

大規模原子力事故における人と環境の放射線防護

ICRP Publications 109 and 111の改訂

甲斐 倫明
ICRP TG93座長

ICRP-QST シンポジウム、東京、2019年10月25日

レポートの構成

- 緒論
- 一般的事項
 - 原子力事故対応のための時間的区分
 - 大規模原子力事故の影響
 - 人および環境に対する防護の原則
- 緊急時対応
- 復旧過程
- 緊急時と復旧の備え
- 結論
- 付属書A：チェルノブイリ
- 付属書B：福島

原子力事故対応のための時間的区分

- 緊急時対応と復旧過程を区分する
 - 緊急時対応 早期、中期
 - 復旧過程 長期
- 放射線防護システムの実行に際して、次のように区分する
 - 緊急時対応 緊急時被ばく状況
 - 復旧過程 現存被ばく状況



大規模原子力事故の影響 (1)

● 放射線の健康影響

- 重篤な組織障害(確定的影響)
 - 全身に100mGyを超える線量を短期あるいは1年に被ばくすることは防護方策の検討が多くの状況で必要となる
- がんと遺伝性疾患(確率的影響)
 - 疫学研究によると、BGを超えて100mSvの被ばくをすると、がん死亡率25%に対して、世界の平均的集団において0.5%の上乗せを生じる

● 動植物の影響

- チェルノブイリ事故後、生物種の遺伝的変化に加えて、森林の枯渇、土壌無脊椎動物の数の減少が報告されている
- 人の活動停止などの多様な要因から多様性の変化が時としてある
- 防護方策の実施が動植物の影響をもたらすかもしれない

大規模原子力事故の影響 (2)

- **社会的影響**

- 専門家および行政当局の信頼喪失、家族や社会の絆の崩壊
- 自律性および人としての尊厳喪失に対する恐れ
- 被災地に生活を選ぶ住民、一時的、永久に離れる住民の存在は、地域社会に影響を与える
- 地域インフラ(教育、交通、医療、文化、娯楽など)への影響

- **経済的影響**

- 経済活動(農林業、工業、サービス業)への影響
- 被災地の企業が、直面する汚染に伴う障壁
- 作業場、スタッフ、生産物のイメージ

大規模原子力事故の影響 (3)

- **心理的影響**

- 事故は人々の心配や恐怖を生む
- 苦悩、失望、落胆、無力感、不満、欲求不満、怒り
- チェルノブイリと福島事故の研究からは、
 - 汚染が少なくても、不安やストレスを抱えやすい
 - 緊急作業者には事故後の外傷後ストレス障害(PTSD)を示す

- **生活スタイル変化による健康影響**

- 放射線防護策の結果として生活スタイルの変化は健康に直接影響を与える
- 福島事故後、高血圧・高脂血症、高齢者の死亡率増加や糖尿病の増加が認められる
- 小児の健康にも屋外活動の制限が肥満の有意な増加をもたらす

人と環境の防護原則

- 組織反応の防止、がんと遺伝性影響を合理的に達成できるレベルまで減少する
- 人以外の生物の有害な影響を防止あるいは頻度を減少する
- 事故の社会的、経済的、環境の影響とその管理に配慮して目的を追求しなければならない
- 被災者の健康と福祉、サイト内外の相応の作業環境、地域の生活の質、生物的多様性の維持を意味する

- 緊急時、現存被ばく状況の原則は、決定の正当化、防護の最適化
- 個人線量制限の原則は、被ばく源がコントロールできず予測できない状況では適用されない。

防護策決定の正当化 (1)

- 正当化の原則は被ばくに影響を与える決定は害よりも益が大きくなければならない(善行、無加害の原則)
- 緊急時、現存被ばく状況では、潜在的あるいは実際の被ばくを避ける、ないしは減らす行動を取るかどうかの決定に適用
- 原子力事故時の被ばくの影響を減らす目的の全ての決定はサイト内では作業条件、汚染地の生活の制限をもたらす
- 正当化の判断の責任は、広義に社会全体の益を保証すべき行政当局にある
- ICRPは、正当化の決定にはパブコメのプロセスで、重要なステークホルダーが関与することを勧告する

防護策決定の正当化 (2)

- 緊急時では、避難と退避の難しい決定が最初に行われる
- 復旧期の初期では、汚染地域の将来に関する決定が行われる
 - 高いレベルの汚染と容認できる生活環境が維持できない点で、人々が生活できない地域の決定
 - 汚染レベルと福祉と生活の質を保証するインフラの点から、希望すれば永久に生活できる地域の決定
- ICRPは、このような決定は被災地の人々と地域社会と共同して行うことを勧告する。

防護策の最適化 (1)

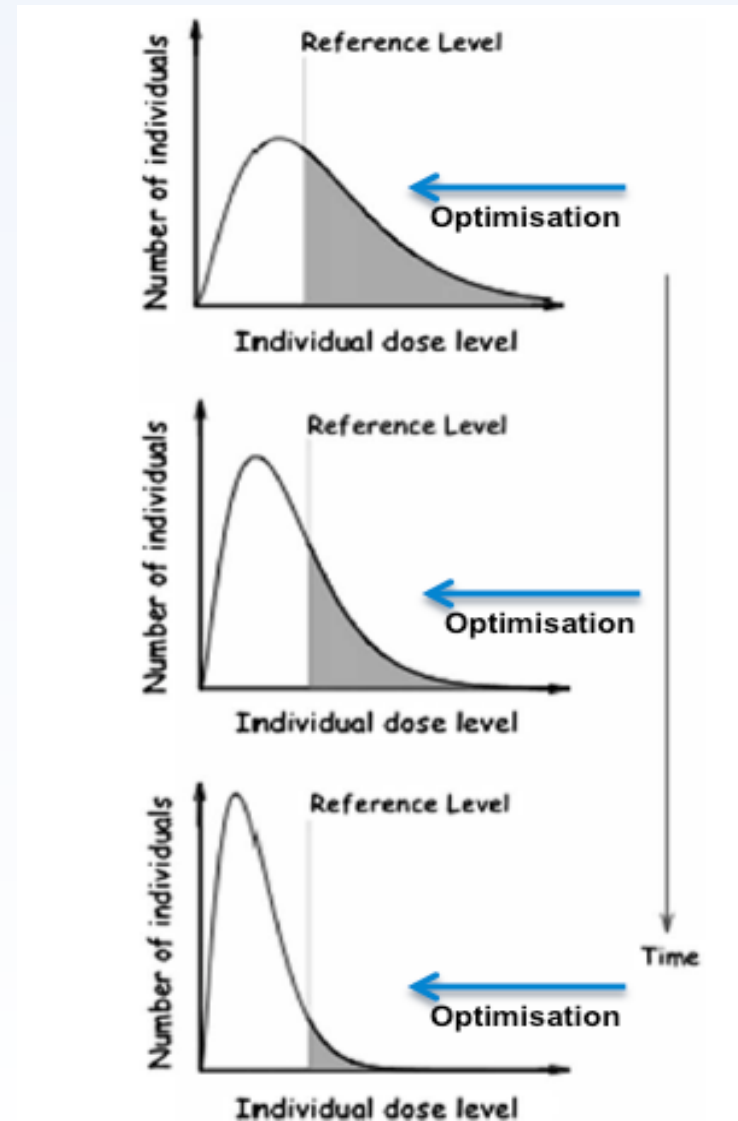
- 放射線防護の要であるこの原則は、すべての個人被ばくは経済的、社会的、環境の因子を考慮して合理的に達成できるだけ低く保つ必要がある
- 不要な被ばくを避け(慎重)、被ばく分布の公正さ(公正)、人々に敬意を持って向き合う(尊厳)
- 被ばく状況における放射線要因、社会経済要因、環境要因を考慮する必要がある、この時、ステークホルダーの意見と放射線防護の倫理的基礎に照らして行う。
- 最適化された防護策は、線量の最小化ではなく、放射線以外の要因と注意深くバランスした評価の結果の選択

防護策の最適化 (2)

- 事故時に受ける個人被ばくは、幅の広い分布をすることが特徴
- ICRPは、被ばく分布の公正に注目し、最適化は、最大被ばくする人々を優先して実施するべきであると勧告する
- 最適化の実施する時のガイド役に、**参考レベル**の使用を勧告する
- 参考レベルは、一般に年線量(mSv/年)で表現され、状況を合理的に達成できるだけ低く保つための、**目標レベル**である。

防護策の最適化 (3)

- 緊急時の参考レベルは、短期間あるいは1年以内で100mSvを超えない
- 長期汚染地域の生活での参考レベルは、10mSv/年を超える必要はないであろう、1mSv/年程度のレベルに次第に近づけることを目標にする
- 緊急時、現存被ばくの動植物の防護には、DCRLを使用する



緊急時対応 (1)

- 緊急時対応の特徴
 - 現行と将来の放射線源について有意な不確かさがある
 - 被ばく経路と被ばくの不確かさがある
 - 放射線状況と放射線以外の状況に急速な変化が起こる
 - 非常に高い被ばくをもたらす可能性がある
- 早期は、環境への放出を迅速に減らす対応が必要
 - この時期は、人々にはあらゆる手段で情報を伝える必要がある(ラジオ、テレビ、SNSなど)
- 中期は、放出が抑えられ安定化した時、放射線状況の把握が主たる目的となる
 - どこで、いつ、どのように人々が被ばくするか適切な情報を得るため

緊急時対応 (2)

- 緊急時に従事する人を **緊急時対応者** と呼ぶ
 - 緊急時対応チーム(消防士、警察官、医療関係者)
 - 作業員(放射線作業員、それ以外の作業員)
 - 専門家、行政関係者
 - 軍隊(自衛隊)、ボランティア市民
- 防護原則の適用、参考レベルは100mSvを超えない
- 施設のコントロールが極めて困難で予測できない介入が不可欠な場合は、100mSvを超える、あるいは例外的に数100mSvの範囲になる作業員
- 緊急時に100mSvを超える対応者には医療的観察を行う必要がある。希望するなら通常の業務に戻ることを妨げるべきではない。

緊急時対応 (3)

- 早期
 - 避難：迅速かつ短期間、あらかじめ計画が十分でないとする人々には不適切となるであろう
 - 退避：実施が用意で、避難区域外でも被ばく低減になるであろうが、長期には適用できない
 - 安定ヨウ素甲状腺ブロック：投与時期に依存する
 - 人の除染：緊急時対応者の防護に特に有用、避難者の除染
 - 食品の予防的制限：農業、漁業、狩猟に影響する可能性
- 中期
 - 一時的移住：受容可能な期間はインフラ回復など社会経済因子に依存する
 - 食品管理：すべてのステークホルダー関与のもとで、食品消費の基準を設定
 - 環境の除染：線量低減に効果的であるが、廃棄物、環境の影響
 - 業務活動の管理：関係者で放射線防護文化を育成する必要

緊急時対応 (4)

- 緊急時の防護策は、予期した効果を達成したとき、継続することもはや正当化されない場合には、終了する。
- 緊急時の防護策の停止は資源集約的であり、種々の専門家の支援・連携が必要、決定にはステークホルダー関与
- 当局は、避難者・一時的移住者の自宅帰還を認めないとき、ケースバイケースで永久移住の決定を行うべきである
- 被災地で生活することを認める当局の決定には、放射線状況の改善、生活環境の回復の、住民と専門家の関与を優先する、適切な手順を必要とする

復旧過程 (1)

- 責任当局が事故で損傷した施設が安定したと判断したときに、サイト内の復旧過程が開始する
- サイト外では、被災地の将来について決定し、希望する住民の帰還を認めたとときに復旧過程が開始する
- サイト内では、損傷した施設を解体することが目的の復旧過程では、参考レベルを20mSv/年以下に設定する。復旧対応者の防護のために、職業被ばくの通常のを適用する
- サイト外では、被災地で居住、仕事、定着する人々が、放射線からの潜在的な健康影響に対する十分な防護、持続可能な生活・作業環境を保証するように、行政や専門家から支援を受ける必要

復旧過程 (2)

- 長期的な管理は、緊急時に実施した防護策を継続し、補完することで実施される
- ゴールは、生活者、作業者の社会的、経済的、環境因子を考慮して、合理的な達成できるだけ(ALARA)低く保つこと
- 復旧過程を管理する参考レベルの選択は、膨大な情報を必要とする複雑な決定であり、社会的倫理的な価値判断を伴う
- 複雑な故に、参考レベルを決定する段階で、対面するステークホルダーができるだけ関わるべきである
- 経済活動の維持には、モニタリング、作業環境、生産を地域の状況に応じて適応できるようにする必要がある

復旧過程 (3)

- 最適化の実施には、行政当局が国レベル、地域レベルで行う対策と、人々が行う自助の防護行為がある。
- 専門家と共に、政府と自治体が、ステークホルダー同士の協働、関与を強化するための支援と仕組みの提供に重要な役目を果たす。
- 関与と協働を達成するために、地域の人々を力づける**共同専門知のプロセス**を促進することを勧告する
- 共同専門知のプロセスは、地域の人々が自身の防護のために情報提供を受けて決定する「**放射線防護文化**」の醸成を可能にする。
- 長期的には、防護策と自然減衰が人と動植物の被ばくが次第に減少することになる。
- 結果として、防護策を継続するか、変更するか、徐々に終了するかどうかを決定することが賢明となる時がくる

緊急時・復旧への備え

- 準備できる因子は、人と環境の防護により効果的かつ相応な決定を助けることになる重要な因子
- 緊急時の備えは、あらかじめ想定したシナリオに基づいて、計画的な防護策を確立できるか
- 回復プロセスでは、潜在的に脆弱に地域を同定し、現実に対応できるだけの十分に柔軟なガイドラインを作成できるかを目的とする
- あらかじめ事故を想定して人々に備えを要求することは困難を伴うが、緊急時と復旧期の備えにおいて、主要な代表的ステークホルダーが参加することが必要である
- 緊急時と復旧期の備えの責任機関である国内外の機関(IAEA, OEC/NEA)が作成した要件やアドバイスを参照することを勧める。

結論

- チェルノブイリ、福島事故の経験は、放射線防護の専門家が防護の科学的な基礎や実践を超えて、防護の基礎のコアや手続きにある倫理的価値観に呼応して応対すべきであることを示した
- 選択の自律性を保ちつつ、不公平を減らし、個人の決定に敬意を払うために、被ばくの管理には、慎重なアプローチがとられるべきである
- 専門家は、保持する情報を、透明性、包括性、説明責任をもって、人々と共有する。
- 肝要な点は、人々にリスクを受け入れさせることではない。防護策や生活の選択において、人々が情報提供を受けて決定することを認めることである

ICRP

www.icrp.org