

## 内部被ばくの線量管理方法 例題

### 【例題 1】

放射性物質の内部取り込み発生の有無を確認するためのモニタリングや内部取り込み発生時の線量評価にはどのような方法を用いるのがよいでしょうか。

### 【回答 1】

内部取り込みのモニタリング方法や内部取り込み発生時の線量の評価方法はレベルや作業環境（取り扱う核種、測定方法等）に応じて適切な方法を選定する必要があります。以下に事業所毎に用いられている代表的な手法を示します。

#### ① 原子力発電所

原子力発電所で内部取り込みが想定される核種は、通常 $\beta$ 、 $\gamma$ 核種であることから、以下の測定を行い、その結果から総合的に内部取り込み発生の有無を判断するのが適当です。また、内部取り込み発生時の線量評価には簡易的に空気中の放射性物質濃度からの計算や体外計測法により線量評価するのが一般的です。

##### a. 内部取り込みのモニタリング方法（例）

（日常モニタリング）

- ・ 空气中放射性物質濃度の測定

（作業モニタリング）

- ・ 作業者の体表面汚染検査

（特殊モニタリング）

- ・ 作業者の鼻スミヤの測定
- ・ 体外計測（WBC<sup>※</sup>）による体内放射エネルギーの測定

##### b. 内部取り込み発生時の線量評価方法（例）

（体内摂取量の測定等）

- ・ 空气中放射性物質濃度からの計算
- ・ 体外計測（WBC<sup>※</sup>）による体内放射エネルギーの測定

（線量評価）

- ・ 被ばく時の作業状況等を調査し、摂取日時、取扱い核種、放射性物質の物理形、化学形等を考慮し、計算コードも用いて線量評価を行う。

※ホールボディカウンター

#### ② RI事業者

RI事業者では、事業者により取り扱う放射性物質の量、取扱方法、放射線業務従事者の防護装備が異なりますが、一般的にRI使用量が少ないことから、内部取り込み発生の可能性は小さく、通常以下の測定・検査により確認し、空気中の放射性物質濃度から計算により評価するのが一般的です。

##### a. 内部取り込みのモニタリング方法（例）

（日常モニタリング）

- ・ 空气中放射性物質濃度の測定

（作業モニタリング）

- ・ 作業者の体表面汚染検査

b. 内部取り込み発生時の線量評価方法（例）

（体内摂取量の測定等）

- ・ 空气中放射性物質濃度からの計算

（線量評価）

- ・ 空气中の放射性物質濃度測定値と放射線業務従事者の行動履歴等からの計算により簡易的に評価を行う。

③ 再処理事業者

再処理施設で内部取り込みが想定される核種は、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 核種であることから、以下の測定を行い、その結果から総合的に内部取り込み発生の有無を判断するのが適当です。また、内部取り込み発生時の線量評価は、核種に応じて、空气中の放射性物質濃度からの計算法、体外計測法、バイオアッセイ法を組み合わせで行うのが一般的です。

a. 内部取り込みのモニタリング方法（例）

（日常モニタリング）

- ・ 空气中放射性物質濃度の測定

（作業モニタリング）

- ・ 作業者の体表面汚染検査

（特殊モニタリング）

- ・ 作業者の鼻スミヤの測定
- ・ 体外計測（WBC、肺モニタ）による体内放射エネルギーの測定
- ・ バイオアッセイによる排泄物中の放射エネルギーの測定

b. 内部取り込み発生時の線量評価方法（例）

（体内摂取量の測定等）

- ・ 空气中放射性物質濃度からの計算
- ・ 体外計測（WBC、肺モニタ）による体内放射エネルギーの測定
- ・ バイオアッセイによる排泄物中の放射エネルギーの測定

（線量評価）

- ・ 被ばく時の作業状況等を調査し、摂取日時、取扱い核種、放射性物質の物理形、化学形等を考慮し、計算コードも用いて線量評価を行う。

④ 研究機関

研究機関では多種多様の放射性物質を取り扱っており、内部取り込みが想定される核種についても $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 核種が考えられます。そのため、内部取り込み発生の有無の確認は、モニタリングの種類毎に測定対象核種に応じた測定を行い、その結果から総合的に判断します。また、内部取り込み発生時の線量評価は、空气中の放射性物質濃度からの計算法、体外計測法、バイオアッセイ法の中から適切な方法を用いて、内部被ばく線量の測定評価を行います。

a. 内部取り込みのモニタリング方法（例）

（日常モニタリング）

- ・ 空气中放射性物質濃度の測定

(作業モニタリング)

- ・ 作業者の体表面汚染検査

(特殊モニタリング)

- ・ 作業者の鼻スミヤの測定
- ・ 体外計測 (WBC、肺モニタ) による体内放射エネルギーの測定
- ・ バイオアッセイによる排泄物中の放射エネルギーの測定
- ・ 呼気のトリチウム測定

b. 内部取り込み発生時の線量評価方法 (例)

(体内摂取量の測定等)

- ・ 空気中放射性物質濃度からの計算
- ・ 体外計測 (WBC、肺モニタ) による体内放射エネルギーの測定
- ・ バイオアッセイによる排泄物中の放射エネルギーの測定

(線量評価)

- ・ 被ばく時の作業状況等を調査し、摂取日時、取扱い核種、放射性物質の物理形、化学形等を考慮し、計算コードも用いて線量評価を行う。

#### ⑤ 核燃料加工事業者

核燃料加工施設で主に取り扱われる放射性物質はウランであり、内部取り込みが想定される核種は通常 $\alpha$ 核種であることから、以下の測定を行い、その結果から総合的に内部取り込み発生の有無を判断するのが適当です。また、内部取り込み発生時の線量評価には簡易的に空気中の放射性物質濃度からの計算やバイオアッセイ法により線量評価するのが一般的です。

a. 内部取り込みのモニタリング方法 (例)

(日常モニタリング)

- ・ 空気中放射性物質濃度の測定

(作業モニタリング)

- ・ 作業者の体表面汚染検査

(特殊モニタリング)

- ・ 作業者の鼻スミヤの測定
- ・ バイオアッセイによる排泄物中の放射エネルギーの測定

b. 内部取り込み発生時の線量評価方法 (例)

(体内摂取量の測定等)

- ・ 空気中放射性物質濃度からの計算
- ・ バイオアッセイによる排泄物中の放射エネルギーの測定

(線量評価)

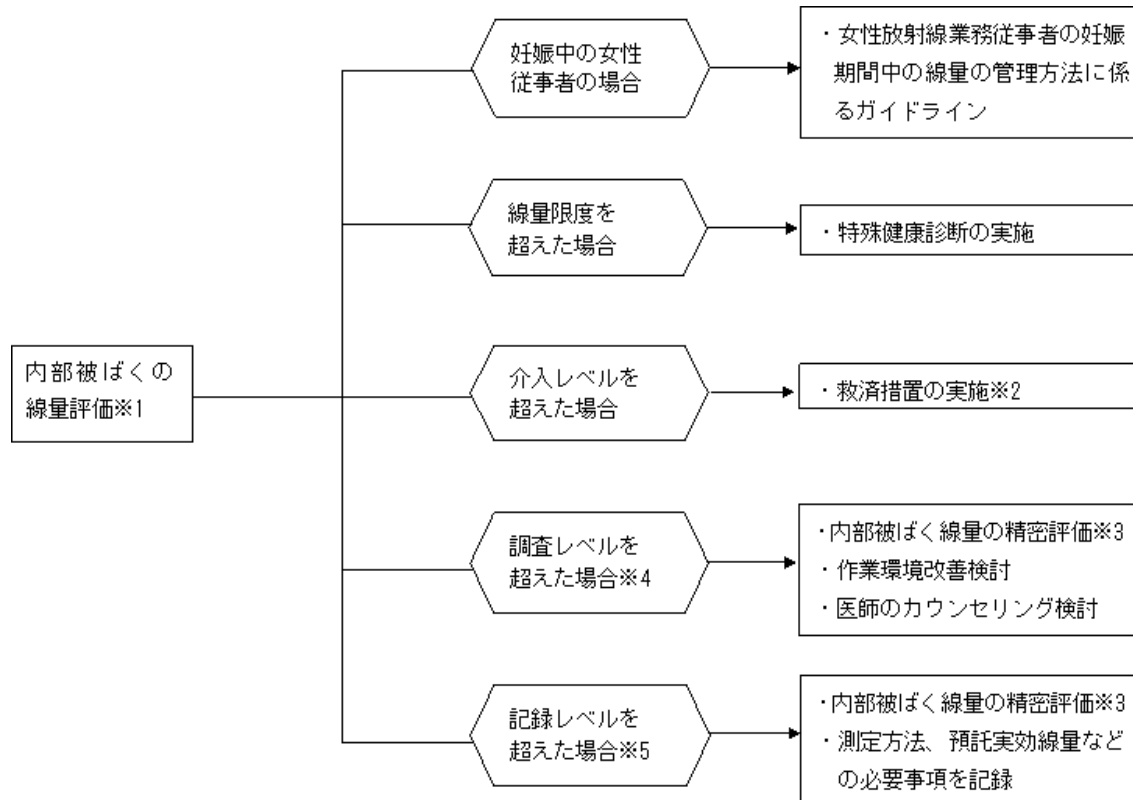
- ・ 被ばく時の作業状況等を調査し、摂取日時、取扱い核種、放射性物質の物理形、化学形等を考慮し、計算コードも用いて線量評価を行う。

**【例題 2】**

放射性物質の内部取り込みが発生した際は、具体的にどのような対応が必要なのでしょうか。

**【回答 2】**

内部取り込み発生時の基本的な対応を下記に示します。



記録レベル：その値を超えた場合に、結果が記録されるべきでありそれより低い値は無視されるレベル。

調査レベル：その値を超えた場合に、結果の原因または意味合いが調査されるべきレベル。

介入レベル：その値を超えた場合に、ある救済措置を講じるべきレベル。

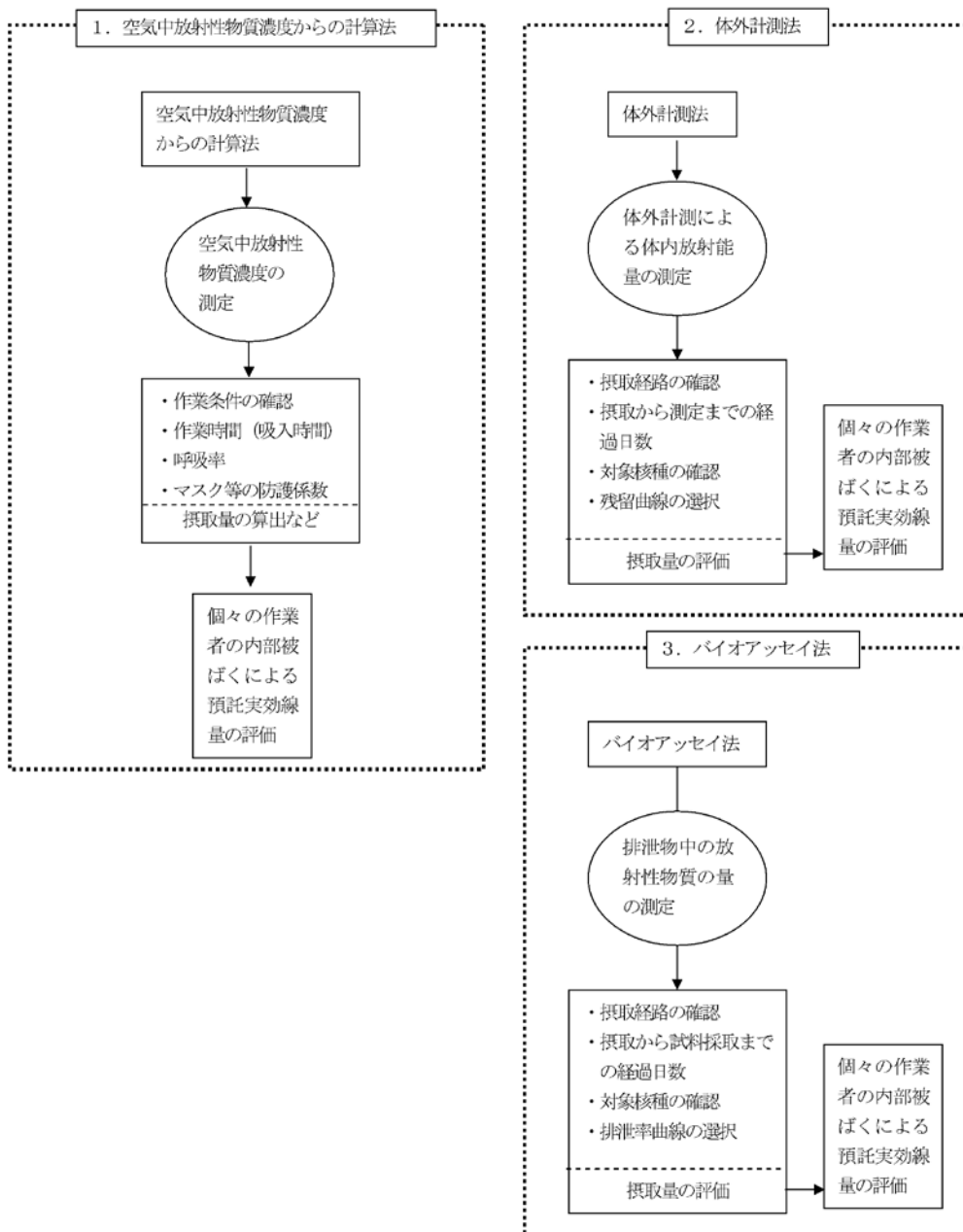
- ※1 事業者毎に必要なに応じて内部被ばく線量の評価を行い、預託実効線量を評価する。
- ※2 救済措置は、産業医や緊急被ばく医療機関として指定されている医療機関などの診断の下で適切に実施する。
- ※3 内部被ばく線量の精密評価とは、体外計測法やバイオアッセイ法による核種同定、定量の結果や、作業環境の状況等も考慮した預託実効線量の評価をいう。
- ※4 調査レベルの値は事業所毎に想定する核種、測定方法等を考慮し、合理的に値を設定。
- ※5 記録レベルの値は預託実効線量 1～2mSv 程度の範囲で事業所毎に値を設定。

【例題3】

記録レベルや調査レベルを超えた場合に実施する内部被ばく線量の精密な評価とは具体的にどのような評価でしょうか。

【回答3】

内部取り込み発生時の線量評価の例を下記に示します。実際には作業環境に応じて空気中の放射性物質濃度からの計算、体外計測、バイオアッセイなどを組み合わせて（下図の1、2、3）評価します。（各事業者における線量評価方法については、例題1参照）



**【例題 4】**

WBCが従事者1人1人の測定ができるのに対し、作業場の空気中の濃度測定値から内部被ばく線量を評価する方法では従事者1人1人に応じた管理はできるのでしょうか。

**【回答 4】**

小規模なRI施設などで内部被ばくのおそれが少ない場合、又は、内部取り込みがあった際の初期評価の場合など、内部被ばく線量レベルが記録レベルを超えたかどうかを判断することが評価の主目的である場合には、簡便な評価方法を採用することが管理上合理的です。この簡便な評価方法として、空気中の放射性物質濃度から計算で内部被ばく線量を求める方法が採用することができます。この方法は、確かに一人一人の体内放射能を測定する方法ではありませんが、作業時間や空気中放射性物質濃度などの摂取条件を安全側に設定し、線量を保守的に評価しますので、この方法でも従事者の内部被ばくの管理は十分可能です。

発電所や再処理工場などの内部被ばくの可能性がある管理区域では、空気中放射性物質濃度を監視すると共に、管理区域退出時の体表面汚染検査や、鼻スミヤの測定などを行い、従事者の体内への放射性物質の取り込みの可能性の有無を確認し、もし内部被ばくの可能性がある場合には、WBCやバイオアッセイによる従事者1人1人に応じた内部被ばくの測定・評価が行われます。

**【例題 5】**

内部被ばくに関連した測定結果を判断するための管理上のレベルとして、記録レベル、調査レベル、介入レベルがありますが、それぞれどのような考え方なのでしょうか。

**【回答 5】**

ICRPは、内部取り込み発生時に何か特定の対策、決定を実行すべき測定量の値として記録レベル、調査レベル、介入レベルなどを採用しています。これらのレベルについては、Publ. 75で、それぞれ以下の通り記載されており、これらを利用することで、不必要な又は実りのない作業を避け、諸資材の有効利用の一助とすることができるとされています。

記録レベル：それを超えたら数値を記録に残し、それ以下の値は無視すべき測定量の値。

調査レベル：それを超えたら原因または結果の意味を吟味すべき測定量の値。

介入レベル：それを超えたらある種の救済活動の実行を考慮すべき測定量の値。

例えば、内部被ばく線量が調査レベルを超えた場合には、放射線防護の観点から作業内容、環境モニタリングの結果等を調査し、作業環境の改善について検討することになります。また、調査レベルは作業環境に応じて記録レベルとの大小関係に係わらず合理的な値を設定することが可能で、記録レベルよりも調査レベルを低く設定\*した場合、調査レベルを超えた場合でもその線量が記録レベル以下の場合、内部被ばくに関する測定が実施されたこと及び測定値を記録し、内部被ばく線量を「有意な内部取り込みなし」または「内部被ばく線量

ゼロ」として扱うことができます。

介入レベルを超えるような内部取り込みが発生した際には、放射性物質の排出を念頭に産業医等の指導の下、必要な保健指導や放射性物質を対外へ排出させるための措置を講じることになります。

\* 事業所によってはスクリーニングレベルとして運用している場合がある。

#### 【例題 6】

内部被ばくの記録レベルの値は事業所によって異なりますが、事業所間で値を統一しなくてもよいのでしょうか。また、不公平は生じないのでしょうか。

#### 【回答 6】

事業所によって作業環境や想定される核種、線量評価方法(WBCで内部取り込み量を実測、環境測定で内部取り込み量を評価)等運用が異なることから、ICRP 勧告に示された記録レベルの考え方「1mSvを下回らない年実効線量、又は、関連する線量限度の約10%の年等価線量から導かれるべき」を考慮して実効線量1mSv~2mSv程度の範囲で事業所ごとに定めることで問題ありません。また、各事業所の個人の線量管理は、記録レベルに関係なく、法令で定める線量限度を十分下回っていることを確認することにより実施されることから、記録レベルの違いにより従事者に不公平が生じることはありません。しかしながら、従事者が記録レベルの異なる他の事業所へ異動したときの混乱を避けるという観点から、将来的に同一業種においては事業所間で統一を図っていくことが望まれます。

#### 【例題 7】

内部被ばくの測定結果に関する調査レベルとは何でしょうか。

#### 【回答 7】

調査レベルは、「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」レベルと定義され、内部取り込みがあった場合、その原因調査(作業環境の調査や従事者の作業手順の確認等)や内部被ばく線量の精密な評価をするとともに、その線量測定の結果の妥当性の検証が必要なレベルをいいます。また、調査された結果は、作業環境や作業手順の改善に役立てていく必要があります。なお、調査レベルの値は、事業所毎に各所で取り扱う核種、測定方法、線量評価の不確実性、線量管理への影響等を考慮し、ICRPの考え方に準じて事業所毎に自主的に決めることができます。

**【例題 8】**

内部被ばくの測定結果が調査レベルを超えた場合には、どのような措置をとれば良いのでしょうか。

**【回答 8】**

まず、管理区域への立入りを禁止するなどさらなる内部被ばくの可能性が生じないよう対策してください。そして、作業環境の調査や従事者の作業手順の確認等によって被ばくの原因調査や内部被ばく線量の精密な評価を行い、測定結果の妥当性を検証し、作業環境や手順の改善を図ってください。なお、作業環境の改善には、労働安全衛生法に基づき医学的専門知識を有する産業医や医師等の意見を取り入れることが望まれます。

**【例題 9】**

調査レベルは必ず設定しなくてはならないのでしょうか。

**【回答 9】**

調査レベルの設定により、作業内容や作業環境の改善活動を適切かつ合理的に実施することができるため、調査レベルは設定することが望まれます。

**【例題 10】**

調査レベルは統一しなくてもよいのでしょうか。

**【回答 10】**

ICRP は、調査レベルについて「操業管理者により設定され、これを超えた場合、その事業所での調査が必要」と勧告しており、事業所毎に各所で取り扱う核種、測定方法、線量評価の不確実性等を考慮し、事業所毎に適切な値を設定することが望ましいと考えられるため、必ずしも統一する必要はありません。

**【例題 11】**

外部被ばくについての記録レベルや調査レベルはあるのでしょうか。

**【回答 11】**

必ずしも記録レベルや調査レベルという名称で取り扱われていない場合もありますが、外部被ばくについても、記録レベル及び調査レベルに相当するレベルがあります。多くの事業所では、記録レベルについては個人線量計の定量下限値が、調査レベルについては作業毎の計

画線量や管理目標値が相当します。

**【例題 1 2】**

外部被ばくの記録は1mSv以下の値でも記録しているのに対し、内部被ばくの値は1mSv～2mSv程度の範囲の記録レベルを超えた場合に記録するのはなぜでしょうか。記録レベル以下の値も被ばく線量として記録しておくべきではないでしょうか。

**【回答 1 2】**

外部被ばくは、個人線量計の定量下限値を記録レベルとしている、もしくはこれに相当する事業所が多いですが、内部被ばくについては、ICRP 勧告では「線量が小さく評価手順が複雑な場合は、それらを実効線量に換算することにメリットがなく、記録レベルは、結果を線量記録に含める必要があるほどの十分意味のあるような実効線量であるべきである」としており、測定値の信頼性の観点から、小さい線量を測定・記録する意味はあまりないとされています。この考え方にに基づき、内部被ばくについての記録はICRP が示している「1mSvを下回らない年実効線量、又は、関連する線量限度の約10%の年等価線量から導かれるべき」の考え方に沿って事業所毎に定めた実効線量（1mSv～2mSv程度の範囲）を超えた場合に行うとしています。

**【例題 1 3】**

内部被ばくの測定結果に関する介入レベルとは何でしょうか。

**【回答 1 3】**

介入レベルは、「その値を超えた場合にある救済措置を講ずるべき」レベルをいいます。救済措置としては、例えば体内に取り込んだ放射性物質を体外へ排泄させるための措置や、健康診断の受診、皮膚・創傷面の除染などがあります。内部被ばく線量が介入レベルを超えた場合は、医学的監視又は必要な保健指導および放射性物質を体外へ排出させるための措置を、産業医や緊急被ばく医療機関として指定されている医療機関などの診断の元で適切に実施してください。

**【例題 1 4】**

介入レベルは必ず設定しなくてはならないのでしょうか。

**【回答 1 4】**

ICRP は介入レベルについて「作業者が確定的影響のしきい値程度またはそれを超える緊急時

被ばくを受けた場合には、その作業者は医者に見せるべきである。」と勧告しており、従事者が調査レベルを超えるような内部被ばくが生じる可能性を考慮して、介入レベルを設定することが望まれます。

**【例題 15】**

介入レベルは統一しなくてもよいのでしょうか

**【回答 15】**

介入レベルについては、事業所毎に各所で取り扱う核種、測定法、線量評価の不確実性等を考慮して事業所毎に産業医など医師と相談の上決定するのが望ましいと考えられるため、必ずしも統一する必要はありません。

**【例題 16】**

どんなに僅かな内部被ばく量でも医師の診察が必要なのでしょうか。

**【回答 16】**

ICRP では、「作業者が確定的影響のしきい値程度またはそれを超える緊急時被ばくを受けた場合には、その作業者は医者に見せるべき」、「健康管理医の重要な役割の一つは、特に被ばくが健康影響を生じさせそうもないとき、作業者に助言と安心を与えることである。しかしながら、不必要に医師に見せることが、作業者の心配とストレスのレベルを増大させることにならないかどうかについて考慮を払うべき」と勧告しております。よって、有意な内部被ばく量で医師の診察が必要かどうかについては、科学的・医学的側面からの必要性と心理的側面からの考慮との両面からのアプローチが重要です。ただし、放射性物質を誤って吸入摂取し、又は経口摂取し、介入レベルを超えるような内部被ばくが生じたおそれのある場合には、医師による問診等の診察が必要です。