

<概要>

1999年9月30日、(株)ジェー・シー・オー(JCO)東海事業所転換試験棟で濃縮度18.8%のウラン溶液を沈殿槽に入れたところ**臨界事故**が発生した。10月1日午前、緊急技術助言組織の助言を受けて沈殿槽外周のジャケットを流れる冷却水を抜く作業を行い、10月1日6時半ごろ、約20時間続いた**臨界**状態が終息した。この事故では、3名のJCO社員が重篤な放射線**被ばく**を被り、懸命な医療活動にもかかわらず2名が死亡した。地元住民に対しては、半径350m圏内の避難および半径10km圏内の屋内退避措置がとられ、約31万人に影響がでた。**原子力安全委員会**のウラン加工工場臨界事故調査委員会では、事故原因の究明と再発防止のための調査・検討が行われ、1999年(平成11年)12月24日に報告書が提出された。また、健康調査、風評被害等に対する救済措置がなされている。(注:原子力安全委員会は**原子力安全・保安院**とともに2012年9月18日に廃止され、原子力安全規制に係る行政を一元的に担う新たな組織として**原子力規制委員会**が2012年9月19日に発足した。)

<更新年月>

2003年01月 (本データは原則として更新対象外とします。)

<本文>

1. JCO臨界被ばく事故発生状況

1999年9月30日午前10時35分頃、茨城県東海村([図1](#) 参照)にある民間ウラン加工施設「ジェー・シー・オー」(旧:日本核燃料コンバージョン)でわが国初の臨界事故が発生し、過剰な被ばくを受けた3名の社員が国立水戸病院に搬送された。

JCOは、沸騰水型軽水炉に使うウラン燃料製造(濃縮度3-5%)の中間工程を担当し、六フッ化ウランを二酸化ウラン粉末に転換し、成型加工メーカーに納入している。事故当時の作業は、高速実験炉「常陽」の燃料を加工するため、転換試験棟において硝酸ウラニル溶液(濃縮度18.8%)を均一化していた。この作業では、本来「溶解塔」で硝酸を加えてウラン粉末を溶解すべきところを、作業時間の短縮のためステンレス容器で溶解した。その後、硝酸ウラニル溶液の濃度を均一化するための「貯塔」を使わずに、手順書を無視して、臨界形状管理が為されていない「沈殿槽」に硝酸ウラニル溶液を注入した。その結果、沈殿槽内の硝酸ウラニル溶液の容積が臨界に達し、警報装置が吹鳴した。[図2](#)に転換試験棟の硝酸ウラニル溶液製造工程の変遷を、[図3](#)に転換試験棟内主要設備配置図を示す。

2. 臨界事故の特徴

核燃料サイクル施設の事故は、臨界、火災、爆発、汚染・被ばく、および核物質の輸送事故に大別される。[表1](#)に世界の**核燃料施設**における事故発生件数を、[表2](#)に主な臨界事故例を示す。²³⁵Uに中性子が衝突し**核分裂反応**を起こすと、300種以上の**核分裂生成物**(ごく一部は安定核種)が発生する。臨界とは核物質の量や形状が最適となり、この核分裂反応が、連鎖的に継続あるいは発展できるようになった状態をいい、これによりエネルギーや中性子、**ガンマ線**が放出される。臨界事故は本来臨界未満にある核燃料系の中性子増倍率が何らかの理由で増大し、臨界状態に達したときに起こる。溶液系の臨界事故では、最初の**即発臨界**による急激なエネルギーの放出が瞬時に終わり、その後小さなエネルギー放出状態(バースト)を繰り返しながら、最終的には温度上昇、気泡発生等の緩和効果により未臨界となり反応は停止する([図4](#)参照)。

今回の事故では、硝酸ウラン溶液が入った沈殿槽の周りのジャケットを流れる冷却水が中性子

の反射材になって反応が促進し、長期にわたって臨界が継続した。しかし、ジャケットの冷却水を抜き取る作業によって臨界は停止した。事故後の調査により、転換試験棟に破損がないことから建家の閉じ込め機能は健全であり、大気中に放出した放射性物質は揮発性核種の一種である¹³¹ I、希ガスの⁸⁵Krと¹³³Xe等であることが判明した。

図5にJCO転換試験棟内の沈殿槽と臨界事故終息概要を示す。

3. 事故の経過と終息

図6に第1加工棟粉末貯蔵室に設置されたガンマ線エリアモニタの指示値を、図7に9月30日から10月2日までのエリアモニタ測定データと臨界事故時の対応行動パターンを示した。瞬間的な核分裂反応が起こった後、臨界停止の作業が功を奏するまで、穏やかな核分裂状態が約20時間にわたって継続した。

政府は午後3時30分頃に現地対策本部を設置し、日本原子力研究所（原研、現日本原子力研究開発機構）、核燃料サイクル開発機構（サイクル機構、現日本原子力研究開発機構）等の原子力専門機関や電気事業者等の参加・協力を得ながら臨界停止方法の検討を行った。臨界状態を停止させるため、10月1日午前2時30分頃から槽外周のジャケットを流れる冷却水の抜き取り作業が行われ、午前6時15分頃臨界は停止した。その後、土嚢等による遮へい作業を行うと共に、臨界停止を確実にするためにホウ酸水を沈殿槽に注入し、午前8時50分には臨界の終息が確認された。原研による硝酸ウラニル溶液の分析結果から、この臨界事故の総核分裂数は 2.5×10^{18} 個と評価された。

東海村では災害対策本部を設置すると共に、事故の約2時間後に村内の防災無線で事故の発生と外出禁止を、敷地外を含む周囲350メートルを立ち入り禁止にした。また、約6時間後に中性子検出器（*1）のサーベイで臨界が継続していることを確認した。事故当時、半径10km範囲内の住民に屋内待避勧告が出されたため、17時間にわたり国道・JR・常磐高速道路等の通行が遮断されて約31万人に影響が及んだ。また、屋内待避解除直後から公共施設や病院等で身体放射能測定を開始すると同時に、相談窓口を設けて周辺住民のケアに当たった。

4. 放射線および放射性物質による影響

事故の初期活動では、環境モニタリングステーションや移動測定車等により空間放射線の線量率の測定、敷地周辺の大気塵埃、土壌、葉菜等の採取・測定が行われた。また、水道水、井戸水、雨水、畜産物等の採取・分析を行うと共に、念のため海水や海産物の採取・測定を実施した。

臨界の終息までに測定した空間放射線量率はガンマ線で最大0.84mSv/hであった。また、9月30日午後4時半以降測定した中性子線については最大4.5mSv/hであった。JCO施設周辺および施設から4kmまでの範囲で0.03～0.44μSv/hであった。臨界が終息した10月1日午前6時15分頃には、全ての場所の空間放射線量率は平常レベルに戻った。周辺環境の個人線量の評価のために、表3に時間と場所ごとの線量が示されている。

転換試験棟から環境に放出した放射性物質は、中性子による放射化生成物（²⁴Na, ⁵⁶Mn）、ガス状核分裂生成物（希ガス、ヨウ素）、および希ガスの崩壊生成物（⁹¹Sr, ¹³⁸Cs, ¹⁴⁰Ba, ¹⁴⁰La）である。粒子状の核分裂生成物は検出されていないことから、施設の換気系に設置されたHEPAフィルタは健全であったと考えられる。水道水、大気塵埃、土壌、河川水のウラン分析および施設周辺の地表面や人家の汚染検査が行われたが、いずれも平常のレベルにあり、環境に放出された放射性物質が住民の健康に影響を及ぼすものではないと判断された。表4に環境で採取した試料中の核種分析結果を示した。

5. 個人の被ばく線量評価と重篤な被ばく者の処置

3名のJCO社員が重篤な被ばくを受け、そのうち2名が死亡した。表5に臨界事故に伴う被ばくの状況を示した。表中、敷地内にいた49名の被ばく線量は0.6～48mSv（暫定値）、臨界停止作業（水抜き）に従事した18名の最大線量は48mSv、ホウ酸注入に従事した6名の最大線量は3.5mSvであった。事故対策作業に従事したサイクル機構や原研等の職員56名の被ばく線量については、防災業務関係者の被ばく線量の上限値50mSvを十分下回っており、最大被ばく線量は9.2mSvであった。また、救急作業にあたった消防隊員3名の被ばく線量は4.6～9.4mSv。周辺住民については、評価対象となった人数は264人、JCO西側敷地境界付近で作業していた一般住民7人の最大被ばく線量は16mSv、であった。

外部被ばくによる急性放射線障害は、骨髄の造血細胞が損傷を受けてリンパ球が減少（通常20%が数%に減少）し、その結果、細菌などに対する免疫力が低下して感染症を併発して死亡する割合が高い。また、胃腸管傷害（嘔吐、吐気）や中枢神経傷害、生殖腺傷害、皮膚障害を与える。表6に急性放射線症のおもな症状と治療法を示した。重症被ばく者の3名は、国立水戸病院で応急処置を受けた後、ヘリコプターで放射線医学総合研究所病院に搬送された。患者から発見された²⁴Na（*2）の量から被ばく線量を推定し、骨髄障害や消化管障害の救急治療が行われた。

最重症の患者は早期の効果が期待される末しょう血幹細胞移植のため東京大学医学部付属病院に、2番目の重症患者はさい帯血移植のため東京大学医科学研究所付属病院に転院した。しかし、懸命な治療にも係わらず死亡した。3人目の患者はそのまま放医研病院で治療を続け退院している。

6. JCO事故の国際原子力事象評価尺度（INES）

国際原子力事象評価尺度（INES）は、世界の原子力施設において発生した事故・故障等の重大度を簡明に、かつ客観的に判断することを目的に策定された。今回の事故は、「所外への影響」については法定限度を超える公衆被ばくの可能性があることからレベル4、「所内への影響」については作業従事者が極めて多量の被ばくをしていることからレベル4、「深層防護の劣化」については評価の対象外であるとし、これら3つの基準を踏まえて暫定値を4と評価している。

7. 国の対応と原子力安全・防災対策

科学技術庁（現文部科学省）は、事故原因の徹底究明と再発防止策のため、表7に示す政府対策の決定事項をまとめた。また、原子力事業に関連した国内の185施設を対象に緊急総点検を行った。さらに、原子力安全規制の抜本的強化と原子力災害に係わる防災対策について、平成11年12月13日に「原子炉等規制法」の一部改正と「原子力災害対策特別措置法」を成立させた。（注：東北地方太平洋沖地震（2011年3月11日）に伴う福島第一原発事故を契機に原子力安全規制の体制が抜本的に改革され、原子力安全委員会は原子力安全・保安院とともに2012年9月18日に廃止、原子力安全規制に係る行政を一元的に担う新たな組織として原子力規制委員会が2012年9月19日に発足し、原子力利用の安全確保に係る規制全般について見直しが行われる。）

8. 法律的問題

茨城県警は、家宅搜索と事情徴収を行い、2000年11月、水戸地検は業務上過失致死、原子炉等規制法違反および労働安全衛生法違反でJCOの管理責任者を水戸地検に起訴した。またJCOは2000年2月、科学技術庁（現文部科学省）の許可なくして燃料製造手順を変更した違法行為により、加工事業取消しという原子炉等規制法に基づく最も重い行政処分を受けている。

なお科学技術庁（現文部科学省）は、転換試験棟が操業を始めた1985年から1992年までほぼ年1回のペースで「保安規定順守状況調査」を実施していた。

9. 補償

今回の事故では、避難や屋内退避によって地域住民に少なからぬ影響を、風評による農漁業、商工業、あるいは観光業等の地域経済に影響を与えた。このような状況の基で、JCOに対して賠償請求がなされた。損害保険会社「日本原子力保険プール」では、「原子力損害賠償法」に基づく原子力損害賠償責任保険を初めて適用することになった。保険金の支払い上限は10億円で、これを超える分については、原則的にJCO側と親会社の負担になる。2000年3月31日の時点では、賠償交渉件数約6,520件のうち約6,000件について合意をみている。

JCO臨界事故は日本の原子力界全体に反省を促すものとなり、安全規制体制への抜本的な再検討を提起した。また、国内外の情報交換の必要性が強調され、世界核燃料安全ネットワーク

（INSAF）やニュークリアセイフティーネットワーク（NSネット）等が発足し、安全体制の強化が図られている。

〔用語解説〕

（*1）中性子検出器：中性子を測定する中性子減速型のカウンター（レムカウンターと呼ばれる）。フッ化ボロンやヘリウムのガスを充填した比例計数管で、計数管の周りは中性子減速材で覆われている。計数管内部のボロンは中性子と反応してアルファ線を放出し、このアルファ線が二次的に作るイオン対を電流に変換して間接的に中性子を計測する測定器である。

（*2） ^{24}Na （ナトリウム24）：ベータ線とガンマ線を放射する半減期15.02時間のナトリウム同位体。血液中に含まれる安定核種の ^{23}Na は臨界で放出した中性子を吸収して、放射性の ^{24}Na になってガンマ線を放射する。そのため、身体中のガンマ線を測定することにより被ばく量が決定できる。

<関連タイトル>

[六フッ化ウランから二酸化ウランへの再転換 \(04-06-02-01\)](#)

[世界の核燃料施設における臨界事故 \(04-10-03-02\)](#)

[放射線の急性影響 \(09-02-03-01\)](#)

[放射線の造血器官への影響 \(09-02-04-02\)](#)

[原子力防災対策のための国および地方公共団体の活動 \(10-06-01-04\)](#)

＜参考文献＞

- (1) 内閣府 原子力安全委員会：JCO関連
 - (2) 文部科学省：<http://www.mext.go.jp/>
 - (3) 茨城県：<http://www.pref.ibaraki.jp>
 - (4) 東海村：
 - (5) 放射線医学総合研究所（NIRS）：
 - (6) 農林水産省関東農政局：
 - (7) 核燃料サイクル開発機構（JNC）：環境放射線の監視
 - (8) 原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会：ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告（1999年12月24日）
 - (9) 青木 芳朗：緊急被曝医療とその対策：JCO核燃料加工施設臨界事故を経験して、RADIOISOTOPES, 49, 79-86（2000）
 - (10) （社）日本原子力学会：日本原子力学会誌2000 Vol.42 No.8（2000年8月）
 - (11) 科学技術庁：（株）ジェー・シー・オー東海事業所臨界事故に係る一時滞在者及び防災業務関係者等の線量評価の結果について（2000年10月13日）
 - (12) （社）茨城原子力協議会：原子力広報「あす」No.101-105
 - (13) 藤元 憲三（編）：ウラン加工工場臨界事故に対する環境測定・線量推定、放医研環境セミナーシリーズ、No.28、NIRS-M-150、放射線医学総合研究所（2002年12月）、p.186-198
-

表1 核燃料施設における事故発生件数

過去における事故発生件数(～1980年)(注:61件中アメリカ以外の事故報告件数例は8件)

| | 1950年以前 | 1951-1955 | 1956-1960 | 1961-1965 | 1966-1970 | 1971-1975 | 1976-1980 | 合計 |
|----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
| 臨界事故 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 0 | 1 | 8 |
| 火災事故 | 1 | 2 | 3 | 5 | 0 | 1 | 1 | 13 |
| 爆発事故 | 0 | 3 | 12 | 8 | 3 | 0 | 1 | 27 |
| 汚染・被ばく事故 | 0 | 0 | 6 | 3 | 0 | 2 | 2 | 13 |
| 合計 | 1 | 5 | 24 | 19 | 4 | 3 | 5 | 61 |

[出典] 日本原子力研究所 核燃料施設安全性研究委員会 臨界安全性専門部会臨界安全性実験データ検討ワーキンググループ:
臨界安全ハンドブック第2版

表2 核燃料施設における臨界事故事例

臨界事故事例

| 発生年月日 | 施設名 | 事故の概要 | 核分裂性物質 | 継続時間 | 全核分裂数 (fission) | 最大被ばく線量(10^{-2} Sv) | 備考 |
|------------|-------------------------------------|---|-----------------|------------|-------------------------|------------------------------|--|
| 1958. 6.16 | Y-12 (Oak Ridge) (米) | 濃縮ウラン回収系にリークがあり、これを知らずに系のリーク・テスト用の水と一緒にドラム缶に流入したときに発生 | $UO_2(NO_3)_2$ | 18分 | 1.3×10^{18} | 461 | 事故現場より121.9mの場所で8.7mGy/hr以上、約3時間後ドラム缶より30.48mの場所で0.522mGy/hr |
| 1958.12.30 | LASL (Los Alamos) (米) | 廃液からプルトニウムを回収する工程で計量作業のためPu含有溶液を処理タンクに入れて攪拌した際に発生 | $PuO_2(NO_3)_2$ | 2秒 | 1.5×10^{17} | 12,000 ±50% | 3名被ばくした内1名32時間後死亡 |
| 1959.10.16 | ICPP (Idaho) (米) | 濃縮ウラン溶液がサイフォン作用により非安全形状寸法容器に移送された際に発生 | $UO_2(NO_3)_2$ | 15-20分 | $\sim 4 \times 10^{19}$ | 50 | 12名被ばく |
| 1961. 1.25 | ICPP (Idaho) (米) | 蒸発缶下部の安全形状部から1部の非安全形状部へ溶液が押し上げられたときに発生 | $UO_2(NO_3)_2$ | 2-3分 | 6×10^{17} | 55×10^{-3} | 251名被ばく |
| 1962. 4. 7 | Recuplex (Hanford) (米) | プルトニウム溶液が非安全形状寸法容器に流入 | Pu溶液 | 37時間 | 8×10^{17} | 110 | 3名被ばく |
| 1964. 7.24 | UNC (Wood River Junction) (米) | 非安全形状寸法のメーク・アップタンク(調整)へ注入した際に発生 | $UO_2(NO_3)_2$ | 核暴走2回 | 1.2×10^{17} | 骨盤 46,000 頭部 14,000 | 3名被ばくした内1名49時間後死亡 |
| 1965.12.16 | Mayak Enterprise (口) | 高濃縮ウランスクラブ2.2kgが溶解槽(450mmD)に装荷され、臨界 | | 7時間で11スパイク | 7×10^{17} | 最大0.3 | 規則違反、燃料管理の不備 |
| 1970. 8.24 | Windscale (BNFL) (英) | プルトニウム回収工程の移送ベッセル(非安全形状寸法容器)に溶液を注入し終わった際に発生 | | 5~10秒 | 1×10^{15} | 1.2以下 | 2名被ばく |
| 1978.10.17 | ICPP (Idaho) (米) | 濃縮ウラン(82% ²³⁵ U)の抽出カラムで濃度上昇により発生 | $UO_2(NO_3)_2$ | | 2.74×10^{18} | なし | 装置および周辺環境への影響なし |

[出典] 日本原子力研究所 核燃料施設安全性研究委員会 臨界安全性専門部会臨界安全性実験データ検討ワーキンググループ:
臨界安全ハンドブック第2版

表3 JCO臨界事故における周辺環境の線量評価

(実効線量 単位:ミリシーベルト:中性子およびガンマ線の合計線量)

| 時刻 距離(m) | 9月30日 | | | | 10月1日 | | |
|-------------|--------|----------|---------|---------|---------|---------|------------------|
| | 10:35頃 | 11:00 | 16:00 | 21:00 | 2:00 | 6:15 | |
| 経過時間 | 0分 | 25分 | 5時間25分 | 10時間25分 | 15時間25分 | 19時間40分 | |
| 80 | | 11 | 44 | 66 | 83 | 92 | (水抜き作業終了 の停止) |
| 100 | 事 | 6.1 | 25 | 38 | 48 | 53 | |
| 150 | | 2.1 | 8.6 | 13 | 16 | 18 | |
| 200 | 故 | 0.91 | 3.7 | 5.6 | 7.1 | 7.9 | |
| 300 | | 0.24 | 1.0 | 1.5 | 1.9 | 2.1 | |
| 350 | 発 | 0.14 | 0.58 | 0.86 | 1.1 | 1.2 | |
| 500 | | 0.033 | 0.14 | 0.20 | 0.26 | 0.29 | |
| 1000 | 生 | 0.00075 | 0.0031 | 0.0046 | 0.0058 | 0.0065 | |
| 1500 | | 0.000030 | 0.00013 | 0.00019 | 0.00024 | 0.00026 | |

(注)周辺住民等が受けた放射線量を評価するための基礎とすべき線量を時間と距離の関数として求めたもので、実際の周辺住民等の受けた線量はそれぞれの地点とJCO施設との間の建造物や住民等がいた家屋による遮へいを考慮して評価される。

[出典] 原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会:ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告
(1999年12月24日)p.II-20

表4 JCO臨界事故における核種分析結果(総括表)

| 試料名 | 調査件数 | 測定結果 | | |
|----------------|------|------|-------------------|---|
| | | 検出件数 | 核種 | 検出範囲 |
| 大気塵埃 | 139 | 1 | ^{91}Sr | $2.1 \times 10^{-8} \text{Bq/cm}^3$ |
| | | 8 | ^{138}Cs | $1.6 \times 10^{-8} \sim 1.4 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$ |
| | | 1 | ^{140}Ba | $2.2 \times 10^{-9} \text{Bq/cm}^3$ |
| | | 1 | ^{140}La | $4.8 \times 10^{-8} \text{Bq/cm}^3$ |
| 大気中よう素 | 95 | 5 | ^{131}I | $7.3 \times 10^{-11} \sim 4.1 \times 10^{-10} \text{Bq/cm}^3$ |
| | | 3 | ^{133}I | $1.3 \times 10^{-9} \sim 3.9 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ |
| | | 2 | ^{135}I | $1.6 \times 10^{-6} \sim 3.4 \times 10^{-6} \text{Bq/cm}^3$ |
| | | 3 | ^{138}Cs | $9.2 \times 10^{-6} \sim 1.4 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ |
| 雨 水 | 3 | 0 | - | - |
| 水道水 | 17 | 0 | - | - |
| 井戸水 | 31 | 0 | - | - |
| 湖沼水 | 3 | 0 | - | - |
| 土 壤 | 156 | 16 | ^{24}Na | $1.3 \times 10^{-3} \sim 1.3 \times 10^{-1} \text{Bq/g}$ |
| | | 2 | ^{56}Mn | $3.7 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-1} \text{Bq/g}$ |
| | | 1 | ^{131}I | $4.5 \times 10^{-4} \text{Bq/g}$ |
| | | 1 | ^{133}I | $1.6 \times 10^{-3} \text{Bq/g}$ |
| | | 106 | ^{137}Cs | $1.4 \times 10^{-3} \sim 2.6 \times 10^{-2} \text{Bq/g}$ |
| 農産物 (雑草を含む) | 133 | 12 | ^{131}I | $9.5 \times 10^{-4} \sim 3.7 \times 10^{-2} \text{Bq/g}$ |
| | | 7 | ^{133}I | $3.9 \times 10^{-3} \sim 3.8 \times 10^{-2} \text{Bq/g}$ |
| | | 2 | ^{135}I | $1.3 \times 10^{-2} \sim 1.4 \times 10^{-2} \text{Bq/g}$ |
| 畜産物 | 19 | 0 | - | - |
| 水産物 | 12 | 0 | - | - |
| 海 水 | 7 | 0 | - | - |

注1) 法令に定める周辺監視区域外の空气中濃度限度(Bq/cm^3)を以下に示す。
今回検出された数値はいずれも空气中濃度限度を下回っている。

| | | | |
|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| ^{91}Sr | 5×10^{-4} | ^{138}Cs | 5×10^{-3} |
| ^{140}Ba | 1×10^{-4} | ^{140}La | 1×10^{-4} |
| ^{131}I | 1×10^{-5} | ^{133}I | 8×10^{-5} |
| ^{135}I | 4×10^{-4} | | |

注2) 今回検出された ^{131}I の最大濃度 $3.7 \times 10^{-2} \text{Bq/g}$ 、飲食物摂取制限に関する指標(野菜で 2Bq/g 以上)の約1/50のレベルであり、住民の健康及び環境への影響は十分に小さいと考えられる。

注3) 今回検出された ^{137}Cs は、過去の大気圏内核実験による影響で検出される通常値(東海大洗地区における土壌 $1.0 \times 10^{-3} \sim 3.7 \times 10^{-2} \text{Bq/g}$)の範囲内であり、臨界事故によるものではないと考えられる。

[出典] 原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会:ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告(1999年12月24日)pII-19

表5 JCO臨界事故による被ばく者の状況について

| 分類 | | 人数 | 備考 |
|--------------|----------------------|------|---|
| JCO従業員等 | | 172人 | |
| 実測で線量が評価された者 | 事故の原因となる作業に従事していた者 | 3人 | 16～20GyEq程度以上(1999/12/21に逝去) 6.0～10GyEq程度(2000/4/27に逝去) 1～4.5GyEq程度(1999/12/20に放医研をた退院) |
| | 水抜き作業等に従事した者 | 18人 | ホールボディ・カウンタ線量計等で検出。 その範囲は3.8～48mSv |
| | ホウ酸水注入に従事した者 | 6人 | 線量計等で検出。その範囲は0.7～3.5mSv |
| | その他事故時に敷地内にいた者 | 49人 | ホールボディ・カウンタ、フィルムバッチで検出。 その範囲は0.6～48mSv |
| 推定で線量が評価された者 | | 96人 | 敷地内の場の線量評価とJCOが実施した個人の行動調査から推定。その範囲は0.06～17mSv |
| 防災業務関係者等 | | 260人 | |
| 実測で線量が評価された者 | 政府関係機関(原研、サイクル機構の職員) | 56人 | フィルムバッチ、TLDで測定した206人のうち、56人から検出。その範囲0.1～9.2mSv。 |
| | 消防署員(事故発生時に救助に従事) | 3人 | ホールボディ・カウンタで検出。その範囲は4.6～9.4mSv |
| 推定で線量が評価された者 | 自治体関係者 | 167人 | 行動調査に基づき測定。その範囲は0.0002～7.2mSv。 |
| | 国の関係者 | 8人 | 行動調査に基づき測定。その範囲は0.49～2.1mSv。 |
| | 報道関係者 | 26人 | 行動調査に基づき測定。その範囲は0.014～2.6mSv。 |
| 周辺住民等 | | 264人 | |
| 実測で線量が評価された者 | | 7人 | ホールボディ・カウンタで検出。その範囲は6.7～16mSv |
| 推定で線量が評価された者 | 住居または勤務する者 | 199人 | 行動調査に基づき測定。その範囲は0.01～25mSv。 |
| | 1km以上離隔 | 58人 | 行動調査に基づき測定。0.0mSv。 |

1. GyEq: グレイ・イクイバレント。急性効果に対する中性子のRBEを考慮した被ばく者の指標として用いられており、同程度の急性効果の現れるγ線の吸収線量の単位(生物学的γ線相当線量)。

2. mSv: ミリシーベルト。放射線が人体に与える影響の大きさの目安となる線量の単位(実効線量当量)

(注)下記の出典(1)(2)をもとに作成した。

[出典](1)科学技術庁:(株)ジェー・シー・オー東海事業所臨界事故に係る一時滞在者及び防災業務関係者等の線量評価の結果について(2000年10月13日)

(2)藤元 憲三(編):ウラン加工工場臨界事故に対する環境測定・線量推定 放医研環境セミナーシリーズ、No.28、NIRS-M-150、放射線医学総合研究所(2002年12月)、p186-198

表6 急性放射線症のおもな症状と治療法のまとめ

| 線量の範囲 | 0-1Gy | 1-10Gy 治療範囲(有効な治療ができる範囲) | | | 10Gy以上 致死範囲 10-15Gy,50Gy以上 | |
|----------------|--------|-----------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------------------|---------------|
| | | 1-2Gy | 2-6Gy | 6-10Gy | | |
| 治療の必要性と可能性 | 何も必要なし | 臨床的観察 | 治療は効果あり | 治療できる可能性あり | 姑息的治療 | |
| 嘔吐の発現 | なし | 1Gy:5% 2Gy:50% | 3Gy:100% | 100% | 100% | |
| 悪心+嘔吐が起こるまでの時間 | - | 3時間 | 2時間 | 1時間 | 30分 | |
| おもな器官 | なし | 造血組織 | | | 消化管 | 中枢神経系 |
| 特徴的徴候 | - | 中程度の白血球減少 | 重い白血球減少,紫斑,出血,感染,3Gy以上で脱毛 | | 下痢,発熱,電解質平衡の失調 | 痙攣,振頭,運動失調,嗜眠 |
| 被曝から最重症期までの期間 | - | - | 4-6週 | | 5-14日 | 1-48時間 |
| 治療法 | 精神療法 | 精神療法,血液学的観察 | 輸血,抗生物質 | 骨髄移植の可能性あり,白血球,血小板輸血 | 電解質平衡の保持 | 対症療法 |
| 予後 | きわめてよい | きわめてよい | 要注意 | 要注意 | 不良 | 絶望的 |
| 回復の時期 | - | 数週 | 6-8週 1-12カ月 | 長びく | - | - |
| 致死率 | 0 | 0 | 0-80% | 80-100% | 90-100% | |
| 死期 | - | - | 2カ月 | 2カ月 | 2週 | 2日 |
| 死因 | - | - | 出血-感染 | | 小腸結腸炎 | 非可逆的循環系虚脱,脳水腫 |

*臨床観察が必要(放医研としての見解)

(文献:The Principles and General Procedures for Handling Emergency and Accidental Exposures of Workers, Annals the ICRP, Vol.2, No.1, Pergamon Press, Oxford(1978))

[出典] 青木 芳朗: 緊急被曝医療とその対策: JCO核燃料加工施設臨界事故を経験して、RADIOISOTOPES, 49,(2000年12月) p82

表7 東海村ウラン加工施設事故政府対策の決定事項

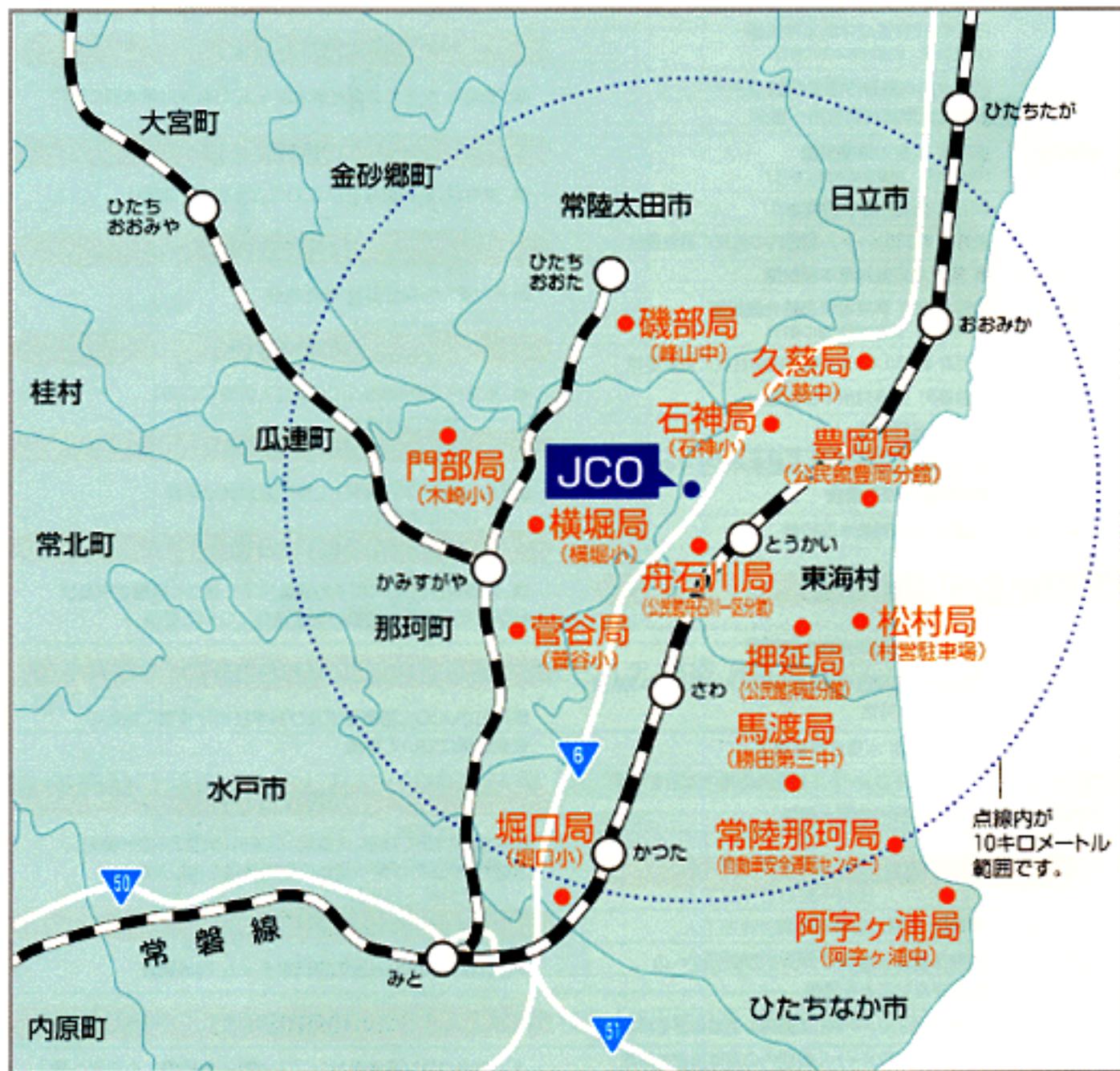
全体の取りまとめは内閣官房

| 項目と内容 | 主管官庁 |
|--|--|
| 1. 事故原因の徹底究明 (1) 事故原因の徹底究明体制の構築 ・原子力安全委員会における部外有識者を含む事故調査委員会の設置 ・事故調査対策本部の設置 (2) 刑事責任の究明 (3) 労働安全衛生法上の問題点の調査 | (原子力安全委員会) (科技厅) (警察庁) (労働省) |
| 2. 近隣住民等への対応 (1) 住民の心のケアを含む健康相談 (2) 被ばく者等の健康管理 (3) モニタリング及び事故原因調査等の積極的情報提供 (4) 災害復旧貸付等による経済的支援 | (科技厅、厚生省、文部省) (科技厅、厚生省、労働省) (科技厅) (通産省、農水省、科技厅) |
| 3. 応急対策 (1) 事故原因場所の隔離及び除染対策 ・事故原因場所の現状把握及び放射線遮蔽対策 ・臨界事故の生じた沈殿槽等の放射性物質の処理対策 (2) 事故原因施設近隣地域の放射線モニタリングの継続 ・高精度モニタリング・ポストの設置を含む周辺住宅地におけるモニタリングの継続 ・河川等の周辺環境調査の継続 (3) 農産物等対策 ・風評被害防止のための広報、関係業界への指導 ・農家等への影響の実態の把握 (4) 国際原子力機関(IAEA)等の国際機関及び諸外国への必要な説明・情報提供の継続 | (科技厅) (科技厅、通産省、環境庁、建設省) (農水省、厚生省) (外務省、科技厅) |
| 4. 再発防止及び緊急時対処対策 (1) 核燃料製造施設の緊急総点検 ・核燃料製造施設における臨界管理の点検の指示 ・立入検査の実施及び結果の公表 ・検査結果をふまえた必要な対策の指示 ・労働安全衛生法上の観点から必要な指導の実施 (2) 原子力発電所等の手順書等の調査の指示 (3) 今回の事故対応措置にかかわる総括及び今後の類似事故に備えた内閣危機管理監を長とする危機管理にかかわる関係省庁会議の設置 (4) 資器材の開発・整備を含む災害対応体制の強化 | (科技厅、労働省) (通産省、科技厅) (内閣官房、関係省庁) (科技厅、警察庁、消防庁、防衛庁、通産省) |

[出典] 科技厅ホームページ http://www.sta.go.jp/genan/jco/jco91004_1.html
 (2000年11月1日アクセス)

半径10キロメートル範囲内の人口及び世帯数

| | 人口 | 世帯 | | 人口 | 世帯 |
|--------|---------|--------|------|---------|---------|
| 水戸市 | 2,069 | 570 | 那珂町 | 43,466 | 13,788 |
| 日立市 | 77,141 | 27,732 | 瓜連町 | 8,612 | 2,520 |
| 常陸太田市 | 37,252 | 11,709 | 大宮町 | 342 | 100 |
| ひたちなか市 | 103,707 | 36,969 | 金砂郷町 | 6,384 | 1,794 |
| 東海村 | 33,914 | 11,753 | 合計 | 312,887 | 106,935 |



赤字：茨城県が設置している
環境放射線測定局

図1 東海村ウラン加工施設(株)ジェー・シー・オー位置図
[出典] (社)茨城原子力協議会：原子力広報「あす」No.101(1999年11月)

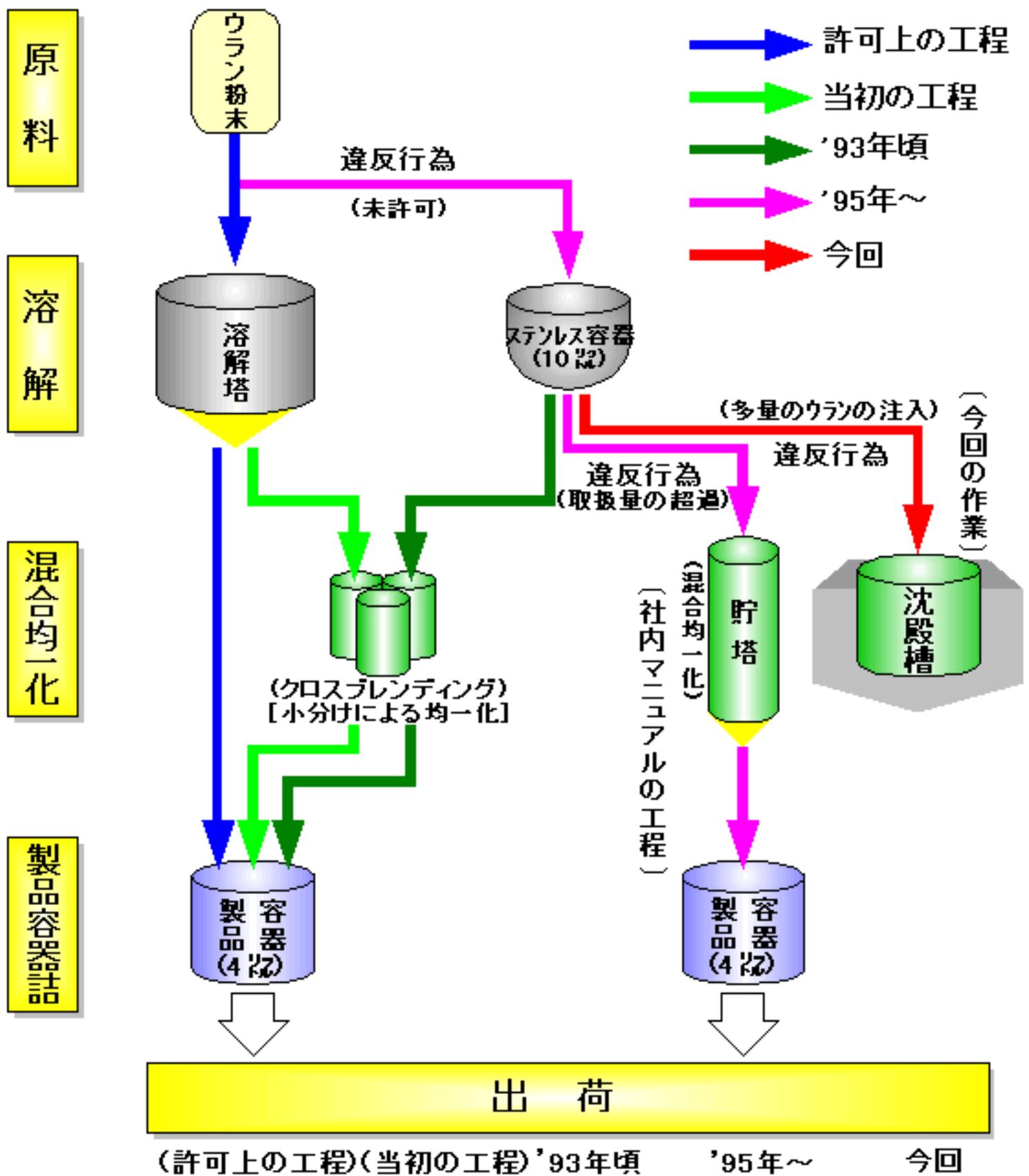


図2 JCO転換試験棟の硝酸ウラニル溶液製造工程の変遷

[出典] 原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会:ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告 (1999年12月24日) p. II-18

| 設備名 | 単一ユニット | 核燃料物質の状態 | |
|------------------------|--------------------------|-----------------|----------|
| | | 化学形態 | 物理形態 |
| UF ₆ 加熱装置 | UF ₆ 、シリンダ加熱器 | UF ₆ | 固体、液体、気体 |
| UF ₆ 加水分解装置 | 加水分解塔 | 硝酸ウラニル | 液体 |
| 溶解装置 | 溶解塔 | 硝酸ウラニル | 液体 |
| 溶解抽出装置 | 抽出塔 | 硝酸ウラニル | 液体 |
| | 逆抽出塔 | 硝酸ウラニル | 液体 |
| 沈殿装置 | 沈殿槽 | 硝酸ウラニル | 液体 |
| | | ADU | スラリー |
| 仮焼装置 | 仮焼炉(トレイ) | 酸化ウラン | 粉末 |
| 還元装置 | 還元炉(トレイ) | 酸化ウラン | 粉末 |
| 混合装置 | ブレンダー | 酸化ウラン | 粉末 |

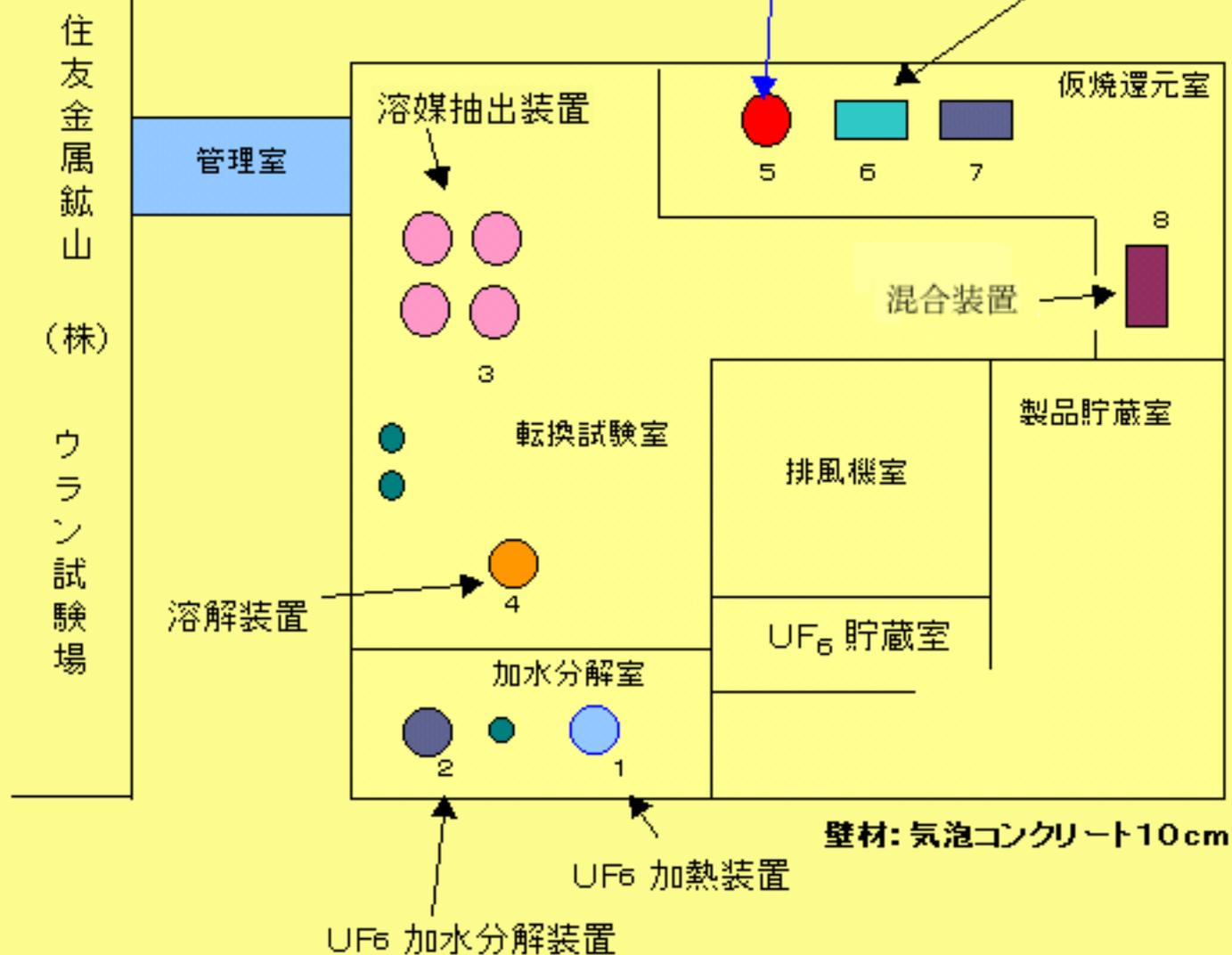


図3 JCO転換試験棟主要設備配置図

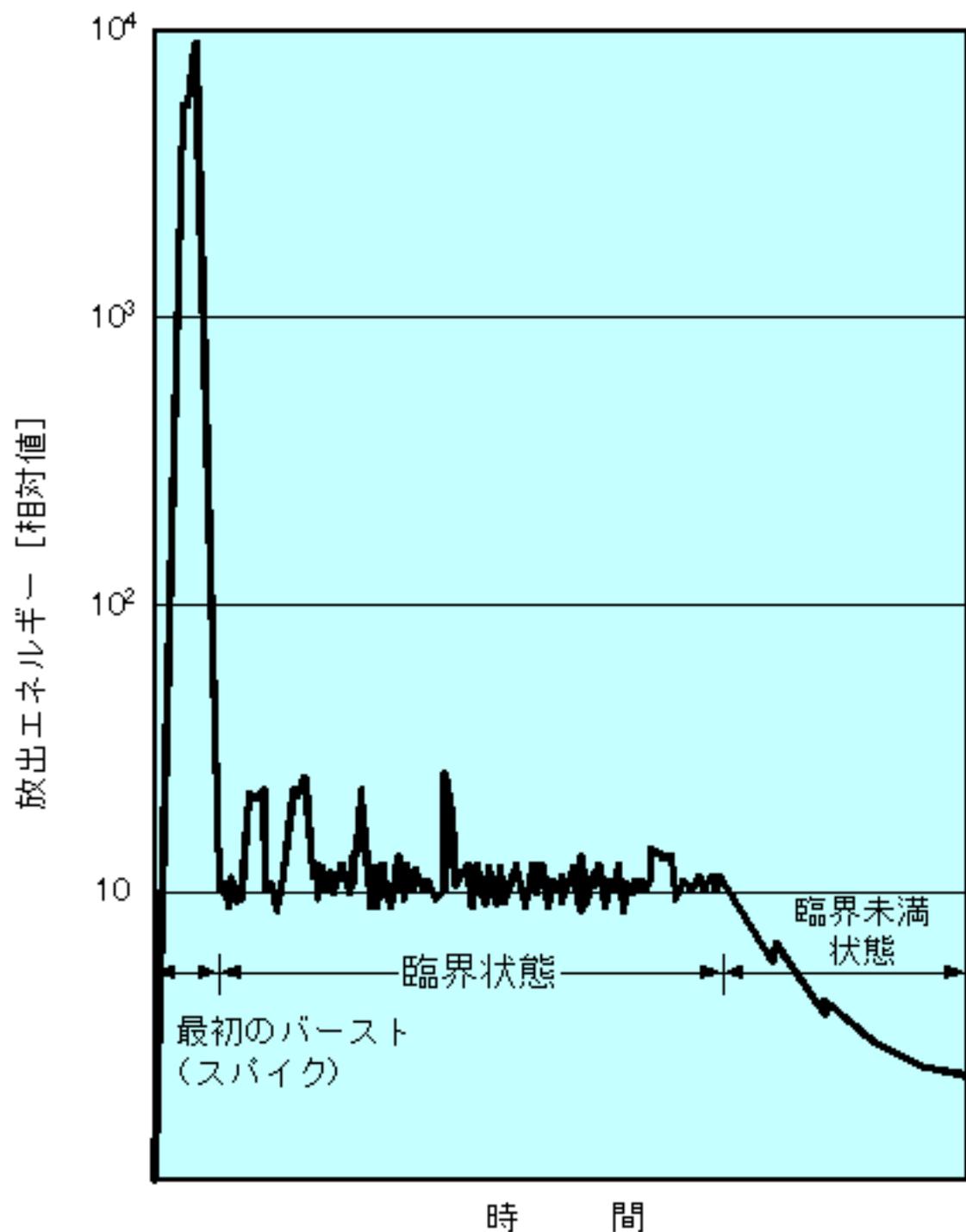
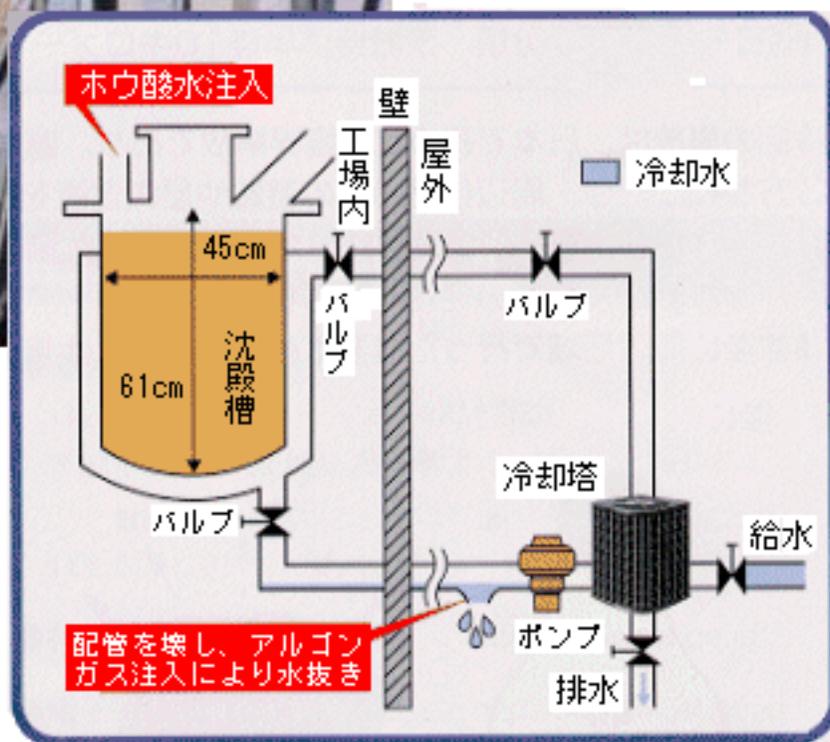


図4 臨界バースト現象

[出典] (財) 原子力安全研究協会：核燃料の臨界安全
(実務テキストシリーズNo. 2)、p. 9、(1984年)



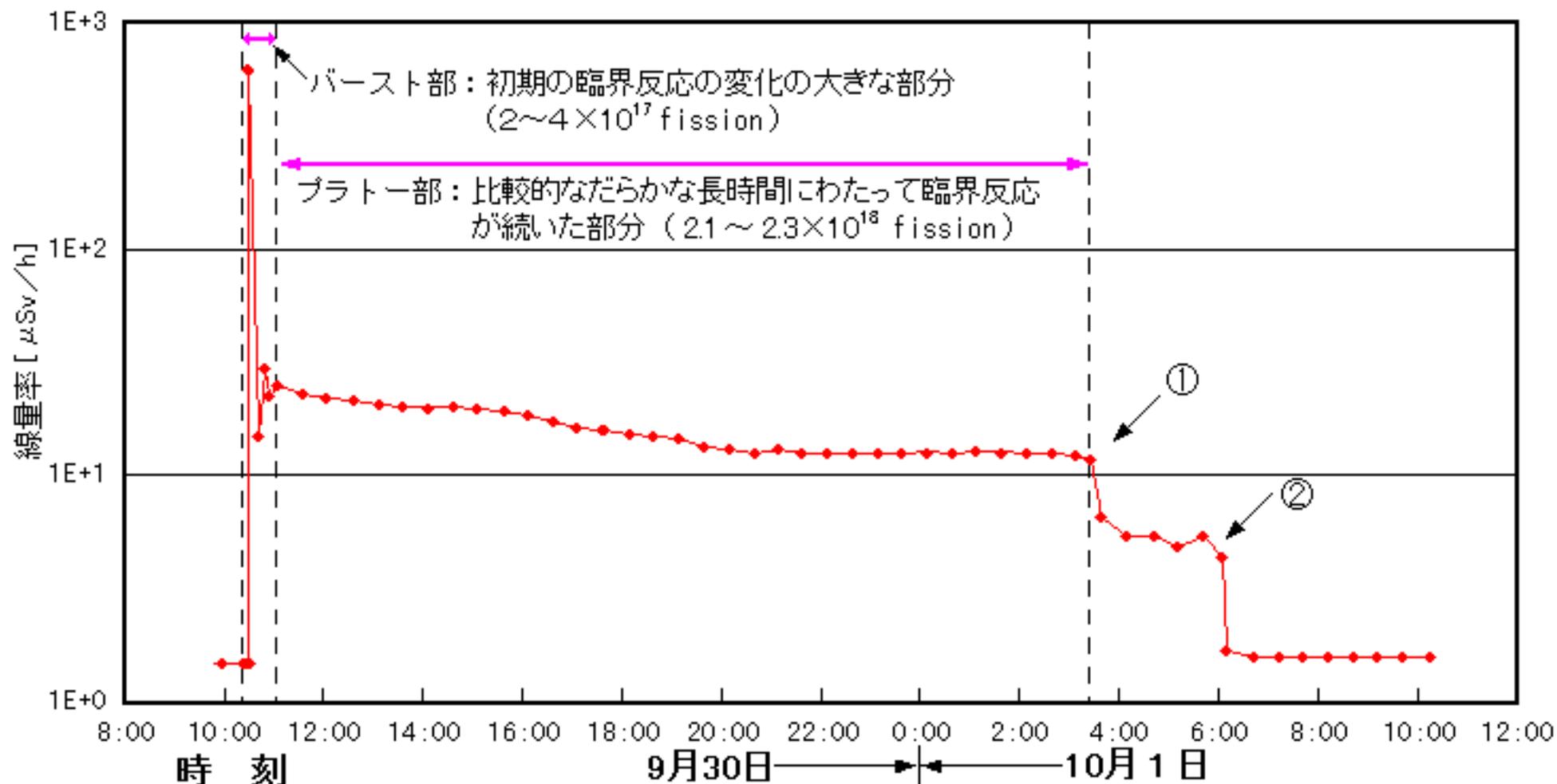
JCO転換試験棟内の沈殿槽



臨界事故終息方法

図5 JCO転換試験棟内の沈殿槽と臨界事故終息概要

【出典】 (社)茨城原子力協議会：原子力広報「あす」 No.101(1999年11月) および
 科学技術庁(現 文部科学省) ニュースレター(1999年10月15日)



- (注) ① 10月1日午前3時30分頃からの線量当量率が階段状になっているのは、ジャケット出口の配管の切断をしたが、十分水が流出せず未臨界状態に至っていないため、午前6時頃にアルゴンガスを送り込んで水を流出させたことにより未臨界となった。
- ② 粉末貯蔵室内のモニタの指示値であるため、10月1日6時15分以降の値は、約 $1.5\ \mu\text{Sv/h}$ で、野外のバックグラウンドの約10倍の値になっている。

図6 JCO第1加工棟粉末貯蔵室 ガンマ線エリアモニタ指示値

[出典] 原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会：ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告 (1999年12月24日) p. II-21

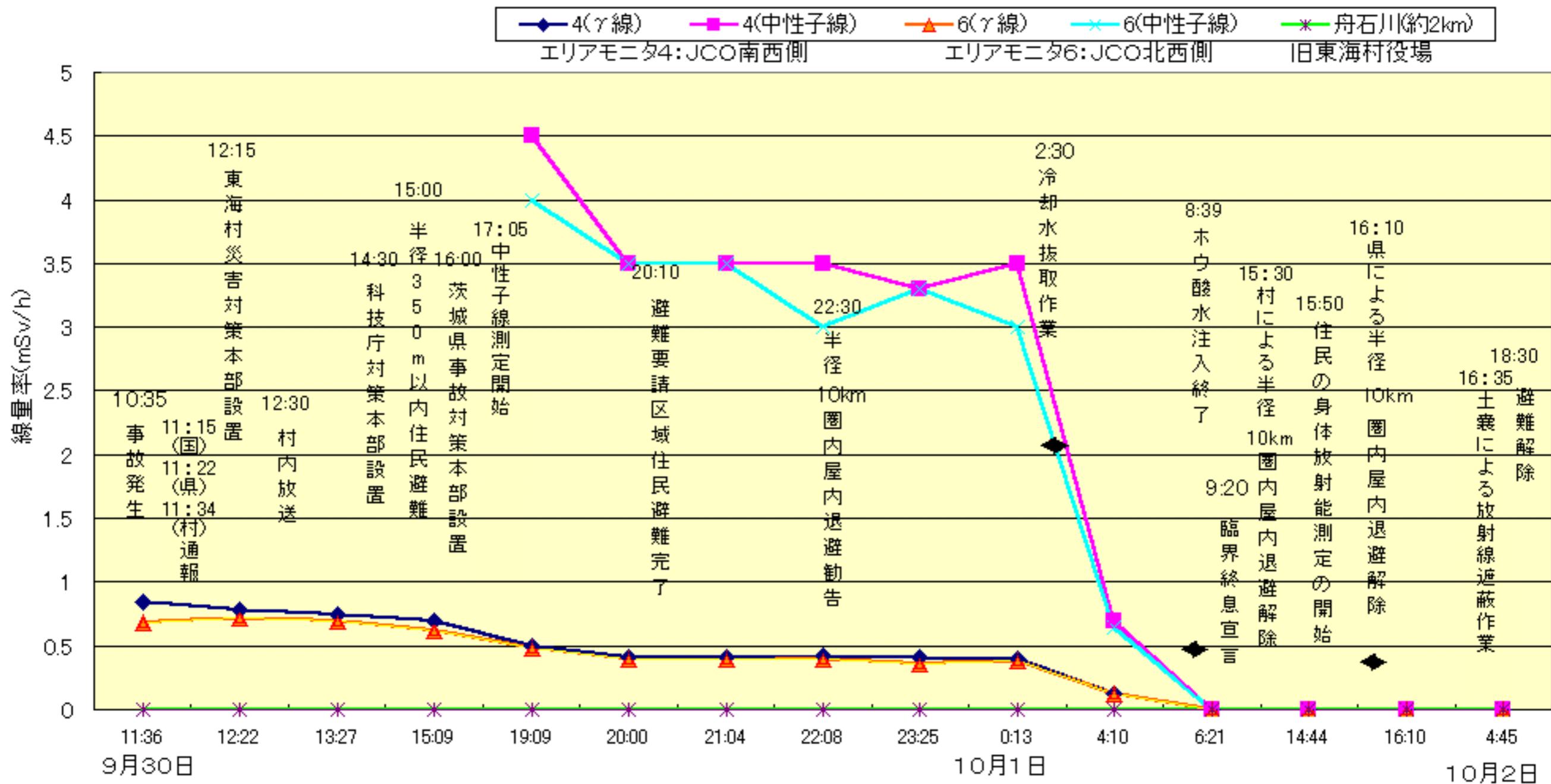


図7 JCO周辺線量時系列データと事故対応行動概略図

[出典]原子力安全委員会 ウラン加工工場臨界事故調査委員会:ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告(1999年12月24日)、p. II -1およびII -5