

福島第一原子力発電所の放射線業務従事者の線量限度を超える
被ばくに係る原因究明及び再発防止対策の策定等について

平成 23 年 5 月 2 日

東京電力株式会社

1. 事象の概要

福島第一原子力発電所における緊急時作業に係る被ばく線量の確定作業を実施していたところ、東北地方太平洋沖地震発生後の作業に従事していた女性職員 19 名の内、平成 23 年 4 月 27 日と平成 23 年 5 月 1 日に各 1 名ずつ、計 2 名の女性職員が、平成 23 年 1 月 1 日を始期とする 3 月末までの実効線量（平成 22 年度第 4 四半期分）が法令で定める線量限度（5 ミリシーベルト／3 ヶ月）を超えていることを確認した。

女性職員 A（平成 23 年 4 月 27 日に確認：50 歳代）の実効線量は 17.55 ミリシーベルトであり、女性職員 B（平成 23 年 5 月 1 日に確認：40 歳代）は 7.49 ミリシーベルトであった。

両名とも医師による診察の結果、健康への影響はないことを確認した。

なお、3 月 23 日以降、福島第一原子力発電所構内で女性職員を勤務させない運用としている。

これらの線量限度を超えた事象および今回の緊急作業に伴う福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所における放射線管理体制について検証し、その結果を踏まえた対策について検討した。

2. 時系列

時系列は添付資料 1 のとおり。

（添付資料 1）

3. 調査内容

（1）被ばく線量の調査

被ばく線量の調査は、東北地方太平洋沖地震発生前の被ばく線量、現場作業による被ばく線量・免震重要棟内に滞在したことによる被ばく線量、内部被ばく線量について行った。

（添付資料 2）

a. 東北地方太平洋沖地震発生前の被ばく線量

東北地方太平洋沖地震発生当時管理区域内で作業していた女性職員はいなかったため、東北地方太平洋沖地震発生前の被ばく線量は、システム内に保存されていた 1 月 1 日以降 3 月 11 日までの個人線量を集約することにより求めた。

b. 現場作業による被ばく線量

現場作業においては電子式線量計（以下、APD という）を着用させて作業をさせているため、現場作業による被ばく線量は、3 月 11 日以降 3 月 31 日までの APD の線量値を集計することにより求めた。

女性職員 A → 2.06mSv

女性職員 B → 現場作業が無いため APD の装着は無かった。

c. 免震重要棟内に滞在したことによる被ばく線量

免震重要棟内においては 3 月 12 日以降毎日線量率の測定を行っていた。また、3 月 15 日以降は、協力企業が個人線量管理のために作業員にルクセルバッジを着用させており、コントロール用（バックグラウンド線量把握のために期間中滞在场所に設置しているバッジ）の評価結果が得られたため、これを基に測定した線量率の補正を行い、聞き取った職員の滞在時間を乗ずることによって求めた。

女性職員 A → 1.89mSv

女性職員 B → 0.78mSv

d. 内部被ばく線量

女性職員 A → 13.60mSv

女性職員 B → 6.71mSv

e. 被ばく線量評価結果

東北地方太平洋沖地震発生前の被ばく線量、現場作業による被ばく線量・免震重要棟内に滞在したことによる被ばく線量、内部被ばく線量を全て加算した結果、法令の線量限度を超えたことを確認した。

(2) 内部被ばく線量管理状況の調査

当該女性職員は、内部被ばくのみで法令の線量限度を超えていたことから、内部被ばく線量管理の状況を確認した。

a. 現場作業の調査

女性職員 A は、現場作業を行っており、現場作業状況を調査したところ、男性職員と同様にタイベック、チャコールマスク、ゴム手袋等の必要な装備を適切に着用していたことを確認した。

また、装備を外した際に行ったサーベイでは身体汚染は確認されておらず、現場作業において放射性物質を取り込んだ可能性は低いと考える。

女性職員 B は免震重要棟に滞在して執務しており、現場作業は行っていない。

(添付資料 3)

b. 免震重要棟内の調査

免震重要棟内の空気中放射性物質濃度は 3 月 24 日以降測定結果の確認を開始し

た。測定結果は、実用炉則線量告示の3ヶ月平均空气中濃度限度（ $1 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$ ）を上回っていたことから、速やかに局所排風機の導入やダストの付着しやすいOAフロアマットの剥離、壁面、床面の清掃等の対策を講じて、環境の改善を図った結果、4月4日にはこの濃度限度を下回った。

なお、空气中放射性物質濃度は免震重要棟の2階に比べ、1階のほうが高かった。

なお、環境が改善されるまでの間、免震重要棟内で復旧作業に係る執務を行う都合上、滞在者はマスク無しで過ごしていたため、ある程度の放射性物質を取り込んだ可能性がある。

（添付資料4）

免震重要棟内の空气中放射性物質濃度が高くなった原因は、

- ・ 防護装備の脱装エリアなど、放射性物質を免震重要棟に持ち込まないための緩衝エリアが設定されるまでの間、出入り管理が適切に行われず、作業員や資機材の出入りに伴い免震重要棟入口扉を開閉した際に、免震重要棟外の非常に高濃度の放射性物質が流入、または持ち込まれた可能性が考えられること
- ・ 免震重要棟入口の二重扉は同時開しないよう保安班員が厳重に出入り管理を行っていたが、当該扉は気密構造ではないこと
- ・ 1号機および3号機水素爆発の影響で扉が歪み若干の隙間が空いていたことなどから、免震重要棟への放射性物質の流入を完全に防ぐことは難しかったものと考えられる。

なお、免震重要棟のチャコールフィルタ付空調は健全に機能しており、適宜フィルタの交換も行っていることから、空調を介して放射性物質が流入してきた可能性は低い。

（3）女性職員に対する避難指示

3月15日、発電所本部長が緊急時対策要員に対して避難を指示しており、ほとんどの女性職員が避難したが、構内で女性職員を勤務させない運用とはしなかったため、以降も女性職員の勤務実態に応じて構内で勤務する女性職員がいた。

女性職員Aについては、15日に一旦避難した後、17日～20日、22日～23日は再び免震重要棟に滞在し、免震重要棟入口近傍の執務室で勤務するとともに、現場での作業（車両への給油作業等：18日～20日、22日）を行った。

女性職員Bについては、15日に避難しているが、それまでの間、免震重要棟入口近傍の執務室で勤務していた。

その後、3月23日に女性職員の過度な被ばくを避けるため、保安班長が女性職員に対して避難を指示しており、同日以降福島第一原子力発電所構内で女性職員を勤務させない運用とした。

4. 原因

- (1) 事象の発生以降、混乱により防護装備の脱装エリアなど、放射性物質を免震重要棟に持ち込まないための緩衝エリアを設定し、運用することが遅れた。
- (2) 1号機の水素爆発以降、免震重要棟入口の二重扉は同時開しないよう保安班員が厳重に出入り管理を行っていたが、当該扉は気密構造ではないこと、また1号機および3号機水素爆発の影響で扉が歪み若干の隙間が空いていたことなどから、放射性物質の流入を完全に防ぐことは難しかった。
- (3) 女性職員については線量限度（5mSv/3ヶ月）を超えないよう外部線量を4mSv/3ヶ月で管理していたが、地震・津波の影響で線量管理システムが機能していなかったことに加え、免震重要棟での滞在線量が配慮されていなかったこと、内部被ばくへの配慮が欠けていたことから、5mSv/3ヶ月の厳密な管理ができる状況ではなかった。
また、このような状況から、女性職員について福島第一原子力発電所構内で女性職員を勤務させないといった措置を3月23日より以前に講じることができなかった。

このため、当該女性職員は、免震重要棟内で放射性物質を吸い込み、結果として実効線量が法令の線量限度を超えたものと推定する。

なお、他の女性職員の執務状況を確認すると、女性職員A、Bと同じ免震重要棟1階の入口付近で執務していた女性職員の内部被ばくが他の女性職員より高い傾向があったことから、空气中放射性物質濃度の傾向と併せて免震重要棟内で放射性物質を吸い込んだと合理的に説明できる。

5. 再発防止対策

- (1) 3月23日以降、福島第一原子力発電所構内で女性職員を勤務させない運用とした。
- (2) 以下の対策を講ずることにより免震重要棟内の空气中放射性物質濃度の低減を図った。
 - ・ チャコールフィルタ付きの局所排風機を導入した。（3月26日）
 - ・ 免震重要棟の入口にユニットハウスを接続し、局所排風機を設置した。（3月26日）
 - ・ 放射性物質が付着しやすいOAフロアマットに換え、除染しやすいタイルに変更して更にその上をシートで養生した。（4月1日～4月8日）
 - ・ 免震重要棟滞在中の外部被ばく線量低減対策として、免震重要棟の窓等に鉛遮蔽を敷設した。（3月27日）
 - ・ 現場作業員がトイレ休憩や給水のために免震重要棟に入らなくてもよいよ

うに5, 6号機サービス建屋1FLに休憩所を設置。(4月22日)

- ・ 作業員を免震重要棟入り口で待たせることのないよう、免震重要棟近傍にクリーンエリアを有する休憩所の設置工事中。(5月上旬運用開始予定)
- ・ 5, 6号サービス建屋2FL、研修棟、厚生棟に休憩所を順次設置予定。
- ・ 現在も免震重要棟の清掃等を行い、汚染のおそれのない管理区域と同等の管理ができる環境の維持に努めている。

6. 放射線管理体制の検証及び今後の放射線管理について

今回の事象においては、地震・津波の影響による電源の喪失や、これに起因する大規模な放射性物質の放出を伴ったことから、これまで準備されていた緊急時の放射線管理が一部機能しなかったことが原因と考えられる。特に、1号機および3号機の水素爆発の影響で免震重要棟の気密性が十分ではなく、免震重要棟内の内部取り込みを完全に防ぐことは困難な状況であった。このような状況下で、地震発生直後に行っていた放射線管理について検証を行い、今後の復旧作業において放射線安全に万全を期すため、以下の対策を確実に実施していく。

(1) 放射線管理を行うべきエリア

【問題点】

大規模な放射性物質の放出に伴い、福島第一原子力発電所構内のみならず、福島第二原子力発電所構内においても環境線量が上昇した。このため、福島第一原子力発電所では構内全体を管理区域と同等の管理を要するエリアとして管理を行った。また、免震重要棟を汚染の無い管理区域と同等として管理したが、1号機および3号機の水素爆発の影響により空气中放射性物質濃度が上昇し、汚染の無い管理区域としての運用ができない時期があった。

福島第二原子力発電所の環境線量は、告示に定める管理区域の境界線量を超えていたが、告示に定める管理区域の境界線量の値以下に減少してきており、屋内では更に10分の1程度まで減少していたことから、従来どおりの運用を行っていた。さらに、内部被ばくについても、評価の結果からは有意な放射性物質の吸い込みは認められなかった。

【対策】

福島第一原子力発電所構内すべてを管理区域と同等の管理を要するエリアとして定め、線量管理ならびに身体汚染防止のための防護装備の着用などを行う。ただし、福島第一原子力発電所の免震重要棟及び休憩所は局所排風機の設置や清掃により、内部に侵入または付着した汚染を除去し、部屋の内部に極力汚染が持ち込まれないようにするとともに、定期的に環境サーベイを行い、汚染のないエリアとして管理する。

福島第二原子力発電所では、屋外については放射線レベル、空气中放射性物質濃度、表面汚染密度のレベルに応じて線量管理ならびに身体汚染防止のための防護装備の着用などを行い、管理区域相当のエリアでの作業は放射線業務従事者に限ることとする。

(2) 放射線管理上の防護装備・作業管理

【問題点】

福島第一原子力発電所では構内全域が放射性物質濃度の高い状態となっており、放射線管理上の防護装備が必要な状況となっている。

また、地震・津波の影響などの混乱で、免震重要棟での空气中放射性物質濃度の測定が3月24日までできていなかったとともに、4月3日まで免震重要棟内の空气中放射性物質濃度が法令の限度値を超えていた。

福島第二原子力発電所では依然、東北地方太平洋沖地震発生前よりも放射線レベルが高い状態となっている。

【対策】

福島第一原子力発電所構内への立入りにおいては、体への汚染付着防止や免震重要棟内などに汚染を極力持ち込まない管理の観点から、作業を行う際にはタイベック及び手袋を着用するとともに、呼吸保護具については、実用炉則線量告示に定められる空气中放射性物質濃度に基づき判断する。

さらに、天候、作業場所の汚染の状況に応じて、アノラック、ゴム手袋、オーバーシューズを着用する。

免震重要棟については環境改善が維持されているが、再度空气中放射性物質濃度が上昇するなど不測の事態に備え、クリーンハウスの設置やマスクの装着など、必要な手段を予め講じておく。

また、免震重要棟で空气中放射性物質濃度の測定ができなかった時期があったことを踏まえ、短期的には福島第一原子力発電所を含む全発電所で緊急時の免震重要棟における空气中放射性物質濃度の測定の意識付けを行う。

福島第二原子力発電所構内の作業にあたっては作業環境に合わせ、適切な防護装備を使用することとする。

福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所ともに作業計画の立案においては環境モニタリングなど、事前サーベイを充実させ、これを周知して作業安全に努めるとともに、高線量区域はロープアウトして近接防止を図るなど適切な管理を行って無用な被ばくを避ける。

さらに、放射線防護に関する教育を行い、意識の高揚に努めることとする。

(3) 外部線量管理

【問題点】

従事者の放射線管理については個人線量計を用いて受けた線量の測定を行っており、福島第一原子力発電所では免震重要棟を拠点とする管理に加え、J ビレッジを拠点とする管理を初期から行っているが、線量計の値を自動的に取り込み、管理するシステムが電源の喪失などの影響により運用できない状態にある。

また、初期においては個人線量計が不足し、代表者に装着させて全体を評価する手法が取られた。

福島第二原子力発電所では通常の管理を継続しており、屋外で受ける線量や潜在線量の管理がされていなかった。

【対策】

福島第一原子力発電所での外部線量管理では、線量管理システムが停止したため、台帳管理等を行っており、この集計が進んでいない実態を踏まえ、短期的には個々人と個々人が携帯していく線量計を識別する簡易型の線量管理システムを導入し、的確な線量管理を行うこととする。中長期的には線量を自動的に取り込むシステムに全面的に切り替える。

なお、福島第一原子力発電所の正門から免震重要棟への移動や実用炉則線量告示に定められる管理区域境界線量より放射線レベルの低い免震重要棟や事務本館での執務にあたっては、そのエリアの環境線量率や代表者の線量などにより評価した値（1ヶ月分）を加算する。

福島第二原子力発電所も同様に、正門から免震重要棟への移動にあたっては、評価した値を線量に積算する。

また、屋外作業にあたっては線量計を携帯させて線量管理を行うこととし、必要とされる数の線量計の確保を早期に行うとともに、これが整うまでは代表者に線量計を携帯させ、評価を行うこととする。

(4) 内部線量管理

【問題点】

内部線量管理については福島第一原子力発電所では電源の喪失に加え、バックグラウンドレベルの上昇に伴い使用できなくなった。このため、日本原子力研究開発機構から車載型 WBC の貸与を受けて運用を行っているが、測定時間などの制限により単位時間あたりの処理数に限りがあることから、評価が進んでいない。

福島第二原子力発電所ではバックグラウンドが上昇したが、測定時間を長くし、データの確度を上昇させることにより対応が可能となっている。

【対策】

福島第一原子力発電所の免震重要棟に滞在している者の WBC による測定をまず行うとともに、作業に従事する人の全てを対象に、通常は1回／3ヶ月の定期測

定頻度を1回/月に頻度を高め、内部被ばくの線量を管理することとする。

一方、現状ではWBCの台数が少ないため、福島第一原子力発電所の従事者の内部線量評価が進んでいない。このため、短期的には使用が可能な福島第二原子力発電所のWBCを使用するとともに、日本原子力研究開発機構の所有する車載型WBCの追加貸与をお願いするなど、WBCの確保に努め、処理数の増加を図る。

中長期的にはBGの上昇に伴う使用制限を受けないような放射線管理を行う拠点を設け、BGが高くて使用できない福島第一原子力発電所のWBCを移設するなどの対策を行うこととする。

(5) 線量限度の遵守

【問題点】

福島第一原子力発電所ならびに福島第二原子力発電所では事象の発生に伴い、緊急を要する作業が通常の業態のみならず必要とされた。

このため、放射線業務従事者に指定・登録していない人を、緊急作業に従事させ、これらの人の線量限度は250mSvを適用して管理した。これらの人は放射線業務従事者の指定・登録手続きを事後手続きとして放射線環境下の作業であることを認識していただいた上で従事した人である。

なお、福島第一原子力発電所では、緊急作業に伴う線量限度が250mSvに引き上げられているが、100mSvを超過した人については内部線量の評価を行い、線量限度を超えていないことを確認している。

女性については、5mSv/3ヶ月を担保するために、外部線量が4mSvを超えないように管理を行う運用としていたが、内部線量を評価した結果、5mSv/3ヶ月を超過した者が2名発生した。

その他、福島第一原子力発電所では免震重要棟で執務した放射線業務従事者に指定・登録していない職員がおり、この内女性職員4名については実効線量の評価が終了しており、周辺監視区域の外側の線量限度(1mSv/年)との対比では2名がこれを超えることとなった。(女性職員C:3.42mSv、女性職員D:3.37mSv)

福島第二原子力発電所では通常の線量管理(外部線量評価、内部被ばく線量評価)により3月までの線量が線量限度を超えていないことを確認している。

【対策】

放射線業務従事者の指定・登録手続きを事後手続きとして従事した人については、現在、名簿の確認作業を進めており、終了次第、事務手続きを進め、放射線業務従事者に指定・登録するとともに、外部線量の確定を行う。

また、解除にあたってはWBCの測定を行って従事期間における実効線量を確定して管理する。

福島第一原子力発電所の免震重要棟で放射線を受けた放射線業務従事者以外

の男性については、今後放射線量の確定作業を進めていくこととする。

また、福島第一原子力発電所構内は管理区域と同等の管理を行うことから、従事する者は放射線業務従事者に限る。

福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所ともに線量計による外部被ばく（実測値）、発電所敷地内の移動や免震重要棟等での執務に伴う外部被ばく（評価値）、及び内部被ばく（実測値）、これらの積算値については、毎月の値を対象者に通知し、以下の管理値を超えた場合は以下に定めた管理を実施する。

- 外部線量で 100mSv を越えた場合
⇒ホールボディカウンターで内部線量を評価する。
- 外部線量で 150mSv を越えた場合
⇒作業継続の可否を判断する。
- 積算線量（外部被ばく＋内部被ばく）で 200mSv を越えた場合
⇒作業に従事させない措置を講じる。
- 女性については福島第一原子力発電所では勤務させず（放射線レベルの低い場所（福島第二のバックオフィス等）で就労）、線量限度を超えない措置を講じる。
- なお、女性の線量管理を徹底させるため、記録レベル（2mSv）以上が管理対象となることを踏まえて、外部放射線量が 3mSv を超えないように管理する。

8. 添付資料

- (1) 時系列
- (2) 個人線量評価結果
- (3) 職員 A の現場作業状況
- (4) 免震重要棟内の空气中放射性物質濃度の推移
- (5) 遮蔽設置前後の免震重要棟内線量率推移
- (6) 福島第一免震重要棟環境改善対策の概要・効果
- (7) 免震重要棟内フロアマットの敷き換え（平面図）

以上

時 系 列

	実施した放射線管理	女性職員の行動等
平成 23 年		
3 月 11 日		
(14 : 46	東北地方太平洋沖地震発生	
3 月 12 日		
7 : 00～	免震重要棟内で放射線率測定を開始 (以降毎日実施)	
(15 : 36	1 号機水素爆発発生	
17 : 57	発電所保安班長が免震重要棟外作業者に対してチャコールマスク着用を指示	
3 月 14 日		
(11 : 01	3 号機水素爆発発生)	
3 月 15 日		
6 : 30 頃	発電所本部長が緊急時対策要員に対して避難を指示	女性職員 A、B 避難
3 月 17 日		女性職員 A が免震重要棟に戻る
3 月 18 日		女性職員 A が現場作業に従事
～20 日		
3 月 20 日		女性職員 A が免震重要棟を離れる
3 月 22 日		女性職員 A が免震重要棟に戻り、現場作業に従事
3 月 22 日～	本店保安班長が女性職員に対して順次 WBC 受検を指示	

- 3月23日
12:00頃 発電所保安班長が女性職員に対し避難を指示 女性職員 A 避難
- 3月24日～
免震重要棟内で空気中放射性物質濃度の測定結果を確認開始（以降毎日実施）
- 4月1日
～10日頃 緊急作業に従事した作業員の滞在期間を聞き取り
- 4月10日頃～ 滞在期間の線量評価方法を検討
- 4月25日 免震重要棟内で滞在することによる被ばく線量の評価を完了
- 4月27日 女性職員 A の内部被ばく線量の評価を完了
2F の産業医による診察の結果、健康への影響はないことを確認
- 5月1日 女性職員 B の内部被ばく線量の評価を完了
- 5月2日 本店の産業医による診察の結果、健康への影響はないことを確認

個人線量評価結果

【女性職員 A】

内訳			被ばく線量 (mSv)
1 / 1 以降地震発生直前まで			0.00
地震発生後	外部被ばく	APD 計測値	2.06
		免震重要棟滞在による被ばく	1.89
	内部被ばく		13.60
合計			17.55

【女性職員 B】

内訳			被ばく線量 (mSv)
1 / 1 以降地震発生直前まで			0.00
地震発生後	外部被ばく	APD 計測値	0.00
		免震重要棟滞在による被ばく	0.78
	内部被ばく		6.71
合計			7.49

女性職員 A の現場作業状況

日付	線量	作業内容および場所	放射線防護装備
3/18	0.70mSv	業務車両への給油作業(体育館脇)	チャコールマスク タイベック ゴム手袋
3/19	0.79mSv	消防車両への給油作業(物揚場)	チャコールマスク タイベック ゴム手袋
3/22	0.57mSv	業務車両への給油作業(体育館脇)	チャコールマスク タイベック ゴム手袋

免震重要棟内の空气中放射性物質濃度の推移

単位 : Bq/cm³

