

## 特集：東京電力福島第一原子力発電所爆発事故後の労働者と緊急および除染作業者の被ばくと健康管理

### 話題

#### 東電発電所事故対応の緊急作業従事者と除染作業従事者の放射線障害防止対策及び健康管理

#### Radiation protection and health care management for emergency response and remediation / decontamination work involved in TEPCO Fukushima Daiichi NPP Accident

安井省侍郎  
Shojiro YASUI

厚生労働省安全衛生部  
Department of Occupational Safety and Health,  
Ministry of Health, Labour and Welfare

### 1. 序説

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所（以下「発電所」という）における事故に対応するため、電離放射線障害防止規則（以下「電離則」という）に規定する緊急被ばく限度が、事故直後の平成 23 年 3 月 14 日から 12 月 16 日まで、100 mSv から 250 mSv に一時的に引き上げられた<sup>1)</sup>。

緊急作業の実施中には、6 人の労働者が緊急被ばく限度を遙かに超える 600 mSv の被ばくを受けるなど、被ばく線量管理で様々な問題が発生した。厚生労働省（以下「厚労省」という）は、作業員の放射線防護と健康管理が適切に実施されるよう、発電所及び東京電力本店に対して累次の法令指示及び行政指導を実施した<sup>2,3,4)</sup>。

事故により大量に放出された放射性物質に汚染された地域の復旧のため、政府は法令<sup>5)</sup>に基づき、放射性物質の除染及び汚染廃棄物の処理等の作業を平成 24 年 1 月から開始した。厚労省は、除染等業務に従事する労働者に対する必要な放射線障害防止措置を法令で定め、その適切な実施を事業者に対して指導した<sup>6-8)</sup>。

本稿は、今回の事故の教訓を関係者で共有するとともに、

同様の事故が発生した場合に備えた準備の指針として活用されることを意図している。本稿では、まず、緊急作業中に発生した問題とそれに対する厚労省と東京電力の対応をまとめた後、そのような問題を回避するために必要となる事前の準備について説明する。さらに、除染作業における放射線障害防止措置を検討した際の主要な論点を説明する。

### 2. 方法

平成 24 年 8 月 10 日、厚労省は、事故の教訓をまとめ、他の原子力事業者における緊急作業に対する準備に関する通達を発出した<sup>9)</sup>。平成 24 年 1 月及び 7 月、厚労省は、専門家検討会の報告書を踏まえ、除染等業務に従事する労働者に対する放射線障害防止のための省令の制定及び改正を行った<sup>10-12)</sup>。平成 25 年 11 月、厚労省は、これらの情報をとりまとめて公表するとともに<sup>13)</sup>、英文冊子を発行した<sup>14)</sup>。本稿に記載されている事実関係は、他の文献が明示されていない限り、これら文献に基づいている。詳細については、個々の文献を参照されたい。

なお、本稿での見解や結論は、厚労省で事故対応業務を担当していた著者個人のものであり、厚労省の公式な見解ではない。

### 3. 発生した問題に対する厚労省及び東京電力の対応

#### 3.1. 放射線防護

緊急作業期間中、厚労省は、放射線防護に関する次のような問題を認め、東京電力に対して改善を指導した。

##### 3.1.1. 個人線量計の不足

津波のため多くの警報付き個人線量計（以下「APD」という）が使用不能となり、労働者数に比較して数が不足（3/15 頃には 320 個程度）したため、3/15-3/31 に一部の労働者について、作業グループに線量計を一つだけ配付し、代表者測定を行っていた。東京電力は、空間線量率が比較的低い屋外作業であって、被ばくにばらつきが見込まれない作業を対象にしていたが、この時期は高濃度の汚染廃棄物が散乱しており、代表者測定では被ばくを見逃す可能性があった。

厚労省は、事態把握後直ちに労働者全員に個人線量計を装着するよう指導した。東京電力は、4 月 1 日から他の原子力発電所から APD を確保し、全労働者に APD を装着させる運用に改めた。11/7 には、発電所で 4,100

連絡先：安井省侍郎 〒100-8988 千代田区霞が関 1-2-2 厚生労働省安全衛生部安全課  
(e-mail: yasui-shoujirou@mhlw.go.jp, syasui@st.rim.or.jp)

個, J ヴィレッジに 2,200 個を確保した。

### 3.1.2. 線量計貸し出し管理の不備

津波により電子式の管理区域入域管理システムが使用不能になったため、東京電力は、手書きの線量計貸し出し簿を作成し、氏名、所属、被ばく線量等の記録を行っていた。しかし、貸し出し簿への記載内容が不備、不正確なものがあり、個人の被ばく線量の合算（名寄せ）が困難となった。

厚労省は、労働者基本情報の入手、個人番号（ID）付き入構証の発行及び入退所管理の実施や、入構証に個人の識別可能な写真を付すよう指導した。東京電力は、免震重要棟では 4 月 14 日から、J ヴィレッジでは 6 月 8 日から、ID 番号が入った「作業員証」の発行を開始し、線量計の貸し出し簿に ID 番号を記載するようになった。さらに、7 月 29 日から J ヴィレッジで公的書類での本人確認の実施、写真入りの入構証の発行を開始し、8 月 8 日から作業員証とペアで使用を開始した。

### 3.1.3. 連絡先不明者の発生

個人線量の名寄せ作業を進めている中で、平成 23 年 6 月 20 日、線量計貸出名簿には記載されているが、実在が確認できない連絡先不明者がいることが判明した。その後、連絡先不明者は累増し、7 月 29 日には 174 人に達した。

厚労省は、東京電力に対し他の元方系列への確認、類似氏名の重複等の洗い出し等を指導するとともに、特別チームを編成して調査を実施するよう指導した。東京電力は、元方事業場と連携をとりつつ、貸出原簿の再確認、類似の氏名の確認、元方による再確認、専門調査会社の活用、行方不明者の氏名の公表等により、連絡先不明者を一人一人見つけ出した。しかし、10 人の者については、現時点でも発見できていない。

### 3.1.4. 内部被ばく測定の遅れ

事故に伴い、発電所内のホールボディカウンタ（以下「WBC」という。）が使用不能となったことに伴う WBC の不足による測定の遅延、被ばく評価の方法の変更や摂取日の特定等に時間を要したこと、特に高線量被ばく者については、専門機関において精密測定を行ったことなどにより、内部被ばく線量の確定に大幅な遅れが生じた。

厚労省は、東京電力に対し、3～4 月の緊急作業従事者の測定の優先実施と結果報告を指導するとともに、元方各社に対して、測定の促進と実施状況報告を指導した。東京電力は、日本原子力研究開発機構から 3 台の車載型 WBC の貸与を受けるとともに、既存の WBC の移設、新規購入等により、台数を増やし、7 月 10 日に、J

ヴィレッジに WBC センターを開設し、10 月 18 日には新設 6 台を加え、計 11 台を確保した。9 月より、全ての労働者に 1 月に 1 度の内部被ばく測定が可能となった。

### 3.1.5. 緊急被ばく線量限度超え

中央操作室にいた 6 名の緊急作業従事者が 250 mSv の被ばく限度を超過した（最高 678 mSv）。水素爆発以降の中央操作室内で  $^{131}\text{I}$  の濃度が高まった中でチャコールフィルター付きマスクを使用しなかったこと、マスクを外して飲食したことが原因とされた。

厚労省は、中央操作室で作業を行っていた者、内部被ばく線量が暫定で 100 mSv を超えている者を、線量が確定するまでの間、作業に就かせないこと、実効線量の暫定値が 200 mSv を超える 12 名について直ちに緊急作業から外すことを指導した。東京電力は、6 月 13 日、線量が確定するまでの間、該当者を被ばくのおそれのある作業から外すとともに、実効線量が 200 mSv を超えた者を発電所での作業から外した。

### 3.1.6. マスクの使用方法の不適切

事故発生から 3 ヶ月が経過した 6 月になっても、有意な内部被ばくが測定された労働者がなくならなかったため、厚労省がマスクの装着について現地調査を行ったところ、特にメガネ着用者で、マスクのリーク率が高かった（最高 56%、平均 17%）<sup>15)</sup>。

厚労省は、現地調査結果に基づき、①眼鏡着用者への対策、②顔にあったマスクの選択、③フィットテストの実施、④電動ファン付きマスクの導入、⑤教育内容の改善を指導した。東京電力は、マスクをメーカー・サイズ別に分類して貸し出すとともに、新規入場者教育を充実し、電動ファン付きマスクを導入した。平成 23 年 10 月以降、有意な内部被ばくは測定されていない。

### 3.1.7. 保護衣類等の不備

3/24、協力会社の作業員が、半長靴で 30 cm の水に浸かって作業したために、両足の皮膚が汚染（β線被ばくした）。

厚労省は、安全衛生管理体制の確立、作業開始前の放射線量測定、APD の警報による退避の遵守、有効な保護着、靴等の使用等について指導した。東京電力は、ゴム長靴の着用、被水する可能性がある作業ではアノラックを着用の徹底を図った。

### 3.1.7. 労働者教育の時間等の不足

5 月頃まで、緊急作業従事者に対して、放射線の影響、線量、保護具等に関する教育が 30 分程度しか行われていなかった。また、十分な教育の実施スペースが確保されておらず、教育できる人数は 1 回（30 分程度）につ

き 20 人程度に限られていた。

厚労省は、新規入場者を対象として、放射線の有害性、保護具の使用方法、応急措置・待避等の教育を実施するよう指導した。東京電力は、5月19日から法定の特別教育を東京で開始<sup>5)</sup>し、6月8日からJヴィレッジで特別教育を開始した。

### 3.2. 健康管理・医療体制関係

厚労省は、健康管理・医療体制整備に関して、次のような問題を把握し、改善を指導した。

#### 3.2.1. 臨時健診の実施

厚労省は、緊急被ばく限度の引き上げに伴い、急性放射線障害の予防のため、安衛法第66条第4項に基づき臨時健康診断の実施を東京電力に指示した。しかし、緊急作業の長期化に伴う健診実施対象者の累増による重層下請事業者の把握が困難となり、H23年6月時点で受診率は約6割に留まった。

厚労省は、当初、JCO事故(H11)を参考に、短期間の緊急作業を想定し、緊急作業終了後日数の指定された日(1, 2, 3, 5, 7, 14, 21, 28日後)に、血液検査、皮膚の検査、体重等について臨時健診の実施を指示したが、作業の長期化に伴い、作業継続中(100 mSv 超え・1か月超え)の健診実施を4月に追加指示した。厚労省は臨時健診の実施率を向上させるため、定期的な受診状況等の確認及び指導を行うとともに、8月5日に検査項目と臨時健診の実施時期を整理した。原子炉の状態を安定させる工程であるステップ2が完了した12月16日に原則として終了した。

#### 3.2.2. 原発内の医療体制の整備

事故発生から1月程度で傷病者25人、体調不良者31人が発生。さらに心筋梗塞事案が発生し、医師24時間常駐体制の構築が必要となったが、東京電力は独力で医療スタッフを十分に確保することができなかった。

厚労省は、関連医療機関に医療職の派遣の要請し、産業医科大学から主に日中に滞在する医師を派遣し、5/29に労災病院の医師と併せて24時間の医師常駐体制を構築<sup>16)</sup>した。東京電力は、7月に発電所構内に救急医療室開設し、緊急診療と健康管理・一般診療の分業化のため、Jヴィレッジ診療所に医師を配置した。

#### 3.2.3. 発電所からの患者搬送体制の構築

発電所内からの重症の傷病者を搬送時、地元消防の救急車が避難区域に入れなかったため、いわき市内の病院への搬送にはJヴィレッジ経由で1~2時間を要した。このため、救急搬送体制の構築、ドクターヘリの活用を図る必要があった。

厚労省は、搬送用車両の確保、放射性物質のスクリーニング方法を確認して医療機関に現地で受け入れを要請した。ドクターヘリについては、離発着場所の環境整備、運航会社の説得・テストフライトに関する連絡調整を実施した。8月以降、従来Jヴィレッジを経由して除染・車両交換必要であったものを、緊急時には汚染なしを確認すれば直接搬送が可能となった。離発着施設については、従来Jヴィレッジ近くの広野グラウンドを主に使用していたところ、平成24年2月より、福島第二原発が使用可能となった。

#### 3.2.4. 熱中症対策

緊急作業従事者は、全面マスク、タイベック、ゴム手等の重装備で炎天下で長時間の作業に従事するため、熱中症の発生が懸念された。厚労省は、①14時から17時の炎天下における作業の禁止、②作業時間の早朝シフト、③継続作業時間の上限設定、④作業開始前の健康チェック、⑤エアコン付き休憩室の整備、⑥熱中症教育の実施、⑦医療体制の整備を指導した<sup>17)</sup>。東京電力は、指導の措置に加え、熱中症の症状が出た者はすぐ作業から外すようにした結果、H24年夏期に熱中症(疑い含む)は計40名発生したが、重篤なものは発生しなかった。

#### 3.2.5. 宿泊施設と食事

発電所の周囲20km圏内が警戒区域に設定されたことに伴い、緊急作業従事者は、免震重要棟、福島第二原発体育館で雑魚寝を余儀なくされた。また、内部被ばく防止の観点から食事はレトルトに限定されており、作業員の健康状態の悪化や、疲労の蓄積による作業ミスが発生が懸念された。

厚労省は、寝具等を備えた睡眠又は仮眠場所の確保、疾病感染予防措置、栄養のある食事の確保を指導した。東京電力は、福島第二原発体育館に寝具を備えた120台の2段ベッド、30台のシャワーの設置するとともに、免震重要棟に42台の2段ベッドを配置した。さらに、Jヴィレッジ周辺に1,600人を収容可能な仮設寮を設置した。発電所内の放射性物質濃度の低下に伴い、食事をレトルトから弁当に変更するとともに、Jヴィレッジ内レストラン、福島第二原発の食堂を再開した。

## 4. 除染作業従事者の放射線障害防止のための新たな規制の制定

### 4.1. 除染作業と復興・復旧作業に対する規制

平成24年1月から、政府は、除染等作業及び廃棄物の処理等を開始した。これに伴い、除染等業務に従事する労働者に対する放射線防護措置が必要となった。しかし、既存の法令は、管理された放射線源を対象として、

屋内の管理区域で放射性物質を取り扱う「現存被ばく状況」を前提にしていた。このため、放射線源が散らばって管理不能であり、労働者が放射性物質を屋外で取り扱う必要がある「現存被ばく状況」に対応する新たな法令を制定する必要があった。

国際放射線防護委員会 (ICRP) の 2007 年勧告では、現存被ばく状況下での労働者の被ばく防護に関する記述はほとんどない<sup>18)</sup>。現存被ばく状況での対応に関する主たる勧告である ICRP Pub111 でも、職業被ばくについては若干の記載があるにすぎない<sup>19)</sup>。

このため厚労省では、専門家検討会により、検討を行った。専門家検討会は、①計画被ばく状況での放射線防護措置と同等以上のものであり、それら措置との整合性を担保すること、②発電所周辺状況において、円滑に実施可能なものであること、③住民に対する放射線防護措置との整合性があることという 3 つの原則に基づき、現存被ばく状況で必要となる放射線防護措置を報告した<sup>20)</sup>。厚労省では、報告を踏まえ、新たな規則である除染電離則を制定し、平成 24 年 1 月から施行した。

さらに、平成 23 年 4 月より、避難区域において復旧・復興作業が始まり、それら作業への従事者に対する放射線防護措置を規定するため、平成 24 年 7 月に除染電離則を改正した。厚労省は、専門家検討会の報告書を踏まえ<sup>21)</sup>、規制対象となる作業が多様多様にわたることから一律な規制を課すことは合理的でないと判断し、二つの指標により規制を段階的に適用することとした。

第一の指標は、作業場所の空間線量率である。計画被ばく状況での管理区域は、年間 5 mSv を超えるおそれのある区域に設定され、被ばく線量の測定や汚染拡大措置が義務付けられている<sup>22)</sup>。これに倣い、年間 5 mSv を年間労働時間である 2,000 時間で割り戻した 2.5  $\mu$ Sv/h を空間線量率の下限値として採用した。

第二の指標は、取扱う汚染廃棄物等の放射能濃度であ

る。計画被ばく状況では、国際原子力機関 (IAEA) が、放射性物質として規制が適用される濃度と量の下限值 (規制免除レベル) が定められている<sup>23)</sup>。厚労省は、汚染土壌等の支配核種である Cs-137 と Cs-134 に対する規制免除レベルの濃度である 1 万 Bq/kg を規制対象物の下限値として採用した。

#### 4.2. 除染廃棄物等の処分に係る新たな規制

事故由来廃棄物等の処分の業務での放射線障害防止については、放射線源である廃棄物等が管理可能な状態であるため、従来の法令である電離則<sup>24)</sup>が適用される。しかし、事故由来廃棄物等の量が非常に多く、施設の規模が大きいこと、破碎や埋立ての作業があること、空間線量率が高い地域において作業を行うことがあることから、厚労省は、専門家検討会の報告書を踏まえ、平成 25 年 7 月に電離則を改正し、処分業務に適用可能な新たな規定を設けた。

#### 5. 発電所での放射線業務従事者と除染等業務従事者の被ばく線量分布の推移

発電所で緊急作業が行われていた平成 23 年の 3 月から 11 月の被ばく線量については、月別の最大線量と平均線量はそれぞれ 21.51 mSv と 4.69 mSv であった (図 1)。その後の月別の線量は、約 1.40 mSv から約 0.5 mSv 程度まで減少したが、平成 27 年に入ってから増減を繰り返している。月別の線量が 5 mSv を超えた者の人数は、300 人程度を中心にして増減を繰り返し、高止まりしている (図 2)<sup>26)</sup>。

除染等業務従事者の被ばく線量分布を表 1 に示す<sup>27,28)</sup>。従事者の人数は平成 24 年の 11,058 人から平成 26 年の 34,611 人まで一貫して増加している。年平均線量は平成 24 年から平成 25 年にかけては 0.5 mSv であ

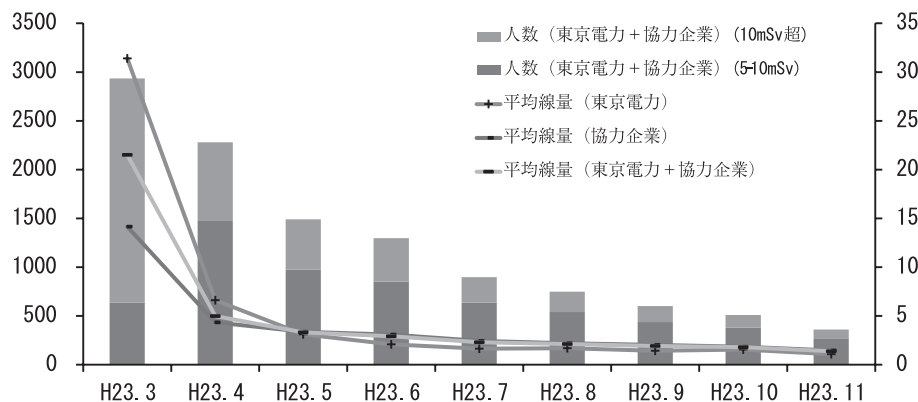


Fig. 1. Trend of Radiation Exposure of Workers at Fukushima Daiichi NPP (March-November 2011).

図 1 東電福島第一原発における緊急作業従事者の被ばく線量の推移

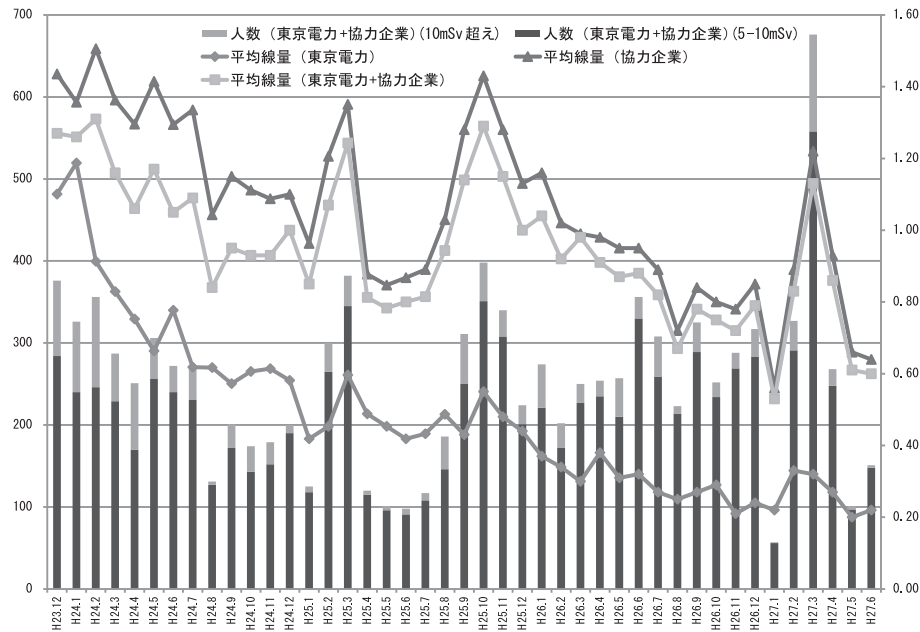


図2 東電福島第一原発における放射線業務従事者の被ばく線量の推移。

たが、平成 26 年は 0.7 mSv に増加した。通常の原子力発電所の放射線業務従事者の被ばく線量が年間 1 mSv 程度であるため、その 5 割から 7 割程度である<sup>29)</sup>。一方、年間線量が 5 mSv を超えた人数は、平成 24 年の 162 人から平成 26 年の 10 人まで一貫して減少しており、被ばく線量が平準化している。最大線量については、平成 24 年から平成 26 年にかけて 13.9 mSv、6.7 mSv、10.4 mSv となっている。

6. 考 察

6.1. 放射線防護及び健康管理に関する教訓

厚労省では、平成 24 年 8 月 10 日、同様の事故が発生した場合に他の原子力発電所で同様な問題が発生しないよう、原子力事業者があらかじめ準備しておくべき事項と事故後に実施すべき事項をまとめた通達を发出した。その主要内容は以下のとおりである。

a) 放射線管理に関して、以下の系統的な準備が必要である。①発電所で事故が発生した場合、発電所単独では作業員の被ばく線量管理を完遂することは不可能であり、本店又は避難区域外の支援施設による助力が必要不可欠である。②元請各社も自力で請負会社の作業員に対する線量管理を実施する能力が必要である。③原子力事業者は、事前のマニュアルの整備、個人用保護具と APD の備蓄、非常用の線量管理システムと WBC の準備しておく必要がある。④装備品の備蓄や非常用システムの準備については、事故が発生した場合に迅速に輸送、移設することを内容とする原子力事業者間の協定を

表 1 除染等業務従事者の線量分布 (年別)

年	平成 24 年	平成 25 年	平成 26 年
実効線量 (E) (mSv)	人数 (人)	人数 (人)	人数 (人)
E ≤ 1	9,989	17,569	26,358
1 < E ≤ 2	616	2,283	7,092
2 < E ≤ 3	122	504	990
3 < E ≤ 4	103	135	130
4 < E ≤ 5	66	33	31
5 < E ≤ 7.5	102	40	9
7.5 < E ≤ 10	28	0	0
10 < E ≤ 15	32	0	1
15 < E ≤ 20	0	0	0
20 < E	0	0	0
合計	11,058	20,564	34,611
平均線量	0.5	0.5	0.7
最大線量	13.9	6.7	10.4

あらかじめ結ぶことで、より安定的になる。

b) 事故時の個人線量を低減させるために、以下の教訓が共有されるべきである。①内部被ばくを防止するため、緊急時に待機場所の空気中の放射能濃度を測定すること、労働者が数日間留まるのに十分な数の有効な呼吸用保護具とフィルターを待機場所等あらかじめ備蓄しておくこと、緊急作業従事者、特に、普段マスクを着用しない者に対して、マスクの装着とフィッティングテストの方法を教育を実施することが必要である。②不要なベータ線被ばくを避けるため、放射性物質を含む汚染水を扱う作業では、防水具及び長靴等の着用が必要不可欠

である。③外部被ばくを低減するため、作業前に作業場所の空間線量率を測定し、それに基づく適切な作業計画を策定する必要がある。④遠隔操作車両やタンクステン遮蔽ベストの導入は、被ばく低減に寄与する。

c) 緊急作業従事者に対する健康管理を適切に実施するためには、以下の事項が重要である。①政府は、大規模な原子力災害が発生した場合に、原子力施設内に医師等を派遣するための全国的なネットワーク組織を事前に構築しておく必要がある。②原子力事業者、周辺医療機関、消防等は、事前に役割分担等を明確にした合意文書を作成しておくとともに、全ての関係者が参加する緊急時対応訓練を定期的に行い、事前に問題点を洗い出し、解決しておくことが必要である。③原子力事業者は、発電所から一定の距離をもった安全な場所に支援施設を設けておき、緊急時にはそこに仮眠・休憩施設を設営する必要がある。④食事については、付近の原子力施設と備蓄食糧の融通について事前に取り決めておくとともに、可能な限り温かい食事を配給できるよう、停電時にも使用可能な給湯器や電子レンジなどの加熱器具についても事前に準備しておくことが必要である。⑤緊急作業従事者に対し、健康診断やメンタルヘルスを含む保健指導について、長期健康管理を実施する必要がある。

## 6.2. 現存被ばく状況における新たな放射線防護法令に関する今後の課題

### 6.2.1. 除染作業及び復旧・復興作業

厚労省は、計画被ばく状況を前提として体系づけられている放射線防護規制を現存被ばく状況に当てはめる際、困難に直面し様々な運用上の工夫を行うアプローチをとった。今後、現存被ばく状況により合致する規制システムを構築するためには、以下の事項について、さらなる調査研究が必要である。

a) 除染電離則では、粉じんの濃度に放射能濃度を乗じることで空気中の放射性物質の濃度を推定し、必要なマスクの保護レベルや内部被ばく測定の方法を規定したが、この推定方法の妥当性を裏付ける科学的実証データが求められる。

b) 土壌等の放射能濃度と身体汚染との関係について、土質の種類に応じた関係を実証的に見いだすことができれば、汚染検査が必要とされる基準をより適切に設定することができる。

### 6.2.2. 除染廃棄物の処分作業

除染廃棄物の処分での規制の検討における論点は、2点に集約される。最初の論点は、3,000万トンともされる膨大な除染廃棄物を円滑に処分するための必要な作業効率の確保と、作業者の放射線防護を両立させることであった。この対立は、除去土壌の埋め立ての規制を検討

の際に、最も深刻であった。もう一つの論点は、通常の廃棄物等を取り扱ってきた既存の処分施設に対して、事故由来廃棄物に関する新たな規制をどのように適用していくかという問題であった。これらについては、労働者の安全を確保しつつ、特例的な対応を可能とする規定が設けられた。

## 7. 結論

事故後に発生した放射線防護に関わる問題は、東京電力が過酷事故に備えて系統立った準備を行っていれば、発生しなかったか、発生しても深刻なものには至らなかったと考えられる。この教訓を踏まえ、原子力事業者は事前に系統だった準備を行っておく必要がある。

現存被ばく状況での放射線障害防止対策については、さらなる科学的データの収集が必要である。

## 文献

- 1) Yasui, S., 250 mSv: Temporary Increase in the Emergency Exposure Dose Limit in Response to the TEPCO Fukushima Daiichi NPP Accident and its Decision Making Process. *J Occup Environ Hyg* (2015), 12(4) D35-D42
- 2) Yasui, S., Lessons learned: Radiological protection for emergency workers at the TEPCO Fukushima Daiichi NPP (Part 1). *J. Occup. Environ. Hyg.* 10(11) (2013): D151-D158.
- 3) Yasui, S., Lessons learned: Radiological protection for emergency workers at the TEPCO Fukushima Daiichi NPP (Part 2). *J. Occup. Environ. Hyg.* 10(12) (2013): D163-D171.
- 4) Yasui, S., Lessons Learned: Medical and Health Care Management for Emergency Workers at the TEPCO Fukushima Daiichi NPP Accident. *J. Occup. Environ. Hyg.* 11.5 (2014): D49-D58.
- 5) 平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法（平成二十三年法律第百十号）
- 6) Yasui, S. New Regulations for Radiation Protection for Work Involving Radioactive Fallout Emitted by the TEPCO Fukushima Daiichi NPP Accident-Disposal of Contaminated Soil and Wastes. *J. Occup. Environ. Hyg.* 11(10) (2014): D147-D156.
- 7) Yasui, S., New Regulations for Radiation Protection for Work Involving Radioactive Fallout Emitted by the TEPCO Fukushima Daiichi APP Accident-Application Expansion to Recovery and Reconstruction Work. *Journal of occupational and environmental hygiene*, (2014) 11(8) D105-D114

- 8) Yasui, S. New Regulations for Radiation Protection for Work Involving Radioactive Fallout Emitted by the TEPCO Fukushima Daiichi APP Accident - Disposal of Contaminated Soil and Wastes. *Journal of occupational and environmental hygiene.* (2014) 11(10) D147-D156
- 9) 厚生労働省. 原子力施設での緊急作業に備えた安全衛生管理対策の指導を強化します～放射線業務の安全衛生管理対策で、関係労働局長に通達～. 2012年8月10日. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002h9ko.html>
- 10) 厚生労働省. 除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のための省令の公布及びガイドライン制定. 2011年12月22日. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001yy2z.html>
- 11) 厚生労働省. 除染以外の復旧・復興作業などでも放射線障害防止のための措置が義務づけられます～除染電離則を一部改正し7月1日から施行～. 2012年6月15日. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002czvf.html>
- 12) 厚生労働省. 事故由来廃棄物などの処分業務に従事する労働者の放射線障害防止のための省令の公布とガイドライン策定～電離放射線障害防止規則を一部改正し7月1日から施行～. 2013年4月12日. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002znfo.html>
- 13) 厚生労働省. 「地震発生以後の経過」 [http://www.mhlw.go.jp/shinsai\\_jouhou/keii.html](http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/keii.html)
- 14) Ministry of Health, Labour and Welfare, “Response and Action Taken by the Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan on Radiation Protection at Works Relating to TEPCO’s Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident 2nd Edition (FY of 2014),” 31 March 2015. Available: [http://www.mhlw.go.jp/english/topics/2011eq/workers/ri/gr/pr\\_150331\\_a01.pdf](http://www.mhlw.go.jp/english/topics/2011eq/workers/ri/gr/pr_150331_a01.pdf)
- 15) 厚生労働省. 東京電力福島第一原発の復旧作業で使用している「呼吸用保護具」の装着に当たっての対応策. 2011年10月14日. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001rilk.html>
- 16) 厚生労働省. 福島第一原発で常時医師を配置する体制が整いました. 2011年5月27日. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001dnaj.html>
- 17) 厚生労働省. 東電福島第一原発における熱中症予防対策の強化を指導. 2011年6月10日. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001f4ob.html>
- 18) ICRP. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. 2008. *Ann. ICRP* 37(2-4)
- 19) ICRP.. Application of the Commission’s Recommendations to the Protection of People Living in Long-term Contaminated Areas After a Nuclear Accident or a Radiation Emergency. ICRP Publication 111 2009 *Ann. ICRP* 39(3)
- 20) 厚生労働省. 除染作業等に従事する労働者の放射線障害防止に関する専門家検討会」の報告書が取りまとめられました. 2011年11月28日. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001wd45.html>
- 21) 厚生労働省. 避難区域の見直しに伴う復旧・復興作業従事者の放射線障害防止対策について専門家検討会の報告書を取りまとめました. 2012年4月27日. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000029bd4.html>
- 22) ICRP: General Principles for the Radiation Protection of Workers. ICRP Publication 75 (1997) *Ann. ICRP* 27 (1)
- 23) IAEA. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. 1996. *IAEA Safety Series*, No.115
- 24) 電離放射線障害防止規則（昭和四十七年九月三十日労働省令第四十一号）
- 25) 厚生労働省. 除染廃棄物などの処分に従事する労働者の放射線障害防止対策を取りまとめました. 2013年2月14日. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002v852.html>
- 26) 東京電力株式会社. 福島第一原子力発電所作業員の被ばく線量の評価状況について. 2015年10月30日. [http://www.tepco.co.jp/cc/press/2015/1262987\\_6818.html](http://www.tepco.co.jp/cc/press/2015/1262987_6818.html)
- 27) 放射線影響協会, 厚生労働省, 環境省. 除染作業等者の被ばく線量等の集計結果を公表します. 平成27年4月15日. [http://www.rea.or.jp/chutou/koukai\\_jyosen/honbun-press.pdf](http://www.rea.or.jp/chutou/koukai_jyosen/honbun-press.pdf)
- 28) 放射線影響協会. 除染等業務従事者等被ばく線量登録管理制度における統計資料の公表について. [http://www.rea.or.jp/chutou/koukai\\_jyosen/H26nen/honbun\\_jyosen-h26.htm](http://www.rea.or.jp/chutou/koukai_jyosen/H26nen/honbun_jyosen-h26.htm)
- 29) 原子力安全基盤機構. 原子力施設運転管理年報平成25年版. <https://www.nsr.go.jp/archive/jnes/atom-library/unkan/unkanhp2013/book1/book.pdf>