を走っている給水系での長期間のフランジ洩れによってケーブルが湿った状態になっていたためであるとみられる。
- (5) プラントは、所外電源の喪失が所内AC電源の喪失に拡大しても、安全注入をしないでよいように設計されている。運転員は開閉所からの電源を回復するか、所内電源を回復するためにディーゼル発電機から負荷を取るかいずれかを要求されている。所内AC電源の喪失後、運転員が外部からの送電により電源を回復する試みをどの程度の期間続けたら、ディーゼル発電機に負荷接続すべきか、また、交流駆動のラジエーターのファンの電源が無いままの状態、どの程度の期間ディーゼル発電機はオーバーヒートしないで無負荷運転しうるかを示す指針がAC

電源喪失時のSCE社の緊急時運転説明書の中になかった。

2. 逆止弁の破損の原因（SCE社の所見）

- (1) 逆止弁の破損は、流体条件に対し弁のサイズが大きすぎたためである。オーバーサイズのため給水流量が95%以下の時、弁が完全に開かない状態にあった。
- (2) 1982年にSG伝熱管にスリーブを付けて以来、腐食を緩和するために最大出力を90%に抑えてきた。その結果、弁のディスクが完全に開かず流体の流れの中に浮かんだ形で高サイクル疲労を受けやすい状態にあった。
- (3) サイズの選定ミスは、Crane社の技術的解説書No.410に含まれていた1965年版の設計指針の誤りによる。
- (4) 疲労解析によってディスクの留め具が高サイクルの衝撃荷重のために破損したことが示された。

対 策

事故後、運転を停止し、給水系と電気系に対する改造工事と安全系及び非安全系を含む発電所全体の信頼性を確認するための機器状況レビューを実施した。主な改造作業は次のとおりである。

- (1) 8台の給水逆止弁の交換と格納容器内部に冗長用として3台の逆止弁の追加。
- (2) ウォータハンマが生じたB系の蒸気発生器への給水ラインに傾斜を付け、ウォータハンマの発生を抑える。
- (3) 逆止弁が定期的にテストされ、保修されることを保証するための対策の策定。
- (4) 今回の改造に対しては、1000万ドルから1500万ドルの費用がかかった。

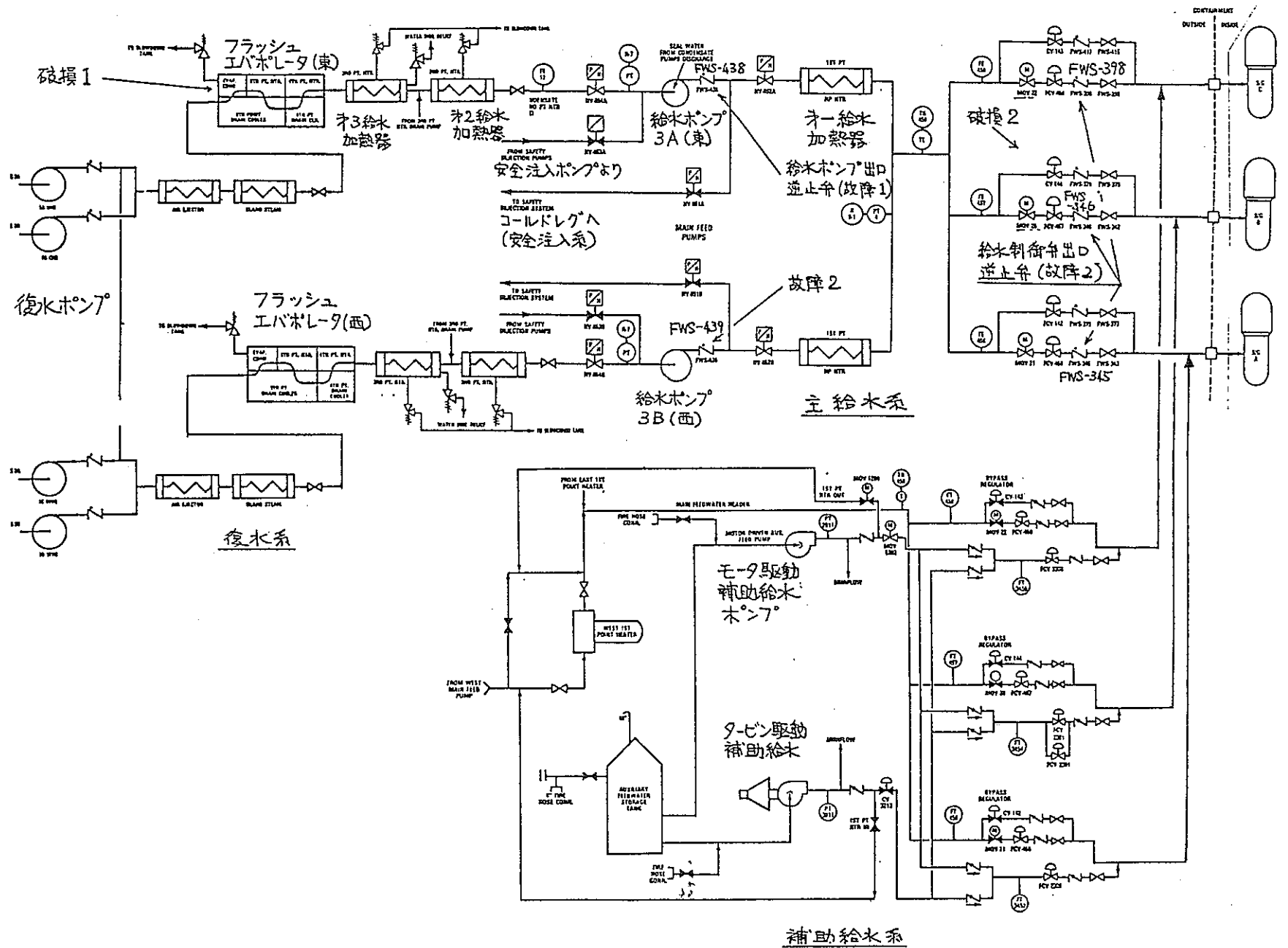
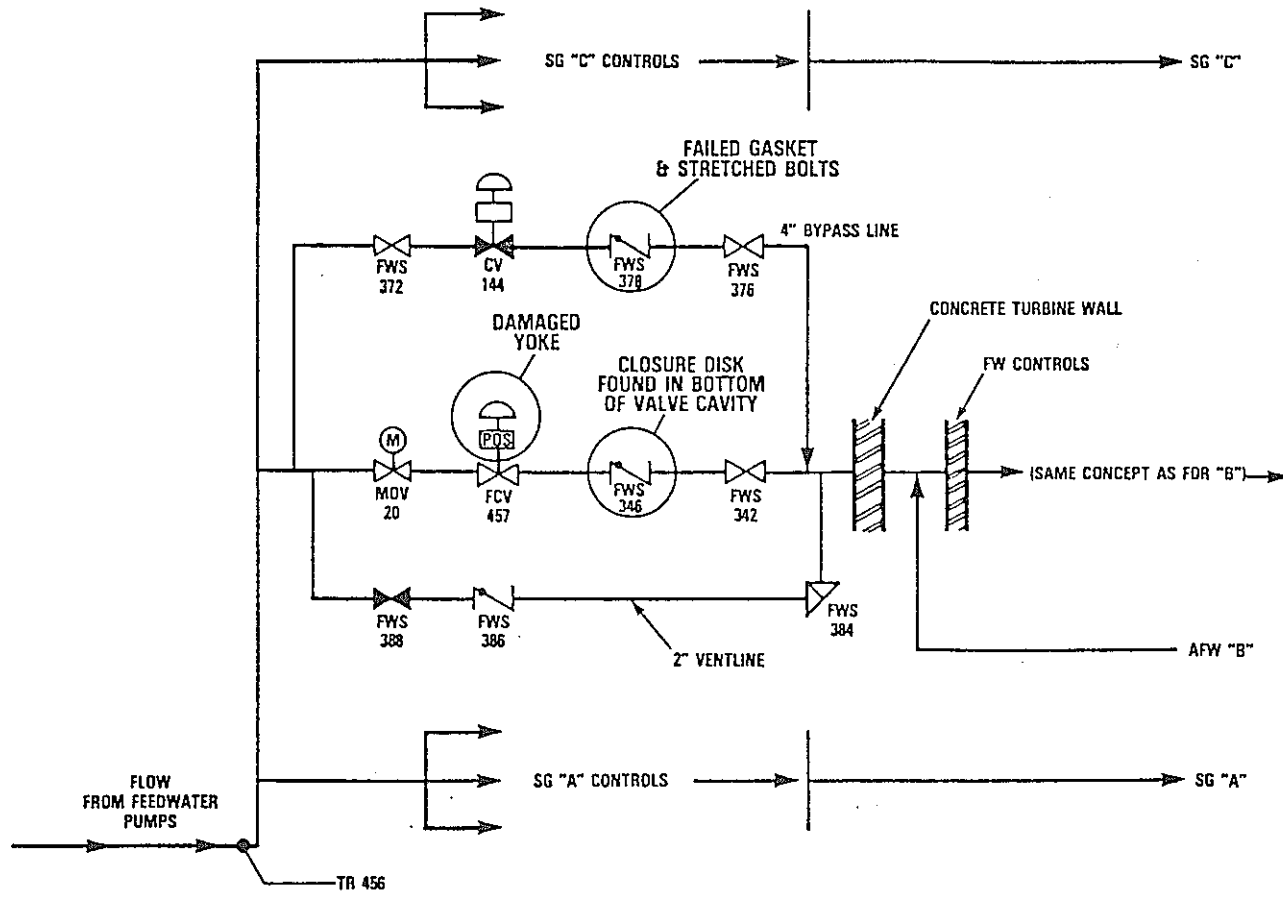
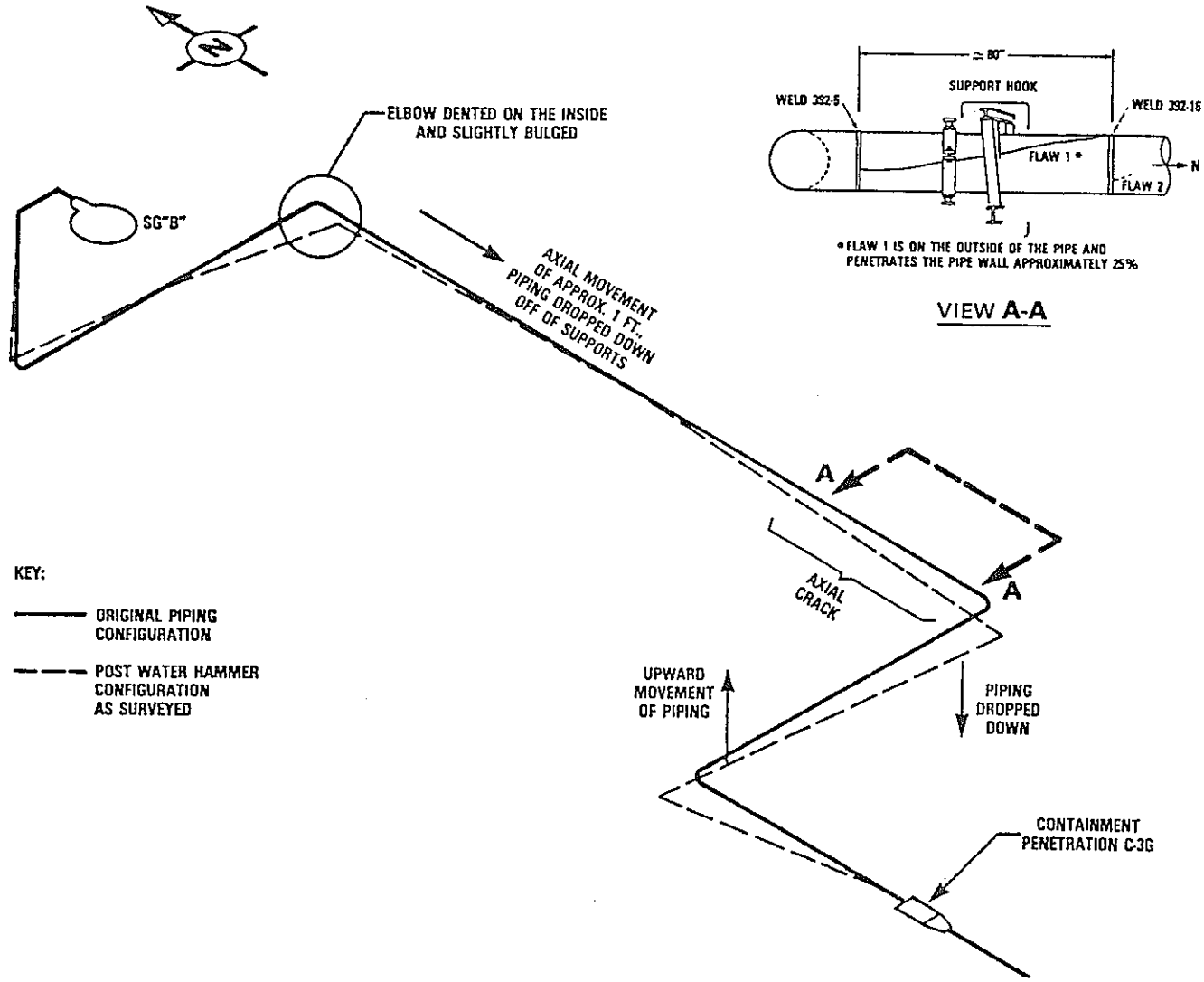


図-1





圧力管及び燃料チャンネルの破損

発生日：1986年 3月28日

施設：Bruce-2 (CANDU)

所有者：Ontario Hydro

場所：Tiverton, Ontario, Canada

出典：afv, afw, afx, afy, afz

事故分類：発電所異常事象

状況

1986年3月28日、ブルース2号機で重水の漏洩している燃料チャンネルを見つけるため原子炉停止系を加圧したところ、圧力管が破裂し、重水4トンがチャンネルの外周部分であるカランドリア管壁から漏洩し、重水減速材中に混入した。

最終的には10トンの重水冷却材が混入する結果となった。また、圧力管の割れは、12.5フィートにも及んだ。

その後の検査で、同燃料チャンネルの燃料集合体が破損し、その中の37本のペンスルのうち6本半が外にこぼれているのが発見された。

原因

圧力管端部の亀裂に起因する。

4.6 施設内の汚染事故

施設内の汚染事故

発生日	事象	施設	施設の種類
69/04/	廃液タンクと飲料水貯蔵タンクの接続ミスによる飲料水の汚染	原子力発電所 [不明]	NP
73/02/25	主蒸気系の漏洩	Wurgassen	BWR
74/ /	職員ミスによる希ガスの補助建屋内への放出	Zion-1	PWR
74/11/	保修士ミスによる冷却材の室内流出のための放射性ガスの放出	Oconee-2	PWR
75/05/01	ポンプシール破損による1次冷却材の格納容器内漏洩	H. B. Robinson-2	PWR
75/05/09	放射性廃液のオーバーフローによる土壌汚染	Dresden-1	BWR
75/06/04	落下による燃料集合体の損傷	Humboldt Bay	BWR
75/06/24	弁の故障による1次冷却材の漏洩	Oconee-1	PWR
75/08/17	振動によるレジャーサ破損のため給水8500ガロンが流出	Quad Cities-2	BWR
76/02/12	非常用復水器配管の腐食による冷却水の漏洩	Millstone-1	PWR
76/06/	埋設配管フランジ部からの放射性廃液の漏洩	FitzPatrick	BWR
76/08/15	1次系配管が破損し23トンの重水が格納容器内とボイラー室に漏出	KANUPP	CANDU
76/12/14	燃料被覆管の欠陥による格納容器建屋内の汚染レベルの上昇	Windscale Works	AGR
76/12/17	使用済燃料貯蔵プールの配管からの汚染水の漏洩による土壌汚染	Oldbury	GCR
77/01/	冷却材の格納容器内への流出	Gundremmingen-1	BWR
77/02/15	液体廃棄物ドレン配管の除染作業での廃液漏洩による土壌汚染	Dounreay Laboratories	研究施設
77/02/20	ベント配管溶接部の欠陥部からのPu同位体の漏洩による気中汚染	Dounreay Laboratories	研究施設
77/06/20	Co同位体による許容レベルを超える4名の作業員の頭髪部の汚染	Winfrith	SGHWR
77/09/24	給水系トラブルから加圧器逃し弁固着に至り1次冷却材流出	Davis Besse-1	PWR
77/10/15	ポンプ設備の配管継手の分離による使用済燃料貯蔵プール水の流出	Chapelcross	GCR
77/12/14	許可区域外の地下貯蔵室への使用済燃料要素の混入	Berkeley	GCR
78/02/07	配管フランジ部の損傷による低レベル廃液300ガロンの流出	Rolls Royce Plant	研究炉
78/04/26	放射性廃棄物建屋廻りの放射能汚染	Brunswick-1	BWR
78/05/13	不良燃料ピンの処分作業での右手指の負傷によるPu汚染	Windscale Works	燃料加工
78/06/03	焼却処分許容レベル以上の汚染度の冷却塔フレーム材の誤焼却	Windscale Works	再処理
78/06/17	再循環系配管入口ノズルのクラックからの漏洩	Duane Arnold	BWR
78/08/31	プルトニウム製品施設でのプルトニウムによる微量汚染	Windscale Works	再処理
78/09/20	低レベル廃液貯蔵タンクからの漏洩による土壌汚染	Hunterston A	GCR

発生日	事象	施設	施設の種類
78/10/24	汚染水約4m ³ の補助建屋床への流出	North Anna-1	PWR
78/12/05	プルトニウム精製施設での安全管理者の作業許容量を超える被曝	Windscale Works	再処理
79/01/01	使用済燃料貯蔵プール温調クーラからのプール水1000ガロンの漏洩	Hunterston B	AGR
79/01/16	配管破損部からの低レベル液体廃棄物の漏洩による土壌汚染	Hunterston A	GCR
79/02/01	輸送用車両への放射性廃棄物の搭載時の流出による線路等の汚染	Bradwell	GCR
79/02/14	被覆管の破損によるF Pの放出	Connecticut Yankee	PWR
79/04/30	シール水供給配管の透視管破損による7千ガロンの冷却材の流出	Zion-1	PWR
79/05/05	プルトニウム燃料ペレットの破片による指の切傷	Windscale Works	燃料加工
79/07/11	サンブ破損による300m ³ の低レベル液体廃棄物の漏洩	Windscale Works	再処理
79/08/27	汚染された装置の搬入による非管理区域の汚染	Oldbury	GCR
79/09/25	補助建屋内への放射性ガスの放出	North Anna-1	PWR
79/10/15	海洋排水管からの低レベル液体廃棄物の漏れによる土壌汚染	Hunterston A	GCR
79/11/07	液体廃棄物貯蔵タンクの除染作業における廃液スラリーの流出	Hunterston A	GCR
80/02/26	非核計装の電源喪失から冷却材約4万3千ガロンの格納容器内流出	Crystal River-3	PWR
80/05/10	1次冷却材ポンプシールの破損による冷却材1万1千ガロンの漏洩	Arkansas Nuclear One-1	PWR
80/08/07	低レベル放射性廃液排出配管へのF Pの混入	Dounreay	再処理
80/08/28	非管理区域の放射能汚染	Berkeley Nuclear Laboratories	研究施設
80/10/	低レベル液体廃棄物移送管の破損による汚染水の漏洩	AERE Harwell	研究施設
80/10/17	ファンクーラからのサービス水の格納容器内流出	Indian Point-2	PWR
81/01/	セシウム同位体による土壌汚染	Berkeley	GCR
81/02/10	放射性廃液の建屋外への漏洩	Oyster Creek	BWR
81/02/11	格納容器スプレイ系の誤動作による冷却材の格納容器内流出	Sequoyah-1	PWR
81/03/21	弁パッキンからの冷却材17.5万ガロンの漏洩	Browns Ferry-3	BWR
81/07/21	アメリカシウム241を含む液体廃棄物の流出	AERE Harwell	研究施設
81/08/20	作業員2名が手と作業服を汚染	Dounreay	再処理
81/09/15	セシウム137による管理区域外の道路表面の汚染	Trawsfynydd	GCR
82/01/25	蒸気発生器細管破損による原子炉スクラムと放射能の環境への放出	Ginna	PWR
82/03/21	放射性腐食沈殿物の排出による格納容器内の汚染	AERE Harwell	研究施設
82/05/11	天然ウラン硝酸溶液の漏洩	Dounreay	再処理
82/08/13	4m ³ の1次冷却材が格納容器外に漏洩	Gravelines B-4	PWR

発生日	事象	施設	施設の種類
82/10/26	気体廃棄物系からの放射能放出と作業員の汚染	Zion	PWR
83/01/15	燃料棒の損傷	Farley-1	PWR
83/02/13	CO2供給系からのCO2漏洩	Wylfa-2	GCR
83/03/10	29トンの重水が施設内に漏洩	Bruce A-4	CANDU
83/04/11	1次熱移送ポンプの故障から重水2.7トンが施設内に漏洩	Bruce A-1	CANDU
83/08/01	圧力管に穴があき施設内に重水が漏洩	Pickering-2	CANDU
84/04/19	炉内核計装シンプル室内管からの冷却材の漏洩	Sequoyah-1	PWR
84/06/09	トリチウム水の流出	Heysham A-1	AGR
84/08/21	燃料交換プールのシール破損によるプール水の格納容器内流出	Connecticut Yankee	PWR
84/09/06	作業員が左手の傷口から放射能汚染	Pickering A-4	CANDU
84/10/	換気系スクラバー内での濃縮ウランの蓄積	Erwin Plant	燃料加工
85/07/29	原子炉試料採取系からの600ガロンの冷却材の流出	Sequoyah-2	PWR
85/08/28	補助建屋で小口径弁開による500ガロンの冷却材流出	Arkansas Nuclear One-1	PWR
85/09/10	濃縮プラントでUF6が漏洩	Tricastin	濃縮
85/11/29	放射能汚染したCO2ガス8トンが漏洩	Hinkley Point B-1	AGR
86/01/10	濃縮工場におけるUF6の漏洩	Portsmouth Gaseous Diffusion	濃縮
86/01/19	再転換施設における反応容器の破損	Feed Materials Production Cen.	燃料加工
86/02/05	再処理工場主プロセス建屋内で硝酸プルトニウムが漏洩	Windscale Works (Sellafield)	研究施設

廃液タンクと飲料水貯蔵タンクの接続ミスによる飲料水の汚染

発生日：1969年 4月

施設：原子力発電所〔不明〕

所有者：〔不明〕

場所：USA

出典：aks, akt

事故分類：施設内の汚染事故

状 況

ある原子力発電所の実験室の洗い場の蛇口から採取した飲料水のサンプルが、通常のバックグラウンド放射線レベルを超える値を示していたことが判明した。調査の結果、施設内の1つの飲料水貯蔵タンク内に放射能が存在していたことが確認された。

原 因

放射性廃液タンク（3000ガロン）と飲料水設備が誤ってホースで接続されていたために飲料水が汚染した。

主蒸気系の漏洩

発生日：1973年 2月25日

施設：Wurgassen (BWR)

所有者：Preussen Elektra AG

場所：Wurgassen, Niedersachsen, FRG

出典：agd, age, agf

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1973年2月25日、ヴェルガッセン発電所で原子炉起動中に格納容器内の水素濃度が増加すると共にウェットウェルに1次冷却材の漏洩(1.8gpm)が発見されたため、原子炉の運転を停止し検査を行った。その結果、漏洩箇所は、20インチの主蒸気配管と10インチの蒸気逃し配管の接続部であることが分かった。格納容器内の同様な溶接箇所(非常用給水ポンプ駆動タービン、非常用復水タービン及び給水ヒータへの蒸気分岐管)を検査した結果、以下のような亀裂が発見された。

- (1) 今度の事故の原因となった主蒸気配管(D F 102)と安全弁(D 14)に通じる蒸気逃し弁の上部溶接線に、長さ約10インチの裂け目が生じていた。
- (2) 上記溶接部の下部溶接線に、長さ6インチの表面上の亀裂が生じていた。
- (3) 近接する安全弁(D 11)に通じる10インチ平行配管の上部及び下部溶接線に、長さ約3インチの表面上の亀裂が生じていた。

原因

溶接部の応力除去のための熱処理温度が不適切であったため、溶接部の衝撃耐久力が損なわれていたところに、わずかな負荷変動で大きな力が加わり、亀裂が生じた。

対策

損傷箇所が健全な部材と交換され、配管及び支持方法が、振動及び変位を抑制するように設計変更された。

職員ミスによる希ガスの補助建屋内への放出

発生日：1974年〔月日は不明〕

施設：Zion-1 (PWR)

所有者：Commonwealth Edison Company

場所：Zion, Illinois, USA

出典：agg

事故分類：施設内の汚染事故、環境の汚染事故

状況

ザイオン1号機が85%出力で運転中、冷却材の抽出水を脱塩塔から補助建屋ドレンタンクに移送する作業を開始した。約1時間後、補助建屋ベント系のヨウ素及び浮遊物モニターの警報が、またその20分後には充填ポンプモニターの警報が発した。さらに1時間後に格納容器パーズ排気ガスモニターの測定値の増加と共に、配管トンネルモニターの警報が発した。さらに1時間後に補助建屋機器ドレンタンクへの流れが終息し、その後間もなく放射性ガスも減少し始めた。

警報は適切に機能していたが、職員ミスにより放射性ガスの放出が生じた。すなわち、抽出水の流れを切り換える適切な手順が守られていなかった。補助建屋機器ドレンのハッチカバーも密閉されておらず、放射性ガスが室に漏洩し、モニター警報が発した。

瞬時の最大放出率は $12,999 \mu\text{Ci}/\text{sec}$ 、すなわちTech. Spec. の許容値の21.5%であった。平均放出率は $3802 \mu\text{Ci}/\text{sec}$ であり、ヨウ素-131は $0.000059 \mu\text{Ci}/\text{sec}$ であった。全放出量はキセノン-133が76.7Ci及びヨウ素-131が $1.46 \mu\text{Ci}$ であった。放出率は低く、放出時間も短いことから、公衆の健康と安全への影響はなかった。

ポンプシール破損による1次冷却材の格納容器内漏洩

発生日：1975年 5月 1日～2日

施設：H. B. Robinson-2 (PWR)

所有者：Carolina Power & Light Co.

場所：Hartsville, South Carolina, USA

出典：agj, akj, agl

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1975年5月1日、ロビンソン2号機の3台の1次冷却材ポンプのうち1台(Cポンプ)の1段目の軸シールが破損し、1次冷却材が格納容器内に漏洩した。最大漏洩率は400 gallons/min(1.5 m³/min)程度に達し、全漏洩量は約132,500 gallons(501.5 m³)に達した。この漏洩率は通常の1次冷却材補給系の給水能力を超えるものであったため、安全注入系による補給も行われ、冷却上の不都合は生じなかった。

2号機は、ポンプシールからの漏洩を示す警報が発せられたとき100%出力(約70万kWe)で運転中だったが、直ちに出力は約36%まで下げられ、Cポンプの運転は停止された。その後間もなく、蒸気発生器1基の水位異常高の信号により原子炉は自動停止した。しかし、Cポンプシール水の漏洩隔離弁がすぐに閉止されず、ここからの流出蒸気により、A、Bポンプのシールも悪影響を受けた。そのため、原子炉停止後約10分で、A、Bポンプの運転も停止された。その後、A、Bポンプとも、シール水の不具合のため起動できなかつたため、炉停止約4時間後に1次冷却材の状態を均一化するために、Cポンプをシールが破損した状態のまま約1時間半運転した。

1次冷却系は減圧され、自然対流、安全注入系からの冷却水の注入及び余熱除去モードにより、冷態停止状態まで冷却された。その後、1次冷却系の水位をポンプシールの位置より低くして漏洩を止めた。Cポンプを最初に運転停止してから、この漏洩停止に至るまで約16時間かかった。格納容器内圧は2～4 psig (0.14～0.28kg/cm²g)に達したが温度の下降及び格納容器パーズ系により減圧された。

放射性物質の環境放出量はTech. Spec. (技術仕様書) の制限値を超えなかった。格納容器内に漏洩した1次冷却材の大部分は所内の貯蔵タンクに移送され、約30,000 gallons (113.6m³) は処分のため所外に輸送された。

原因

Cポンプの軸とシールのクリアランスがうまく調整されていなかったためCポンプ起動後約30分でシールが破損し、更にラジアル軸受の破損が重なり、シールの破損を拡大し、漏洩率が増大した。また、運転手順書にCポンプシール水漏洩隔離弁の閉止手順が含まれておらず、A、Bポンプの運転不能の原因となった。

すなわち、Cポンプシール水隔離弁を閉じなかったため、同シールの破片又はCポンプからの背圧により、A、Bポンプシール水が流れなくなった。

対策

(運転者側)

- (1) Cポンプ(シール、軸受等)の修理。
- (2) ポンプシール水注入系のフラッシング。
- (3) A、Bポンプシールの分解、点検。
- (4) 手順書にシール水隔離弁の閉止手順を追加。
- (5) QAプログラムの改善。

(NRC側)

ポンプシールの設計には問題がなく運転手順に問題があったと結論。

保修員ミスによる冷却材の室内流出のための放射性ガスの放出

発生日：1974年（11月）

施設：Oconee-2（PWR）

所有者：Duke Power Co.

場所：Seneca, South Carolina, USA

出典：agh

事故分類：施設内の汚染事故、環境の汚染事故

状況

オコニー2号機が99%出力で運転中、抽出フィルターの交換準備が行われていた。フィルターを隔離する弁の状態は正しく、また弁にはタグ表示があった。しかし、保修員が誤ってフィルターからのベント配管を切断してしまった。このため、補助建屋の抽出フィルター室と隣接の通路に冷却材が流出した。保修員は直ちに同区域をから避難した。

流出量は約3500ガロン（13.3m³）および放出された放射性ガスの放射能は16.5Ciであった。放射性ガスの放出率はTech. Spec. で定められた1時間当りの放出率の3.7%であった。流出水のヨウ素及びトリチウム等の量は無視できるものであり、公衆の健康及び安全への影響はなかった。

原因

保修員が交換することになっていたフィルターをその表示がないために見つけることができなかった。

対策

再発防止策は、同フィルターに永久的で見やすい表示を付けること、また全ての機器を確実に識別できるようなプログラムを作成することである。

放射性廃液のオーバーフローによる土壌汚染

発生日：1975年 5月 9日～10日

施設：Dresden-1 (BWR)

所有者：Commonwealth Edison Company

場所：Morris, Illinois, USA

出典：agm, agn

事故分類：施設内の汚染事故

状況

ドレスデン1号機で運転員が、樹脂タンクから放射性廃棄物処理施設への移送用のポンプを誤って作動させたため、1975年5月9日午後8時から5月10日午前8時までの間、計画外の廃液の放出が起きた。これは、樹脂タンクが空になるまで同ポンプの運転が続いたことから、廃液が同施設内の地面にオーバーフローしたものである。

5月12日の朝に、下請け作業員が同施設に入域するまでこれに気付かなかった（週末には作業は行われていなかった）。

廃液19,500ガロン（73.9m³）がオーバーフローし、放射能濃度は、0.012 μ Ci/ml、また放出した放射能は0.9Ciと推定される。土壌からのサンプルを調査した結果、オーバーフローの範囲はプラント境界内であり、土壌約1000yd³（765m³）を処分する。

落下による燃料集合体の損傷

発生日：1975年 6月 4日

施設：Humboldt Bay (BWR)

所有者：Pacific Gas & Electric Co.

場所：Eureka, California, USA

出典：ago, agp

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1975年6月4日、フンボルト・ベイ発電所で、使用済燃料集合体を使用済燃料プールの移送バスケット位置からプール貯蔵位置に移送するときに、燃料集合体がつかみ具から外れ、約6フィート(1.83m)下の使用済燃料プール床に落下し、その後ひっくり返りプール中央の深さ10フィート(3.05m)の使用済燃料キャスクピットに落ちた。

雰囲気の試料採取では異常はなく、つかみ具も調査されたが機能上の問題のないことが判明した。燃料集合体が適切に保持されていなかったか、あるいは移動前の検査が適切に行われていなかったことが原因と考えられる。落下により燃料集合体のノーズピースがへこみ、またチャンネル底部の少なくとも2個所の角に約8～10インチ(20～25cm)の亀裂が生じる損傷を受けた。

2日後に、キャスクピットから燃料集合体を回収する作業が行われた。そして、燃料集合体が垂直位置に持ち上げられたとき、燃料棒が燃料集合体から脱落した。その結果、浮遊物の放射能濃度が正常値となるまで、燃料交換建屋からの避難が行われた。これは、落下時にタイロッド及びタイロッドキーパーが切断したためである。燃料交換期間に燃料集合体の完全な検査を行い、また交換後には同燃料集合体を回収する。

職員への被曝、傷害また所外への影響はなかった。

弁の故障による1次冷却材の漏洩

発生期日：1975年 6月24日

施設：Oconee-1 (PWR)

所有者：Duke Power Co.

場所：Seneca, South Carolina, USA

出典：agg. agr

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1975年6月24日、オコニー1号機が定格出力で運転中、運転員が抽出水貯留タンクの水位が低下しているのを発見した。漏洩検出装置による原子炉建屋外への1次冷却材の流出速度は約40gpm (151ℓ/min)であった。運転員は、ただちに原子炉を停止した。調査の結果、原子炉冷却材排出配管の逃し弁が開き雑廃水貯留タンクに冷却材が流れ込んでいることが判明した。逃し弁の下流に設置されている弁のプラグが吹飛んでいたため逃し弁から出た水の一部が少量であるが補助建屋内に流出した。逃し弁が開いたのは、浄化脱塩器入口が閉まり排出水流路が遮断されたためであることがわかった。逃し弁を閉め漏洩を止めるために脱塩器バイパス弁があげられた。漏洩率は約40gpm (151ℓ/min)であったが、大部分は廃水貯留タンクに流れた。漏洩量は補給量以内であった。

補助建屋内に流出した漏洩水の放出ガスの放射能は7.78Ciと計算された。

原因

1号機から予備浄化脱塩器への入口弁と予備浄化脱塩器から2号機への出口弁は、予備浄化脱塩器を介して1号機と2号機の冷却材がまざり合うのを防ぐインターロックが取りつけてあったが、出口弁の位置指示リミットスイッチが故障し開位置を指示したために、入口弁が閉鎖し、排出水流路の閉鎖による圧力上昇により逃し弁が吹いた。弁のプラグの故障原因は不明である。

対 策

予備浄化脱塩器から2号機への出口弁のリミットスイッチを取替えた。さらにスイッチが緩んでショートしており、このようなことが再発しないよう位置が変更される予定である。

振動によるレジューサ破損のため給水8500ガロンが流出

発生日：1975年 8月17日

施設：Quad Cities-2 (BWR)

所有者：Commonwealth Edison Company

場所：Cordova, Illinois, USA

出典：ags, agt

事故分類：施設内の汚染事故、環境の汚染事故

状況

クォッド・シティーズ2号機で運転停止後の出力上昇中、1975年8月17日、主及び低流量給水制御弁が部分的に開の状態に給水振動警報が発した。そして、手動で原子炉をスクラムさせ、給水ポンプをトリップさせると共に、給水制御系を隔離した。原子炉水位は、原子炉隔離時冷却系(RCIC)で維持された。低流量給水ラインが、低流量制御弁の下流にある6×4インチのレジューサのところで破断していた。検査によるとさらに主給水ラインと低流量配管との分岐部の低流量ライン及び制御弁の上流側のレジューサでもクラックが発見された。

この時、原子炉の安全運転への影響はなかった。漏洩量は、12,500ガロン(47.4m³)と推定された〔破断口から8500ガロン(32.2m³)、散水系から4000ガロン(15.2m³)〕。漏洩水は所外へ放出されたが、放出地点での放射能はTech. Spec. 規定値以下であった。

原因

クラックの最初の発生原因は、運転中の振動であり、そして低流量制御弁から主給水制御弁への切換時の給水制御配管部の振動によって破断が起きた。

対策

- (1) 広範囲な流量条件において、適切な流量制御を行うために、1台の給水制御弁の代わりにドラッグ弁を設置する。
- (2) 流体振動を減ずるために、低流量制御弁の廻りの配管を再計画する。

非常用復水器配管の腐食による冷却水の漏洩

発生日：1976年 2月12日

施設：Millstone-1 (PWR)

所有者：Northeast Utilities

場所：Waterford, Connecticut, USA

出典：agu

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1976年2月12日、ミルストーン1号機で、1次冷却系への海水浸入による腐食で非常用復水器の配管（ステンレス鋼）に25mm×50mmの穴があき、900kgの冷却水が流出し、敷地内4,000m²が汚染した（最高400,000dpm/cm²）。

埋設配管フランジ部からの放射性廃液の漏洩

発生日：1976年（6月）

施設：Fitz Patrick (BWR)

所有者：New York Power Authority

場所：Scriba, New York, USA

出典：agv

事故分類：施設内の汚染事故

状況

フィッツパトリック発電所の管理建屋の東側で用務員が芝生を刈っていたところ、地面が特に柔らかくなって、そこから蒸気が立ち上がっているのが発見された。放射線の測定結果ではその読取値はバックグラウンドレベル以上であった。同エリアは直ちに隔離され、穴が掘られ、分析のため水分と土のサンプルが採取された。

漏洩箇所は、放射性廃棄物建屋の廃液サンプルタンクから管理建屋の外側にある復水貯蔵タンクへ廃液を移送する埋設配管のフランジ部であった。

漏洩発見から運転停止までの間に漏洩した全放射能は418mCiと推定される。穴を掘る前に重大な放出があったとは考えられず、発見時には漏洩箇所から10フィート(3.05m)離れたところの芝生のバックグラウンドは通常値以下を示した。

対策

漏洩箇所は、304ステンレス鋼管と交換され、最終的にはその部分全体が可能なかぎりステンレス鋼管と交換される。放射性廃液を移送する全ての埋設配管の調査が要請された。また約1000立方ヤード(765m³)の土が処分される。

1次系配管が破損し23トンの重水が格納容器内とボイラー室に漏出

発生日：1976年 8月15日

施設：KANUPP (CANDU)

所有者：Pakistan Atomic Energy Commission

場所：Paradise Point, Sind, Pakistan

出典：agx

事故分類：施設内の汚染事故、被曝事故、発電所異常事象

状況

1976年8月15日、KANUPP発電所で1次冷却系の3インチ配管が破裂し、重水23トン（装荷量の58%）が格納容器内に流出した。

事故の起きた原子炉（出力13.7万kW）は、1次系圧力1500psig(105kg/cm²)、最高温度約563°F(295℃)であり、1次系の圧力制御のために、サージタンクが設置されていた。しかし、このサージタンクの加熱器が過熱して内部圧力が高くなり、加熱器とサージタンク間の配管（3インチ、スケジュール80）が破裂した。破裂部分は、長さが14インチ、幅が最高10インチ、面積にして66平方インチであった。原子炉は、事故が起きた時、運転開始前であり、出力は0.25%しか出ていなかった。

流出した重水中のトリチウム及び放射性ヨウ素の放射能濃度は、各々340mCi/l及び5μCi/lであり、流出後、格納容器の空気中トリチウム濃度は、17MPCaから最高1500MPCaまで上昇した。しかし、格納容器の隔離系が正常に作動したため、環境への放射能の漏れはなかった。

重水回収作業中に、81名の作業員が、トリチウムによって、1MPBBの全身被曝を受けた。そのうち18名は2MPBBを超える被曝であった。事故及びその後の保守による合計マン-レム値は、8マン-レムと推測された。このうち6マン-レムは、トリチウムの吸入による。

原因

サージタンクの加熱器のON-OFFを制御する液位測定装置の故障によって、配管が

1400 ° F (760 ° C) に過熱されたため、配管破裂に至った。

対 策

- (1) 液位測定装置の信頼性を高めるため、サージタンクに、新たに3台の液位測定装置が設置された。
- (2) 重要な機器に、温度監視装置が設置された。

燃料被覆管の欠陥による格納容器建屋内の汚染レベルの上昇

発生日：1976年12月14日

施設：Windscale (AGR)

所有者：UKAEA

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：agy

事故分類：施設内の汚染事故、環境の汚染事故、発電所異常事象

状況

1976年12月14、15日、ウィンズケールの原子炉内での燃料被覆管の破損のために格納容器建屋内の作業区域の汚染度が上がり、放射線警報が鳴った。約2分以内に建屋内の作業員は避難し、被曝線量は放射線作業従事者に対する1日当たりの最大許容被曝線量の50分の1であった。警報を発した放射線警報器はすべての種類の放射能を検出するための極めて感度の高いものであった。

放出された放射性ガスは低レベルのものであったが、格納容器建屋内への入域には呼吸器の着用が義務付けられた。この着用は、破損した燃料棒が原子炉から取り出され、ガス処理系からのわずかな漏れが発見されるまで続いた。

ガス処理系の改造工事中に建屋のスタックを通り約100 Ciの希ガス（キセノン、クリプトン、アルゴン）が大気へ放出された。この放出量は放射性同位元素ガスの日常許容放出量のほんのわずかの量であり、環境並びに公衆への影響はなかった。

原因

- (1) 燃料被覆管の破損による核分裂生成物（FP）ガスの放出。
- (2) FPガスのガス処理系からの漏洩。

使用済燃料貯蔵プール配管からの汚染水の漏洩による土壌汚染

発生日：1976年12月17日

施設：Oldbury (GCR)

所有者：CEGB

場所：Severn, Gloucestershire, UK

出典：agz

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1976年12月17日、オールドベリー発電所の使用済燃料貯蔵プールの付属配管で漏れが生じ、汚染水が地面にこぼれているのが発見された。漏れはすぐに隔離された。その後、ボーリングによる土壌汚染調査が行われ、汚染は、漏れが起きた近くの土壌に限定されていることが確認された。放射線レベルは極めて低く、人体への影響は全くないことが確認された。

対策

- (1) 漏れ部分は補修された。
- (2) 環境省は、汚染された土壌を除去する必要のないことに同意した。

冷却材の格納容器内への流出

発生日：1977年 1月

施設：Gundremmingen-1 (BWR)

所有者：Kernkraftwerk Gundremmingen Betrieb GmbH (KGB)

場所：Gundremmingen, Bayern, FRG

出典：agi

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1977年1月、グンドレミンゲン1号機で、タービン発電機の電気系故障の後給水ポンプが起動されたが、蒸気隔離弁が閉じられたままであったため、原子炉压力容器に冷却水が過剰に満たされ、原子炉内の圧力が高くなった。このため、安全弁が開放し、冷却水が格納容器内に流出した。

格納容器が隔離され、他の安全系も全て支障なく作動したため、負傷者はなく、許容値を超える放射能放出もなかった。洗浄、除染及び必要な全ての修理は、1977年秋まで実施された。

液体廃棄物ドレン配管の除染作業での廃液漏洩による土壤汚染

発生日：1977年 2月15日

施設：Dounreay Laboratories

所有者：UKAEA

場所：Dounreay, Caithness, UK

出典：aha

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1977年2月15日、ドーンレイ研究所で保守計画の一環として放射性液体廃棄物のドレン配管の交換作業を行うに当たり、その前作業として除去作業を行っていた。同配管内から除去した沈澱汚物をドラム缶に移し代えていたところ、管理区域外で廃液漏洩による土壤の汚染事故が起きた。放射線被曝を受けた者はいなかった。

原因

ドラム缶が漏れていたため。

対策

漏れた汚物と汚染した土壤は、当局が手配した低レベル放射性廃棄物ピットに処分された。

ベント配管溶接部の欠陥部からのPu同位体の漏洩による気中汚染

発生日：1977年 2月20日

施設：Dounreay Laboratories

所有者：UKAEA

場所：Dounreay, Caithness, UK

出典：ahb

事故分類：施設内の汚染事故

状 況

1977年2月20日～22日の期間にドーンレイ研究所の液体廃棄物貯蔵施設において行われたエアースAMPLING（気中放射能濃度の計測）によってその区域の気中放射能が通常作業に対する最大許容濃度を超えるレベルになっていることが判明した。この区域に問題となるような期間滞在した者はいなかったため、被曝による悪影響を受けた者はいなかった。

原 因

汚染源となったプルトニウム同位体は、ベント配管の突合せ溶接継手の欠陥部から漏れたものであった。

対 策

溶接部の補修。

コバルト同位体による許容レベルを超える4名の作業員の頭髪部の汚染

発生日：1977年 6月20日

施設：Winfrith (SGHWR)

所有者：UKAEA

場所：Winfrith Heath, Dorset, UK

出典：ahd

事故分類：施設内の汚染事故、被曝事故

状況

1977年6月20日、ステンレス鋼製コンテナから放射性コバルト線源の取り出し中に、モニタリング計器によって気中汚染が検出された。遮蔽壁をとおしてマニピュレータを操作していた5名の作業員はすぐにその場から退去した。その後の調査によって、4名が髪及び衣類に許容レベルを超える汚染を受けていることが判明した。除染後の診断によって放射性物質の吸入は許容レベルをはかるに下回るものであったことがわかった。

給水系トラブルから加圧器逃し弁固着に至り1次冷却材流出

発生日：1977年 9月24日

施設：Davis Besse-1 (PWR)

所有者：Toled Edison Co.

場所：Oak Harbor, Ohio, USA

出典：aew

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状 況

1977年9月24日、デービス・ベッセ1号機は熱出力26.3万kW、電気出力ゼロで運転中であった。午後9時34分、蒸気給水ラプチャー制御系のハーフトリップから蒸気発生器No.2の給水弁が閉じたため、蒸気発生器No.2の水位が低下し、1次系の温度と圧力が上昇した。このため加圧器逃し弁は9度にわたって開閉し、そこで開放固着した。逃し弁から放出された1次冷却水はクエンチ・タンクに導かれ、ラプチャー・ディスクの破裂に至った。加圧器水位の上昇を見て、原子炉を手動トリップしたが、冷却減圧によって、1次系内に蒸気泡が発生するに至った。午後9時55分頃、運転員は逃し弁の開固着に気付き、加圧器元弁を閉めた。これにより1次系の減圧は止まり1次系圧力は回復した。この事故による公衆の健康と安全に対する危害はなかった。

原 因

蒸気給水ラプチャー制御系(SFRCS)のハーフトリップの原因は明らかでないが、広範な調査の結果、端子盤の接続が幾つか脱落しているのが発見された。しかし、結論は出されていない。

ポンプ設備の配管継手の分離による使用済燃料貯蔵プール水の流出

発生期日：1977年10月15日

施設：Chapelcross (GCR)

所有者：BNFL

場所：Annan, Scotland, UK

出典：ahe

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1977年10月15日、チャペルクロス発電所の使用済燃料貯蔵プールのろ過装置のポンプ設備の配管がはずれ、ポンプが停止するまでに多量のプール水が流出した。流出したプール水のほとんどは、プールに戻ったが、わずかの水がプールからこぼれ出、プール外壁やプール付近の砂利や土を汚染した。汚染した砂利や土は取り除かれた。サイト外への放射能の放出や人体への影響はなかった。

許可区域外の地下貯蔵室への使用済燃料要素の混入

発生期日：1977年12月14日

施設：Berkeley (GCR)

所有者：CEGB

場所：Berkeley, Gloucestershire, UK

出典：ahf, ahg

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1977年12月14日、バークレー発電所の放射能廃棄物地下貯蔵室の写真サーベイによって、同貯蔵室内に使用済ウラン燃料要素が混入しているのが発見された。使用済燃料は貯蔵プールに貯蔵されるが、燃料集合体の外部構成部品は、再処理のためにウィンズケールへ出荷される前に減容するために取りはずされる。

これらの部品は、遮蔽コンテナに入れられ、廃棄物地下貯蔵室へ送られる。混入していた燃料要素は、貯蔵を容易にするために使用済燃料棒の被覆管を除去する作業において破損したものであることが確認された。破損した燃料要素は、使用済燃料要素貯蔵プールの特別製のキャスク（湿式ボトリングとして知られるプロセス）の中に納められたことが記録されていた。

原因

燃料要素がどのようにして地下貯蔵室に混入したか確認できなかったが、貯蔵プールでの監視においてプールの視界が悪かったため、湿式ボトリング工程の途中でこぼれ出たのが見落とされたと考えられた。このこぼれ出た要素は、貯蔵プールデブリスに混入し、地下貯蔵室へ排出されたわけであるが、デブリスをモニターする装置によって検出されなかった。

対策

- (1) プール水の透明度及びプールの照明の改善が検討された。
- (2) 排出されるデブリスのモニターをより有効なものにする改善策が検討された。

配管フランジ部の破損による低レベル廃液300ガロンの流出

発生日：1978年 2月 7日

施設：Rolls Royce Plant

所有者：Rolls Royce

場所：Derby, Derby, UK

出典：ahh

事故分類：施設内の汚染事故、環境の汚染事故

状況

1978年2月7日、ロールス・ロイス社の原子力研究施設で、低レベルの濃縮廃液を中央処理プラントへ送る配管のフランジつなぎ部が破損し、約300ガロン(1.14m³)の廃液が流出した。この廃液はウランを扱う実験室の洗浄作業によって出たものである。破損は、サイト内の道路の上15フィート(4.6m)の高さの所を走っている配管陸橋の部分で起こった。廃液が道路の上に流出しているのを見つけ、直ちに輸送を止める処置がとられた。流出個所の近くで作業していた6名に対し診断が行われたが、汚染を受けたものはいなかった。道路表面の放射能レベルは、バックグラウンドレベルを超えず、廃液の放射能濃度は飲料水に対する最大許容濃度に等しい値であった。流出した廃液は、雨水用の排水溝を経てダーウェント川へ流出した。排水に対するモニターの結果川へ流れ込む時の放射能濃度は、流出した時の濃度の10分の1まで希釈されていたことがわかった。

放射性廃棄物建屋廻りの放射能汚染

発生日：1978年 4月26日

施設：Brunswick-1 (BWR)

所有者：Carolina Power & Light Co.

場所：Southport, North Carolina, USA

出典：ahi

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1978年4月26日、ブルズウィック1号機の放射性廃棄物建屋廻りのエリアが、濃縮廃液タンクからの放射性廃液によりわずかに汚染され、また1名の職員もわずかな汚染を受けた。詳細な経緯は次の通りである。

補助運転員が、下流側の配管を加圧するために2-AS-V3弁(図-1参照)を開けて間もなく、同区域で作業していた作業員が配管から赤さび色の液体が吹出していると報告した。この液体は、50 GPM濃縮器蒸気供給逃し弁の吹出し側配管から流れ出たものであった。そして、隔離弁2-AS-V3が閉止され、逃し弁からの蒸気の流出は停止した。この区域の除染が行われ、除染後の液体は、ストームドレンピットに入り、それから廃液中和系にポンプにより移送された。汚染された作業員の除染は容易であったため、その後のホールボディカウントの値は0であった。

事故当時、濃縮廃液タンクのヒータは、ヒータウエルの腐食により使用を中止していた。その代わり、濃縮廃液の加熱は、仮設のホースを用いてタンク内に補助蒸気を供給することによって行われていた。このホースは、50 GPM濃縮器蒸気供給調整弁の下流にあるドレン弁V1057から引かれていた。事故から2日前に補助ボイラ系が保守のために停止した。その翌日、検査のために20及び50 GPM濃縮器も停止した。このとき、濃縮器の保守には不要であったが、調整用ドレン弁V1057が閉止された。同日補助蒸気系の保守が完了し、No.2補助ボイラと閉止された2-AS-V3弁が復旧した。

補助蒸気系の停止後、蒸気調整放出ライン温度が低下したため、濃縮廃液は、仮設

の蒸気供給ホースから開状態のV 1057に逆流した。そしてこの廃液が次の蒸気ラインの加圧時まで滞留していた。調整弁は閉止していたが、漏洩により、同弁の下流側が加圧され、その結果、逃し弁が吹き、滞留していた廃液が放出した。

放出された廃液は50ガロン(0.19m³)と推定され、またサンプルからの同位体分析によると、放出された放射能は0.65mCiであった。所外の汚染はなかった。

対 策

- (1) 保修及び運転員全員が正しいホースの使用についての訓練を受ける。
- (2) 汚染された系に仮設ホースを使用する場合の管理・操作手順書の作成。

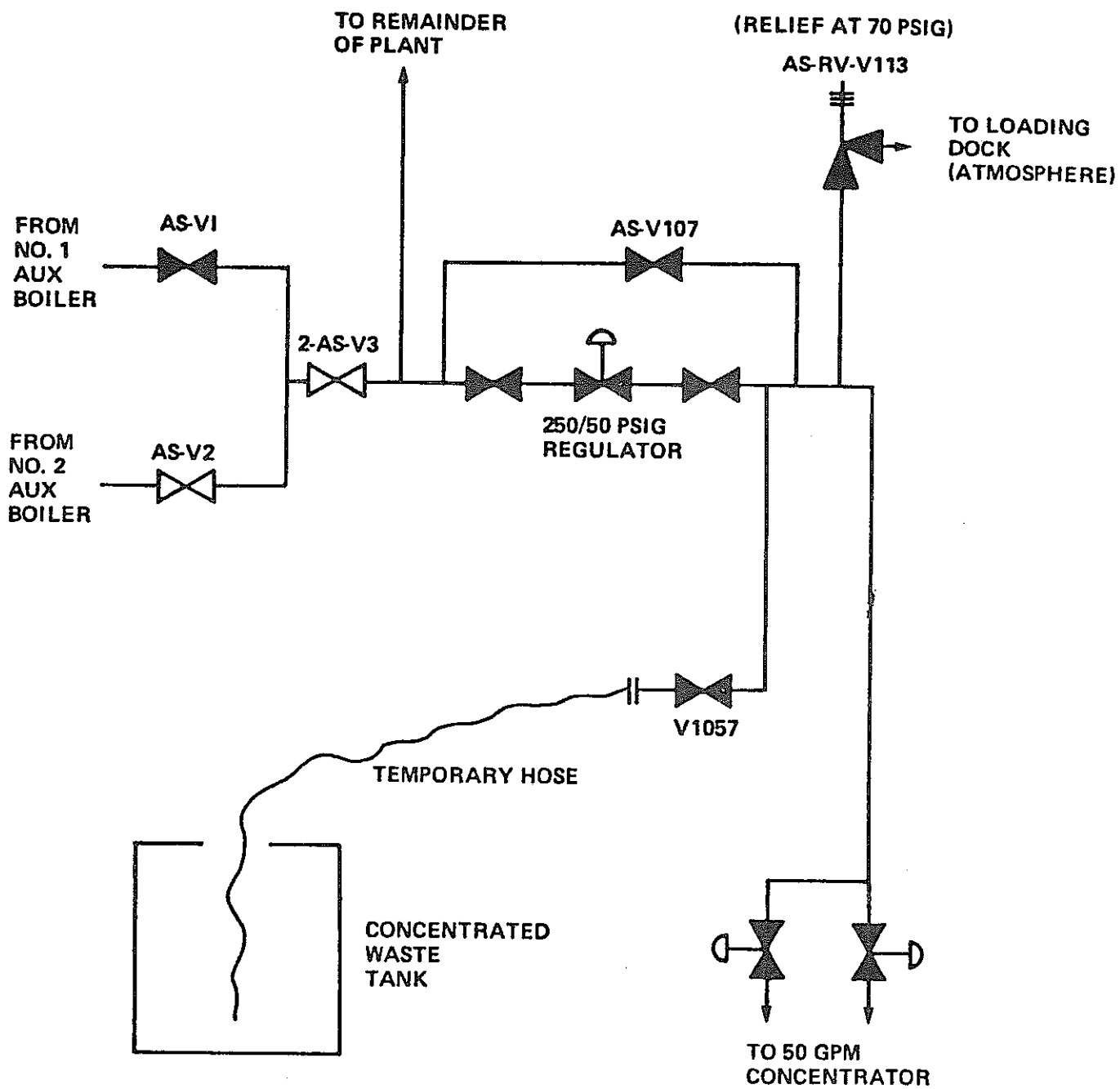


图 1

不良燃料ピンの処分作業での右手指の負傷によるPu汚染

発生日：1978年 5月13日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：aql

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1978年5月13日、ウィンズケール再処理工場内のプルトニウム高速炉燃料製造工程で作業員が右手に傷を負った。不良燃料ピンの処分中にグローブボックスの中で人指し指と親指の間にさし傷を受けた。モニターの結果、手が汚染したことがわかった。その後の診断によって、問題となるようなプルトニウムの摂取はなかったことが判明した。

焼却処分許容レベル以上の汚染度の冷却塔フレーム材の誤焼却

発生日：1978年 6月 3日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：amf

事故分類：施設内の汚染事故

状況

コールダーホール発電所の2基の冷却塔から木製のフレームが取り外され、表面モニタリングを受け許可を得た後、6月3、4日の両日にわたり、ウィンズケールサイトの端にある廃棄物処分場で焼却された。1号塔のフレーム材のサンプルの分析結果は、ごく低レベルの放射能を示すものであった。この結果は、設置されて以来この塔を通して放出された空気量と大気からのフォールアウトから算出された汚染レベルと矛盾しないものであった。

一方、2号塔のフレーム材の分析の結果、このサンプルは同処分場に捨てることのできる基準を超える汚染度であったことが判明した。分析結果が出るまでに既に350m²のフレーム材が焼却されていた。

約1600m²の面積をもつこの処分場は柵によって隔離され、汚染度の調査が行われ、数カ所が汚染されていることがわかった。約2.3トンの灰と土はドラム缶に詰め込まれた。処分前に放射能核種に関する詳細な分析が行われる予定である。

木製フレーム材の焼却によって大気中に放出されたプルトニウムを含む放射能の量はごくわずかであり、公衆及び環境への影響は全くなかった。

再循環系配管入口ノズルのクラックからの漏洩

発生日：1978年 6月17日

施設：Duane Arnold (BWR)

所有者：Iowa Electric Light & Power Co.

場所：Palo, Iowa, USA

出典：afb, afc

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

サーベイランス試験中、漏洩監視装置により、約3ガロン/分 (11.4ℓ/min) の原子炉冷却材の漏洩が検出された。しかし、漏洩場所については、この時点では不明であった。漏洩量は、Tech. Spec. の規定値5ガロン/分 (18.9ℓ/min) 以下であったが、6月17日に漏洩個所の検査のために運転員は原子炉を停止した。漏洩した冷却材は、原子炉建屋ドレン系に回収された後、放射性廃棄物処理系に移送された。

検査では、再循環系のライザ管の「セーフエンド」(圧力容器と配管との接続部である短管ピース) と呼ばれるニッケル合金鋼 (インコネル) 製の継手部に管壁を貫通するクラックが発見された (図-1参照)。そのクラックの大きさは約8インチに達していた。その他、7個所のセーフエンドでも、非破壊検査により、クラックのインデケーション、または溶接欠陥が発見された。しかし、これらのキズは管壁を貫通する程のものではなかった。

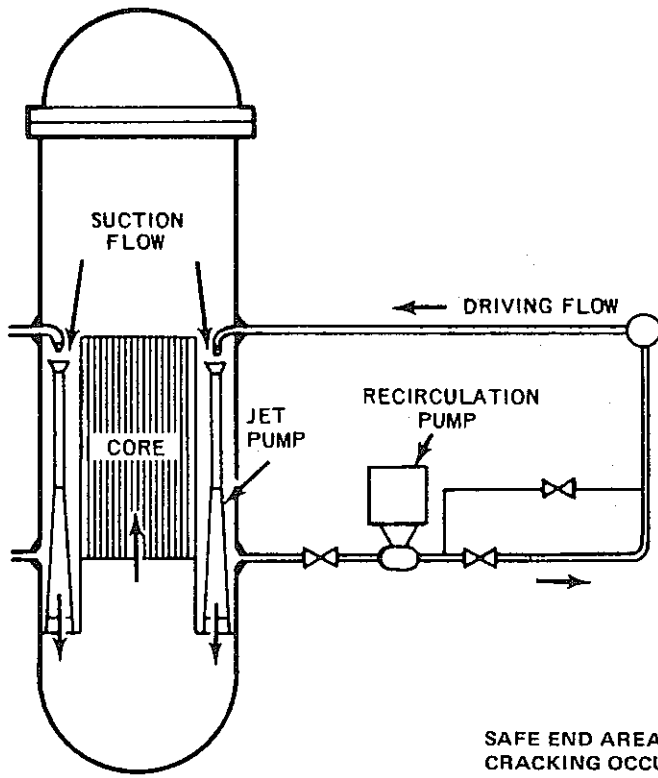
漏洩による公衆の健康及び安全に対する影響はなかった。

原因

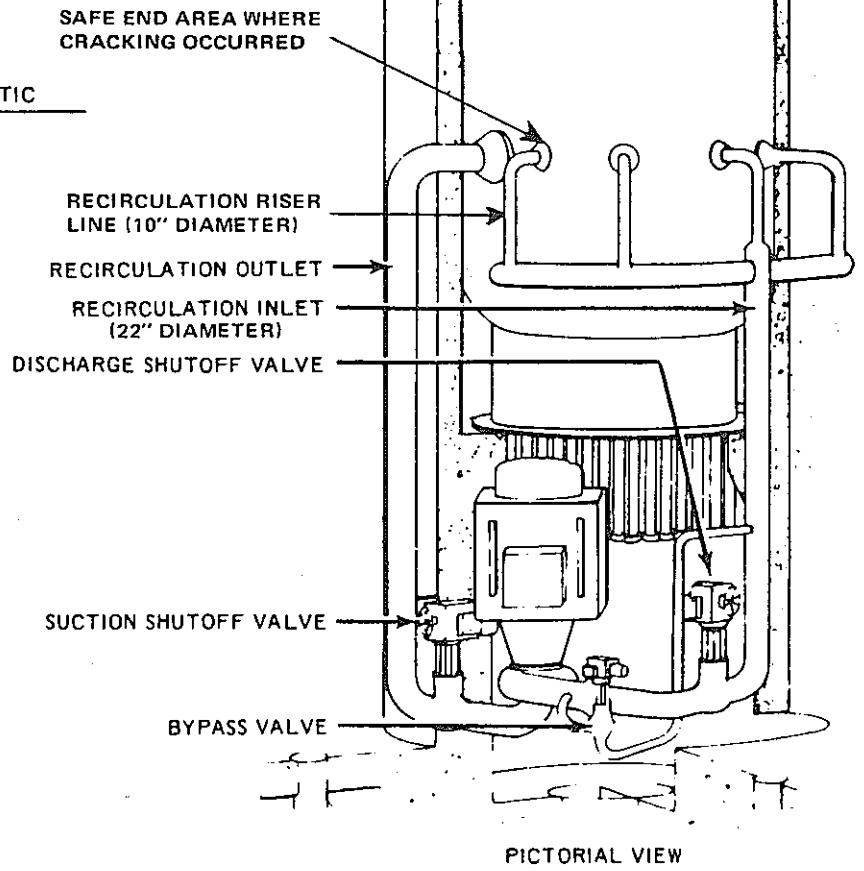
セーフエンド試料の冶金学的分析の結果から、クラックは、熱で鋭敏化された粒界応力腐食割れによるものと報告された。クラックは最初、セーフエンドとその内部のサーマルスリーブとの間の狭いクレビス部に発生し、それが外壁方向に進展した (図-2参照)。また、施工においては、セーフエンドの外側は機械加工され、その後に溶接補修が行われたため、これがクラックの進展に寄与したと思われる。

対 策

- 1) 応力を最小化するような異なる設計を採用した新しいセーフエンドと交換した。
- 2) セーフエンドの交換時の溶接技術及び溶接員の資格認定を行うための広範囲な訓練及びモックアップ・プログラムを作成した。



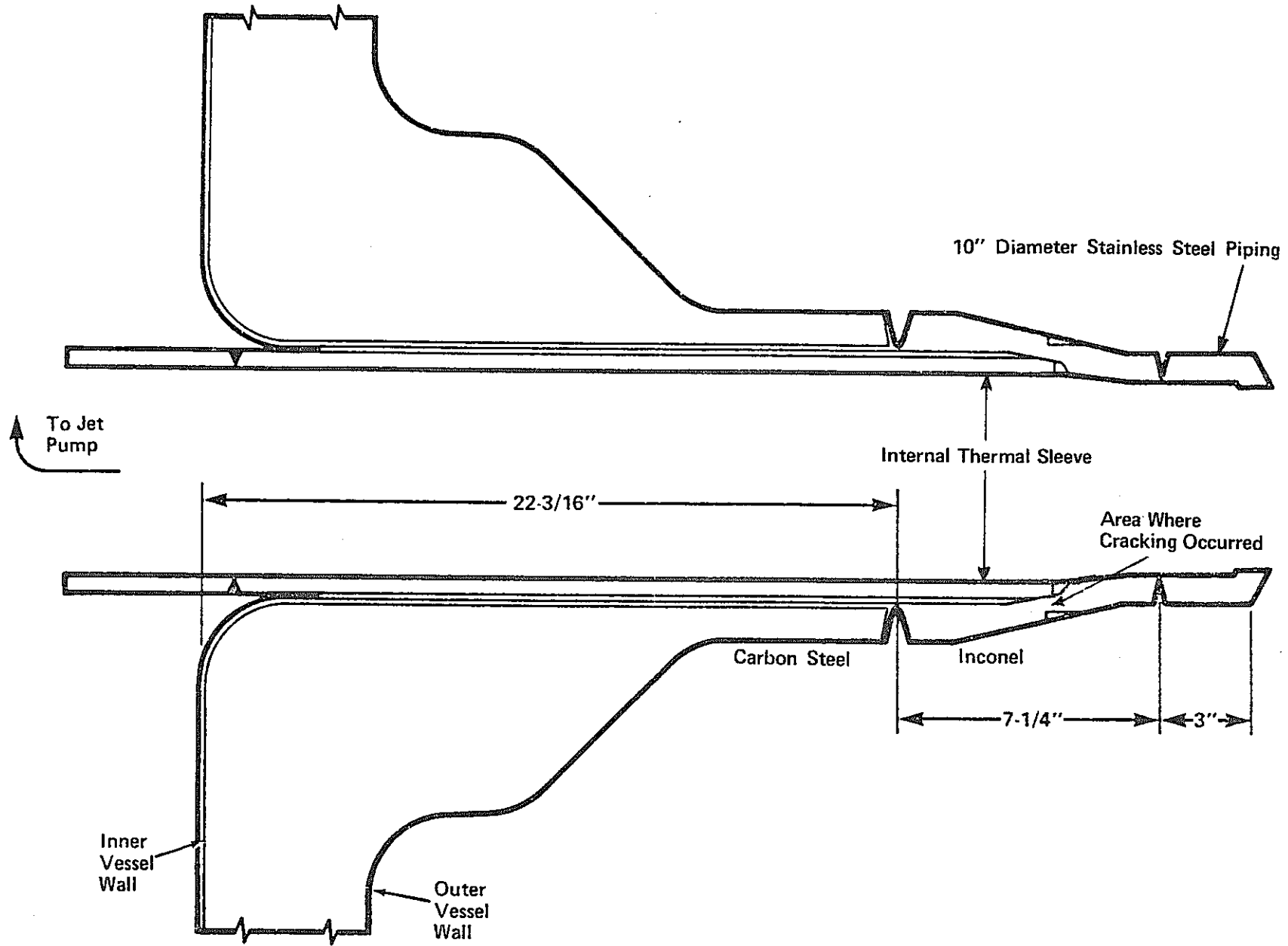
SIMPLIFIED SCHEMATIC



PICTORIAL VIEW

☒ - 1

4.6-34



プルトニウム製品施設でのプルトニウムによる微量汚染

発生期日：1978年 8月31日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：aqr, aqs

事故分類：施設内の汚染事故、被曝事故

状況

1978年8月31日、ウィンズケール再処理工場のプルトニウム製品 (finishing) 施設の保修作業区域の入口に設置されている気中プルトニウムモニターが警報を発した。作業員の内の1名の髪、手及び衣類がわずかの量であるが、汚染していることが判明した。その後の診断によって、問題となる量のプルトニウムを摂取した者は一人もいなかったことがわかった。作業区域のサーベイによって表面汚染している部分が見つかり、直ちに除染された。

原因

この汚染は、梱包された装置を検査のために移動したことによって管理区域内で生じた。

対策

この作業は定型作業ではなく、この作業のために特別の安全上の予防措置が講じられていた。将来、同じような作業が行われる場合、再発防止のために手順改訂が行われる。

低レベル廃液貯蔵タンクからの漏洩による土壌汚染

発生日：1978年 9月20日

施設：Hunterston A (GCR)

所有者：SSEB

場所：Hunterston, Ayrshire, Scotland, UK

出典：ahj, ahk

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1978年9月20日に行われたハンターストンA発電所の定例の土壌汚染モニタリングによって、海洋に排水する前に集積される低レベル廃液貯蔵タンクの内の1基に隣接する土壌で放射能が検出された。その時点で使用に供されていなかったタンクの検査が行われ、コンクリート壁の数箇所に小さな穴が開いていることが発見された。この壁の反対側の壁に隣接する土壌からもわずかの量の放射能が検出された。

放射能の量はわずかであり、サイト内の作業員に対し放射線管理上の問題を与える心配は全くなかった。影響を受けた部分は柵で隔離され、タンク壁の品質劣化の調査が行われた。

原因

タンクのコンクリート壁の品質劣化。

対策

タンクの欠陥部分は補修され、漏れ防止のために内壁と底壁はエポキシ樹脂によってコーティングされた。

汚染水約 4 m³の補助建屋床への流出

発生日：1978年10月24日

施設：North Anna-1 (PWR)

所有者：Virginia Power Co.

場所：Louisa, Virginia, USA

出典：ahl, ahm

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1978年10月24日日直時、原子炉冷却系の充填系隔離弁のグランドパッキンの漏洩を修理するために原子炉冷却系充填ポンプのヘッダーを隔離し、同ラインの一部がドレンされた。ドレンは隔離弁とベント弁を使用して行われた。しかし直交替の際の連絡が不十分なために、次の夜直の当直員は、ドレンが行われていることを知らなかった。そして運転員が体積制御タンク水位の降下と1次冷却材ポンプへのシール水流量の低下に気づいた。調査のため職員が派遣され、その後同弁が閉止され、続いて補助建屋からの避難が行われた。

汚染水約 4 m³が補助建屋床にこぼれ、それはサンプに回収された。1次冷却材ポンプの冷却水の流れを制御する補機冷却水系の弁の制御部にも水がかかり同弁が閉止された。1次冷却材ポンプ温度の上昇により、運転員はスクラムを行い、同ポンプを停止した。

13名の職員が汚染を被ったが、所内で除染された。所外への重大な放射能の放出はなかった。

対策

系統を隔離しその後それを再び使用する場合の手順書の変更が実施される。

プルトニウム精製施設での安全管理者の作業許容量を超える被曝

発生日：1978年12月 5日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：aqu

事故分類：施設内の汚染事故、被曝事故

状況

1978年12月5日、定例のモニタリングによってウィンズケール再処理工場のプルトニウム精製施設で、作業終了者の着換を手伝っていた安全管理者が通常の作業許容値を超える被曝線量を浴びていたことが明らかになった。

着換室の管理区域側での表面測定の結果、問題となるレベルの汚染が生じていることが判明したが、非管理区域側では汚染はなかった。

全身モニタリングによって問題となるようなプルトニウムの吸入はなかったことが示された。その後の調査によって、被曝に関する最初の判定は余りにも悲観的なものであったことがわかり、評価手順の見直しが検討されている。

使用済燃料貯蔵プール温調クーラからのプール水1000ガロンの漏洩

発生日：1979年 1月 1日

施設：Hunterston B (AGR)

所有者：SSEB

場所：Hunterston, Ayrshire, Scotland, UK

出典：ahn

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1979年1月1日と2日の夜間にハンターストンB発電所の使用済燃料貯蔵プールの水温を維持するためのクーラー（空冷式）の1台でプール水の漏洩が発見された。このクーラーの弁が閉じられるまでに約1000ガロン（3.79m³）の放射能を帯びたプール水が流れ出したが、流出防止用としてクーラーのまわりに設けられた囲いの内に保持され、汚染水ドレンを経由し、液体廃棄物系に回収された。プール水の放射能濃度は微量であった。人体への影響はなかった。

配管破損部からの低レベル液体廃棄物の漏洩による土壤汚染

発生日：1979年 1月16日

施設：Hunterston A (GCR)

所有者：SSEB

場所：Hunterston, Ayrshire, Scotland, UK

出典：aho

事故分類：施設内の汚染事故

状 況

ハンターストンA発電所で、1979年1月16日、低レベル液体廃棄物を、海洋排水前に希釈する施設へ輸送する配管に沿って土壤汚染が発生していることがわかった。土壤の汚染レベルは問題のないものであったが、拡散防止のためにその場所は柵で囲まれ隔離された。海へ伸びている配管の排出口で排水のサンプリングが行われ分析されたが、放射能はその飲料水に対する許容値をかなり下回る値であることが示された。

この土壤汚染は1978年11月に放射能が検出された地点の近くで水がしみ出たことに関連して発見された。1978年11月に放射能が検出された時この配管の周りの土が掘り起こされ、配管に割れ目があることが発見された。破損部は、補修され圧力試験を行った後、再度使用に供された。

対 策

この配管の使用は中止され、地上に仮配管を敷設することになった。汚染された部分への人の接近を防止するために柵が施された。2重隔離構造の新しい配管が敷設される予定である。

被覆管の破損によるFPの放出

発生日：1979年 2月14日

施設：Connecticut Yankee (PWR)

所有者：Connecticut Yankee Atomic Power Co.

場所：Haddam Neck, Connecticut, USA

出典：ahp, ahq, ahr

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1979年2月14日、コネチカット・ヤンキー発電所の運転サイクル7の末期からサイクル8の期間、運転員は、1次系の放射能が増加していることを発見した。ヨウ素の割合から放射能の大部分は、燃料の漏洩に起因するものであった。これは、冷却材の試料採取からネプツニウム-239が検出されたことでも確認された。またセシウム-134と137との比率に関するデータは、一定して高い値であり、これは大部分の放射能が高燃焼度燃料から漏洩が発生していることを示すものである。

燃料 SHIPPING 検査が行われ、ガスや冷却材の試料採取、所内放射化学分析及び出力データの調査が実施された。最初に水中テレビによる目視検査が行われ、原子炉格納容器キャビティ内ではペリスコープ検査も実施された。テレビ装置は、燃料集合体表面を走査でき、また特定の個所のクローズアップも可能なものであった。検査の結果、バッチ8の中で漏洩の生じている燃料集合体36体が発見された。6体の燃料集合体の内の45本の燃料棒には、被覆管に軸方向のクラックが存在し大きさは様々であった。燃料の破損原因は、被覆管の脆性破壊と思われる。これは、目視検査で観察された全てのクラックが類似していることから、ある1つの破損のメカニズムによると結論付けることができる。

今回燃料の漏洩が発生したが、これまでの7サイクルの運転において燃料は高性能

であった。同期間中、ステンレス鋼の被覆管が使用され、200体以上の燃料集合体は、損傷もなく、30,000Mwd/MTUを超える燃焼度を達成している。

対 策

(1) 短期

燃料 SHIPPING、目視検査及び運転記録のレビュー等の実施。

(2) 中期

バッチ 8 燃料で使用されている材料の特性についての調査及び燃料の Q A 記録のレビュー。

(3) 長期

燃料成型加工及びペレット業者と協力しての破損燃料の詳細な調査。

輸送車両への放射性廃棄物の搭載時の流出による線路等の汚染

発生日：1979年 2月 1日

施設：Bradwell (GCR)

所有者：CEGB

場所：Southminster, Essex, UK

出典：ahs

事故分類：施設内の汚染事故

状況

ブラッドウェル発電所において、1979年2月1日、最終処分のためにBNFLのドリッグ放射性廃棄物処分場へ放射性廃棄物を送るための輸送車両への搭載作業中に、わずかの量であるが、放射能の流出が2度発生した。この搭載作業は、管理された状態のもとで、放射線管理者の監視のもとで行われた。作業員は全員、防護服を着用しており、汚染を受けたものは誰もいなかった。

いずれの場合も、乾いた廃棄物が管理区域内の線路の上にこぼれただけであったが、2回目の事故の後、強い雨が降ったために、わずかの量であるが汚染した雨水が近くの排水溝に流れ込んだ。サンプル分析の結果、放射能の量は問題にならないものであった。車両の後部の床でわずかの放射能が検出され、すぐに除去された。

線路の調査が行われ、数カ所で汚染していることが検出された。2日間の除去作業で汚染箇所のほとんどは除去された。

シール水供給配管の透視管破損による7千ガロンの冷却材の流出

発生日：1979年 4月30日

施設：Zion-1 (PWR)

所有者：Commonwealth Edison Company

場所：Zion, Illinois, USA

出典：aht

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1979年4月30日、ザイオン1号機の1次冷却ポンプ(RCP)のシール水供給配管系のフィルタ交換時に、フィルタ・フラッシュのガラス透視管が破れ、約7,000ガロン(26.5m³)の放射性冷却材が建屋内に流出した。詳細は不明。

プルトニウム燃料ペレットの破片による指の切傷

発生日：1979年 5月 5日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：ard, are

事故分類：施設内の汚染事故

状 況

1979年5月5日、ウィンズケール再処理工場内のプルトニウム燃料製造施設の作業員が指に傷を負い、プルトニウムによる汚染を受けていることが判明した。診断の結果、プルトニウムの摂取量は許容値をはるかに下回るものであった。

原 因

先のとがった燃料ペレットの破片で傷を負った。

対 策

- (1) 作業中にペレットが紛失する件数と破片が出るのを抑えるための改善。
- (2) 使用機器の改良。

サンプル破損による300m³の低レベル液体廃棄物の漏洩

発生期日：1979年 7月11日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：ahu, ahv

事故分類：施設内の汚染事故

状況

ウィンズケール再処理工場での施設の健全性を検査するための広範なプログラムに関連する1979年7月11日の調査において、低レベル液体廃棄物を輸送する配管のフランジ継手部から漏れが起きていることがわかった。この漏れはすぐに止められた。この漏れは、液体廃棄物をコンクリート製のサンプルへ排出する密閉された弁と配管のスキッドの中で起きた。このスキッドは貯蔵タンク内の液体廃棄物をモニターする装置の一部をなすものである。この貯蔵タンクの廃液はより大きな貯蔵タンクに運ばれた後、海中へ放出される。

このスキッドのしゃ蔽板を取り外し調査した結果、コンクリート製サンプルの破損が確認され、その後の水圧試験によって地表へ漏れが続いていることがわかった。漏れた廃液の放射能の主要なものはルテニウム、ニオブウムとジルコニウムであったが、その濃度は、海洋排水基準を十分満足する値であった。

漏れた液の量は、300m³ほどであった。漏れが起きた建屋近くの地下水のサンプリング分析は、しばらくの期間、放射能レベルの増加を示すものであったが、漏れが止められた後では、以前のレベルに戻った。

建屋からかなり離れた地点でのボーリングによるサンプリングでは放射能レベルに変化はみられなかった。これによって、漏れた廃液の放射能は拡散しなかったことがわかった。調査時の被曝を除き、被曝を受けた者はいなかった。公衆への危険もなかった。

原因

フランジ継手部からの漏れとコンクリート製サンプの破損。

対策

コンクリート製サンプの補修。

汚染された装置の搬入による非管理区域の汚染

発生日：1979年 8月27日

施設：Oldbury (GCR)

所有者：CEGB

場所：Oldbury, Gloucestershire, UK

出典：ahw

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1979年8月27日、オールドベリー発電所の汚染を調べる定期サーベイ中にタービンホールに隣接する電気保修作業場の床の木製ブロックの継ぎ目でわずかの放射性粒子が検出された。この作業場は、非管理区域であり、8月20日に行われた前回の定期サーベイでは異常は検出されなかった。

この場所で作業していた全員のモニタリングチェックが行われ、人体への影響は全くなかったことと、汚染の拡散がなかったことが確認された。この粒子は取り除かれた。

原因

使用済燃料貯蔵建屋から運ばれて来た装置が汚染源であると判明した。

補助建屋への放射性ガスの放出

発生日：1979年9月25日

施設：North Anna-1 (PWR)

所有者：Virginia Power Co.

場所：Mineral, Virginia, USA

出典：ahx, ahy, ahz, aia

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1979年9月、ノースアナ1号機が出力78%で運転中、ヒータドレンクーラ内の伝熱管が破損しドレン弁の容量を超える漏洩とヒータへの凝縮水の逆流により、ヒータドレンクーラダンプ弁がサイクリングを起こした。その後、まもなく、タービントリップし原子炉スクラムした。そして、主蒸気ダンプ弁が開き、冷却材温度が下がったが、同弁は、圧力設定点以下になっても閉止せず、そのため「加圧器圧力低」信号が発信し安全注入系が作動開始した。それから原子炉冷却系(RCS)圧力が増加し始め、加圧器逃し弁(PORV)が開閉を繰り返し、圧力を維持した。

その後、抽出が行われたが、充填ポンプは燃料取替用水タンクからの給水を行っていた。この結果、体積制御タンク(VCT)の水位が増加し、VCT水位制御弁により冷却材の抽出の流れがガスストリッパーを通じてホウ酸回収系へと変更された。ストリッパーの流量が増加したことから、入口トリップ弁が閉止した。このとき、入口制御弁閉の状態でもVCT水位制御弁を操作し、ガスストリッパーへの流れを開始したことから、抽出ラインの圧力が抽出ライン逃し弁設定点に達したため、同弁からVCTへの放出が行われた。この結果、VCT逃し弁の設定点まで圧力が増加し、高レベル放射性液体廃棄物タンク(HLLWT)へ抽出水及び気体が直接に放出された。しかし、HLLWTのベントラインにおいてフランジが接続されていなかったために、希ガスが補助建屋内に放出した。放出した気体は、チャコールフィルターを通過し換気系から排気された。

VCTの水位及び圧力が回復したときに、運転員がガスストリッパーからホウ酸回

収系への冷却材の抽出を再開させた。これにより、逃し弁が閉止しHLLWTへの冷却材の放出が終息した。フランジも接続され、プラントは冷態停止状態となった。

海洋排水管からの低レベル液体廃棄物の漏れによる土壤汚染

発生日：1979年10月15日

施設：Hunterston A (GCR)

所有者：SSEB

場所：Hunterston, Ayrshire, Scotland, UK

出典：aib, aic

事故分類：施設内の汚染事故

状況

ハンターストンA発電所で、海洋に排水する前に低レベル放射性廃液を希釈するための施設に隣接した土壤が汚染していることが、新しい排水管の敷設のための浚渫作業中の1979年10月15日に発見された。地中から放射能が検出される可能性が十分あったので、この作業は管理された状態の下で行われ、作業員が汚染を受けることはなかった。汚染の拡散を防止するために、この区域に柵が設けられ隔離された。放射能のレベルは非常に低く、公衆及びサイト関係者への影響の心配はなかった。

原因

汚染は交換中の古い配管からの漏洩によるものであることが判明した。

対策

問題となった配管部分は撤去され、残った配管開口部は密閉された。汚染した土壤は取り除かれ、新しい土が敷かれた。

液体廃棄物貯蔵タンクの除染作業における廃液スラリーの流出

発生日：1979年11月 7日

施設：Hunterston A (GCR)

所有者：SSEB

場所：Hunterston, Ayrshire, Scotland, UK

出典：aid

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1979年11月7日、ハンターストンA発電所で、空の放射性液体廃棄物貯蔵タンクの上の管理区域での除染作業において、ポンプを使いこの貯蔵タンクから低レベルの放射性スラリーをスラリータンクに圧送していたが、スラリータンクのマンホールからホースがはずれ、スラリーがタンクの上蓋を伝い地面にこぼれた。この作業は、SSEBの職員による監督を受けずに、下請業者者によって行われていたもので、事故の公式報告はその日の内に行われなかった。

翌日、2回目の流出事故が起きたが、この時は所長に直ぐに報告された。こぼれた部分は、すばやく除去された。スラリーに含まれた放射能はごくわずかのものであった。管理区域外への放射能の放出は全くなく、人体の汚染もなかった。

原因

作業員が手順に従わず、タンクをつなぐホースを固定しなかったために作業の途中で外れてしまった。

対策

外注業者者に対し、承認された手順に従って作業を行うように強く指示した。

非核計装の電源喪失から冷却材約4万3千ガロンの格納容器内流出

発生日：1980年 2月26日

施設：Crystal River-3 (PWR)

所有者：Florida Power & Light Co. (FPC)

場所：Crystal River, Florida, USA

出典：aie, aif, aig, aih, aii

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1980年2月26日に、クリスタル・リバー3号機の非核計装(NNI)電圧バッファカードに地絡が発生したために、24VDC NNIの電源が一部喪失した。その結果、自動プラント制御系が影響を受け、加圧器逃し弁と加圧器スプレイ弁が誤開し、さらに総合制御系に誤信号が発信されたことから、蒸気発生器への給水流量が減少した。また、1次冷却材温度の誤信号により、制御棒の引抜きが起こり出力が上昇した。このため、加圧器逃し弁とスプレイ弁が開いていたにもかかわらず、原子炉は圧力高でトリップし、今度は圧力低下が始まった。圧力低下は、加圧器逃し弁開による冷却材の喪失と原子炉トリップによる冷却効果の結果であり、それが高圧注入系の自動起動をもたらした。冷却材ドレンタンク水位高の警報の発信後まもなく加圧器逃し弁の止弁が閉止され、またこのときには、約70%の非核計装が不作動または不正確であった。運転員は、高圧注入系を停止させるには情報が不十分であると判断した。従って、加圧器は満水状態となり、安全弁が吹き、冷却材ドレンタンクのラプチャー・ディスクが破れ格納容器内に冷却材が流出した。

事故発生から約20分後にNNIの電源が復旧し、このときのプラント条件は、冷却材の圧力は2400psig(169kg/cm²g)冷却材の出口温度は556°F(219℃)、蒸気発生器Aはドライ状態であった。

計装電源の回復後、運転員は高圧注入系の流量を絞り、また蒸気発生器Aの水位を確保した。

その後の経緯は次の通り。

- (1) 事故発生から41分後：所内職員の避難が行われた。
- (2) 1時間30分後：運転員は、通常の補給水及び抽出系により、原子炉冷却系の制御を確保した。原子炉冷却系の温度と圧力の制御が可能となり、炉心が自然循環によって冷却されたことから、高圧注入系を停止した。

事故時、1次冷却材約43,000ガロン(163m³)が格納容器内に流出し、格納容器内の放射線レベルは、事故の初期では50rem/hrに達した。これは冷却材からの放射性ガス(例えば、キセノン-138、クリプトン-89)によるものである。環境へ放出された放射能は許容値以下であり、流出した冷却材は所内で処理された。炉心の損傷もなく、公衆及び職員への影響もなかった。

原因

直接的な原因は、Bailey Control社の電圧バッファカードのナイフエッジコネクタの地絡である。同バッファカードのソケット内の配置があやまっていたことから、隣接するコネクタが曲げられ、接触していた。

対策

- (1) より信頼性のある情報を運転員に与えるためにプラントパラメータ表示用の新たな冗長チャンネルの設置。
- (2) 非核計装及び総合制御系の故障時の対応策に関する運転員の訓練の実施。
- (3) 動力駆動逃し弁及び安全弁の位置表示装置の設置。
- (4) より信頼性の高い電源を確保するための非核計装電源の改造。
- (5) IE Bulletin 79-27 に対しての非核計装電源の調査。
- (6) 加圧逃し弁及びスプレイ弁の制御回路を変更し、弁が非核計装電源の喪失時に開かないようにする。

一方、NRCの原子炉規制局は特別なタスクフォースを発足させ、その結果をNUREG-0667「バブコック&ウィルコックス社製原子炉の過渡応答」で公表した。この報告書では、過冷却条件、小口径冷却材喪失事故及び総合制御系や非核計装の故障時等の過渡事象における同社製プラントのセンシビティの検討が行われている。

1次冷却材ポンプシールの破損による冷却材1万1千ガロンの漏洩

発生日：1980年 5月10日

施設：Arkansas Nuclear One-1 (PWR)

所有者：Alabama Power Company

場所：Russellville, Arkansas, USA

出典：aij, aik, ail, aim

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状 況

1980年5月10日、アーカンソー・ニュークリア・ワン1号機が約86%出力で運転中に、1次冷却材ポンプ(RCP)シールが破損した。

当時、午前1時45分に原子炉冷却系(RCS)の漏洩率データを取っていた運転員が、補給水タンク水位のステップ状の低下を発見した。これは、RCSの冷却材の喪失を示すものであり、RCP-Cのシール計装によるとシールの破損か、または配管破損のどちらかが起きたことを示すものであった。このため出力を降下させ、35分後には冷却材の損失を減少させるためにRCSから化学及び体積制御系への流れが隔離された。62分後に、運転員は主タービン発電機をトリップさせた。毎分約5%の割合で出力降下中の冷却材漏洩率は10~20gpm(0.04~0.08m³/min)であり、冷却材の漏洩率が増加するにつれて、負荷減少率は毎分20~30%まで増加した。漏洩の生じているRCPを停止したとき漏洩率は約350gpm(1.33m³/min)の最大値まで増加した。このため、高温の冷却材が原子炉建屋床に、また格納容器雰囲気中に蒸気が多量に漏洩した。漏洩量を減少するためにRCP-Cリフトポンプを数回起動及び停止させた。主発電機が停止してから3分後に約10%出力から原子炉は手動スクラムされた。

非常用高圧注入ポンプが手動で起動され、その後停止された。RCSはシールの圧力と漏洩量を最小限とするために冷却及び減圧された。減圧中に炉心冠水タンク(CFT)からの注水を防ぐことから同タンクの放出弁を隔離するために格納容器内に入域することが必要となった。午前9時までにはRCSの冷却は完了して、崩壊熱は余熱

除去系を使用して除去され、4基全てのRCPが停止された。事象中、約64,000ガロン(243m³)の冷却材がホウ酸水貯蔵タンクからRCSに注入されたと推定された。その内の約25,000ガロン(94.8m³)がRCSの収縮のための補給として使われ、また、39,000ガロン(147.8m³)が出力降下中に回収された。

5月13日～15日に原子炉格納容器建屋の排気を行った。放射能の測定では、キセノン-133を追跡したが、その値は許容値以内であった。また、燃料の健全性及び格納容器バウングリーは損われなかった。

原因

RCPのシールパッケージを調査した結果、第3段シールの損傷が広範囲にわたっており、残りの3個所のシールにも高温度の条件を受けた形跡が発見された。ある種の過渡事象やシールの誤った設置が摩耗を促進したと考えられる。

対策

- (1) RCP 4基のシールの交換を行った。
- (2) CFT放出弁の制御を格納容器外で行えるように変更した。

低レベル放射性廃液排出配管へのF Pの混入

発生日：1980年 8月 7日

施設：Dounreay

所有者：UKAEA

場所：Dounreay, Caithness, UK

出典：ain

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1980年8月7日、ドーンレイ原子力開発研究所の定期放射線サーベイにおいて、実験室や工場から海洋放出タンクに低レベル廃液を送る埋設配管の地表で高い放射線が検知された。配管からの放射性物質の漏洩はなかったが、ドレン・カバーを取外して検査した結果、高い放射線レベルを示す個所が、配管の短い部分に限定されていることが分かった。この放射性物質は、フラッシングによって、タンクに移送された。

原因

スペクトル分析の結果、配管中の放射性物質は長期貯蔵燃料の再処理から発生した核分裂生成物（F P）であることが判明した。このF Pがどのようにして低レベル廃液放出システムに入り込んだかは明らかでない。

非管理区域の放射能汚染

発生日：1980年 8月28日

施設：Berkeley Nuclear Laboratories

所有者：CEGB

場所：Berkeley, Gloucestershire, UK

出典：aio

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1980年8月28日、パークレー原子力研究所で非管理区域の放射線サーベイを実施した時、第1実験室の入口のカーペット・タイルに汚染粒子が発見された。エネルギー・スペクトル分析の結果、照射済燃料の検査を行うしゃ蔽区域から出てきたものであると推定された。放射能レベルは低く、近くの廊下、更衣室及び施設の内に至る道路のサーベイや掃除機のチェックを行ったが、他に汚染は検出されなかった。

対策

汚染区域だけでなく、入口でもモニタリングを行うように手順書が改善された。

低レベル液体廃棄物移送管の破損による汚染水の漏洩

発生日：1980年10月

施設：AERE Harwell

所有者：UKAEA

場所：Harwell, Oxfordshire, UK

出典：aip, aiq

事故分類：施設内の汚染事故

状況

ハーウェル原子力研究所の放射線化学実験室の拡張工事の準備のために、低レベル廃液を実験室から貯蔵タンクに移送するために使用されているダクトと配管の検査を行ったところ、1980年10月、配管とダクトのアスファルトライニングが著しく破損しており、コンクリート製のダクトにも亀裂が入っているのが発見された。このため、ダクトの一部が汚染しており、回りの土壌にも放射能が漏れていた。土壌サンプルの測定の結果、汚染のレベルは極めて低いことが判明した。

他の放射性廃液排出系の配管についても調査が行われた。その結果、いくつかの配管に同様の破損が発見された。残りの調査活動と定期的な除染作業が優先的に行われ、調査が終了するまで、研究所の全ての施設の放射性廃液排出系の使用が禁止された。そして、その調査の結果、土壌の汚染レベルは極めて低く（検出限界程度）、作業員及び公衆に放射能の危険はないことが確認された。

対策

- (1) サイトで発生する放射性廃液の量と種類及びその最適な処分方法についての検討が行われた。
- (2) 大規模な修復作業が実施された。

ファンクーラからのサービス水の格納容器内流出

発生日：1980年10月17日
施設：Indian Point-2 (PWR)
所有者：Commonwealth Edison Company
場所：Buchanan, New York, USA
出典：air, ais, ait, aiu, aiv
事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1980年10月17日、作動不良の出力領域核計装を修理するため格納容器への立入りが行われたところ、格納容器床、格納容器サンプ及び原子炉容器下キャビティに、大量の水が発見された（図-1参照）。貯っていた水の量は、（後に）約125,000ガロン（473m³）であることが判った。この水はサービス水配管と格納容器ファン冷却ユニットからのサービス水の漏洩によるものであることが判明した。

浸水が直接、出力領域核計装の故障をひき起し、その修理が格納容器建屋への立入りの、そもその理由となった。浸水の結果、原子炉容器下のキャビティはほとんど満水となり、その結果、原子炉容器の下部9フィート（2.7m）が濡れ、原子炉容器下部にあった計装シンプルが水につかった。事象の直接的被害は大したものではないが、格納容器内に大量の水が貯ったことと、原子炉容器が水につかったことは大きな安全上の問題を提起した。これまでの評価の結果、原子炉容器または原子炉キャビティ内のその他のコンポーネントに損傷は見つからなかったが、格納容器内に水が貯っていることを検出出来ないままに運転を続けていたことは、安全性を損なうものであった。

原因

この事象は次の条件の組み合わせにより起きたものである。

- (1) 格納容器ファン冷却ユニットから格納容器床へのサービス水の漏洩。これらの冷却器からの漏洩は、川からの流入により検知できなかった。

- (2) 2基の格納容器サンプポンプの故障。
- (3) 格納容器サンプ水位表示計が水位の上昇を示さなかった。
- (4) サンプのオーバーフローを示す高水位警報がなかった。
- (5) 格納容器雰囲気湿度計が湿度の上昇を示さなかった。
- (6) 原子炉キャビティ内の水中ポンプは、格納容器サンプに水を汲み上げることになっているために、同事象では有効でなかった。
- (7) 原子炉キャビティ内には水位計がなかった。

NRCの調査により、Commonwealth Edison社の管理システムの欠陥が指摘された。同会社の原因の識別及び修復、定期的な格納容器点検、格納容器からの水除去システムの作動性の確認を行うための適切な管理を怠ったことが浸水を引き起こした。また、同社は事象発見後にプラント運転を再開した時に起こり得る影響について適切な評価をしないまま、10月20日に再起動している。

対 策

(Commonwealth Edison社)

- (1) 制御室に、格納容器サンプの水位上昇を示す警報器をつける。
- (2) 制御室に、キャビティ内ポンプ作動を示す警報器をつける。
- (3) サービス水の漏洩部を修理する。
- (4) 格納容器サンプポンプ制御用フロートを改良する。
- (5) 格納容器サンプ水位計を修理する。

(NRC)

1980年11月21日付のIE Bulletin No.80-24を運転中プラントを所有する電力会社に発行し、特別な短期対策を実施すること及びNRCへの情報の提供を命じた。

4.6-62

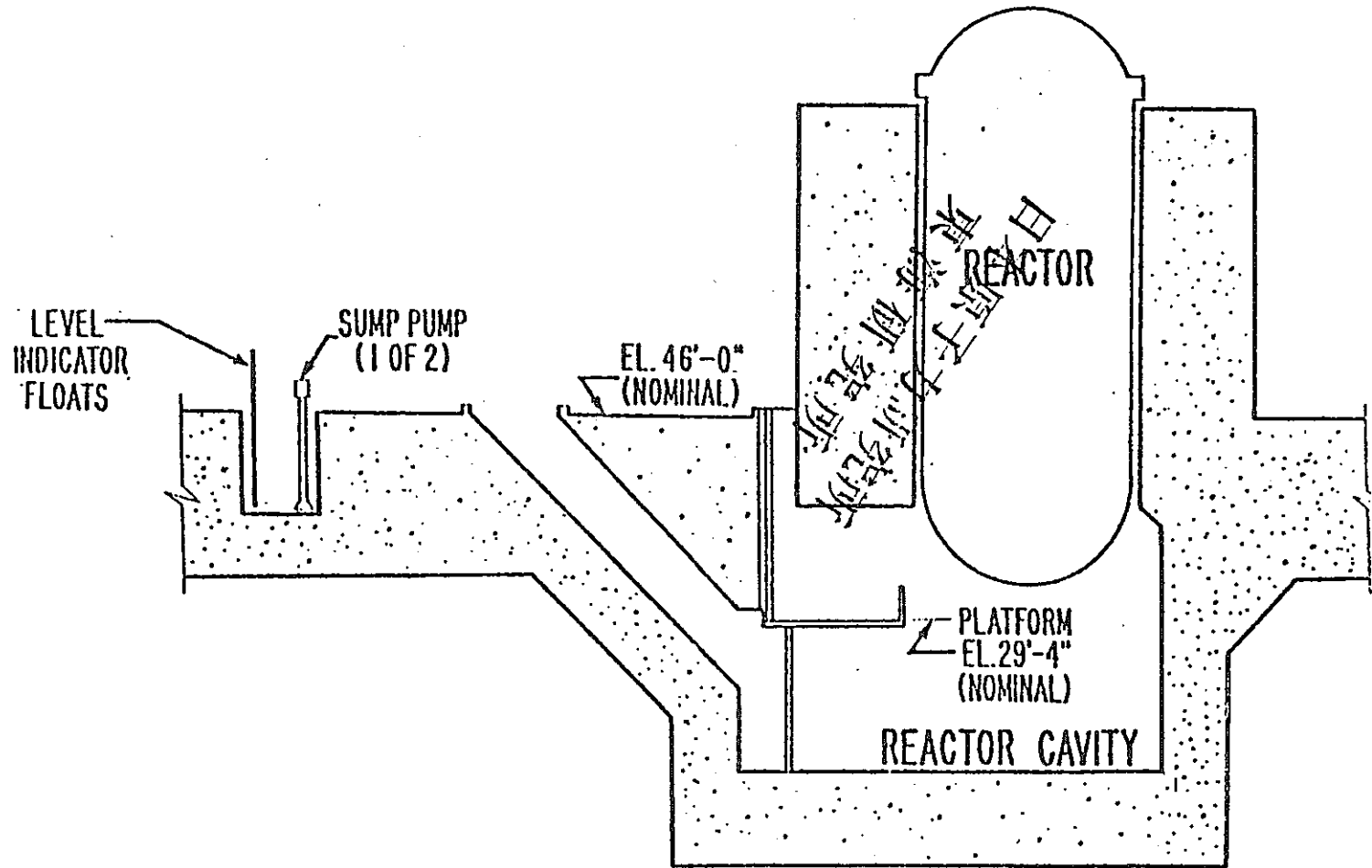


图-1

セシウム同位体による土壌汚染

発生日：1981年 1月

施設：Berkeley (GCR)

所有者：CEGB

場所：Berkeley, Gloucestershire, UK

出典：aix

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1981年1月にパークレー発電所で、放射性廃液放出管の新規敷設に続き、使用が廃止された配管の撤去作業が開始された。この作業中、撤去される古い配管の一部で、配管の回りの土壌が、配管の接合部からの漏洩により汚染されていることがわかった。汚染核種は主にセシウム同位体であった。約25m³の土壌が鋼製ドラムに詰められ、放射性廃棄物として処分された。放射能レベルが低いため、作業員及び公衆に影響はなかった。残りの配管の撤去作業は、さらに別の汚染箇所が発見されることを考慮して、放射線管理下で行われた。

放射性廃液の建屋外への漏洩

発生日：1981年 2月10日

施設：Oyster Creek (BWR)

所有者：GPU Nuclear Corporation

場所：Ocean County, New Jersey, USA

出典：aiy

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1981年2月10日、午前3時頃、オイスター・クリーク発電所の新放射性廃棄物建屋の化学廃液タンク周囲のエリアで、パイプチェイスから水が漏洩しているのが発見された。その水位は、3フィート(91cm)であった。これは、夜間にタンク水位が上昇し、オーバーフローしたことによるものであった。また計装も故障していた。タンクへの水の流入源はこの時点では判明していない。

午前8時頃にはタンク室の境界を構成している外側建屋壁から水が浸み出し、その浸み出した量は、約10ガロン(37.9ℓ)未満と推定される。漏洩範囲は、管理区域内であり、壁の近くのエリアは漏洩水を回収するためにハーキュライト(herculite)でおおわれた。

GPU Nuclear社は漏洩水60,000ガロン(約227m³)の処理計画を作成中であり、また発生源を調査中である。放射線防護スタッフは、放出量及び浮遊放射性物質による職員の被曝の調査を継続している。採取された漏洩水のグロスのβ線源の放射能濃度は、0.0032μCi/cl(主にCo-60)であり、所外への放出はなかった。

格納容器スプレイ系の誤動作による冷却材の格納容器内流出

発生日：1981年 2月11日

施設：Sequoyah-1 (PWR)

所有者：Tennessee Valley Authority

場所：Daisy, Tennessee, USA

出典：aiz, aja, ajb

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1981年2月11日、セコイヤ1号機は冷態停止中であり1次系圧力310psig (21.8kg/cm²g)温度175°F(79℃)であった。2基の1次冷却材ポンプ(RCP)は作動中であり、余熱除去系A系統が稼動し崩壊熱を除去していた。また、充填ポンプAが作動中であり、RCPのシール水を供給していた。運転員は余熱除去系からの格納容器スプレイ弁閉の確認を補助運転員に指示した。しかし、この補助運転員はその連絡を誤解しスプレイ系の電動弁を開いてしまった。

制御室では冷態停止中で多くの弁が通常と異なる状態にあり、関連する表示灯が点灯していたためスプレイ系の弁の開に気付くのが35分間遅れた。また、最初に状態の変化した弁に対して、アラームが鳴る設計であるため、アラームも鳴らなかった。

この結果、加圧器水位及び1次系圧力が急激に減少した。制御室の運転員は冷却材喪失に対応して2基のRCPを停止し燃料取替用水タンクからの余熱除去系ポンプ吸込弁を開いた。水位は炉心上部に維持されていたと考えられる。加圧器水位は、補給水の注入が喪失流量をカバーするまでの10分間減少を続けた。スプレイ弁の開により燃料取替用水タンクから65,000ガロン(246m³)、1次系から40,000ガロン(151m³)の水が格納容器内にスプレイされた。

スプレイ系の弁が閉じられたのは、補助運転員が制御室に戻り作業報告をして間もなくであった。事象発生時、格納容器内には13名の作業員がいたが無事脱出した。全員スプレイ水を被り、8名がシャワーでの除染が必要となった。

原子炉建屋排気モニターによると、放射性物質の放出量はTech. Spec. (技術仕様書) で定められたNRC (原子力規制委員会) 許容値の1%未満であった。同事象により影響を被った機器は、格納容器建屋内のものだけであった。スプレイの開始時に格納容器換気系は隔離され、水分による排気フィルターへの損傷がないことが確認されるまで作動を停止していた。

2月13日に格納容器から補助建屋への流出水の汲み上げが行われた。

原因

一次原因は、運転員と補助運転員との間の口頭での指示が徹底していなかったことである。また、補助運転員も作業に関して十分な知識をもっていなかった。

対策

当直組織及び運営管理面の改善が行われた。また、同事象の結果として、次のことが検討された。

- (1) 弁試験後スプレイヘッドへの漏洩のないことを確認するために電動スプレイ弁を手動にて閉とする必要性。
- (2) 加圧器水位回復中に変動の生じる熱除去系ポンプ吸込み逆止弁の一時閉止。
- (3) 運転員管理の向上のために補助運転員と当直長の訓練の改善の必要性。

弁パッキンからの冷却材17.5万ガロンの漏洩

発生期日：1981年 3月21日

施設：Browns Ferry-3 (BWR)

所有者：Tennessee Valley Authority

場所：Decatur, Alabama, USA

出典：ajc

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1981年5月21日、通常運転中、運転員は格納容器内の圧力の増加に気づき、その後間もなく、格納容器建屋のサンプの水量の増加から、原子炉系の漏洩を発見した。漏洩率は、サンプの水位の上昇から21.5gpm(81.4ℓ/分)であった。5月22日、原子炉出力を漏洩の調査のために40%に降下させた。そして、さらに漏洩が続いていることから運転を停止した。冷温停止状態では漏洩率は7gpm(26.5ℓ/分)まで低下した。

格納容器のパーズ後、保修員が入域し、漏洩箇所は28インチのゲート弁のパッキンであることをつきとめた。差圧が大きいため、パッキンの一部が外れていた。保修員は、漏洩を止め弁棒を調整しパッキンを交換した。

平均漏洩率は約10gpm(37.9ℓ/分)であったが、系外への漏洩量は約17,500ガロン(66.3m³)であった。格納容器サンプに回収された漏洩水は、モニター後、放射性廃棄物処理系に移送され、脱塩されて同系に戻された。

漏洩により格納容器内にはわずかな放射性ガス(主にキセノン-133,135)も充満したが、格納容器の排気処理後に排気筒から放出された。この時の放出物の放射能の測定値は、原子力規制委員会(NRC)及び環境保護庁(EPA)の許容値以下であった。

アメリカシウム-241を含む液体廃棄物の流出

発生日：1981年 7月21日

施設：AERE Harwell

所有者：UKAEA

場所：Harwell, Oxfordshire, UK

出典：ajd

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1981年7月21日、アメリカシウム-241を含む放射性溶液がハーウェル原子力研究所の第1放射線化学施設の実験室で漏洩するという事故があった。この事故は、放射性廃液処理施設での処分のために、同放射性廃液を廃棄物コンテナへ移送中に起きた。含まれている放射性物質は微量であり、管理区域外への漏洩はなく、空気中への飛散もなかった。事故が起きた時、3名の作業員が近くで作業をしていたが、保護服と呼吸保護装置を装備していた。検査の結果、放射性物質の吸入は認められなかった。

原因

作業員が、作業の指示を求めず、不適切な移送方法で作業を行ったため。

対策

- (1) 実験室で放射性廃液を取扱うための手順と技術を向上させるための措置が講じられた。
- (2) 作業の開始に先立って、廃液を放射性廃液処理施設に移送するルートの実験室を確認する措置が講じられた。

作業員2名が手と作業服を汚染

発生日：1981年 8月20日

施設：Dounreay

所有者：UKAEA

場所：Dounreay, Caithness, UK

出典：aje

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1981年8月20日、ドーンレイ原子力開発研究所で作業員2名の手と作業服（カバーオールズ）に少量の汚染が発見された。2名の作業員は、再処理区域のプラントの1つに非放射性液体を移送する設備の保修作業を行った後、汚染チェックをしたところ、汚染が発見されたもの。2名は直ちに除染され、汚染源がわかるまでその区域の立入りは禁止された。

2名の作業員には、この汚染による被曝は認められなかった。

原因

逆止弁の故障により、工場から放射性液体が逆流したため。

対策

- (1) 汚染を生じた移送設備には、逆流防止のためのサイホン・ブレーカーが取り付けられた。
- (2) 再処理区域の他の同様な設備についても検査が行われ、必要な改造が実施された。

セシウム137による管理区域外の道路表面の汚染

発生日：1981年 9月15日

施設：Trawsfynydd (GCR)

所有者：CEGB

場所：Merionethshire, Walse, UK

出典：ajf, ajg

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1981年9月15日、トROWSFYニッド発電所管理区域フェンス内の定期地表モニタリングによって、局所的な汚染が発見された。この汚染は管理区域の外側の道路の砂利の上にも広がっていた。主にセシウム-137から成るこの汚染は地面に深く浸透していたため、その区域は隔離された。汚染した土壌は地面から取り除かれ、密封バッグに詰められて、BNFLのドリッグサイトに送られ処分された。尚、この事故による人の汚染はなかった。

原因

汚染水が、フレキシブル・パイプから管理区域フェンスの下にこぼれたため、地表が汚染された。このパイプは放射性液体を扱うこともあり、その時に汚染したと思われる。

対策

- (1) パイプを片づける時、残った水を完全に排除し、フェンスから離して巻き取っておくことが指示された。
- (2) この作業を規定する指導書が修正され、汚染の可能性のある機器を取扱う際には、特に注意を払う必要があることが付記された。

蒸気発生器細管破損による原子炉スクラムと放射能の環境への放出

発生日：1982年 1月25日

施設：Ginna (PWR)

所有者：Rochester Gas & Electric Co.

場所：Ontario, New York, USA

出典：ajh, aji, aji

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象、環境の汚染事故、被曝事故

状況

1982年1月25日午前9時25分、ギネー発電所は100%出力で運転中であったが、1次系から2次系への漏洩の前兆もなしに原子炉冷却系(RCS)圧力の急低下を示す制御室警報が鳴った。空気エジェクター放射線モニター警報により、B蒸気発生器細管に破損が生じたことがわかった。運転員は、手でタービン出力の降下及び運転中の充填ポンプの基数を増し、またその回転数を増加させた。9時28分にRCSの継続的な圧力降下により、自動原子炉トリップ及び自動安全注入が起きた。そして、自動格納容器隔離及び充填ポンプの自動トリップと続き、全ての安全系は要求通りに機能した。2基の1次冷却材ポンプも手でトリップされた。加圧器は空になり、RCS圧力は約1200psig (84.4kg/cm²)まで低下した(図-1参照)。

当初、運転員は冷却手段として蒸気発生器で生じた蒸気を主復水器に送っていた。9時40分には、B蒸気発生器及び給水が隔離されたが細管の破損による漏洩のため、水位は上昇を続けた。9時55分には、蒸気発生器の狭範囲水位計がオフスケールとなり、蒸気ラインに流出し始めた。

9時57分には、格納容器隔離がリセットされ、格納容器内の空気作動弁の制御が回復した。10時17分、運転員は、漏洩を防ぐため加圧器逃し弁(PORV)を開け、RCS圧力とB蒸気発生器圧力とを同一にしようと試みた。4回目のPORVの操作のときに同弁が開固着してしまい、PORVからの冷却材の喪失を防ぐために加圧器止弁を閉止した。これら一連の操作中、圧力容器の上部ヘッドとB蒸気発生器細

管上端に気泡が発生し、これを除去し原子炉を冷却するために安全注入が開始された。この結果、加圧器が急速に滴水状態となったことから、B蒸気発生器の安全弁が3回開閉をくり返した。この開閉を防止するために10時38分に安全注入が停止された。10時40分、復水貯蔵タンク等の放射能汚染を防止するために復水系が停止された。当初の汚染はB蒸気発生器から復水器への蒸気のダンプによるものであった。プラントの冷却を継続するために運転員はA蒸気発生器のPORVを開け、大気開放を行った。10時52分、抽出配管安全弁の吹き出し及び加圧器のPORVの開操作により、加圧器放出タンクのラプチャディスクが破損した。

11時7分にはRCSの圧力が低下し、安全注入ポンプが起動し、B蒸気発生器安全弁が開閉した。やがて加圧器水位が測定範囲内に入り、12時25分頃にB蒸気発生器安全弁からの漏洩が停止し、12時27分にはRCSとB蒸気発生器圧力が同一となった。その後運転員は、RCS圧力をB蒸気発生器より約25psig(1.76 kg/cm²g)低く保ったため、RCSへの逆流が生じた。午後6時40分からは補助給水系を間欠的に用いてB蒸気発生器へ給水(Feed and Bleed)することにより、同蒸気発生器は冷却された。1月26日午前7時には、余熱除去が運転され、午後6時53分に事象は終息した。

破損による最大漏洩率は、約760gpm(2.9m³/min)、またB蒸気発生器からの蒸気及び水の漏洩量は約117,000ポンド(52.7トン)と推定された。約90Ciの希ガスが大部分蒸気ジェット空気エジェクタから放出され、また安全弁からは、ヨウ素-131相当で0.4Ci(ヨウ素同位体全てでは約5Ci)及びコバルト等が1.3Ci放出されたと推測された。

事象中の所外への放射能の放出量は、非制限区域の許容値の25%未満であると推定された。また、数人の職員が被曝を受け、その個人の事象中の最大職業被曝線量は240mremであった(10 CFR 20によると3カ月間の放射線作業者の許容被曝線量は1250mrem)。

原因

事象後の調査によると、1975年から行われてきた蒸気発生器の改造の際にそのダウンコマ内の管板に落とされた異物により細管が破損し、その破損した細管(盲栓

されて使用されていなかった)が、隣接の細管に当たり破損が生じたものである。破損口の位置は管板上から5インチ(12.7cm)のところ、長さ約4インチ(10.2cm)、幅約0.7インチ(1.8cm)であり、形状は魚の口のような形をしていた。

対 策

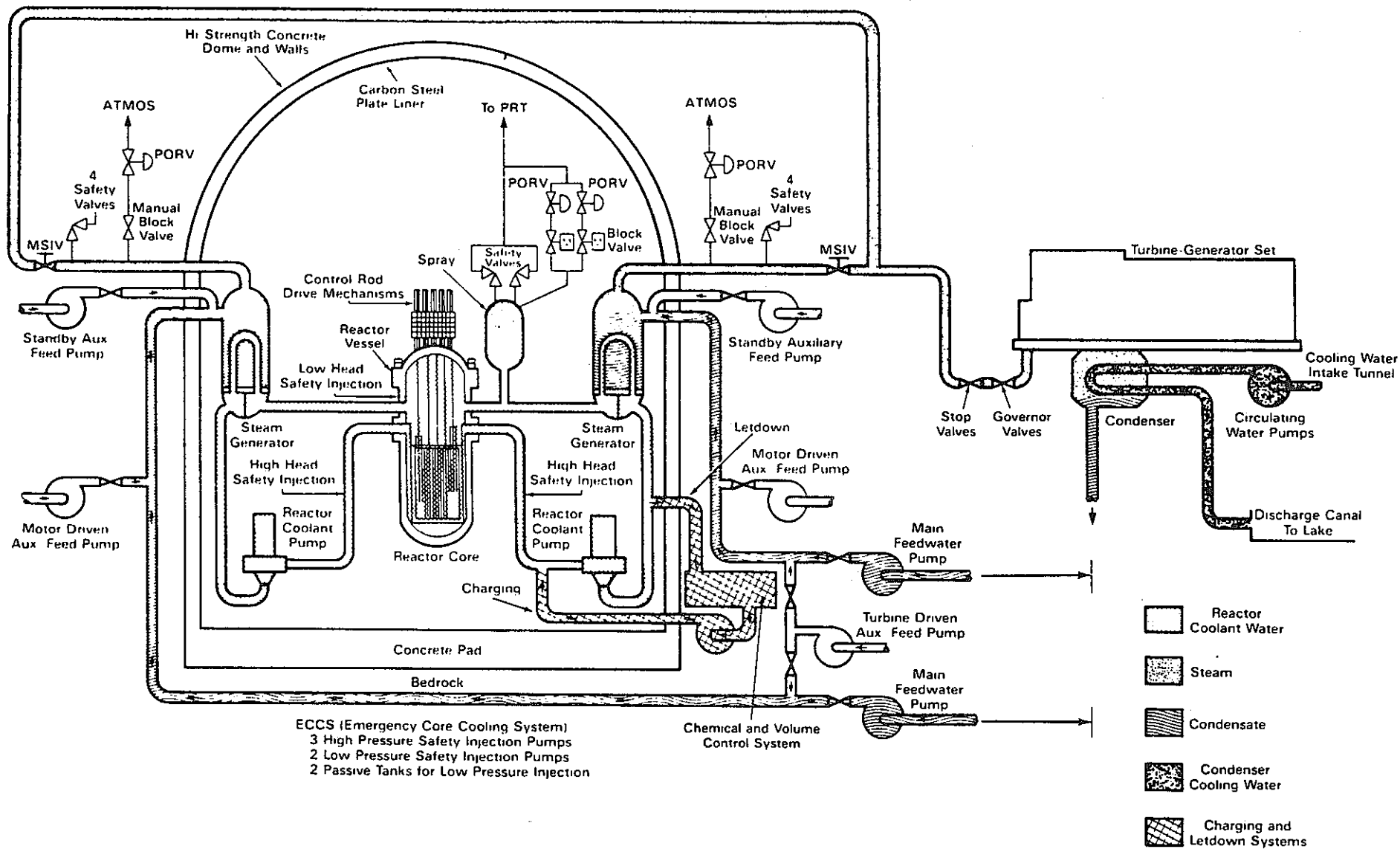
(Rochester Gas & Electric社)

- (1) 事象後の調査の結果、機器及び手順書の欠陥を改善するための多くの改善策を見出した。具体的には、機器においては原子炉冷却系の広範囲な圧力計装、抽出系及び加圧器PORV空気制御系の変更を行った。また、手順書については、作業基準、作業時期を明示した。
- (2) 蒸気発生器評価プログラムでは、広範囲な渦流探傷検査、ファイバーオプティクス、及び2次側のビデオや目視検査を行い、欠陥を検出した。
- (3) 損傷分析プログラムでは、破損した細管サンプルの冶金学的分析を行い破損メカニズムを究明した。
- (4) 修理では、破損した細管の盲栓の実施及び異物の除去を行った。
- (5) 蒸気発生器にルースパーツモニターを設置した。

(NRC)

同事象の評価結果を1982年4月 NUREG-0909 として発表し、また運転再開に関するNRCの安全評価報告書は NUREG-0916 として公表した。

4.6-74



放射性腐食沈澱物の排出による格納容器内の汚染

発生期日：1982年 3月21日

施設：AERE Harwell

所有者：UKAEA

場所：Harwell, Oxfordshire, UK

出典：ajk

事故分類：施設内の汚染事故、被曝事故

状 況

1982年3月21日、ハーウェル原子力研究所のPluto材料試験炉の照射管に新しいリグを挿入したところ、照射管から格納容器に多量の放射性物質が排出された。これによる格納容器内の表面汚染は広範なものであり、放射性物質が排出された地点の近くの床では、特に高いレベルの汚染が検出された。しかし、空気中の放射能濃度は低かったため、リグの挿入に従事していた従業員2名は、有意な量の放射性物質を摂取していなかった。また、外部被曝も無視できる程度であった。格納容器の外へ汚染が拡大することを防ぐ措置が取られた。

原 因

新しいリグを挿入した時のピストン作用によって、放射性腐食沈澱物が管壁から押し出され、原子炉の外に空気と共に排出された。運転中、管内のガスは大気圧以下に保たれていたが、リグの挿入によって圧力が上昇し、大気圧以上の圧力になったため、管内の放射性物質が外部へ排出された。

対 策

事故の再発を防止する措置が講じられ、放射性物質の密封機構が改良された。

天然ウラン硝酸溶液の漏洩

発生日：1982年 5月11日

施設：Dounreay

所有者：UKAEA

場所：Dounreay, Caithness, UK

出典：ajl

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1982年5月11日、ドーンレイ原子力開発研究所の材料試験炉燃料再処理プラントの管理区域に貯蔵されていたドラムのネック部から多量の低レベル天然ウラン硝酸溶液が漏洩した。この場所には、同溶液のドラム以外のものも貯蔵されていた。漏洩した液体は建屋のドアの下からしみ出て、外側の非管理区域にまで流れ出た。その区域は直ちに除染された。含まれていた放射性物質の合計量は極めて少なく、この漏洩事故の結果、汚染した者はいなかった。

原因

ドラムの栓部の材質が酸性液の貯蔵に不適切であったため、腐食が生じたもの。

対策

他のドラム全てについて、漏洩のないことが確認され、腐食している栓部は耐食性のある材料に換えられた。

4 m³の1次冷却材が格納容器外に漏洩

発生日：1982年 8月13日

施設：Gravelines B-4 (PWR)

所有者：EDF

場所：Gravelines, Nord, France

出典：ajm

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1982年8月13日、グラブリーヌB-4号機で、1次冷却系No.2（蒸気発生器の上流）のサンプリング配管のバルブ(REN 104 VP)の漏洩を修理するための準備中、格納容器外に設置されていた流量計（ガラス窓付）が破裂し、1次系の蒸気が漏洩した。合計4 m³の1次冷却材が2.5 m³/hrの流量で建屋内に流出した。

事故が起きた時、原子炉は45%出力運転中であった。バルブ修理に先立って、サンプリング配管を減圧、排出するため、サンプリング配管に設置されているバルブは以下のような開閉状態にされた（図-1参照）。

- ・ REN 102 VP : 閉（自動）
- ・ REN 202 VP : 閉
- ・ REN 702 VP : 開
- ・ REN 249 VP : 開
- ・ REN 104 VP : 閉

修理を行うバルブ(REN 104 VP)の上流に位置する自動バルブ(REN 102 VP)が「閉」である確認は制御室の指示計で行われたが、実際は「開」であり、系の圧力は、REN 104 VPまで達していた。このため、技術者がREN 104 VPを開いた瞬間、排出配管の流量計（RPE 209 IC）のガラス窓が破裂し、水蒸気が放出された。技術者が、運転中の

原子炉の格納容器の中に入り、REN 102 VPを手動で閉じて、漏洩を止めた。

1 時冷却材の放射能レベルは低かったため、作業員の被曝は許容線量率以下であった。また、漏洩が検知された時、ヨウ素除去のために、直ちに建屋の換気設備が起動された。

原因

- (1) 制御室のバルブリミットスイッチが正しい表示をしていなかった。
- (2) REN 102 VP「閉」の確認を制御室だけで行い、実際に格納容器に入って、REN 102 VPを手動で閉じなかった。
- (3) REN 102 VPの上流のRCP 625 VPが閉じられておらず、高温・高圧下での修理作業は、上流を2重隔離して行うという運転規則が守られていなかった。
- (4) 使用されていたガラス窓付流量計は高温・高圧下での安全性に劣っていた。

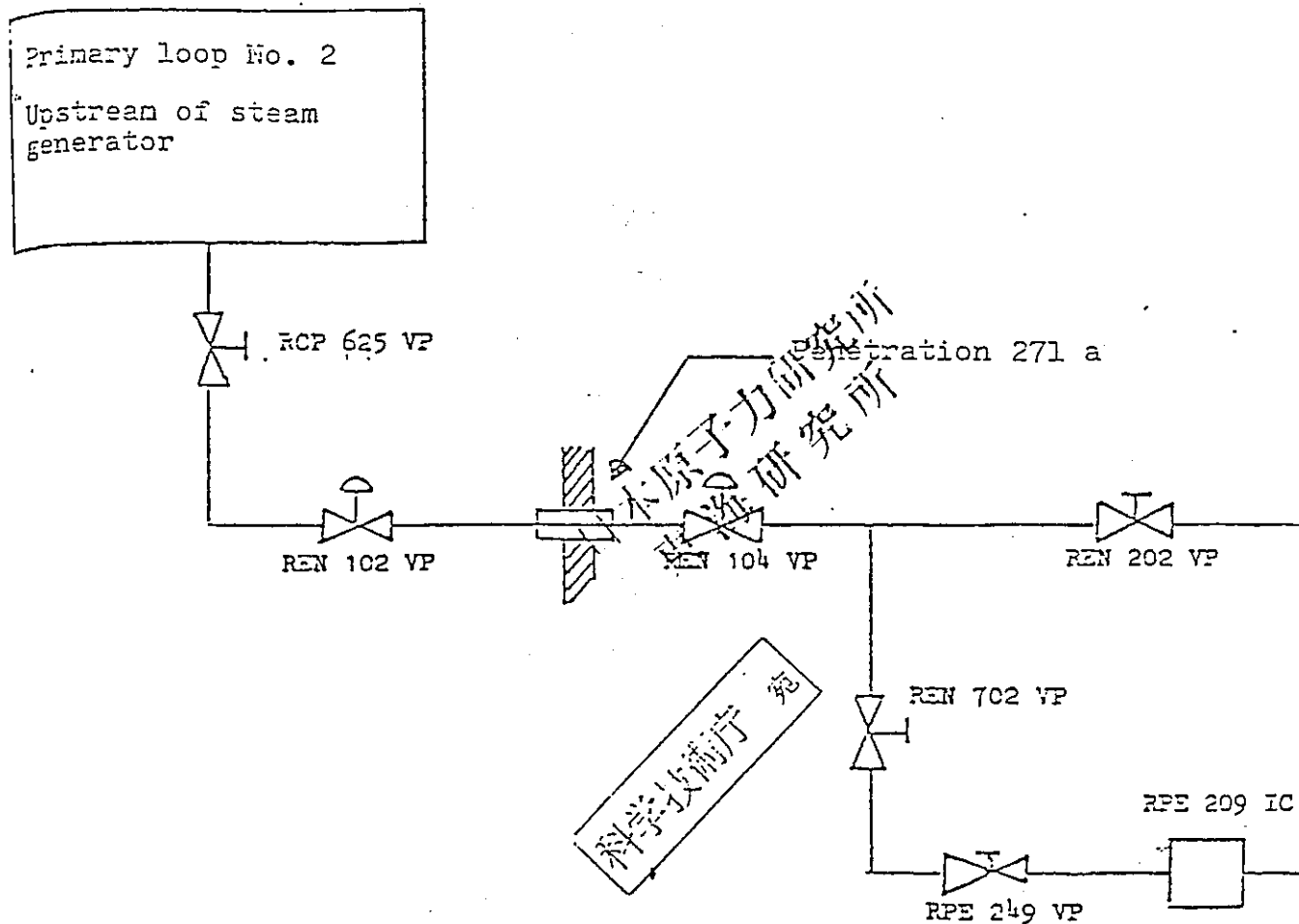


图-1

気体廃棄物系からの放射能放出と作業員の汚染

発生日：1982年10月26日

施設：Zion (PWR)

所有者：Commonwealth Edison Company

場所：Zion, Illinois, USA

出典：ajp

事故分類：施設内の汚染事故、被曝事故、環境の汚染事故

状況

1982年10月5日より、ザイオン発電所で、気体放射性廃棄物系からの漏洩により計画外の少量の放射性ガスの放出が起きた。そして10月26日には、放射性気体廃棄物ヘッダーの漏洩箇所を発見するために弁操作を行っていたところ、大量の放出が起きた。最大放出率は、Tech. Spec. 許容値の約35%であり、また約50名の職員が短半減期の希ガス浮遊物の汚染を受けた。

わずかな漏洩が放射性気体廃棄物系で発生していたことから同系の圧力バランスのチェックを10月24日から始めた。漏洩箇所を見出すために10月25日に体積制御タンクの高放射能ガスヘッダー隔離弁を開け、特定の高放射能ガスがヘッダーに入りこむようにした。これによりヘッダー内の放射能が増加すれば漏洩機器を容易に判断できると信じていた。数日間にわたって漏洩箇所を調査するため放射性気体廃棄物系の機器を操作した。この間(10月25～27日)に計画外の放出物の放出率が変化し、10月26日午後2時頃には最大放出率約 $2 \times 10^4 \mu\text{Ci}/\text{sec}$ (Tech. Spec. の瞬時放出率の許容値の33%) を記録した。

原因

10月26日の午後1～4時の間には、補助建屋内において放射性希ガス濃度が容易に検知できるレベルにまで増加した。調査によると、その原因は次の通り。

- (1) 補助建屋給気ファンの加熱コイルの交換のためにファンが作動していなかった。

そのために、排気ファンも建屋の圧力バランスを維持できるほど十分な排気を行うことができなかった。希ガスの一部は明らかに建屋内に拡散していた。

- (2) 2号機パージ室にある2号機格納容器パージファン及び制御室換気吸入ダンプは、修理のために取外されていた。また、その関連するダクトも閉止されていなかった。パージ室の圧力が2号機のベント圧力に対し負圧となったため、放射性的希ガスがベントからパージ室に吸いこまれた。そして吸入口ダンプが設置されていなかったため、希ガスは制御室換気系に侵入した。この間、放射性的希ガス及び短半減期の浮遊物によって数人の職員の衣服が一時的に汚染された。放射能は、2～3分で拡散及び減衰した。浮遊物による重大な内部または外部被曝はなかった。

試験期間中に、2基の逆止弁が特別の運転条件のもとでは漏洩の生じることが発見された。これらの逆止弁は隔離され、計画外の放出は終息した。弁は交換された。

燃料棒の損傷

発生日：1983年 1月15日

施設：Farley-1 (PWR)

所有者：Alabama Power Company

場所：Dothan, Alabama, USA

出典：afo, afp

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1983年1月15日に4回目の燃料交換を開始したが、燃料交換中に冷却材中のヨウ素の放射能濃度がTech. Spec. 許容値の約45%まで次第に増加したことから燃料被覆管が破損を受けていることが明らかとなった。目視検査により燃料集合体の損傷が1月29日に報告された。

目視検査では、11体の燃料集合体内の燃料ピンの損傷が明らかとなり、さらにシッピング検査では、他の4体の燃料集合体の漏洩も確認された。損傷した燃料からの破片すなわち燃料棒の3フィート(91cm)の破片1個、その他の小片及び30~50個の燃料ペレットが原子炉容器から回収された。

また、燃料交換後の起動準備中、蒸気発生器(SG)1Cへのホットレグ側で異常音を検知した。調査では、SGの1次側に制御棒案内管の支持ピンの破片が発見された。しかし、SG細管への損傷はなく、破片は除去された。放射能レベルまたは放射性物質の放出は許容値を超えることはなく、燃料の損傷による公衆の健康及び安全への影響は最小限のものであった。

原因

燃料被覆管の破損は、炉心を取りまくバッフルのジョイントを流れるジェット水流で生じた振動によって起きた。ジェット水流はバッフルの外側の冷却材の下方の流れと内側の上方の流れによりバッフル・ジョイントで生じる差圧によるものである。そ

して、炉心の周辺部にある燃料棒の振動により、被覆管が破損した。

第3回目の燃料交換中に、バッフルのコーナージョイントがその間隙を縮めるためにたたかれたが、これが問題をさらに悪化させた。

対 策

- (1) 差圧を減少させるために、バッフルの外側の冷却材の下方の流れを上向きの流れとする設計変更を実施した。
- (2) 運転再開前に安全性評価を実施した。
- (3) 15体の損傷した燃料集合体を交換した。

CO₂供給系からのCO₂漏洩

発生日：1983年 2月13日

施設：Wylfa-2 (GCR)

所有者：CEGB

場所：Anglesey, Wales, UK

出典：ajo

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1983年2月13日午後11時35分、ウィルファ発電所のCO₂供給系の主配管が破裂し、CO₂が漏洩した。この時、2号機は運転中で、1号機は燃料装置保守のため停止中であった。午後11時55分には、主配管の下流と上流のバルブが閉じられた。

約20トンのCO₂供給ガスが漏洩し、2号機内のCO₂冷却ガス8トンも逆流して漏洩した。冷却材ガス圧力も20分間に13psig(0.91kg/cm²g)減少した。配管の破裂による負傷者はいなかったが、破裂した6インチ配管には450mmの亀裂が生じた。亀裂部には汚染が認められず、放射能の放出も通常の放出量に比べ、極く少量であった。

東側配管は、検査の結果、健全であることがわかったが、事故の起きた西側配管は、全ての足場を撤去して検査した結果、配管外面に腐食が発見された。また、液体CO₂流出防止装置が取り付けられていたが、機能しなかった。

原因

トレンチの保護足場の下に雨水が溜り、これによって配管外面が腐食し、減肉を生じ、配管の許容圧力が下がったため。

対策

- (1) 原子炉建屋とCO₂プラント建屋の間の西側供給配管が取換えられた。

- (2) CO₂プラントと東側配管を含めた配管系全体についての検査が、継続して行われる。
- (3) CO₂流出防止装置及び逆流に関して評価が行われ、勧告が出される。
- (4) 部外トレンチのCO₂貯蔵、供給、分配及び補助配管の健全性が評価される。
- (5) 腐食を受けやすい保温材を施した配管、タンク等の故障が及ぼす安全上の重要性について評価が行われ、検査が早急に実施される。
- (6) 検査手順が審査される。

29トンの重水が施設内に漏洩

発生日：1983年 3月10日

施設：Bruce A-4 (CANDU)

所有者：Ontario Hydro

場所：Tiverton, Ontario, Canada

出典：ajp

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

ブルース A-4 発電所では 1983 年 3 月 9 日の事故で低圧給水配管が破損し、重水漏洩警報が発せられたが、これはすぐに解除された。次に Class-IV の電源が喪失し、非常用照明も喪失した。約 5 時間後（3 月 10 日 4 時）、一次熱輸送系（PHTS）圧は 2 MPa (20.4 kg/cm²) まで減圧し、ブースターピットと重水回収タンク内の漏洩検地器が警報を発した。この時点では、回収タンクの重水漏洩はエンドフィッティングの漏洩によるものと考えられた。2 時間後に PHTS は 35℃ まで冷却され、エンドフィッティングの修理が開始された。この時までに約 8 トンの重水が漏洩していた。エンドフィッティングは簡単に修理されたが、PHTS の重水漏洩率は変わらなかったため、PHTS は午後 1 時までに大気圧まで減圧された。この時までの重水漏洩量は約 11 トンであった。その後、ボールド (Vault) の最初の目視検査では漏洩箇所は確認できなかったが、幾つかのエンドフィッティングが漏洩していると考えられた。

午後 2 時 45 分に PHT 主ポンプの起動に備えて、PHTS は 9 MPa (91.8 kg/cm²) まで再加圧された。午後 5 時にボールドを再検査したところ、逃し弁 (RV18) のベント配管から重水が漏洩しているのが確認された。PHTS は再び減圧され、PHTS への元弁が閉じられ漏洩が止まった。重水の漏洩量は合計約 29 トンであった。また、原子炉ボールド内のトリチウムの気中濃度は最大許容濃度 (10 μCi/m³) の 3700 倍に達した。

原因

- (1) PHT逃し弁(RV18)からの漏洩の発見が、過渡変化時であったために遅れた。
- (2) RV18は300kPa(3kg/cm²)で開いたままとなっていたが、この原因は不明である。

対策

- (1) 弁の開閉を検知・確認するための方法を検討する。
- (2) RV18が開いたままとなった原因を引き続き調査し、対策を講ずる。

1次熱移送ポンプの故障から重水2.7トンが施設内に漏洩

発生日：1983年 4月11日

施設：Bruce A-1 (CANDU)

所有者：Ontario Hydro

場所：Tiverton, Ontario, Canada

出典：ajq

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1983年4月11日、ブルースA-1号機が92%出力で運転中、1次熱移送(PHT)ポンプのモータが故障によりトリップし、原子炉出力は42%に落ちた。PHT圧力は8.8MPa(81.6kg/cm²)以下に下がり、ボイラー(蒸気発生器)の水位も低下した。

その後、原子炉出力は一旦55%まで上げられたが、16時24分には「ボイラー水位低」により、原子炉出力は5%まで下がった。続いて制御室内で重水漏洩を示す警報が発せられたが、同時に多数の警報が発せられていたため、この警報は見過ごされてしまった。

ボイラー水位は手動で調整され、上昇を開始した。水位変化に対応するため「ボイラー圧制御プログラム」が作動したがうまく機能せず、1次系と2次系のシステムパラメータの一部が制御不能となった。

一旦タービントリップした後、原子炉出力は60%まで上げられ、16時32分には「ボイラー圧力高」により、原子炉出力は27%まで下がり、ボイラー圧力も下がり、続いて原子炉トリップした。

このとき、重水貯蔵タンクの水位が10%以下に下がっているのがわかり、点検したところ、22時30分に重水ブリードコンデンサの逃がし弁から重水が漏洩しているのが発見された。その後の調査で重水の総漏洩量は2.7トンであることがわかった。但し外部環境への影響はなかった。

原因

- (1) P H T ポンプモータの故障の原因は製造上の欠陥にあることが確認されたが、ボイラー制御システムの不具合の原因については調査中。
- (2) ブリードコンデンサの逃がし弁は同コンデンサ圧の過圧により開いたが、この開を示す信号が故障で伝わらなかった。
- (3) 重水漏洩を示す警報は発せられていたにもかかわらず、他の制御系等の故障による多くの警報と重なったため、運転員はこれに気付かなかった。

圧力管に穴があき施設内に重水が漏洩

発生日：1983年 8月 1日
施設：Pickering A-2 (CANDU)
所有者：Ontario Hydro
場所：Pickering, Ontario, Canada
出典：ajr, ajs, ajt,aju, ajv
事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状 況

1983年8月1日、ピッカリングA-2号機の制御室で重水冷却材の漏洩を示す警報が発した。この時、原子炉(51.5万kW)は100%出力で運転中であった。原子炉は運転停止され、冷却系の温度及び流量は通常制限値以下に保たれた。安全系は作動されず、重水も原子炉建屋の外には漏れなかった。また、燃料装荷装置にも有意な量の放射能上昇は見られなかった。

その後の検査の結果、重水は1本の燃料チャンネルの両端から漏洩したことがわかった。また、2体の燃料集合体から、各々燃料棒1本が紛失していた。同チャンネルを隔離し、特殊テレビカメラで検査した結果、圧力管に長さ約2m、最大幅20mmの亀裂が生じていることがわかった。更に、紛失した燃料棒も圧力管内部で発見された。燃料棒が回収され、圧力管も原子炉から取り除かれた。

原 因

圧力管の亀裂は、ジルコニウム水素化物によって生じた。

炉内核計装シンプル案内管からの冷却材の漏洩

発生日：1984年 4月19日

施設：Sequoyah-1 (PWR)

所有者：Tennessee Valley Authority

場所：Hamilton, Tennessee, USA

出典：ajw, ajx

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1984年4月19日、セコイヤ1号機のシールテーブル室で作業員が炉内核計装シンプル案内管の清掃を行っていた時に漏洩等の重大事象が発生した。この時、原子炉出力は30%であった。

シンプル案内管の清掃手順書では、シンプルチューブを取外すことが必要であり、そのため清掃中はシールテーブルの高圧スウェージロック継手のみがシンプルの保持具となる。清掃器具を案内管に1回の操作で10インチ(25.4cm)ずつ挿入し78回目に、圧力が増加し、79回目〔約80.8フィート(24.6m)挿入した〕にはスウェージロックの周囲から高温の冷却材の漏洩が始まった。8名の作業員は、蒸気の漏洩と被曝の危険を感じ、直ちにシールテーブル室から避難した。20秒以内に、スウェージロックは破損し、漏洩した高温の冷却材はフラッシュし蒸気となった。同時にシンプルチューブ全体と清掃器具が抜け、隔離不能の冷却材漏洩事象となった。漏洩率は約30gpm(0.11m³/分)であり、格納容器内の温度と湿度は上昇した。漏洩は約11時間続き、冷却により原子炉内の圧力が窒素カバーガス圧まで低下し、また炉水位がシールテーブル以下となった時に停止した。格納容器内への冷却材の全漏洩量は約16,000ガロン(60.6m³)であった。

翌日の放射線測定では、シールテーブル室の入口で2~3rem/hr、シールテーブル近くの案内管端部で200~300rem/hr、また抜けた案内管の中心で1000rem/hr以上が計測された。シンプルチューブの先端では約4000rem/hrであった。

原因

TVAはモックアップ試験を行い、それらの結果から、原因は使用された清掃器具の取付け具から生じた予想外の力によるものと考えられた。作業実施前に要求事項通りの適切な管理が行われていたか否かということも懸念された。

対策

現在、使われている清掃器具の取付け具の使用の禁止をTVAは検討している。清掃が必要な場合は、スウェーじロック継手に曲げの力のかからないような取付け具の変更またはその他の方法が採用されることになろう。

トリチウム水の流出

発生日：1984年 6月 9日

施設：Heysham A-1 (AGR)

所有者：CEGB

場所：Heysham, Lancashire, UK

出典：ajy

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1984年6月9日、ヘイシャムA-1号機で放射性放出廃液貯蔵タンクの通常運転中、トリチウム水貯蔵タンクに誤って水が圧送され、多量のトリチウム水が管理区域外に放出された。放出されたトリチウム水は回収された。汚染はほとんど無視できる程度であり、作業員及び公衆に危険はなかった。

原因

運転員の操作ミス。

燃料交換プールのシール破損によるプール水の格納容器内流出

発生日：1984年 8月21日

施設：Connecticut Yankee (PWR)

所有者：Connecticut Yankee Atomic Power Co.

場所：Haddam Neck, Connecticut, USA

出典：ajz, aka

事故分類：施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1984年8月21日、コネチカット・ヤンキー発電所の燃料交換プールのシールが破損し、約20分間に20万ガロン(758m³)のホウ酸水が原子炉キャビティから格納容器建屋の床に流出した。シールが破損した時、プラントは燃料交換のため計画停止中であった。破損したシールは、原子炉と燃料交換プール底部との間の巾28インチ(71cm)の環状の隙間をシールするものである(図-1参照)。流出したホウ酸水は原子炉容器下方にある格納容器サンプに流入したが、そのサンプはオーバフローした。そして、1次冷却材配管ペネトレーションからも漏洩が生じて、格納容器のループエリア内の機器がぬれた。

事象発生後3分以内に、警報が発し、格納容器サンプ水位高及び原子炉キャビティ水位低の表示が示された。運転員は、燃料交換プールの健全性が喪失したことを確認し、原子炉キャビティ水をくみ上げるため、余熱除去系の操作を変更し、流出量を最小限に抑えた。その後、燃料交換プールは空になった。炉心の冷却は、この事象中余熱除去系によって確保されており、冷却材温度は変化しなかった。

原子炉格納容器建屋からの排気中の放射能は増加したが、許容値以内であった。重大な結果は、格納容器内の機器と構造物の汚染と広範囲な除染作業であった。レビュー、調査及び改造の後、燃料交換作業は10月5日から再開された。

原因

シールの破損の原因は設計不良であった。シールの構造は、幅2フィート（61cm）の環状の板の内側と外側に空気によって膨らむゴム製のシールを備えたものであり、これによって気密を保つものである。しかし、このシールは安全の裕度を持たず、使用時に予想される水圧に耐えるような仕様でもなく、試験もなされていなかった。

対策

- (1) 復旧プログラムを開始し、格納容器内の排水と除染、機器破損評価、シールの破損調査及び手順書の見直しを実施した。
- (2) ゴム製シールの上部を強化するために、シールの周囲に鋼製ピンを打ちつけた。
- (3) 漏洩を制限するための予備キャビティシール及び燃料取替カナルの入口には使用済燃料ピット内の用水の流出を防止するための締め切りせき（Cofferdam）を設置した。
- (4) NRCは、IE Information Notice 84-93を発行し、燃料交換プール水の喪失をもたらす重要な可能性のあるPWR及びBWRの特徴を電力会社に通達した。

4.6-96

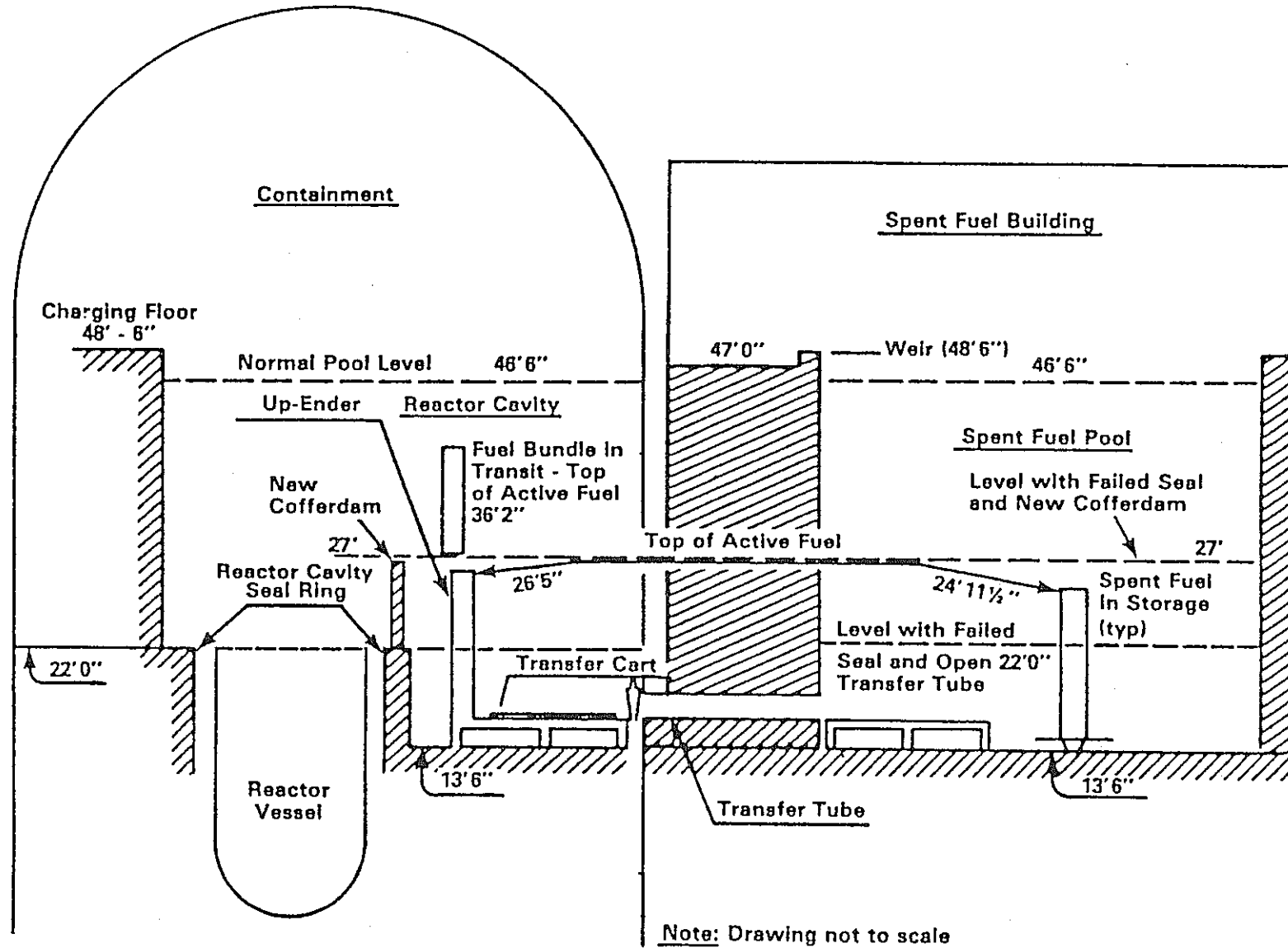


图-1

作業員が左手の傷口から放射能汚染

発生期日：1984年 9月 6日

施設：Pickering A-4 (CANDU)

所有者：Ontario Hydro

場所：Pickering, Ontario, Canada

出典：akb

事故分類：施設内の汚染事故、被曝事故

状況

1984年9月6日、ピッカリングA発電所で2名の作業員が4号機の減速材室の昇降口で防湿層の塗布作業を行っていた時、1名の作業員の左手に木材のトゲが刺さった。作業を終えて退室する際、ハンドフットモニターでチェックしたところ、傷口から2200cpmの汚染が発見された。同作業員は近くの病院に運ばれ、外科的方法で除染が行われた。

対策

- (1) 汚染されている可能性のある建設資材を取扱う時には、汚染の危険を避けるため適切な道具を用いる。
- (2) 所内の保健施設に、汚染された傷口を治療することができる簡単な外科手術室を設ける。

換気系スクラバー内での濃縮ウランの蓄積

発生日：1984年10月

施設：Erwin Plant

所有者：Nuclear Fuel Services Inc.

場所：Erwin, Tennessee, USA

出典：akc, akd

事故分類：施設内の汚染事故

状況

海軍用の燃料加工工場であるニュークリア・フューエル・サービス（NFS）社のアーウィン工場で、その換気系スクラバー内に濃縮ウランが検出されたため、同システムを閉鎖し回収作業を実施したところ、換気ダクト及びスクラバーから合計1.6kgのU-235が回収された。

対策

換気系内でこのようなことが発生するのを可能な限り少なくするシステムに、早急に改善するとともに、このようなことを二度と繰り返さないための長期的な改善策をも検討する。

原子炉試料採取系からの600ガロンの冷却材の流出

発生日：1985年 7月29日

施設：Sequoyah-2 (PWR)

所有者：Tennessee Valley Authority

場所：Daisy, Tennessee, USA

出典：ake

事故分類：施設内の汚染事故、被曝事故

状況

1985年7月29日、セコイヤ2号機で、定期的な水質管理に使用される原子炉試料採取系配管にクラックが発生したことから、600ガロン(2.27m³)の冷却材が流出し、11人の作業員が低レベルではあるが、汚染された。運転員は制御盤の手動スイッチにより、試料採取系の接続先である抽出系を隔離した。配管内に残っている冷却材が排出され、22分後に試料採取系は完全に隔離された。冷却材は試料採取系に入る前に冷却器を通過するため、漏洩時の温度は120°F(49℃)であった。

事故発生場所である補助建屋では、冷却材からの放射性ガスにより雰囲気汚染され、その汚染レベルは約8mrem/hrであった。漏洩が発生した時、100%出力で運転中だったが炉停止には至らなかった。クラックの発生した部分は切断され、新しい配管と交換され、また材料試験が原因究明のため行われる。汚染を受けた作業員は、シャワーにより除染を行った。

補助建屋で小口径弁開による500ガロンの冷却材流出

発生日：1985年 8月28日

施設：Arkansas Nuclear One-i (PWR)

所有者：Arkansas Power & Light Co.

場所：Russellville, Arkansas, USA

出典：akf

事故分類：施設内の汚染事故、被曝事故

状況

アーカンソー・ニュークリア・ワン1号機補助建屋の配管室において、1985年8月28日、抽出系の小口径ドレン配管の弁が誤って開いたため、約500ガロン(1.9 m³)の冷却材が漏洩した。これにより、建屋の雰囲気汚染され、6人の作業員が被曝した(NRCの最大許容値以下)。なお、所外への放出率はNRC規則の最大許容濃度の15%であった。

同発電所は、100%出力で運転中であったが、運転員が制御タンクの容量の減少、そして放射線モニターの値の増加に気づいた。漏洩が起きた配管には、通常時は使用しない2つの弁があり、作業員は、漏洩を止めるため、下流側の弁を閉じてから、上流側の弁に近づいたが、弁のハンドルが、長期間外されていることを発見した。そのため、新しいハンドルを使用した。その弁は損傷し閉止することが出来ず、漏洩は続いた。上流側の弁は長期間開いたままとなっていたと考えられており、また、下流側の弁は振動によって開いたと推測される。配管にはパイプキャップが付けられ、漏洩した冷却材は排出された。

内部被曝を受けた運転員1名と作業員5名は、呼吸器を使用していれば、汚染を防止することができたが、迅速に処置を行うため使用しなかった。作業員の外部被曝線量の最大値は、115mrem(最大許容被曝線量は、3000mrem/3カ月)であり、内部被曝線量の最大値は、12mremであった。

濃縮プラントでUF₆が漏洩

発生日：1985年 9月10日

施設：Tricastin

所有者：Eurodif

場所：Tricastin, Drome, France

出典：akg, akh

事故分類：施設内の汚染事故

状況

1985年9月10日午後8時頃、ユーロディフ社のトリカスタン濃縮工場で補助建屋のバルブシール部からUF₆約1kgが漏洩した。同建屋では、UF₆の拡散工程への注入を行っており、この時、移送運転を実施中であった。漏洩は作業室とその周囲のみで、同建屋外への漏洩はなかった。作業室とその周辺に流れ出た約1kgのUF₆は、大気中の湿気と反応し、毒物であるフッ化水素酸とフッ化ウラニルになったが、これらは、事故発生後、数時間で回収された。この間、汚染した同作業室は隔離されたが、プラントの運転は継続された。また、漏洩の回収作業に当たった作業員には被曝の兆候は見られなかったが、12名の作業員が軽微な化学的影響を受けた。

放射能汚染したCO₂ガス8トンが漏洩

発生日：1985年11月29日

施設：Hinkley Point B-3 (AGR)

所有者：CEGB

場所：Bridgwater, Somerset, UK

出典：akk, aki

事故分類：施設内の汚染事故

状況

ヒンクリーポイント-B3号機の運転が1985年11月29日午前9時35分から開始されたが、9時50分、冷却ガス(CO₂)の漏洩により事故警報が鳴った。3号機は11月27日に定期保守のため運転停止となっていたが、圧力はそのまま保たれていた。

保守作業のためCO₂ガス循環機カバーを取りはずした時、ブレードの角度調整用スピンドル(長さ18インチ、直径1インチ)が抜け落ち、その穴からCO₂冷却ガスが漏洩した。

循環機の設置された原子炉ホールは、換気が施されていたため、漏洩の止められた13時35分までにCO₂ガスは建物全体に広がった。緊急時対応計画が実行に移され、CEGBの手順書に従って、ヨウ化カリウム錠剤の服用等の措置がとられた。その後、防護服を装備した作業員がホールに入り、圧力を下げるために更に15トンのCO₂ガスが排気され、漏洩個所がシールされた。漏洩が起きた原子炉ホールの地階に居た2名の作業員は直ちに避難し、汚染を受けることはなかった。また、この事故では放射線被曝よりも、むしろCO₂ガスによる窒息が問題であったが、事故による死傷者はいなかった。漏洩した放射能の量は少なく、原子炉建屋外への放射能の放出はなかった。

原因

- (1) スピンドル固定ボルトが脱落していた。

(2) スピンドルが設置されていた循環機後部が加圧状態になっていた（通常、循環機後部は加圧されていないが、事故の起きた時には、循環機前部の圧力が漏れ、加圧された状態になっていた）。

濃縮工場におけるUF₆の漏洩

発生日：1985年12月20日～1986年1月10日

施設：Portsmouth Gaseous Diffusion Plant

所有者：DOE

場所：Piketon, Ohio, USA

出典：akm

事故分類：施設内の汚染事故、環境の汚染事故

状況

オハイオ州パイクトン近郊のDOEのポーツマス濃縮工場（ガス拡散法による）の濃縮セルにおいて、工場のウラン濃縮工程の単位の一つであるセル（8個の濃縮器で構成される）に付設されている空気除去系から、1985年12月20日から約3週間にわたって約49.5kgのウランが漏洩した。漏洩する六フッ化ウラン（UF₆）を除去するための機器（アルミナ・トラップ）がこの系統に設けられていたが、漏洩量が大きかったため、その機能が低下した。空気除去系は、セルの保修等を行った後にセル内空気を除去するためのものであり、常時運転されるものではない。尚、この空気除去系内の漏洩ウラン量を測定するためのモニターは12月20日から設置されていた。同施設はDOE所有のガス拡散法による高濃縮ウランの製造が可能な工場で、操業は委託によりグッドイヤー・アトミック社が行っていた。

漏洩したUF₆による周辺環境の汚染については、DOE及び環境保護庁（EPA）共に軽微であると発表している。サンプルに基づく線量値の計算では、1mrem未満相当であった。尚、この工場はこのセルを完全にバイパスさせて運転を継続している。

新たに設置された漏洩ウランのモニターは、3週間にわたって全く計測を行っておらず、このため12月20日に生じた事象が、3週間後の1月10日になって検知され発表された。

再転換施設における反応容器の破損

発生日：1986年 1月19日

施設：Feed Materials Production Center

所有者：D O E

場所：Fernald, Ohio, USA

出典：akn, ako

事故分類：施設内の汚染事故

状 況

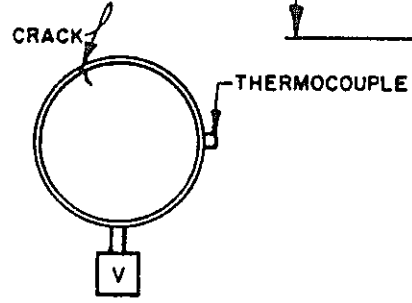
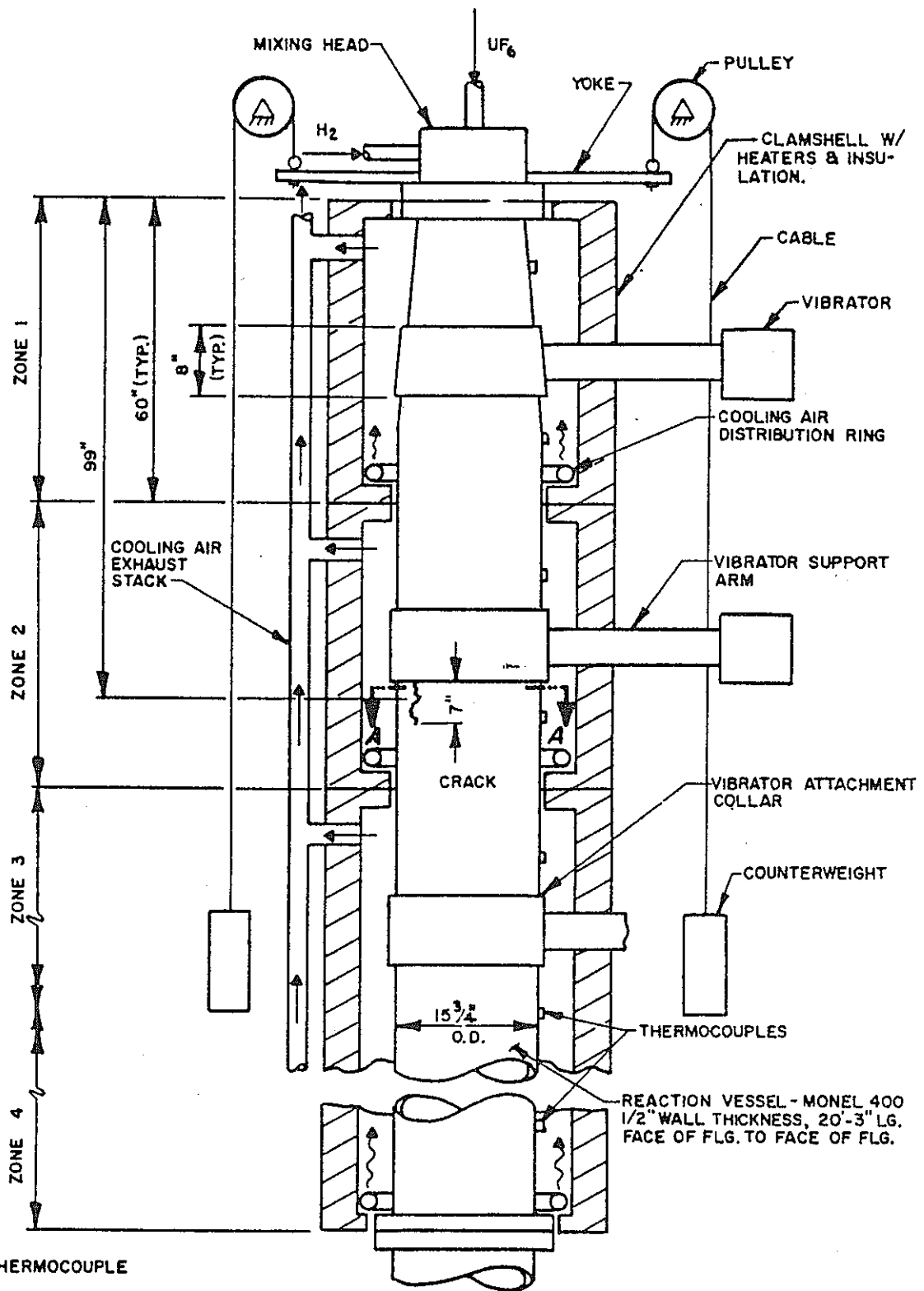
1986年1月19日、D O Eのフィード・マテリアル・プロダクション・センターにおいて六フッ化ウラン(UF_6)を四フッ化ウランに(UF_4)に転換する反応容器(モネル製直径約0.4m、高さ約5.2m)胴部にクラックが生じていた(図-1参照)。クラックの発見前には煙が換気口から建屋に侵入してくるのが発見され、反応は停止されていた。調査では反応容器胴部中央に長さ約18cm、幅約3mmのクラックが生じ、ウラン化合物がその周辺に付着するような形で流れ出していた。従業員にフッ化水素及びウランによる被害はなく、かつ環境中の空気サンプルの分析結果も有意な値は示していない。

原 因

高温度及び長時間運転の条件下で、熱疲労、クリープ破壊及び粒界腐食との複雑な相互作用によりクラックが発生した。

対 策

- (1) 反応容器の設計及び運転基準に、容器の構造健全性、材質の温度制限値及び温度制御を含めることが必要である。
- (2) 反応容器の購入仕様にはA S M Eコードからの適切な指針を考慮した容器の設計基準や要求事項を反映させることが必要である。



SECTION A-A

Pilot Plant Reaction Vessel Assembly

再処理工場主プロセス建屋内で硝酸プルトニウムが漏洩

発生日：1986年 2月 5日

施設：Sellafield

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：akp, akq

事故分類：施設内の汚染事故、環境の汚染事故

状況

1986年2月5日、セラフィールドの、運転中のマグノックス燃料再処理工場の主プロセス建屋内で硝酸プルトニウム（ミスト状）の漏洩事故が起きた。漏洩はモニタリング装置によって発見され、漏洩個所がサンプリング・ラインの保修中のポンプであることが、直ちにつきとめられた。漏洩は、ポンプを隔離して止められた。事故の起きた時、同ポンプはプラスチック製の容器に入っていた。

71名の従業員が建屋から避難し、プルトニウム汚染チェックを受けた。この汚染チェックの結果、従業員2名の鼻粘液から検出限界程度の極く軽微な汚染が発見された。BNFLの発表によれば、この事故により、約 $50\mu\text{Ci}$ の α 放射能が環境に放出されたという。しかし、この値は、通常の放出量の2日分に当たる放射能であり、公衆に危険はなかった。また、敷地周辺の環境モニターにも、 α 放射能は検出されなかった。

原因

エアールスポンプの故障。

4.7 環境の汚染事故

環境の汚染事故

発生日	事象	施設	施設の種類
69/01/21	炉心が一部溶融し原子炉の設置されていた洞窟内が汚染	Lucens	研究炉
74/05/20	流量制御弁の急閉操作時の弁内部での発火によるオフガス系の爆発	Monticello	BWR
74/06/30	放射性ガスの放出	Maine Yankee	PWR
74/07/	補給水系の漏洩による放射性ガスの放出	Indian Point-1	PWR
74/07/31	復水脱塩系の弁故障による放射性廃液の川への流出	Duane Arnold	BWR
74/08/	放射性洗濯廃液の川への流出	Dresden-1	BWR
74/08/07	廃液配水管の隔離弁の閉じ忘れによる放射性廃液の川への流出	Cooper	BWR
74/08/16	放射性気体廃棄物の放出	Oconee-1	PWR
74/10/30	燃料被覆管の破損による放射性ガスの放出	Dresden-3	BWR
74/11/07	電熱管破損による低レベル放射性冷却水の川への流出	Surry-1	PWR
74/11/07	電熱管破損による低レベル放射性冷却水の川への流出	Surry-2	PWR
75/01/11	被覆管の破損による原子炉建屋排気口からの希ガス放出量の増加	Pilgrim-1	BWR
75/02/26	蒸気発生器伝熱管破損による放射能の漏洩	Point Beach-1	PWR
75/05/22	燃料破損と瞬間放出率0.034Ci/秒の排ガスの放出	Quad Cities-2	BWR
75/06/	1次系の弁開による漏洩と放射性ガスの放出	Zion-1	PWR
75/07/	試料採取系弁からの漏洩による放射性ガスの所外への放出	Calvert Cliffs-1	PWR
75/08/	Tech. Spec. 制限値を超える放射性ガスの放出	Calvert Cliffs-1	PWR
76/03/29	局所出力の上昇による平常値の5倍の放射能の放出	Dresden-1	BWR
76/07/	廃液の漏洩によるトリチウム1.6Ciの川への流出	Vermont Yankee	BWR
76/09/05	主蒸気の漏れによる最大許容値を超える放射能の環境への放出	Duane Arnold-1	BWR
76/12/	浜辺でのトリチウムの検出	Windscale Works	再処理
77/03/27	気体廃棄物排気筒を発生源とするRu106による地表汚染	Windscale (AGR)	AGR
77/05/22	一般廃棄物処分場への汚染物質の違法投棄	Windscale Works	廃棄物処分
78/06/18	タービン発電機から水蒸気約145トンが漏洩	Brunsbüttel	BWR
79/01/	湖へ流れ込むドレン系への放射性物質の混入	Trawsfynydd	GCR
79/02/16	換気用排気筒からの放射性物質の放出による芝生の汚染	Windscale Works	再処理
79/02/20	低レベル廃液の漏洩による海洋排水の微量汚染	Hinkley Point A	GCR
79/03/15	10万キュリーの放射性液体廃棄物の土壌への漏洩	Windscale Works	再処理

発生日	事象	施設	施設の種類
79/03/28	TMI事故(冷却材喪失による炉心溶融)	Three Mile Island-2	PWR
79/07/16	ウラン廃液貯蔵ダムの決壊による廃液の川への流出	Church Rock Uranium Mill	製錬
79/09/11	制御弁の故障による α 核種を含む液体廃棄物の流出と気中汚染	Windscale Works	再処理
79/10/02	ラブチャー・ディスクの破裂による冷却材の流出	Prairie Island-1	PWR
79/12/16	ガス処理系から大気への希ガスの計画外放出	Connecticut Yankee	PWR
80/01/	弁の故障による低レベル液体廃棄物の漏洩による地下水の汚染	Windscale Works	再処理
80/02/17	汚染された芝草の不法投棄による環境汚染	Hunterston A	GCR
80/10/30	降雨によって貯蔵タンクからウランが流出	Springfields Nuclear Lab.	研究施設
81/08/29	トリチウム14,000Ciが環境に放出	Bruce A-1	CANDU
81/09/19	トリチウム1100Ciが環境に放出	Bruce A-2	CANDU
81/10/04	放射性ヨウ素の敷地外への放出	Windscale Works (Sellafield)	再処理
81/10/20	蒸気発生器の1次系から2次系へ冷却材が漏洩	Ringshals-3	PWR
82/01/22	蒸気発生器の漏洩により水・蒸気の混合ガスが環境に放出	Rouno-1	VVER
82/01/28	N ₂ ガスによる配管洗浄中、放射性ガスが放出	Gravelines B-1	PWR
82/01/28	N ₂ ガスによる配管洗浄中、放射性ガスが放出	Gravelines B-2	PWR
82/02/09	気体廃棄物系の逃し弁開による放射性ガスの放出	Surry-1	PWR
82/04/18	逃し弁の誤開による放射性ガスの放出	Surry-1	PWR
82/11/16	気体廃棄物系弁からの放射能放出	Yankee Rowe	PWR
83/01/16	余熱除去(RHR)系の故障による放射能15ミリCiの川への流出	Browns Ferry-3	BWR
83/04/13	1次冷却ポンプシール漏洩により10Ciのガスが環境に放出	Tihange-1	PWR
83/07/10	安全弁の故障により放射性廃棄物約20Ciが漏洩	Tricastin-3	PWR
83/07/10	安全弁の故障により放射性廃棄物約20Ciが漏洩	Tricastin-4	PWR
83/09/02	熱交換器の漏洩によりオンタリオ湖に800Ciのトリチウム流出	Pickering B-5	CANDU
83/09/21	気体廃棄物処理の安全弁から放射性ガス約Ciが放出	Bugey-2	PWR
83/09/21	気体廃棄物処理の安全弁から放射性ガス約4Ciが放出	Bugey-3	PWR
83/11/04	気体廃棄物処理システムの隔離弁故障のため放射性ガスが放出	Chion B-1	PWR
83/11/04	気体廃棄物処理システムの隔離弁故障のため放射性ガスが放出	Chion B-2	PWR
83/11/12	放射性廃液がアイリッシュ海に流出	Windscale Works (Sellafield)	再処理
84/01/	使用済燃料プールの水が地下水に漏洩	Gravelines B-1	PWR
84/05/21	ハッチドアの膨張シールの低下により格納容器内ガスが漏洩	Chion B-2	PWR

発生日	事象	施設	施設の種類
84/09/17	5万Ciのトリチウムの放出	Savannah River Weapons Plant	その他
84/11/25	重水3トンが海に流出	Wolsung(月城)-1	CANDU
85/04/22	六フッ化ウラン用シリンダーの洗浄液が流出	Springfields	転換
85/04/25	貯蔵タンクからの低レベル放射性廃液の流出	Dungeness A	GCR
85/11/	燃料加工プラントから許容値を超えるウラン濃度の廃液が流出	RBU Hanau Plant	燃料加工
86/01/23	ウラン0.5トンがアイリッシュ海へ流出	Windscale Works (Sellafield)	再処理
86/02/21	中レベル放射性炭酸ガス15トンが漏洩	Trawsfynydd-1	GCR
86/04/26	原子炉が爆発し大量の放射能が環境放出(チェルノブイル事故)	Chernobyl-4	RBMK

炉心が一部溶融し原子炉の設置されていた洞窟内が汚染

発生日：1969年 1月21日

施設：Lucens (実験炉)

所有者：

場所：Lausanne, Switzerland

出典：akp, akq, akr

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故

状況

1969年1月21日、地下の洞窟に設置されたルセンス重水研究炉(熱出力3万kW)が1.2万kW出力で運転中、圧力管及び重水減速材タンクが破壊し、洞窟が汚染された。また、炉心の一部は溶融した。直ちに、換気融離弁が閉じられたが、隣の洞窟にも汚染が広がった。当初、洞窟内の放射線量は数100rem/hrであったが、44時間後には、100mrem/hrに下がった。その後、洞窟内の放射能は、通常放出制限値以下で排出された。そして、同研究炉は廃炉とされた。

流量制御弁の急閉操作時の弁内部での発火によるオフガス系の爆発

発生日：1974年 5月20日

施設：Monticello (BWR)

所有者：Northern States Power Co.

場所：Monticello, Minnesota, USA

出典：abg

事故分類：環境の汚染事故、爆発事故、発電所異常事象

状況

原子炉圧力 575psig (40.5kg/cm²g)で起動運転中、改造したオフガスホールドアップ系の試験を行っていたところ、オフガスが発火し爆発が起こった。空気抽出器排出系の2個の破裂板が破裂し、原子炉建屋の換気筒からオフガスが放出した。放出した放射能の量は最初の5分間において6.2mCi/secの最大値に達し、その後徐々に減少し2.5時間後には0.1mCi/sec以下になった。Tech. Spec.上の規定基準である210mCi/secを超えることはなかった。

原因

発火は、再結合器系の流量制御弁の1台が急速閉止した直後に起こった。20psig (1.4kg/cm²g)で設定されている2個の高圧スイッチのいずれかが入ることによって作動する高圧再結合器系の閉鎖は起きなかった。このことは、流量制御弁の急閉による圧力サージが再結合器入口流量制御弁の下流へ伝播しなかったことを意味する。この急閉した流量制御弁は急速閉止用の弁でシート面を肉盛硬化したものであり、急閉した時の弁のシートとプラグの衝突によって火花が飛んだことが爆発の原因であると推測されている。

対策

運転状態において、弁内で火花が出るのを防止するために次の対策が実施された。

- (1) 再結合器の流量制御弁のプラグをステライト盛りしたステンレス鋼からアルミニウム青銅に材質変更。
- (2) プラグのケーシングとシートを青銅に変更。
- (3) 圧力制御弁の下流の2台の逆止弁の改造点：ディスクが開いた時、ディスクハンガーが弁体と当たる部分はシリコン青銅合金で肉盛溶接された。

許容値を超える放射性ガスの放出

発生日：1974年 6月30日

施設：Maine Yankee (PWR)

所有者：Maine Yankee Atomic Power Co.

場所：Wiscasset, Maine, USA

出典：aku, akv

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故

状況

1974年6月30日、メイン・ヤンキー発電所で燃料の検査中、格納容器内での洗浄作業のために脱塩水が必要となった。このためには、脱塩水供給用の弁の状態を変更する必要があった。プラント保修員が格納容器内に入域し、運転員に指定された弁を開けたところ水が出なかった。このため同弁を閉止し作業の調査のため巡回を行った。シンクに戻った後再び開けたが、水は出なかった。そのため、弁を開けたまま、制御室に連絡を行い、その後弁を閉めた。その後まもなく、格納容器モニターは放射線レベルの増加を検知し格納容器パージ系が自動的に閉鎖された。制御室で警報が発せられると直ちに、格納容器建屋からの避難が命令された。保修員が格納容器内にいる間、制御室では、圧力がゆっくりと5 psig (0.35kg/cm²g)から2.5psig(0.175kg/cm²g)に低下するのが観察され、この圧力が減少する原因を究明しようとした。計算された最大放出率はTech. Spec.の許容値の1.33倍であった。職員のフィルムバッジによる測定値では被曝量の超過はなく、また公衆の健康または安全への影響はなかった。

原因

放射線レベルの増加は弁を開けていた時に捕集タンクからのガスが1次水ヘッダーを通過して漏洩したため。

対 策

捕集タンクからのガスの逆流を防止するために手動隔離弁と脱塩水ヘッダーとの間に、逆止弁及び遠隔作動隔離弁を設置した。

補給水系の漏洩による放射性ガスの放出

発生日：1974年（7月）

施設：Indian Point-1 (PWR)

所有者：Consolidated Edison Company of New York Inc.

場所：Buchanan, New York, USA

出典：akw

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故

状況

インディアン・ポイント1号機で冷却材用の補給水系のラプチャディスクが破裂した。漏洩した補給水はサンプから廃液収集系へ回収された。この結果、放射性ガスが放出し、それが現場モニターによって検出された。他の補給水系が使用されたが、同ラインのラプチャディスクも設計圧に達する前に破裂した。

放出された気体の放射能は約5.7Ciであり、その主要な核種はキセノン-133及び135であった。放射性ヨウ素の放射能は約86.5 μ Ciであった。

放出率は、Tech. Spec. の許容値の1%未満であったので、同事象に関する健康及び安全への重大な影響はなかった。

復水脱塩系の弁故障による放射性廃液の川への放出

発生日：1974年 7月31日

施設：Duane Arnold (BWR)

所有者：Iowa Electric Light & Power Co.

場所：Palo, Iowa, USA

出典：akx, aky

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故

状況

1974年7月31日、デュアン・アーノルド発電所が30%出力で運転中、復水脱塩塔の逆洗時、放射性液体廃棄物がシーダー川に放出された。その原因は、復水脱塩系の弁が完全に閉まりきっていなかったためと考えられる。この弁の故障により逆洗受けタンクがオーバーフローし、廃液サンプから放射性廃棄物系へ廃液の全てを移送することができなくなり、廃液サンプに回収された廃液がストーム排水溝に流れ出し、最終的には川へ放出された。原子炉の運転は、逆洗系を隔離することができなくなったときに停止された。

最大1650ガロン(6.25m³)の廃液が川に放出されたと推定される。建屋内の逆洗水の放射能濃度は0.0001 μ Ci/ccまた希釈後の放出点では0.00001 μ Ci/ccであった。川へ放出された放射能濃度は10 CFR 20の許容値以内であった。その結果、公衆の健康及び安全への影響はなかった。

放射性洗濯廃液の川への流出

発生日：1974年 8月

施設：Dresden-1 (BWR)

所有者：Commonwealth Edison Company

場所：Morris, Illinois, USA

出典：akz, ala, alb

事故分類：環境の汚染事故

状況

洗濯廃液用ドレンタンクからホールドアップタンクへの洗濯廃液の移送を行っていたが、タンク内の廃液の量が違うことに気付いた。移送ラインの弁が開いていたため約1130ガロン(4.28m³)の放射性廃液が Des Plaines 川へ流出した。この洗濯廃液の $\beta - \gamma$ 放射能濃度は約0.003 μ Ci/ccであったが、復水器の冷却水で希釈された後の濃度は0.000000144 μ Ci/ccすなわち10 CFR 20で許可されている放水基準の約1.5倍であった。この希釈された廃液が川へ放水された。川への排水口で採取されたサンプルからバックグラウンド放射能レベル以上の放射能は検出されなかった。

公衆の健康と安全に対し害は全くなかった。

廃液排水管の隔離弁の閉じ忘れによる放射性廃液の川への流出

発生日：1974年 8月 7日

施設：Cooper (BWR)

所有者：Nebraska Public Power District

場所：Brownville, Nebraska, USA

出典：alc, ald

事故分類：環境の汚染事故

状 況

床ドレンサンプルタンクがサンプリングとその後の排出のためにリサイクルモードの状態にあった。約15分後、放射性液体廃棄物処理施設の中央制御室運転員がタンクの廃液の量が約7%少なくなっていることに気付いた。川へ伸びている排水管の隔離弁が「開」の状態になっていた。約1400ガロン(5.3m³)の廃液が川へ流出した。排水管出口の放射能レベルは、この施設からの放出濃度基準の50%以下であったことが計算の結果わかった。廃液放出用モニターは鳴らなかった。これはその放射能レベルが基準値以下であったことを証明するものである。

原 因

廃液排水管の隔離弁が前回の排水後閉じられていなかったため。

放射性気体廃棄物の放出

発生期日：1974年 8月16日

施設：Oconee-1 (PWR)

所有者：Duke Power Co.

場所：Seneca, South Carolina, USA

出典：ale, alf

事故分類：環境の汚染事故

状況

1974年8月16日、オコニー1号機が100%出力で運転中、廃ガス減衰タンクから水分を定期的にドレンしているときに、放射性気体廃棄物がわずかに放出された。同タンクの操作手順書では、液位がサイトグラスから見えなくなったら直ちにドレン弁を閉止することと定めている。しかし、運転員はそれに気づかず、そのため、同タンクへ高レベル放射性廃棄物タンクのがスが引き込まれた。使用済燃料建屋及び補助建屋の数カ所の放射線警報が発した。

運転員は、廃ガス減衰タンクの圧力が73psig (5.1kg/cm²g)から13psig (0.19kg/cm²g)に低下するのに気づき、ドレン弁を閉止した。大気へ放出された廃ガスの容量は4,300立方フィート (122m³)と推定されるが、ヨウ素-131の放出量は重大なものではなかった。職員の被曝量も許容値以下であり、公衆の健康及び安全への影響はなかった。

燃料被覆管の破損による放射性ガスの放出

発生日：1974年10月30日

施設：Dresden-3 (BWR)

所有者：Commonwealth Edison Co.

場所：Morris, Illinois, USA

出典：alg, alh

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1974年10月30日、ドレスデン3号機で制御棒の位置を変更中に炉心低部で過度の出力ピーキングが観測された。この出力ピーキングを減少させるため更に制御棒を動かしたところ、出力ピーキングが一層増加してしまった。同時にオフガス放射線高の警報が鳴った。制御棒を出力が減少するまで挿入したところ警報は止んだ。

この間のスタックからの放射性オフガスの放出率は約300,000 $\mu\text{Ci}/\text{sec}$ と推定される。この日の平均オフガス放出率は45,000 $\mu\text{Ci}/\text{sec}$ (技術仕様書の制限の半分以下)と推定される。

制御棒移動開始前の原子炉出力は44万kWeであり、制御棒の移動により52万kWeまで出力上昇した。そして警報が止まった時点では、37万kWeで安定した。なお、定格出力は80万kWeである。

この事象発生以後のオフガスの放射エネルギーから、数本の燃料棒の被覆管が破損したと判断された。また、オフガス成分の分析結果から、核分裂生成物(FP)が含まれており、燃料被覆管に比較的大きな孔が開いたことが示された。

公衆の健康と安全には全く悪影響は生じなかった。

原因

運転員の制御棒操作ミスによりキセノン過渡事象が生じ、炉心低部での急激な出力上昇によるPCI(ペレット・被覆管相互作用)現象により燃料被覆管に孔があき、

F Pが原子炉冷却水中に漏洩し、主蒸気系を通してスタックから大気中に高放射性オフガスとして放出された。

対 策

- (1) 運転技術者に対する訓練の強化。
- (2) 制御棒操作手順書のレビュー及び改訂（G E社も手順の変更点を勧告した）。

伝熱管破損による低レベル放射性冷却水の川への流出

発生日：1974年11月 7日

施設：Surry-1,2 (PWR)

所有者：Virginia Power Co.

場所：Gravel Neck, Virginia, USA

出典：ali, alj

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故

状況

1974年11月7日、サリー1、2号機とも冷態停止中、補機冷却系の熱交換器の伝熱管が破損した。この破損により約8000ガロン(30.3m³)の低レベル放射性補機冷却水がサービス水に漏洩し、最終的にはジェームズ川に放出された。漏洩率は170gal/min(0.64m³/分)と推定された。調査によると、補機冷却系では66日間で少なくとも33,500ガロン(127m³)の漏洩が生じて、これらもジェームズ川へ放出されていた。

当初、熱交換器の伝熱管1本のみが破損し、その伝熱管は盲栓された。ゆっくりとした漏洩は伝熱管が次第に劣化したためと考えられる。

熱交換器の運転再開後まもなく、再び漏洩が発見された。2本の伝熱管にピンホールが発見され、その結果2445ガロン(9.27m³)の低レベル放射性的冷却水がジェームズ川に放出された。これらの伝熱管も盲栓された。

11日後、補機冷却系熱交換器内のサービス水を測定する放射線モニターが警報を発した。熱交換器は直ちに隔離され2本の伝熱管にピンホールが発見された。漏洩は11時間以上続き、さらに349ガロン(1.32m³)の低レベル放射性的冷却水がジェームズ川に放出された。

破損した伝熱管の分析の最初の結果によると、破損は腐食ではなく機械的なものであった。

手順書では、熱交換器の伝熱管に応力が発生し、破損を促すことになる補機冷却系

のポンプと熱交換器を同時に使用することを禁じている。またサービス水の放射能は、2時間間隔で記録されている。2本の伝熱管は詳細な検査のため取外された。

放出された放射能濃度は10 CFR 20 の許容値以内であり、公衆の健康及び安全への影響はなかった。

被覆管の損傷による原子炉建屋排気口からの希ガス放出量の増加

発生日：1975年 1月11日～14日

施設：Pilgrim-1 (BWR)

所有者：Boston Edison Co.

場所：Plymouth, Massachusetts, USA

出典：alk, all

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1975年1月10日以前において、ピルグリム1号機は90%以下の出力で正常に運転されており、ハロゲン及び8日以上半減期の微粒子状放射性核種の放出率は、Tech. Spec. (技術仕様書)で定める基準値以下であった。1月11日、再循環ポンプのシール保修のために運転停止された。停止された日から1月14日までの期間の原子炉建屋排気口からの放射性ガスの放出率は、Tech. Spec.の基準値を約13%超え、燃料棒被覆管に局所的な損傷が生じていると判断された。

原子炉運転停止の際に1次冷却材圧力の減少に伴い、損傷した燃料棒でヨウ素のスパイク現象が発生したようである。これによりヨウ素が被覆管から放出し、原子炉冷却系に拡散した。原子炉の停止によって原子炉冷却系のヨウ素(主にヨウ素131)濃度は全出力運転時の濃度の約100倍以上にはね上がった。

停止中のほとんどの期間、原子炉浄化系は補修のために運転されておらず、停止期間中ずっと原子炉1次冷却系のヨウ素の放射エネルギーは、通常値より高い値であった。圧力容器頂部に設けてあるベント配管からドライウェルサンプルへ不活性ガスを放出するのが、停止状態にある発電所での通常の手順である。原子炉内の放射能が増加した時、ヨウ素で飽和した空気が原子炉ヘッドのベント配管を通り、最終的には原子炉建屋の排気口を通して外部に放出された。

1月14日、ドライウェル内の空気を非常用ガス処理系とチャコールフィルターに通すことによって、原子炉建屋の排気口からのガス放出率は最大許容値の41

%まで下げることが出来た。

原子炉建屋の排気口を出た空気の放射能は、呼吸器のような保護器具の着用なしで呼吸できる基準値をはるかに下回るものであった。排気口を出た後、その放射能は更に拡散し、サイト境界線の外での濃度は、排気口の濃度をはるかに下回るものであった。

計算に基づくサイト境界線での放射能濃度は、 $2 \times 10^{-3} \mu\text{Ci/cc}$ であり、この値は発電所従業員が呼吸する上での許容値の45,000分の1、また公衆に対する年間平均許容濃度の500分の1であった。それゆえ、今回の異常事象は公衆の健康及び安全に害を与えるものでないと結論付けられた。

原因

原子炉内の燃料棒の被覆管にごくわずかの損傷が生じたため、原子炉1次冷却系内のハロゲン及び微粒子状放射性核種の濃度が増加した。運転停止時の減圧によりヨウ素の放出が起こった。

対策

- (1) 原子炉圧力容器と主復水器からの通常のルートによる放出は、これらの系から機械式真空ポンプを使い強制吸入することによって中断された。同時に圧力容器のヘッド内は清浄な空気によってパージされた。
- (2) ヨウ素密度が異常になった場合にとるべき運転手順を明文化した特別手順書が中央制御室に備え付けられた。
- (3) 起動、停止及び定常運転時のヨウ素の放出源に関する徹底的な調査が開始された。

蒸気発生器伝熱管破損による放射能の漏洩

発生日：1975年 2月26日

施設：Point Beach-1. (PWR)

所有者：Wisconsin Electric Power Co.

場所：Two Creeks, Wisconsin, USA

出典：alm, aln

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

ポイント・ビーチ1号機が全出力(48.5万KWe)で運転中に蒸気発生器(SG)-Bの伝熱管3200本中の1本に約1インチ径の穴があき、1次冷却材が2次系に漏洩した。漏洩率は、約45分のうちに125 gallon/min(0.47m³/min)に達した。運転員は放射性ガスの放出を抑えるため手動で原子炉を停止させた。

放射能の環境放出量は米国原子力規制委員会(NRC)の制限値以下であった。すなわち、この間の放出液体の放射能濃度は許容値以下であり、放出ガス中の放射能放出率もTech. Spec. (技術仕様書)の15分当りの許容値の40%程度であった。

このような事象に備えた放射線モニターを幾つか設けていたがうまく機能せず、伝熱管が破損したことがわかるまでに時間がかかってしまった。

燃料の健全性はこの事象を通じて保たれていた。公衆の健康と安全に対する危害はなかった。

原因

SG伝熱管腐食防止のためリン酸水処理した際の残渣(スラッジ)がSG2次側の低流量域の伝熱管表面に堆積した。これが腐食の進行を加速し伝熱管壁の局部的減肉が生じ、破損に至った。

対 策

(所有者側)

短期的対策

- (1) 問題の発生したSGからスラッジを除去した。
- (2) 1号機の2基のSGの伝熱管検査を実施した。
- (3) 欠陥のあった伝熱管及び減肉の進んでいる伝熱管を閉栓した。
- (4) 放射線モニターを改良した。
- (5) 運転手順書とTech. Spec.にSG伝熱管破損に対処する事項を盛り込んだ。

長期的対策

- (1) SGからのスラッジの除去を継続的に行う。
- (2) スラッジの堆積が最少に抑えられるようにSGを改造する。
- (3) 2次系の水処理に新しいAVT処理を適用する。
- (4) 検査頻度を増す。

(NRC側)

- (1) SG伝熱管の定期的な検査をすべての発電所に義務付ける。
- (2) ポイント・ビーチ1号機のTech. Spec.改善案をレビューする。

燃料破損と瞬間放出率0.034Ci/秒の排ガスの放出

発生日：1975年 5月22日

施設：Quad Cities-2 (BWR)

所有者：Commonwealth Edison Company

場所：Cordova, Illinois, USA

出典：alo, alp, alq, alr

事故分類：環境の汚染事故、発電所異常事象

状況

1975年5月21日、クウォッド・シティーズ2号機は、給水系での漏洩を補修するために運転を停止していたが、問題が起こった5月22日の直前には起動操作に入っていた。一定の出力上昇率で出力を上げていた5月21日の真夜中直前に局部出力領域モニター検出器の内の数台が警報を発し、中性子束レベルが通常値より高くなったことを示した。この時点での出力は75%であった。同発電所の原子力技術者は出力ピーキングを減少すべく3本の制御棒を一部挿入するよう指示した。

ほぼ午前零時頃、交代した当直員が出力ピーキングが再び起きていることを原子力技術者に報告した。原子力技術者は最初に動かした3本の制御棒を含む8本の制御棒の位置を変えるように指示した。その後すぐに、排気筒モニターの放射能レベル高の警報が発せられ、排気筒隔離弁が閉鎖した。約15分後にこの弁は再び開けられた。その後すぐに、再び放射能レベルの異常（スパイク）が観察された。空気抽出器での最初のオフガスの異常値（放射能レベル）は、900,000 μ Ci/secで、2回目の値は1,200,000 μ Ci/secであった。後者の値に基づく排気筒からの放射能の放出率の計算結果は、34,000 μ Ci/secであった〔Tech. Spec. (技術仕様書)で認められている瞬間放出率の約10分の1〕。

同じ頃、原子力技術者がサイトに到着し、8本の制御棒全数をより深く挿入するよう指示した。出力は70万kWeから39万kWeまで下げられた。

オフガスの異常（スパイク）が生じた時点での風向きは北東で、風速は2～4 mile/

hr(0.89~1.79m/sec)であった。排気筒が隔離された時点での敷地内の環境モニター(GM管)の指示値は通常より0.15mR/hr 高いものであった。

出力ピーキングの原因を調査するために出力を70万kWeまでゆっくりと上昇した。オフガス放出率が通常の数倍まで上昇し、燃料棒が破損していることが判明した。非常用気体廃棄物処理設備の運転によって排気筒からの放出量は低く抑えることが出来た。

原因

燃料棒の破損と非常用ガス処理(SBGT)系の入口弁の単一故障によるSBGTの機能不良。

対策

(1) 弁の単一故障に対する改善処置

SBGT系の作動要請が1つのユニットから出た場合、別のユニットのSBGT系への入口弁が自動的に閉じるロジック回路となっていた。作動要請を発信するユニットの入口弁で故障が起きた場合、系に対する入口弁がすべて閉じた状態となり、安全関連系であるSBGT系に対し要求されている“単一故障”基準を満足していないことになる。この状態を改善すべくSBGT系のロジック回路に対する設計変更が行われた。

(2) 燃料損傷対策上のTech. Spec.の改訂

燃料損傷が再び起きないように通常運転に対するTech. Spec.上の制限値が改訂された。

1次系の弁開による漏洩と放射性ガスの放出

発生日：1975年（6月）

施設：Zion-1（PWR）

所有者：Commonwealth Edison Company

場所：Zion, Illinois, USA

出典：als

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故

状況

ザイオン1号機が温態停止中、余剰抽出系の弁の状態は逃し弁から加圧器逃しタンクへの流れを可能とするものであった。余剰抽出系への流れを確保するため、冷却材ドレン弁を開けたとき、2基の1次冷却材ポンプにおいてシール水流量高及び出口温度高の表示が示された。原子炉容器フランジ漏洩温度も急速に増加し、加圧器とスタンドパイプの水位警報が発した。

これはポンプシールが破損したためと考えられ、手動で安全注入が行われ、また1次冷却材ポンプを停止した。そして原子炉冷却系ループの隔離弁を閉止したことから、原子炉系は直ちに安定化した。

20分後に、原子炉の圧力は2235から1560psig(157~110kg/cm²g)に低下し、格納容器圧力は、約1psig(0.07kg/cm²g)に達し、また格納容器湿度が10%変化した。格納容器床には、冷却材が水位約3~4インチ(7.6~10.2cm)まで浸水していた。そして加圧器逃しタンクのラプチャディスクが破損していた。

格納容器サンプから補助建屋床ドレン分析タンクへ約2000ガロン(7.58m³)の廃液を移送したときに補助建屋換気系から放射性ガスが放出された。最大放出率は69,000μCi/sec(Tech. Spec.の許容値60,000μCi/sec)で全放出量は0.5Ci以下と算出された。

原因

原子炉冷却系の1ループの手動ドレン弁が誤って開状態のままであった。このため漏洩が発生した。この弁の状態はリストに記入されず、一時的な変更として取扱われた。そのためループを満水にした後、弁は再び閉止されることがなかった。

対策

- (1) 弁チェックリストの変更。
- (2) 系統のドレン及び満水に関する手順書の変更。

試料採取系弁からの漏洩による放射性ガスの所外への放出

発生日：1975年（7月）

施設：Calvert Cliffs-1 (PWR)

所有者：Baltimore Gas & Electric Co.

場所：Lusby, Maryland, USA

出典：alt

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故

状況

カルバート・クリフス1号機は出力約99%で安定状態であったが、制御室では放射性廃棄物区域の換気放射線モニターからの警報を受信した。主ベント放射線モニターの測定値も通常値以上であった。調査では、放射性ガスが補助建屋換気系に放出されていた。

放射性ガスの漏洩源は、廃ガス圧縮機及び体積制御タンクのサンプルフードであった。試料を採取した後、弁を完全に閉止しなかったため、体積制御タンクの試料採取のため注射器を刺すゴム管から1次サンプルフード及び放射性廃棄物区域の換気系に漏洩が生じた。

同事象中、キセノン-133が46Ci及びキセノン-135が約5 Ci放出されたが、これはTech. Spec.の希ガス許容値の1%以下であった。2名の作業員が漏洩源を調査中わずかに汚染されたが、完全に除染することができた。

所員または公衆の健康及び安全への影響はなかった。

対策

- (1) 廃ガス圧縮機のダイヤフラムの交換。
- (2) 繰り返し注射器で穴をあけられるゴム管の交換。
- (3) 気体試料採取点に使用される膜及び管の定期的な交換及び試料採取系の弁の適切な操作の強化。

Tech. Spec. 制限値を超える放射性ガスの放出

発生日：1975年（8月）

施設：Calvert Cliffs-1 (PWR)

所有者：Baltimore Gas & Electric Co.

場所：Lusby, Maryland, USA

出典：alu

事故分類：環境の汚染事故

状 況

カルバート・クリフス1号機で数週間にわたって、格納容器の内圧が0.9psig(0.063kg/cm²g)まで次第に上昇した。このため排気により大気圧まで減圧することが決定された。格納容器内雰囲気放射線測定によると、Tech. Spec.を満足する最大放出率は49,550cfm(1402m³/min)であった。格納容器パージファンを使用すると放出率は50,000cfm(1415m³/min)となり、許容値を超過するために、ファンを駆動することなく格納容器パージ隔離弁により排気することとなった。これらの弁が4分間開けられ、格納容器内圧が0.05psig(0.0035kg/cm²g)まで低下した。換気中の記録によると最初の1分間の実際の放出率は、51,300cfm(1452m³/min)であり、これは許容値を4%だけ超過するものであった。

この放出によるサイト境界での個人の被曝線量は、 5×10^{-3} mrem以下である。従って公衆への有意な危害はなかった。

対 策

将来の格納容器の換気中には、いずれか1基のパージ隔離弁を調整できる状態とするか、または格納容器をゆっくりと排気する代替方法を採用する。

局所出力の上昇による平常値の5倍の放射能の放出

発生日：1976年 3月29日

施設：Dresden-1 (BWR)

所有者：Commonwealth Edison Company

場所：Morris, Illinois, USA

出典：alv, alw

事故分類：環境の汚染事故

状況

原子炉運転中の定例の制御棒連結試験で運転員の操作ミスにより局所出力が上昇し、燃料棒が破損したため、スタック放射能が平常(9,000 $\mu\text{Ci}/\text{sec}$)の5倍に上昇(45,000 $\mu\text{Ci}/\text{sec}$)した。この放出量は許容放出基準の約8%に相当するものであった。その日遅くには、約35,000 $\mu\text{Ci}/\text{sec}$ まで減少し、時間と共に減少した。

原因

運転員の手順違反によって起こった。

対策

- (1) 作業手順を明確にするために手順書が改訂された。
- (2) 制御棒の移動と局所出力レベルの変化の相関関係に関する教育・訓練が運転員に対し行われた。

廃液の漏洩によるトリチウム1.6Ciの川への流出

発生日：1976年（7月～8月）

施設：Vermont Yankee (BWR)

所有者：Vermont Yankee Nuclear Power Corp.

場所：Vernon, Vermont, USA

出典：agw

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故

状況

バーモント・ヤンキー発電所で燃料油貯蔵タンクサンプポンプの定期運転中、運転員は隣接区域で予想外に水位が上昇していることに気づいた。調査ではその水は復水貯蔵タンク（CST）のモート（溝）を通じて電線管から浸入した。そしてCSTモートでも水位が上昇していた。

同ポンプの運転が停止され、モートから放射性廃棄物貯蔵施設へ廃液の移送を行うためにCSTサンプポンプが起動された。その運転中、制御室でのCST水位の表示は通常値の85%であったが、CSTオーバーフロー配管には流れのあることが観察された。廃液のサンプル中のトリチウム濃度は $5 \times 10^{-3} \mu\text{Ci}/\text{ml}$ であった。

その後の調査では、オーバーフローした地下のCSTモートとパイプチェイス間にはもう1つの漏洩径路が存在し、パイプチェイス内のドレンはモニターされずにコネチカット川へ流出していた。

46時間間にトリチウム1.6Ciが放出されたと推定される。毎月の川のバックグラウンドの測定では変化は観察されなかった。従って、環境への悪影響はなく公衆への危害もなかった。

原因

モニターされずに誤って放出が行われた原因は、CSTモートからストームドレン (storm drain)系への2つの漏洩径路が存在したこと及びCSTのオーバーフローであ

った。C S Tモートの最大水位は、床上約20インチ（50.8cm）まで達した。第1の漏洩径路はC S Tモートの床上1フィート（30.5cm）にある防水されていない電気系のジャンクションボックスであった。ジャンクションボックスからの電線管は、地下を通り燃料油移送ポンプ室から燃料油貯蔵タンクサンプまで達している。燃料油貯蔵タンクサンプからの雨水は、油の有無をサンプル分析した後、ストームドレン系に定期的に移送される。

第2の漏洩径路は、C S Tモートサンプ壁を貫通するチェイス内の配管ペネトレーション廻りからの浸水であった。このチェイスのドレンラインも燃料油貯蔵タンクサンプと同じストームドレン系へ排水されている。

対 策

放射性廃液がモニターされずに川へ放出される可能性のある、全てのプラント機器を見つけるためのレビューを実施した。

主蒸気の漏れによる最大許容値を超える放射能の環境への放出

発生期日：1976年 9月 5日～7日

施設：Duane Arnold-1 (BWR)

所有者：Iowa Electric Light & Power Co.

場所：Palo, Iowa, USA

出典：alx

事故分類：環境の汚染事故、発電所異常事象

状況

1976年9月5日～7日の48時間以上の間、デュアン・アーノルド発電所からの放射性気体廃棄物の環境への放出量が最大許容値を超えた。この期間のオフガス平均流量は、50 SCFM(1.4m³/min)であった。また、以下に示す放射能レベルが測定された。

	オフガス		原子炉建屋排気筒
	復水器の下流ホールドアップ装置の手前	放出地点の上流	放出地点
9 / 5 / 76	2100 μ Ci/sec	104 μ Ci/sec	223 μ Ci/sec (平均)
9 / 6 / 76	2100 μ Ci/sec	136 μ Ci/sec	183 μ Ci/sec
9 / 7 / 76	2100 μ Ci/sec	238 μ Ci/sec	212 μ Ci/sec

原因

主蒸気トンネル内の弁から主蒸気が漏れていた。

対策

1976年9月8日原子炉を運転停止し、リーク個所が補修された。

浜辺でのトリチウムの検出

発生日：1976年12月

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：aly

事故分類：環境の汚染事故

状況

1976年12月、ウィンズケール再処理工場の定期モニタリング中に、浜辺でトリチウムが検出された。検出されたレベルは飲料水の許容値以下であり、公衆への影響は全くないと判断された。

原因

環境省、原子力施設検査局（NII）の指導下でBNFLによって原因調査が行われたが、トリチウムの発生源を確定することは出来ないでいる。断定は出来ないが、最近、放射能を帯びた水の漏洩を起こした放射性廃棄物貯蔵施設（サイロ）が汚染源とみなされている。なお、汚染源の調査は継続中である。

気体廃棄物排気筒を発生源とするRu106による地表汚染

発生日：1977年 3月27日

施設：Windscale (AGR)

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：alz, ama, amb, amc

事故分類：環境の汚染事故

状況

1977年3月27日、原子炉に隣接した芝生と道路の表面でわずかの量の放射性粒子物質が検出された。放射線量はわずかで人体への影響は全くなかった。道路の汚染物質は除去され、約500～600平方ヤード(418～502m²)の芝生の部分は更なるサーベイのために柵で囲まれ隔離された。

原因

汚染源を見つけるために放射性粒子物質の評価が行われた。スペクトロメータ分析によって粒子物質がルテニウム(Ru)106であることが判明した。尚、調査はその後も続けられ、4月にサイト近くの野原と公道で放射性粒子物質が発見された。調査の結果、サイト内の沢山の施設の換気エアーを排出するためのスタックが発生源と考えられている。

対策

- (1) スタックへ入る前の各施設からの換気配管に設置されているガス浄化設備に対するレビュー。
- (2) 改造も考慮した各流れに対するサンプリング設備の配置に関するレビューを実施。必要ならば、ろ過設備の増設が行われる。

一般廃棄物処分場への汚染物質の違法投棄

発生日：1977年 5月22日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：amd, ame

事故分類：環境の汚染事故

状況

1977年5月22日、定例の放射線モニタリングによってウィンズケールのBNFL所有の一般廃棄物の処分場で、わずかの放射線が検出された。放射能の影響は15×20ヤード(13.7×18.3m)の範囲に限定され、この部分の廃棄物は処分された。この放射能によって汚染を受けた者は1人もおらず、立入を制限するために処分場は柵で囲まれ隔離された。

原因

1977年3月27日に原子炉の近くの道路及び芝生がルテニウム106の粒子状放射性廃棄物で汚染していることが発見されたが、この汚染した芝生を一般廃棄物処分場に捨てたことが原因と考えられている。

タービン発電機から水蒸気約145トンが漏洩

発生日：1978年 6月18日

施設：Brunsbüttel (BWR)

所有者：Kernkraftwerk Brokdorf GmbH (KKB)

場所：Brunsbüttel, Elbe, FRG

出典：amg

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1978年6月18日、ブルズビュッテル発電所のタービン発電機のケーシングに接続されていた4本の蒸気配管のうちの1本の盲フランジ（直径80mm）が裂け、約3時間のうちに、約145トンの水蒸気がタービン・ホールに漏洩した。この水蒸気の一部は環境にも放出された。しかし、事故による放射能の影響は無視できる程度であった。

原因

運転員が規制を無視し、原子炉安全系を正規の状態にしていなかった。

湖へ流れ込むドレン系への放射性物質の混入

発生日：1979年 1月

施設：Trawsfynydd (GCR)

所有者：CEGB

場所：Merionethshire, Walse, UK

出典：amh

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故

状況

トローズフィニッド発電所で1979年初頭に行われた水に対するサンプル試験の結果から、わずかの量であるが放射性物質がタービン建屋の端近くの汚染源からサイトのドレン系に浸入していたことが確認された。その放射性核種はセシウムで、その濃度は飲料水に対する許容レベルよりはるかに低いものであった。このドレン系は近くの湖に流れ込むものであった。流れ込んだ排水の放射能濃度は当局が設定した排水基準をはるかに下回るものであった。このドレン系は改造され、正規の低レベル放射性ドレン系へ接続された。

換気用排気筒からの放射性物質の放出による芝生の汚染

発生日：1979年 2月16日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：ami, amj

事故分類：環境の汚染事故

状況

1979年2月16日、ウィンズケール再処理工場の月間サーベイによって敷地内の非管理区域の芝生の数カ所が汚染していることが発見された。その後のサーベイによってフェンスの外側の敷地外の部分でも放射性粒子物質が検出された。尚、フェンスから離れるにつれ、その放射能のレベルは急激に減少していた。

放出された放射能の量はごくわずかであり、この放射能によって人体が受ける被曝線量は、一般公衆に対する年間許容量の100分の1以下であると見積もられた。

原因

汚染源は、施設の換気空調系の排気筒の内の1本であった。

対策

同排気筒の浄化設備の改造が行われる予定である。

低レベル廃液の漏洩による海洋排水の微量汚染

発生日：1979年 2月20日

施設：Hinkley Point A (GCR)

所有者：CEGB

場所：Bridgwater, Somerset, UK

出典：amk

事故分類：環境の汚染事故

状況

1979年2月20日、ヒンクリー・ポイントA発電所の浜辺を走る陸上放水路から海に放水される排水が、わずかであるが汚染していることが発見された。サンプル分析の結果、その放射能濃度は飲料水に対する最大許容値をはるかに下回る値であることが判明した。

原因

汚染源は、海へ放水する前に希釈処理するための施設へ低レベル放射性廃液を輸送する配管からの液漏れであることが確実視された。漏れた廃液が土面にしみ込み放射性物質がその後の雨によって洗い流され、陸上放水路に流れ込んだと考えられる。

漏れが起きた配管とその2次用の隔離管の試験が行われ、これらの健全性に問題があることがわかった。配管の補修中に廃液が流出したと疑われている。

対策

これ以上土壌汚染が広がるのを防止するために系全体の改造が行われた。

10万キュリーの放射性液体廃棄物の土壌への漏洩

発生日：1979年 3月15日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：aml

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故

状 況

ウィズケール再処理工場サイト内で実施されていた大規模な水文地質調査の一環として、1978年4月に高レベル放射性廃液を濃縮し最終処分する前に、これら廃液を一時貯蔵しておくためのタンク群が収容されている建屋の北東部のコーナ近くでボーリングが行われ穴が掘られた。

この穴から採取した地下水のサンプルに放射能が含まれていることがわかった。分析の結果、原子炉の運転によって生じた核分裂生成物（FP）で、生成から約20年たっていることがわかった。この結果は、約20年前にこの一時貯蔵用タンク建屋に付属した別棟で起きた放射性物質の漏洩事故の事実と一致するものであった。この穴から地下水を汲み出し放射性排水として処分した。

1978年末に、この穴から再び水が採取され、その分析結果が1979年3月に出了が、その結果は含まれていたFPが以前検出されたものとは違い、生成後2年しかたっていないものであった。これは新たに放射能漏れがあったことを示すもので、漏洩源と汚染範囲を確定するために調査が行われた。一時貯蔵用タンク建屋の別棟内のスチール張りのサンプ（排出だめ）内に、ボーリング穴から採取されたサンプと性状が矛盾しない液体が貯蔵されていたことより、おそらくこのサンプが漏洩源であると判断された。

この別棟内の施設は、ガラス固化プロセスの実験用に放射性廃液を供給するために使われたものであり、最近数年来使用されていなかった。サンプ内の廃液は回収され

ると共に、廃液が入らないよう措置がとられた。

土壌調査によって、この一時貯蔵用タンク建屋が建設された時、土壌の埋め戻し作業が行われた部分の建屋の東側の壁に沿って、深さ4mの壁近辺の土壌から放射性物質が検出された。これまでの調査によって、汚染範囲は建屋の2.3m以内に限定されていると思われるが、結論を出すには更に調査が必要である。

漏れた廃液の量は10m³と見積もられており、含まれているFPはセシウム、ストロンチウム、セリウム、ルテニウムが主体であり、その総放射能は1万Ci、汚染した土壌の量ははっきりしていないが、700m³程度と見積もられている。サイトを横切り海へ流れ込む地下水の最大平均流速は1m/日であるが、土壌内の放射線物質の移動速度は土壌内での水の速度よりもはるかに遅く、セシウムとストロンチウムにおいては700日で1mである。従って、放射能はサイトの境界に達するまでに崩壊し、問題とならないレベルになってしまう。実験と調査が実施されている間、関連のある施設の運転は中断されるが、サイト自身の運転は通常どおりで行われている。この土壌汚染による作業員及び公衆への危険はない。

対 策

いつ、どのようにして漏れが起こったか、サンプルからボーリングした穴までの流出経路、及びボーリングした穴の存在とこの穴からの廃液の吸上げ作業が、地下水の流れにどのような影響を与えるかについては、現在調査中である。

T M I 事故（冷却材喪失による炉心溶融）

発生日：1979年 3月28日

施設：Three Mile Island-2 (PWR)

所有者：GPU Nuclear Corporation

場所：Dauphin County, Pennsylvania, USA

出典：amm, amn, amo, amp

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故、発電所異常事象

状 況

（事故前の状況）

1979年3月28日にスリーマイルアイランド（T M I）-2号機で炉心の溶融事故が発生した。初臨界に達してから1年、営業運転を開始してから、僅か3カ月のことである。この短い期間の間に、T M I -2号機には数多くのトラブルが発生しており、それらを完全には解決しないまま運転を継続していた。T M I 発電所全般にわたって運転管理状況にはかなり問題があった。今回の事故に直接関連するものとして、次のような状況があった（図-1参照）。

- (1) 加圧器逃し弁または安全弁から6 gpm (1.4m³/hr) もの1次冷却材の漏洩があり、そのまま長期間運転を続けていた。
- (2) 主給水喪失時に、ただちに蒸気発生器に給水するための補助給水系の弁が2個とも閉じられたままの状態でもって運転を続けていた。

これらは、運転条件を規定したTech. Spec. に違反した行為であった。

（事故の発端）

事故の直前、原子炉は定格の約97%の出力で運転されていた。この状況を図-2に示す。

事故前約11時間にわたって、2次系の脱塩塔からイオン交換樹脂を再生するための移送作業が続けられていたが、この移送配管に樹脂がつまったため、移送作業が難

航していた。この時に、樹脂移送用の水が弁等を制御する計装用空気系に混入したため、脱塩塔出入口の弁が閉じ、この結果、主給水ポンプが停止し、ほとんど同時にタービンが停止した。1979年3月28日午前4時0分37秒の出来事であった。

タービントリップの結果、1次系の温度、圧力が上昇し、加圧器逃し弁が開いた。その後も圧力は上昇し、事故発生後約8秒（主給水ポンプ停止後の時間をいう。以下同じ）で原子炉はスクラムした。原子炉がスクラムしたため、1次系圧力は急速に低下し、加圧器逃し弁の閉設定圧力以下となったが、この弁が故障して「開固着」の状態となり、1次冷却材が格納容器へと流出することとなった。すなわち、小破断LOCA（冷却材喪失事故）の状態となった。

一方、2次系では主給水ポンプ停止により補助給水ポンプが3台とも自動起動し、蒸気発生器に給水しようとしたが、出口側にある2個の弁が閉じられていたため給水できなかった。このため、約2分後、蒸気発生器の2次側の水はほとんど蒸発してしまい、蒸気発生器による除熱能力は急速に低下した。8分後に、運転員がこれに気づき、弁を開いて、蒸気発生器の除熱能力は回復した。その後の解析によれば、この補助給水を開始するまでの8分の遅れは、引き続いて起こった事故現象にはほとんど影響を与えなかったと思われるが、このことが運転員に与えた心理的影響は無視できなかった。

1次系では、加圧器逃し弁からの1次冷却材の流出が続いた。しかし、中央制御室における弁の開閉状態の表示方式が不適切であったため、運転員はこの弁が開放のままであることに気づけなかった。1次冷却材の流出に伴って圧力が低下し、ECCS（非常用炉心冷却系）起動設定圧に達し、高圧注水ポンプが2台とも、2分後に自動起動した。しかし、蒸気発生器の除熱能力が低下していたため1次冷却材が局所的に沸騰し、発生した蒸気泡が冷却材を加圧器に押し上げて、加圧器の水位を上昇させ、一見1次冷却材の量が増加しているかの如き現象を呈した。運転員は常々加圧器を満水にして圧力制御不能になる状態を回避するよう教育されていたため、加圧器の水位上昇を見て高圧注水ポンプ1台を停止し、残りの1台の流量を最低限にまで絞った。そのみならず、抽出量を最大にした。すなわち、冷却材量が減少しているのに、これを補給せず、かえって減少を促進する操作を行った。緊急手順書によれば、高圧注

水ポンプの停止は、加圧器水位だけでなく、1次系の圧力も条件とされており、運転員の措置は緊急手順書に違反した行為であった。

加圧器逃し弁から流出した1次冷却材によりドレントンク圧力は上昇し、ラプチャディスクが破れ、格納容器内に1次冷却材が流出した。そして、格納容器サンプに入り、サンプポンプによって補助建屋の放射性廃棄物貯蔵タンクに移送された。

(燃料の破損)

一次冷却材はますます減少し、蒸気泡が増加した。このため、冷却材ポンプの振動が激しくなり、ポンプの破損をおそれた運転員は4台全部停止した。ポンプが運転されている間は、水と蒸気の混合物が循環して炉心を冷却していたが、ポンプが停止されると、流れが止り蒸気と水が分離し、炉心の上部が蒸気中に露出し始めた。

事故発生2時間20分後、運転員は加圧器逃し弁が開いているのに気がつき、元弁を閉じた。だが依然として高圧注水ポンプを全開にして冷却水を注入することをしなかった。炉心の水は蒸発し、炉心は上部2/3程度露出したと思われる。露出した燃料は温度が急上昇し、重大な損傷（一部熔融）が生じて大量の放射性物質が1次系内に放出された。また、燃料被覆材と蒸気が反応し、大量の水素が発生した。

事故発生3時間20分後、短時間ではあったが高圧注水ポンプが起動され、1次系内に注水され、炉心は再び冠水した。おそらくこの後、再び炉心が露出することはなかったと思われる。

(収束への努力)

冷却材ポンプを停止してから、運転員が当初考えていた自然循環冷却がうまく行っていないことに気づき、そこで、まず冷却材ポンプ1台を起動したが、ループに残った僅かの水を注入したのみで空転し、振動が激しくなったので20分足らずで停止した。運転員は、ループに水蒸気泡が存在して自然循環を妨げていると考え、加圧して気泡をつぶそうとしたが、気泡の中には相当量の水素もあるため成功しなかった。そこで事故後7.5時間を過ぎる頃から余熱除去系による熱除去を指向し、加圧器逃し弁の元弁を開いて余熱除去系の使用可能な圧力まで1次系圧力を下げようとしたが、こ

れも成功しなかった。この間、1次系内にあった水素の一部が格納容器内に放出され、急激な燃焼を起こして約2 kg/cm²gの圧力パルスが発生した。再度冷却材ポンプを動かして冷却を試みることになり、高圧注水ポンプの流量を増加し、1次系を加圧して、約10秒間1台の冷却材ポンプを動かした。この結果、ループの気泡が除去され、自然循環が始まったことが確かめられた。事故発生から15時間50分後、冷却材ポンプ1台を再起動し、蒸気発生器を通じての除熱に成功し、事故はようやく制御可能な状態となった。

しかし、1次系内には、まだ大量の水素が残っていた。この水素が爆発するのではないかという誤った推測が流され、混乱に輪をかけた。このガスは、抽出水の脱気操作と加圧器逃し弁の元弁を操作することにより、4月2日までにほぼ完全に除去された。4月13日、1次冷却材に溶解しているガス抜きを開始し、1次冷却材の温度、圧力を下げ、4月27日からは1次冷却材ポンプを停止し、自然循環冷却による長期冷却に入った。

(放射性物質の放出)

環境に放出された放射性物質の大部分は気体状の放射性物質で、主として放射性希ガスと放射性ヨウ素である。放出量については、いくつかの推定があるが、最も確実な値は、放射性希ガス約250万Ci、放射性ヨウ素のうち、I-131が約15Ciである。微量ではあるが液体の形で、川に放出された放射性物質(I-131が0.23Ci、I-131及びトリウム以外の核種が0.24Ci)もある。

(周辺公衆への影響)

環境に放出された放射性物質による周辺公衆の外部全身被曝線量は、事故発生から4月15日までの期間について、主として周辺に配置されていた多数のTLDの観測値に基づいて評価が行われた。その結果、周辺公衆の個人の最大被曝線量の推定値は約70mremである。また、同発電所から半径80km以内の住民約216万人についての集団線量については、いくつかの異なった計算値があるが、現在最も確からしい値は、家屋の遮蔽効果等を考慮した場合約2000人・レム(個人の被曝線量は平均約1mrem)で

ある。

対 策

(復旧作業)

格納容器内にある約2650m³もの高レベルの汚染水を処理し、格納容器内の除染を行う。その後、原子炉容器の蓋を開き、1次冷却材を除染し、損傷している炉心を撤去する。

(NRCの対応)

事故に対するNRCの活動は次の3つに分けられる。

(1) TMI-2号機に対する活動

事故に対処し、これを収束させ、また炉を修復させることについての直接的活動。

(2) TMI-2事故の調査、評価活動

事故中の諸事象、活動などの事実の確定及び評価、並びに事故の原因、改善対策に関する調査、評価。

(3) 事故防止のための措置

安全性向上を図るための規制上の具体的措置と活動。

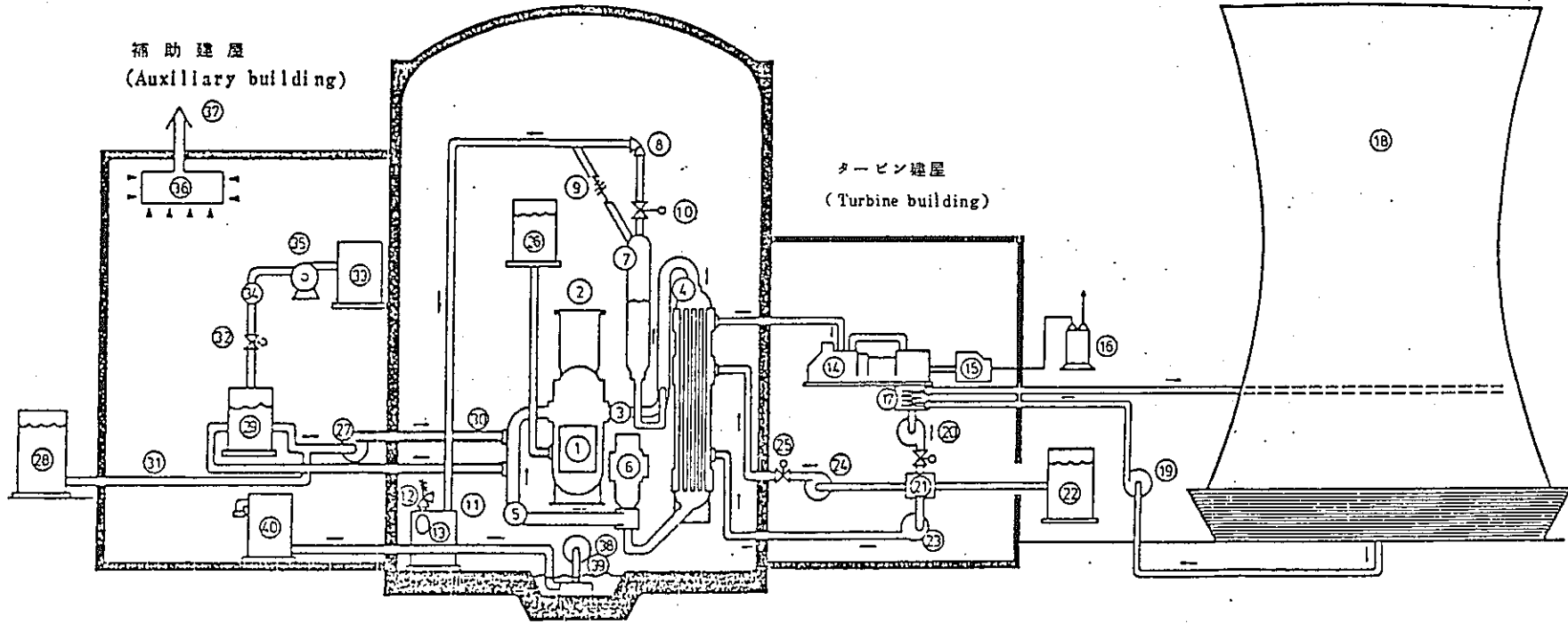
大統領はケメニー (Kemeny) 委員会を設置し、またNRCはロゴビン (M. Rogovin) の調査グループに広範な調査を委託した。その結果、ケメニー報告書 (1979年10月) 及びロゴビン報告書 (1980年1月) などが公表された。これらの報告書は、事実関係についてより詳細に調査を行うとともに、この調査結果を評価、分析して、幅広い分野にわたって数多くの改善勧告を行った。これらの改善勧告を受けてNRCは実施に移すための方針、計画を示した「実施計画書」 (NUREG-0660, 1980年5月) を公表した。

原子炉建屋 (格納容器)
(Reactor building (containment))

冷却塔
(Cooling tower)

補助建屋
(Auxiliary building)

タービン建屋
(Turbine building)



4.7-43

- | | | | |
|--|-----------------------------------|--|--|
| ① 炉心 (Reactor core) | ⑪ ドレンタンク (Drain tank) | ⑳ 脱塩塔 (Demineralizer) | ㉑ 抽出配管 (Letdown line) |
| ② 制御棒 (Control rods) | ⑫ 逃し弁 (Relief valve) | ㉒ 復水貯蔵タンク (Condensate storage tank) | ㉒ ベント弁 (Vent valve) |
| ③ ホットレグ (Hot leg) | ⑬ ラプチャーディスク (Rupture disk) | ㉓ 主給水ポンプ (Main feedwater pump) | ㉓ 廃ガス減衰タンク (Waste gas decay tank) |
| ④ 蒸気発生器 (Steam generator) | ⑭ タービン (Turbine) | ㉔ 補助給水ポンプ (Emergency feedwater pump) | ㉔ ベントヘッダー (Vent header) |
| ⑤ コールドレグ (Cold leg) | ⑮ 発電機 (Generator) | ㉕ 元弁 (Block valve) | ㉕ 廃ガス圧縮機 (Waste gas compressor) |
| ⑥ 冷却材ポンプ (Reactor coolant pump) | ⑯ 変圧器 (Transformer) | ㉖ コア・フロッド・タンク (Core flood tank) | ㉖ 換気フィルタ (Ventilation filters) |
| ⑦ 加圧器 (Pressurizer) | ⑰ 復水器 (Condenser) | ㉗ 高圧注水ポンプ (High pressure injection pump) | ㉗ スタック (Stack) |
| ⑧ 加圧器逃し弁 (Pilot-operated relief valve) | ⑱ 冷却塔 (Cooling tower) | ㉘ ホウ酸水貯蔵タンク (Borated water storage tank) | ㉘ サンプ (Sump) |
| ⑨ 安全弁 (Safety valve) | ㉚ 水循環ポンプ (Circulating water pump) | ㉙ メークアップタンク (Makeup tank) | ㉙ サンプポンプ (Sump pump) |
| ⑩ 元弁 (Block valve) | ㉛ 復水ポンプ (Condensate pump) | ㉚ メークアップ配管 (Makeup line) | ㉚ 放射性廃棄物貯蔵タンク (Radiation waste storage tank) |

図-1 TMI 2号炉プラントの概要

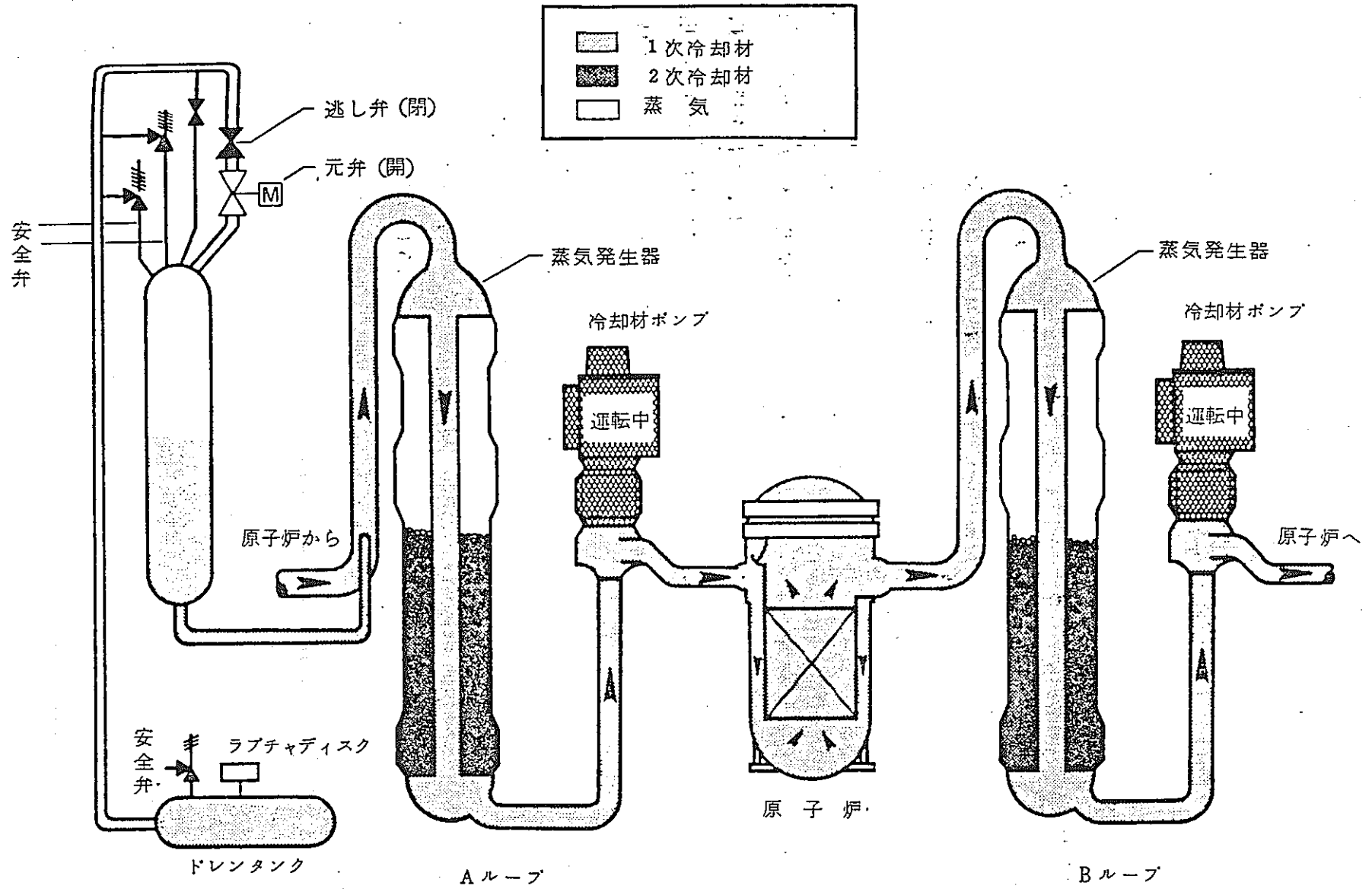


図-2

ウラン廃液貯蔵ダムの決壊による廃液の川への流出

発生日：1979年 7月16日
施設：Church Rock Uranium Mill
所有者：United Nuclear Corporation
場所：Gallup, New Mexico, USA
出典：amq
事故分類：環境の汚染事故

状況

1979年7月16日、ユナイテッド・ニュークリア社のチャーチロック・ウラン製錬施設のウラン廃液貯蔵ダムが決壊した。ダムの決壊により、廃液及び土砂が下流域に流れ出て、流域の堤防も破壊され、廃液が峡谷及びリオ・プエルコ川に流入した（図-1参照）。

貯蔵ダムからは、廃液約1億ガロン(39.9万 m^3)及び土砂1100トンが流出した。リオ・プエルコ川に流入した廃液は、アリゾナ州に約30マイル(48km)入ったところで拡散し消えた。ウランのくず鉱及び廃液の同位体は、主にトリウム-230及びラジウム-226で、ダムの決壊による直接的な公衆の健康への影響はなかった。アロヨ地域のような乾燥地域では、汚染が濃縮されることからバックグラウンドはわずかに増加（推定値：全身で1.3mrem/年）するであろう。

廃液が酸性であることから、直接的な人体への影響は、火傷であり、その危険は2日間続いた。また、地下水の化学汚染が長期にわたる問題である。

原因

ダムの決壊原因は、沈下度の差異と廃液が直接ダムに触れたためである。ダムは、不規則な岩床表面上の沖積土の上に建設された。ダム設計及び建設中に沖積土の沈下度の試験が行われ、乾燥条件下ではダムの自重による沈下度は約5%であった。しかし、廃液のある条件下では、土壌構造の崩壊によりさらに1.5~13%が沈下した。こ

のようにダムの沈下度が大きく異なることから、クラックが発生した。そして、廃液がダムに浸透し、ダムを弱めた。

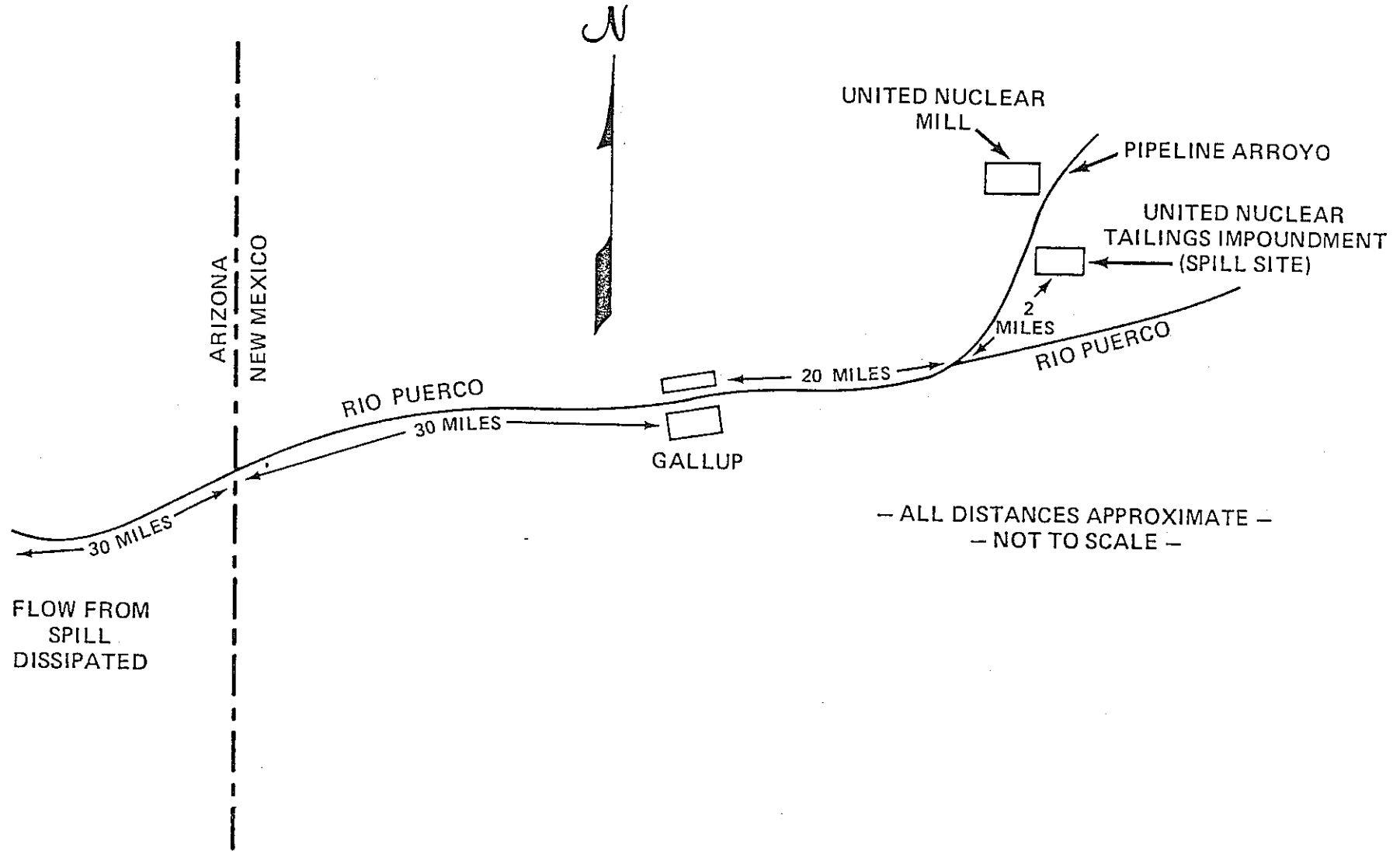
対 策

(ユニテッド・ニュークリア社)

- (1) ダムの決壊調査。
- (2) 廃液貯蔵用の代替サイトの研究。
- (3) 製錬施設の近隣地域の除染。

(NRCと州当局)

ダムの決壊調査と復旧作業が完了するまで操業の禁止を命令した。



☒-1

制御弁の故障による α 核種を含む液体廃棄物の流出と気中汚染

発生日：1979年 9月11日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：amr, ans

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故、被曝事故

状況

1979年9月11日、ウィンズケール再処理工場で α 核種を含んだ廃液の移送中に、低レベル放射性液体廃棄物処理施設の一部建屋内で気中放射能が検出され、同建屋及び隣接建屋で避難警報が鳴り、約25名の作業員がこれら建屋から急遽退去した。建屋の廻りは柵で隔離され、予防措置として、同サイトの化学工場区域への立入りは制限された。低レベル放射性液体廃棄物処理施設を除くこの区域への入域は、その日遅く許可されたが、化学工場での気中放射能の異常は、その日一日続いた。

避難した人達に外部汚染はなく、その後の検査によって関係者の問題となる放射能の摂取はなかったことが判明した。

サイトの風下の敷地境界の外側の土壌がプルトニウムを含むわずかの放射能によって汚染されていることが判明したが、その放射線量は、公衆の安全に対する最大許容値を超えない値であった。

原因

放射能の放出は制御弁の故障によるもので、この弁の故障によりタンクから廃液がオーバーフローした。この事故は、通常濃度を超える α 核種を含んだ冗長系の圧力容器の洗浄に使った廃液を同処理施設に排出した時に起こった。

対策

化学工場の計装設備の改良と大気に放出する排気エア-のろ過装置の改良が行われた。

ラブチャー・ディスクの破裂による冷却材の流出

発生期日：1979年10月 2日

施設：Prairie Island-1 (PWR)

所有者：Northern States Power Co.

場所：Red Wing, Minnesota, USA

出典：amt, amu

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1979年10月2日、プレーリー・アイランド1号機が100%出力で運転中、空気抽出器排気モニターで放射能高の警報が発した。これは蒸気発生器(SG)の細管破損の最初の徴候であった。漏洩量が充填ポンプの容量を超えたため、1次系圧力を維持できず、このため、原子炉及びタービンがトリップし、安全注入が開始された。1次冷却材ポンプは手動で停止された。タービントリップ時にSG-Aの主蒸気逃し弁の1つが瞬間的に開いた。SG-A細管の破損が確認され、隔離された。原子炉冷却系の圧力を下げ、漏洩量を最小にするため、加圧器逃し弁が手動で作動された。加圧器逃しタンクの水位が80%まで上昇し、同タンクのラブチャー・ディスクが破れ、蒸気が格納容器内に放出された。原子炉冷却系の圧力が900psig(63.3kg/cm²g)まで下がった時、1次系と2次系の圧力が等しくなり、漏洩がとまった。炉の冷却には、まず自然循環により、続いて1次冷却材ポンプ1台を再起動し冷却が行われた。放射性物資の放出量は最初はTech. Spec.の約10%であったが、1時間以内に1%まで下がった。この異常は即座に通報された。NRC第3地方局の緊急対策センターが直ちに活動した。異常発生から8時間後、非常事態は終了した。SGを点検した結果、細管レーンブロッキングデバイスの下にひっかかっていたコイルスプリングが近くの細管と接触し、細管の肉厚が65%減少して細管が破損したことがわかった。スプリングは、前回の停止時に使用されたスラッジ除去装置の一部であることがわかった。

ガス処理系から大気への希ガスの計画外放出

発生日：1979年12月16日

施設：Connecticut Yankee (PWR)

所有者：Connecticut Yankee Atomic Power Co.

場所：Haddam Neck, Connecticut, USA

出典：amv, amw

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故

状況

1979年12月16日、コネチカット・ヤンキー発電所の出力を98%から100%に上昇している時に脱気系から計画外の希ガスの放出が発生した。主排気筒放射線監視系(RMS)のチャート記録によると放出時間は10分間であった。計算によると希ガス15.8Ciが放出したと推定される。またサイトの境界における全身への被曝線量は0.45mrem相当と計算された。放出されたヨウ素-131の放射能の推定値は、合計68.6 μ Ciで、放出率としては瞬間許容放出率の13.7%であった。

これは、脱気装置のラプチャディスクが破裂し、そのために設計通りに脱気装置内のガスが排気筒に放出されたためである。詳細な調査では、放射化された水約800ガロン(3.03 m^3)が排気筒に流入し、その床の上に滞留していた。また、2つのヤードストームドレンでも漏洩水が発見され、それはおそらく排気筒ダクトの作業中の漏洩水と思われる。オーバフローした汚染水は、管理区域内に導かれたことから、所外への放射能の放出はなかった。

原因

事故原因は、次のような設計の誤りと考えられる。

- (1) 放射性ガス及び液体を内包する設備の過圧防護手段としてラプチャディスクを使用した。
- (2) リレーの故障時にはラプチャディスクの破裂する圧力まで脱気系の加圧が行わ

れるという制御リレーを使用していた。

対 策

- (1) ラプチャディスクの使用についてのレビューの実施。
- (2) 脱気系に水位制御安全系を追加設置。
- (3) 排気筒床での液位計の設置。

弁の故障による低レベル液体廃棄物の漏洩による地下水の汚染

発生期日：1979年10月～1980年 1月

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：amx

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故

状 況

1979年10月から1980年1月の期間において、ウィンズケール再処理工場サイトの地下水の定期水質モニタ用のボーリング穴から採取した水の放射能レベルが増加していることが示された。2つ目のボーリング穴から採取したサンプルの放射能レベルも同じように通常より高い値を示したが、その後、時間の経過と共にレベルはどんどん低下した。観察された最高濃度は、放射線従事者に対する飲料水基準を下回るものであった。尚、この水源は飲料水には使用されていない。

原 因

汚染源は、海へ排水する前に使用済燃料貯蔵プールから沈降タンクに低レベル廃液を送る配管に設置された弁での間欠漏洩であることが判明した。

汚染された芝生の不法投棄による環境汚染

発生日：1980年 2月17日

施設：Hunterston A (GCR)

所有者：SSEB

場所：Hunterston, Ayrshire, Scotland, UK

出典：amy, amz

事故分類：環境の汚染事故

状況

1980年2月17日と19日の間にハンターストンA発電所の渚に位置する、土壌や瓦石の投棄場所でわずかの放射能を帯びた物が大量に不法投棄されていることが発見された。これらの物は、ハンターストンA発電所から出たもので、許可を受けずに捨てられていた。

放射線は低レベルであったが、ポリエチレンの袋に入れられて投棄された芝生がその中で最高の放射線レベルを示した。この芝生は同発電所内の最近の改造工事において、低レベル放射性液体廃棄物の輸送配管付近の地表から取り除かれたものであった。この不法投棄による公衆の安全への影響及び人体汚染の心配は全くなかった。

原因

芝生が汚染していたにもかかわらず、放射性物質として明示されていなかったため誤ってごみ捨て場に投棄された。

対策

放射能で汚染した物の取扱いに関する手順の見直しが行われ、識別のためのラベルの貼付の必要性が再確認された。

降雨によって貯蔵タンクからウランが流出

発生日：1980年10月30日

施設：Springfield Nuclear Laboratories

所有者：UKAEA

場所：Springfield, Preston, UK

出典：aiw

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故

状況

1980年10月30日、スプリングフィールド原子力開発研究所での建物の屋根の定期モニタリングによって、屋根に設置していたタンクに貯蔵していた水和物状の UO_3 が、雨によって流出し、溝を経て近くの小川に雨水と共に放出されたことがわかった。流出したウランの量は、数kgと見られているが、流出がいつから始まったかは、はっきりしていない。流出したウランに接触したと思われる作業員の放射能サーベイが行われたが、汚染及び被曝は認められなかった。

ウランの流出した小川は連続モニタリングが実施されているが、この事故による放射能レベルの増加は記録されなかった。

原因

タンクカバーが誤って取り外されていたため、タンクに雨が浸入し、ウランの流出に至った。

対策

回収されたウランは洗浄され、タンクは撤去された。

トリチウム14,000Ciが環境に放出

発生日：1981年 8月29日

施設：Bruce A-1 (CANDU)

所有者：Ontario Hydro

場所：Tiverton, Ontario, Canada

出典：ana

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故

状況

1981年8月29日、ブルースA-1号機が88%出力で運転中、重水熱交換室(R007)での漏洩を示す警報が鳴った。これを調べに行った運転員は場所を間違えて重水精製室に行き、漏洩はないと報告してしまった。また、彼は同精製室の漏洩検知器が腐食しているのを発見し、検知器の不具合による誤警報であったと判断し、同検知器の修理を要請した。この修理は8月31日に完了したが、ここでまた誤って、R007の検知器を修理したと報告・記録された。

9月4日になると運転員がR007からの重水スタックからの放出量高の指示に気づき、R007での漏洩を示す警報は依然として続いていたので、運転員はR007での漏洩を確認した。

9月5日に約300kgの漏洩重水が回収され、R007の警報が解除された。重水が漏洩していた間に約14,000Ciのトリチウムが環境に放出された。但し、この事故によって運転員及び公衆に対する放射線影響はほとんどなかった。

原因

漏洩自体の原因は、重水熱交換室(R007)のノン・リターン弁と隔離弁の不具合によるものであることがわかった。但し、漏洩警報が発せられた時に直ちに対処出来なかった原因としては次が挙げられる。

- (1) 漏洩を調べに行った運転員が場所を間違え、修理箇所についても誤った報告が

なされた。また、これに他の運転員も気付かなかった。

(2) 9月4日(漏洩開始約5日後)になるまでR007の重水放出量高の指示に気付かなかった。

(3) R007の漏洩検知器はもう一つ設けられていたが、これは作動不能であった。

対 策

(1) 漏洩していた弁を修理した。

(2) トリチウム異常放出に対して、もっとはっきりした指示信号が与えられるように化学系コンピュータのプログラムの改善を検討する。

(3) スタックからの放出を低減するためエリア・ドライヤを設置する。

トリチウム1100Ciが環境に放出

発生日：1981年 9月19日

施設：Bruce A-2 (CANDU)

所有者：Ontario Hydro

場所：Tiverton, Ontario, Canada

出典：anb

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

ブルース A-2号機で原子炉停止期間中、1981年9月19日22時52分に貯蔵タンク中へ熱輸送系からの重水を排出し始めた。運転員は、制御機器室に入り、ヘッダー液位制御・計装を検査した。22時54分に、制御室に「熱輸送貯蔵タンク液位高」警報が出されたが、運転員はこれに気付かなかった。

22時57分に、格納容器外に重水が漏洩していることを示す警報が出された。また、計装室 R 310での漏洩も制御機器室に示された。後者の指示に運転員は気づき、直ちに制御室に戻って漏洩を止めた。23時15分に熱輸送系貯蔵タンクのラプチャー・ディスクが損傷し、かなりの重水が漏洩していることが確認された。警戒警報が発せられ、重水の回収と放射線測定が開始された。

放射線測定の結果、0時15分に発電所非常事態が宣言され、プラント内のトリチウム量を最少とするため、すべての換気系を始動させた。

6時00分までに、貯蔵タンクのラプチャー・ディスクは交換され、トリチウム濃度はほとんどの区域で許容レベルまで下がった。この事故で漏洩した重水は最大17.4トンと推定され、この中に含まれるトリチウム濃度は700Ci/トンであった。このうち、実際に回収された重水の量は15.8トンであり、残りのトリチウム1,120Ci分が放出されたと考えられる。ブルース A 発電所の1週間当りのトリチウム許容放出量は200,000Ciである。

漏洩時の最大トリチウム濃度は、線量率で25mrem/hに相当した。一般公衆への放射

線影響は無視できる程度であった。

原因

このような漏洩が生じたのは主に次の二つの原因による。

- (1) 熱輸送系からの重水が貯蔵タンクに流れ込む前に、同タンクは排水しておくことが要求されているが、運転員がこの手順に従わなかった。
- (2) 「貯蔵タンク液位高」の警報に3分間近くも気付かなかった。

対策

- (1) 熱輸送系及び重水系から格納容器外への重水漏洩経路を確認し、2次的な格納について検討する。
- (2) ラプチャー・ディスクからの排出重水は格納容器内に戻るような設計変更を検討する。
- (3) このような運転員のミスへの対処をも含めて運転手順書をレビューする。

放射性ヨウ素の敷地外への放出

発生日：1981年10月 4日

施設：Sellafield

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：anc

事故分類：環境の汚染事故

状況

1981年10月4日、セラフィールド再処理工場のマグノックス燃料分離プラントの排気筒から、多量の放射能が放出されていることが、放射能モニターの警報によって発見された。同プラントではその時、マグノックス燃料の溶解工程中であったが、直ちに運転が停止された。排気筒から採取したサンプルを分析した結果、放射性同位体のヨウ素-131が放出されていたことが確認された。

BNFLの首脳は、環境への影響の評価が終わるまで、同プラントの運転を停止することを決定した。溶解槽に残っている除去可能なヨウ素は洗い流され、安全を確認して海へ放出された。同プラントは10月5日、再開された。プラント内にまだ残っているヨウ素の放出を監視しながら、慎重に検査が続けられた。ヨウ素-131の放出は、事故発見後24時間は1.9Ci/日であったが、4日以内に約0.4Ci/日となった。10月7日、サイトから半径2マイル内の2つの牧場から集められた牛乳からヨウ素が検出された。牛乳から測定されたヨウ素-131は最大でも5000pCiであったため、農漁食糧省は事故の影響を受けた牛乳の販売を禁止するという措置はとらなかった。

事故の起きた10月4日から、牛乳に含まれるヨウ素のレベルが正常に戻った10月23日の間に、大気に放出されたヨウ素-131の量は、合計約8Ciと推測された。この結果牛乳中のヨウ素-131の測定に基づく計算から、公衆の受けた最大放射線量は、ICRPの勧告する年間許容値をかなり下回る値であることが確認された。実際に公衆が受けた線量はこれよりさらに低いと思われる。従って、この事故は、公衆の健康に何ら危害を及ぼさなかった。

原因

ヨウ素放出は、CEGBのオールドベリー原子力発電所から送られて来た、わずか27日しか冷却期間をおいていない燃料棒6本が再処理されたために起きた。原子炉から取り出されて60日以上を経た燃料だけが、再処理工場の燃料貯蔵プールに受け入れられるはずであったが、9月7日、原子炉からとりだされたばかりの7本の燃料棒が、オールドベリーの燃料プールからセラフィールドの2つの燃料貯蔵プールへ誤って送られた。オールドベリーの書類には、冷却期間の短い燃料棒7体のことは何ら記録されていなかった。セラフィールドでは、この書類を信用し、冷却期間の短い6本の燃料棒を予定通り再処理に送ってしまった。また、第2プールで異常なレベルのヨウ素が検出され、これによって、同プールに7番目の短冷却燃料棒が貯蔵されていることが確認され、回収された。セラフィールドでは、燃料棒は、再処理される前には、短冷却燃料棒を検出するための追加予防措置として設計されたモニタリングを通過することになっているが、この装置を後で検査した結果、正しく調整されていないことがわかった。

対策

CEGBとBNFLの両方から、事故の再発を防止するための対策書が提出された。

CEGBは、原子力発電所の運転管理を改善するためにいくつかの計画を立案し、これを実施に移す予定である。これらの計画の主目的は、発電所の燃料貯蔵プールの全ての作業の手順書及び指導書を単純化し、監督を降下的にするために、従来の手順を強化することである。更に、CEGBでは、取り出されたばかりの燃料のモニタリング装置を含む、貯蔵プールの燃料の管理のための独立した技術的安全装置の開発を計画している。

BNFLでは、燃料が以下に示す条件のひとつを満足している時、適当な冷却を行った燃料であるとみなし、このことが証明できない燃料は再処理禁止とし、この事故の結果、現在追加試験中のモニタリング装置での検査も、併せて実施することを決めた。

- a. 100日以上運転を行っていない原子炉から発生した燃料。

b. セラフィールドで60日以上貯蔵した燃料。

c. ガンマスペクトル分析が実施された燃料。

一方、燃料の冷却期間を測定する方法が確立するまでは、記録に関係なく再処理される燃料を60日間貯蔵するという措置もとられる。また、モニタリング装置の開発を完了し、改良された装置を早急に設置する予定である。

蒸気発生器の1次系から2次系へ冷却材が漏洩

発生日：1981年10月20日

施設：Ringhals-3 (PWR)

所有者：SSPB

場所：Ringhals, Sweden

出典：and, ane, anf, ang

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故

状況

1981年10月20日、リングハルス3号機の蒸気発生器(SG1)のチューブ1本に穴があき、1次冷却材が2次系に漏洩した(0.6m³/hr)。この事故により、 1.3×10^9 Bq(35mci)の放射能が2次冷却系に流出し、 1.2×10^6 Bq(33 μ ci)が環境に放出された。漏洩した蒸気発生器は、ウェスチングハウス社製の Model-D3であった。

渦電流試験の結果、3基の蒸気発生器全てに、2次冷却材入口ノズル近く(予熱領域)のチューブとサポートプレート間にフレットング摩耗が生じていることがわかった。

原因

蒸気発生器の振動によって、チューブとサポートの間にフレットング摩耗が生じ、減肉が進み、漏洩に至った。チューブの一部が、ウェスチングハウス社のR&Dセンター(Pittsburgh)及びスウェーデン国営電力局に送られ、更に検査が実施された。

蒸気発生器の漏洩により水・蒸気の混合ガスが環境に放出

発生日：1982年 1月22日

施設：Rouno-1 (VVER)

所有者：Minednergo (USSR)

場所：Kuznetsousk, Rouna, USSR

出典：anh

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1982年1月22日、ソ連のロウノ1号機が82%の出力で運転中に、1次系の圧力が11.3MPa (115kg/cm²)まで下がり、原子炉保護系から“Slow Shutdown”の信号が出された。さらに数秒後に1次系圧力が10.8MPa (110kg/cm²)まで下がった時点でスクラム信号が出て、非常用炉心冷却系 (ECCS) が作動した。150秒後に1次系の圧力は4MPaまで落ちたところではほぼ安定した。

13分後に運転員は蒸気発生器 (SG) 1基に漏洩箇所を発見し、この蒸気発生器を隔離した。

隔離するまでの間に1次冷却材は一部2次系に漏洩した。このS/Gの逃し弁がトリップした時、SG中の蒸気と水の混合物はタービンホールの屋根の位置で大気中に放出された。しかし、発電所従事者の被曝量は許容値以下であった。

原因

検査の結果、SGのホットヘッダーのフランジシール (図-1) が緩み、ヘッダーボルトに腐食と疲労損傷が生じ、最終的にシール機能が損なわれたことがわかった。

対策

- (1) SGヘッダのボルトとシールのすべてを交換し、ボルトの締結力をチェックした。

- (2) 浄化系のボイラー水の放射能濃度が $10^{-6}\text{Ci}/\ell$ 以上になった場合はSGの運転を禁止する規則を新設した。
- (3) コレクターのシールガスケット間キャビティに圧力が検出された場合はSGの運転を制限する規則を新設した。
- (4) SGコレクターのシール保持部品の監視を強化した。

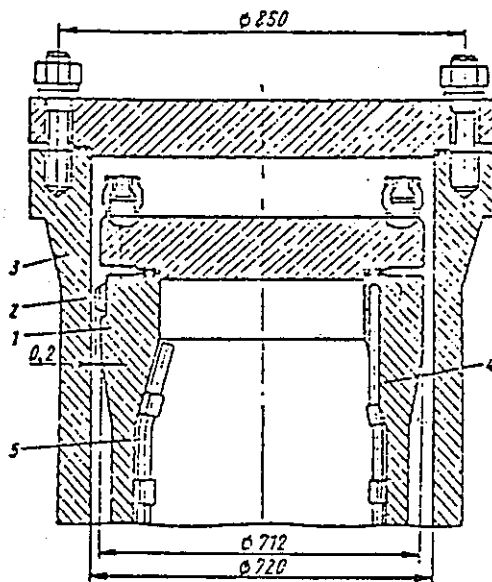


Рис. Конструкция разъемов коллекторов парогенераторов ПГВ-4М:
 1 — коллектор первого контура; 2 — установочная шпонка; 3 — коллектор второго контура; 4 — контроль протечек; 5 — воздушник.

Design of the header joint in the PGB-4M steam generator:
 1. primary circuit header; 2. retaining pad;
 3. secondary circuit header; 4. lead monitoring tube; 5. venting tube.

N₂ガスによる配管洗浄中、放射性ガスが放出

発生日：1982年 1月28日
施設：Gravelines B-1, 2 (PWR)
所有者：EDF
場所：Gravelines, Nord, France
出典：ani
事故分類：環境の汚染事故

状況

1982年1月28日、グラブリーヌ発電所で、気体廃棄物処理系（GWDS）の漏洩個所の修理に先立って、系内の残留水素を排除するため、N₂ガスによる系内の洗浄（フラッシング）が実施された。しかし、放射性ガスが貯蔵されていた207BAタンクの供給弁が誤って「開」になっていたため、タンク内部の放射性ガスが、N₂ガスと共に排気筒から放出された。

制御室では、フラッシングによって排気筒での放射能検出値が高くなることが知らされていたため、午前1時24分、放射能レベル値の増加が検出されても、この事故には気付かなかった。午前4時20分までに、タンク内の放射性ガスは全て放出された。排気筒での放射能濃度は、 $2 \times 10^{-5} \beta \text{ Ci/m}^3$ であり、通常の放出基準を超えていなかった。放射能濃度が低かったのは、2基の原子炉（1号機は運転停止中、2号機は運転中）の1次冷却材中の希ガスの放射能濃度が低かったためである。放射能の全放出量は、約6 Ci（希ガス換算）であった。

原因

- (1) GWDS運転指導書が最新化されていなかったため、放射性放出ガス貯蔵システムに新たに追加されたタンク（205、206、207及び208）が、作業に考慮されていなかった。また、測定記録の処理が不適切であったため、1月30日まで、弁が「開」になっていることに気付かなかった。

- (2) 排気筒での放射能測定値が間違って解釈された。

対 策

- (1) 放射能測定の表示を改善する。
- (2) 運転員の教育訓練を行う。

気体廃棄物系の逃し弁開による放射性ガスの放出

発生期日：1982年 2月 9日
施設：Surry-1 (PWR)
所有者：Virginia Power Co.
場所：Gravel Neck, Virginia, USA
出典：anj, ank
事故分類：環境の汚染事故、発電所異常事象

状 況

1982年2月9日、サリー1号機で運転停止中、排気系の逃し弁の開放により放射能の放出が生じ、ストリップチャートの測定値によると放射能の放出時間は2分間と推定された。放射能はキセノン-133相当で8.57Ciであった。瞬間放出率は、Tech. Spec. 許容値の1.19倍であった。

放射線モニターのストリップチャート、実際のプロセス排気系の流量及び気象条件から、サイト境界での最大被曝線量及び全身への集積線量はそれぞれ0.37mrem/hr及び0.009mremと計算された。

原 因

原因は、排気系逃し弁が低圧で開いたためである。すなわち、同逃し弁は15psig (1.05kg/cm²g)で開くよう要求されていたが、2psig (0.14kg/cm²g)以下で開となることが試験で示された。

対 策

- (1) 逃し弁を閉止することにより放出を停止させた。
- (2) 逃し弁のレビューを行い、その結果、気体放射性廃棄物安全弁を供用期間中検査プログラムの対象とし、またプロセス排気系の過渡事象にタイムリーに対処できるように放射線管理及び異常事象手順書を変更する。

逃し弁の誤開による放射性ガスの放出

発生日：1982年 4月18日

施設：Surry-1 (PWR)

所有者：Virginia Power Co.

場所：Gravel Neck, Virginia, USA

出典：an1

事故分類：環境の汚染事故、発電所異常事象

状況

1982年4月18日、サリー1号機で100%出力運転中、気体ストリッパージタンクから排気ガスサージドラムへの放射性気体廃棄物の移送を開始した。その時に、タンク間の配管にある逃し弁が開き、プロセス排気系への計画外の気体の放出が起きた。

放出時間は5分間と推定され、気体ストリッパージタンクからの試料採取の結果では、放出された放射能はキセノン-133相当で52.4Ciであった。また瞬間放出率は、Tech. Spec.の規定値の2.58倍であった。

気体ストリッパージタンクからの試料採取及び同位体分析が実施された。この分析の結果、気体ストリッパージタンクから放出された気体容量の計算値及び気象条件から、サイト境界での最大被曝線量及び全身への集積線量は、それぞれ1.39mrem/hr及び0.085mremと推定された。

原因

原因は逃し弁が低圧で開いたためである。すなわち同安全弁は15psig (1.05kg/cm²)で開くよう要求されていたが、2psig (0.14kg/cm²)以下で開となることが試験で示された。

対策

- (1) 逃し弁を閉止することにより放出を停止させた。
- (2) 逃し弁の分解、検査、洗浄及び設定点のリセットが行われた。

気体廃棄物系弁からの放射能放出

発生日：1982年11月16日
施設：Yankee Rowe (PWR)
所有者：Yankee Atomic Electric Co.
場所：Rowe, Massachusetts, USA
出典：ann
事故分類：環境の汚染事故

状況

1982年11月16日、ヤンキー・ロー発電所の燃料交換停止中、運転員は、放射性廃棄物系の1½インチ手動バイパス弁が11月13～16日の58時間、開状態であったことを発見した。この弁が開いていたことにより、キセノン-133、クリプトン-85及びアルゴン-37が約0.4Ci放出した。しかし、この放出中特定の検知対象ガスの放射能及び流量は低かったために排気筒モニターは警報を発しなかった。

放出前の11月8日には、同弁は、放射性気体廃棄物系のその他の部分の漏洩試験を行うため、閉止のタグが表示され、11月13日には閉止が確認されていた。11月16日に補助運転員ログシートのレビューにより、放射性気体廃棄物系のサージドラムの圧力が予想より減少していることが発見された。すなわち、予測値5psig(0.35kg/cm²g)に対して4psig(0.28kg/cm²g)であった。このため放射性気体廃棄物が放出していると考えられ、放出径路が調べられ、弁が開いているのが発見された。しかし、11月13～16日の間の弁操作に関する記録はなかった。弁が開いていたことにより、放射性気体廃棄物系から直接換気系への放出が行われた。

原因

放出をタイムリーに検出することは補助運転員のログシートに関する次の2つの問題により阻害された。

- (1) 上級サイト管理者のレビューはログの記入後1～2日以内に行われるために、

有資格運転員による適切なプラントパラメータについての当直交代時レビューが実施されなかった。

- (2) 圧力に影響を与える放射性気体廃棄物サージドラム温度がログシートに記録されておらず、タンク及びエバポレータの多点温度計が作動不能であった。

対 策

- (1) 手順書の変更により、当直長が少なくとも1当直当たり1度全ての部門のログシートをレビューすることになった。
- (2) 多点温度計の交換を行った。

余熱除去（RHR）系の故障による放射能15ミリCiの川への流出

発生日：1983年 1月16日
施設：Browns Ferry-3（BWR）
所有者：Tennessee Valley Authority
場所：Decatur, Alabama, USA
出典：ann, ano, anp, anq
事故分類：環境の汚染事故、発電所異常事象

状況

1983年1月16日、余熱除去系（RHR）の一時的な機能喪失が起きた。これは、冷却材312ガロン（約1.18m³）が3D-RHR熱交換器からRHRサービス水系に漏洩したことに起因するものである。漏洩した冷却材はサービス水中に混入し、川に放出された。この時、原子炉は1月12日の原子炉トリップ後の冷温停止状態であった。そしてAループのRHR系注入弁が損傷を受けたため、炉心の冷却はD系RHRで行われていた。事象経緯の詳細は次の通り。

定期的なRHRサービス水の試料採取で、最大許容濃度の1.92倍の放射能が検出され、D系RHRを停止し、B系の使用を開始した。この時、A系とC系は既に共通の注入弁の弁棒の問題から、作動不能状態であった。サービス水放出モニターからの警報は無かったが、異常事象を宣言した。それからサービス水放出モニターの警報が発したため、B系が隔離された。このため、RHR系の両系が作動不能となり警戒態勢が宣言された。

冷却材温度は185°F(85℃)から205°F(96℃)に上昇し、その後降下した。3B熱交換器に漏洩がないことを試験によって確認するまで、原子炉の冷却は、復水器、制御棒駆動系、及び原子炉冷却材浄化系によって行われた。そして、3B熱交換器が復帰し、警戒態勢は終了した。一方、プラント外への放射能の放出を防止するため3D熱交換器の両側は隔離された。この熱交換器が隔離される前に約15ミリCiが川へ放出されたと推定される。この程度の放出量では公衆の健康及び安全への影響はない。

原因

3 D 熱交換器の漏洩個所の発見と修理のために保守が開始された。12本の伝熱管にデンティングが発見され、その内1本が漏洩していた。漏洩原因は次のとおりである。

- (1) デンティングエリアの応力クラック。
- (2) 管板拡管エリアの周方向クラック。
- (3) 伝熱管のその他の場所の周方向クラック。

対策

12本の伝熱管に盲栓を施した。

1次冷却ポンプシール漏洩により10Ciのガスが環境に放出

発生日：1983年 4月13日

施設：Tihange-1 (PWR)

所有者：Societe Intercommunale Belge de Gas et d'Electricite (Intercom)

場所：Tihange, Liege, Belgium

出典：anr, ans

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1983年4月13日22時58分に、チアンジュ1号機で1次冷却材ポンプNo.3のシールNo.1の漏洩率高の警報が鳴った。運転員は指示書に従って、23時2分にシールNo.1の漏洩吐出ラインを隔離した。2分後に加圧器水位低の警報が鳴り、原子炉建屋内の気圧も若干上昇した。

これによって、シールNo.1吐出ラインが隔離されたけれども、1次冷却材の漏洩が依然として続いており、原子炉建屋内に漏洩していることが示された。そして、シールNo.2及び3も漏洩していると予想された。

運転員は化学体積制御系(CVCS)のチャージポンプで1次冷却材を補給した。漏洩率は、約8 m³/hと推定された。

事故発生から14分後に原子炉建屋サンプ水位高が検知され、運転員は手動で原子炉出力を40%まで下げ、1次冷却材ポンプNo.3をトリップさせた。その後原子炉は冷態停止状態とされた。

原子炉建屋内サンプへの1次冷却材の総漏洩量は約80m³であった。

原子炉建屋内大気の汚染は次のレベルにまで達した。

- 2.5×10^{-4} Ci/m³ (希ガス)
- 4.0×10^{-8} Ci/m³ (I-131)
- 7.0×10^{-7} Ci/m³ (エアロゾル)

環境への放射性ガスの放出量は、スタック監視系の指示から評価すると最大次のレベルであった。

- ・ 10 Ci (希ガス)
- ・ 70 μ Ci (I-131)
- ・ 3 mCi (エアロゾル)

以上の環境放出は主に原子炉建屋内サンプに漏出した汚染水を補助建屋内の集水タンクに移送する際に生じたもので、換気系で高放射能警報が鳴った。

1次冷却材ポンプNo.3のシールと軸受を点検したところ、シールNo.1、2及び3に損傷が見られたが、軸受にはほとんど損傷は見られなかった。

原因

次の2つのケースが考えられる。

(1) ケース1

分解検査後酸化アルミニウム製リングとそのサポート間にO-リング(図-1の(2))をとりつける際に、このO-リングが損傷し、漏洩流が生じた。この漏洩流が増大し、No.1シール機構の圧力平衡関係が崩され、No.1シールが破壊された。No.1シールの破片によりNo.2及び3シールが続いて破壊された。

(2) ケース2

No.1シール注入水流の不具合等により圧力勾配が逆転し、酸化アルミニウム製リング(図-1の(1))が持ち上げられた。

これによって上記(1)と同様のO-リング(図-1の(2))の位置がズレ、後は(1)と同様の経過でNo.1、2及び3シールが破壊された。

しかしながら、圧力勾配の逆転が生じるような現象は特になかったため、(1)の可能性が高いと見られている。

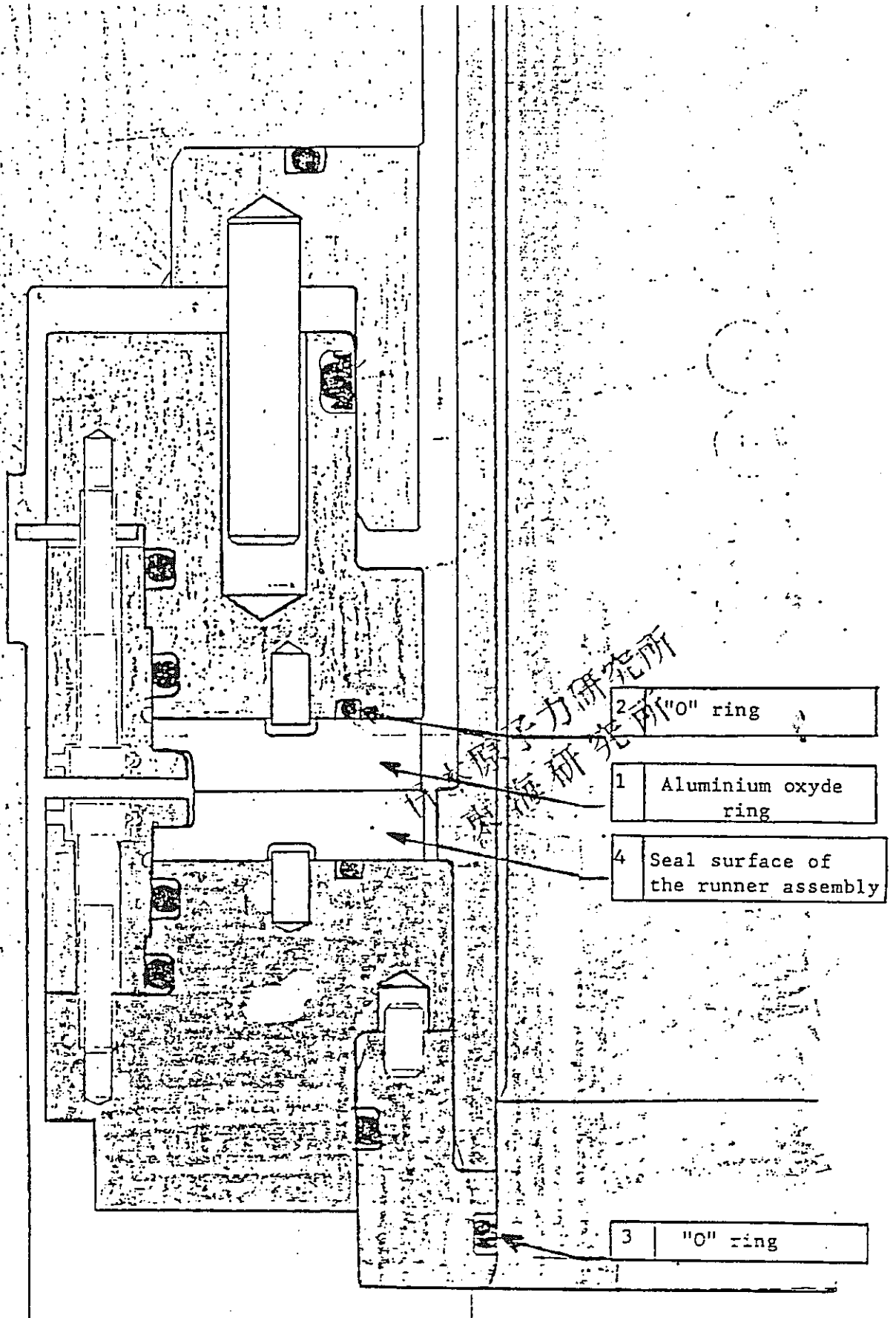


图-1

安全弁の故障により放射性気体廃棄物約20Ciが漏洩

発生日：1983年 7月10日
施設：Tricastin-3,4 (PWR)
所有者：EDF
場所：Pierrelattelle, Vaucluse, France
出典：ant
事故分類：環境の汚染事故

状況

1983年7月10日、トリカスタン3、4号機の放射性気体処理系のタンク(8 TEG 205 BA)の安全弁が設定圧0.7MPag(7.14kg/cm²g)より低い0.56MPag(5.71kg/cm²g)で吹いたため、約20Ciの希ガスが放出された。この事故は、排気筒に設置されていた放射能測定器からの警報信号によって検知されたが、当初その発生源がわからなかった。

原因

タンクの圧力が、0.44MPag(4.49kg/cm²g)に低下していることから、同タンクまたは接続バルブの密閉性が損なわれていることがわかった。そして、タンク内の気体廃棄物を除去して窒素気密試験を行った所、安全弁(8 TEG 215 VY)が事故時のタンク圧力と推測される、0.58MPag(5.92kg/cm²g)で開放したことから、同安全弁の設定圧が下がり、タンク内の放射性ガスが漏洩したということがわかった。安全弁本体周りの排気管の振動により、安全弁のバネがゆるみ、設定圧が下がったものと考えられる。

また、このバルブは定期検査が実施されていなかった。

対策

- (1) 排気ダクトとバルブ本体の間にインターロック・ピンを取り付ける。
- (2) バルブ本体と排気ダクトとの相対位置をペンキで表示し、定期的にチェックする。

熱交換器の漏洩によりオンタリオ湖に600Ciのトリチウム流出

発生期日：1983年 9月 2日

施設：Pickering B-5 (CANDU)

所有者：Ontario Hydro

場所：Pickering, Ontario, Canada

出典：anu

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故、発電所異常事象

状 況

ピッカーリングB-5号機が原子炉出力92%で運転中、1983年9月2日20時30分に、原子炉建屋サービス水排水のトリチウム濃度が $2\mu\text{Ci}/\text{kg}$ と通常より上昇していることが発見された。前の当直時では、 $0.03\mu\text{Ci}/\text{kg}$ であった。なお、最大許容濃度は $5.6\mu\text{Ci}/\text{kg}$ である。

調査の結果、減速材冷却器HX7（図-1参照）で、重水が冷却水として使われているサービス水側に漏洩していると考えられたため、第1（主任）運転員は燃料交換機（F/M）運転員にHX7の隔離を命じた。

ところが、F/M運転員はHX7を隔離せずに重水をHX5にバイパスさせたため、HX7の重水側の圧力は、サービス水側の圧力以下となった。

重水貯蔵タンクの水位計にはほとんど変化は見られなかったが、翌9月3日にも調査は続けられた。しかしHX7以外の2基の熱交換器が対象となった。

5時にF/Mの運転が再開されるとマガジンからの重水は再びHX7に流入し、この時点でオンタリオ湖への重水漏洩が生じた。

11時30分にはF/Mは再び減圧されたが、この時点でHX7の漏洩が確認され、HXは隔離され、漏洩が止まった。

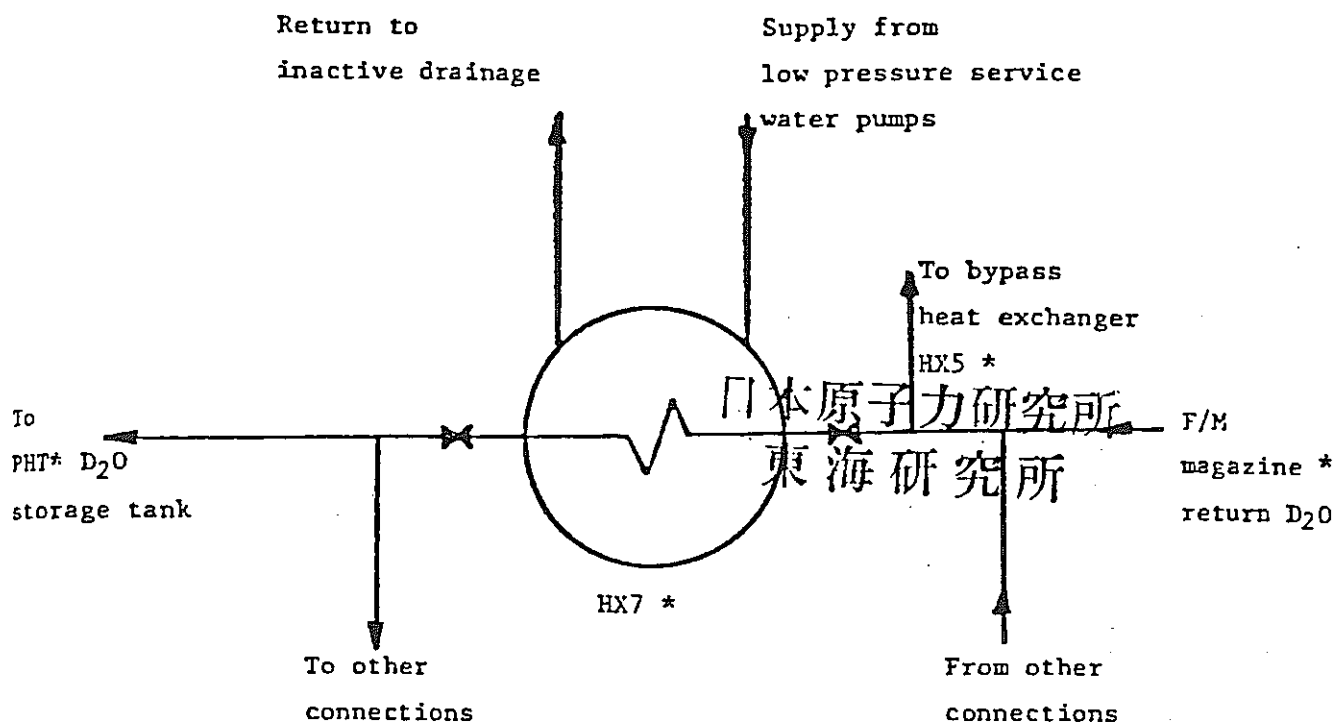
重水の全漏洩量は3トンでこのうち2.3トンがオンタリオ湖に流出し、この中に含まれていたトリチウムは600Ciであった。

原因

- (1) 設計上の欠陥からH X 7の伝熱管が振動し破損してしまった。
- (2) 重水貯蔵タンクの水位計が故障しており正しい値を示さず、漏洩の発見が遅れた。
- (3) 運転員が命令どおりH X 7を隔離しなかった。

対策

- (1) 冷却器の設計を改良する。
- (2) 重水系の漏洩時に適切に対応できるように手順書を改訂する。



* F/M magazine - Fuelling Machine magazine is that component of the fuelling machine which contains the fresh/irradiated fuel.

PHT - Primary Heat Transport

HX - Heat Exchanger

D₂O Storage Tank: The Heavy Water Storage Tank connected to the PHT System

気体廃棄物処理システムの安全弁から放射性ガス約4 Ciが放出

発生日：1983年 9月21日

施設：Bugey-2,3 (PWR)

所有者：EDF

場所：St. Vulbas, Ain, France

出典：anv

事故分類：環境の汚染事故

状況

1983年9月21日、ビュージェイ2、3号機の放射性廃棄物処理システム(TEG)の003BAタンクから011BAタンクへ気体廃棄物を移送する作業中、011BAタンクの安全弁(TEG 183 VY)が開放して、排気筒から希ガス約4 Ciが放出された。

この作業を実施する前に、009BAタンクから気体廃棄物のサンプリングが行われており、この時のバルブ位置で移送作業が実施された。このため、003BAと009BAの両方のタンクの放射性ガスが011BAタンクに導かれ、011タンクの安全弁(TEG 183 VY)及び006BAタンクと007BAタンクの安全弁(TEG 113 VY、114 VY)が開放した。

原因

- (1) サンプリングのためにバルブ位置を変更する要請が口頭で行われ、サンプリングの終了も連絡されていない等、サンプリング運転に関する正式な連絡が行われていなかった。
- (2) バルブ(TEG 033 VY)のスイッチが故障していたため、その位置(開、閉)が表示盤に示されていないかった。

対策

- (1) 8基の放射性気体廃棄物タンクの圧力記録計を制御室に設置する。

- (2) バルブスイッチの作動システムを改善する。
- (3) タンク内の放射性ガスのサンプリングのために、タンクにサンプリング用配管を独立して設けることが検討されている。これによって、サンプリングの際のバルブ操作の煩わしさを解消することができる。

気体廃棄物処理システムの隔離弁故障のため放射性ガスが放出

発生日：1983年11月 4日

施設：Chinon B-1,2 (PWR)

所有者：EDF

場所：Chinon, Indre-et-Loire, France

出典：anw

事故分類：環境の汚染事故

状況

1983年11月4日、シノンB発電所で1、2号機の気体廃棄物処理システム (TEG) 207BAタンク内の放射性ガスを放出する作業中、同システムの007BAタンクから放射性ガスが漏洩し、 10^{10} ベクレル (2.7 Ci) の放射性ガスが放出された。

この計画外の放出事故は作業後に発見された。圧縮機始動後の放射能ピークが、制御室の放射能記録計に示されていたが、誰もそれに気付かなかった。また、排気筒の放射能警報の設定値以下の放射能濃度であったため、警報も発せられなかった。さらに、タンクの圧力測定値も分析されていなかった。

原因

- (1) トルク・リミッターの故障のため、007BAタンクの隔離弁 (TEG 25 VV) が完全には閉じていなかった。
- (2) 放出時のモニタリングが不適切であったため、3当直 (17時間) にわたって、計画外の放出が継続した。

対策

- (1) 運転のため、配管系のバルブの位置を変えた時には、バルブが完全に閉じているかを確認する。
- (2) 放射性ガス放出運転を行っている時には、排出ガスの放射能をモニタリングす

る。

- (3) タンクから放射性ガスを放出する時には、前もって漏洩試験（全てのタンクの圧力を4時間モニタリングする）を実施するように、運転指導書が改訂された。

放射性廃液がアイリッシュ海に流出

発生日：1983年11月12、13日

施設：Sellafield

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：anx, any, any, anz, aoa

事故分類：環境の汚染事故

状況

セラフィールド再処理工場で年1回の定期的運転停止中に、1983年11月12、13日、溶媒及びクラッドを含んだプラント洗浄液が海に放出された。

民間マグノックス再処理系の高レベル溶媒ラインを洗浄した廃液（溶媒とクラッドを含む）がHAPW-B（Highly Active Plant Washings-B）タンクに溜められていたが、運転員は誤ってこの溶媒とクラッドを含んだ廃液（約4500Ci）を海中放出タンクに移送してしまった。

まず、クラッドと溶媒層の下側の水層（約600Ci）が海に放出され、その後、2インチのパイプラインを使って、タンク上層の溶媒とクラッドが、B-211タンクに移し換えられた。

海中放出タンクと2インチのパイプラインは洗浄されたが、海中放出ライン（10インチ配管）のバルブと2インチパイプラインの分岐点の間の洗浄することができない部分に、溶媒とクラッドが残され、これが更に海中に放出された。

従って、最初の水層に含まれていた放射能と合わせて1600Ci（大部分はルテニウム-106）の放射能がアイリッシュ海に放出され、セラフィールド近くの海岸が汚染された。但し、放出された放射能は規制値以下であった。

BNFLでは、汚染された区域の放射能測定を実施した。測定された放射能レベルは公衆に危険を与える値ではなかった。11月20日までに除染が行われ、通常のバックグラウンドレベルまで減少した。

11月30日、環境省は公衆に対し、海岸の使用と遊泳をひかえる様に通告を出した。1984年5月15日には、環境省から、海岸を使用してもよいが海岸にある残材を持ち帰らないようにとの通告が出された。

原因

- (1) 記録管理が不適切であったため、運転員がHAPW-Bタンクに溶媒とクラッドが含まれていることを知らずにこれを海中放出タンクに移送した。

対策

- (1) 放射性廃液の放出に関する手順書が改訂された。
- (2) 放出廃液移送配管のモニタリング装置が追加設置された。
- (3) 再処理工場と廃液放出施設とが直接結ばれないように、配管が改造された。

使用済燃料プールの水が地下水に漏洩

発生日：1984年 1月

施設：Gravelines B-1 (PWR)

所有者：EDF

場所：Gravelines, Nord, France

出典：aob

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故

状況

1984年1月初旬、グラブリーヌB-1号機サイトで地下水モニタリング井戸の1つから、トリチウムが検出された。調査の結果、燃料建屋の北側の壁の地表より少し下の亀裂から水が漏れているのが発見された。漏洩水のホウ酸、トリチウム含有量を分析した結果、使用済燃料プールからの漏洩であることがわかった。更に、プールに隣接する燃料建屋の壁のコンクリート結合部にも漏洩が発見された。

使用済燃料プールは鉄筋コンクリート製で、内側は厚さ3mmのステンレス鋼板でライニングが施されている。ステンレス鋼板は、ステンレス鋼製アングルで支持され、その両側には、ドレン用の配管（直径15mmの半円断面形状）が設置されている。ドレンは集合管に集められ、小口径ステンレス鋼製配管で回収井戸に導かれる。

同プールと隣のキャスク装荷用プールの間のプラスチック製接合部に穴が開けられ、漏洩水の回収と、漏洩のモニタリングが行われた。また、北側の漏洩部はセメントが注入された。汚染した地下水は、モニタリング井戸から連続的に汲み上げられ、放射能を監視しながら放出された。放出時に記録された最大放射能濃度は $10^5 \text{Bq}/\ell$ ($2.7 \mu \text{Ci}/\ell$)であった。

ドレン集合管に漏洩水が検知されなかったため、プール床の下に設置されていた集合管を切断したところ、ホウ酸と酸化鉄の結晶で閉塞していることがわかった。この結晶塊を除去すると200ℓの水が流れ出た。そして、しばらくすると、接合部と燃料建屋の漏洩は止まった。

原因

ドレンシステムが少量の漏洩に対して不適切であったため、集合管内部でホウ酸が結晶して閉塞を起こし、漏洩水がコンクリート壁の亀裂から建屋外に流出し、地下水を汚染した。

対策

- (1) 集合管がプラスチック製の直径の大きい（30mm）配管に換えられた。
- (2) ホウ酸水の含浸がコンクリート構造体に及ぼす影響を評価するため、EDFの研究所で試験が実施された。
- (3) 今後建設されるPWRのプールの設計においては、ライニングの耐漏洩性や漏洩検知機能が改善される。

ハッチドアの膨張シール圧力低下により、格納容器内ガスが漏洩

発生日：1984年 5月21日

施設：Chinon B-2 (PWR)

所有者：EDF

場所：Chinon, Indre-et-Loire, France

出典：aoc

事故分類：環境の汚染事故

状況

シノンB-2号機では1984年5月18日午前3時、新設の機器を接続するために、原子炉建屋の0mハッチドアの膨張シールの空気供給設備に設置されていたバルブ(SAR 292 VA)が閉じられ(ロックアウト)、圧縮空気が蓄圧タンクに蓄えられた。しかし、18日の夜、この作業が中断された時、蓄圧タンクは再加圧されなかった。

5月19日の夜、0mハッチの異常が警報され、蓄圧タンク圧力が低下していることがわかった。バルブ(SAR 292 VA)が直ちに開かれた。蓄圧タンクが所定の圧力に達した後、再びバルブが閉じられた。警報の原因と再び警報が発せられた時に執るべき処置が口頭で連絡されたが、間違っ理解され、その後の当直チームには、警報信号には意味がなく、バルブが閉じられているので何もする必要がない、と伝えられていた。

5月20日の夜、再び警報信号が発せられたが、何の措置も講じられなかった。5月21日午前4時30分、ハッチドアの膨張シールの空気圧が下がり、格納容器内の気体が環境に漏れた。

5月21日午前7時20分、膨張シールが加圧され、漏洩が止められたが、それまでの約3時間、格納容器の気体1200m³が環境に漏洩した。放出された放射能は、ガス $7.9 \times 10^{-4} \text{TBq}$ ($2.1 \times 10^{-2} \text{Ci}$)、ハロゲン $8.6 \times 10^{-6} \text{GBq}$ ($2.3 \times 10^{-7} \text{Ci}$) であった。

原因

- (1) シールの内圧が下がると警報信号（ハッチ漏洩）が発せられるはずであるが、リレーがまだリセットされておらず（3.5bargの代わりに0.5bargとなっていた）、警報が発せられなかった。
- (2) 改造作業のためのロックアウトの要請が文書で行われなかった。
- (3) 安全関連圧縮空気設備の改造作業を実施する時に、運転指導書が発行されなかった。
- (4) 当直間の運転指示が口頭で行われ、当直日誌に記載されていなかった。
- (5) 原子炉の状況が、放射線防護安全技術者（R P S E）及び運転技術者に知らされていなかった。

対策

- (1) 今回の事故の原因（人的ミス）となった、運転上の品質保証が向上された。
- (2) ハッチの健全性が損なわれた時に発する信号の設定値が新たに定められた。

5万Ciのトリチウムの放出

発生日：1984年 9月17日

施設：Savannah River Weapons Plant

所有者：DOE

場所：Aiken, South Carolina, USA

出典：aod

事故分類：環境の汚染事故

状況

DOEのサバンナリバー核兵器材料生産工場で、9月2日夜（午後10時頃）酸化トリチウムガス5万Ciの放出事故があった。同工場は核兵器に使用するプルトニウムやトリチウムを生産している工場で、デュポン社によって操業されているものである。今回の事故は、2人の作業員が保修作業を行っている際に起こったもので、酸化トリチウムガスは換気系を通して、200フィート（61m）の高さの排気筒から大気中に放出された。この事故による影響は、以下のものである。

- (1) 事故が起きた作業区域は閉鎖され、その除染には3日間かかったが、作業員への影響はなかった。
- (2) 同工場のトリチウム生産施設を閉鎖するには至らなかった。
- (3) 事故当初のコンピュータ計算によると、同工場敷地境界における被曝量は、7mrem程度と推定された。しかし、その後採取された牛乳、植物等の測定では、0.2mrem程度であった。

同工場におけるトリチウム放出事故は、1974年以来今回の事故も含めて、合計6回発生している。但し、今回の事故で注目されるのは、人体へより吸収されやすい酸化物の形態でのトリチウムの放出である点である。なお、事故の原因としては、装置の故障あるいは誤操作が考えられる。

重水3トンが海に流出

発⽣期⽇：1984年11月25日

施設：Wolsung(月城)-1 (CANDU)

所有者：KEPCO

場所：月城、慶尙北道、韓国

出典：aoc

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故、発電所異常事象

状況

1984年11月25日、韓国の月城1号機の貯蔵タンクから重水24トンが漏洩し、そのうち3トンが海へ流出した。

この事故発生まで同1号機は100%出力で運転中であったが、電気回路の定期試験中ヒューズが飛び、さらに別の電気回路では断線が生じた。この2つの故障のため、原子炉冷却系の4個の流体用逃し弁のうち1個が開放した。ヒューズ交換に29分を要し、その間に、重水が貯蔵タンクに流れ込んだ。事故時100%出力で運転されていた原子炉は、自動的に運転を停止した。

しかし、貯蔵タンクに流れ込んだ重水は同タンクから溢れ、24トンが原子炉建屋の床に流出した。ほとんどのものは回収されたが、3トンの重水が海に流れ出てしまった。

六フッ化ウラン用シリンダーの洗浄液が流出

発生日：1985年 4月22日

施設：Springfields

所有者：BNFL

場所：Springfields, Preston, UK

出典：aof, aog

事故分類：環境の汚染事故

状況

1985年4月22日、スプリングフィールド転換工場で、六フッ化ウラン・シリンダーの洗浄廃液がろ過工程中にあふれ出て、雨水排水管に流れ込んだ。この雨水排水管は、プラント付近のディープデイル川に通じており、約6kgの低濃縮ウランが川に放出された。

川の水に含まれるウランの濃度は、飲料水の許容値を超える値ではなかった（尚、この川の水は、飲料水としては利用されていない）。しかし、農漁食糧省（MAFF）の忠告に従い、BNFLが川の沈泥をチェックしたところ、汚染が検出された。MAFFは家畜が川に近づくことを懸念したため、その対策としてBNFLは汚染区域の沈泥を取り除いた。

貯蔵タンクからの低レベル放射性廃液の流出

発生日：1985年 4月25日

施設：Dungeness A (GCR)

所有者：CEGB

場所：Dungeness, Kent, UK

出典：aoh

事故分類：環境の汚染事故

状況

1985年4月25日、ダンジネスA発電所で、放出廃液最終貯蔵タンクの再循環操作が午前6時から開始されていたが、7時15分、排出弁が「開」となっていることがわかった。排出ポンプが停止されたが、貯蔵容量20,000ガロン(75.7m³)のうち、約75%が既に海に放出され、4000ガロン(15.1m³)が残っているにすぎなかった。しかし、この残りの廃液をサンプリングした結果、放出基準を満足しており、公衆への危険はなかった。

当発電所には、容量20,000ガロンの最終貯蔵タンクが2基設置されており、再循環してサンプリングを行った後、共通排出弁を開放して海へ廃液を放出していた。共通排出弁は、4インチボール弁で、「開」または「閉」の位置に固定され、漏洩事故の際にポンプを停止するためのマイクロスイッチが取付けられていた。但し、このスイッチは弁の位置を遠隔指示する機能は持っていない。

また、運転手順書には、タンクの排出が終了すると、排出弁を「閉」の位置に固定し、鍵を制御室の監督者へ渡すように規定されており、この鍵は、保健物理部によって、次に排出されるタンクが再循環とサンプリングを行う時だけ、手渡されることになっていた。そして、廃液放出の承認は、所定の様式を使って行われ、放出終了後に詳細をこの様式に書き込むことになっていた。

原因

事故は次の3つの運転ミスによって生じた。

- (1) 排出弁が「開」の位置で固定されていた。
- (2) タンクが再循環されていた時に、排出弁「開」に気付かなかった。
- (3) 規定の条件が満足されないうちに、排出弁「開」の指示が出された。

対策

- (1) 放出後の排出弁の固定に立会うことが指示された。
- (2) 廃液放出システムにインターロックを設置することが検討されている。

燃料加工プラントから許容値を超えるウラン濃度の廃液が流出

発生日：1985年11月

施設：RBU Hanau Plant

所有者：Reaktor-Brennelement Union GmbH (RBU)

場所：Hanau, Hessen, FRG

出典：aoi

事故分類：環境の汚染事故

状況

RBU社のハナウ燃料加工プラントから、1985年11月のある日、運転員のミスによって、放出許容値(3.7Bq/ml=100PCi/ml)の1.2倍の濃度のウラン廃液が放出された。分析及びそれに基づく放射線評価の結果、公衆に対する危害は全くないということが示された。すなわち、この事故により、平均放射能濃度4.3Bq/ml(116PCi/ml)の廃液が同プラントからハナウ市の汚水処理プラントに排出された(但し、四半期の放出許容量を超えることはなかった)。しかしながら、同汚水処理プラントからメイン川に放出された放射能は、有害な量ではなく、詳細な分析の結果でも、汚泥中の放射能濃度は低く、特別な処理の必要は認められなかった。

ウラン0.5トンのアイリッシュ海への流出

発生日：1986年 1月23日

施設：Sellafield

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：aoj, aok

事故分類：環境の汚染事故

状況

1986年1月23日、セラフィールド再処理工場で、海中放出タンクに通常より大量のウラン溶液が蓄積されたが、放射能レベルが合計で0.5Ci程度に過ぎなかったため、そのまま約440kgの減損ウランがアイリッシュ海に放出された。

原因

ウラン溶液がタンクに蓄積された原因は、脱硝プラントの蒸発器の故障であった。また、タンク内の異常は、1983年の事故後に設置された警報装置により確認されていたが、BNFLでは通常、年間約2000kgの減損ウラン溶液を海中に放出しており、これは特に危険物質とみなされておらず、放出の際にも承認を得る必要はないこと、及びウラン溶液の放射能レベルが低かったことからそのまま放出した。

対策

英国政府は、今回及びその翌月に起きた事故に対する国内外の批判を考慮して、保健安全執行部（HSE）にプラントの運転の一時停止及び本格的な調査を要求し、HSEの下部機関である英国原子力施設検査局（NII）は、1986年2月20日から調査に乗り出した。NIIの調査は少なくとも6カ月を要し、その調査内容は、再処理プラントの系統的検査から運転、保守手順にまで及ぶ見込み。

中レベル放射性炭酸ガス15トンが漏洩

発生日：1986年 2月21日

施設：Trawsfynydd-1 (GCR)

所有者：CEGB

場所：Merionethshire, Walse, UK

出典：akr

事故分類：環境の汚染事故、施設内の汚染事故

状況

1986年2月21日、トローズフィニッド1号機の炭酸ガス逃し安全弁が午前7時58分から15分間開き、中レベル放射性炭酸ガス15トンが漏洩した。これにより、原子炉は手動トリップされ、事故警報が発せられた。原子炉建屋の放出部近くの屋根に汚染が生じ、作業員1名が汚染した（軽微な鼻の汚染）。環境中に放出された放射エネルギーは規制値以下であった。

原因

逃し安全弁は、ガスの定期的な排出（ベンティング）に使われていたが、なぜ開放したかは不明。

原子炉が爆発し大量の放射能が環境放出（チェルノブイル事故）

発生日：1986年 4月26日

施設：Chernobyl-4 (RBMK)

所有者：Ministry of Power Stations of USSR

場所：Kiev, Ukraina, USSR

出典：aol, aom, aon, aoo, aop, aoq, aor, aos

事故分類：環境の汚染事故、爆発事故、火災事故、被曝事故：発電所異常事象
施設内の汚染事故

状況

チェルノブイル4号機は1983年12月に運開した。1986年4月25日に予定されていた中程度の修理のために4号機を停止した時、原子炉の状態は平均燃焼度10,300Mwd/tの燃料集合体1659体、補助吸収体1体、無装荷チャンネル1本であった。大半の燃料集合体（75%）は燃焼度12,000～15,000Mwd/tの初装荷燃料集合体であった。

停止に先立って所内用負荷をとった運転状態のNo.8タービン発電機の試験が計画されていた。この試験の目的、は送電停止の条件下で原子力発電所の所内用負荷を維持するために供給されている蒸気を遮断した状態でタービン発電機の回転子の慣性エネルギーの利用の可能性を実験的に検証することであり、同様な試験は、この発電所で以前に行われていた。その時、発電機の母線電圧が、回転子の慣性エネルギーが消費されるよりもはるかに早く降下することがわかった。

1986年4月25日に予定された試験においては、この欠点を除くために特別な界磁制御器を用いることにしていた。

テスト遂行時に従うべき「チェルノブイル原子力発電所のNo.8タービン発電機の試験」の作業計画書は正しく準備されず、かつ所定の認可もとっていなかった。

試験計画の質は低く、そこで検討されている安全対策条項はほんの形式的なものであった。これ以外にこの試験計画では本質的に追加の安全対策が検討されておらず、

原子炉緊急冷却システムを遮断することが指示されていた。このことは、試験の全期間、すなわち4時間においての炉の安全性が本質的に低下されていたことを意味する。

これらの試験の安全性が十分配慮されなかったため、所員が安全性に対する準備をすることもなく、危険の可能性についても知らなかった。のみならず、所員は計画書遂行の本道からはずれたことを行ってしまい、それにより事故が発生する条件を作り出してしまった。

4月25日1時00分に、所員がそれまで所定のパラメータで運転されていた原子炉の出力を下げ始めた。13時05分、No.7タービン発電機(TG No.7)は原子炉の熱出力160万kWtで解列された。所内用機器への給電(主循環ポンプ4台、電動給水ポンプ2台等)はNo.8タービン発電機の母線に切り換えられた(図-1参照)。14時00分、試験計画に従って原子炉緊急冷却システムは循環ループから切り離された。しかし制御室からの指示により原子炉の試験状態への移行が遅らされた。これにより原子炉緊急冷却システムを切り離したまま、運転規則を違反しながら運転を続けた。

23時10分に出力の低下が再開された。試験計画によれば、所内用負荷をとった発電機の慣性運転試験は、炉の熱出力70万~100万kWtで行われる予定であった。しかしながら、局部自動制御系を切り離した時(これは、運転規則では低出力でなされることになっている)、運転員は自動制御器の計測部分に生じたアンバランスを十分速やかに除くことは出来なかった。このために熱出力は3万kWt以下の値にまで低下した。4月26日の1時00分に運転員は、ようやく熱出力20万kWtのレベルで安定させることに成功した。あわせて原子炉ではキセノン等の生成が続いていたため、これ以上出力をあげることは困難であった。それは、この時期は本質的に運転反応度余裕が小さかったためである。

それでも、試験の実行が決められた。1時03分と1時07分に運転中の主循環ポンプに加えて、それぞれの側に1台ずつの主循環ポンプをさらに接続した。これに伴い実験終了後、慣性運転状態において4台の主循環ポンプが運転され、再循環ループにおいて原子炉の炉心を確実に冷却するために4台の主循環ポンプが残るようにした。

原子炉の出力、従って炉心および再循環ループの水力学的抵抗が本質的に計画レベル以下で、かつ8台の主循環ポンプが運転中であったので、炉を通過する流量は(56

～58)×10³m³/hまで増加し、1台当りの流量が8000m³/hまでに増加したポンプもあった。これは運転規則違反である。このような運転状態ではポンプ破損、およびキャビテーションにより主回路に振動が発生する危険性があるため禁止されていた。追加の主循環ポンプを投入し、これによって生ずる炉心流量の増加は蒸気の発生量を減らし、気水分離器の蒸気圧力を低下させ、炉のその他のパラメータを変化させた。運転員たちはプラントの主要パラメータ（蒸気圧力および気水分離器の水位）を維持しようと手動操作で行ったが、これを完全に行うことはできなかった。この段階で気水分離器の蒸気圧が0.5～0.6MPa(5.1～6.1kg/cm²)だけ低下し、かつ水位は非常時の設定点以下に下がっているのが観測された。このような条件での原子炉の停止を避けるため、運転員はこれらのパラメータの安全保護信号をブロックした。

そうするうちにも炉の反応度はゆっくりと低下し続けた。1時22分30秒、運転員は高速評価プログラムのプリントアウトを見て、運転反応度余裕が炉を直ちに停止させねばならない値になっていることに気がついた。それにもかかわらず、この運転員は炉をとめずに試験を始めた。

1時23分04秒にNo.8タービン発電機の緊急調整弁が閉められた。炉は熱出力約20万kWtで運転を続けた。2台のタービン発電機（No.7タービン発電機は1986年4月25日の昼間遮断されていた）の緊急調整弁を閉じたため安全保護装置はブロックされた状態にあったが、これはもし第1回目の試験がうまくゆかなかった場合、試験を何回でも繰り返すことができるようにするためであった。これは試験計画の本題をはずれてしまったことを意味している。すなわちこの試験計画には2台のタービン発電機の遮断時の安全保護装置をブロックすることは予定されていなかった。

試験開始後まもなく出力が徐々に上昇しはじめた。

1時23分40秒、シフトの責任者がAZ-5のボタンを押す命令を出した。この信号で炉心にすべての調整用制御棒が挿入される設計となっている。制御棒は落下したが、数秒後衝撃音が鳴りひびき、運転員は一部の制御棒が下端までいかず止まったことに気付いた。制御棒が自重で炉心に落ちるようにするためにサーボ機構のクラッチの電源を切った。

4号機の外にいた目撃者の証言によれば、1時24分ごろ続けて2回の爆発音が聞

こえ、4号機の上に燃えている破片と火花のようなものが飛び出し、その一部が機械室の屋根に落ち発火した。

炉に事故が発生したあとの緊急課題は、すでに発生していた火災と闘うことであった。炉に爆発が生じた結果、高温に加熱された放射性の灰が原子炉セクションのいくつかのサービスルーム、脱気ステージ、機械室の屋根に放出されたため、火災箇所が30カ所以上から発生した。油配管の破壊、電力ケーブルの短絡、炉からの強い熱放射のために火災源が7号タービン発電機上方の機械室、炉室および炉室に隣接する部分的に破壊されたいくつかのコンパートメントで発生した。

1時30分、事故現場ヘブリピアチ市とチェルノブイル市から原発保安消防隊の当直隊が出発した。火災が機械室の屋根伝いに隣の屋根の3号機にひろがり、かつ火勢が強まるおそれがあったため、緊急措置は、この部分の消火に努力がはらわれた。また、消火器と固定型の屋内消火栓を使って室内の火災箇所を消火する作業も組織された。

2時10分頃機械室の屋根、続いて炉室の屋根の火災箇所が2時30分に消火された。火災は5時頃鎮火した。

事故発生後の最初の数時間に災害対策処置を行ったため、職員の一部が大きな被曝線量(>100rem)を浴び、また消火に参加した際に火傷を負った。すべての被災者に対しては直ちに医療手当てが行われた。4月26日の午前6時までには108人が病院に収容され、1日の間に検査を受けた者のうち、さらに24名が入院した。

放射能に汚染された気流は、当初は西方面と東方面に移動し、災害発生後2～3昼夜の間には北方面に、4月29日から数日間は南方面に移動した。4月27日の気流の高さは1200メートルを超え、気流内の放射線レベルは事故時点から5～10キロ遠ざかったところで1時間当たり1000mRであった。

原子炉発電所の近くの放射線レベルは1時間当たり100mRを超えた。西方面の放射能軌跡においては、災害から15日後の放射線の最高レベルは災害地帯から50～60キロの距離(最大距離)、また北方面では35～40キロの距離のところでは1時間当たり5mRであった。キエフ市では放射線は5月初めに1時間当たり0.5～0.8mRに達した。

原因

反応度が過剰になったために生じた事故である。原子炉の構造はボイド反応度係数が正であるなどの原子炉の物理特徴も考慮したうえで、この種の事故から保護する措置が取られている。

保護装置としては、出力超過、炉周期短に対処する制御保護装置、ユニットの機器およびシステムの故障や切り換えに関するインターロックと保護装置および原子炉緊急冷却システムがある。保護装置のほかに、発電ユニット運転規定に基づいた厳しい原子力発電所運転規則が定められている。最も厳しい規則の1つが、運転反応度余裕を制御棒30本相当以下にしてはならないという規則である。タービン発電機の慣性運転による所内用電力の発電試験とその準備の段階で、運転員は各種保護装置を切るという、最も重要な安全運転規定の規則の違反をおかした。

運転員の行動の根本にあったものは、試験をできるだけ早く終わろうとする気持ちであった。試験とその準備のときにおかした規定の違反、試験計画そのものに対する違反、不注意な原子炉制御は、運転員が原子炉内の技術的プロセスの特徴を十分理解していなかったことと、危険性に対する感覚の欠如を物語っている。原子炉設計者は、今回のように保護装置を意図的に切り、その上運転規定に違反することはありえないと考え、そのような状態のときに事故を防止する安全システムは設けなかった。

このように事故の第一の原因は発電所の運転員が考えられないような試験計画違反と運転規則違反をしたことである。原子炉が運転員によって、正の反応度係数による出力上昇が制御できないような状態になったため、事故は惨事に発展した。

対策

(4号機の長期埋設処理)

4号機は埋設処理される。その埋設のために防護外壁等の建築構造物がつくられる。また、堆積物の封じ込めと原子炉からの放射能放散の防護のために原子炉の中央室その他の各室の密閉、および原子炉緊急冷却システムのタンク室付近の堆積物と北側の主循環ポンプ室のコンクリート詰めを行う。

再発防止策

(短期対策)

全てのRBMK炉において、緊急時の対応時間を早め、反応度の変化の影響を緩和させるために外側の制御棒を部分的に挿入した状態で運転を行う。

(長期対策)

高濃縮度燃料(1.8%から2.4%とする)の採用

制御棒の追加

また、反応度を計算し、必要があれば自動スクラムさせるために、計装を追加設置する。また、プラント指針の強化と運転性能の向上のための対策を実施する。

(IAEAの対応)

IAEA(加盟112カ国)は5月21日、ウィーンの本部で緊急理事会を開き、原子力発電所の安全性確保と緊急時の国際協力体制の確立について協議した。そして9月24日からの特別総会は原子力事故発生の際の「早期通報」と「緊急援助」の二つの国際条約を採択し、49カ国が署名した。

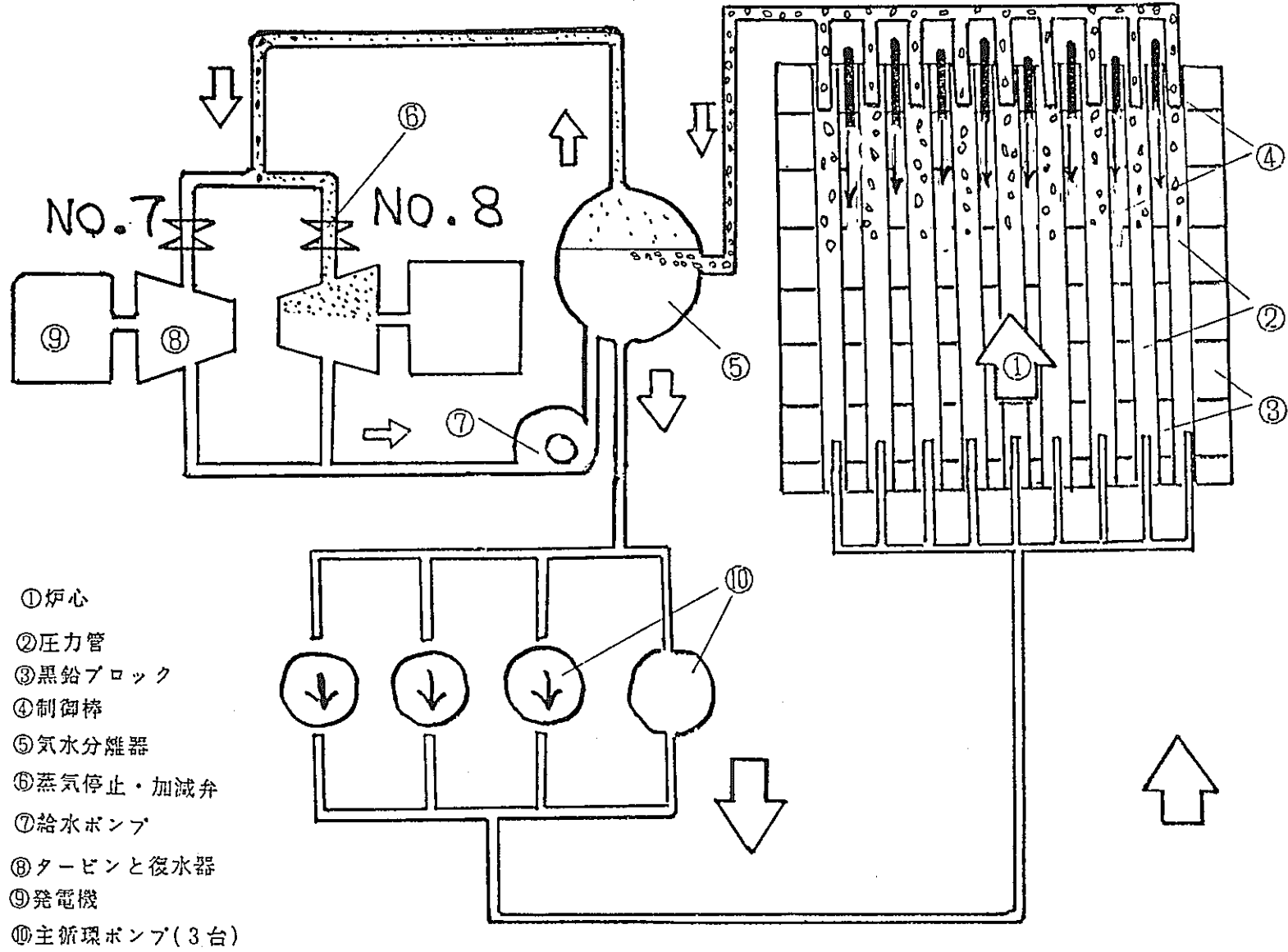


図-1

4.8 被曝事故

被曝事故

発生日	事象	施設	施設の種類
68/04/	除染作業中に被曝	Nuclear Fuel Services	燃料加工
68/10/24	照射中ナトリウム24を体内被曝	TRIGA	研究施設
74/07/	蒸気発生器用電気掃除機の不用意な開放による全身被曝	H. B. Robinson-2	PWR
75/11/11	放射線技師の28レムの被曝	Value Engineering Laboratory	研究施設
76/03/18	発電所従事者の8レムの被曝	Zion-1	PWR
76/04/05	発電所従事者の10レムの被曝	Indian Point-2	PWR
77/03/22	MOXパウダーの流出による作業員3名の汚染	Winfrith Experimental Lab.	研究施設
77/03/31	四半期許容値をわずかに超える作業員の全身及び皮膚被曝	Windscale Works	再処理
77/06/14	所内輸送キャスクの運搬作業での年間許容値の2.5倍の皮膚被曝	Windscale Works	再処理
77/07/09	燃料冷却プールでの当直長の四半期許容値を超える全身被曝	Windscale Works	再処理
77/07/21	使用済燃料解体施設での年間許容値に等しい皮膚被曝	Windscale Works	再処理
77/07/30	ポンプからの廃液の漏れによる四半期許容値を超える皮膚被曝	Windscale Works	再処理
77/08/06	四半期許容値を超える作業員の皮膚被曝	Windscale Works	再処理
77/08/28	キャスク運搬車の作業での四半期許容値の1.5倍の皮膚被曝	Windscale Works	再処理
77/09/25	1次分離工場での保守作業における年間許容値の5倍の皮膚被曝	Windscale Works	再処理
77/10/02	貯蔵プール作業員の四半期許容値をわずかに超える皮膚被曝	Windscale Works	再処理
77/11/04	貯水プール作業員の左手における四半期許容値の1.5倍の被曝	Windscale Works	再処理
77/11/12	燃料解体工場作業員の四半期許容値を超える皮膚被曝	Windscale Works	再処理
77/11/23	保守作業員2名が作業場所を間違えて被曝	Pilgrim-1	BWR
77/12/11	通常レベルより高い気中プルトニウム環境下作業での被曝	Windscale Works	再処理
77/12/15	作業員2名の年間許容値を超える集積被曝	Windscale Works	再処理
78/01/05	トリチウムによる年間許容レベルの4倍の被曝	Radchemical Center	研究炉
78/03/03	燃料解体施設の作業員の左膝での四半期許容値を超える皮膚被曝	Windscale Works	再処理
78/04/05	発電所従事者の27.3レムの被曝	Trojan	PWR
78/05/	放射線下作業による配管作業員の四半期許容値を超える全身被曝	Windscale Works	再処理
78/07/25	作業員の手順遵守違反による右足部の被曝	Windscale Works	再処理
78/08/26	四半期許容値を超えるクレーン工の全身被曝	Windscale Works	再処理
78/08/31	手順遵守違反による作業長の人体汚染と汚染の拡散	Windscale Works	再処理

発生日	事象	施設	施設の種類
78/12/	年間許容量を超える全身被曝の通報義務違反	Windscale Works	再処理
79/01/20	放射線管理者の許容レベルを超える全身被曝と皮膚被曝	Windscale Works	再処理
79/03/06	年間許容量の1.5倍の背中での被曝	Windscale Works	再処理
79/04/14	原子炉圧力容器下での点検作業時の10レムの全身被曝	Surry-2	PWR
79/04/29	年間許容被曝線量をわずかに超える左手での被曝	Windscale Works	再処理
79/05/	化学再処理工場の作業員の四半期許容値の1~2倍の全身被曝	Dounreay Chemical Reprocessing	再処理
79/08/28	補給水弁室での6名の作業員の最大約150レムの被曝	Three Mile Island-2	PWR
79/08/29	弁からの微量漏れによる四半期許容値の3倍の皮膚被曝	Windscale Works	再処理
79/08/30	ホットセル運転員の指の被曝	Hot Cell Facility	不明
79/09/	CO2ガスの漏洩箇所を調査中、作業員2名が被曝	Chinon A-1	GCR
79/09/03	改造工事での配管の穴あけによるUF6ガスの放出事故	Capenhurst Works	濃縮
79/10/18	汚染レジンの鼻孔への吸入による年間許容量を超える被曝	Radiochemical Center	その他
79/11/09	実験作業員の四半期許容値を超える皮膚被曝	Windscale Works	研究施設
79/11/16	修理中、プルトニウムによる作業員の体内被曝	Parks Township Plutonium Fac.	不明
79/12/06	配管破損によるUF6ガスの放出	Capenhurst Works	濃縮
80/01/12	放射線技師が全身に年間許容値を超える被曝	Windscale Works	再処理
80/01/14	年間許容値の約2.5倍の被曝	TRIGA Reserch Reactor	研究炉
80/03/	運転員がキセノン133により四半期許容値を超える被曝	Radiochemical Center	その他
80/05/31	制御棒交換装置修理中に作業員が計画線量を超える被曝	Zorita	PWR
80/07/10	作業員1名が皮膚に年間許容値を超える被曝	Windscale Works	再処理
80/09/	蒸気発生器保修作業中の作業員の被曝	San Onofre-1	PWR
80/11/04	作業員が左足下部に年間許容値の約2倍の被曝	Windscale Works	再処理
81/01/28	作業員1名がプルトニウム汚染した釘によって指を負傷	AERE Harwell	研究施設
81/03/05	原子炉容器遮蔽プラグの取り外し中、作業員が21レムの被曝	Dresden-2	BWR
81/04/16	放射線監視員が手足を汚染し、皮膚に四半期許容値を超える被曝	Windscale Works	再処理
81/05/15	放射線監視員1名が皮膚に年間許容値を超える被曝	Windscale Works (Sellafield)	再処理
81/06/11	作業員1名が手に四半期許容値を超える被曝	Windscale Works (Sellafield)	再処理
81/06/18	作業員1名が皮膚に年間許容値を超える被曝	Windscale Works (Sellafield)	再処理
81/07/06	作業員1名が皮膚に年間許容値の約3倍の被曝	Windscale Works (Sellafield)	再処理
81/12/30	作業員1名が膝を汚染し、年間許容値の3倍を超える被曝	Windscale Works (Sellafield)	再処理

発生日	事象	施設	施設の種類
82/03/15	作業員1名が四半期許容値を超える全身被曝	AERE Harwell	研究施設
82/03/19	作業員1名が左むこうずねを汚染し、皮膚に年間許容値を超える被曝	Windscale Works (Sellafield)	再処理
82/03/25	原子炉キャビティ内での作業員の約5レムの被曝	Zion-1	PWR
82/09/02	コバルト線源の被曝により運転員が死亡	Radiation Sterillization Plant	研究施設
83/03/	劣化ウラン鑄造施設作業員が四半期で手に125レムの被曝	Nuclear Metals Inc.	燃料加工
83/04/16	格納容器内での67名の作業員のCo-58,60による内部被曝	Salem-2	PWR
83/06/01	2名の発電所従事者が保守作業中に過度の被曝	Pickering A	CANDU
83/08/08	除染作業中1名の作業員が19.22レムの皮膚被曝	Bruce A-3	CANDU
83/11/09	作業員1名が汚染により年間許容値を超える被曝	Windscale Works (Sellafield)	再処理
84/01/18	CRD保守室での作業員及び放管員の最大4.5レムの被曝	Pilgrim-1	BWR
84/06/19	検査中に1名の発電所従業者が2レムの全身被曝	Pickering B-5	CANDU
84/06/22	運転員1名が年間許容値の2倍を超える皮膚被曝	Windscale Works (Sellafield)	再処理
84/06/22	保守作業中5名の作業員が最大123レムを被曝	Pickering B-5	CANDU
84/11/13	作業員1名が左膝部を局所的に汚染し皮膚被曝	Windscale Works (Sellafield)	研究施設

除染作業中に被曝

発生日：1968年 4月～6月

施設：Nuclear Fuel Services, Inc.

所有者：Nuclear Fuel Services, Inc.

場所：Erwin, Tennessee, USA

出典：aot

事故分類：被曝事故

状況

米国、テネシー州アーウィンのニュークリア・フューエル・サービス（NFS）社の施設での1968年4月～6月にかけての除染作業中に作業員が過度に被曝した。詳細は不明。

照射中ナトリウム24を体内被曝

発生期日：1968年10月24日

施設：TRIGA

所有者：Cornell University

場所：Ithaca, New York, USA

出典：aou

事故分類：被曝事故

状況

1968年10月24日、米国、ニューヨーク州のコーネル大学のTRIGA型原子炉で、照射実験中、ナトリウム24を体内被曝した。詳細は不明。

蒸気発生器用電気掃除機の不用意な開放による全身被曝

発生日：1974年 7月

施設：H. B. Robinson-2 (PWR)

所有者：Carolina Power & Light Co.

場所：Hartsville, South Carolina, USA

出典：aov, aow

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状 況

蒸気発生器 (SG) 細管の閉栓作業を監督するために雇った外注業者の従業員が閉栓作業完了後、作業を早く終わらせるためにSGの清掃を自ら手伝うことにした。SG作業用の服装に着替えた後、呼吸器を着用する前に電気掃除機 (バキューム・クリーナー) を起動することを試みた。動かなかったのをそれを開け修理したが、うまくいかなかった。その後、この従業員が放射性物質で汚染していることが判明した。いろいろな方法を用い除染が試みられたが効果はなかった。内部汚染の疑いが濃くなった。尿及び便の検査によって問題となる量の内部汚染を受けていることがわかった。全身放射能カウンターによる診断の結果、Co-60 を $13\mu\text{Ci}$ 、Co-58 を $15.2\mu\text{Ci}$ 摂取していることがわかった。

原 因

汚染ダクトが詰まっている電気掃除機を不用意に開けたため。

対 策

全ての電気掃除機に錠が付けられた。

放射線技師の28レムの被曝

発生日：1975年11月11日
施設：Value Engineering Laboratory
所有者：Value Engineering Laboratory
場所：Alexandria, Virginia, USA
出典：aox, aoy
事故分類：被曝事故

状況

1975年11月11日にValue Engineering Laboratory (VEL) の作業現場での作業完了後に、1名の放射線技師が、彼のポケット線量計の目盛りが振り切れていることを発見した。この線量計は直ちに他の線量計やフィルムバッジと共に計測処理会社に送られた。11月14日に同処理会社はフィルムバッジが28remの被曝を示していることを報告した。

VELとNRC（原子力規制委員会）は放射線写真機器と線量計器のすべてを調査したが、すべて正常であることがわかった。補助作業者の身に付けていた線量計も異常な値を示してはいなかった。病院での被曝者の検査によっても28remもの全身被曝は確認できなかった。可能性としては、局所的な28remの被曝か、15rem以下の全身被曝は考えられるが、いずれも確認することはできなかった。

原因

結局、原因は未確認のままで終わった。

対策

- (1) 被曝した放射線技師は一定期間、放射線作業から外す。
- (2) 放射線技師には可聴の警報器付き線量計を身に付けさせる。
- (3) 放射線作業に関与するすべての作業員に線量測定機器の適切な使用方法を再訓

練する。

(4) 作業現場の立会検査を実施する。

発電所従事者の8レムの被曝

発生日：1976年 3月18日
施設：Zion-1 (PWR)
所有者：Commonwealth Edison Co.
場所：Zion, Illinois, USA
出典：aoz, apa, apb, apc
事故分類：被曝事故

状 況

燃料交換のための運転停止期間中に、燃料交換に備えて燃料交換キャビティに注水したところ、同キャビティから原子炉キャビティへの漏洩が生じたため、1名の作業員が漏洩箇所を調べるために原子炉キャビティに入った。

彼は、集積型の線量計を携えていたが、線量計の読みが振り切れているのに気づき、直ちにその場を離れた。彼が原子炉キャビティ下にいたのは1～1.5分程度であったが、彼の集積線量は0.5rem程度と判断され、更に別の放射線環境下で1～1.5分程度作業した。

しかし、その後に、彼のフィルムバッジを調べた結果、年間許容値(5rem)を超える8remの全身被曝が検出された。但し、医療上の問題は生じなかった。

原 因

当時、原子炉キャビティには燃料交換に備えて、58本の炉内計装用シンプルが引き抜かれており、高線量(200R/hr以上)となっていた。監督上の不備と人的ミスにより、このような過度の被曝が生じた。

対 策

冷態停止時の原子炉キャビティ域への入域を管理するための厳格な管理体制(上部管理者による検証を含む)を確立する。また、この点を発電所従事者に周知徹底させる。

発電所従事者の10レムの被曝

発生期日：1976年 4月 5日

施設：Indian Point-2 (PWR)

所有者：Consolidated Edison Company of New York, Inc.

場所：Peekskill, New York, USA

出典：apd, ape, apf, apg, aph

事故分類：被曝事故

状 況

燃料交換のための運転停止期間中に、1名の運転員がポンプ据付作業に備えて原子炉容器下部のサンプル室に電球交換のため入室した。5日前の同区域の線量測定結果では、30～150mR/hr程度であったが、その後炉内計装シンプルが引き抜かれていたため、同サンプル室の放射線レベルは高くなっており、短時間のうちに彼の線量計の読みは振切れた。彼は直ちにその場を離れ、保健物理監督者に通告した。

続いて、同サンプルエリアの放射線測定を行ったところ、約650R/hrであった。また、運転員のフィルムバッジを調べたところ四半期毎の制限値(3rem)を超える10.06remの全身被曝が検出された。更に、彼がサンプルエリアにいた時間は約100秒と推定された。10 CFR 20の規定によれば彼(32歳)の年間許容被曝量は12remと計算される。彼に、健康上の悪影響は見られなかったが、その年の残りの期間は放射線作業から外された。

原 因

当時、燃料交換に備えて炉内計装シンプルが引き抜かれた状態となっており、サンプルエリアの放射線レベルは著しく高くなっていたが、運転員はこのことに気付かず入室した。

放射線レベルの変化に対応して従業員を防護するための放射線安全管理要件の実施の不備が原因と言える。

対 策

- (1) サンプ室に通じるハッチへの施錠。
- (2) 警告標識の掲示。
- (3) 炉内計装シンブルを原子炉容器中に部分的に再挿入し放射線レベルを50R/hrまで下げた。
- (4) サンプエリアに放射線モニタを設置。

MOXパウダーの流出による作業員3名の汚染

発生日：1977年 3月22日

施設：Winfrith Experimental Laboratory

所有者：UKAEA

場所：Winfrith Heath, Dorset, UK

出典：api

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

ウィンフリスの原子炉用燃料棒の実験プラントで、酸化プルトニウムを8g含む29gのMOX（混合酸化物）パウダーを入れた塩化ビニール（PVC）袋の密閉作業を行っていたところ、1977年3月22日に微量のパウダーが流出し、3名の作業員が汚染した。プルトニウムの吸入量は、ICRP（国際放射線防護委員会）が勧告している最大被曝許容線量をはるかに下回るものであった。予防措置として3名の作業員はプルトニウム作業からはずされ、内部被曝の程度を調べる検査を受けたが、許容値をはるかに下回るレベルであったことが判明した。

四半期許容値をわずかに超える作業員の全身及び皮膚被曝

発生期日：1977年 3月31日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：apj

事故分類：被曝事故

状況

1977年3月31日、英国のウィンズケール再処理工場で組立工のフィルムバッジの評価の結果、予想した以上の放射線をあび、本人の累積被曝線量が四半期許容値をわずかに超える値となった。

対策

定期モニタリングの方法と管理区域で使用する作業服の発行の手順の変更が提案されている。

所内輸送キャスクの運搬作業での年間許容値の2.5倍の皮膚被曝

発生日：1977年 6月14日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：apk, apl

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1977年6月14日にウィンズケール再処理工場で行われた更衣室内での防護服の汚染に対する定例サーベイで、作業者のカバーオールズ（作業服）の一方の袖部が汚染していることが判明した。この汚染による皮膚被曝量は、年間許容値の2.5倍であった。

原因

使用済燃料の所内運搬用キャスクの定型運搬作業中に汚染した。

対策

再発防止のため、このキャスクの設計改良が行われている。

燃料冷却プールでの当直長の四半期許容値を超える全身被曝

発生日：1977年 7月 9日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：apm

事故分類：被曝事故

状況

ウィンズケール再処理工場におけるフィルムバッジの定例モニタリングによって、1977年7月1日から9日の期間に酸化燃料体の冷却プール施設内で当直作業長が四半期許容値をわずかに超える全身被曝を受けていたことが明らかになった。

対策

作業手順の変更。

使用済燃料解体施設での年間許容値に等しい皮膚被曝

発生日：1977年 7月21日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：apn

事故分類：被曝事故

状況

1977年7月21日、ウィンズケール再処理工場のマグノックス燃料解体施設を出る前のモニタリングチェックによって作業員の内の1名がカバーロールズ（作業服）とズボンの右足部に汚染を受けていることが判明した。この汚染による皮膚被曝は年間許容値に等しい値であると見積られた。

ポンプからの廃液の漏れによる四半期許容値を超える皮膚被曝

発生日：1977年 7月30日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：apo, app

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1977年7月30日、ウィンズケール再処理工場の高レベル放射性廃棄物貯蔵タンクの近くで作業をしていた者が手に汚染を受けていることがわかった。その後のチェックによってカバーオールズ（作業服）の胸部、腰部そして両足部も汚染していることが判明した。この汚染により、年間許容値の約3倍の皮膚被曝を受けたと当初見積られたが、その後、被曝線量は、四半期許容値をわずかに超えるものであったことが判明した。

原因

廃液を扱うポンプからのわずかの漏れが原因。

四半期許容値を超える作業者の皮膚被曝

発生期日：1977年 8月 6日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：apq

事故分類：被曝事故

状況

ウィンズケール再処理工場において、1977年7月30日から8月6日の期間、携帯していたフィルムバッジの測定結果から、或る作業員が皮膚被曝に対する四半期許容値を超える線量を受けていたことがわかった。

対策

作業手順の改訂。

キャスク運搬車の作業での四半期許容値の1.5倍の皮膚被曝

発生日：1977年 8月28日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：apr, aps

事故分類：被曝事故

状況

1977年8月28日、ウィンズケール再処理工場での定例モニタリング中に、当直作業長の手と防護服が汚染していることが発見された。調査の結果、四半期許容値の1.5倍の皮膚被曝を受けていることが判明した。

原因

汚染していないと思い、使用済燃料キャスク運搬車上で作業を行ったため。

対策

この種の作業を行う場合、別にもう1枚防護服を着用することを作業員全員に義務付けた。

1次分離工場での保守作業における年間許容値の5倍の皮膚被曝

発生日：1977年 9月25日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：apt, apu

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1977年9月25日、ウィンズケール再処理工場で定例のモニタリング中に、ある作業員のカバーロールズ（作業服）の右上腕部が汚染していることが判明した。この作業員は、1次分離工場の充填（チャージ）装置が設置された部屋で作業していた。この汚染による作業員の皮膚被曝量は年間許容量の約5倍であると結論付けられた。

原因

充填用配管が詰まったので、硝酸を流し、詰まりを取り除こうとしていた最中に窒素パーズ配管から漏れが起こったため。

対策

- (1) パーズ配管の健全性を高めるために充填装置の設計の見直しを行った。
- (2) 施設内のモニタリングチェックの強化。

貯蔵プール作業員の四半期許容値をわずかに超える皮膚被曝

発生日：1977年10月 2日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：apv, apw

事故分類：被曝事故

状況

1977年10月2日、ウィンズケール再処理工場の使用済燃料貯蔵プールの作業員に発行されたフィルムバッジの定期検査によって、四半期許容値をわずかに超える全身被曝を受けていたことが明らかになったが、その後の調査で、四半期許容値をわずかに超える皮膚被曝であったことが判明した。

対策

この被曝の原因となった作業に対し、防護服の追加や種類の変更も含んだ作業環境全体の見直しが行われる。

貯蔵プール作業員の左手における四半期許容値の1.5倍の被曝

発生期日：1977年11月 4日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：apx, apy

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1977年11月4日、ウィンズケール再処理工場の定例のモニタリングチェックによって、貯蔵プール作業員の左手が汚染していることが判明した。除染後の測定によって汚染していないことが確認されたが、次の日、作業開始前のチェックによって左手親指がなお、汚染していることがわかった。左手親指の汚染がハンドモニターによって検出されなかった理由は、親指がハンドモニターのプローブ間の死角部に入ったためである。被曝線量は皮膚被曝に対する四半期許容値の1.5倍であった。

原因

汚染原因不明。

対策

手の表面全体の汚染を検出できるように現在のモニター機器を改良するための開発作業が行われている。

燃料解体工場作業員の四半期許容値を超える皮膚被曝

発生日：1977年11月12日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：aqz, aqa

事故分類：被曝事故

状況

1977年11月12日、ウィンズケール再処理工場の定期モニタリングチェックによって、マグノックス燃料解体工場の作業員の衣類とズボンが汚染していることが判明した。その後の調査により、この汚染は燃料解体工場建屋の屋根の上での作業中に受けたものであること、その被曝線量は皮膚被曝に対する四半期許容値をわずかに上回るものであることがわかった。

保守作業員2名が作業場所を間違えて被曝

発生日：1977年11月23日

施設：Pilgrim-1 (BWR)

所有者：Boston Edison Co.

場所：Plymouth, Massachusetts, USA

出典：aqb, aqc

事故分類：被曝事故

状況

1977年11月23日、放射性廃棄物施設の非放射性廃棄物タンク室で作業する予定であった2名の保守員が、誤ってスラッジタンク室に入室した。6分間程その室に居て、退室したが、この間に各々2.91rem及び3.56remの被曝を受けた。

原因

- (1) 作業場所について、保守作業長、保守員及び他の発電所職員間の連絡が不徹底であった。
- (2) 保守作業を支援する放射線管理職員が発電所配置をよく理解していなかった。
- (3) 施錠されたドアの取扱いや迂回方法を熟知していなかった。

対策

- (1) 放射線管理職員に、発電所配置を熟知させる。
- (2) サーベイを実施した職員に作業要領書を発行させる。
- (3) サーベイマップを改善し、高放射線環境下の室や主な機器をそのマップに示しておく。
- (4) 入室を禁止する室には、施錠をしておく。
- (5) 管理区域への入出管理を徹底する。

通常レベルより高い気中プルトニウム環境下作業での被曝

発生期日：1977年12月11日、12月13日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：aqd, aqe

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1977年12月11日、ウィンズケール再処理工場内のプルトニウム製品 (Finishing) 工場での作業後のエアースンプラーのチェックによって、2名の作業員が通常濃度を超えるプルトニウム気中放射能環境下に置かれていたことが判明した。吸入量は、許容値の50%以下で問題なかった。

2日後の12月13日、この問題がまた発生した。1名の作業員がかなり高いレベルの気中プルトニウム環境下にさられたことがエアースンプラーのチェックによってわかった。この時も、プルトニウムの吸入量は問題のないものであった。

原因

以前に漏洩したプルトニウムの内、手の届かない個所に漏れたものが完全に除染されていなかったために起こった。

対策

- (1) 汚染したと思われる、手の届かない部分も十分除染する必要のあることが再確認され、手順の改訂が行われた。
- (2) 現場に設置されるエアースンプラーの位置の再検討並びに個人用エアースンプラーの早期評価の実施。

作業員2名の年間許容値を超える集積被曝

発生日：1977年12月15日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：aqf, aqg

事故分類：被曝事故

状況

1977年12月15日、ウィンズケール再処理工場でのフィルムバッジの定期チェックによって、2名の保修作業員の集積全身被曝量が年間許容値をわずかに上回るレベルに達したことが判明した。このような結果となる作業環境ではないと考え、作業指示がなされたわけであるが、予想と異なる結果となった。

原因

フィルムバッジの結果が出るまで時間がかかりすぎることに問題がある。

対策

年間許容レベルに達しつつある作業員のフィルムバッジの評価のスピードをアップする。

トリチウムによる年間許容レベルの4倍の被曝

発生日：1978年 1月 5日

施設：Radchemical Center

所有者：Radchemical Center

場所：Amersham, Buckingham, UK

出典：aqh

事故分類：被曝事故

状況

ラドケミカル・センターでトリチウムガスを扱う作業に従事していた作業グループに対する1978年1月5日の定期尿検査において、作業員の内の1名がサイトの運転許認可のもとで許可されているレベルを超えるトリチウムを摂取していることが判明した。最悪の条件で評価されたこの作業員の全身被曝量は、年間許容値の4倍であった。

原因

確定できなかったが、以前にトリチウム化した水で汚染したコンテナの洗浄作業中に起こったと思われる。

燃料解体施設の作業員の左膝での四半期許容値を超える皮膚被曝

発生日：1978年 3月 3日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：aqi

事故分類：被曝事故

状況

1978年3月3日、ウィンズケール再処理工場内のマグノックス燃料解体施設の組立工の衣類に対する定例モニタリングによって、作業員の内の1名の作業服の左膝部分が汚染していることが判明した。この汚染によって作業員が受けた皮膚被曝線量は、四半期許容値をわずかに超えるものであった。

原因

汚染源は確定出来ず。

対策

手順に従うこととその理由について、作業員に周知徹底させる。

発電所従事者の27.3レムの被曝

発生日：1978年 4月 5日
施設：Trojan (PWR)
所有者：Portland General Electric Co.
場所：Prescott, Oregon, USA
出典：aqj
事故分類：被曝事故

状況

トロージャン発電所は、1978年3月半ばに燃料交換のための運転停止期間に入り、1次冷却系の浄化を行った後、4月1日に燃料交換が開始された。この時点で燃料移送配管近傍の放射線測定が行われ、特に高い放射線レベルの区域はないことが確認された。

しかしながら、同日、複数のQA職員が、燃料移送配管近傍の格納容器内45フィート(13.7m)の高さで作業していたところ、ポケット線量計の読みが予想より高くなったことを放射線防護スタッフに報告した。

これらのQA職員は、45フィート(13.7m)の高さの部分では燃料移送配管は遮蔽されていないことを知っていたが、放射線防護スタッフはこの事実を知らず、放射線技術員が同日中に放射線レベルが予想より高くなっている個所を探し始めた。

4月5日、2名の技術員が燃料移送管の非遮蔽部近傍に達した。彼らは、約2フィートの径の同配管を換気用のダクト配管と誤認してしまった。彼らはすぐそばのコンクリートの中に燃料移送管が埋め込まれているものと考えていた。彼らは使用済燃料の通過時に居合わせるように予定を組んでおり、この通過の際に200mR/hrが検知されると予想していた。しかし、これを上回る2~3R/hrが検知された(後の調査で彼らの計器は故障しており、実際にはこの値をさらに上回る放射線レベルであったことがわかった。また、燃料が非遮蔽部を追加するに要した時間は約22秒であることもわかった)。

これらの技術員の身につけていたTLDは直ちに測定・処理業者に送られ、4月6日に結果が報告された。

配管の、より近くに居た技術員の被曝量が12.9rem、もう1名の方が17.1remであった。前者のTLDは身体によって遮蔽される位置にあったことがわかった。

引き続き、より詳細な線量評価が行われ、最終的に前者の全身被曝量は27.3rem、後者は17.1remと決定された。

原因

- (1) 燃料移送配管の人の接近可能な部分に適切な遮蔽が施されていなかったという設計上の欠陥。
- (2) 作業グループ間で明確な情報伝達がなされなかった。
- (3) 放射線防護職員が放射線災害の可能性を適切に事前評価していなかった。

対策

- (1) 詳細な放射線計測を行っている間は、暫定的に被曝事故が起こった区域に木製の防護物を設け、人が接近できないようにした。
- (2) 放射線計測完了後に、問題の非遮蔽部にコンクリートブロックの遮蔽体を設けると共に、防護壁と施錠できるドアを設けた。
- (3) 放射線防護職員に対する新たな訓練の実施。
- (4) 放射線防護グループを改組し、放射線防護とプラントの運転の両方の訓練を受けた監督者を1名追加した。
- (5) 同プラントで使用中のすべての放射線検出器を校正した。また、これらの計器の校正と使用方法に関する特別な指示書をすべての化学・放射線防護技術員に配布した。

放射線下作業による配管作業員の四半期許容値を超える全身被曝

発生日：1978年 5月

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：aqk

事故分類：被曝事故

状況

1978年5月、ウィンズケール再処理工場の外注先作業員のフィルムバッジの定期検査によって、1名の作業員が低エネルギーの γ 線又はX線での四半期許容値を超える全身被曝と年間許容値を超える皮膚被曝を受けていたことがわかった。しかしながら、その後の調査で、実際にはそれ程の量の被曝は受けていないことが分かった。というのは、この作業員は、非放射線区域で日勤の配管敷設作業に従事していた。夜間には同じ作業場で放射線検査が実施されていた。夜間におけるフィルムバッジの保管がうまく行われていなかったためこの放射線検査中にフィルムバッジが被曝していた。

作業員の手順遵守違反による右足部の被曝

発生日：1978年 7月25日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：aqm, aqn

事故分類：被曝事故

状況

1978年7月25日、ウィンズケール再処理工場内の使用済マグノックス燃料貯蔵/解体施設の作業員の衣類に対する定例のモニタリングチェックによって、ある作業員の防護服の右足部が汚染していることが判明した。この汚染度から見積られた作業員の皮膚被曝量は四半期許容値を超えるものであったが、その後の調査によって、実際は許容レベルは超えていなかったことがわかった。

原因

規定手順書に従わずに作業を行ったことが原因。

四半期許容値を超えるクレーン工の全身被曝

発生日：1978年 8月26日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：aqo, aqp

事故分類：被曝事故

状況

週間のフィルムバッジのモニタリングによって、ウィンズケール再処理工場の使用済マグノックス燃料の貯蔵/解体施設のクレーン工が、8月20日から26日の間に受けた全身被曝によって、本人の集積被曝量は、四半期許容値をわずかに超える値になったことが判明した。線源は確定できなかった。

手順遵守違反による作業長の人体汚染と汚染の拡散

発生日：1978年 8月31日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：aqq

事故分類：被曝事故、環境の汚染事故

状況

1978年8月31日の夕方に行われた、ウィンズケール再処理工場の使用済マグノックス燃料の貯蔵/解体施設の着換室での作業服の汚染に対する定例モニタリングによって、同工場の作業長の作業ズボンと実験用コートが汚染していることが判明した。次の日、その作業長が出勤してきた時にモニタリングしたところ、髪、腕及び衣類が汚染していることがわかった。通勤に使用している車もモニタリングされたが、汚染していなかった。しかし、彼の家の中の家具や衣類のいくつかが汚染していることが発見された。家族への汚染の拡散はなかった。この汚染によって作業長が受けた皮膚被曝は、四半期許容値をかなり下回るものであった。

原因

汚染している区域への入域において防護服の着用に関する手順に従わなかったことと出る時に注意深くモニタリングしなかったことが原因。

年間許容量を超える当直長の全身被曝の通報義務違反

発生日：1978年12月

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：aqt

事故分類：被曝事故

状況

1978年12月の1カ月間携帯していたフィルムバッジのチェックによって、ウィンズケール再処理工場のマグノックス燃料貯蔵/解体施設の当直長が多量の全身被曝を受けたことが判明した。この結果、この当局長の集積被曝量は、1978年の年間許容値をわずかに上回るものになったが、管理上の手落ちのために当局への通知を怠り、翌年4月12日まで通知されなかった。線源は確定できなかった。

放射線管理者の許容レベルを超える全身被曝と皮膚被曝

発生日：1979年 1月20日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：aqv, aqw

事故分類：被曝事故

状況

ウィンズケール再処理工場で、放射線管理者が1979年1月7日から20日の期間携帯していたフィルムバッジの定期測定によって、四半期許容値をわずかに上回る全身被曝と年間許容値の1.5倍の皮膚被曝を受けていたことが判明した。

線源を確定することは出来なかったが、この者が被曝しなかったといった証拠はなく、フィルムで指示された被曝量が個人記録に記入された。

年間許容値の1.5倍の背中での被曝

発生日：1979年 3月 6日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：aqx, aqy

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1979年3月6日、ウィンズケール再処理工場内の化学分離施設の作業者の衣類に対する定例モニタリングによって、1名の作業者の背中の一部が汚染していることが判明した。この汚染による被曝線量は、皮膚被曝に対する年間許容レベルの約1.5倍であることがわかった。

原因

この汚染は、給水配管の溶接欠陥部からの漏洩によるものであった。この配管からの汚染を検出するための管理手順が正しく運用されていなかった。

対策

- (1) 配管の溶接部の欠陥の発生をチェックするための方法の改善が検討中である。
- (2) 承認された手順に従う必要性が関係者に強調された。

原子炉圧力容器下での点検作業時の10レムの全身被曝

発生日：1979年 4月14日
施設：Surry-2(PWR)
所有者：Virginia Power Co.
場所：Surry County, Virginia, USA
出典：aqz
事故分類：被曝事故

状況

1979年4月14日、サリー2号機の冷態停止時に、当直長が点検のために原子炉圧力容器の下に入ったところ、炉内計装の交換中で放射線レベルが高かったため全身に約10remの被曝を受けた。詳細は不明。

年間許容被曝線量をわずかに超える左手での被曝

発生日：1979年 4月29日～5月5日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：ara

事故分類：被曝事故

状況

ウィンズケール再処理工場の除染センターの作業員が、1979年4月29日から5月5日の間に左手に付けていた線量計の定期チェックによって年間許容被曝線量をわずかに超える被曝を受けていたことが判明した。本人が従事していた作業からはこのような被曝を受けることは考えられなかったが、その値は放射線被曝記録に記入された。

対策

- (1) 再発防止のために汚染機器の取扱いに対する方法の改良が検討された。
- (2) 防護服のモニタリングの頻度を増やした。

化学再処理工場の作業員の四半期許容値の1～2倍の全身被曝

発生期日：1979年 5月

施設：Dounreay Chemical Reprocessing Plant

所有者：UKAEA

場所：Dounreay, Caithness, UK

出典：arb, arc

事故分類：被曝事故

状況

1979年5月に2週間の期間使用していたフィルムバッジによって、ドーンレー原子力開発研究所の化学再処理プラントの作業員が四半期許容値の1～2倍の全身被曝を受けていることが示された。一方、同じ期間身に付けていた線量計には、そのような被曝を受けた形跡がなかった。調査の結果、どのようにして被曝したか説明することが不可能であった。本人が携帯していない時にフィルムバッジの被曝が起きたと結論付けられた。一方、被曝しなかったと断定することもできない状況にあったので、この被曝線量は本人の記録簿に記入された。

補給水弁室での6名の作業員の最大約150レムの被曝

発生期日：1979年 8月28日
施設：Three Mile Island-2 (PWR)
所有者：GPU Nuclear Corporation
場所：Middletown, Pennsylvania, USA
出典：arf, arg
事故分類：被曝事故

状 況

1979年8月28日に、スリー・マイル・アイランド2号機で、6名の作業員が、3月28日の大事故後の燃料取扱建屋の北側補給水弁室の除染の準備として、漏洩している弁の検査と弁を閉止するために同室に入室した。これらの弁から漏洩した冷却材は同事故によって非常に汚染されていた。作業のために室内に滞在する時間は、Eberline Instrument社のポータブル型の測定装置である“Teletector”の測定値に基づいて計算された。 γ 線量率の測定値は室内で10~15rem/hrまた、ある小区画では25rem/hrであった。この結果、滞在時間は4分間でまた15rem/hrを超えない区域に作業は制限された。しかし、この測定装置は、2rem/hrを超えるレンジでは β 線を測定するようには設計されていなかった。その後の測定では、同区域の β 線の線量率は、 γ 線の約160倍である2500rads/hrであった。

その結果、作業員が身に付けたTLDの測定値から皮膚または四肢への β 線による被曝線量は、10 CFR 20.101で定められた許容値を超過していた。作業員の1979年第3四半期の被曝線量の値は次の通りとなった。

作業員	皮膚 (rem)	比 率 (皮膚の被曝量/許容値)	手 (rem)	比 率 (手の被曝量/許容値)
a	166	22.1	82	4.4
b	161	21.5	38	2.0
c	40	5.3	8	0.4
d	29	3.9	6	0.3

作業員	皮膚 (rem)	比率 (皮膚の被曝量/許容値)	手 (rem)	比率 (手の被曝量/許容値)
e	26	3.6	16	0.9
f	13	1.7	13	0.7

原因

作業準備中の不適切なレビューと計画及び放射線測定のみずさが原因である。使用された放射線測定装置は実際の放射線量を測定することができないものであった。すなわち、放射線管理員はβ線の測定について十分に訓練されていなかったか、または警告が伝えられていなかった。このようなことから放射線作業許可証でも被曝を防止するための適切な防護衣を要求していなかった。

対策

(GPU Nuclear社)

- (1) 放射線管理プログラムのレビューと強化。
- (2) 放射線測定装置の使用及び適切な作業計画に関する放射線管理員の再教育。
- (3) 線量測定作業の改善及びβ線の線量率が高い区域での適切な防護衣の着用に関する要求事項の制定。

弁からの微量漏れによる四半期許容値の3倍の皮膚被曝

発生日：1979年 8月29日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：arh, ari

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1979年8月29日のウィンズケール再処理工場の定期モニタリングによって、再処理工場で作業を行っていた組立工の顔面と手と防護服が汚染していることが判明した。除染処理後の全身モニタリングによって、問題となる量の放射性物質の吸入はなかったことが明らかになった。衣服の汚染レベルに基づいて最悪の条件で算出された皮膚被曝量は、四半期許容値の約3倍であった。

原因

保修作業中に弁でわずかの漏れがあったために汚染を受けた。汚染経路は確定できなかったが、標準手順書に従わず作業を行ったことが原因と考えられる。

ホットセル運転員の指の被曝

発生期日：1979年 8月30日

施設：Hot Cell Facility

所有者：Gamma Industries

場所：Baton Rouge, Louisiana, USA

出典：arj

事故分類：被曝事故

状況

1979年8月30日にルイジアナ州バトン・ルージュにあるガンマ・インダストリー社の施設においてイリジウム-192のペレット8000Ci入りの輸送容器の荷降ろしが行われていた。この数百本のペレットはカプセルで密封されずに輸送容器内に収容された状態であった。荷降ろし後、遠隔マニピュレータに用いる輸送容器頂部の交換を行うため、輸送容器内またはホットセル内のカウンター上にペレットのないことが確認されてから、ホットセル運転員がホットセル内に入り、手で頂部の交換を行った。放射線測定が行われたが、輸送容器の底部ではイリジウム-192からの放射線は検出されなかった。

その後、同運転員は、9月7日に右手の親指と人差指が敏感になっていると感じた。そして指の状態がさらに悪化し、水疱もできたため、9月12日に病院で診察を受けた。この時はニッケルに対するアレルギー反応と診断された。しかし、放射性物質を取扱っていることから、9月21日にオークリッジの放射線緊急時支援センター/訓練サイト施設で検査を受けた。その結果、右手の親指、人差指、中指、薬指及び左手の親指、人差指それに中指に2500～3000radの被曝を受けたと推定された。TLDバッジの表示値は、全身で600mremであった。その後、運転員の症状は回復し、仕事に復帰した。

原因

ルイジアナ州原子力局のスタッフは輸送容器の不適切な取扱いが被曝のもっとも可能性のある原因と考えている。

対策

- (1) ホットセル運転員に対し、直接、輸送カプセルのキャップを交換しないように指導した。また、全ての輸送カプセルは、マニピュレータを使用して処分の準備を行うようにする。
- (2) ホットセル運転員の四肢の被曝線量を評価するために手首用のTLDを用いて監視を行う。

CO₂ガスの漏洩箇所を調査中、作業員2名が被曝

発生日：1979年 9月

施設：Chinon A-1 (GCR)

所有者：EDF

場所：Chinon, Indre-et-Loire, France

出典：ark

事故分類：被曝事故

状況

1979年9月、シノンA-1号機で冷却材であるCO₂の漏洩源の調査中、2名の作業員がそれぞれ34rem及び11remの被曝を受けた。詳細は不明。

改造工事での配管の穴あけによるUF₆ガスの放出事故

発生日：1979年 9月 3日

施設：Capenhurst Works

所有者：BNFL

場所：Capenhurst, Cheshire, UK

出典：arl

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1979年9月3日、ガス拡散法を用いたカーペンハースト濃縮工場の一部改造工事において、UF₆ガスが流れている配管に小さな穴を開けたところ、わずかの量であるがUF₆ガスが放出した。放出した範囲は建屋内に限定されたが、生体検査によって、作業員の2名が問題となる量ではないが検出できるレベルのウランを吸入したことが判明した。

原因

安全を確認せずに配管に穴を開けたため。

対策

この種の作業に対する安全手順を見直し、内容を補充する。

汚染レジンの鼻孔への吸入による年間許容量を超える被曝

発生日：1979年10月18日

施設：Radiochemical Center

所有者：Radiochemical Center

場所：Amersham, Buckingham, UK

出典：arm

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1979年10月18日、放射線化学センターで、作業員が鼻孔部に一定量の汚染を受けた。診断の結果、放射性物質で汚染した粒子状レジンが鼻孔内にあることが明らかになった。このレジンを吸い込む可能性のある作業については6日前からであり、作業に従事してすぐに吸引したとの仮定に基づき見積もられた被曝線量は、年間許容値をわずかに上回るものであった。その後の診断で放射性物質の吸入はなかったことが判明した。

原因

汚染経路確定できず、不明。

対策

被曝した作業員は、年内一杯、放射線作業からはずされた。

実験作業者の四半期許容値を超える皮膚被曝

発生日：1979年11月 9日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：arn, aro

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1979年11月9日、衣類に対する定期モニタリングによって、ウィンズケール再処理工場内のR & D施設の作業員の実験用作業服の右袖が汚染していることが判明した。この作業服は、11月3日から9日まで着用されていた。この服を着ていた作業員は、この汚染により皮膚のわずかの部分に四半期許容値をかなり上回る被曝線量を受けたと判定された。

原因

この汚染は、放射性物質の調合あるいは処分作業において生じた。

対策

- (1) 衣類の汚染を極力抑えるために関連する手順書が改訂された。
- (2) 衣類のモニタリングの頻度が増加された。

修理中、プルトニウムによる作業員の体内被曝

発生日：1979年11月16日

施設：Parks Township Plutonium Facility

所有者：Babcock & Wilcox Co.

場所：Apollo, Pennsylvania, USA

出典：arp

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

ペンシルバニア州アポロにあるBabcock & Wilcox社の燃料製造部は、1979年11月16日に1名の作業員がパークス・タウンシップのプルトニウム施設のグローブボックス内で作業をしていたところ、漏洩が発生したことからプルトニウムの内部被曝を受けたと報告した。詳細は次の通り。

同日午前8時頃、1名の作業員が、プルトニウムで汚染されたグローブボックス内のパウダブレンドの修理を実施していた。このとき、ブレンダーから取出されたシャフトの軸受を取外すために、グローブボックスの床を土台としてそのシャフトをハンマーで叩いていた。

午前8時30分頃、別の作業員は同区域からの退域前に汚染をモニターしたところ、明らかにプルトニウムの汚染による α 線の線量レベルが高いことを発見した。直ちに靴と作業衣をモニターしたところ、上衣の放射線レベルが高かった。同区域で作業している他の作業員にも汚染検査が行われた結果、数名の作業員の靴が汚染されていた。そして、この区域からの避難が行われた。

同区域では15名が作業をしていた。その内の12名は鼻でのスミア法で陽性の反応が示され、ブレンダー装置で作業していた1名のみが非常に高い汚染を被っていた。さらにこの12名全員にバイオアッセとホールディカウントが実施された結果、11名の作業員は内部被曝を受けておらず、1名の作業員のみが内部被曝を受けていると考えられた。ピッツバーグ大学での肺の検査では、40~50nCiのプルトニウムが肺に蓄積し

ていると診断された。またその後のロスアラモス化学研究所の検査では、プルトニウムが10～15nCi及びアメリシウム-241が3nCiと診断された。しかし所外への汚染はなかった。

原因

放射性浮遊物が放出した原因は、グローブボックスとグローブボックスの床の下にあるグローブボックスウェルとの間のシールが破損しさらにウェルを保持するボルトがゆるんでいたためである。

対策

(B & W 社)

- (1) シールを修理し、もう一つのシールを追加した。
- (2) 警報及び連続雰囲気モニターを追加設置した。
- (3) 内部被曝を受けた作業員の健康診断を継続する。

(N R C)

調査を実施し、規制要求事項を満足していない数項目が発見された。それらは B & W 社によって改善された。

配管破断によるUF₆ガスの放出

発生日：1979年12月 6日

施設：Capenhurst Works

所有者：BNFL

場所：Capenhurst, Cheshire, UK

出典：arq

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故、環境の汚染事故

状況

1979年12月6日、カーペンハースト濃縮工場の試験施設内で配管の破断により六フッ化ウラン(UF₆)ガスが放出する事故が起きた。直ちに、この施設を収容する建屋からすべての作業員が避難し、建屋は隔離された。建屋内の気中放射線レベルは、約1時間にわたり最大許容濃度を超える値を記録した。

ガスが放出した配管の付近にいた作業員の内の何人かがウランを吸入したことが検出されたが、その量は年間許容摂取量のごくわずかであった。放出したガスはサイトの敷地を超えて拡散するまでに至らず、作業員及び周辺住民の安全への影響はなかった。

原因

配管の破断。

放射線技師が全身に年間許容値を超える被曝

発生日：1980年 1月6日～12日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：arr

事故分類：被曝事故

状況

ウィンズケール再処理工場で放射線モニタリングフィルム（1980年1月6日～12日）によって、放射線技師が年間許容値を若干超える全身被曝を受けていたことがわかった。特に片手には年間許容値をはるかに超える被曝を受けていることが、後に原子力施設検査局の独自の調査で判明した。同技師はこの被曝により火傷を負っていた。

原因

原子力施設検査局（NII）の独自の調査によって、同技師の手に受けた被曝は、使用された機器の欠陥と安全措置の不適切から引き起こされたと結論された。

対策

BNFLは、サイト内の放射線作業のための機器及び手順書の見直しを行い、いくつかの改善がなされた。

年間許容値の約2.5倍の被曝

発生日：1980年 1月14日

施設：TRIGA Research Reactor

所有者：ICI

場所：Billingham, Cleveland, UK

出典：ars

事故分類：被曝事故

状況

ICI社の研究炉施設での放射線モニタリングフィルムバッジの定期検査によって、1979年12月17日～1980年1月14日の期間に作業者の内の1名が年間許容被曝線量をかなり越える被曝を受けていたことが明らかになった。同じサイトで作業していた者のバッジから異常値は検出されなかった。被曝したと思われる環境に対する調査が行われ、フィルムバッジが受けた放射線量は、放射線源へ接近しすぎたことによるものであると結論付けられた。健康診断の結果は、フィルムバッジの指示値と一致しないものであった。フィルムバッジによって指示された被曝がどのような作業によって起こったか特定することは出来なかった。

健康診断に基づく最悪の条件で算出された被曝線量は年間許容値の約2.5倍に相当するものであった。

原因

不明。

運転員がキセノン-133により四半期許容値を超える被曝

発生日：1980年 3月

施設：Radiochemical Center

所有者：Radiochemical Center

場所：Amersham, Buckingham, UK

出典：art

事故分類：被曝事故

状況

1980年3月、放射線化学センターで、放射線モニタリングフィルム（1週間）の測定の結果、キセノン-133を取扱っていた運転員が皮膚及び全身に四半期許容値を若干超える被曝を受けていたことがわかった。

原因

内部しゃ蔽ドアが完全に閉まっていない状態で作業を行ったため被曝した。内部しゃ蔽ドアは、外部しゃ蔽ドアを開閉した時に、開放されたままになることが時折あった。

対策

再発防止のため、しゃ蔽ドアの不具合点の改善が行われると共に、運転指導書が改訂された。作業前に内部及び外部の両しゃ蔽ドアが完全に閉まっていることの確認の必要性が強調された。

制御棒交換装置修理中に作業員が計画線量を超える被曝

発生日：1980年 5月31日

施設：Zorita (PWR)

所有者：Union Electrica S.A.

場所：Zorita, Spain

出典：aru

事故分類：被曝事故

状況

1980年5月31日、ゾリタ発電所で制御棒交換装置の修理のため使用済燃料貯蔵プールの水位を下げ、放射線防護服を着用した3名の運転員がプール上のしゃ蔽プラットフォームで作業を開始したが、放射線レベルが予想(0.6man・R程度)よりかなり高かったので作業は中止された。

線量測定値は同装置表面で100R/hr、プラットフォーム上で8R/hrであった。これによる3名の運転員の被曝量は280、300及び320mRであった。プールの水位は周囲の放射線レベルが200mR/hr程度になるまで上げられた。そして同装置を検出したところ、案内バーの曲がった部分に中性子線源が保持されているのがわかった。バーは真直ぐに直されてこの線源は除去された。

この線源は1979年5月に破損した2次線源(SS-3)の一部であり、制御棒交換装置に残っているのはこれまでわからなかった。

原因

SS-3を1979年5月に交換する際に、線源ロッドがうまくスライドせずに破損し、一部がプールの底に落ちた。これを除去する際に一部の破片が制御棒交換装置の案内バーの曲がった部分に残ってしまった。

作業員1名が皮膚に年間許容値を超える被曝

発生日：1980年 7月10日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：arv, arw

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1980年7月10日、ウィンズケール再処理工場でのモニタリング・チェックの結果、2名の作業員が、皮膚に年間許容値を超える被曝を受けた可能性のあることがわかった。2名の作業員は、マグノックス燃料解体施設でキャスクの保守作業に従事していた時に、わずかに汚染した水がこぼれ、これによって保護服の膝の部分を汚染したため、膝の一部に年間許容値を超える被曝を受けたものと思われる。

しかし、調査の結果、両者の保護服のうち1着にのみ汚染が確認され、被曝したのは1名であることがわかったが、どちらが汚染した保護服を着ていたか確認することができないため、共に被曝したものとして記録された。

原因

作業中に不注意に汚染した水に接触したため。

対策

作業関係者に、保守作業中の汚染には特に注意するように指導が行われ、手順書が改訂された。

蒸気発生器保修作業中の作業員の被曝

発生日：1980年 4月～9月

施設：San Onofre-1 (PWR)

所有者：Southern California Edison Co.

場所：San Diego, California, USA

出典：arx, ary

事故分類：被曝事故

状況

蒸気発生器の保修及び燃料交換のための停止期間中、蒸気発生器の検査結果により、応範囲な保修作業が必要となった。このような保修作業では、通常、数名の作業員がチャンネルヘッドエリアに入ることが必要となり、このエリアでは数分でNRCの許容線量を越えてしまうような被曝を受ける。このため、チャンネルヘッドエリアに入る前には、慎重な放射線測定が行われなければならない。ところが、作業の初期段階で、適切な測定を実施しなかったことから、1980年第2四半期において11名の作業員が、また第3四半期では4名がNRCの四半期の許容値である3remを越える被曝を受けた。また、作業中、作業員は胸部のみにフィルムバッジを付けていた。しかし詳細な放射線測定では、頭部への被曝は胸部より1.2～2.8倍、平均では1.62倍とすることが示された。

その後の調査では、前述の15名の作業が許容値の越える被曝を受け、個人の四半期の最大被曝線量は4.08remであった。

対策

- (1) 将来の蒸気発生器保修作業において職員の被曝線量を適切に監視するための改善等を実施した。
- (2) フィルムバッジを胸部と頭部に付け、値の大きい方の測定値を被曝線量とする。

作業員が左足下部に年間許容値の約2倍の被曝

発生日：1980年11月4日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：arz

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1980年11月4日、ウィンズケール再処理工場での作業着の定期モニタリングチェックの結果、作業員1名の作業服（カバーオールズ）が汚染していることが発見された。カバーオールズの汚染レベルから推定された当初の放射線レベルと最大着衣時間から、この作業員は左足下部の皮膚に年間許容値の約2倍の被曝を受けていたことがわかった。

作業員1名がプルトニウム汚染した釘によって指を負傷

発生日：1981年 1月28日

施設：AERE Harwell

所有者：UKAEA

場所：Harwell, Oxfordshire, UK

出典：asa

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1981年1月28日、ハーウェル原子力研究所で、放射性廃棄物取扱施設の加圧服着用区域で放射性廃棄物の梱包作業を行っていた作業員が、プルトニウムで汚染した釘でグローブを貫き、指を負傷した。

検査の結果、指の傷から汚染が検出された。内部被曝がどの程度のものであるかは、正確にはわかっていない。

原因

作業員が、手順書に従って作業していなかったため。

原子炉容器遮蔽プラグの取外し中、作業員が21レムの被曝

発生日：1981年 3月 5日
施設：Dresden-2 (BWR)
所有者：Commonwealth Edison Company
場所：Morris, Illinois, USA
出典：asb, asc, asd
事故分類：被曝事故

状況

1981年3月5日、ドレスデン2号機の運転停止中、給水スパージャの交換後、原子炉容器内部から仮設のコンクリート製遮蔽体を取外すためクレーンを操作し、それを引き上げた時、下請作業員1名が21remの全身被曝を受けた。これは遮蔽体の下の炉水位が、実際には低いものであったが、制御室の監視装置ではそれを検知することが出来なかったことによる。そのため、放射化された炉内構造物が露出し警報が発令し、その区域からの避難が行われた。他の作業員もいたが、1名の作業員のみが許容被曝線量を経過した（放射線作業員の四半期当りのNRC許容値は3rem）。

原因

原子炉の水位は2つの測定装置で監視されていた。1つは、仮設のフロート式のものであったが、停止期間の最初に取外されていた。

もう一つの計器は2つの水柱（レファランスレグとバリアブルレグ）の高さの差を検出し、それを電気信号に変換するというものであった。しかし、レファランスレグ側の原子炉容器とのペネトレーション部が非破壊試験のために原子炉容器近くで切断されていた。これらのことから実際の原子炉水位を正しく検出することができなかった。

対 策

- (1) 給水スパージャ交換作業に関する放射線管理要求事項の改訂。
- (2) 直外においても当直長の命令及び管理の権限の強化。

放射線監視員が手足を汚染し、皮膚に四半期許容値を超える被曝

発生日：1981年 4月16日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：ase

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1981年4月16日、ウィンズケール再処理工場で定期モニタリング・チェックの結果、マグノックス燃料解体施設で作業していた放射線監視員の作業服（カバーオールズ）から放射能汚染が発見された。汚染は更に、同監視員の手足にも発見された。汚染レベルと作業服を着用していた最大時間から、同監視員は皮膚に四半期許容値を超える（但し、年間許容値以下）被曝を受けたものと推定された。

原因

作業時に使用した作業ブーツが汚染していたため。

対策

- (1) 手順書が修正され、汚染を受ける可能性の高い作業を行う時には、汚染のないことが確認されているブーツが支給されることになった。
- (2) 作業ブーツを脱ぐ場所に、新たにモニタリング装置が設置された。

放射線監視員1名が皮膚に年間許容値を超える被曝

発生日：1981年 5月15日

施設：Sellafield (注)

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：asf

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1981年5月15日、セラフィールド再処理工場での定期モニタリング・チェックの結果、除染施設で作業を行っていた放射線監視員の作業服（カバーオールズ）が放射能汚染していることが発見された。当初、測定された汚染レベルと作業服を着用していた最大時間から、皮膚に年間許容値を若干超える被曝を受けたものと推定されたが、後の調査で、当初推定されていた被曝量以下であることがわかった。作業服は、汚染機器のモニタリングの際に、着用していた保護服（不浸透服）を脱ぐ時に汚染したものと考えられる。

対策

汚染機器を取り扱う作業を行った時には、脱衣の前後に、モニタリング手順通りに実施されていることを確認する必要があることが関係者に再度訓示された。

(注) 1981年春に“Windscale”は“Sellafield”と改称された。

作業員1名が手に四半期許容値を超える被曝

発生日：1981年 6月11日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：asg

事故分類：被曝事故

状況

1981年6月11日、セラフィールド再処理工場の定期モニタリング・チェックによって、分離プラントで特殊保守作業を行った組立工が、手に四半期許容値を超える被曝を受けていたことがわかった。

原因

通常よりも高い放射線下での作業にもかかわらず、手順書に従って作業を行わなかったため。

対策

手順書が厳密に履行されていることの確認の必要性が、高放射線作業の管理者に再度訓示された。

作業員1名が皮膚に年間許容値を超える被曝

発生期日：1981年 6月18日
施設：Windscale Works
所有者：BNFL
場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK
出典：ash
事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状 況

1981年6月18日、セラフィールド再処理工場での衣類の定期モニタリング・チェックの結果、作業員1名の作業服（カバーオールズ）の膝の部分に放射能汚染が発見された。この作業員は前日マグノックス燃料解体施設で作業していた。調査の結果、年間許容値を若干超える被曝を受けていることが確認された。

原 因

工場の特別区域を退出する時に、手順書で要求されている定例モニタリングを行わなかったため、汚染を早期に発見できなかった。

対 策

再発防止のために、作業員に手順書を遵守させるための方法が検討されている。

作業員1名が皮膚に年間許容値の約3倍の被曝

発生日：1981年 7月 6日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：asi

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1981年7月6日、セラフィールド再処理工場での定期モニタリング・チェックの結果、作業員1名の作業服（カバーオールズ）の腿の部分から汚染が発見された。この作業員は、マグノックス燃料貯蔵解体施設で汚染機器の撤去作業に従事していた。汚染レベルから推察すると、この作業員は皮膚に年間許容値の約3倍の被曝を受けていた。

対策

作業員が行っていた作業と同種の作業の管理とモニタリングに関する手順書が再発防止の観点から再評価された。

作業員1名が膝を汚染し、年間許容値の3倍を超える被曝

発生日：1981年12月30日

施設：Windscale Works

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：asj

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1981年12月30日、セラフィールド再処理工場での定期モニタリング・チェックの結果、化学分離プラントで作業していた作業員1名の作業服（カバーオールズ）の膝の部分から汚染が発見された。汚染レベルとカバーオールズを着用していた時間から、膝に年間許容値の約3倍の被曝を受けたものと推定された。

作業員1名が四半期許容値を超える全身被曝

発生日：1982年 3月1日～15日

施設：AERE Harwell

所有者：UKAEA

場所：Harwell, Oxfordshire, UK

出典：ask

事故分類：被曝事故

状況

ハーウェル原子力研究所で、放射線監視員が着用していた放射線モニタリングフィルムによって、同監視員が1982年3月1日から15日の間に、四半期許容値を若干超える全身被曝を受けていたことがわかった。この監視員は、固体廃棄物処理施設で作業を行っていた。

同監視員が、この期間に行った作業内容からは、記録されているような被曝を受けたとは思われなかったが、確証がないため、被曝したものとして記録された。

作業員1名が左むこうずねを汚染し、皮膚に年間許容値を超える被曝

発生日：1982年 3月19日

施設：Sellafield

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：asl

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1982年3月19日、セラフィールド再処理工場で、定期モニタリング・チェックによって、作業員1名の作業服（カバーオールズ）の左むこうずねの部分が汚染していることが発見された。この作業員は、マグノックス燃料貯蔵、解体プラントで作業していた。汚染レベルとカバーオールズを着用していた時間から、左むこうずねに、皮膚に対する年間許容値を若干超える被曝を受けたと推定され、後の調査でこれが確認された。

原因

放射性物質を取扱った機器を解体した時に汚染したと思われる。詳細は不明。

対策

手順書に規定されている安全予防措置に対する作業員の認識を高める措置が講じられた。

原子炉キャビティ内での作業員の約5レムの被曝

発生日：1982年 3月25日

施設：Zion-1 (PWR)

所有者：Commonwealth Edison Company

場所：Zion, Illinois, USA

出典：asm

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1982年3月25日にザイオン1号機で、当直エンジニアが、炉内核計装シンプルが引抜かれた状態にある原子炉キャビティに入域し四半期の被曝許容値1.25remを超える約5remの被曝を受けた。

シンプルの引抜きを完了してからまもなく、燃料交換のために燃料取替キャビティに注水を開始した。3月24日、午前10時30分頃、キャビティ内の水位が減少していることが判明した。正午頃、当直技術員が漏洩箇所をさがすために原子炉容器下部のキャビティ内に入り、重大な漏洩であることを発見した。そのため、キャビティの水位を下げ、原子炉容器ヘッドを再設置し、漏洩源の調査を行うことが決定された。午後11時頃には、漏洩原因は炉外核計装カバーガスケットがずれているためと判明した。ガスケットの交換後、原子炉容器ヘッドを取り去り、約130インチ(3.3m)までキャビティ内を満水にした。

3月25日、午後6時頃には、当直エンジニアが再び漏洩が発生しているか否かを調べるために原子炉キャビティ内に入域し、このときに許容値を超える被曝を受けた。漏洩はまだ継続していた。

原子炉キャビティに当直エンジニアが入域する前の放射線・化学技術員(RCT)による測定では、A地点(図-1参照)で約200mR/hr、B地点で35R/hr、またC地点では約50R/hrであった。この測定結果は当直エンジニアに知らされたが、滞在時間についての指示はなく、またキャビティ内の作業についての打合せも行われなかった。

RCT訓練員の計算では、当直エンジニアの許容被曝線量が500mremであったことから、滞在時間は30秒(約400mrem)であった。そして、当直エンジニアがはしごを降りて、キャビティ内に入域した。外にいたRCT訓練員がストップウォッチで時間を計り、30秒後に大声で時間を叫んだ。しかし、当直エンジニアが実際にはしごに現われた時は67秒後であった。同エンジニアは水位がプラットフォーム上約6インチ(15.2cm)の高さまでであったことから急ぐことができなかった。67秒の間に、50R/hrの線量区域にいたことから900mremを受けたと推定された。

フィルムベンダーによるフィルムバッジの測定結果は、3700mremであった。原子炉キャビティ内の配置及びシンプルの位置から下半身への被曝はフィルムバッジの測定値以上となる。そしてCommonwealth Edison社は、被曝線量を約4.7remと推定した。

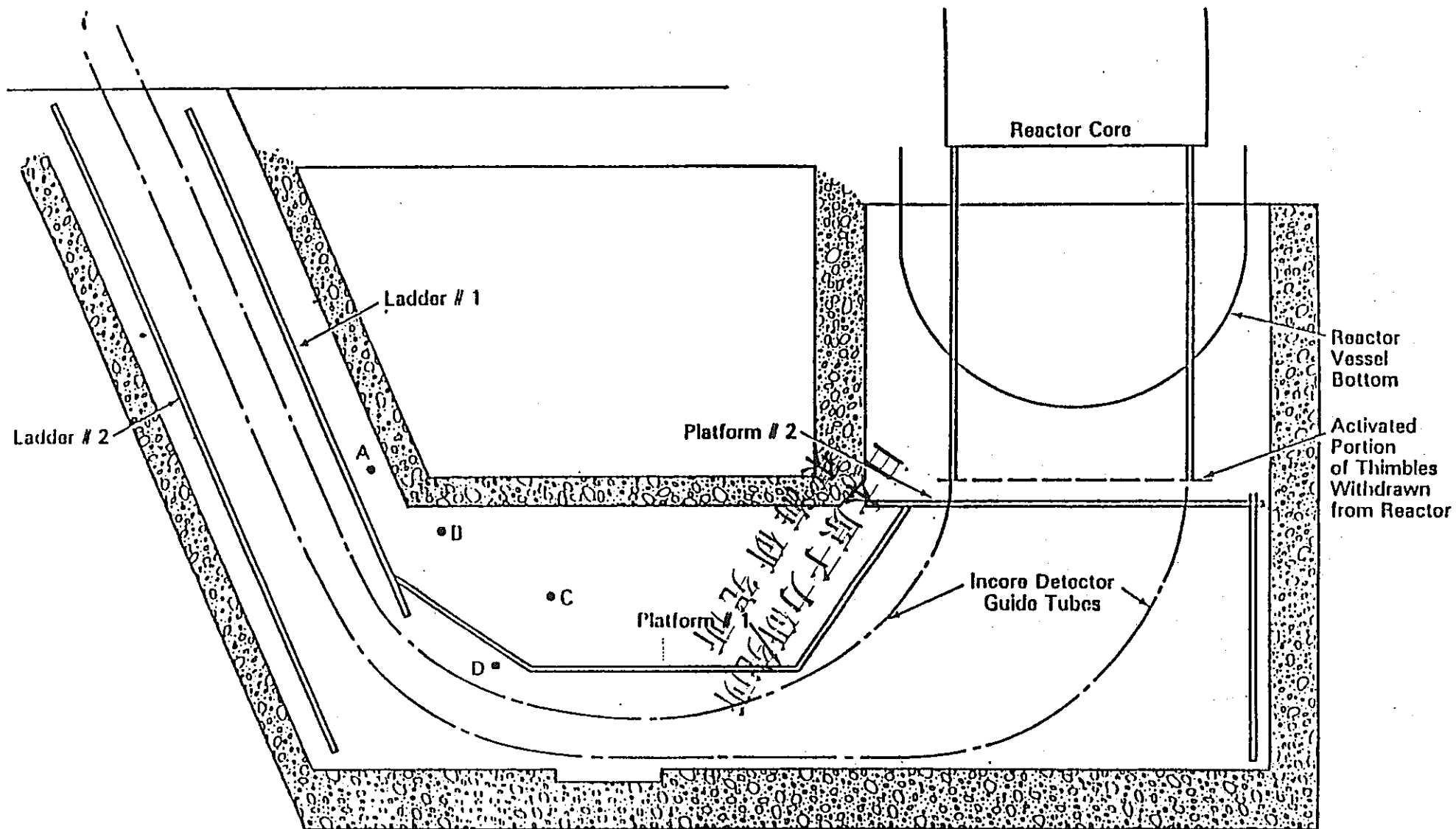
原因

- (1) 放射線管理員と放射線・化学技術員間の調整不足。
- (2) 入域時の放射線測定が適切でなかった。
- (3) 入域を監視するのに経験不足の技術員を使用した。
- (4) 原子炉キャビティ内の放射線の危険についての放射線防護員の理解不足。

対策

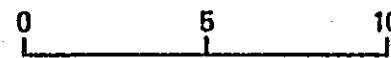
- (1) 原子炉キャビティ内に入域する場合は、シンプルを炉内に再挿入する。シンプルが取り出されたときは、キャビティのドアはロックする。運転停止中は、シンプル及び炉内検出器の位置を放射線・化学室に表示する。
- (2) 運転及び放射線職員の訓練のレビューと追加。
- (3) 伝達の重要性を職員に指導する。
- (4) 放射線防護手順書の改訂。

4.8-70



Measured Exposure Rates

- A = 0.2 R/hr
- B = 35 R/hr
- C = 50 R/hr
- D = 85 R/hr



Scale in Feet

コバルト線源の過度の被曝により運転員が死亡

発生日：1982年 9月 2日
施設：Radiation Sterilization Plant
所有者：Institute for Energy Technology
場所：Kjeller, Norway
出典：asn, aso, asp
事故分類：被曝事故

状 況

1982年9月2日、ノルウェーの放射線殺菌施設において、保修員1名が γ 線を大量に被曝し、死亡するという事故が起きた。

午前3時38分、コンベア設備が停止したため警報が発せられたが、自宅に居た担当技術者は、同日朝の始業まで保修する事を延期した。放射線源（コバルト）は自動的にしゃ蔽位置に降ろされているはずであった。

午前7時過ぎ、保修員は制御盤の警報を切り、放射線源の位置を示す指示器が「緑」（放射線源しゃ蔽中）を示していることを確認した。

ドアを開けて照射室に入り、コンベア設備の保修のため、圧縮空気装置を止め保修を実施した。この間、同保修員は数分間、照射室で作業を行っていた。

午前7時30分、施設の外で同保修員が倒れているのが発見された。その後の調査で照射室の放射線源はしゃ蔽位置になく、同保修員は皮膚に約最大40Gy(4000rad)の放射線を被曝していることがわかった。同保修員は、13日後の9月15日の朝、放射線障害により死亡した。

原 因

1. 技術的要因

- (1) コバルト線源の電気指示システムが、マイクロ・スイッチの故障により作動しなかった。その結果、「しゃ蔽中」の信号が出され、線源をしゃ蔽位置まで降ろすエレベ

ーターが動かず、線源は04位置（床より上の非しゃ蔽位置）に置かれたままになった。更に、「しゃ蔽中」という誤信号によって、制御盤上には「緑」（しゃ蔽中）の表示が出され、ドアのインターロック・システムが解除された。

- (2) ガイガー・カウンター・モニター（MA）が取り付けられていなかったため、照射室の照射レベルによって制御されるドア・インターロック・システムが作動しなかった。もし、同システムが機能していたならば、照射室へ入る事はできなかったであろう。

2. 人的要因

モニター（MB）に接続されていた、制御盤上の照射線量率計と記録計は、放射線の存在を示していた。また、デジタル式線源位置指示装置も線源位置を正しく示していた。しかし、被曝を受けた保修士は恐らく「緑」の表示だけに気を取られ、他の指示を無視してしまったものと思われる。

また、指導書によると、照射室に入室する者は、少なくとも1個の移動式放射線検出警報器を携帯し、入室の際その機能をチェックするように規定されていたが、正しく実施されていなかったと思われる。

対 策

- (1) 安全インターロック・システムは、単独故障基準を満足する事。
- (2) 信号は、作動している装置から発信される事。
- (3) 装置故障を表示する信号が出される事。
- (4) ドアの解除を可能とするためには、システムのマニュアル操作が必要であるようにしておく事。
- (5) 労働心理学者と協力して、制御盤の安全表示及び運転表示を再検討する事。

劣化ウラン鑄造施設作業員が四半期で手に125レムの被曝

発生日：1982年10月～1983年3月

施設：Nuclear Metals Inc.

所有者：Nuclear Metals Inc.

場所：Concord, Massachusetts, USA

出典：asq

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1982年の第4四半期及び1983年の第1四半期において、ニュークリア・メタルズ社の数人の鑄造作業員が手に125remの被曝を受けた。1982年の第4四半期前にもこのような被曝があったと考えられる。

同施設では、送られてきた劣化ウランの溶解、混合及び鑄造を行っている。溶解は、真空の溶解炉の中の黒鉛るつぼの中で行われる。作業員は、ウランをるつぼの中に入れ、るつぼの上部に耐火れんがをのせ、それを溶解炉の中に入れて溶解後に鑄型の中に流し込む。作業員は、皮の手袋を付けて、耐火れんがやるつぼを溶解炉から取り出したり、また洗浄を行ったりしている。

溶解される金属劣化ウランの表面の β 線量率は、一般的に230mrad/hr未満であるが、溶解されるとウランからの核分裂生成物（主にトリウム-234、プロトアクチニウム-234）が分離される。そして、溶解されたウランを流し込んだ後でも、核分裂生成物はるつぼに残留し、またれんがや溶解炉にも付着する。そして核分裂生成物からの β 線量は溶解前のウランよりも非常に高くなる。また核分裂生成物は付着し移行しやすい。汚染の大部分はプロトアクチニウム-234であり、その β 線の最大エネルギーは2.28MeVである。

1983年5月、ニュークリア・メタルズ社は、作業員の手の被曝に関する問題があるとNRC第1地方局に報告した。NRC第1地方局では、5月26～27日と6月8～10日に検査を行い、放射線管理員が、皮手袋の内側が高 β 線源の核分裂生成

物で汚染されていることを1982年11月の時点で発見していたことが、インタビューの結果から判明した。

1983年3月に、作業員の手線量計を取付けた結果、4人の作業員が1983年の第1四半期の許容値12.5remを超過する被曝を受けた。

1983年6月9日、NRC検査官は汚染された手袋の測定を行い、さらにそれをDOEのアイダホ国立工学研究所に送った。アイダホ及びその他の測定結果から、NRC検査官は、手袋の内側の表面の線量率は約960mrem/hrと結論付けた。また作業員はインタビューで1週間当たり10時間このような手袋を付けていると語っていることから、10～15名の作業員が1週間で9.6rem、四半期では125remの被曝を受けたと推定される。Nuclear Metals社は、その後の調査から、16名の作業員が1982年第4四半期と1983年第1四半期に19.8～143remの被曝を手に受けたと1983年10月14日に報告した。さらに、過去6年間に1000～2200remの手の被曝があったと推定している。しかし、作業員の手には外観上何らの外傷もみられなかった。

原因

- (1) 放射線安全プログラムの管理の不徹底。
- (2) 作業員1人当りの手袋の割当てが1日につき3組のみであった。

対策

- (1) 線量計（リング式のTLD）を手につける。
- (2) 追加の防護衣の支給、汚染された手袋の交換、また遠隔操作工具の使用。
- (3) 放射線管理技術員が作業を監視し、放射線管理スタッフが測定結果を監視する。

格納容器内での67名の作業員のCo-58, 60の内部被曝

発生日：1983年 4月16日

施設：Salem-2 (PWR)

所有者：Public Service Electric & Gas Co.

場所：Salem, New Jersey, USA

出典：asr, ass

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1983年4月16日午後5時頃、運転停止中のセイラム2号機で、2名の作業員が格納容器から放射線管理ポイントを出た時、鼻部にわずかに汚染を受けていることが発見された。その後のホールボディカウントでは、コバルト-58と60をわずかに吸引していることが判明した。この2名は、No.22蒸気発生器内のコールドレグ側に取りつけたノズルダムの破損したねじの修理に従事していた。またNo.22 1次冷却材ポンプと蒸気発生器の近くにいたその他の作業員も顔に汚染を受けていた。

ねじの修理では、まずドリルによる穴開きの作業が行われ、この作業は、蒸気発生器の水室テントの外側から行われ、ドリルの駆動用空気は、水室内へ排気された。ホールボディカウントにより汚染が判明してから調査が開始された。

雰囲気の試料を測定した結果、高い放射能を示した。午後5時5分から5時10分までの間のNo.22 1次冷却材ポンプ付近で採取された試料を、電離箱で測定した結果は40mrad/hrであった。午後6時15分頃には格納容器全域からの避難が行われた。格納容器内では208名が作業をしており、67名の作業員がわずかに放射性物質を吸引していた（最大被曝量は、10 CFR 20の許容値の約5%であった）。

原因

調査によるとNo.22蒸気発生器からの浮遊放射能を除去するために設置された換気系が作動していなかった。すなわち蒸気発生器コールドレグ側の作業中、空気はコールドレグ側から吸引され、水室内へ排気された。

ドレグから蒸気発生器細管を通過しコールドレグマンホールから格納容器雰囲気に放出されることになっている。その空気は、格納容器に排気される前にヨウ素除去装置によってろ過される。しかし、作業前にこの装置のスイッチを入れていなかった。

浮遊物放射能のサンプリングのレビューでは、短時間の試料採取が行われておらず、また連続雰囲気モニター（CAM）も機能していなかった。しかし、燃料取替床では同モニターは機能していたが、適切な状態ではなかった。ノズルダムの設置や修理に関する手順書が改訂され、蒸気発生器ノズルリングから破損したねじの取り外しについての指針を定めていた。しかし放射線管理についての指針がぬけていた。

対 策

浮遊物放射能に関して手順書の改訂を行った。

2名の発電所従事者が保修作業中に過度の被曝

発生日：1983年 6月 1日

施設：Pickering A (CANDU)

所有者：Ontario Hydro

場所：Pickering, Ontario, Canada

出典：ast

事故分類：被曝事故

状況

CANDU炉においては、Xe-135過渡現象を克服するため、コバルトを用いた調整棒 (Adunster Rod) を使用しているが、この調整棒は定期的に交換せねばならない。一定期間照射された調整棒は、使用済燃料貯蔵プール中にタイ・バーに結ばれたケーブルで吊り下げて貯蔵される。

運転停止中に、この調整棒交換を行うため、照射された調整棒をプール内に貯蔵しようとしたところ、既に貯蔵されていた調整棒を吊るしている数本のケーブルがからまり、作業が妨害された。このため、ケーブルを移動させようとして、1本のケーブルをタイバーから外し持ち上げたところ、 γ 線エリアモニタが警報を発した。携帯式の γ 線量計でチェックしたところ、目盛りが振り切れた (後に90rem/h) であったことがわかった。

この作業を行っていた2名の作業員はその場から退避し、一方、そのケーブルはプールの床に落ちた。2名の作業員のフィルムバッジとTLDを調べたところ、次のような過大な被曝量が確認された。

	頭部バッジ		腰部バッジ		TLD			
	全身	皮膚 β	全身	皮膚 β	左手	右手	左足	右足
作業長	310	0	520	0	15900	17680	1090	2110
同補佐	0	0	565	0	3860	4200	4780	2940

(単位：ミリレム)

現場には直ちにケーブルの移動を禁ずる掲示がなされ、この作業自体は別の作業員により翌日完了された。

原因

- (1) ケーブルが高放射線を発する危険性に対する作業員の注意が十分でなかった。
- (2) 前もってケーブルの放射線測定がなされていなかった。
- (3) ケーブルの貯蔵方法が不適切だった。
- (4) 調整棒に関する保修手順書が不適切だった。

対策

- (1) 貯蔵プール内での機器の移動を監視する必要性及び調整棒ケーブルに係る危険性について検討する。
- (2) 調整棒の保修手順書を、次のような点で改訂する。
 - ① ケーブルの危険性の強調。
 - ② 貯蔵プールからのケーブルの吊り上げの禁止。
 - ③ 不適切なケーブルを発見した際の通報。
- (3) 調整棒からコバルトを除去した後に、緩んだケーブルはすべて除去することとする。
- (4) タイ・バー上で緩んだケーブルは全て除去することとする。
- (5) ケーブル巻き取りリールの使用を検討する。

除染作業中1名の作業員が19.22レムの皮膚被曝

発生日：1983年 8月 8日

施設：Bruce A-3 (CANDU)

所有者：Ontario Hydro

場所：Tiverton, Ontario, Canada

出典：asu

事故分類：被曝事故

状況

1983年、ブルースA3号機の燃料交換中に、燃料交換機のヘッドがマガジン中の使用済燃料とマガジン端部を押しつぶしてしまった。このため、同機の汚染部分の除染作業を実施したが、1名の作業員が7月上旬から8月8日までの期間中に行われた3回の除染作業で合計19.22remのβ線皮膚被曝を受けた。これは、3カ月間に対する規制値15remを超えている。

原因

作業員の被曝データは通常7～10日毎に報告されるため、過度の被曝を受けていることの確認が遅れた。

対策

被曝データの収集、管理及び監視システムを改善する。特に、燃料の取扱いや原子炉保修に携わる作業員の被曝量のチェック頻度を増し、迅速に結果を評価できるようにする。

作業員1名が汚染により年間許容値を超える被曝

発生日：1983年11月 9日

施設：Sellafield

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：asv

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1983年11月9日、セラフィールド再処理工場で作業後のモニタリングの結果、使用済燃料解体プラントで、保護服を着用して作業していた作業員が汚染していることが分かった。この作業員は、年間許容値をはるかに超える被曝を受けていた。

対策

事故の再発を防ぐために、工場の関係部署に運転手順書と指導書が適用されることになった。

C R D 保 修 室 での 作 業 員 及 び 放 管 員 の 最 大 4.5 レ ム の 被 曝

発 生 期 日 : 1 9 8 4 年 1 月 1 8 日

施 設 : Pilgrim-1 (B W R)

所 有 者 : Boston Edison Co.

場 所 : Plymouth, Massachusetts, USA

出 典 : asw, asx

事 故 分 類 : 被 曝 事 故

状 況

1984年1月18日、ピリグリム1号機で3名の作業員が作業を行うために制御棒駆動機構(CRD) 保 修 室 に 入 室 し た。 作 業 員 は、 作 業 区 域 へ の 入 域 前 に 同 区 域 の 状 況 について放射線防護員から報告を受けていたが、作業区域の近くに約20rem/hrの放射線を発する放射性物質の入った容器があることについては知らされていなかった。その結果、これら作業員は、10 CFR 20.101で定められた許容値を超える被曝を受けた。この容器は、1月14日の作業時に発生した高放射化された破片とCRD部品が入った5ガロンのプラスチック製バケツであった。1月18日、3名の作業員は、午前8時から9時30分までの間、CRD室でCRD部品の収集及び除染を行った。作業中、1名の作業員はこのバケツを移動し、バケツの中の部品の除染を行った。他の1名がそれを室の中央に移動させた。もう1名はそのバケツを取扱わなかった。また、作業員の誰も、四肢用の線量計を身に付けていなかった。

読取り式の線量計の測定値によると朝の作業時の作業員の全身の被曝線量は予想値の2倍であった(25~50mrem)。そのため、放射線管理員が直ちに調査のためにその室に入ったところ、室の中央部の線量値は、1月17日の測定値の10倍となっていた。そして、主要な放射線源はバケツであることを突き止めた。その表面線量率は10rem/hrであった。またバケツ内のCRD部品の表面線量率は100mrem/hr以下であった。同放射線管理員はバケツの底に高放射性(表面線量率2880rem/hr)の金属片の存在を確認したが、この間に手に4.5rem被曝したと指定される。

原因

- (1) 作業員が防護策をとるのに必要となる情報が容器には適切に表示されていなかった。
- (2) 容器及び高放射線区域への接近時の管理が不十分である。
- (3) 容器の中に高放射性物質が入っていることについて職員への伝達が不十分であった。

検査中に1名の発電所従事者が2レムの全身被曝

発生期日：1984年 6月19日
施設：Pickering B-5 (CANDU)
所有者：Ontario Hydro
場所：Pickering, Ontario, Canada
出典：asy
事故分類：被曝事故

状 況

1984年6月19日、ピッカリングB-5号機で、1次系配管の溶接部の超音波探傷検査が、2名の作業員によって、ボイラー(No.6)の基礎部で実施された。この時、放射線防護責任者(Green Man)の手によって、放射線サーベイが行われ、作業は承認された放射線作業計画に基づいて実施された。検査は、1次系配管の間の狭い場所で約1時間行われた。

作業終了後、2名の作業員が携帯していた直読型線量計(DRD)をチェックしたところ、各々1700mremおよび700mremの放射線を被曝していることがわかった。計画被曝値は、200mremであった。また、同じく2名の作業員が身につけていたTLDを分析した結果、1名は2055mremの全身被曝を受けていた事がわかった。

作業場所の放射線サーベイが徹底的に行われ、配管付近で最大2.5R/hの放射線が確認された。当初の溶接部での放射線サーベイでは、わずか0.2R/hであった。

原 因

- (1) 作業場所での放射線サーベイが不適當であった。
- (2) 担当の放射線防護責任者が、作業内容をよく認識していなかった。

対 策

以下のような、放射線防護手順および訓練の改善がなされた。

- (1) 放射線防護責任者の監視下で作業を行う。
- (2) 放射線防護責任者の中でも特に選ばれた者が、作業の監視を行う。

運転員1名が年間許容値の2倍を超える皮膚被曝

発生日：1984年 6月22日

施設：Sellafield

所有者：BNFL

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：asz, ata

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

1984年6月22日、セラフィールド再処理工場の定期モニタリング・チェックによって、プロセス運転員の着用していた作業服（カバーオールズ）から汚染が発見された。この作業員は皮膚に年間許容値の2倍の被曝を受けていた。

原因

汚染検知のために更衣室に設置されていたモニタリング装置に干渉が生じていたため、同装置の感度が下げられていた。このため、早期に汚染が発見できなかった。

保守作業中5名の作業員が最大123レムを被曝

発生日：1984年 6月22日

施設：Pickering B-5 (CANDU)

所有者：Ontario Hydro

場所：Pickering, Ontario, Canada

出典：atb

事故分類：被曝事故

状況

1984年6月、ピッカリングB-5号機で停止時冷却系の2基の熱交換のチューブの渦電流検査が、所外の外注作業員によって実施された。

作業は、発電所の放射線管理者と当直長によって承認された放射線作業計画に従って行われた。放射線管理責任者 (Green Man) が割当てられ、作業員には手足の線量計と2重のプラスチック製保護服が渡された。また、汚染の蓄積を防ぐため、外側の綿手袋を取り換えるように指導が行われた。綿手袋の下には、ベータ線しゃ蔽のために、さらにゴム手袋が付けられた。

検査は、検知部とケーブルを直接チューブ内に出し入れして行われた。作業期間は、6月19日から6月22日までであった。

手足の線量計の検査結果は、作業後になって初めて当直班に渡された。その時、5名の作業員が大量の被曝を受けていることがわかった。そのうち1名の被曝量は、法規制値を超えていた (左手に123rem)。作業に使用された手袋をチェックしたところ、最大40rad/hのベータ線が確認された。

原因

渦電流検査装置の検知部を手で直接取扱ったため、手袋に汚染が蓄積し、今回の被曝事故に至った。事故の要因として、以下の事項が挙げられる。

- (1) 配管内部の放射性物質によって、作業員が汚染を受ける危険は認識されていたが、その度合いを低く見積もっていた。

- (2) 放射線作業計画の放射線安全予防の中に、手袋の交換や定期的な汚染チェックについての記載がなかった。
- (3) TLDの検査結果が提示されるのが遅かったため、早期に被曝を発見できなかった。
- (4) 1次冷却系中に破損燃料があり、汚染レベルが上がっているという事実について、当直長と十分連絡がとられていなかった。

対 策

- (1) 放射線作業計画に、手足の線量計の記録及び制限値が記載されている事を確認する。
- (2) 作業中の放射線被曝が許容値以下となるような作業手順がとられている事を確認する。
- (3) 当直長は、作業が適切にチェックされ、放射線作業計画に間違いがない事を確認する。
- (4) 運転当直班は、計画停止中に計画されている放射線作業に注意を払う。
- (5) 手足の線量計の検査結果から、予定以上の被曝の可能性や規定の制限値を超えているという事が分かれば、直ちに作業担当部署に知らせる。
- (6) 放射線管理支援のための指針を審査し、手足の線量計の保安責任が明確になっている事を確認する。
- (7) 放射線管理責任者(Green Man)の認定が適切に行われている事、また特別訓練及び演習が実施されている事を確認する。更に、放射線管理責任者と下級の放射線管理者との情報連絡が、第三者を介在することなく、直接行われている事を確認する。

作業員1名が左膝部を局所的に汚染し皮膚被曝

発生日：1984年11月13日

施設：Windscale Nuclear Power Development Laboratories

所有者：UKAEA

場所：Sellafield (旧 Windscale), Cumbria, UK

出典：atc

事故分類：被曝事故、施設内の汚染事故

状況

UKAEAのウィンズケール原子力開発研究所における定期モニタリング・チェックによって、管理区域のプロセス運転員が着用していたカバーロールズ（作業服）の左膝部に局所的な汚染が発見された。この運転員は、照射済燃料の検査が行われているピットの屋根で非定常的な作業に従事していた。

環境調査委員会は、局所的な皮膚被曝は年間許容値の2.7倍以内であると発表した。

対策

モニタリング手順の再評価が行われた。

4.9 その他の事故

その他の事故

発生日	事象	施設	施設の種類
72/08/25	軽飛行機の墜落による送電線及び電話線の不通	Millstone-1	BWR
79/11/10	窒素ガスにより作業員1名が窒息死	Bugey-3	PWR
83/10/15	2次系高圧ドレンポンプ伸縮継手の破壊により運転員即死	Surry-1	PWR
84/12/07	UF6シリンダの過圧事故	Metropolis Conversion Facility	転換

軽飛行機の墜落による送電線及び電話線の不通

発生日：1972年 8月25日

施設：Millstone-1 (BWR)

所有者：Northeast Utilities

場所：Waterford, Connecticut, USA

出典：atd, ate

事故分類：その他、発電所異常事象

状況

1972年8月25日、82%出力で運転中のミルストーン1号機に、自家用の軽飛行機が墜落した。墜落時、濃い霧のために操縦士は行方不明になった。発電所を安全に停止するために用いられている変圧器に給電している27,600Vの送電線が墜落により使用不能になった。この変圧器は8時間使用できなかった。更に、約3時間外部との電話による通信が不能になった。なお、原子炉は停止されなかった。

窒素ガスにより作業員1名が窒息死

発生日：1979年11月10日

施設：Bugey-3 (PWR)

所有者：EDF

場所：St. Vulbas, Ain, France

出典：atf

事故分類：その他

状況

1979年11月10日、ビュージェイ3号機で、蒸気発生器のウォーター・ヘッドーの中で作業していた作業員1名が、窒素ガス漏洩のため死亡した。この作業員は、同僚と共に、1次系がまだ窒素雰囲気の状態であるにもかかわらず、蒸気発生器の中に入ったため今回の事故となった。

原因

作業準備中、適切な予防措置がとられていなかったため。

対策

- (1) 有毒ガスや窒息性ガスの危険に関する指導が行われた。
- (2) 修理作業準備に関する指導とガス事故の危険性のある情報を十分に収集しておく事が強調された。
- (3) 窒素雰囲気下に置く系統の数を制限する。
- (4) 窒素ガス流量のモニタリングを行う。
- (5) バルブ及び継手の品質を確認する。
- (6) 危険区域への立入を防止する装置を設ける。
- (7) 建屋の換気を十分行う。
- (8) 漏洩ガスを回収し、建屋外に排気する装置を設ける。
- (9) 空気中の酸素濃度をモニタリングする。

2次系高圧ドレンポンプ伸縮継手の破壊により運転員即死

発生日：1983年10月15日

施設：Surry-1 (PWR)

所有者：Virginia Power Co.

場所：Gravel Neck, Virginia, USA

出典：atg

事故分類：その他

状況

1983年10月15日、サリー1号機2次系の高圧ドレンポンプを隔離しようとしたところ、伸縮継手が破壊し、運転員が約3m吹き飛ばされた。運転員は即死、一緒にいた監督者も軽傷を負った。詳細は不明。

UF6 シリンダの過圧事故

発生日：1984年12月 7日
施設：Metropolis Conversion Facility
所有者：Allied Corp.
場所：Metropolis, Illinois, USA
出典：ath, ati
事故分類：その他

状況

アライド社のメトロポリスにあるウラン転換工場で、1984年12月7日に、UF6 シリンダの過圧事故があった。同社では1981～85年の間に41件ものUF6 過剰詰め込みが行われたが、そのうちで、最も多く詰め込まれたのがこの1984年12月7日であり、27,500ポンド（12.4トン）容量のシリンダに秤の読み取り値が正しくないことから5500ポンド（2.5トン）多い33,000ポンド（14.9トン）のUF6 が詰め込まれた。このうち、500ポンド（0.23トン）はUF6 が冷却・固化する前にガスとして抜き出された。そして、詰めすぎが発見されたため、シリンダを再過熱して過剰UF6 を引き続き抜いたが、この工程で過圧状態となった。その後の調査では、シリンダが変形しているとともに、3本の補強リングが少しはずれていたのが発見された。

5 . 出典資料

- aaa L1 核燃料の臨界安全(実務テキストシリーズ NO.2): 原安協, p.197 (1984)
- aab M1 原子力ポケットブック: S54年版, 日本原子力産業会議, p.224
- aac L1 鈴木篤之, 核燃料サイクル工学: 日刊工業新聞社, p.199 (1981)
- aad L1 核燃料の臨界安全(実務テキストシリーズ No.2): S.59.12, 原安協, pp.199-201 (1984)
- aae L1 Nuclear Safety, Vol.21, No.5, Sep.-Oct., pp.648-653 (1980)
- aaf L1 核燃料の臨界安全(実務テキストシリーズ No.2): S.59.12, 原安協, pp.201-205 (1984)
- aag L1 鈴木篤之, 核燃料サイクル工学: 日刊工業新聞社, p.199 (1981)
- aah M1 原子力発電便覧: 85年版, 電力新報社, p.176
- aaI L1 Nucleonics Week, Jun.14 (1986)
- aaJ B1 IAEA, Nuclear Safety Review 1983 : Jun., pp.9-10 (1984)
- aak K1 A. W. Grella, A Review of Selected Nuclear Transport Event Case Histories, p.959
- aal K1 A. W. Grella, A Review of Selected Nuclear Transport Event Case Histories, pp.959-960
- aam K1 A. W. Grella, A Review of Selected Nuclear Transport Event Case Histories, p.960
- aan K1 Special Study of the Carriage of Radioactive Materials by Air : PB 210 606 (1972)
- aao J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1977, 76/8
- aap J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1977, 77/7
- aaq J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1977, 77/2/6
- aar K1 A. W. Grella, A Review of Selected Nuclear Transport Event Case Histories, pp.961-962
- aas K1 NUREG-0535
- aat J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1978, 78/2/3
- aaU K1 A. W. Grella, A Review of Selected Nuclear Transport Event Case Histories, p.962
- aaV J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1979, 79/4/5
- aaW J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1980, 80/1/9
- aaX J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1980, 80/3/3
- aaY K1 日本原子力文化振興財団, モン・ルイ号沈没事故の真相, S.59.11.9
- aaZ K1 吉村佐一郎, モンルイ号の沈没 : 原子力工業, Vol.30, No.12, pp.47-51 (1984)
- aba K1 The Energy Daily, Aug. 29 (1985)
- abb K1 Preliminary Notification of Event or Unusual Occurrence : PNO-IV-85-44
- abc M1 原子力ポケットブック: S54年版, 日本原子力産業会議, pp.224-225
- abd M1 原子力ポケットブック: S54年版, 日本原子力産業会議, p.225
- abe F1 Letter, B.W. Riley to AEC, Jun. 12, 1973
- abf D1 AEC, Current Events Power Reactors : Dec., p.3 (1974)
- abg D1 AEC, Current Events Power Reactors : Jul. 1974, pp.8-9 (1974)
- abh D1 AEC, Current Events Power Reactors : Dec., pp.2-3 (1974)
- abi F1 Letter, N. J. Kalivianakis to J. Keppler, Oct. 10 : Docket No.50-254, DPR-29 (1974)
- abj M1 原子力ポケットブック: S54年版, 日本原子力産業会議, pp.226-227
- abk F1 Reportable Occurrence No.76-1
- abl M1 原子力ポケットブック: S54年版, 日本原子力産業会議, pp.226-227
- abm H1 原子力発電所の異常運転に関する調査報告書(IV): S.53.5, 原安協, p.74
- abn D1 NRC, Current Events Power Reactors : Oct. 1975 - Feb. 1976, pp.9-10 (1976)
- abo L1 Investigation of the chemical explosion of an ion exchange resin column..., 1976
- abp J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1977, 77/2/5
- abq J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1977, 77/2/7
- abr J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1977, 77/2/7
- abs L1 原子力年鑑: S61年版, 日本原子力産業会議, p.288
- abt L1 Gov. of India, Annual Report of the Department of Atomic Energy 1977-78, p.100
- abu F1 Letter, E. J. Ferland to B. H. Grier, Dec. 14, 1977 : MP-1-607
- abv M1 原子力ポケットブック: S54年版, 日本原子力産業会議, pp.232-233
- abw I2 OECD/NEA, IRS-471
- abx M1 Public Citizen, Nuclear Power Safety Report, p.20 (1984)

aby F1 GPU Nuclear Co., Oyster Creek : Docket No.50-219, PNO-I-83-112 (Preliminary notice) Nov. 14 (1983)
 abz I2 OECD/NEA, IRS-385
 aka F1 The Energy Daily, Mar. 21 (1984)
 acb F1 Nucleonics Week, Mar. 29 (1984)
 acc L1 Nuclear Fuel, Oct. 22 (1984)
 acd L1 Nucleonics Week, Nov. 15 (1984)
 ace S1 NRC, Rupture of Model 48Y UF6 Cylinder and Release of Uranium Hexafluoride : NUREG-1179, Vol.1(1986)
 acf S1 NRC : NUREG-1189, Vol.1-2 (1986)
 ach S1 海外電力情報, Vol.18, No.4, pp.58-69 (1986)
 aci H1 原子力発電所の異常運転に関する調査報告書(III) : S.52.4, 原安協, p.15
 acj M1 The Nugget File, Jan., pp.7-8 (1979)
 ack E1 Reactor Safety, ROE.69-4, Feb. 5, pp.1-4 (1969)
 acl M1 The Nugget File, Jan., pp.15-17 (1979)
 acm E1 Reactor Safety, Feb. (1970)
 acn H1 原子力発電所の異常運転に関する調査報告書(III) : S.52.4, 原安協, p.16
 aco K1 John M. Chandler, International Symposium on PATRAM, Sep. 22-27, 1974
 acp M1 Ministry of Industry and Research, Nuclear Safety in France : Jan., p.30 (1984)
 acq S1 植田秀史, 米国セコイヤ燃料会社におけるシリンダー破裂事故 : 原子力工業, Vol.32, No.7, pp.62-65 (1986)
 acq H1 原子力発電所の異常運転に関する調査報告書(III) : S.52.4, 原安協, p.17
 acr H1 原子力発電所の異常運転に関する調査報告書, (III) : S.52.4, 原安協, p.16
 acs H1 原子力発電所の異常運転に関する調査報告書(III) : S.52.4, 原安協, p.16
 act A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences, Jan.-Jun. 1975 : NUREG-75/090, pp.A4-A6 (1975)
 acu A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences, Jul.-Sep. 1975 : NUREG-0090-1, pp.B2-B3 (1975)
 acv A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences, Jan.-Mar. 1976 : NUREG-0090-3, pp.13-14 (1976)
 acw A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences, Apr.-Jun. 1976 : NUREG-0090-4, p.8 (1976)
 acx H1 原子力発電所の異常運転に関する調査報告書(III) : S.52.4, 原安協, p.16
 acy L1 Nuclear Safety, Vol.19, No.3, May-Jun., pp.372-377 (1978)
 acz M1 Ministry of Industry and Research, Nuclear Safety in France : Jan., p.30 (1984)
 ada M1 原子力ポケットブック : S54年版, 日本原子力産業会議, pp.234-235
 adb D1 NRC, Current Events Power Reactors : May-Jun. 1978, pp.12-14 (1978)
 adc J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1977, 77/3/18
 add J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1978, 77/3/18
 ade J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1978, 78/1/8
 adf J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1978, 78/2/1
 adg J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1978, 78/3/5
 adh J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1979, 79/3/1
 adi J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1979, 79/3/4
 adj M1 原子力発電便覧 : 85年版, 電力新報社, p.169
 adk I1 OECD/NEA, IRS-5
 adl I1 OECD/NEA, IRS-52
 adm I1 OECD/NEA, IRS-52.2
 adn D1 NRC, Power Reactor Events, Jul.-Aug., 1981 : Vol.3, No.5, pp.1-2 (1981)
 ado I1 OECD/NEA, IRS-148
 adp I1 OECD/NEA, IRS-148.2
 adq J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1982, 82/1/5
 adr M1 Ministry of Industry and Research, Nuclear Safety in France : Jan., p.30 (1984)
 ads L1 Nuclear Safety, Vol.23, No.5, Sep.-Oct., p.589 (1982)
 adt I2 OECD/NEA, IRS-393
 adu M1 Public Citizen, Nuclear Power Safety Report, pp.13-14 (1984)
 adv G1 台湾馬鞍山原子力発電所事故のまとめ : 安田火災海上保険株式会社 (1985)

adw G1 Nucleonics Week, Jul. 11 (1985)
 adx G1 Nucleonics Week, Aug. 8 (1985)
 ady G1 Nucleonics Week, Feb. 6 (1986)
 adz J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1985, 85/4/1
 aea L1 ATW News, Jan. (1985)
 aeb L1 Europe Energy, Jan. 10 (1986)
 aec L1 Nucleonics Week, May 8 (1986)
 aed L1 Nuclear Fuel, Aug. 11 (1986)
 aee M1 Ministry of Industry and Research, Nuclear Safety in France : Jan., p.28 (1984)
 aef M1 The Nugget File, Jan., p.24 (1979)
 aeg M1 原子力ポケットブック : S54年度, 日本原子力産業会議, p.224
 aeh M1 Ministry of Industry and Research, Nuclear Safety in France : Jan., p.30 (1984)
 aei G1 Debugging the bigger BWR in the F.G.R., Sep. 1973
 aej G1 AEG, Information Bulletin : Jun. 1 (1972)
 aek M1 Ministry of Industry and Research, Nuclear Safety in France : Jan., p.30 (1984)
 ael M1 原子力ポケットブック : S54年版, 日本原子力産業会議, pp.226-227
 aem M1 原子力ポケットブック : S54年版, 日本原子力産業会議, pp.226-227
 aen D1 NRC, Current Events Power Reactors : Oct. 1975 - Feb. 1976, pp.5-6 (1976)
 aeo F1 LER No.50-266/75-18
 aep A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences : NUREG-0090-5, pp.6-7 (1976)
 aeq D1 NRC, Current Events Power Reactors : 1 Jan.- 28 Feb. 1977, pp.6-8 (1977)
 aer D1 NRC, Current Events Power Reactors : 1 Oct.- 31 Dec., pp.5-7 (1976)
 aes A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences, Apr.-Jun. 1977 : NUREG-0090-8, pp.2-4 (1977)
 aet A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences, Oct.-Dec. 1977 : NUREG-0090-10, pp.23-24 (1977)
 aeu A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences, Jan.-Mar. 1978 : NUREG-0090, Vol.1, No.1, p.11 (1978)
 aev D1 NRC, Current Events Power Reactors : 1 May - 30 Jun. 1977, pp.1-4 (1977)
 aew D1 NRC, Current Events Power Reactors : 1 Sep.- 31 Oct. 1977, pp.2-4 (1977)
 aex J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1977, 77/4/4
 aey J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1978, 77/4/4
 aez F1 Nuclear Safety, Vol.20, No.1, Jan.-Feb., pp.94-95 (1979)
 afa M1 原子力ポケットブック : S54年版, 日本原子力産業会議, pp.232-233
 afb A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences : NUREG-0090, Vol.1, No.3, pp.1-5 (1978)
 afc M1 原子力ポケットブック : S54年版, 日本原子力産業会議, pp.232-233
 afd I1 OECD/NEA, IRS-1
 afe I1 OECD/NEA, IRS-4
 aff I1 OECD/NEA, IRS-19
 afg I1 OECD/NEA, IRS-19
 afh J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1980, 80/2/6
 afi I1 OECD/NEA, IRS-12
 afj I2 OECD/NEA, IRS-481
 afk I2 OECD/NEA, IRS-198
 afl I2 OECD/NEA, IRS-201 (II)
 afm M1 原子力発電便覧 : 85年版, 電力新報社, p.173
 afn A2 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences : NUREG-0090, Vol.6, No.3, pp.5-10 (1983)
 afo M1 Public Citizen, Nuclear Power Safety Report, pp.19-20 (1984)
 afp A2 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences : NUREG-0090, Vol.6, No.1, pp.39-40 (1983)
 afq I2 OECD/NEA, IRS-327
 afr A2 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences : NUREG-0090, Vol.6, No.1, pp.1-3 (1983)
 afs M1 Public Citizen, Nuclear Power Safety Report, pp.14-15 (1984)
 aft M1 原子力ポケットブック : S61年版, 日本原子力産業会議, p.55

afu F1 NRC, Loss of Power and Water Hammer Event at San Onofre, Unit 1, Nov. 21, 1985 : NUREG-1190 (1986)
 afv G1 Nucleonics Week, Apr. 3 (1986)
 afw G1 Nucleonics Week, Apr. 10 (1986)
 afx G1 Nucleonics Week, Apr. 24 (1986)
 afy G1 Nucleonics Week, May 22 (1986)
 afz G1 Nuclear Engineering International, Vol.31, No.382, pp.4-5 (1986)
 aga M1 Ministry of Industry and Research, Nuclear Safety in France : Jan., p.28 (1984)
 agb L1 The Incident at the Experimental NPS at Lucens, on Jan. 21, 1969
 agc L1 Reactor Accident at Lucens Reactor, Apr. 25, 1969
 agd M1 Ministry of Industry and Research, Nuclear Safety in France : Jan., p.30 (1984)
 age G1 Debugging the bigger BWR in the F.G.R., Sep. 1973
 agf G1 Draft, RLT : Kb , Apr. 5 (1973)
 agg D1 AEC, Current Events Power Reactors : Aug., p.6 (1974)
 agh D1 NRC, Current Events Power Reactors : Jan., pp.3-4 (1975)
 agi M1 Dr. Hluberk's paper at ENS/ANS-Meeting in Brussels, Oct. 1978
 agj A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences, Jan.-Jun. 1975 : NUREG 75/090, pp.A7-A10 (1975)
 agk A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences, Jul.-Sep. 1975 : NUREG-0090-1, pp.B3-B4 (1975)
 agl D1 NRC, Current Events Power Reactors : Apr.-May 1975, p.1 (1975)
 agm D1 NRC, Current Events Power Reactors : Jun.-Jul., p.7 (1975)
 agn F1 NRC, Office of I&E, Notification of an Incident or Occurrence : No.150, May 14 (1975)
 ago D1 NRC, Current Events Power Reactors : Jun.-Jul., p.3 (1975)
 agp F1 Letter, P. A. Crane, Jr. to R. H. Engelken : Jun. 11, 1975, Docket No.50-133
 agq H1 原子力発電所の異常運転に関する調査報告書(IV) : S.53.5, 原安協, p.15
 agr F1 Letter, W.O. Parter to NRC, Jul. 9, 1975 : A0-269/75-7
 ags D1 NRC, Current Events Power Reactors : Aug.-Sep., pp.6-7 (1975)
 agt F1 Letter, N. J. Kalivianakis to NRC, Director of NRR, Aug. 27, 1975 : AOR No.75-31, Docket No.50-265
 agu M1 原子力ポケットブック : S54年版, 日本原子力産業会議, pp.226-227
 agv D1 NRC, Current Events Power Reactors : May-Jun., pp.6-7 (1976)
 agw D1 NRC, Current Events Power Reactors : Jul.-Sep., pp.4-5 (1976)
 agx I1 OECD/NEA, IRS-IAEA-7
 agy J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1977, 76/4
 agz J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1977, 76/5
 aha J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1977, 77/5
 ahb J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1977, 77/6
 ahc J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1977, 77/2/15
 ahd J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1977, 77/2/17
 ahe J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1977, 77/4/3
 ahf J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1977, 77/4/12
 ahg J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1978, 77/4/12
 ahh J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1978, 78/1/6
 ahi D1 NRC, Current Events Power Reactors : May-Jun., pp.5-8 (1978)
 ahj J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1978, 78/3/19
 ahk J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1979, 78/3/19
 ah1 F1 Nuclear Safety, Vol.20, No.3, May-Jun., pp.351-352 (1979)
 ahm M1 原子力ポケットブック : S54年版, 日本原子力産業会議, pp.232-233
 ahn J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1979, 79/1/1
 aho J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1979, 79/1/4
 ahp D1 NRC, Power Reactor Events : Vol.1, No.4/Oct., p.3 (1979)
 ahq M1 原子力発電便覧 : 85年版, 電力新報社, p.167
 ahr F1 LER 79-01 : Docket No.50-213, Feb. 28 (1979)

ahs J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1979, 79/1/8
 aht M1 原子力発電便覧 : 85年版, 電力新報社, p.168
 ahu J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1979, 79/3/2
 ahv J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1979, 79/3/2
 ahw J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1979, 79/3/11
 ahx D1 NRC, Power Reactor Events : Vol.2, No.2/Mar., pp.6-7 (1980)
 ahy M1 原子力発電便覧 : 85年版, 電力新報社, p.169
 ahz F1 Virginia Electric and Power Co., North Anna 1 : Docket No.50-338, LER 79-128, Sep. 25 (1979)
 aia F1 Responce to Request for Additional Info. Related to the Sep. 25, 1979 Event
 aib J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1979, 79/4/2
 aic J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1980, 79/4/2
 aid J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1979, 79/4/6
 aie D1 NRC, Power Reactor Events : Vol.2, No.3/May, pp.1-2 (1980)
 aif I1 OECD/NEA, IRS-3
 aig A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences : NUREG-0090, Vol.3, No.1, pp.3-8 (1980)
 aih M1 原子力発電便覧 : 85年版, 電力新報社, p.170
 aii M1 秋元正幸, 米国における軽水炉の近年の主要な事故・故障例 : 原子力工業, Vol.30, No.3, p.37 (1984)
 aiij D1 NRC, Power Reactor Events, Sep., 1980 : Vol.2, No.5, pp.7-9 (1980)
 aik I1 OECD/NEA, IRS-42
 ail I1 OECD/NEA, IRS-42.1
 aim I1 OECD/NEA, IRS-42.2
 ain J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1980, 80/3/4
 aio J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1980, 80/3/7
 aip J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1981, 81/2/9
 aiq J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1981, 81/2/9
 air A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences : NUREG-0090, Vol.3, No.4, pp.1-3 (1980)
 ais I1 OECD/NEA, IRS-21
 ait D1 NRC, Power Reactor Events : Vol.3, No.1/Nov.-Dec., pp.1-3 (1980)
 aiu M1 秋元正幸, 米国における軽水炉の近年の主要な事故・故障例 : 原子力工業, Vol.30, No.3, pp.41-42 (1984)
 aiv M1 原子力発電便覧 : 85年版, 電力新報社, p.171
 aiw J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1980, 80/4/5
 aix J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1981, 81/1/1
 aiy I1 OECD/NEA, IRS-26
 aiz D1 NRC, Power Reactor Events, May-Jun., 1981 : Vol.3, No.4, pp.1-2 (1981)
 aja M1 秋元正幸, 米国における軽水の近年の主要な故障例 : 原子力工業, Vol.30, No.3, pp.39-40 (1984)
 ajb F1 NRC, IE Information Notice : No.81-10
 ajc D1 NRC, Power Reactor Events, May-Jun., 1981 : Vol.3, No.4, p.10 (1981)
 ajd J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1981, 81/3/2
 ajc J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1981, 81/3/5
 ajf J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1981, 81/3/9
 ajg J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1981, 81/3/9
 ajh A2 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences : NUREG-0090, Vol.5, No.1, pp.18-28 (1982)
 aji M1 秋元正幸, 米国における軽水炉の近年の主要な事故・故障例 : 原子力工業, Vol.30, No.3, p.36 (1984)
 ajj F1 R. Udell, Tube Leaks : Public Citizen Inc., pp.4-5 (1982)
 ajk J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1982, 82/1/7
 ajl J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1982, 82/2/3
 ajm I2 OECD/NEA, IRS-276
 ajn I2 OECD/NEA, IRS-298
 ajo I2 OECD/NEA, IRS-318
 ajp I2 OECD/NEA, IRS-311

ajq I2 OECD/NEA, IRS-367
 ajr M1 原子力発電便覧：85年版，電力新報社，p.176
 ajs B1 IAEA, Nuclear Safety Review 1983 : Jun., pp.6-7 (1984)
 ajt G1 E.G. Price, Highlights of Metallurgical Behaviour of CANDU Pressure Tubes
 aju G1 Analysis of the Pressure Tube Failure at Pickering NGS A-2 : AECL-8335
 ajv G1 Significant Event Report A-83-86
 ajw I2 OECD/NEA, IRS-438(II)
 ajx F1 Nucleonics Week, May 3 (1984)
 ajy J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1984, 84/2/1
 ajz I3 OECD/NEA, IRS-490
 aka M1 原子力ポケットブック : S61年版，日本原子力産業会議，p.57
 akb I2 OECD/NEA, IRS-477
 akc L1 Nuclear Fuel, Nov. 5 (1984)
 akd L1 Nucleonics Week, Nov. 8 (1984)
 ake F1 Inside NRC, Aug. 19 (1985)
 akf F1 Nucleonics Week, Sep. 19 (1985)
 akg L1 Nuclear Fuel, Sep. 23 (1985)
 akh L1 SN Bulletin Sur La Surete Des Installations Nucleaires : No.47, Sep.-Oct. (1985)
 aki J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1985, 85/4/2
 akj G1 Nucleonics Week, Nov. 7 (1985)
 akk J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1985, 85/4/3
 akl G1 Nucleonics Week, Dec. 5 (1985)
 akm L1 穂波穊，相次ぐ米国核燃料工場でのトラブルと日本の対応：エネルギーフォーラム，3月号，p.124 (1986)
 akn L1 穂波穊，相次ぐ米国核燃料工場でのトラブルと日本の対応：エネルギーフォーラム，3月号，pp.124-125 (1986)
 ako L1 DOE-ORO-875, Jun. (1986)
 akp L1 Nuclear Engineering International, Mar., p.4 (1986)
 akq L1 Nuclear Europe, Mar., p.39 (1986)
 akr G1 Nucleonics Week, Feb. 27 (1986)
 aks M1 The Nugget File, Jan., p.12 (1979)
 akt E1 Reactor Safety, ROE 69-10, Apr. 21 (1969)
 aku D1 AEC, Current Events Power Reactors : Oct., pp.9-10 (1974)
 akv F1 Abnormal Occurrence Report : Report No.50-309/74-4 (1974)
 akw D1 AEC, Current Events Power Reactors : Oct., p.10 (1974)
 akx D1 AEC, Current Events Power Reactors : Aug., p.5 (1974)
 aby F1 Directorate of Regulatory Operations Notification of an Incident or Occurrence No.121
 akz M1 The Nugget File, Jan., p.52 (1979)
 ala D1 AEC, Current Events Power Reactors : Sep., p.4 (1974)
 alb F1 Notification of Incident or Occurrence, Aug. 27, 1984 : No.123
 alc D1 AEC, Current Events Power Reactors : Sep., p.4 (1974)
 ald F1 Abnormal Occurrence 50-298-74-46
 ale D1 AEC, Current Events Power Reactors : Oct., p.9 (1974)
 alf F1 Letter, A. C. Thies to N. C. Moseley : Docket No.50-269, Aug. 30 (1974)
 alg D1 NRC, Current Events Power Reactors : Feb. 1975, pp.1-2 (1975)
 alh M1 The Nugget File, Jan., p.52 (1979)
 ali D1 NRC, Current Events Power Reactors : Feb., pp.7-8 (1975)
 alj F1 Abnormal Occurrence Report, No.AO-SI-74-13, Dec. 9 (1974)
 alk D1 NRC, Current Events Power Reactors : Mar. 1975, pp.4-5 (1975)
 all F1 LER 75-4
 alm A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences, Jan.-Jun. 1975 : NUREG-75/090, pp.A1-A3 (1975)
 aln A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences, Jul.-Sep. 1975 : NUREG-0090-1, pp.B1-B2 (1975)

alo M1 原子力ポケットブック：S54年版，日本原子力産業会議，pp.226-227

alp F1 Office of Inspection and Enforcement Notification of an Incident or Occurrence No.151, (Date 5-23/75)

alq F1 Letter, N. J. Kalivianakis to Director of Office of NRR, Jun. 20, 1975 : NJK-75-328

alr F1 Letter, C. Reed to Director of NRR, Aug. 30, 1979

als D1 NRC, Current Events Power Reactors : Jun.-Jul., pp.9-10 (1975)

alt D1 NRC, Current Events Power Reactors : Aug.-Sep., p.7 (1975)

alu D1 NRC, Current Events Power Reactors : Aug.-Sep., p.7 (1975)

alv M1 原子力ポケットブック：S54年版，日本原子力産業会議，pp.228-229

alw F1 LER 50-010/1976-6

alx H1 原子力発電所の異常運転に関する調査報告書(IV)：S.53.5, 原安協, p.31

aly J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1977, 76/3

alz J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1977, 77/13

ama J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1977, 77/2/1

amb J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1978, 77/2/1

amc J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1978, 77/13

amd J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1977, 77/2/12

ame J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1977, 77/2/12

amf J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1978, 78/2/15

amg M1 Dr. Hlubek's paper at ENS/ANS-Meeting in Brussels, Oct. 1978

amh J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1979, 79/3/17

ami J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1979, 79/1/10

amj J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1979, 79/1/10

amk J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1979, 79/1/11

aml J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1979, 79/1/16

amm A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences : NUREG-0090, Vol.2, No.1, pp.11-26 (1979)

amn T1 原子力安全委員会，米国原子力発電所事故調査報告書：第1-3次

amo T1 エネ庁原子力安全局，米国スリー・マイル・アイランド原子力発電所の事故について：昭和54年5月2日

amp M1 原子力ポケットブック：S54年版，日本原子力産業会議，pp.232-235

amq A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences : NUREG-0090, Vol.2, No.3, pp.3-7 (1979)

amr J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1979, 79/3/16

ams J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1979, 79/3/16

amt H1 原子力発電所の異常運転に関する調査報告書(VI)：S.58.3, 原安協, pp.30-31

amu M1 原子力発電便覧：85年版，電力新報社，p.169

amv D1 NRC, Power Reactor Events : Vol.2, No.2/Mar., pp.8-9 (1980)

amw F1 Docket No.50-213, ETS-NR/50-213/79-06, Dec. 26 (1979)

amx J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1980, 80/1/5

amy J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1980, 80/1/13

amz J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1980, 80/1/13

ana I1 OECD/NEA, IRS-112

anb I1 OECD/NEA, IRS-114

anc J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1981, 81/4/1

and I1 OECD/NEA, IRS-80

ane I1 OECD/NEA, IRS-80.2

anf I1 OECD/NEA, IRS-80.3

ang I1 OECD/NEA, IRS-80.4

anh I1 OECD/NEA, IRS-IAEA-6

ani I2 OECD/NEA, IRS-245

anj I2 OECD/NEA, IRS-213

ank I2 OECD/NEA, IRS-213(I)

anl I2 OECD/NEA, IRS-213(II)

ann I2 OECD/NEA, IRS-291
 ann I2 OECD/NEA, IRS-222
 ano I3 OECD/NEA, IRS-222.2
 anp A2 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences : NUREG-0090, Vol.6, No.1, pp.37-38 (1983)
 anq M1 Public Citizen, Nuclear Power Safety Report, p.19 (1984)
 anr I2 OECD/NEA, IRS-247
 ans I2 OECD/NEA, IRS-247.2
 ant I3 OECD/NEA, IRS-510
 anu I2 OECD/NEA, IRS-386
 anv I3 OECD/NEA, IRS-512
 anw I3 OECD/NEA, IRS-513
 anx B1 IAEA, Nuclear Safety Review, 1983 : GOV/2163, May 4, p.10 (1984)
 any J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1983, 83/4/3
 anz J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1984, 83/4/3
 aoa L1 Nuclear Engineering International, Feb., pp.10-11 (1984)
 aob I3 OECD/NEA, IRS-515
 aoc I3 OECD/NEA, IRS-508(V)
 aod L1 The Energy Daily, Sep. 17 (1984)
 aoe G1 Nucleonics Week, Jan. 17 (1985)
 aof J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1985, 85/2/1
 aog L1 Nuclear Fuel, May 20 (1985)
 aoh I3 OECD/NEA, IRS-608
 aoi L1 ATW News, Jan. (1986)
 aoj L1 Nuclear Fuel, Feb. 24 (1986)
 aok L1 Nuclear Engineering International, Mar., p.4 (1986)
 aol C1 The Accident at the Chernobyl's NPP and its Consequences : IAEA Experts' Meeting, 25-29 Aug. 1986
 aom C1 ソ連邦のチェルノブイリ原子力発電所事故について：昭和61年5月28日，日本原子力産業会議
 aon C1 ソ連邦のチェルノブイリ原子力発電所事故について：第7版，昭和61年7月31日，日本原子力産業会議
 aoo C1 ソ連のチェルノブイリ原子力発電所事故について：日本原子力文化振興団
 aop C1 チェルノブイリ原子力発電所事故について：第2,3報，日本原子力文化振興財団
 aoq C1 ソ連チェルノブイリ原子力発電所事故のまとめ：第1,2報，安田火災海上保険株式会社
 aor C1 チェルノブイリ原子力発電所の事故(ブラウダ紙による事故報告 その1)：海外電力情報，Vol.18, No.8 (1986)
 aos C1 原子力安全委員会，ソ連原子力発電所事故調査報告書：第1次，昭和61年9月9日
 aot M1 原子力ポケットブック：S54年度，日本原子力産業会議，p.224
 aou M1 原子力ポケットブック：S54年度，日本原子力産業会議，p.224
 aov M1 The Nugget File, Jan., pp.48-49 (1979)
 aow D1 AEC, Current Events Power Reactors : Aug. 1974, pp.3-4 (1974)
 aox A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences, Oct.-Dec. 1975 : NUREG-0090-2, pp.3-5, (1975)
 aoy A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences, Jan.-Mar. 1976 : NUREG-0090-3, p.16 (1976)
 aoz A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences, Jan.-Mar. 1976 : NUREG-0090-3 (1976)
 apa M1 原子力ポケットブック：S54年版，日本原子力産業会議，pp.228-229
 apb D1 NRC, Current Events Power Reactors : Mar.-Apr. 1976, pp.12-13 (1976)
 apc F1 Letter, J.S. Bitel to Director of I & E, Apr. 15, 1976
 apd D1 NRC, Current Events Power Reactors : Mar.-Apr. 1976, pp.11-12 (1976)
 ape M1 原子力ポケットブック：S54年版，日本原子力産業会議，pp.228-229
 apf M1 The Nugget File, Jan. 1979, p.69 (1979)
 apg F1 Letter, W.J. Cahill to Office of I & E, Apr. 29, 1976
 aph A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences, Apr.-Jun. 1976 : NUREG-0090-4 (1976)
 api J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1977, 77/11
 apj J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1977, 77/2/2

apk J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1977, 77/2/16
 apl J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1977, 77/2/16
 apm J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1977, 77/3/4
 apn J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1977, 77/3/8
 apo J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1977, 77/3/10
 app J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1977, 77/3/10
 apq J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1977, 77/3/11
 apr J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1977, 77/3/14
 aps J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1978, 77/3/14
 apt J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1977, 77/3/19
 apu J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1978, 77/3/19
 apv J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1977, 77/4/1
 apw J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1978, 77/4/1
 apx J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1977, 77/4/5
 apy J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1978, 77/4/5
 apz J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1977, 77/4/6
 aqa J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1978, 77/4/6
 aqb D1 NRC, Current Events Power Reactors : Jan.-Feb. 1978, p.8 (1978)
 aqc F1 LER 77-049/13C-0
 aqd J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1977, 77/4/10
 aqe J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1977, 77/4/11
 aqf J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1977, 77/4/13
 aqg J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1978, 77/4/13
 aqh J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1978, 78/1/1
 aqi J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1978, 78/1/7
 aqj A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences : NUREG-0090, Vol.1, No.2, pp.3-6 (1978)
 aqk J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1978, 78/2/14
 aql J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1978, 78/2/10
 aqm J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1978, 78/3/4
 aqn J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1979, 78/3/4
 aqo J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1978, 78/3/10
 aqp J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1979, 78/3/10
 aqq J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1978, 78/3/13
 aqr J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1978, 78/3/12
 aqs J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1979, 78/3/12
 aqt J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1979, 79/2/2
 aqu J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1978, 78/4/13
 aqv J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1979, 79/1/3
 aqw J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1979, 79/1/3
 aqx J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1979, 79/1/13
 aqy J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1979, 79/1/13
 aqz M1 原子力発電便覧 : 85年版, 電力新報社, p.168
 ara J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1979, 79/2/6
 arb J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1979, 79/2/11
 arc J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1979, 79/2/11
 ard J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1979, 79/2/7
 are J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1979, 79/2/7
 arf A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences : NUREG-0090, Vol.3, No.1, pp.1-3 (1980)
 arg D1 NRC, Power Reactor Events : Vol.2, No.3/May, pp.4-5 (1980)
 arh J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1979, 79/3/12

ari J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1979, 79/3/12
 arj A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences : NUREG-0090, Vol.2, No.4, pp.1-2 (1979)
 ark M1 Ministry of Industry and Research, Nuclear Safety in France : Jan., p.28 (1984)
 arl J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1979, 79/3/13
 arm J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1979, 79/4/3
 arn J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1979, 79/4/7
 aro J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1980, 79/4/7
 arp A1 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences : NUREG-0090, Vol.3, No.1, pp.8-11 (1980)
 arq J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1979, 79/4/10
 arr J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1980, 80/1/3
 ars J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1980, 80/1/4
 art J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1980, 80/1/16
 aru I1 OECD/NEA, IRS-63
 arv J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1980, 80/3/1
 arw J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1981, 80/3/1
 arx D1 NRC, Power Reactor Events, Nov. 1980 : Vol.2, No.6, p.4 (1980)
 ary I1 OECD/NEA, IRS-31
 arz J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1981, 80/4/7
 asa J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1981, 81/1/3
 asb D1 NRC, Power Reactor Events : Vol.3, No.3/Mar.-Apr., pp.4-8 (1981)
 asc I1 OECD/NEA, IRS-59
 asd M1 原子力発電便覧 : 85年版, 電力新報社, p.172
 ase J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1981, 81/2/1
 asf J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1981, 81/2/4
 asg J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1981, 81/2/5
 ash J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1981, 81/2/7
 asi J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 3rd Quarter 1981, 81/3/1
 asj J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1981, 81/4/7
 ask J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1982, 82/1/4
 asl J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 1st Quarter 1982, 82/1/6
 asm I2 OECD/NEA, IRS-250
 asn B1 IAEA, Nuclear Safety Review 1983 : Jun., pp.8-9 (1984)
 aso L1 The Radiation Accident at the Institute for Energy Technology, Kjeller, Norway : SIS Report 1983.4
 asp L1 The Radiation Accident at Institute for Energy Technology, Sep., 1982 : SIS Rapport 1983.7
 asq A2 NRC, Report to Congress on Abnormal Occurrences : NUREG-0090, Vol.6, No.3, pp.16-18 (1983)
 asr I2 OECD/NEA, IRS-345
 ass M1 Public Citizen, Nuclear Power Safety Report, p.21 (1984)
 ast I2 OECD/NEA, IRS-371
 asu I2 OECD/NEA, IRS-368
 asv J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1983, 83/4/2
 asw I2 OECD/NEA, IRS-467
 asx M1 原子力ポケットブック : S54年版, 日本原子力産業会議, p.56
 asy I2 OECD/NEA, IRS-440
 asz J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 2nd Quarter 1984, 84/2/3
 ata J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1984, 84/2/3
 atb I2 OECD/NEA, IRS-439
 atc J1 Health & Safety Executive, Quarterly Statement on Nuclear Incidents : 4th Quarter 1984, 84/4/2
 atd M1 The Nugget File, Jan., p.39 (1979)
 ate E1 Reactor Safety, ROE 68-13, Dec. 19 (1968)
 atf I2 OECD/NEA, IRS-227

atg M1 原子力発電便覧：85年版，電力新報社，p.176
ath L1 Nuclear Fuel, Feb. 10 (1986)
ati L1 Nucleonics Week, Feb. 27 (1986)