

福島第一原子力発電所事故に関する放射線防護上の課題

- 日本保健物理学会の対応と提言 -

平成24年4月17日

(社)日本保健物理学会



1. はじめに

東北地方太平洋沖地震およびそれが引き起こした津波による東日本大震災と福島第一原子力発電所の事故は、日本にとって大きな衝撃であり、まず、ここに被災されたすべての方々にお見舞い申し上げたい。一般社団法人日本保健物理学会は、福島第一原子力発電所事故を受け、事故早期の段階から、一般公衆向けのQ&Aサイトを学会ホームページ上に開設し、放射線防護の専門家集団として社会からの疑問に応える活動を続けてきた。また、平成23年6月16日には「原子力防災対策とその基準」、8月12日には「公衆の被ばく」に焦点を当てたシンポジウムを開催し、10月18日には、第44回研究発表会において福島原子力事故関連セッションを設け、個別のテーマについて理解や議論を深めてきた。さらに、12月17日には、内部被ばくを中心にした被ばく評価と廃棄物管理をテーマにした総括的な福島事故対応シンポジウムを開催し、上述の震災後約1年間の一連の学会活動を総括した議論を行い、放射線防護上の重要な今後検討すべき課題を見出すに至った。本学会は、保健物理に関する学術および技術の開発を促進し、その成果を社会ならびに実務に反映させることによって、広く人類の繁栄に寄与することを目的とした設立趣旨に則り、福島第一原子力発電所事故対応から得られた知見・教訓をもとに、放射線防護の観点からの課題をとりまとめ、自らも含めた社会に対して、本学会の対応と提言を発表する。

2. 放射線防護上の課題とその論点

過去3回にわたって開催してきた福島第一発電所事故対応シンポジウムおよび第44回研究発表会における議論をもとに、放射線防護上の重要な課題は、事故後の経過とともに推移した被ばくの状況に応じて、下記のように11の課題に取りまとめることができる。

1) すべての状況に係る共通課題

- (課題1) 放射線リスクに対する公衆の不安・疑問への対処方法
- (課題2) 空間線量率、表面汚染密度、食品中の放射性物質濃度等の測定方法

2) 緊急時被ばく状況に係る課題

- (課題3) 屋内退避・避難基準
- (課題4) 安定ヨウ素剤投与
- (課題5) 食品・飲料水摂取制限の考え方
- (課題6) 除染のためのスクリーニング基準

- (課題 7) 緊急作業従事者の線量限度
- (課題 8) 放射性ヨウ素による甲状腺等価線量の事後調査

3) 現存被ばく状況（すでに広域に放射性物質が存在している状況）に係る課題

- (課題 9) 校庭、飼料、作付土壌、肥料、水浴場等の利用判断基準
- (課題 10) 警戒区域内への一時立入りの方法
- (課題 11) 放射性セシウムを含むがれき、汚泥および除染土壌等の廃棄物管理

以下に、上記の課題毎に論点を整理し、今後、検討あるいは対処すべき方向性を取りまとめる。

2.1 すべての状況に係る共通課題

(課題 1) 放射線リスクに対する公衆の不安・疑問への対処方法

(論点)

- ・食品・飲料水への不安

食品や飲料水は生活必需品であり、公衆は、毎日のようにその商品を購入する際に、リスクを懸念しながら、購入する/しないの判断を求められている。食品・飲料水の規制値に対する正しい理解と食品・飲料水の測定が実際にどのようななされていて、それが正確に消費者に伝えられるのかの検証が重要ではないか。

- ・ホットスポットへの不安

関東地方の広い地域で、汚泥や焼却灰中に、高濃度の放射性物質が認められる状況があり、また、居住地域の周辺でも、周辺に比べて比較的高濃度の放射性物質が観測されるケースがあるが、人に与える放射線影響の観点で被ばく線量を評価すれば、その被ばく量は小さいと試算されている。地域の住民のニーズに応え、線量評価結果を適切に住民に伝えることが重要ではないか。

- ・校庭、飼料、土壌、肥料、水浴場等の利用判断基準への不安

各基準を導出する際の被ばくシナリオやパラメータは、保守的に仮定されているが、どの程度の大きな保守性があるため安心して良いのかを、各基準の導出方法も含め、判り易く正しく伝えることが重要ではないか。

- ・妊婦・胎児・子供への不安

一般に、妊婦・胎児・子供への放射線の感受性は大きく、放射線リスクは大きいことが知られているが、国際基準に準拠する現行の国内の放射線防護体系では、緊急時の小児甲状腺被ばくを対象にした防護体系以外は、その感受

性は考慮されていない。被ばく量が小さいから安心というだけの説明では不足しており、若年層の比較的高い放射線リスクと一般公衆に対する判り易い説明性も考慮して、バランスの取れた放射線防護体系の再構築が求められているのではないかと。

(課題 2) 空間線量率、表面汚染密度、食品中の放射性物質濃度等の測定方法
(論点)

・ 空間線量率の測定方法

放射性プルーム（放射性雲）を測定対象にして過去に自治体に設置されていた空間線量率計の中には、自治体の建屋の屋上に設置されていたものもあり、放射性物質で汚染された土壌上の空間線量率は、測定位置の高さ依存性を考慮に入れる必要がある。また、サーベイメータでホットスポットを探す場合の測定には短い時定数を選択するなど、測定の目的に応じた空間線量率の測定方法が標準化されるべきではないか。

・ 高バックグラウンド計数率の考慮

表面汚染密度の測定には、GM 型表面汚染用サーベイメータが用いられることが多いが、このような表面汚染用サーベイメータは、測定面以外の部位から入射する γ 線によっても低いながら感度を有するため、表面汚染密度を測定する場合、測定された計数率からその場所の γ 線の空間線量率に比例して大きくなるバックグラウンド計数率を差し引いた、正味の計数率に基づく測定方法が標準化されるべきではないか。

・ 食品中の放射性物質濃度の簡易測定方法

食品中の放射性物質濃度が、規制値以下であることを確認するためには、高精度な Ge 半導体検出器を用いることが多いが、この検出器は、購入費が高価で、かつ、測定を依頼する場合にも大きな費用を要する。このため、比較的安価な NaI(Tl) シンチレーション式検出器を用いた簡易な測定で、スクリーニング測定を行う場合も考えられる。このような簡易測定を行う場合には、バックグラウンド計数率を適切に低減するための遮蔽材等が必要となる場合があり、検出限界と規制値の関係を考慮した正しい測定方法が標準化されるべきではないか。

・ 全身カウンタ（ホールボディカウンタ）やバイオアッセイ法による内部被ばく線量の評価方法

全身カウンタやバイオアッセイ法による内部被ばく線量評価は、測定対象とする核種に応じて校正をどのように行うか、また、摂取時期の想定によって線量換算係数をどのように与えるかなど、実効線量の評価結果を大きく左右する大きな問題を有しており、これらを適切に考慮した正しい評価方法が標準化されるべきではないか。

- ・甲状腺のスクリーニングレベル ($0.2 \mu\text{Sv/h}$) の測定方法
 事故後に新たに確立された、 100mSv の1歳児の甲状腺等価線量に相当する甲状腺検査のスクリーニングレベル ($0.2 \mu\text{Sv/h}$) は、測定時に、被測定者の甲状腺とサーベイメータとの距離を一定化することや、指示値からバックグラウンドの空間線量率を適切に差し引く必要があり、これらを適切に考慮した正しい評価方法が標準化されるべきではないか。

2.2 緊急時被ばく状況に係る課題

(課題3) 屋内退避・避難基準

(論点)

- ・他の緊急時の基準とのバランス (課題4、課題5の論点と同様)
 現行の体系では、屋内退避・避難基準、安定ヨウ素剤の配布、食品・飲料水摂取制限のための暫定規制値は、それぞれが独自の考え方で決められているが、緊急時に対する各基準は、例えば、安定ヨウ素剤は避難指示後の避難所等で配布することになっているなど相互に深く関係しており、全体を俯瞰した考え方にに基づき決定することが重要ではないか。
- ・長期的な緊急状況の想定と電気・水等のインフラ確保 (課題5の論点と同様)
 現行の体系では、一過性の緊急時対応を前提にして基準が決められているが、電気・水等のインフラ確保とのバランスも考慮し、継続的な緊急事態にも対応できる基準の整備が必要ではないか。
- ・SPEEDI、海洋拡散シミュレーションの活用
 緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム (SPEEDI) や海洋拡散シミュレーションの計算結果については、地元自治体や避難住民が積極的に活用することができるよう早期に公表するべきではないか。
- ・計画的避難区域の方針決定に係る住民との対話
 計画的避難区域は、年間線量に対して避難を推奨する比較的時間の余裕がある避難形態であり、計画的避難区域の指定や避難完了までの時期について、地元自治体と十分協議してから決定すべきではないか？
- ・防災対策を重点的に充実すべき範囲 (課題4の論点と同様)
 今回の事故の広域にわたる汚染拡大を考慮し、原子力発電所から半径8~10km圏を目安に設定している防災対策の重点区域 (EPZ) を、地元自治体と良く協議した上で見直す必要があるのではないか。

(課題4) 安定ヨウ素剤投与

(論点)

- ・他の緊急時の基準とのバランス（課題3、課題5の論点と同様）
 現行の体系では、屋内退避・避難基準、安定ヨウ素剤の配布、食品・飲料水摂取制限のための暫定規制値は、それぞれが独自の考え方で決められているが、緊急時に対する各基準は、例えば、安定ヨウ素剤は避難指示後の避難所等で配布することになっているなど相互に深く関係しており、全体を俯瞰した考え方にに基づき決定することが重要ではないか。
- ・防災対策を重点的に充実すべき範囲（課題3の論点と同様）
 今回の事故の広域にわたる汚染拡大を考慮し、原子力発電所から半径8～10km圏を目安に設定している防災対策の重点区域（EPZ）を地元自治体と良く協議した上で見直す必要があるのではないか。

（課題5）食品・飲料水摂取制限の考え方

（論点）

- ・他の緊急時の基準とのバランス（課題3、課題4の論点と同様）
 現行の体系では、屋内退避・避難基準、安定ヨウ素剤の配布、食品・飲料水摂取制限のための暫定規制値は、それぞれが独自の考え方で決められているが、緊急時に対する各基準は相互に深く関係しており、例えば、暫定規制値導出根拠の線量基準は、全体を俯瞰した考え方にに基づき決定することが重要ではないか。
- ・長期的な緊急状況の想定と電気・水等のインフラ確保（課題3の論点と同様）
 現行の体系では、規制値導出に崩壊による減衰を考慮して、一過性の緊急時対応を前提にして基準が決められているが、電気・水等のインフラ確保とのバランスも考慮した上で、継続的な緊急事態にも対応できる基準の整備が必要ではないか。
- ・食品カテゴリー
 事故前に規定されていた食品の暫定基準値は、例えば、魚に対する放射性ヨウ素の基準が与えられていなかった。食品のカテゴリーを、年間摂取量の統計や食品に対する放射線モニタリング結果の実態も考慮して見直す必要があるのではないか。
- ・代表核種以外の核種の想定範囲
 放射性セシウムに対する食品の暫定基準値は、保守的に Cs-137 : Sr-90 = 1 : 0.1 の割合を仮定し、放射性ストロンチウムの影響も含めて導出されているが、食物連鎖の中で、例えば、魚類の骨部にストロンチウムが濃縮されていく可能性があることから、食品の暫定基準値は、海産物のストロンチウムのモニタリング結果も考慮して見直す必要があるのではないか。

(課題 6) 除染のためのスクリーニング基準

(論点)

・基準値 (100kcpm、13kcpm) の放射線防護上の妥当性

現地対策本部は、3月20日、除染のための表面汚染のスクリーニング基準を原子力安全委員会の助言に基づき、IAEA (国際原子力機関) が「放射線緊急事態の初期対応者へのマニュアル」において規定した一般住民の体表面汚染に対する除染の基準である $1\mu\text{Sv/h}$ (10cm離れた場所での線量率) に相当する 100kcpm (1分間当たり 10万カウント) に引き上げた。また、9月16日以降は、スクリーニングレベルについては、モニタリングの結果や入退域の状況等を総合的に勘案し、適切に定めて段階的に低減していくことが望ましいとする同委員会の助言に基づき、13kcpmに引き下げられた。これらの基準が、どのような核種に対して、どの程度の線量基準に相当するのか、また、他の緊急時の線量基準とのバランスを考慮した上で、放射線防護上の妥当性を確認する必要があるのではないかと。

・GMサーベイメータの放射線計数の数え落とし

表面汚染サーベイメータは、多くの場合、GM型表面汚染用サーベイメータが用いられる。GM計数管の場合、100kcpm程度の高計数率での測定になると、分解時間が長いことから不感時間が発生し、20%程度以上の放射線計数の数え落としが発生する。放射線防護上の妥当性の確認には、このような放射線計測上の問題も加味する必要があるのではないかと。

(課題 7) 緊急作業従事者の線量限度

(論点)

・250mSvの線量限度への変更

放射線審議会基本部会は、ICRP (国際放射線防護委員会) の2007年勧告の国内制度等への取入れに係る第二次中間報告書において、我が国の現行の規制 (線量限度 100mSv) は、人命救助のような緊急性及び重要性の高い作業を行う上で妨げとなることから、国際的に容認された推奨値との整合を図るべきであると示唆した。一方、経済産業大臣らは3月16日、緊急作業者の被ばく線量の上限值を 100mSv から 250mSv に変更する旨を放射線審議会に諮問し、同審議会は、3月26日に妥当であるとの答申を行った。他の様々な緊急時対応の措置が、国際的に容認された考えに準拠して講じられていることと、国際的に容認された ICRP の推奨値 (救命作業: 制限なし、その他の緊急の救助作業: 1,000mSv または 500mSv、その他の救助作業: 100mSv) を考慮すると、500mSv を導入するべきではないかと。

- ・緊急時に受けた被ばく線量と平常時の放射線業務従事者の線量限度 (50mSv/y、100mSv/5y) の関係

緊急時に受けた被ばく線量を、平常時の放射線業務従事者の線量限度 (50mSv/y、100mSv/5y) の被ばく線量管理に含めて行くと、緊急時に 100mSv を超える被ばく線量を受けた放射線業務従事者は、当面の間、放射線業務に従事する権利を奪われることになる。今回の事故対応では、国際的に容認された推奨値よりも低くなるように緊急作業従事者の線量限度に 250mSv を採用した経緯と、現行の放射線業務従事者に対する線量限度は生涯線量 1,000mSv をベースに定められていることを踏まえると、緊急時に受けた被ばく線量は、平常時の放射線業務従事者の線量限度 (50mSv/y、100mSv/5y) の被ばく線量管理の別枠として管理すべきではないか。

(課題 8) 放射性ヨウ素による甲状腺等価線量の事後調査

(論点)

- ・ SPEEDI による拡散予測と住民の行動調査

事故後、早期の段階に住民が受けた放射性ヨウ素による甲状腺等価線量を評価するためには、震災の影響等により事故初期 1 週間程度の放射線モニタリングが十分に行われていなかったため、緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム (SPEEDI) による放射性プルーム (放射性雲) の拡散予測および住民に対する行動調査が不可欠である。これらの拡散予測と行動調査の結果を組み合わせ、放射性ヨウ素による甲状腺等価線量の評価を行い、その不確実性ととも結果を公表すべきではないか。

2.3 現存被ばく状況 (すでに広域に放射性物質が存在している状況) に係る課題

(課題 9) 校庭、飼料、作付土壌、肥料、水浴場等の利用判断に係る暫定基準

(論点)

- ・ 各暫定値の根拠のバランス

校庭等の利用判断における暫定的な考え方として、当初、文部科学省から発表された $3.8 \mu\text{Sv/h}$ は、ICRP (国際放射線防護委員会) が勧告した現存被ばく状況下における参考レベルのバンド 1-20mSv/年の上限値である 20mSv/年から導出され、その後、1mSv/y を目指すとされた。また、農林水産省から発表された牛等への飼料、作付土壌および肥料に対する暫定許容値は、放射性セシウムに対する 5mSv/y に対して導出された食品中の暫定規制値に基づき導出された。さらに、環境省から発表された水浴場の暫定的な値は、外部被ばくと内部被ばくを含めて 1mSv/y の 10%以下にとどまるものとして導出さ

れた。各基準値は、子供に対する放射線感受性や基準値間のバランスを考慮して、全体を俯瞰した考え方に基づき、段階的な基準の採用も含めて決定することが重要ではないか。

(課題 10) 警戒区域内への一時立入りの方法

(論点)

・放射線防護策と熱中症や利便性とのバランス

夏季に行われた一時立入りにおいては、一時帰宅の中継ポイントである会場において、実際に 37 度の室温を記録したケースも認められた。このため、熱中症対策で、防護衣（タイベック）は長袖長ズボンなら任意とされて軽減されたが、オーバーシューズ、手袋、マスク、帽子は軽減されなかった。また、在宅時間は最大 2 時間に制限され、中継ポイントから区域内に入って一時帰宅して戻るまでの時間は 5 時間に制限された。一時立入り者には、高齢者も含まれており、防護衣や立入時間などの放射線防護策は一律の制限ではなく、一時立入り者の年齢や要望に応じて、可能な範囲で柔軟に運用すべきではないか。

(課題 11) 放射性セシウムを含むがれき、汚泥および除染土壌等の廃棄物管理

(論点)

・現存被ばく状況における廃棄物管理に関する放射線防護の考え方

ICRP（国際放射線防護委員会）や原子力安全委員会の放射性廃棄物の処理処分等に関する放射線防護の考え方は、平常時（計画被ばく状況）における公衆に対する 1mSv/y の線量限度の遵守を前提に構築されてきた。この考え方を、広域に放射性物質が存在するために 1mSv/y～20mSv/y の参考レベルを設定して除染（線量低減）を図る環境（現存被ばく状況）における廃棄物管理（仮置き、処理、保管、処分）にそのまま適用することは、正当化の観点や経済的及び社会的な要因を考慮した最適化の観点から、必ずしも現実的とならない場合がある。環境修復を合理的に進めていくためには、現存被ばく状況における廃棄物管理の考え方を構築する必要があるのではないか。

・廃棄物管理の参考レベルの考え方

現存被ばく状況においては、除染による線量低減が、その除染で生じた廃棄物管理による潜在的な被ばくを考慮しても最適と判断される場合に、廃棄物管理は正当化される。すなわち、環境修復の全体計画の中で、正当化と最適化の検討が十分になされる必要がある。廃棄物管理による被ばくの参考レベルは、廃棄物管理が広域汚染による線量レベルを下げるために行うものであることを考慮すれば、広域汚染の参考レベル以下で段階的に選定することが適切ではないか。（廃棄物管理の期間中に、広域汚染の参考レベルを段階的に

下げて環境修復が進められた場合には、これにあわせて廃棄物管理の参考レベルも、公衆の立入制限等の管理や遮蔽の追加等の措置によって段階的に下げながら、廃棄物管理を行うことが可能である。)

・ 廃棄物管理の参考レベルの決め方

段階的な線量低減の取組みは、現存被ばく状況にある住民等のステークホルダ（利害関係者）と、廃棄物管理を含めた環境修復の計画を共有した上で進めることが重要であり、1mSv/y～20mSv/y の範囲で、ステークホルダの関与の下で最適な参考レベルを選択し、廃棄物管理を行うべきではないか。

・ 廃棄物処分の基準

廃棄物の保管を終了して、いわゆる処分に移行する場合は、長期的な環境の線量レベルの低減目標が平常時のレベルに相当する被ばく線量である 1mSv/y のオーダーを下回ることであることを考慮して、線量評価結果がめやす線量 1mSv/y 以下となるように計画実施することが適切ではないか。

3. 日本保健物理学会の対応と提言

福島第一原子力発電所事故とその環境・住民への放射線影響は、当学会にとっても大きな衝撃であり、直接関連する学問分野の学会として、当学会は、今後もこれに深く関わっていく必要がある。ここでは、当学会としてこれまで行ってきた Q&A 等の活動や学会主催のシンポジウム等の対応をまとめ、当学会としての対応と提言を取りまとめる。

3.1 日本保健物理学会の対応

第2章で取りまとめた課題のうち、すべての状況に係る2つの共通課題については、各種状況に特化した問題ではなく総括的な課題であるため、当学会として下記の対応を行うこととする。

(課題1) 放射線リスクに対する公衆の不安・疑問への対処方法

(当学会の対応)

- ・放射線リスクに対する公衆の不安や疑問を軽減し、正しい理解を促進するため、震災後約2週間の平成23年3月25日から当学会のホームページ上で開始した一般向けのQ&Aサイト「専門家が答える暮らしの放射線Q&A」については、すでに同年8月24日より学会内に「暮らしの放射線Q&A活動委員会」を設置して活動を再構築している。今後は、平成24年度中はQ&A活動を継続し、蓄積したQ&A集については、年度内を目途に、新たな

小冊子として取りまとめて発行する。

- 放射線防護を平易に判り易く説明できる放射線防護スポークスマンのような人材を長期的に育成していくことを目的に、当学会として、他組織との連携も視野に入れ、放射線影響の理解向上や日常的な放射線測定への支援などを旨とした講習会や説明会等の事業を立ち上げる。また、当事業には、上述の暮らしの放射線Q&A活動で培われた会員のリスクコミュニケーション力の活用をはかる。
- 平常時と緊急時（緊急時被ばく状況と現存被ばく状況を含む）の双方で、一般公衆に対して判り易い防護体系を目標にし、ICRP 勧告のしきい値なし直線（LNT）仮説や放射線リスクに対する考え方を再検討し、説明性の高い公衆被ばくの平常時と緊急時の放射線防護体系の再構築を目指した議論を専門研究会等で開始する。
- 福島第一原子力発電所事故対応から得られた放射線防護上の知見・教訓を国際社会に対しても情報発信するため、平成24年5月13～18日、英国グラスゴーで開催される国際放射線防護学会第13回国際会議において、当学会の事故後の活動とそこから得られた課題と提言について当学会として発表する。

（課題2）空間線量率、表面汚染密度、食品中の放射性物質濃度等の測定方法
（当学会の対応）

- 緊急時における空間線量率、表面汚染密度および食品中の放射性物質濃度の測定方法、全身カウンタやバイオアッセイ法による内部被ばく線量の評価方法、簡易測定による放射性ヨウ素による甲状腺等価線量の評価方法等を、過去の知見や技術を踏まえ、技術的な妥当性を検証した上で、専門研究会や他学協会と連携して標準化を検討する。

3.2 日本保健物理学会からの提言

第2章で取りまとめた課題のうち、緊急時被ばく状況および現存被ばく状況に係る9つの課題については、各課題に対する専門的な個別の対応となり、国や放射線防護の専門家が検討すべき課題でもあるため、当学会として提言を行うこととした。なお、提言を作成するにあたっては、様々な緊急時の放射線安全の考え方を俯瞰して見ることで、現行の放射線安全体系をどのように進化させていく必要があるかの視点に重点を置いた。また、多くの放射線防護の専門家を擁する当学会の特徴を生かし、将来的に放射線防護体系が目指すべき方向性を示す提言とした。以下に、各提言の内容についてその解説とともに示す。

(課題 3) 屋内退避・避難基準

(提言)

- ・緊急時対応における避難・屋内退避、安定ヨウ素剤の配布、食品・飲料水摂取制限の考え方については、お互いの考え方の整合を考慮して総合的に検討すべきである。(課題 4、課題 5 の提言も同様)

(解説) 現行の体系では、安定ヨウ素剤の配布場所が避難所等に決められており、避難を前提にしていたが、安定ヨウ素剤を投与する小児の甲状腺等価線量が避難基準の線量より低く、線量基準が逆転(安定ヨウ素剤投与: 100mSv、避難基準: 500mSv) していた。

- ・一過性だけではなく比較的長期にわたって継続する緊急時対応と公衆の実生活の維持に必要なインフラ確保のバランスも考慮し、短期間に適用する比較的緩和された基準とその後の長期間に適用する基準のような段階的な基準の採用も含めて検討すべきである。(課題 5 の提言も同様)

(解説) 現行の体系は、長くても数日間の屋内退避や 1 週間程度の避難を想定した基準をもとにして決められており、今回の事故のような比較的長期にわたって継続する緊急事態は想定されていなかった。このため、10 日間にわたる屋内退避指示の継続した際に生活の維持が困難となる、あるいは計画的避難区域の考え方を新たに提案する必要性が生じるなど、混乱を招くことになった。

- ・緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム (SPEEDI) や海洋拡散シミュレーションの計算結果については、地元自治体や避難住民が積極的に活用することができるよう、その不確実性の情報とともに、判り易い方法で早期に公表すべきである。

(解説) 今回の事故では、地震と津波の影響により電気、水、通信等のインフラ設備が崩壊してオフサイトセンターが機能せず、SPEEDI の計算結果に基づく避難指示は、現地に伝えられることはなかった。

- ・今回の事故後に初めて提案された計画的避難区域は、年間線量に対して避難を推奨する比較的時間の余裕がある避難形態であり、避難区域の指定や避難完了までの時期については、地元自治体と十分協議してから決定すべきである。

(解説) 今回の事故では、平成 23 年 4 月 22 日に計画的避難区域が指示され、5 月末までに避難することが地元自治体に相談なく決定された。

- ・今回の事故の広域にわたる汚染拡大を考慮し、原子力発電所から半径 8~10km 圏を目安に設定してきた防災対策の重点区域 (EPZ) については、地

元自治体と十分協議し、その対策とともに見直すべきである。(課題4の提言も同様)

(解説) 今回の事故では、10km圏を超える広域に汚染が広がり、20km圏内が避難区域に指定され、20km圏を超える地域についても計画的避難区域に指定された。

(課題4) 安定ヨウ素剤投与

(提言)

- ・緊急時対応における避難・屋内退避、安定ヨウ素剤の配布、食品・飲料水摂取制限の考え方については、お互いの考え方の整合を考慮して総合的に検討するべきである。(課題3、課題5の提言も同様)

(解説) 現行の体系では、安定ヨウ素剤の配布場所が避難所等に決められており、避難を前提にした安定ヨウ素剤の投与となっていたが、安定ヨウ素剤を投与する小児の甲状腺等価線量が避難基準の線量より低く、線量基準(安定ヨウ素剤投与：100mSv、避難基準：500mSv)には、逆転が生じていた。

- ・今回の事故の広域にわたる汚染拡大を考慮し、原子力発電所から半径8～10km圏を目安に設定してきた防災対策の重点区域(EPZ)については、地元自治体と十分協議し、その対策とともに見直すべきである。(課題3の提言も同様)

(解説) 今回の事故では、10km圏を超える広域に汚染が広がり、20km圏内が避難区域に指定され、20km圏を超える地域についても計画的避難区域に指定された。

(課題5) 食品・飲料水摂取制限の考え方

(提言)

- ・緊急時対応における避難・屋内退避、安定ヨウ素剤の配布、食品・飲料水摂取制限の考え方については、お互いの考え方の整合を考慮して総合的に検討するべきである。(課題3、課題4の提言も同様)

(解説) 現行の体系では、食品・飲料水の摂取制限等の規制値は、屋内退避・避難の基準とは独立した考え方で決められていた。

- ・一過性だけではなく比較的長期にわたって継続する緊急時対応と公衆の実生活の維持に必要なインフラ確保のバランスも考慮し、短期間に適用する比較的緩和された基準とその後の長期間に適用する基準のような段階的な基準の採用も含めて検討するべきである。(課題3の提言も同様)

(解説) 現行の食品・飲料水の摂取制限等の規制値は、崩壊による減衰を考慮して

一過性の食品汚染が発生すること想定して導出されており、今回の事故のような比較的長期にわたって継続する緊急事態は想定されていなかった。また、段階的な基準がなかったため、ペットボトル入りの飲料水の売切れのような社会的な混乱を招くことになった。

- 食品のカテゴリーや基準値を、年間摂取量の統計や食品に対する放射線モニタリング結果も考慮して、社会的および経済的な要因も考慮に入れた最適化の原則に基づいて見直すべきである。

(解説) 事故前に規定されていた食品の暫定基準値は、例えば、魚に対する放射性ヨウ素の基準が与えられていなかった。代表的な食品類の見直しには、年間摂取量の統計値のある食品類のほか、今回の事故後に放射線モニタリングにより放射性物質が検出されて問題となった食品類の実態も考慮に入れるべきである。例えば、魚類中の放射性セシウムと放射性ストロンチウムのモニタリング結果をもとに、放射性セシウムの基準値を導出した際の放射性ストロンチウムの割合を超える恐れがある場合には、基準値の見直しを検討するべきである。また、食品基準の導出を行う際に基準となる線量レベルについては、食品の生産、流通、消費に係わるステークホルダ（利害関係者）と議論を尽くした上で決定するべきである。

(課題 6) 除染のためのスクリーニング基準

(提言)

- 緊急時における除染のためスクリーニング基準は、放射線計測上の問題を加味した上で、他の緊急時対応における考え方とのバランスも考慮し、放射線防護上の妥当性を確認するべきである。

(解説) 現地対策本部は、3月20日、原子力安全委員会の助言に基づき、除染のための表面汚染のスクリーニング基準を100kcpm(1分間当たり10万カウンターの計数率)に引き上げ、9月16日以降は、同委員会の助言に基づき13kcpmに引き下げられた。また、表面汚染サーベイメータは、多くの場合、GM型表面汚染用サーベイメータが用いられる。GM計数管の場合、100kcpm程度の高計数率での測定になると、分解時間が長いことから不感時間が発生し、20%程度以上の数え落としが発生する。また、放射線防護上の妥当性を確認する際には、計数率から放射能面密度に換算する必要があるが、放射性ヨウ素や放射性セシウムの核種組成比に応じた検討が必要である。

(課題 7) 緊急作業従事者の線量限度

(提言)

- 緊急作業従事者の線量限度には、国際的に容認された推奨値よりも低い

250mSv を採用した経緯と、現行の放射線業務従事者に対する線量限度は生涯線量 1,000mSv をベースに定められていることを踏まえ、救命作業等を考慮した新たな線量限度の検討を行うべきである。また、緊急時に受けた被ばく線量は、平常時の放射線業務従事者の線量限度 (50mSv/年、100mSv/5年間) の被ばく線量管理の別枠として管理すべきである。

(解説) 放射線審議会基本部会は、ICRP (国際放射線防護委員会) の 2007 年勧告の国内制度等への取入れに係る第二次中間報告書において、我が国の現行の規制 (線量限度 100mSv) は、人命救助のような緊急性及び重要性の高い作業を行う上で妨げとなることから、国内の放射線業務従事者が、国際的な活動に従事する機会が増えてきたことも考慮して、国際的に容認された推奨値との整合を図るべきであると示唆した。一方、今回の事故対応では、国際的に容認された ICRP の 2007 年勧告の推奨値 (救命作業：制限なし、その他の緊急の救助作業：1,000mSv または 500mSv、その他の救助作業：100mSv) よりも低い 250mSv を緊急作業従事者の線量限度として採用した。緊急時に受けた被ばく線量は、生涯線量 1 Sv との関係によりその措置を検討されるべきであり、これを、平常時の放射線業務従事者の線量限度 (50mSv/年、100mSv/5年間) の被ばく線量管理に含めて行くと、緊急時に 100mSv を超える被ばく線量を受けた放射線業務従事者は、当面の間、放射線業務に従事する権利を奪われることになる。

(課題 8) 放射性ヨウ素による甲状腺等価線量の事後調査

(提言)

- ・緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム (SPEEDI) による放射性プルーム (放射性雲) の大気拡散予測、食品検査および住民に対する行動調査の結果に基づき、放射性ヨウ素による内部被ばくに基づく甲状腺等価線量の試算を行い、その不確実性ととも結果を公表すべきである。

(解説) 震災の影響等により事故初期 1 週間程度の放射線モニタリングが十分に行われていなかったため、事故後、早期の段階に住民が受けた放射性ヨウ素による甲状腺等価線量を評価するためには、緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム (SPEEDI) による放射性プルーム (放射性雲) の拡散予測、食品検査および住民に対する行動調査の結果が不可欠であるが、これらの不確実性は大きいことが予想される。

(課題 9) 校庭、飼料、作付土壌、肥料、水浴場等の利用判断に係る暫定基準

(提言)

- ・各基準値は、子供に対する放射線感受性や基準値間のバランスを考慮して、全体を俯瞰した考え方にに基づき、段階的な基準の採用も含めて決定すべき

である。また、各基準値は、安全と危険の区切りを示すものではないことから許容値と表現すべきではなく、住民等のステークホルダ（利害関係者）の十分な関与と理解を得て決めるべきものである。

(解説) 校庭等の利用判断における暫定的な考え方として、当初、文部科学省から発表された $3.8 \mu\text{Sv/h}$ は 20mSv/y から導出され、その後、 1mSv/y を目指すとされた。また、農林水産省から発表された牛等への飼料、作付土壌および肥料に対する暫定許容値は、放射性セシウムに対する 5mSv/y に対して導出された食品中の暫定規制値に基づき導出された。さらに、環境省から発表された水浴場の暫定的な値は、外部被ばくと内部被ばくを含めて 1mSv/y の 10%以下にとどまるものとして導出された。

(課題 10) 警戒区域内への一時立入りの方法

(提言)

- ・一時立入り者には高齢者も含まれており、防護衣や立入時間などの放射線防護策は一律の制限ではなく、放射線防護策と他のリスクや利便性のバランスを考慮して、一時立入り者の年齢や要望に応じて可能な範囲で柔軟に運用できる方法を検討すべきである。

(解説) 夏季に行われた一時立入りにおいては、一時帰宅の中継ポイントである会場において、実際に 37 度の室温を記録したケースも認められた。このため、熱中症対策で、防護衣（タイベック）は、長袖長ズボンなら任意とされて軽減されたが、オーバーシューズ、手袋、マスク、帽子は軽減されなかった。また、在宅時間は最大 2 時間に制限され、中継ポイントから区域内に入って一時帰宅して戻るまでの時間は 5 時間に制限された。

(課題 11) 放射性セシウムを含むがれき、汚泥および除染土壌等の廃棄物管理

(提言)

- ・環境修復の全体計画の下で、住民等のステークホルダ（利害関係者）の十分な関与と理解を得て、広域汚染に対して選定した参考レベル以下で廃棄物管理の参考レベルを選定し、線量評価結果がそれ以下となるように廃棄物を管理すべきである。また、廃棄物の処分は、線量評価結果がめやす線量 1mSv/y 以下となるように計画実施すべきである。

(解説) 環境修復を現実的かつ合理的に進めていくためには、現存する被ばく状況における廃棄物管理（仮置き、処理、保管、処分等）の考え方を構築しておく必要がある。除染による線量低減が、その除染で生じた廃棄物管理による潜在的な被ばくを考慮しても最適と判断される場合に、廃棄物管理は正当化される。すなわち、環境修復の全体計画の中で、正当化と最適化の検討が十分になされる必要がある。廃棄物管理の期間中に、広域汚染の参考レベルを段

階的に下げて環境修復が進められた場合には、これに併せて廃棄物管理の参考レベルも公衆の立入制限等の管理や遮蔽の追加等の措置によって段階的に下げながら、廃棄物管理を適切に行うことが可能である。このような段階的な線量低減の取組みは、住民等のステークホルダと廃棄物管理を含めた環境修復の計画を共有した上で進めることが重要である。また、廃棄物の処分は、長期的な環境の線量レベルの低減目標が平常時のレベルに相当する被ばく線量である 1mSv/y のオーダーを下回ることであることを考慮して、線量評価結果がめやす線量 1mSv/y 以下となるように計画実施することが適切である。

4. おわりに

本報では、学会としてこれまで行ってきた Q&A 等の活動や学会主催のシンポジウム等の対応を総括し、放射線防護上の課題と論点を抽出して当学会としての対応と提言を取りまとめた。今後は、これにさらなる検討を加え、より良い保健物理・放射線防護の学問の発展を図り、関連する住民の方々や関連する行政の方々の参考に資したい。また、近い将来、さらに広く AOARP (アジア・オセアニア放射線防護協議会)、IRPA (国際放射線防護学会)、米国保健物理学会等の海外の関連学会との連携の下、福島での実態を反映し、協同して深く分析して提言を続けていきたいと考えている。