

福島第一原子力発電所における緊急時作業に従事した  
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について

平成23年6月17日

東京電力株式会社

## 1. 事象の概要

平成 23 年 6 月 10 日、福島第一原子力発電所における緊急時作業にかかる被ばく線量の確定作業を実施していたところ、当社男性職員 2 名における被ばく線量の評価が緊急時の線量限度である 250mSv を超えることを確認した。

### 【当該 2 名の被ばく線量】

- ・職員 A : 678.08mSv (内訳 : 外部被ばく 88.08mSv、内部被ばく 590mSv)
- ・職員 B : 643.07mSv (内訳 : 外部被ばく 103.07mSv、内部被ばく 540mSv)

注) 上記には 5 月分の免震重要棟内に滞在中の線量及び移動中の線量は評価中であることから含まれていない。これらは、評価後に加算して確定する予定。

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。

## 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、現場作業による被ばく線量、3 月及び 4 月分の免震重要棟内に滞在したことによる被ばく線量、発電所入口拠点である J-Village から免震重要棟までの移動中の被ばく線量、内部被ばく線量について行った。5 月分の免震重要棟滞在時の外部被ばく線量、移動中の線量については、今後評価し、終了後に加算する予定である。

(添付資料 2)

#### a. 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 5 月 30 日までの APD の線量値を集計することにより求めた。

職員 A → 73.71mSv

職員 B → 88.70mSv

#### b. 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コントロール用の積算線量計（バックグラウンド線量把握のために設置している線量計）から滞在中の線量を求め、1 ヶ月分の値として加算した。

3 月分 : 3.56mSv

4 月分 : 2.06mSv

\* 5月分については未算出

#### c . 移動中の被ばく線量

発電所の入口拠点となっている J-Village から発電所免震重要棟までの移動線量については重要免震棟付近で測定された放射線量の月平均値 (mSv/hr) に正門から免震重要棟までを往復するのに要する時間 (30 分) をかけた値を充て、1 ヶ月分の値として加算した。

3月分 : 5.00mSv

4月分 : 3.75mSv

\* 5月分については未算出

#### d . 内部被ばく線量

内部被ばく線量についてはホールボディカウンター (以下 WBC という) で体内に残留する放射性物質を測定するとともに、当該人の行動調査を基にした放射性物質の摂取時期を特定し、預託線量を求めた。

#### < 職員 A >

4月16日に小名浜コールセンターに設置された WBC (日本原子力研究開発機構 (以下 JAEA という) より貸与) で最初に受検したが、身体サーベイの結果で身体汚染が確認され (1,300cpm)、5月3日に再受検となった。

この時の預託線量は本人の申告した作業期間 (3月11日~5月2日) の中間日 (4月6日) を摂取時期として評価し、その結果は 90mSv であった。

この値はより詳細に評価する基準 (20mSv) を超過していたことから JAEA において評価していただいた。

この結果、本人の詳細な行動調査から放射性物質の摂取時期を3月17日 (作業期間 : 3月11日~3月23日の中間日) に特定し、これを基に評価した結果 480mSv という値が得られ、緊急時の線量限度 (250mSv) を超過する恐れが発生した。

このことから放射線医学総合研究所で専門医による健康診断を受けるとともに、専門の知見による協力を得て放射性物質の摂取時期を3月12日に特定した。

\* 3月12日は、早朝より環境放射線量が上昇するとともに、1号機の原子炉格納容器からのベントの実施、1号機の原子炉建屋上部爆発があった日である。

このため放射線医学総合研究所での WBC 測定データを用いて評価した結果、職員 A の預託線量は以下のとおりであった。

なお、健康診断の結果、異常は見られていない。

職員 A → 590mSv

#### <職員 B >

4 月 17 日に小名浜コールセンターに設置された WBC で最初に受検したが、身体サーベイの結果で身体汚染が確認され (1,200cpm)、5 月 4 日に再受検となった。

この時の預託線量は本人の申告した作業期間 (3 月 11 日～5 月 4 日) の中間日 (4 月 7 日) を摂取時期として評価し、その結果は 83mSv であった。

この値はより詳細に評価する基準を超過していたことから JAEA において評価していただいた。

この結果、本人の詳細な行動調査から放射性物質の摂取時期を 3 月 13 日 (作業期間: 3 月 11 日～3 月 15 日の中間日) に特定し、これを基に評価した結果 540mSv という値が得られ、緊急時の線量限度を超過する恐れが発生した。

このことから A 氏と同じく、放射線医学総合研究所で専門医による健康診断を受けるとともに、専門の知見による協力を得て放射性物質の摂取時期を 3 月 12 日に特定し、放射線医学総合研究所での WBC 測定データを用いて評価した結果、職員 B の預託線量は以下のとおりであった。

なお、健康診断の結果、異常は見られていない。

職員 B → 540mSv

#### e . 被ばく線量の調査結果

外部線量 (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、J-Village から免震重要棟までの移動線量) と内部被ばく線量を加算した結果、法令の緊急時の線量限度を超えたことを確認した。

#### ( 2 ) 線量限度超過に伴う調査

当該男性職員 2 名は、内部被ばく線量のみで法令の線量限度を超えていたことから、内部被ばく線量の状況を調査した。

#### a . 現場作業の調査

当該男性職員 2 名は、3・4 号機の当直員 (運転員) であり、地震発生当日の 3 月 11 日から中央操作室でのデータ採取、プラント内の機器操作や屋外作業に従事

していた。

職員 A 3月11日 中央操作室でデータ採取、4号機 T/B 現場確認  
3月12日 中央操作室でデータ採取、4号機 T/B 現場確認  
1号機南側で燃料給油作業  
3月13日 中央操作室でデータ採取  
ベントラインのラインナップ  
16時頃 免震重要棟に移動（以降、中央操作室でのデータ採取は交代で行われるようになった。）  
3月14日 免震重要棟から中操へデータ採取（6hr 程度）  
3月15日 明け方、福島第二原子力発電所へ移動  
その後、3月18日まで休日となり、翌19日から福島第二原子力発電所を拠点として福島第一原子力発電所3、4号機中央操作室のデータ採取作業（30分～1時間／回）に従事した。（最終現場作業は4月14日）  
5月23日以降、福島第一原子力発電所での勤務はない。

職員 B 3月11日 中央操作室でデータ採取、4号機 T/B 現場確認  
3月12日 中央操作室でデータ採取、4号機 T/B 現場確認  
1号機南側で燃料給油作業  
3月13日 中央操作室でデータ採取  
16時頃 免震重要棟に移動（以降、中央操作室でのデータ採取は交代で行われるようになった。）  
3月14日 免震重要棟から中操へデータ採取（6hr 程度）  
3月15日 重要免震棟から中操へデータ採取（6hr 程度）  
明け方、福島第二原子力発電所へ移動  
その後、3月20日まで休日となり、翌21日から福島第一原子力発電所免震重要棟と福島第二原子力発電所で執務した。（現場での作業は3月16日以降はない）  
5月30日以降、福島第一原子力発電所での勤務はない。

職員 A、B が作業を行った時点での放射線量、空气中放射性物質濃度は当初電源や設備が十分でなかったため、正確なデータは把握できていない。

放射性物質を摂取したと特定した3月12日に近い放射線量率及び空气中放射性物質濃度はそれぞれ以下のとおり。



ールマスクの着用を指示

5 時 04 分 中央操作室で排気関係のモニタ指示値が上昇したため、当直  
長がマスクの保有数を考慮し、中央操作室でのダストマス  
ク、現場でのチャコールマスクの着用を指示

(15 時 36 分 1 号機原子炉建屋上部爆発)

職員 A と職員 B も指示に従いマスクを着用していた。

マスクの配備状況については、3・4号機サービスビルの管理区域入口にチャ  
コールマスクが 15 個、チャコールフィルタが 50 組、面体が約 300 個配備されて  
おり、3 月 13 日 16 時頃以降免震重要棟から交代でデータ採取に向かう際に免震重  
要棟で新たなマスクを調達して装着するまでこの資機材で賄われた。

また、職員 A と共に屋外作業を行った職員ア、の内部被ばく線量は職員 A の  
9.7%であった。

また、職員 B と共に屋外作業を行った職員イ、職員ウの内部被ばく線量はそれ  
ぞれ職員 B の 1.6%、6.6%であった。

職員 A、職員 B と同様の屋外作業を行った当直員の職員エ、オ、カ、キの内部  
被ばく線量は職員 A、B の内部被ばく線量の平均に対してそれぞれ 2.4%、2.8%、  
3.1%、4.5%であった。

職員 A のヒアリングによれば、職員 A は眼鏡を使用しており、免震重要棟入口  
で実施しているスクリーニング時に眼鏡のテンプル部分の髪に汚染が検出される  
ことが多く、マスクと肌との間に隙間を作っていた可能性があるとしている。

なお、職員 A の眼鏡はテンプルが幅広の形状をしており、隙間を作りやすい形  
状であった。

\* 眼鏡のテンプルの形状に対応したマスクは無く、眼鏡使用者のマスク着用  
に関してはマスクの固定バンドの締め付けを強くするなどの対応しかでき  
ない。

また、職員 B のヒアリングによれば、中央操作室でのデータ採取では中央操  
作室非常扉（外部と通じる扉）付近で作業をしており、この扉は 1 号機爆発の影響  
で歪みが生じ、外部の環境から隔離できない状態であったこと、また 1 号機爆発  
直後までダストマスクを着用していたとのことであった。

- \* 中央操作室非常用扉はプラントの電源喪失に伴い、外部から電源を引き込むルートになっており、締まっていなかったことから1号機爆発で煽られ、変形したものと考えられる。

更にヒアリングによれば、職員A、Bはともに中央操作室滞在中における食事については非常食料を摂っていたが、その際にはマスクを外していたとしている。

職員A、Bの同僚である他の当直員について中央操作室、または現場での行動を調査したところ、次のようなことが判明した。

- ① 3月11日から中央操作室常駐が解除されるまでの間、中央操作室ではマスク着用ではあったが、食事の間はマスクを外していた
- ② 内部被ばくの原因が眼鏡の着用と考えられる者がいた。
- ③ 中央操作室の3号側の線量が高く、3号機爆発時には非常扉から侵入したと思われるじん埃が室内に舞っていたのが目撃されていた。
- ④ 1号機爆発直後に屋外でマスクを着用していない者がいた。  
(構内をバスで移動中の者、免震重要棟の外で待機していた者等)

上記①～③は職員A、Bのヒアリング結果と一致している。

④については、職員A、Bの行動とは一致しないが、1号機爆発直後に屋外でマスクを着用していなかった者の内部被ばく線量は職員A、Bの内部被ばく線量の平均に対して2.9%～17.4%程度であった。

## b. 免震重要棟内の調査

免震重要棟内での放射性物質摂取のおそれについては平成23年5月2日に報告した「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」(原管発官23第46号)の通りであるが、職員A、Bは女性の線量限度を超えた職員が執務していた免震重要棟の1階ではなく、2階に滞在し、執務を行っていた。

なお、職員A、Bの同僚である他の当直員について免震重要棟での作業を調査したところ、次のようなことが判明した。

- ① 放射性物質の摂取が免震重要棟の入口でドア管理していたことによるものと考えられる者がいた。



これは女性職員が線量限度を超えた際に推定した原因と一致している。

#### c . 安定ヨウ素剤の服用

安定ヨウ素剤は免震重要棟に防災資機材として 30,000 錠が準備されており、医療班長より 3 月 13 日、40 歳未満の者に対する服用と 40 歳以上の希望者に対する服用の指示が出された。

しかし、当該男性職員 2 名は当初中央操作室に勤務しており、事象の急速な進展に伴い、中央操作室へ安定ヨウ素剤が配布されなかったことから免震重要棟へ移動するまでの間は服用できなかった。

なお、免震重要棟移動後、職員 B (40 歳代) は 3 月 14 日に 2 錠、5 月 2 日に 2 錠、5 月 3 日に 1 錠、5 月 12 日に 2 錠、5 月 20 日に 2 錠、5 月 21 日に 1 錠の計 10 錠の服用記録があるが、職員 A (30 歳代) はヒアリングでは 3 月 13 日に 2 錠服用した記憶があったとしたが記録にはない。

#### d . 評価結果の確定までの遅延

職員 A、B の内部被ばく線量が確定したのは 6 月 10 日であり、放射性物質を摂取した時期として特定した 3 月 12 日から約 3 ヶ月が経過していた。

(職員 A、B が最初に WBC を受検したのがそれぞれ 4 月 16 日と 4 月 17 日であり、ここからも約 2 ヶ月を要している。)

3 月中の内部被ばく線量を評価するにあたって最初に受検するまでに要した期間 (約 5 週間)、身体汚染があったために 2 回目の受検までに要した期間 (約 2 週間)、更に JAEA での評価期間 (1 週間)、放射線医学総合研究所での調査期間 (2 週間) を差し引いても評価に 1 ヶ月を要した。

(添付資料 3)

## 4 . 原因分析と推定

### (1) 現場作業の調査

現場で行動を共にした職員、ならびに同様の作業を行った職員には職員 A、B と異なり、有意な放射性物質の摂取は認められていない。

しかしながら、職員 A についてはマスク装着時に眼鏡のテンプルによる隙間を作ってしまったと考えられる。

保護具の装着については職員 A、B ともに指示に従いダストマスクの着用を行っているが、ダストマスクではチャコールマスクとは異なり揮発性のヨウ素は除去できないことから、揮発性のヨウ素が摂取された可能性があった。

特に職員 B については 1 号機原子炉建屋上部爆発時は中央操作室非常扉付近で

作業（データ採取）をしており、外気が侵入してくる中、ダストマスク着用であったことから揮発性の放射性ヨウ素を摂取した可能性があった。

また、マスクやチャコールフィルターの追加配備を行うことが困難な状況であったことから、長時間に亘り同じチャコールフィルターが使用され、チャコールのヨウ素吸着能力が低下していた可能性がある。

また、職員A、Bは中央操作室から免震重要棟に移動するまでの期間、中央操作室で事態収束に集中してあたっていたため、中央操作室で食事を摂らざるを得なく、このことによる放射性物質の摂取も考えられる。

## (2) 免震重要棟内の調査

免震重要棟で放射性物質を摂取した可能性については、職員A、Bは3月13日から3月15日の間、免震重要棟を拠点として執務し、その後休日を挟んで職員Aは3月20日から（19日は福島第二原子力発電所）、職員Bは3月25日から（21日から24日は福島第二原子力発電所）免震重要棟での執務を行っているが、ダスト濃度の最も高かったと考えられる3月11日から3月15日に免震重要棟に滞在していた女性職員の内部被ばく線量が記録レベル未満から13.60mSvであったことを考慮すると、免震重要棟で職員A、Bが摂取した可能性のある放射性物質の量は有意なものとは考えづらい。

## (3) 安定ヨウ素剤服用の時期

職員Bは安定ヨウ素剤を服用した記録があるが、服用時期は免震重要棟に移動した後である。（3月14日）

職員Aについても免震重要棟に移動した後、2錠の安定ヨウ素剤を服用した記憶があるとしている。（3月13日）

服用までに時間がかかった原因としては防災資機材としての安定ヨウ素剤は免震重要棟に保管されており、中央操作室で従事している間は服用できなかったこと、事象発生後、混乱を極めており、中央操作室への搬入が困難であったことが考えられる。

また、医療班長からの服用指示についても空气中放射能濃度が高くなるであろうと推測される1号機原子炉建屋上部爆発直後ではなく、暫く時間をおいた後出されており、混乱していたことを裏付けている。

なお、安定ヨウ素剤の服用は放射性ヨウ素の吸入、または経口摂取が終わってから12時間以降には価値がない（ICRP Pub-63）とされていることを考慮するとその効果は小さかった可能性がある。

## (4) 評価結果の確定までに遅延

地震と津波、更には大量の放射性物質の放出に伴って福島第一原子力発電所と福島第二原子力発電所の WBC が使用できなくなった。

このため JAEA から車載型 WBC の貸与を受けて測定を開始したが、台数が少なく、測定が遅々として進まなかった。

内部被ばく線量の評価手法についても高い空气中放射性物質濃度レベルが長期間続くという通常時とは異なる放射性物質の摂取形態が考えられたことから確立まで時間を要した。

また、内部被ばく線量システムについても地震と津波に起因して使用できなくなり、データの入力、解析、データベース化、データチェック、未受検者の抽出、通知など、一連の作業が全て人的資源に頼らざるを得なくなった。

更に、車載型 WBC の運用を開始した初期においては個人データの収集が十分でなく、その後のデータベース構築の妨げとなっていた。

#### ( 5 ) 原因の推定

本来、中央操作室内は中央制御室換気系により非常時においても作業員の被ばくが相当程度抑えられる設計となっているものの、今回の事象においては全交流電源喪失により中央制御室換気系が機能しなかったため、運転員は限られた時間の中で地震対応に加えて自らの放射線防護に関しても精一杯の対応を行っていた。

この対応は限られた時間の中で取りうる最大限のものであったが、結果として以下の要因が重畳して放射性物質を取り込んだものと推定する。

- ① 事象の急速な進展にともない、マスクの適切な選択や装着、配備、安定ヨウ素剤の配備や服用の指示など、放射線管理上の防護措置を的確に行うことは非常に困難な状況であったこと。
- ② 異常事態の収束のため長時間中央操作室で作業を行うにあたり、中央操作室で飲食せざるを得なかったこと。
- ③ 職員 A にあってはマスクの装着にあたって眼鏡のテンプルにより隙間ができてしまったこと。
- ④ 職員 B にあっては空气中放射性物質濃度が高かったと推定される中央操作室非常扉（外部と通じる扉）付近で作業をしており、1 号機原子炉建屋上部爆発など不測の事態に即応した対応ができない状況であったこと。
- ⑤ 内部被ばく線量の確定までに時間を要した原因については WBC の確保が進まなかったこと、評価手法確立に時間を要したこと、データの処理能力が人的資源に委ねられたことが考えられる。

なお、この男性職員 2 名の他に 6 名が小名浜コールセンター、もしくは JAEA での暫定評価で実効線量が 250mSv を超えていた。

この 6 名については今後、詳細な評価を行い線量の確定を行うが、1 名が当直員、4 名が電源復旧や計装の復旧に携わった保全部の職員、1 名が放射線管理を行う運転管理部の職員で、いずれも放射線レベルが高い初期に原子炉建屋内やその近傍での困難な作業に携わった職員であった。

6 名の行動調査を行ったところ、3 名の者が眼鏡を着用しており、1 名がテンプルによる隙間を気にしていた。

また、この 3 名の内の 1 名を含む 4 名は環境線量が上昇し始めた極めて初期にマスクをしないか、ダストマスクで作業を行っていた。

特に運転管理部の職員は免震重要棟での出入り管理を行い始めた初期に免震重要棟入口で身体サーベイを担当した際にはマスクをしていない時期があったとしており、当直員の行動調査の結果や女性の線量限度を超えた原因と一致している。

これらのことから、この 6 名も原因は上記の原因と類似であったと考えられる。

## 5 . 再発防止対策

事象の規模、進展の早さから地震対応に加えて自らの放射線防護に関しても精一杯の対応を行っており、限られた時間の中で取りうる最大限の対応は行っていたものとするが、再発を防止する観点から、今回の事象を教訓として次の対策をとることとする。

- ① 「事象の急速な進展にともない、マスクの適切な選択や装着、配備、安定ヨウ素剤の配備や服用の指示など、放射線管理上の防護措置を的確に行うことは非常に困難な状況であったこと」については
  - a. 情報の共有化  
緊急時対策組織の各班が参加する会議等で各班の持つ情報を共有し、多角的な視点から判断・指示を確認しあうようにした。(3月15日)
  - b. 資機材の配備充実と使用  
今回の件を教訓にマスクやヨウ素剤などの資機材を適所に配備し、プラントに有意な変化が予測される場合には速やかに使用できるようにする。
- ② 「異常事態の収束のため長時間中央操作室で作業を行うにあたり、中央操作室で飲食せざるを得なかったこと」については
  - c. 飲食の制限  
福島第一原子力発電所 1~4 号機の中央操作室はもとより、法令等で定める管理区域の設定レベル（表面汚染、空气中放射性物質濃度）以上のエリアでの飲食を禁止する。
- ③ 職員 A の「マスクの装着にあたって眼鏡のテンプルにより隙間ができてしまっ

たこと」については

d. 保護具に関する啓蒙活動

福島第一原子力発電所免震重要棟はもとより、入口拠点である J-Village などに保護具に関する注意喚起のための掲示を行った。(5月21日、6月6日)

e. 保護具に関する教育

福島第一原子力発電所の現場に初めて入城する者については、入口拠点である J-Village で呼吸保護具を含む保護具の着用指導を行うとともに、簡易的な放射線教育を行う。

また、保護具の必要性と効果、使用方法について繰り返し教育すべく、社内に周知するとともに、東京電力契約部門から協力会社に、福島第一原子力発電所では災害復旧安全連絡協議会で会員会社に周知を図った。(共に6月10日)

f. 着実な保護具の装着

作業着手前に作業班長、もしくは脱着補助員が保護具の装着状況をチェックし、不備がないことを確認する。

g. 新たなマスクの採用

眼鏡のテンプルによるマスク装着不備に鑑み、密着度を高める、あるいは全体を覆うマスクなど現在使用しているマスク以外の型式について検討を行い、採用を進める。

④ 職員Bの「空气中放射性物質濃度が高かったと推定される中央操作室非常扉(外部と通じる扉)付近で作業をしており、1号機原子炉建屋上部爆発など不測の事態に即応した対応ができない状況であったこと」については

h. 作業前サーベイの充実と情報の共有

「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わる原因究明及び再発防止対策の策定等について」(原管発官 23 第46号)で報告した作業前サーベイの充実に加え、放射線マップなどを共有掲示板に掲示し、情報の共有を通して被ばくの低減を図る。

i. 適切な保護具の装着

作業前のサーベイを基に、作業環境に応じた保護具を選択することを徹底する。

⑤ 内部被ばく線量の確定までに時間を要したことについては

j. WBCの確保が進まなかったこと

福島第一原子力発電所の入口拠点である J-Village に WBC を早期に必要な台数配備することとする。(今年7月～8月に4台、11月からは更に6台を予定)

- k. 評価手法確立に時間を要したこと  
一次評価においてはスクリーニングを的確に行うため、保守的に厳しく設定することとし、詳細評価を確実に行うこととする。
- 1. データの処理能力が人的資源に委ねられたこと  
組織体制を含め、整備を進めるとともに、将来を見据えたシステムの最構築を図っていく。

## 6. 本報告前に発生したマスクに係わる不適合事象

### (1) マスクへのフィルターカートリッジの未装着について(6月13日発生)

#### a. 概要

福島第一原子力発電所の2号機取水口角落とし設置作業に従事した作業員が作業終了後の身体サーベイ時にマスクのフィルターが外れていることが判明した。

この作業者は身体サーベイ後、念のため小名浜コールセンターでWBCを受検した結果、内部被ばく線量は記録レベル未満であった。

#### b. 原因

原因を調査した結果、保護具を装着する際にフィルターを外して目張りを行い、再度フィルターを付けることなくそのままの状態で作業に入ったことが判明した。

##### <時系列>

- 8時00分頃 免震重要棟において保護具を着用しようとした際、タイベックとマスクの隙間をガムテープにて目張りを行うに当たり、隙間無く且つ容易に目張りができるよう防護マスクからフィルターを外して目張りを行った
- 8時30分頃 フィルターを装着しないまま免震重要棟から現場に向かい、2号機取水口スクリーンにて作業に従事した。
- 10時30分頃 作業を終了し、免震重要棟へ戻った後のサーベイを行ったところサーベイ実施者からフィルターの未着用を指摘された。  
この後、実施した免震重要棟における顔面の汚染確認サーベイに異常は認められず、外部被曝は0.51mSvであった。
- 13時55分頃 念のため小名浜コールセンターにてWBCを受検した結果、内部被ばく線量は記録レベル未満であった。

フィルターを装着しない状態で作業に入った原因としては次のことが考えられる。

- ・ 防護マスクからフィルターを取り外したにも関わらず、本人や目張りを行った作業仲間がフィルターを再装着し忘れた。

- ・ 同じ作業を行うチームのメンバーがフィルターの不備に気づかなかった。
- ・ 防護服装着に関するチェックが作業前の確認ルーチンに含まれていなかった。

### c . 再発防止対策

再発防止のため、次の対策をとる

- ・ マスク着用後は必ずリークチェックを行うことを周知・徹底する。(保護具に関する啓蒙活動、保護具に関する教育)
- ・ 現場出向前にペアになり装備が十分か指差し呼称で確認する。(保護具に関する啓蒙活動)
- ・ 災害復旧安全連絡協議会にて本件の不適合及び再発防止策を周知・徹底する。(保護具に関する啓蒙活動)

## ( 2 ) マスク着用エリアでの喫煙 ( 6 月 15 日発生 )

### a . 概要

マスク着用エリアである福島第一原子力発電所の物揚場にて、1号機原子炉建屋カバーリング工事におけるクローラクレーン (大型重機) の組立作業 (6月12日より開始) を行っていた作業員が、組立用クレーン操縦席で、全面マスクを外して喫煙していたところを、現場監理をしていた当社社員が発見した。

このマスク着用エリアでは放射線防護のため、飲食・喫煙が禁止されているエリアであり、これが守られていなかった。

この作業者は身体サーベイ後、念のため小名浜コールセンターでWBCを受検した結果、内部被ばく線量は記録レベル未満であった。

### b . 原因

作業員が警戒区域内で全面マスクを外して喫煙したことの原因を調査した結果、作業員独自の判断により全面マスクを外したことが判明した。

<時系列>

9 : 00 頃	物揚場にて 1 号機原子炉建屋カバーリング工事におけるクローラクレーンの組立作業を開始
11 : 05 頃	1 号機 R / B から物揚場までの現場を監理していた当社監理員が、作業員がクレーン操縦席で喫煙しているところを発見
11 : 08 頃	当社監理員が本事象について所管 G 責任者へ連絡し、作業を中止させた。
15 : 35 頃	念のため小名浜コールセンターにて W B C を受検した結果、内

部被ばく線量は記録レベル未満であった。

作業員が全面マスクを外し、喫煙を行った理由を本人からヒアリングした結果、作業現場の空气中放射性物質濃度が低いという誤った思いこみや気の緩みから、全面マスクを外しても大丈夫だろうと判断したとしている。

#### c . 再発防止対策

今回の事象は放射線下作業におけるルールを故意に破るものであることから再発防止として次の対策をとる。

- ・ 災害復旧安全連絡協議会等の機会を通じて、協力企業各社に嚴重注意を呼びかけるとともに、当社自身についても今一度、厳しく戒めていくことで綱紀肅正を図ることとする。(保護具に関する啓蒙活動)
- ・ 放射線下作業のルール(線量管理や装備等)や放射線防護に関する知識の教育を徹底して行うこととする。(保護具に関する教育)

上記(1)、(2)の事案における再発防止対策は5. d. e. f. に示した再発防止対策と共通するものであり、これを着実に行っていくことで類似の事案も防止できると考える。

## 8 . 添付資料

- (1) 時系列
- (2) 個人線量評価結果
- (3) 内部被ばく線量評価に時間を要したことに関する検証

以 上



## 時 系 列

<u>実施した放射線管理</u>		<u>当該職員の行動等</u>
平成 23 年		
3 月 11 日		
(14 時 46 分 東北地方太平洋沖地震発生)		
3 月 11 日		中央操作室でデータ採取、 4 号機 T/B 現場確認
3 月 12 日		
4 時頃	ベントの影響を考慮してマスクを準備	中央操作室でデータ採取、 4 号機 T/B 現場確認
4 時 50 分頃	免震重要棟から現場に行く人にチャコールマスク着用を指示 (緊急時対策本部)	1 号機南側で燃料給油作業
5 時 04 分	中央操作室でのダストマスク、現場でのチャコールマスクを指示 (当直長)	
14 時 30 分頃	1 号機ベント (原子炉格納容器の圧力低下)	
(15 時 36 分 1 号機原子炉建屋上部爆発発生)		
17 時 57 分	チャコールマスク着用を指示 (保安班長)	
3 月 13 日		
9 時 20 分頃	3 号機ベント (原子炉格納容器の圧力低下)	中央操作室でデータ採取 ベントラインのラインナップ (職員 A) 16 時頃 免震重要棟に移動
3 月 14 日		
(11 : 01	3 号機原子炉建屋上部爆発発生)	免震重要棟から中操へデータ採取 (6hr 程度)
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一時待避を指示	中央操作室でデータ採取 (職員 B : 最終現場作業)

		明け方、2Fへ移動 職員A：18日まで休暇 職員B：20日まで休暇
3月22日	JAEA所有のWBCを小名浜コールセンターに設置	
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14日		職員Aの現場作業最終日
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	
5月22日		職員Aが免震重要棟で勤務した最終日
5月29日		職員Bが免震重要棟で勤務した最終日
5月30日	当該職員2名の甲状腺の体内放射エネルギー（ヨウ素131）が高いことを確認 放射線医学総合研究所に当該職員2名の健康診断を依頼	
6月10日	放射線医学総合研究所より健康診断の結果を受領	

## 個人線量評価結果

## 【職員A】

職員 A  30 代	外部被ばく	APD 値	73.71mSv	88.08mSv
		免震重要棟滞在	5.62mSv (3月 3.56mSv、4月 2.06mSv)	
		移動線量	8.75mSv (3月 5.00mSv、4月 3.75mSv)	
	内部被ばく			590mSv
	合計			678.08mSv

## 【職員B】

職員 B  40 代	外部被ばく	APD 値	88.70mSv	103.07mSv
		免震重要棟滞在	5.62mSv (3月 3.56mSv、4月 2.06mSv)	
		移動線量	8.75mSv (3月 5.00mSv、4月 3.75mSv)	
	内部被ばく			540mSv
	合計			643.07mSv

## 内部被ばく線量評価に時間を要したことに関する検証

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により内部線量管理システムが使用できなくなり、放射性物質の摂取から把握まで時間を要していることから検証を行う。

### 1. 問題点の抽出

#### (1) WBC の問題点

福島第一原子力発電所では WBC を 4 台備えていたが、電源の喪失にくわえ大規模の放射性物質の放出に伴ってバックグラウンドが上昇し、使用できない状況になった。

このため、3月22日より日本原子力研究開発機構（以下 JAEA と言う）の所有する移動式全身カウンタ測定車を借り受け、小名浜コールセンターに設置して運用を開始した。

JAEA から借り受けた WBC の運用では、当社引き継ぎ当初は不慣れな点もあり 3 人/hr 程度の測定であったが、習熟に伴い現在では 6~8 人/hr 程度まで測定できるようになっている。

しかしながら、使用台数が 1 台のみであったことから 1 日あたりの測定者数は少なく、6月1日からは更に 1 台を借り受け、処理数の増加を図った。

また、初期（3月中）の対応に従事し、既に現場を離れた人の測定のために前出 2 台の他に 1 台を 5 月 9 日から借り受け、翌々日の 11 日から東京を含む関東圏での測定を開始した。

福島第二原子力発電所は WBC を 4 台備えていたが、津波の影響とバックグラウンドの上昇により使用できない状況であった。

このため、測定時間を延長するなど対策をとり 4 月 11 日からは 2 台が使用できるようになり、福島第二原子力発電所の従事者の測定（定期測定）が一段落した 5 月 23 日から福島第一原子力発電所で従事した方の測定を開始した。（4~6 人/hr）

柏崎刈羽原子力発電所でも 4 台の WBC を備えており、この内通常測定に使用される 3 台が当初より福島第一原子力発電所で従事した方の測定に使用されているが、福島地区から離れているため利用は少ない状況にあった。

これらのことから、被災直後は JAEA から借り受けた 1 台の WBC だけで対応しており、処理能力は 3 人/hr 程度であったが、現在は 30 人/hr 程度までになって

いる。(柏崎刈羽原子力発電所利用分を除く)

しかしながら、実際の利用は作業に従事する方の予定や、利用希望時間の重複などにより稼働率は半分程度となっている。

これは福島第一原子力発電所近傍で放射性物質の影響を受けにくく、かつ運用面から自由度の高い場所として小名浜コールセンターに WBC を設置したことから、交通の不便さなども影響していると考えられる。

## (2) 内部線量管理システムの問題点

内部線量管理システムは法令等に基づき、3 ヶ月毎に体内に摂取された放射性物質を評価するもので、通常は WBC により体内に残留する放射性物質を測定し、預託線量を評価している。

通常時は WBC で測定されたデータはコンピュータに自動で取り込まれ、データ解析、データベース化、データチェック、未受検者の抽出、通知など、一連の作業がシステム内で行われるが、このシステムが使用できなくなったことから、全て人的資源による手作業に委ねられることになった。

JAEA から借り受けた WBC には通信機能、データ解析機能が付随しておらず、受検から評価結果を得るまでに時間を要した

- ・ データの転送、解析：バッチ処理のため 1 日、データ解析：5 月 13 日まで  
JAEA で 実施しており約 1 週間、5 月 13 日からは東京電力で実施し約 1 週間
- ・ データベース化：手入力作業のため約 1 週間
- ・ データチェック：JAEA の WBC は一般住民の簡易測定を前提としていたため、備えていたチェックシートには個人情報に関する記載が不十分（社名、所属、の記載が無い、または氏名の記載等に統一性がない等）で、個人の特定などに約 2 週間を要した  
(4 月 20 日からは WBC の運用を東電環境エンジニアリングに委託発注し、収集データの項目を増やして充実を図った。)

また、通常時では比較的体内に取り込んだ時期が特定しやすい（身体汚染の有無や現場環境モニタリング結果等から）が、今回の事象のように空气中放射性物質濃度の高い状態が長期間に亘り続くような状態では、体内に取り込んだ時期が特定しにくいこと、WBC の不足などから受検までに時間を要し、受検者のヒアリングでも記憶が薄くなって作業期間の特定が困難であったことから、放射性物質の摂取時期を設定するまでに時間を要した。

これに加え、初期の測定では受検者の多くが身体汚染しており、2週間程度間隔を開けて（皮膚などに沈着したヨウ素が皮膚の新陳代謝ではがれ落ちるまでの時間）数回測定を繰り返さなくてはならないなど、データを得るまでに時間を要することとなり、受検者のヒアリング結果の確度低下を助長することとなった。

このため、一律的に摂取時期を設定して一次的な評価を行ってスクリーニングをかけ、一定レベル以上の値を示した方については詳細な評価を行うこととした。

この放射性物質の摂取時期の設定については検討の結果、5月23日に受検者の自己申告による作業期間の中間日を摂取時期としてスクリーニングすることとした。

しかしながら、この際には既に体内に残留するヨウ素が検出されない状況となっていたことから、環境モニタリングの結果（セシウムーヨウ素比）を用いてヨウ素摂取量を評価していたが、理論上、摂取したと想定されるヨウ素量を受検時期に戻すと検出されなければならないのに検出されないという矛盾が発生した。

このことから、環境モニタリング結果による摂取予測量と検出限界値の値が受検時に体内に残留していたと仮定して摂取時期に戻した摂取予測量の何れか低い値が真値に近いと考え、5月25日に採用した。

その後、今回の内部被ばく線量が高い事象が発生した。

データの評価についてはデータベースへの手入力を行い、入力データのチェック／修正、個人データのチェック／修正などを経て評価を行うため、効率の観点からバッチ処理としており、合わせて前述の評価手法の確立までの期間に溜まったデータの処理が進まなかったことにより、1バッチ目の一次評価終了までに時間を要した。

一方、4月27日に判明した女性職員の線量限度超え、4月30日に公表したAPDによる100mSv超えに対応した線量評価については1バッチ目の一次評価と切り離して評価を実施したため、女性職員の線量を評価した際の19名、100mSvを超過した21名、計40名の評価のみが先行して公表されることとなり、その後の停滞感を生ずる要因となった。

### (3) 組織体制の問題点

大規模な放射性物質の放出を伴う事象の発生により、本店にて福島第一原子力発電所のバックアップを図ることとしたが、線量管理に対する初期のバックアップ対応者は3人に限られていた。

一方、自動化された通常システムが停止したことによる手作業に頼る業務は膨大なマンパワーを要することから、人事面を含む要員の増員を順次図るとともに、臨時に組織された新たなチームを編成し、現在は委託員を含めて16人体制となっ

ている。

しかしながら、人的資源に頼るシステムを無から構築するには時間を要し、評価手法の確立が遅れる要因にもなったと考えられる。

その間 JAEA からの助言などを得て業務を遂行しており、その遅れは最小限に止められたと考える。

#### (4) 線量限度管理の問題点

線量限度の管理については「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わる原因究明及び再発防止対策の策定等について」(原管発官 23 第 46 号)に基づき、内部線量を考慮して外部線量は 200mSv を超えないよう管理していた。しかし、今回の事象は、地震直後から数日間の事象進展を止めるため作業に従事した際に摂取してしまったものと推定しており、プラントの事象進展が落ち着いてから内部を評価した結果として、線量限度を超過した。

## 2. 対策

### (1) WBC について

WBC については現在、J-Village を WBC の拠点とする計画で工事を進めており、この中では福島第一原子力発電所と福島第二原子力発電所の WBC の内、使用できる部分を流用し、7 月～8 月に 4 台の WBC を稼働させるとともに、7 月始めには JAEA の WBC を J-Village に建設中の遮蔽付き車庫に小名浜コールセンターから移設し運用を図る予定としている。

さらに 11 月からは新規に 6 台の WBC を導入する予定である。

これらが稼働した場合の受検処理数は次を考えている。

7 月～8 月	200 人程度／日
8 月以降	480 人程度／日
11 月～12 月	520 人程度／日
12 月以降	700 人程度／日

このことから、稼働率 (50%) を前提とすると 8 月以降については 1 回／3 ヶ月、12 月以降については 1 回／1 ヶ月の測定が可能であると考えられる。

### (2) 内部線量管理システムについて

評価手法については今回の内部被ばく線量が高い事象を踏まえ、作業開始日を放射性物質を摂取した時期とした。(ただし 3 月 11 日については環境に影響を及

ぼす事象の進展が見られないことから摂取時期を3月12日とした。)

この摂取時期は一番厳しい設定となる。

この結果や平行して行う行動調査を基に20mSvを超える方についてはJAEAの協力を得て詳細な評価を行うこととする。

このようにスクリーニング時の条件設定を厳しくすることにより最大限保守的な評価となり、詳細な評価を行う対象者は増えることになるが、協力をお願いするJAEAと綿密な連携を取ると共に、社内においても計画的に評価を行うため、JAEAでの評価前に行動調査を行うなどのシステム作りを行うこととする。

なお、WBCを用いた評価手法の妥当性についてはバイオアッセイなどによる評価を行い、確認を行うこととする。

また、実効線量を超えるおそれがある場合、または超えた場合には専門医による健康診断を受けることとする。

データの取扱については4月20日以降は個人データの収集データの項目を増やして充実を図り、データチェックに要する時間は短縮できるようになっており、評価を迅速に進めていくこととする。

### (3) 組織体制について

データ解析、評価、通知、管理の体制については6月28日に開設予定の「福島第一安定化センター」内に設置される保安環境部に線量管理を行う組織を新設し、体制の強化を図ることとする。

要員については線量管理に通じた人材を可能な限り配置し、業務の遅滞防止を図る。

### (4) 線量限度の管理

緊急時の線量限度超過を防止するため、「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わる原因究明及び再発防止対策の策定等について」(原管発官23第46号)で示した対策に加え、確実に線量限度を守り、ルールを明確にするという観点から次の対策を取る。

- WBCの評価で内部被ばくが一次評価で100mSvを超えた場合は当該者と同一行動で作業を行っていた者についてはWBCの評価結果が出るまで現場作業を禁止する。



- 実効線量で170mSvを超えた者については免震重要棟での作業のみに限る。  
（「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わる原因究明及び再発防止対策の策定等について」(原管発官 23 第 46 号) では 150mSv を検討ポイントとしていたが、170mSv を追加することでアクションの明確化を図った) (6月6日から実施)

<これまでの対策>

- 外部線量で 100mSv を超えた場合は WBC の評価を行う
- 外部線量で 150mSv を超えた場合は作業継続の可否を検討する。
- 実効線量で 200mSv を超えた場合は福島第一原子力発電所での作業に従事させない。

以 上