

原子力施設における放射線作業管理について

2015年9月10日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
核燃料サイクル工学研究所
百瀬琢磨

はじめに

- オフサイトの防災業務関係者の安全確保策の検討に資するため、原子力施設における放射線業務従事者の放射線作業管理の概要を紹介する。
- 本資料は、厳しい内部被ばく防止策が求められるプルトニウム等を含む核燃料物質を取り扱う施設における管理例をまとめたものであり、オフサイトの防災業務関係者にそのまま適用することを求めるものではない。

施設の概要と放射線作業の管理項目

核燃料サイクル工学研究所



主要事業

- 東京電力福島第一原子力発電所事故への対応
- 再処理技術の開発
- プルトニウム燃料の開発
- 施設の廃止措置、廃棄物処理技術開発
- 放射性廃棄物処理処分技術の開発

放射線管理上の特徴

外部被ばく管理

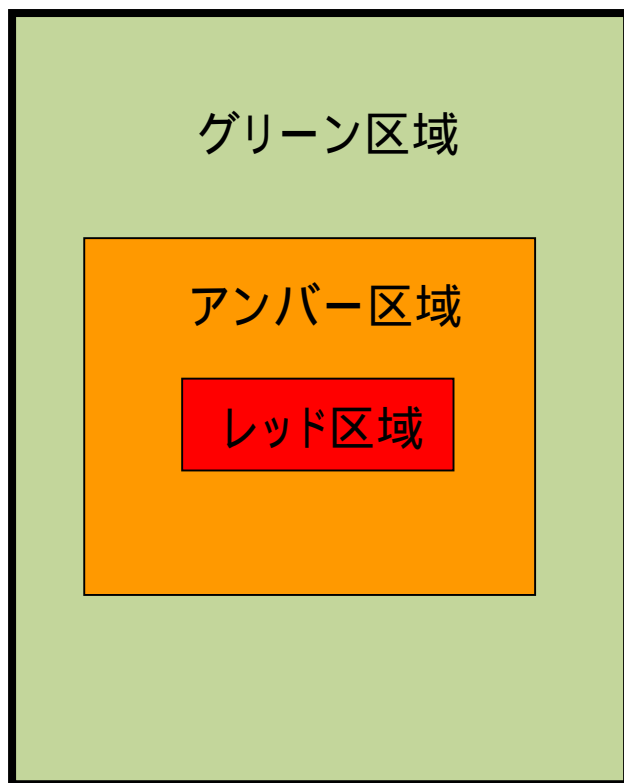
γ線、β線、中性子線が混在する外部被ばく

内部被ばく管理

核分裂生成物に含まれるβ線 / γ線放出核種、ウラン、プルトニウムなどのα線放出核種の吸入摂取、外傷汚染等に伴う内部被ばく

管理区域内区分の考え方(東海再処理施設)

核燃料サイクル工学研究所 再処理施設保安規定



管理区域境界

区域名	線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	表面密度	空気中の放射性 物質濃度
グリーン区域	12.5 以下	告示に定められた表面密度限度以下の区域	3か月間についての平均濃度が告示に定められた濃度限度以下の区域
アンバー区域	500 以下 (注)	告示に定められた表面密度限度を超えるおそれのある区域	3か月間についての平均濃度が告示に定められた濃度限度を超える恐れのある区域
レッド区域	500 を超える	告示に定められた表面密度限度を超えるおそれのある区域	3か月間についての平均濃度が告示に定められた濃度限度を超える恐れのある区域

(注)線量率は作業の種類、内容によって設定する。例えば作業頻度の比較的高い所では $25\mu\text{Sv/h}$ に抑え、一方、立ち入る可能性の少ない所に対しては $500\mu\text{Sv/h}$ 以下に抑える。
告示:核燃料物質の加工の事業に関する規則等の規定に基づき線量限度等を定める告示

管理区域に係る測定監視



空間線量率の測定



空气中放射線物質濃度の測定



表面汚染密度の測定

管理区域に係る管理目標値

区 域	線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	空气中放射性物質濃度 (Bq/cm^3)	表面汚染密度 (Bq/cm^3)
グリーン区域	12.5	濃度限度 $\times 1/10 \times 1/5$: 表面密度限度 $\times 1/10 \times 1/10$ [4×10^{-2}]
アンバー区域	25		: 表面密度限度 $\times 1/10 \times 1/10$ [4×10^{-1}]

放射線作業の管理項目(1/2)

1. 作業計画の立案、事前評価
 - | 線源評価、作業手順策定、線量評価
 - | 計画の承認
2. 作業環境の管理
 - | 作業環境の整備(空間線量率の低減化、空气中放射性物質濃度及び表面汚染密度の低減化、汚染拡大防止)
 - | モニタリングの実施(空間線量率、空气中放射性物質濃度、表面汚染密度)
3. 放射線作業者の被ばく管理、汚染管理
 - | 外部被ばくの管理
 - | 身体汚染の管理
 - | 内部被ばくの管理
4. 実績の評価
 - | 個人被ばく線量
 - | 作業環境モニタリング結果

放射線作業の管理項目(2/2)

5. 教育

- | 就業前教育
- | 就業中教育

6. 健康管理

- | 電離則に基づく特殊健康診断

7. 個人線量管理

- | 外部被ばくの測定
- | 内部被ばくの測定
- | 記録の管理

3. 放射線作業者の被ばく管理・ 汚染管理

被ばく管理の方針

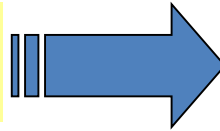
- 外部被ばく
 - ・線源からの放射線を遮へいする
 - ・線源と作業者との距離を取る
 - ・作業時間を短縮する
- 内部被ばく
 - ・放射性物質を閉じ込める
 - ・作業環境の汚染を低減する
 - ・摂取させない(呼吸保護具等の着用)

被ばく管理・汚染管理の目的と管理の具体例

目的

管理の主な具体例

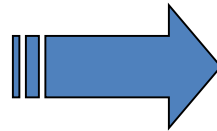
外部被ばく低減



外部被ばくの管理

- ・空間線量率の測定監視
- ・個人線量計の着用
- ・遮へい・距離の確保、作業時間の管理
- ・事前の訓練等による作業時間の短縮

内部被ばく防止



身体汚染の管理

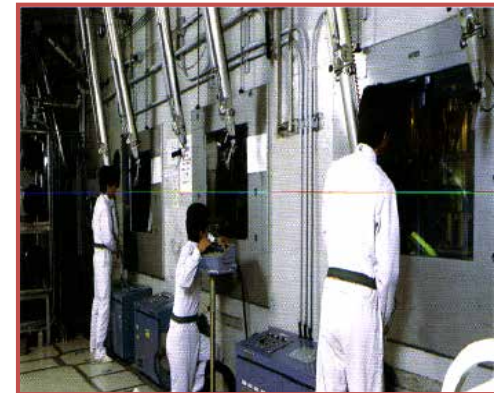
- ・作業中、作業後の手(袋)・靴底・作業衣等の汚染検査
- ・作業衣、保護手袋等の交換(汚染を放置しない)
- ・皮膚が汚染した場合の処置

内部被ばくの管理

- ・空气中放射性物質濃度の測定監視
- ・放射線状況に応じた呼吸保護具の選定と着用
- ・内部被ばくの測定評価(空气中放射性物質濃度からの計算、体外計測、バイオアッセイ)

作業実施中の外部被ばくの管理

- 作業環境の整備
 - － 線源の隔離、遠隔操作装置など線源の安全取扱い器具の使用
 - － 除染の実施
 - － 遮蔽体の設置
- 空間線量率等の測定監視
 - － 定点での測定
 - － 作業区域、作業単位ごとの測定
- 防護装備
 - － 防護用の鉛エプロン、含鉛素材の手袋や靴など
- 作業時間の管理
- 個人線量計の着用
- 作業計画との比較
- 作業環境及び作業方法等へのフィードバック など



遠隔操作装置による放射性物質の取扱い



個人線量計の着用

呼吸保護具の種類と使用上の注意

種類	外観	使用上の注意
半面マスク (空気浄化型)		<p>フィルタはダスト用、ダスト・ヨウ素ガス兼用の2種類があるので作業環境に応じて適切に使い分ける。</p> <p>フィルタ交換を随時行う。</p> <p>面体をよく顔面に密着させる。</p> <p>酸素欠乏雰囲気では適用不可。</p>
全面マスク (空気浄化型)		
空気呼吸器 (陽圧肺力型)		<p>面体を顔面に良くフィットさせ着用すること。</p> <p>ボンベ内空気圧低警報が吹鳴したら速やかに作業エリアから安全な場所に退出すること。</p> <p>ボンベ内に酸素が十分に充填されているか確認すること。</p>
エアラインマスク (空気供給型)		<p>面体を顔面に良くフィットさせ着用すること。</p> <p>くもり止めを使用すること。</p> <p>着用時に設定した空気供給圧力(1kg ~ 2kg/cm³)の変動がない事を常時監視する。(ホースの長さ、量により変更有り)</p> <p>歩くとき連絡部保護のためエアラインホースを平らに持って歩くこと。</p>
エアラインスーツ (空気供給型)		<p>着用時に設定した空気供給圧力(2kg ~ 3kg/cm³)の変動がない事を常時監視する。</p>

呼吸保護具の着用基準の例(作業時間1時間)

呼吸保護具の種類	防護係数*1(PF)	着用の上限となる空气中濃度	算出の考え方*2
半面マスク	10	科学技術庁告示第13号別表第1及び第2に示す濃度の8倍	$(DAC) \times 10 \times 8^{*3} \times 1/10^{*4} = (DAC) \times 8$
全面マスク	100	科学技術庁告示第13号別表第1及び第2に示す濃度の80倍	$(DAC) \times 100 \times 8^{*3} \times 1/10^{*4} = (DAC) \times 80$
エアラインマスク	1000	科学技術庁告示第13号別表第1及び第2に示す濃度の8000倍	$(DAC) \times 1000 \times 8^{*3} \times 1^{*4} = (DAC) \times 8000$

- * 1 防護係数 :呼吸保護具によって低減される空气中放射性物質濃度の割合
- * 2 算出の考え方:(着用の上限) = (濃度限度) × (防護係数) × (作業時間) × (危険率)
- * 3 作業時間 :1日8時間のうち、実作業時間を1時間と基準化する。すなわち、1日8時間の濃度限度に対し、実作業時間1時間であるので8倍となる。
- * 4 安全係数 :取扱いによっては保護具の性能が得られない場合があるので、安全係数として面体内部が陽圧になるものは1、陽圧でないものは1 / 10を乗ずる。
- * 5 濃度限度 :誘導空气中濃度(DAC)のことで、平成12年科学技術庁告示第13号別表第1及び第2に示す値。

1日8時間の労働時間のうち、呼吸保護具を着用した作業時間を1時間と仮定して、呼吸保護具の防護係数や安全係数を考慮の上、その呼吸保護具が使用可能な使用空气中濃度の最大値(着用の上限)を算出した。

防護装備例 (グリーン区域、アンバー区域)



区域	グリーン区域	アンバー区域	アンバー区域 (汚染の可能性あり) ^(注)
呼吸保護具	不要	不要	半面マスク
作業衣服	帽子、カバーオール、靴下	帽子、カバーオール、靴下 (入域時再度更衣を行う)	帽子、カバーオール、靴下
手袋	綿手袋	綿手袋	綿手袋 + ゴム手袋
靴	管理区域専用靴	管理区域専用靴	管理区域専用靴

(注) アンバー区域であっても汚染を発見すれば直ちに除染を行うため、通常汚染はない。グローブボックスでの放射性物質取扱い作業や除染の作業などに従事する場合