

## 安全管理

## 研修会報告

## 「平成12年度放射線安全管理講習会」

金沢大学アイソトープ総合センター

森 厚 文

放射線障害防止中央協議会及び(財)原子力安全技術センター主催の平成12年度放射線安全管理講習会(第161回～第168回)が全国の主な都道府県(東京, 札幌, 仙台, 福岡, 広島, 大阪, 名古屋)で開催された。その中で平成12年11月29日(水)に名古屋国際会議場で開催された第168回講習会に出席したので, その概略を以下に報告する。

### 1 講演: 「最近の放射線安全行政の動向及び放射線障害防止法の施行状況について」

(講演者: 科学技術庁原子力安全局放射線安全課長(袴着課長))

#### (1) 立入検査結果について

平成11年度の立入検査は354の事業所で実施され, 良好事業所は74(20.9%)と少なく, 約80%の事業所は何らかの不備があった。その多い順に項目をあげると, 記帳, 測定(事業所境界の測定の未実施, 測定方法の記載がない等), 施設(誤った標識が掲示されている等), 健康診断(問診の未実施, 記録交付の未実施等), 教育訓練(実施時間数の不足等), 手続き, 取扱の順であった。

#### (2) 事故の発生状況及び事故・トラブルの事例について

法令に基づくRIに係る事故は, 昭和33年から現在(平成12年11月)まで125件発生している。平成4年度(5件)から平成8年度(0件)までは事故が序々に減少したが, 平成9年度から再び事故が増加している。平成11年度は7件, 平成12年度は現在(11月)まで5件である。

平成12年度の事故は,

- ① 管理区域外の実験室からセシウム線源及びラジウム線源が発見された。
- ② 装置の調整作業をしていたメーカー作業員が手につけた汚染を管理区域及び管理区域外へ汚染を拡大させた。また, ドアノブ等を介して間接的に他の放射線業務従事者にも汚染が拡大した。

③ 倉庫に保管していたカルテの一部からラジウムによる汚染が発見された。

④ 治療目的の血管造影の作業に携わっていた医師が, 法令で定める線量限度を超えて被ばくした。

⑤ 引っ越しの最中に, 非管理区域(教授室のキャビネット)から無届けのRIが発見された。

また, 金属スクラップへのRIの混入トラブルが平成12年4月と5月に発生した。前者は和歌山県で輸入金属スクラップから線源が発見されたというトラブルであるが, このような金属スクラップの混入トラブルは我が国では初めてであり, 大きな社会問題となった。後者は兵庫県の製鉄所に搬入された金属スクラップから鉛に入った医療用のラジウム線源が発見され, 放射能標識を隠して廃棄したという悪質な事例である。金属スクラップへのRIの混入トラブルは米国, ヨーロッパ, アジアなどで数多く発生し死傷者もでており, 今年はエジプトとタイで合計5人の死亡例が報告されている。従って, 国際的な場, 例えばIAEAでは, 使用済みのRI, 予期しない国境を越えたRIの移動について検討がなされている。

いずれにせよ, 最近, 紛失事故, 管理区域外でのRIの発見, 金属スクラップへの混入トラブルが増加しており, 周辺住民及び金属スクラップに関連する業者に不安を与え, 社会一般の関心が高くなっている。放射線安全をいかに十分なものにするかを考えていく必要がある, 安全管理を徹底するようにしてほしい。

#### (3) 放射線安全行政の最近の動き

##### ① 原子力安全行政を取り巻く環境

情報公開法が平成13年4月に施行される予定であり, 一般の国民からより透明性が求められるようになる。科学技術庁は, 委員会等の審議の公開, 報告書・指針等の作成段階で国民の意見を求めるようにしているが, RIの使用者にも情報公開法に対応できるようにしておいて欲しい。

##### ② 行政の電子化・情報化

ミレニアム・プロジェクトとして, 政府全体で

平成15年度を目標に行政手続きのオンライン化を進めているが、放射線障害防止法関係の申請、届出等の手続きについてもオンライン化できるように電子化システムの整備を進めている。ただし、使いやすく、またメリットがないと駄目であり、放射線安全課まで意見等をよせて欲しい。

③ 中央省庁等改革

放射線障害防止法に係る規制行政は、平成13年1月6日より文部科学省が所管し、担当課は科学技術・学術政策局原子力安全課となる。

2 講演：「ICRP1990年勧告の国内法令の取り入れについて」

(講演者：科学技術庁原子力安全局放射線安全課担当官(坂下係長))

平成12年11月23日付けの原子力安全局放射線安全課長通知(「国際放射線防護委員会の勧告(ICRP Pub.60)の取り入れ等による放射線障害防止法令の改正について(通知)」)を基に、改正の主要点(別添1)と留意点等(別添2)について解説があった。その内容は課長通知のとおりであり、紙面の関係上詳細は省略する。

3 講演：「放射線施設のしゃへい計算方法について－実効線量によるしゃへい評価のための計算方法について－」

(講演者：しゃへいマニュアル策定関係者(理化学研究所 上養先生))

平成12年12月に発行予定の「放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル(仮)」にしゃへい計算の基本的な方法とともに、代表的な施設のしゃへい計算例が解説されるので、詳細はそれを見て欲しい。この講演では、その概略について解説があった。

(1) 放射線施設のしゃへい計算に係る主な変更点

- ① 管理区域境界に係る線量基準並びに人の常時立ち入る場所、事業所の境界等のしゃへい物に係る線量限度の表し方は現行の1 cm線量当量から実効線量になる。
- ② 管理区域境界に係る基準で外部放射線に係る線量は、現行の1 cm線量当量で300 μSv/週から実効線量1.3mSv/3月になる。

(2) 実効線量の計算のための基礎データ

- ① 核種の実効線量率定数(最新のアイソトープ手帳に記載される予定)を計算した。
- ② 透過率を新しく計算した。
- ③ 実効換算係数、実効線量ビルドアップ係数を

計算した(コンクリートの密度の変更：2.30 g/m<sup>3</sup>から2.10 g/m<sup>3</sup>へ)。

(3) RIからのγ線、β線による制動放射線の透過率

- ① 核種を追加した(γ線：<sup>18</sup>F, <sup>103</sup>Pdなど, β線：<sup>33</sup>P, <sup>89</sup>Srなど)。
- ② β線のターゲットにプラスチック(ルサイト)を追加した。
- ③ 迷路から漏洩する放射線の評価の手法を追加した(γ線：DIINの方法, 中性子線：中村・上養の方法)。

(4) 管理手法など

- ① しゃへいに係る積算時間  
管理区域内の常時立入：40時間/週  
管理区域境界：500時間/3月  
事業所境界(変更なし)：2,184時間/3月
- ② 管理区域境界での線量限度  
300 μSv/週(≒6 μSv/時間) → 1.3mSv/3月(≒2.6 μSv/時間：現行の2.3分の1)
- ③ 群別1週間最大使用数量を設定しても管理できる。
- ④ 保管廃棄設備のRIの量を実態に近い数量でも評価できる(例：1年間連続して廃棄し、年間使用数量に達する)。
- ⑤ 発生装置の使用時間を3月でも管理できる。
- ⑥ 医療用加速器などを積分出力(Gy)でも管理できる。

(5) γ線(X線)の評価線量の相違点

- ① 線量率定数は1 cm線量率定数の約0.9の値となる。
- ② 線量透過率は現行のマニュアル値とほぼ同じである。

(6) 計算定数を用いたγ線(X線)のしゃへい計算法(点線源の場合)

以下の3つの方法があり、計算例として<sup>60</sup>Co 37TBqを1 m厚のコンクリートしゃへい壁(線源からコンクリート壁内側まで5 m, コンクリートの密度を2.10 g/m<sup>3</sup>とする)からなる施設で取り扱う場合のしゃへい壁外側での実効線量率の計算をする。

- ① 透過率データを用いる方法
    - a 実効線量率定数と線量透過率を用いる方法：47.6 μSv/h
    - b 実効線量率定数を用いない方法：44.1 μSv/h
  - ② 減衰係数とビルドアップ係数を用いる方法：44.2 μSv/h
  - ③ 実効換算係数を用いる方法：44.2 μSv/h
- 以上より、いずれの方法でもほぼ同じ値が得られる。

(7)  $\beta$ 線(電子線)により発生した制動X線のしゃへい計算方法

制動X線に対する実効線量率定数(ターゲットの原子番号に依存), 透過率及び線源からの距離から計算する。なお, 実効線量率定数と現行の1 cm線量率定数の比は,  $^{32}\text{P}$ は0.86,  $^{35}\text{S}$ は0.093,  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ は0.88,  $^{147}\text{Pm}$ は0.12と約0.1~0.9である。また, 透過率に関しては, 制動X線は低エネルギー成分が多いので初めに急速に減衰し, しゃへい厚の増加につれて減衰は緩やかになる。

その他, 中性子及び二次 $\gamma$ 線のしゃへい計算方法, 加速器等に関するしゃへい計算方法について解説があった。

4 講演:「被ばく線量評価について-外部, 内部被ばくの測定・評価について-

(講演者:被ばくマニュアル策定関係者(外部被ばく; 日本原子力研究所 吉澤先生, 内部被ばく; 東京大学 杉浦先生))

平成12年10月発行の「被ばく線量の測定・評価マニュアル」の要点について解説があった。

(1) 外部被ばく線量の測定・評価

外部被ばく線量の測定・評価は, 実際には業者が行うことが多いが, 主任者, 管理担当者もその概要を知っておく必要がある。

- ① 主な変更点
  - ② 「1 cm線量率等」の意味の変更  
名称は同じ。

場のモニタリング量と個人モニタリング量が区別される。

⑥ 3 mm線量当量の取扱い:測定は義務づけられなくなった。

⑦ 不均等被ばく時の実効線量

不均等被ばく時の実効線量の計算式は法令では規定せず, マニュアルで示されることになった。現行より不均等被ばくによる影響は少なくなった。

⑧ 外部被ばくに係る量の関係

外部被ばくに係る量の関係は, 図1のとおり。

⑨ なぜ場所と個人の測定を区別したか

① 測定原理の違いのためである。すなわち, サーベイメータ(場所の測定)は, 例えばある方向からの線量を1, 反対方向からの線量を1とすると, サーベイメータの入力値はその合計値の2となる。一方, 個人線量計は装着部位(胸部, 腹部)の線量を1, 反対測(背部)の線量を1とすると, 線量計の入力値はその合計値の2と異なる(反対測からの放射線は人体で吸収されて線量計への入力値が小さくなる)。

② 用いるファントームは, サーベイメータは球ファントーム, 個人線量計は直方体ファントームと形状の差がある。

③ 場所の測定と個人の線量測定の実用量は厳密には異なるが, 法令での名称は同じである(法令で対応するのが面倒になるし, また記録が複雑になるため, 便宜上同じ名称を使用)。

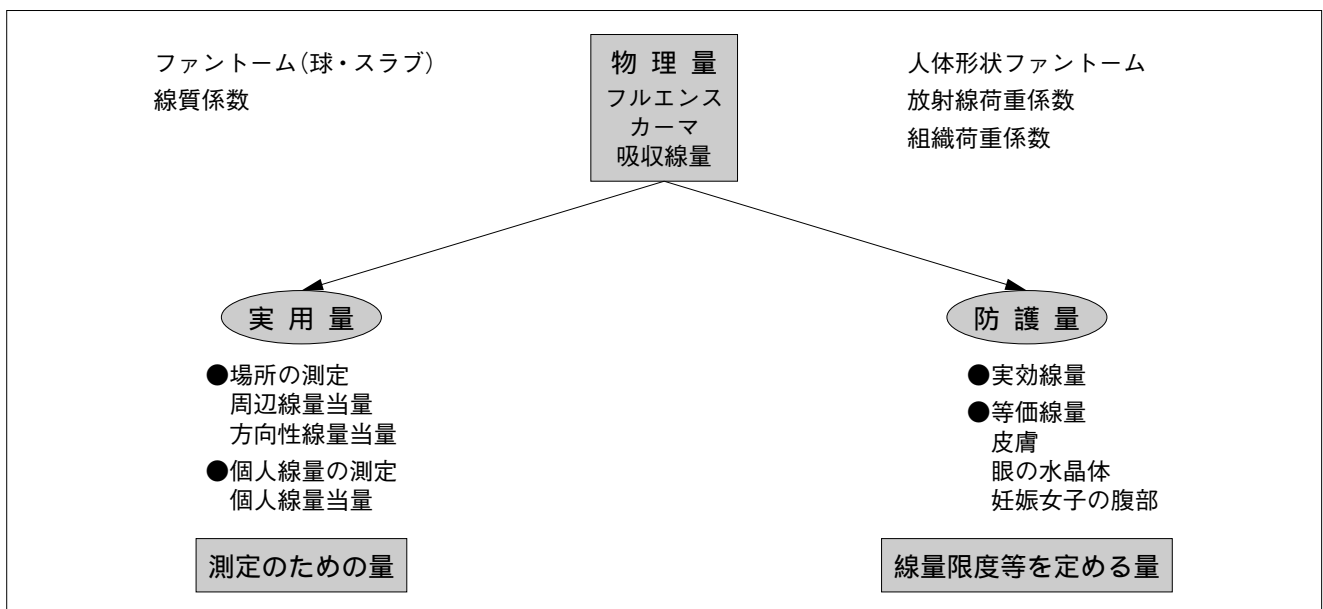


図1 外部被ばくに係る量の関係

④ 実用量への換算係数の変更による影響

場のモニタリングは光子は変化がないが、中性子は10～20%増加する。

個人線量のモニタリングは、光子は数百keV以下で約10%増加し、中性子は20～30%増加する。

なお、現在のサーベイメータは光子の場合はそのまま(中性子は較正が必要)、個人線量計は較正すれば使える。

⑤ 3 mm線量当量の測定が不要になった理由

1 cm線量当量( $H_{1cm}$ )及び70  $\mu$ m( $H_{70\mu m}$ )線量当量の測定で、実効線量限度並びに皮膚の等価線量限度が担保されていれば、3 mm線量当量( $H_{3mm}$ )を測定しなくても眼の水晶体の等価線量限度が担保される条件は、以下の場合である。

$H_{3mm}/H_{1cm}$ が150 mSv/50 mSv(=3)より小さく、また $H_{3mm}/H_{70\mu m}$ が150 mSv/500 mSv(=0.3、安全側に立てば1)より小さければよい。線源換算係数の比、すなわち $H_{3mm}/(H_{1cm} \times 3)$ 及び $H_{3mm}/H_{70\mu m}$ が全エネルギーにわたって1を越えなければ眼の水晶体の線量限度は担保されることになる。

縦軸に線源換算係数の比、横軸にエネルギーにとったグラフを作成すると、全エネルギーにわたって $H_{3mm}/(H_{1cm} \times 3)$ あるいは $H_{3mm}/H_{70\mu m}$ のどちらか一方は1より小さい。従って、 $H_{1cm}$ 、 $H_{70\mu m}$ のいずれか大きな値をもって眼の水晶体の等価線量とすればよいことになる。

⑥ 新しい個人線量計

個人線量計として従来よりフィルムバッジが利用されてきたが、近年OSL(Optically Stimulated Luminescence)線量計(ルクセルバッジ)や蛍光ガラス線量計に置き換わりつつあり、平成13年度はフィルムバッジはすべてOSL線量計あるいは蛍光ガラス線量計に置き換わる予定である。また、電子式線量計(シリコン半導体を使用)が日々の被ばく管理だけでなく、ある一定期間の積算線量の記録用としても使用されつつある。

(2) 内部被ばく線量の測定・評価

近年、科学技術庁の立入検査で内部被ばく線量の測定・評価がなされているかどうか、厳しく問われるようになってきている。法令改正に伴い内部被ばく線量の測定・評価について再検討が必要となろう。

① 内部被ばく線量の評価に関する改正法令の変更点

② 用語の変更

② 実効線量限度の変更

③ 告示別表の変更

イ 掲載されている核種数が786から1,042に増加

ロ 吸収の区分(D, W, Y)及びf1の削除(内部被ばくによる摂取量の計算式がなくなったため)

ハ 「年摂取限度」から「実効線量係数」への変更(実効線量の算定方式が変更されたため)

ニ 空気中濃度限度の変更(年間作業時間が2,400時間から2,000時間に変更されたため)

ホ 排気中及び排水中の濃度限度の変更(成人を対象にした評価から公衆(すなわち誕生から70歳)を対象にした評価に変更されたため)

④ 摂取量計算方法の変更

計算方法の記述が告示から削除され、マニュアルで示された方法で計算することとなった。

⑤ 実効線量の算出

算定された摂取量に告示別表第1に掲げる実効線量係数を乗じることにより求めることとなった。

実効線量係数を乗じることにより、預託実効線量あるいは預託等価線量が得られる。すなわち、摂取してから預託期間(放射線業務従事者は50年間、公衆は70歳まで)に受けるであろう線量を摂取した時点で被ばくしたものとして算定する。しかし、法令では内部被ばく線量を表現する場合、あえて預託という言葉を用いない。

② 内部被ばく線量の測定評価法

内部被ばく線量の測定評価法として、①体外計測法(直接法)、②バイオアッセイ法(間接法)、③空気中放射性物質濃度からの計算の3方法がある。①と②は個人モニタリング、③は作業環境モニタリングから計算する方法である。

③ 個人モニタリングを必要とする条件

放射線業務従事者全員に個人モニタリング法を実施するのが最も好ましいが、多大な労力・費用がかかり、またその評価が複雑である。従って、以下の事項を考慮して必要と判断される場合のみ、個人モニタリング法を実施し、通常は「作業環境モニタリングからの計算法」で評価するのが現実的である。

① 取り扱う放射性物質の種類と量

② 放射線作業の内容と作業の頻度

- ③ 作業場所のモニタリング結果(作業場の表面汚染, 空気汚染等)
- ④ 放射線業務従事者の体表面汚染の検査結果
- ⑤ 同じような作業の経験
- ④ 管理のためのレベル
 

内部被ばく測定結果を判断するための管理上のレベルとして,

  - ① 記録レベル: それを超えたらその結果を記録されるべきである。それより低い値の場合は無視される。
  - ② 調査レベル: それを超えたらその結果の原因または意味合いが調査されるべきである。
  - ③ 介入レベル: それを超えたらある救済措置が考慮されるべきである。

があり, きめこまかい管理をすることができる。しかし, 放射線管理の効率化を図るために調査レベルと記録レベルを以下のように定めるのが実際的である。

  - ① 調査レベルと記録レベルは数値的に同一とする。
  - ② 調査レベル, 記録レベル未満は, 「有意な体内汚染なし」あるいは「有意な摂取量なし」として扱う。

- ③ 調査レベル, 記録レベルの具体的な数値(実効線量)は, モニタリング毎の値として1 mSvと2 mSvの範囲で各事業所において取り扱う主要な対象核種と適切なモニタリング頻度を勘案して設定する。
- ⑤ 記録とその保存
 

記録レベルを超えたものについて測定方法と実効線量の算定結果を記録する。外部被ばくと内部被ばくの合計した線量も合わせて記録し, 永久保存する。算定結果が記録レベル未満の場合は, その旨を例えば「Z」で記す。

測定は原則として, 3月を越えない期間毎に1回行う。実効半減期の短い核種の場合は, 実効半減期に応じた適切な頻度で測定を実施する。また, 体内での実効半減期の長い核種については, 必ずしも頻繁に測定を行う必要はなく, 放射性物質の体内残留の特性を参考にして決定する。
- ⑥ 摂取量の推定と線量評価
 

摂取量の推定と線量評価の実際は, 「被ばく線量の測定・評価マニュアル」を参照して欲しい。