

外部被ばく及び内部被ばくの 評価法に係る技術的指針

平成11年4月

放射線審議会基本部会

目次

はじめに	1
I. 外部被ばく	
1. 外部被ばくに係る諸量について	3
1.1 ICRP及びICRUの基本的考え方	
1.2 現行の法令等における外部被ばくに係る諸量	
1.3 放射線防護のための諸量	
1.4 実効線量及び等価線量の算定	
2. 外部被ばくに係る線量換算係数について	6
2.1 ICRPの基本的考え方	
2.2 現行の法令等における外部被ばくに係る線量換算係数	
2.3 外部被ばくに係る線量換算係数	
2.4 測定に係る量(実用量)への換算係数	
3. 不均等被ばくの評価方法について	9
3.1 ICRPの基本的考え方	
3.2 現行の不均等被ばくの評価方法	
3.3 不均等被ばくの評価方法	
4. 皮膚の線量評価における評価面積等について	11
4.1 ICRPの基本的考え方	
4.2 現行の皮膚の線量評価における評価面積等	
4.3 皮膚の線量評価における評価面積等	
II. 内部被ばく	
1. 内部被ばくに係る諸量について	12
1.1 ICRPの基本的考え方	
1.2 現行の法令等における内部被ばくに係る諸量	
1.3 放射線防護のための諸量	
1.4 内部被ばくに係る諸量の算出方法等	
2. 被ばく量の測定評価について	15
2.1 ICRPの基本的考え方	
2.2 現行の法令等における被ばく量の測定評価	
2.3 被ばく量の測定評価	

- 別添1 中性子に対する実用量と実効線量との関係
- 別添2 3mm線量当量と1cm線量当量及び70 μ m線量当量の関係について
- 別添3 ICRP (1996). 外部放射線に対する放射線防護に用いるための換算係数
- 別添4 不均等被ばくの評価式について
- 別添5 放射線を放出する同位元素の数量等を定める件
- 別添6 年齢別呼吸量
- 別添7 年齢別摂水量

(参考)

放射線審議会基本部会委員及び専門委員名簿	30
放射線審議会基本部会内部被ばく及び外部被ばくの評価法に係る 技術的指針検討ワーキンググループ委員名簿	31
審議経過	31

はじめに

1. 放射線審議会は、ICRP 1990年勧告(Pub. 60)の国内制度等への取入れについて検討を行い、平成10年6月意見具申を行った。この意見具申の中で「線量限度を定める量は実効線量及び等価線量とすることが適当である。」こと、「外部被ばくのモニタリング線量の法令上の名称については、1センチメートル線量当量等の用語は変更しないことが適当である。」こと、「施設を設計する際の基準として、管理区域内の人が常時立ち入る場所における外部被ばくに係る実効線量は、1週間につき1mSv以下とする。また、人が呼吸する空気中の放射性物質の濃度は、1週間につき1mSvの実効線量に相当する濃度以下とする。」こと等の意見が具申されている。これらの意見の国内制度等への取入れに際しては、外部被ばく及び内部被ばくの評価法の技術的基準についての見直しが必要であり、放射線審議会基本部会では、関係行政機関におけるICRP 1990年勧告(Pub. 60)の国内制度等への取入れの際に参考となるよう、外部被ばく及び内部被ばく評価法に係る技術的指針を検討し、報告書を取りまとめることとした。
2. 放射線審議会基本部会は、第76回会合において、「内部被ばく及び外部被ばくの評価法に係る技術的指針検討ワーキンググループ」を設置した。
ワーキンググループは平成10年4月15日に第1回会合を開催し、外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係る技術的基準等について、放射線審議会の意見具申の考え方に沿って検討を行うこととし、それぞれ外部被ばくの評価法及び内部被ばくの評価法に係る2つの小グループを設置した。
ワーキンググループは、小グループにおける検討結果を基にさらに検討を進め、平成10年10月5日の第5回会合においてワーキンググループとしての報告書を取りまとめ、放射線審議会第77回基本部会に報告した。放射線審議会基本部会では、ワーキンググループ報告書を基に、さらに検討を行い、第78回会合において報告書(案)を取りまとめた。基本部会では報告書(案)を公表し、国民への意見照会(平成10年12月25日～平成11年1月25日)を行い、応募された意見等を踏まえて更に検討を行い、第80回会合において本報告書を取りまとめた。
3. なお、外部被ばくの技術的基準についてはICRP Pub. 74等の報告書を、内部被ばくの技術的基準についてはICRP Pub. 68、Pub. 71、Pub. 72等の報告書を踏まえて検討した。また、法令等に規定する範囲に関する検討に際しては、関係する法令が多岐にわたるため、放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律を参照しつつ検討を行った。



I. 外部被ばく

1. 外部被ばくに係る諸量について

1.1 ICRP及びICRUの基本的考え方

ICRPは、Pub. 60において新たに「実効線量」及び「等価線量」を導入し、線量限度等の放射線防護基準をこれらの量を用いて定めた。これに基づき、外部被ばくに係る諸量について検討したICRPとICRUの合同タスクグループは、その結果をICRP Pub. 74及びICRU Report 57(以下、「ICRP Pub. 74等」という。)として出版した。ICRP Pub. 74等では、線量限度を定める実効線量及び等価線量を「防護量」と呼び、これらの量は直接には測定できないが、照射条件がわかっているならば計算によって求めることができるとしている。また、場所と個人のモニタリングに用いる量として、ICRUが既に導入した「実用量」(注)を引き続き用いることが妥当と結論づけている。

1.2 現行の法令等における外部被ばくに係る諸量

法律、政令、省府令、規則及び告示(以下、「法令等」という。)における外部被ばくに係る諸量は、以下のように分類できる。

(1)放射線防護基準を定める量

- ①放射線業務従事者等の線量限度を定める量
- ②使用施設等に係る基準(管理区域の基準、しゃへい物に係る限度)を定める量
- ③運搬に係る基準を定める量

(2)測定に係る量

- ①場所における線量当量(率)の測定に用いる量
- ②放射線業務従事者等の外部被ばく線量の測定に用いる量

現行の法令等では、放射線業務従事者等の線量限度を定める量については実効線量当量及び組織線量当量を用いているが、使用施設等に係る基準及び運搬に係る基準を定める量については、1センチメートル線量当量を用いている。また、測定に係る量については、場所における線量当量(率)の測定(以下、「場所に係る測定」という。)に用いる量と放射線業務従事者等の外部被ばく線量の測定(以下、「個人の外部被ばくに係る測定」という。)に用いる量を区別せず、1センチメートル線量当量、3ミリメートル線量当量、70マイクロメートル線量当量(以下、「1センチメートル線量当量等」という。)を用いている。

(注)

実用量は、ICRP 1977年勧告(Pub. 26)で導入した直接測定できない量である実効線量当量を、測定(モニタリング)で推定するためにICRUが導入した線量である。実用量には、次の量がある。

評価対象	測定に係る量（実用量）	
場所のモニタリングに用いる量	周辺線量当量	$H^*(d)$ ($d=0.07\text{mm}$ 、 3mm 、 10mm)
	方向性線量当量	$H^*(d, \alpha)$ ($d=0.07\text{mm}$ 、 3mm 、 10mm 、 α は入射角度)
個人モニタリングに用いる量	個人線量当量	$H_p(d)$ ($d=0.07\text{mm}$ 、 3mm 、 10mm)

1センチメートル線量当量等は、上記の実用量の考え方にに基づき導入された量である。

1.3 放射線防護のための諸量

ICRP Pub. 74等における防護量と実用量との関係を踏まえ、外部被ばくに係る諸量については、以下のとおりとすることが適当である。

(1) 放射線防護の基準を定める量

放射線審議会の意見具申では、放射線防護の基準を定める量については、「実効線量」及び「等価線量」を用いることが適当であるとしている。また、ICRP Pub. 74等では、防護基準を定める量(防護量)と測定のための実用量が明確に区別されている。

従って、法令等における放射線防護の基準を定める量については、原則として、ICRP Pub. 74等の防護量に統一することが適当である。具体的には、以下のとおりとすることが適当である。なお、運搬に係る基準を定める量については、現在、原子力安全委員会において、IAEA放射性物質安全輸送規則(1996)の国内制度等への取入れについて検討中であり、この結果を踏まえて対応することが適当である。

- ・放射線業務従事者等の線量限度を定める量は、「実効線量」及び「等価線量」とする。
- ・管理区域に係る基準線量、しゃへい物に係る限度等、使用施設等に係る基準を定める量は、「実効線量」とする。
- ・法令等においては、1センチメートル線量当量等を除き、現行の「線量当量(限度)」という用語を「線量(限度)」とする。

(2) 測定に係る量

① 測定に係る量及びそれらの名称

施設の操業開始後、事業者には放射線の量の測定(算定を含む)が義務づけられている。実効線量及び等価線量は直接には測定できない量であるため、測定に係る量(モニタリング線量)を別途定める必要がある。このモニタリング線量として、ICRUの実用量(周辺線量当量、方向性線量当量及び個人線量当量)を用いることが適当である(中性子に対する実用量と実効線量の関係については別添1参照)。

ただし、放射線審議会の意見具申では、外部被ばくのモニタリング線量の

法令上の名称については、変更しないことが適当であるとしている。従って、上記の実用量の総称として1センチメートル線量当量等の名称を引き続き用いることとする。

また、妊娠を申告した女性作業者の腹部表面の等価線量について、放射線審議会の意見具申では、腹部に着用した個人線量計により評価される1センチメートル線量当量を採用することとしている。

従って、測定に係る量及びそれらの名称については、以下のとおりとすることが適当である。

・ 場所に係る測定に用いる量

評価対象	測定に係る量(実用量)	名 称
実効線量	周辺線量当量 $H^*(10)$	1センチメートル線量当量
眼の水晶体の等価線量	方向性線量当量 $H(3, \alpha)$	3ミリメートル線量当量
皮膚等の等価線量	方向性線量当量 $H(0.07, \alpha)$	70マイクロメートル線量当量

・ 個人の外部被ばくに係る測定に用いる量

評価対象	測定に係る量(実用量)	名 称
実効線量	個人線量当量 $H_p(10)$	1センチメートル線量当量
眼の水晶体の等価線量	個人線量当量 $H_p(3)$	3ミリメートル線量当量
皮膚等の等価線量	個人線量当量 $H_p(0.07)$	70マイクロメートル線量当量
女性の腹部表面の等価線量	個人線量当量 $H_p(10)$	1センチメートル線量当量

②測定の内容

・ 場所に係る測定

場所に係る放射線の量の測定では、主として、1センチメートル線量当量率(対応する実用量：周辺線量当量 $H^*(10)$)の測定を行うことが適当である。70マイクロメートル線量当量率(対応する実用量：方向性線量当量 $H(0.07, \alpha)$)の測定については、現行と同様、70マイクロメートル線量当量率が1センチメートル線量当量率の10倍を超えるおそれのある場所において限定的に義務を課することが適当である。3ミリメートル線量当量率(対応する実用量：方向性線量当量 $H(3, \alpha)$)については、1センチメートル線量当量率と70マイクロメートル線量当量率の測定評価を行うことにより防護のために必要な情報は得られると考えられる(別添2参照)ことから、測定の義務を原則として課さないことが適当である。

・ 個人の外部被ばくに係る測定

個人の外部被ばくに係る放射線の量の測定では、主として、1センチメートル線量

当量(対応する実用量：個人線量当量 $H_p(10)$)の測定を行うことが適当である。70マイクロメートル線量当量(対応する実用量：個人線量当量 $H_p(0.07)$)の測定については、 β 線やエネルギーの低い光子による局所的な皮膚の被ばくなど限定された状況でのみ問題となることから、1センチメートル線量当量の10倍を超えるおそれのある場合において、測定を行う義務を課することが適当である。また、3ミリメートル線量当量(対応する実用量：個人線量当量 $H_p(3)$)の測定については、前述と同様の理由から、測定の義務を原則として課さないことが適当である。

なお、個人の外部被ばくに係る測定は、現行と同様に、原則として個人線量計により行うことが適当である。

1.4 実効線量及び等価線量の算定

測定に係る量(実用量)から実効線量及び等価線量を算定するにあたっては、以下のとおりとすることが適当である。

(1) 外部被ばくによる実効線量

個人の外部被ばくに係る測定(算定を含む)により得られた値である1センチメートル線量当量(原則として個人線量当量 $H_p(10)$ 、ただし、放射線測定器を用いて測定した場合にあっては周辺線量当量 $H^*(10)$)をもって外部被ばくによる実効線量とみなすことが適当である。

(2) 皮膚及び手足の等価線量

個人の外部被ばくに係る測定(算定を含む)により得られた値である70マイクロメートル線量当量(原則として個人線量当量 $H_p(0.07)$ 、ただし、放射線測定器を用いて測定した場合にあっては方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$)をもって皮膚及び手足の等価線量とみなすことが適当である。

(3) 眼の水晶体の等価線量

通常、1センチメートル線量当量又は70マイクロメートル線量当量(実用量との関係は、(1)又は(2)と同じ)のうち、放射線の種類やエネルギー等を考慮して適切と判断される方をもって眼の水晶体の等価線量の評価値とすることができる(別添2参照)。

(4) 女性の腹部表面の等価線量

個人の外部被ばくに係る測定(算定を含む)により得られた値である1センチメートル線量当量(原則として腹部の個人線量当量 $H_p(10)$ 、ただし、放射線測定器を用いて測定した場合にあっては周辺線量当量 $H^*(10)$)をもって女性の腹部表面の等価線量とみなすことが適当である。

2. 外部被ばくに係る線量換算係数について

2.1 ICRPの基本的考え方

現行の法令等における線量換算係数の根拠となっているICRP Pub. 51では、物理量(空気吸収線量、フルエンス等)から実効線量当量及び組織線量当量並びに実用量である周辺線量当量への換算係数が光子及び中性子について示されていた。しかし、個人線量当量への換算係数は示されていなかった。

ICRP Pub. 74等には、物理量(空気カーマ、フルエンス)から防護量(実効線量及び等価線量)及び全ての実用量(周辺線量当量、方向性線量当量及び個人線量当量)への換算係数が光子、中性子及び電子について示されている。ただし、実用量については、放射線の種類等に応じて、モニタリングの實際上必要とされない換算係数(例えば、光子及び中性子に対する $H^*(3)$ 、 $H^*(3, \alpha)$ 及び $H_p(3)$ 等)は与えられていない。

2.2 現行の法令等における外部被ばくに係る線量換算係数

現行の法令等においては、光子及び中性子について、物理量(空気吸収線量、フルエンス)から1センチメートル線量当量、3ミリメートル線量当量及び70マイクロメートル線量当量への換算係数が規定されている。これら現行の1センチメートル線量当量等への換算係数は、ICRP Pub. 51で示された周辺線量当量への換算係数の値と同じである。

2.3 外部被ばくに係る線量換算係数

線量換算係数が必要となるのは、主に以下の3つの場合である。

- ①しゃへいに係る計算などの計算・評価を行う場合
- ②線量計が有すべきエネルギーレスポンス等の基準を示す場合
- ③線量計の校正を行うために物理量から線量当量等を求める場合

このうち、法令等で換算係数を規定する必要があるのは、①の場合である。

管理区域に係る基準線量やしゃへい物に係る限度等、使用施設等に係る基準を定める量については「実効線量」を用いることとする(1.3(1)参照)ことに伴い、法令等に規定する線量換算係数については「1センチメートル線量当量等への換算係数」を「実効線量への換算係数」に置き換えることが必要である。この実効線量への換算係数については、国際的な整合性の観点から、ICRP Pub. 74等で示された換算係数を採用することが適当である。

実効線量は、放射線の人体への入射条件により値が変化する量である。このため、ICRP Pub. 74等では、複数の入射条件における換算係数が示されている(別添3参照)。許認可等に係るしゃへい計算においては、事業者が当該施設における放射線業務従事者及び公衆への入射条件の違いを正確に把握することは困難と考えられること等から、安全側の評価値となる人体の前方正面から後方への照射条件(前方-後方(AP)ジオメトリ)での実効線量への換算係数(別添3の枠で囲われた値)を採用することが適切である。

なお、別添3の表は成人を対象としているが、検討の結果、公衆が対象となる事業所境界における外部被ばくの評価においても同表の値を使用してさしつかえないと判断した。

具体的には、以下のとおりとすることが適当である。

放射線の種類	物理量からの換算係数	エネルギー範囲	ICRP Pub. 74等の該当する表
光子	自由空気中の単位空気カーマあたりの実効線量(前方-後方(AP)ジオメトリ)	0.010MeV～ 10MeV	表A. 17 第1欄及び第2欄
中性子	単位中性子フルエンスあたりの実効線量(前方-後方(AP)ジオメトリ)	1.0×10^{-9} MeV～ 2.0×10^1 MeV	表A. 41 第1欄及び第2欄

なお、事業者が、該当施設の利用状況を加味した適切な入射条件を設定することが可能な場合には、この条件(あるいは、これらの条件の組み合わせ)を採用することができる。中性子に関してICRP Pub. 74等では180MeVまで示されているが、法令等で規定する中性子のエネルギー範囲を20MeV以下とする理由は、20MeVを超えるエネルギーに対する値が、これ以下のエネルギーに比べると極めて少ないデータからしか評価されていないこと及び50MeVを超えると前方-後方(AP)ジオメトリの換算係数では安全側評価にならないためである。

法令等で規定される範囲を超えるエネルギーの放射線については、個別に審査することが適当である。

なお、電子については、通常、しゃへいに係る計算等において評価が必要となることは極めてまれであること、数MeV以下のエネルギー範囲では実効線量への寄与が極めて少ないこと(皮膚の組織荷重係数は0.01である。)、全身均等被ばくとなることはほとんどないことなどから、現行と同様、法令等において換算係数の規定をしないこととすることが適当である。

2.4 測定に係る量(実用量)への換算係数

現行の法令等においては、空気吸収線量等の物理量から1センチメートル線量当量等への換算係数が規定されている。しかしながら、前述のとおり、法令等で規定すべき換算係数を防護量である「実効線量」への換算係数とすることから、1センチメートル線量当量等への換算係数は、放射線測定器により測定が困難な時に線量を算定するために用いられる場合を除き、必要がなくなる。

また、1センチメートル線量当量等への換算係数は、ICRP 1977年勧告(Pub. 26)取入れ当時、それ以前の測定量であった照射線量等から1センチメートル線量当量等を算出するために必要であった。しかし、現在では、1センチメートル線量当量等に対応した線量当量を直読可能なサーベイメータや個人線量計が普及していることから、そのような換算を必要とする場合は少なくなっている。

これらの理由から、法令等において物理量から測定に係る量(実用量)への換算係数を規定する必要はない。

なお、物理量から実用量への換算係数は、放射線測定器の校正等の目的に用いられるため、国内で統一された値とすることが重要である。従って、国内制度の適切なレベルにおいて、物理量から実用量への換算係数が示されることが適当である。この場合、物理量から実用量への換算係数としては、国際的な整合性の観点から、

ICRP Pub. 74等の以下の表を基本とすることが適当である*1。

(1) 場所に係る測定量

放射線の種類	実用量	物理量からの換算係数	ICRP Pub. 74等の該当する表
光子	周辺線量当量 $H^*(10)$	自由空気中空気カーマから周辺線量当量への換算係数	表A. 21 (第1欄及び第2欄)
	方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$	自由空気中空気カーマから方向性線量当量への換算係数	表A. 21 (第1欄及び第3欄) 及び 表A. 23
中性子	周辺線量当量 $H^*(10)$	中性子フルエンスから周辺線量当量への換算係数	表A. 42 (第1欄及び第2欄)

(2) 個人の外部被ばくに係る測定量

放射線の種類	実用量	物理量からの換算係数	ICRP Pub. 74等の該当する表
光子	個人線量当量 $H_p(10)$	自由空気中空気カーマからICRUスラブ中の $H_{p,slab}(10, \alpha)$ への換算係数	表A. 24
	個人線量当量 $H_p(0.07)$	自由空気中空気カーマからICRUスラブ中の $H_{p,slab}(0.07, \alpha)$ への換算係数	表A. 25
中性子	個人線量当量 $H_p(10)$	中性子フルエンスからICRUスラブ中の $H_{p,slab}(10, \alpha)$ への換算係数	表A. 42 (第1欄及び第3～8欄)

3. 不均等被ばくの評価方法について

3.1 ICRPの基本的考え方

胸部・上腕部(女子では腹部・大腿部)以外の部位(頭頸部、腹部・大腿部又は胸部・上腕部)の線量当量が最大となるおそれのある場合(以下、「不均等被ばくの場合」という。)の実効線量当量(又は実効線量)の評価式の根拠となる組織荷重係数について、ICRP Pub. 60 では、その値が変更され、また指定された臓器・組織も増

1 ただし、光子の $H'(0.07, \alpha)$ 及び $H_{p,slab}(0.07, \alpha)$ への換算係数並びに中性子の $H^(10)$ を適用する場合のエネルギーの上限など、上記の実用量への換算係数の具体的運用にあたり検討すべき問題が含まれていることに留意する必要がある。

えた。以下に、ICRP Pub. 60及びICRP Pub. 26の組織荷重係数を比較して示す。

臓器・組織	組織荷重係数	
	1990年勧告 (ICRP Pub. 60)	1977年勧告 (ICRP Pub. 26)
甲状腺	0.05	0.03
皮膚	0.01	(0.01)* ¹
肺	0.12	0.12
食道	0.05	-
赤色骨髄	0.12	0.12
乳房	0.05	0.15
肝臓	0.05	-
胃	0.12	-
骨表面	0.01	0.03
結腸	0.12	-
生殖腺	0.20	0.25
膀胱	0.05	-
残りの組織・臓器	0.05	0.30

*1:ICRP ストックホルム声明(1978)において示されている。

3.2 現行の不均等被ばくの評価方法

現行の法令等では、不均等被ばくの場合、胸部・上腕部(女子では腹部・大腿部)の他、線量当量が最大となるおそれのある部位の1センチメートル線量当量を測定し、以下の式で実効線量当量を算出することとなっている。

$$H_{EE}=0.05H_a+0.33H_b+0.32H_c+0.30H_m \cdots \cdots \textcircled{1}$$

H_{EE} : 外部被ばくによる実効線量当量

H_a : 頭頸部における1センチメートル線量当量

H_b : 胸部及び上腕部における1センチメートル線量当量

H_c : 腹部及び大腿部における1センチメートル線量当量

H_m : 頭頸部、胸部・上腕部及び腹部・大腿部のうち外部被ばくによる線量当量が最大となるおそれのある部分における1センチメートル線量当量

例えば鉛エプロンを着用し、頭頸部と胸部とに着けた2つの個人線量計から評価する場合に①式を適用すると次式となる。

$$H_{EE}=0.35H_a+0.65H_b \cdots \cdots \textcircled{2}$$

3.3 不均等被ばくの評価方法

組織荷重係数の変更により不均等被ばくによる影響が小さくなったため、不均等被ばくの評価方法を法令等で詳細に規定する必要はなく、必要に応じて、適切な団体、機関等において作成されたガイドライン等により示されることが適当である。

(注)

- ・不均等被ばくの評価式については、放射線審議会基本部会打合せ会新第3分科会での検討を踏まえ、以下のとおりとすることが適当である(別添4参照)。ICRP 1990年勧告に基づく不均等被ばくの場合の外部被ばくに係る実効線量を算出するための式は次式となる。

$$H_{EE}=0.08H_a+0.44H_b+0.45H_c+0.03H_m \cdots \cdots \textcircled{3}$$

(H_{EE} は実効線量、 H_a 、 H_b 、 H_c 及び H_m については①式と同じ。)

上記と同様、鉛エプロンを着用し、頭頸部と胸部とに着けた2つの個人線量計から評価する場合に③式を適用すると次式となる。

$$H_{EE}=0.11H_a+0.89H_b \cdots \cdots \textcircled{4}$$

4. 皮膚の線量評価における評価面積等について

4.1 ICRPの基本的考え方

ICRP Pub. 26では、皮膚に対する組織線量当量限度について評価面積の指定はなかった。一方、ICRP Pub. 60では、皮膚の等価線量限度について、被ばく面積にかかわらず任意の 1cm^2 にわたり平均して年 500mSv とされ、評価面積が明記された。ただし、ICRP Pub. 75では、通常の皮膚汚染時の個人モニタリングにおいては、汚染面積を 100cm^2 (手は 300cm^2)とみなすことが適当であるとしている。

また、従来の実効線量当量に皮膚は対象に含まれていなかったが、実効線量には皮膚が対象として含まれている。これについて、ICRP Pub. 60では、確率的影響に関しては、等価線量は皮膚の全面積で平均できるとしている。

4.2 現行の皮膚の線量評価における評価面積等

現行の法令等においては、皮膚の線量評価における評価面積の規定はない。

4.3 皮膚の線量評価における評価面積等

皮膚の線量評価における評価面積等については、現行と同様に、法令等で規定する必要はなく、必要に応じて、適切な団体、機関等において作成されたガイドライン等により示されることが適当である。

(注)

皮膚の線量評価における評価面積等については、放射線審議会基本部会打合せ会新第3分科会での議論を踏まえ、以下のとおりとすることが適当である。

- ・外部被ばくによる皮膚の確定的影響を防護するために等価線量を評価する場合は、ICRP勧告どおり 1cm^2 にわたり平均する。
- ・実効線量を計算する場合に用いる皮膚の等価線量は、ICRP勧告どおり皮膚の全面積で平均する。
- ・皮膚の汚染検査における平均面積については、ICRP Pub. 75に示されているように、 100cm^2 (手の場合は、 300cm^2)とする。

II. 内部被ばく

1. 内部被ばくに係る諸量について

1.1 ICRPの基本的考え方

ICRPは、Pub. 60において「実効線量」及び「等価線量」を導入している*2。内部被ばくに関しては、これらはICRP Pub. 26における実効線量当量、組織線量当量に対応するものである。内部被ばくにおける等価線量は、体内に取り込まれた後に複数の組織・臓器に分布している放射性核種から放出される放射線により、1つの組織・臓器が受ける吸収線量に、線質に係る放射線荷重係数を乗じて得られるものである。実効線量は、各組織・臓器の等価線量に組織荷重係数を乗じて身体の全ての組織・臓器について加算したものである。内部被ばくに係る線量は、成人に対しては50年間の、子供に対しては摂取時から70歳までの総被ばく線量を体内摂取時の線量として評価される。

1.2 現行の法令等における内部被ばくに係る諸量

現行の法令等における内部被ばくに係る諸量は、以下のとおりである。

- ①吸入・経口摂取した場合における年摂取限度(Bq)
及び f_1 (胃腸管に入った後体液に達する元素の割合)
- ②空气中濃度限度(Bq/cm³)
- ③排気中濃度限度(Bq/cm³)
- ④排水中濃度限度(Bq/cm³)

1.3 放射線防護のための諸量

現行の法令等においては、吸入・経口摂取に対する年摂取限度(ALI)が規定されているが、放射線審議会の意見具申において、「線量限度を定める量は実効線量及び等価線量とすることが適当である。」とされていること、及びICRP Pub. 68においては、年摂取限度ではなく線量係数(単位摂取量あたりの実効線量)が示されており、この線量係数を用いることによって実効線量の算定が可能であることから、法令等においては、年摂取限度に代えて線量係数を規定することが適当である。

法令等には作業者に対する線量限度とともに、化学形毎の線量係数並びに施設を設計する際の基準としての空气中濃度限度、排気中濃度限度及び排水中濃度限度を規定することが適当である。なお、後述のとおり(2.3「被ばく量の測定評価」参照)摂取量算定の方法を法令等で規定する必要はなくなることから、現行法令等に規定されている「吸入の区分」及び「 f_1 」を法令等で規定する必要はない(別添5参照)。

また、ICRP 1990年勧告(Pub. 60)では、「摂取量(5年間の平均)を年摂取限度に制限することは、實際上、どの単一臓器の生涯等価線量も、確定的影響を引き起こす

*2 内部被ばくに係る線量は、ICRP 1990年勧告(Pub. 60)を踏まえ、「預託実効線量」、「預託等価線量」とする。ただし、内部被ばく線量は、外部被ばく線量と合算する場合があります。線量の呼称が異なることは適切でないため、本報告書では、「実効線量」、「等価線量」と呼ぶことにする。

ほどではないことを保証するであろう」と述べており、放射線審議会の意見具申において、実効線量限度は「1990年勧告を踏まえ、5年間に100mSv、ただし、いかなる年度の1年間にも50mSvを超えない」としていることから内部被ばくに係る限度の規定において特定臓器・組織の等価線量を考慮する必要はない。

従って、法令等について定める内部被ばくに係る諸量は、以下のとおりとすることが適当である。

①線量係数

単位放射能の摂取による実効線量 (mSv/Bq)

②空気中濃度限度 (Bq/cm³)

③排気中濃度限度 (Bq/cm³)

④排水中濃度限度 (Bq/cm³)

1.4 内部被ばくに係る諸量の算出方法等

(1)核種毎の限度等を規定する放射性核種と有効数字

核種毎の限度等を法令等に規定する放射性核種については、原則として現行法令等において規定されている核種及びICRP Pub. 68 表B. 1に示されている核種とすることが適当である。

また、線量係数については、有効数字2桁、空気中濃度限度、排気中濃度限度及び排水中濃度限度については有効数字1桁で示すことが適当である。

(2)核種毎の限度が法令等に規定されない核種の取扱い

核種毎の限度等が法令等に規定されない核種に対しても、当該核種に適用する空気中濃度限度、排気中濃度限度及び排水中濃度限度をあらかじめ法令等に規定しておく必要がある。この場合、アルファ線放出の有無の区分に加えて、半減期の区分(10分以下、10分～1日、1日～30日、30日以上の4区分)毎に、数値を規定することが適当である。

また、これらの核種に対しては、上記Ⅱ1.4(1)と同様な方法で評価することにより個別に審査することも可能とすることが適当である。

(3)線量係数

ICRP は呼吸気道モデルをPub. 66で改訂し、Pub. 68に作業者による放射性核種の摂取(吸入摂取、経口摂取)についての線量係数を示している。このICRP Pub. 68の線量係数には、選択された核種について、ICRP Pub. 30の刊行以降に導入された新しい体内動態モデルが使用されている。

線量係数については、放射性エアロゾルを吸入摂取した場合は ICRP Pub. 68 表 B. 1 の空気力学的放射能中央径(AMAD)^{*3} 5 μ m の値を、経口摂取した場合は

^{*3} 浮遊性塵埃(エアロゾル)の粒子群の空気力学的性質は、粒子群の空気力学的大きさとその分散の状態(粒子径分布)により表される。分布は通常対数正規分布が仮定され、その代表粒子径を表すものとして、粒子の個数を基準とするCMD(個数中央径)や放射能を基準とする放射能中央径等がある。AMADは、着目しているエアロゾルの粒子径分布の放射能中央値における粒子の空気中沈降速度が、単位密度(1g/cm³)の幾何学的球形粒子の空気中沈降速度に等しい球形粒子の径として定義される。

同じく表 B.1 の経口摂取の値を用いることが適当である。可溶性または反応性放射性ガスを吸入摂取した場合は ICRP Pub. 68 表 C.1 の値を用いることが適当である。また、ICRP Pub. 68 表 B.1 及び表 C.1 に示されていない核種については、ICRP Pub. 66 の呼吸気道モデル及び ICRP Pub. 72 までに勧告された体内動態モデルのうち適切なモデルを用いて計算することが適当である。

(4) 空气中濃度限度

放射線審議会の意見具申では、空气中濃度限度について、1週間につき1mSvの実効線量に相当する濃度以下とすることが適当であるとしており、空气中濃度限度の算出式については、

$$\text{空气中濃度限度 (Bq/cm}^3\text{)} = 1 \text{ (mSv/週)} / \{ \text{線量係数 (mSv/Bq)} \times \text{呼吸率 (cm}^3\text{/時間)} \times \text{作業時間 (時間/週)} \}$$

となる。

上式において、線量係数は上記第(3)項に記述した線量係数を用いる。

作業者の呼吸量は、ICRP Pub. 68に準拠して $1.2 \times 10^6 \text{ cm}^3 / \text{時間}$ とすることが適当である。

作業時間については、週40時間とすることが適当である。

(5) 排気中濃度限度及び排水中濃度限度

排気中濃度限度及び排水中濃度限度の算出は、年齢依存性を考慮し、同一人が0歳児から70歳になるまでの期間について年平均1mSvの被ばく線量に基づくものとするとともに、当該期間における各年齢層に対する線量係数及び年間呼吸量又は年間摂水量に基づくものとするが適当である。

各年齢層に対する線量係数はICRP Pub. 72の表A.1(経口摂取)、表A.2(放射性エアロゾルの吸入摂取)、及び表A.3(放射性ガスの吸入摂取)の値を用いることが適当である。ICRP Pub. 72に示されていない放射性核種については、ICRP Pub. 66の呼吸気道モデル及びICRP Pub. 72までに勧告された体内動態モデルのうち適切なモデルを用いて計算することが適当である。

年間呼吸量および年間摂水量については、各年齢群に依存した呼吸量、摂水量を設定することが適当であり、現在利用できる呼吸量、摂水量のデータを踏まえ、それぞれ別添6及び別添7とすることが適当である。

公衆に対する粒子径については、ICRP Pub. 66に基づき、AMAD $1 \mu\text{m}$ を適用することが適当である。

排気・排水口から公衆への被ばく経路については、現行と同様に、排気・排水口の空気、水を直接摂取するとの安全側の仮定を設定することが適当である。従って、排気・排水中の濃度限度の算出式は以下のとおりとすることが適当である。

70

$$1. \text{ 排気中濃度限度 (Bq/cm}^3\text{)} = 1 \text{ (mSv/年)} \times 70 \text{ (年)} / \sum \{ \text{各年齢層の線量係数 (mSv/Bq)} \times \text{各年齢層の年間呼吸量 (cm}^3\text{)} \}$$

ρ. 排水中濃度限度 (Bq/cm^3) = $1 (\text{mSv}/\text{年}) \times 70 (\text{年}) / \Sigma \{ \text{各年齢層の線量係数} (\text{mSv}/\text{Bq}) \times \text{各年齢層の年間摂水量} (\text{cm}^3) \}$

なお、排気中濃度限度及び排水中濃度限度の管理期間については、現行と同様に、3ヶ月とすることが適当である。

(6) その他

なお、不活性ガスに対する限度等は、ICRP Pub. 68 表D. 1に示されている実効線量率を用いて計算することが適当である。また、ラドンについては、ICRP Pub. 65に準拠することが適当である。

2. 被ばく量の測定評価について

2.1 ICRPの基本的考え方

ICRP Pub. 30では、1年間の放射性核種の摂取限度としてALIを算出し、ICRP Pub. 26に示された実効線量当量の補助限度として作業者の内部被ばくを解釈するための有用な基準とした。ALIは、放射性核種による人体の確率的影響制限及び非確率的影響防止のために必要とされ、実効線量当量及び組織線量当量の算定に用いられた。

一方、ICRP Pub. 68においては、ALIに代えて、摂取した放射性核種の単位量(Bq)あたりの線量係数(Sv)を示した。ICRP Pub. 68で示された線量係数は、その放射性核種の1Bqの摂取からもたらされる実効線量に対応するものである。

2.2 現行の法令等における被ばく量の測定評価

現行の法令等においては、摂取量のALIに対する比の値を用いて被ばく量の測定評価を行うこととしている。すなわち、実効線量当量年50mSvに相当するALIの摂取は確率的影響に対する実効線量当量限度に相当するので、摂取した放射性核種毎に摂取量とALIとの比から実効線量当量を計算する。また、非確率的影響に対する組織線量当量限度が問題となる放射性核種(以下、非確率核種という。)が体内に沈着した場合、組織線量当量年500mSvに相当するALIを用いて、非確率核種毎に最大の線量を受ける標的組織の組織線量当量を計算する。

2.3 被ばく量の測定評価

実効線量については、法令等に規定する線量係数と摂取量から算出することが適当である。また、預託積分期間については、成人50年、子供は摂取時より70歳まで(70歳の誕生日まで)とすることが適当である。なお、ICRP Pub. 66に示されている新しい呼吸気道モデルが極めて複雑であるため、体外計測、バイオアッセイ等の内部被ばくモニタリング測定データからの摂取量算定を、現行法令等に規定されているような簡便式で記述することは困難である。また現行においても算出方法の一部が規定されているのみであることから、摂取量算定の方法については法令等で規定する必要はなく、適切な団体、機関等において作成されたガイドライン等により示されることが適当である。

(注)

- ・体外計測、バイオアッセイ等の内部被ばくモニタリング測定値からの摂取量算定方法は、ICRP Pub. 78として刊行されている。この勧告の利用方法は、ICRP Pub. 54と同様に、単位摂取に基づく全身残留あるいは排泄率をグラフ(又は数値データ)より読みとり、測定された全身残留あるいは排泄量と比較して摂取量を求めるものである。ただし、ICRP Pub. 78に示されている核種は15元素29核種に限られている。

- ・体外計測、バイオアッセイ等の内部被ばくモニタリング測定値から摂取量を算定する実地的な方法としては次の2つの方法が考えられる。
 - ①内部被ばく線量評価コードを利用した評価
 - イ. 内部被ばく線量評価コード(INDES:科学技術庁の委託により日本原子力研究所で整備中)をガイドライン等の付録とし、これを利用して各放射性核種の単位摂取に基づく全身残留あるいは排泄率(ICRP Pub. 78に示されるグラフ等)を計算出力する。
 - ロ. 測定された全身残留量あるいは排泄量と対応する計算結果のグラフ(又は数値出力)とを比較して摂取量を算定する。

 - ②全身残留関数、排泄率関数の多項式近似式による評価
 - イ. 各元素毎に全身残留関数、排泄率関数を多項式近似(指数関数、巾関数等)で表し、ガイドライン等で示す。
 - ロ. 測定された全身残留あるいは排泄量と多項式の計算結果(グラフあるいは数値)とを比較して摂取量を算定する。

別添 1

中性子に対する実用量と実効線量との関係*

外部被ばく線量の管理に実用量を用いるためには、実用量が実効線量を安全側に評価できることが必要である。しかし、ICRP Pub. 74 の中性子に対する新しい線量換算係数を比較検討すると、一部のエネルギー領域(約 1eV~40keV、3~13MeV 及び 40MeV 以上)で実用量が実効線量を過小評価する。ただし、これは単色エネルギーの場合であり、幅広いエネルギースペクトルを有する実際の施設における両者の関係を評価する必要がある。そこで、7種類の中性子線源及び施設における中性子スペクトルデータ(IAEA のスペクトルデータ集からスペクトル形状が異なるものを 3~8 個ずつ選んだ)を用いて、実用量($H^*(10)$ 、 $H_{p,slab}(10, 0^\circ)$)及び最も線量が高くなる前方-後方照射に対する実効線量($E(AP)$)へのスペクトル平均線量換算係数を計算し、その比($E(AP)/H^*(10)$ 及び $E(AP)/H_{p,slab}(10, 0^\circ)$)を求めた。結果を表に示す。比は Am-Be 線源を除いて 1 より小さい。これは、実用量が実効線量を安全側に評価するエネルギー領域(40keV~3MeV)の線量への寄与の方が、実用量が過小評価するエネルギー領域の寄与を上回るためである。したがって、RI 中性子源や原子力施設のほとんどで実用量を用いることに問題はない。

表 中性子スペクトルを考慮した実効線量と周辺線量及び個人線量当量の比

線源・施設の種類 (評価データ数)	スペクトル平均線量換算係数の比	
	$E(AP)/H^*(10)^{*1}$	$E(AP)/H_{p,slab}(10, 0^\circ)^{*1}$
$^{241}\text{Am-Be}$ 線源 (1)	1.05	1.00
^{252}Cf 線源 (1)	0.88	0.84
$^{252}\text{Cf}(\text{D}_2\text{O}$ 減速) (1)	0.91	0.87
原子炉周辺 (3)	0.67~0.76 ^{*2}	0.64~0.73 ^{*2}
核燃料取扱施設 (8)	0.79~0.87 ^{*2}	0.76~0.84 ^{*2}
医療用ライナック (4)	0.72~0.94 ^{*2}	0.69~0.90 ^{*2}
核融合実験装置 (3)	0.83~0.87 ^{*2}	0.79~0.83 ^{*2}

1 $E(AP)$: 前方-後方照射に対する実効線量, $H^(10)$: 周辺線量当量,
 $H_{p,slab}(10, 0^\circ)$: 個人線量当量

*2 複数評価された値の最小値と最大値の範囲

* 吉澤道夫: 新しい外部被ばく線量係数の放射線管理への適用とその問題点,
保健物理, 33, 7-11(1998).

別添 2

3 mm線量当量と 1 cm線量当量及び70 μ m線量当量の関係について

1 cm線量当量 (H(10)) と70 μ m線量当量 (H(0.07)) の測定・評価により実効線量限度及び皮膚等の等価線量限度が担保されていれば、3 mm線量当量 (H(3)) を評価しなくても、眼の水晶体の限度が担保される条件は以下の場合である。

- ① $H(3)/H(10) < 150/50$
- ② $H(3)/H(0.07) < 150/500$

従って、線量換算係数の重み付きの比、 $H(3)/[(150/50)H(10)]$ と $H(3)/[(150/500)H(0.07)]$ をエネルギーを横軸にプロットし、この比が全エネルギーにわたり 1 以下であればよい。また、②の条件が満足されていなくても、 $H(3)$ と $H(0.07)$ の換算係数の比 ($H(3)/H(0.07)$) が 1 を超えることがなければ、 $H(0.07)$ の測定値が150mSvを超えないよう管理することで、眼の水晶体の限度が担保される。これらを光子、中性子及び電子について検討する。

1. 光 子

図-Aに線量換算係数の重み付きの比 $H(3)/[(150/50)H(10)]$ と重みなしの比 $H(3)/H(0.07)$ を示す。これから、10keVから17keVの限定された領域以外では、 $H(3)/[(150/50)H(10)]$ が 1 以下であり、 $H(10)$ で実効線量限度以下となるよう管理していれば、眼の水晶体の限度は自動的に担保されることがわかる。また、10keVから17keVの領域でも、 $H(3)/H(0.07)$ が 1 以下となっていることから、 $H(3)$ を測定・評価しなくても、 $H(0.07)$ の値で150mSv以下としていれば眼の水晶体の線量限度を担保できることがわかる。従って、光子について $H(3)$ の値を測定・評価する必要はない。

2. 中性子

図-Bに線量換算係数の重み付きの比 ($H(3)/[(150/50)H(10)]$ と $H(0.07)/[(500/50)H(10)]$)を示す。これから、中性子については、全てのエネルギー領域にわたって比は 1 以下であり、 $H(10)$ の測定・評価により実効線量限度が守られていれば、皮膚の線量限度及び眼の水晶体の線量限度を自動的に担保できることがわかる。

3. 電 子

図-Cに線量換算係数の重み付きの比 ($H(3)/[(150/50)H(10)]$ と $H(0.07)/[(500/50)H(10)]$)及び重みなしの比 $H(3)/H(0.07)$ を示す。これから、2.5MeV以上では $H(10)$ の測定・評価により、1 MeV以下のエネルギー領域では $H(0.07)$ の測定・評価により眼の水晶体の限度を担保できることがわかる。従って、問題となる領域は 1 MeVから2.5MeVであるが、 β 線は、エネルギースペクトルが通常連続であること、容易に遮蔽可能であることから、このエネルギー領域を選択的に被ばくする状況は極めて希であると考えられる。従って、 $H(3)$ の測定・評価は通常必要ないと考えられる。

注) 上記に関連したICRP Publication 74における記述は、以下のとおりである。

1. 光子

「これら二つの深さ(0.07mmと10mm)における実用量は、それぞれ弱透過性放射線と強透過性放射線のモニタリングに用いられる。 $H'(3, \alpha)$ の値は、この量が光子モニタリングの日常業務に広く用いられていないので、与えていない。もし中程度の深さの組織(たとえば眼の水晶体)が照射されそうなきには、その組織はふつう遮蔽(たとえば防護めがね)によって防護されるし、通常は $H'(0.07)$ と $H'(10)$ の測定によって光子場における防護のための十分な情報が得られるであろう」(194)項

「0.07mmと10mmの深さにおける実用量が弱透過性放射線及び強透過性放射線のモニタリングに用いられるので、組織スラブファントム中のこれら二つの深さにおける個人線量当量を選んだ。」(196)項

(注) 個人線量当量について、3mmの深さの換算係数が選ばれていない理由は、(194)項と同じと解釈できる。

2. 中性子

「あらゆるエネルギーの中性子は人の組織中へ深く透過するので、実際問題として $H'(0.07, \alpha)$ と $H'(3, \alpha)$ のデータは必要ない。実務上は、E(実効線量)を制限すれば眼の水晶体は十分に防護される。」(246)項

「中性子照射に対しては一般に $H'(0.07) < H'(3) < H'(10)$ であり、したがって、実効線量の限度が守られていれば眼の水晶体と皮膚の限度を超えることはない。」(343)項

(注) 上記は方向性線量当量についての記述であるが、個人線量当量についても同様であると解釈できる。

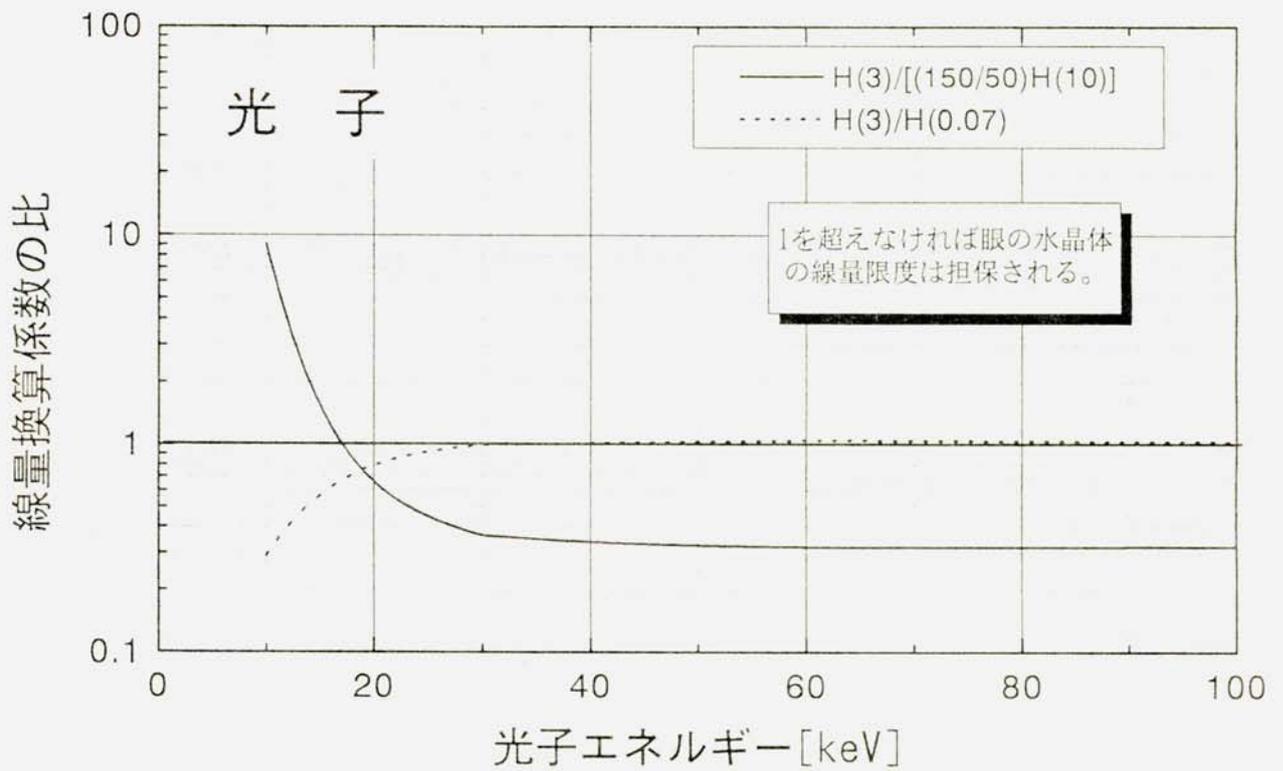


図-A 光子に対する線量換算係数の比

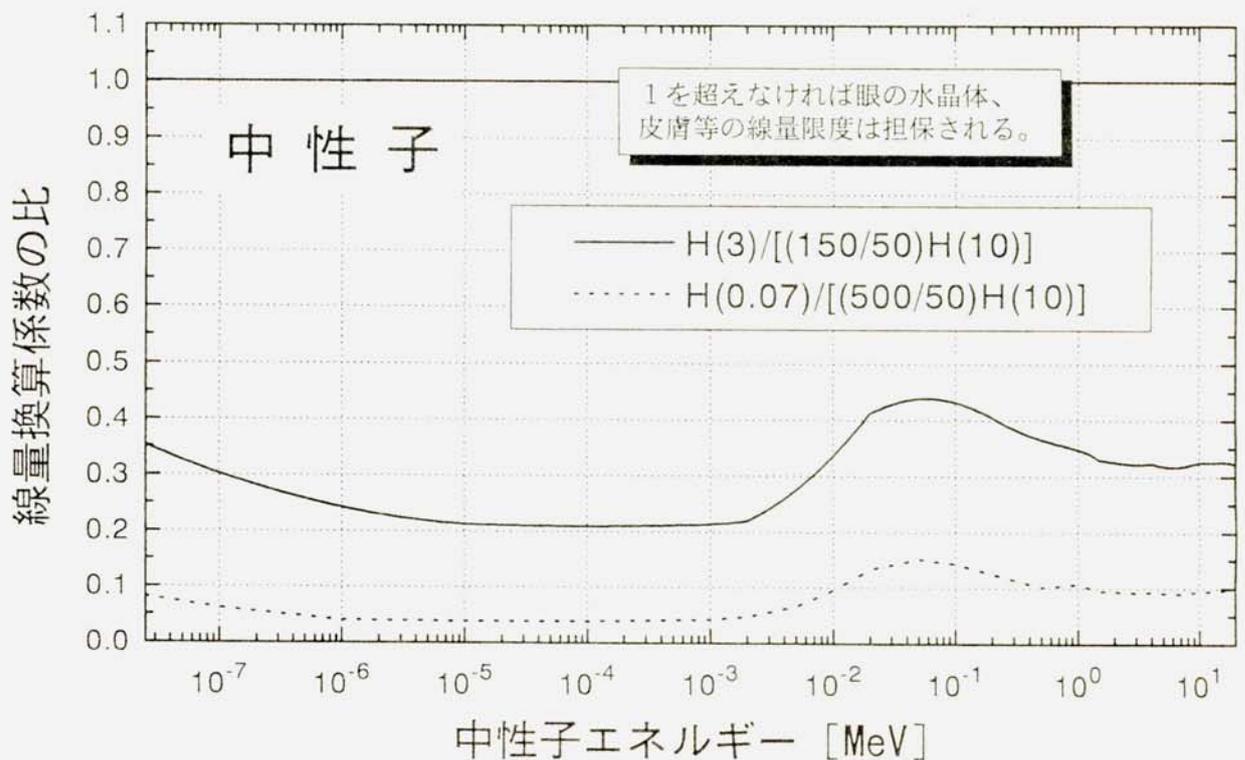


図-B 中性子に対する線量換算係数の比

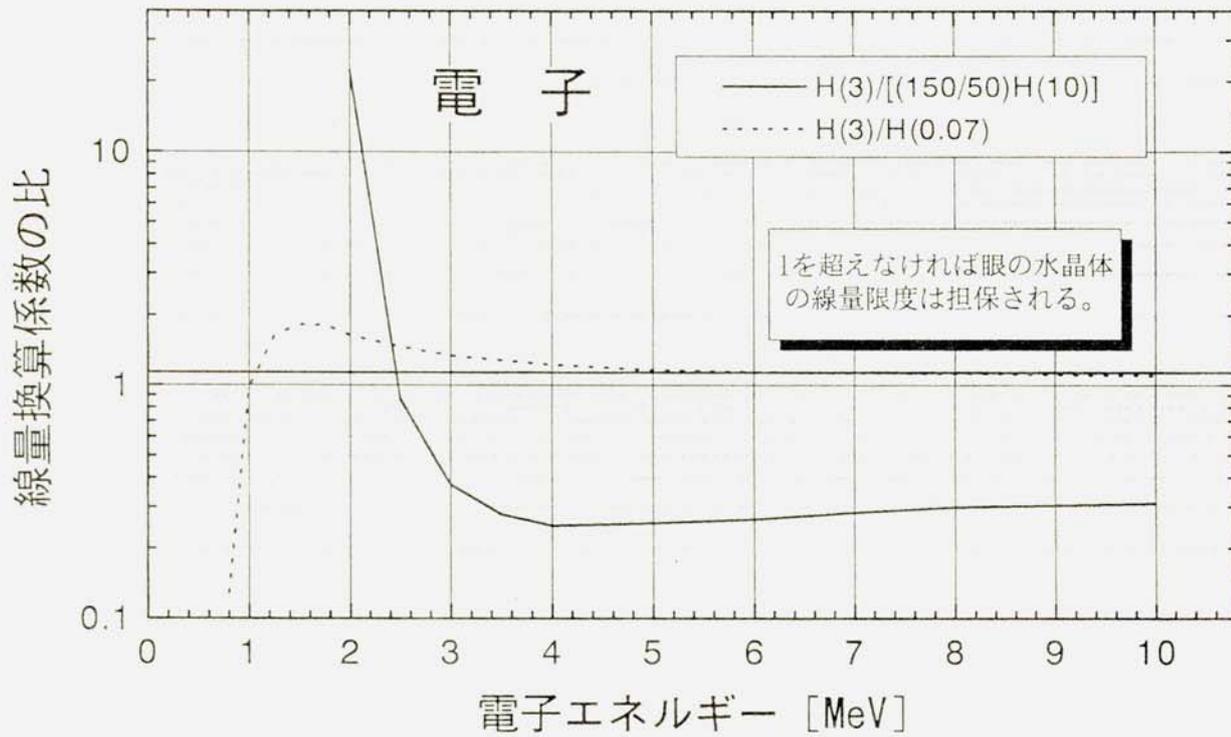


図-C 電子に対する線量換算係数の比

別添 3

(ICRP (1996). 外部放射線に対する放射線防護に用いるための換算係数(翻訳)、
ICRP Publication 74. Annals of the ICRP 26(3-4). 日本アイソトープ協会)

表 A.17. 成人人体形状計算モデルにいろいろなジオメトリーで入射する単一エネルギー光子に対する、
自由空气中単位空気カーマあたりの実効線量 E/K_a 。

光子エネルギー (MeV)	E/K_a (Sv/Gy)					
	AP	PA	RLAT	LLAT	ROT	ISO
0.010	0.00653	0.00248	0.00172	0.00172	0.00326	0.00271
0.015	0.0402	0.00586	0.00549	0.00549	0.0153	0.0123
0.020	0.122	0.0181	0.0151	0.0155	0.0462	0.0362
0.030	0.416	0.128	0.0782	0.0904	0.191	0.143
0.040	0.788	0.370	0.205	0.241	0.426	0.326
0.050	1.106	0.640	0.345	0.405	0.661	0.511
0.060	1.308	0.846	0.455	0.528	0.828	0.642
0.070	1.407	0.966	0.522	0.598	0.924	0.720
0.080	1.433	1.019	0.554	0.628	0.961	0.749
0.100	1.394	1.030	0.571	0.641	0.960	0.748
0.150	1.256	0.959	0.551	0.620	0.892	0.700
0.200	1.173	0.915	0.549	0.615	0.854	0.679
0.300	1.093	0.880	0.557	0.615	0.824	0.664
0.400	1.056	0.871	0.570	0.623	0.814	0.667
0.500	1.036	0.869	0.585	0.635	0.812	0.675
0.600	1.024	0.870	0.600	0.647	0.814	0.684
0.800	1.010	0.875	0.628	0.670	0.821	0.703
1.000	1.003	0.880	0.651	0.691	0.831	0.719
2.000	0.992	0.901	0.728	0.757	0.871	0.774
4.000	0.993	0.918	0.796	0.813	0.909	0.824
6.000	0.993	0.924	0.827	0.836	0.925	0.846
8.000	0.991	0.927	0.846	0.850	0.934	0.859
10.000	0.990	0.929	0.860	0.859	0.941	0.868

備考 該当値がないときは、補間法によって計算する。

AP(前方-後方ジオメトリー)

PA(後方-前方ジオメトリー)

RLAT(身体の右側面から左側面へ側方ジオメトリー)

LLAT(身体の左側面から左側面へ側方ジオメトリー)

ROT(回転ジオメトリー)

ISO(等方ジオメトリー)

表 A.41. 成人人体形状計算モデルにいろいろなジオメトリーで入射する単一エネルギー中性子に対する、単位中性子フルエンスあたりの実効線量 E/ϕ (単位 pSv cm²)。

エネルギー(MeV)	AP	PA	RLAT	LLAT	ROT	ISO
1.0×10^{-9}	5.24	3.52	1.36	1.68	2.99	2.40
1.0×10^{-8}	6.55	4.39	1.70	2.04	3.72	2.89
2.5×10^{-8}	7.60	5.16	1.99	2.31	4.40	3.30
1.0×10^{-7}	9.95	6.77	2.58	2.86	5.75	4.13
2.0×10^{-7}	11.2	7.63	2.92	3.21	6.43	4.59
5.0×10^{-7}	12.8	8.76	3.35	3.72	7.27	5.20
1.0×10^{-6}	13.8	9.55	3.67	4.12	7.84	5.63
2.0×10^{-6}	14.5	10.2	3.89	4.39	8.31	5.96
5.0×10^{-6}	15.0	10.7	4.08	4.66	8.72	6.28
1.0×10^{-5}	15.1	11.0	4.16	4.80	8.90	6.44
2.0×10^{-5}	15.1	11.1	4.20	4.89	8.92	6.51
5.0×10^{-5}	14.8	11.1	4.19	4.95	8.82	6.51
1.0×10^{-4}	14.6	11.0	4.15	4.95	8.69	6.45
2.0×10^{-4}	14.4	10.9	4.10	4.92	8.56	6.32
5.0×10^{-4}	14.2	10.7	4.03	4.86	8.40	6.14
1.0×10^{-3}	14.2	10.7	4.00	4.84	8.34	6.04
2.0×10^{-3}	14.4	10.8	4.00	4.87	8.39	6.05
5.0×10^{-3}	15.7	11.6	4.29	5.25	9.06	6.52
1.0×10^{-2}	18.3	13.5	5.02	6.14	10.6	7.70
2.0×10^{-2}	23.8	17.3	6.48	7.95	13.8	10.2
3.0×10^{-2}	29.0	21.0	7.93	9.74	16.9	12.7
5.0×10^{-2}	38.5	27.6	10.6	13.1	22.7	17.3
7.0×10^{-2}	47.2	33.5	13.1	16.1	27.8	21.5
1.0×10^{-1}	59.8	41.3	16.4	20.1	34.8	27.2
1.5×10^{-1}	80.2	52.2	21.2	25.5	45.4	35.2
2.0×10^{-1}	99.0	61.5	25.6	30.3	54.8	42.4
3.0×10^{-1}	133	77.1	33.4	38.6	71.6	54.7
5.0×10^{-1}	188	103	46.8	53.2	99.4	75.0
7.0×10^{-1}	231	124	58.3	66.6	123	92.8
9.0×10^{-1}	267	144	69.1	79.6	144	108
1.0×10^0	282	154	74.5	86.0	154	116
1.2×10^0	310	175	85.8	99.8	173	130
2.0×10^0	383	247	129	153	234	178
3.0×10^0	432	308	171	195	283	220
4.0×10^0	458	345	198	224	315	250
5.0×10^0	474	366	217	244	335	272
6.0×10^0	483	380	232	261	348	282
7.0×10^0	490	391	244	274	358	290
8.0×10^0	494	399	253	285	366	297
9.0×10^0	497	406	261	294	373	303
1.0×10^1	499	412	268	302	378	309
1.2×10^1	499	422	278	315	385	322
1.4×10^1	496	429	286	324	390	333
1.5×10^1	494	431	290	328	391	338
1.6×10^1	491	433	293	331	393	342
1.8×10^1	486	435	299	335	394	345
2.0×10^1	480	436	305	338	395	343
3.0×10^1	458	437	324	na ^a	395	na ^a
5.0×10^1	437	444	358	na	404	na
7.5×10^1	429	459	397	na	422	na
1.0×10^2	429	477	433	na	443	na
1.3×10^2	432	495	467	na	465	na
1.5×10^2	438	514	501	na	489	na
1.8×10^2	445	535	542	na	517	na

^a データなし。

別添 4

不均等被ばくの評価式について

現行では、体幹部が不均等に被ばくする際、以下の式によって実効線量当量を算出することとなっている。

$$H_{EE}=0.05H_a+0.33H_b+0.32H_c+0.30H_m$$

H_{EE} : 外部被ばくにおける実効線量当量

H_a : 頭頸部における 1センチメートル線量当量

H_b : 上腹部における 1センチメートル線量当量

H_c : 下腹部における 1センチメートル線量当量

H_m : 外部被ばく線量当量が最大となるおそれのある部分における 1センチメートル線量当量

ICRP 1990 年勧告 (Pub. 60) で修正された組織荷重係数に基づくと、不均等被ばくが生ずる場合の外部被ばくに係る実効線量は次式となる。

$$H_{EE}=0.08H_a+0.44H_b+0.45H_c+0.03H_m$$

なお、式中の各係数は、部位別荷重を意味する。

注) 式中の各係数の根拠は、以下のとおりである。

部 位	臓器・組織	1977年勧告		1990年勧告	
		ICRP w_T	部位別荷重	ICRP w_T	部位別荷重*
頭頸部	甲状腺	0.03		0.05	
	骨 髄	0.12(0.013)	0.05	0.12(0.013)	0.065
	骨表面	0.03(0.006)		0.01(0.002)	(0.075)
上腹部	肺	0.12		0.12	
	食 道			0.05	
	乳 房	0.15		0.05	
	胃		0.33	0.12	0.43
	肝 臓			0.05	(0.44)
	骨 髄	0.12(0.04)		0.12(0.04)	
	骨表面	0.03(0.005)		0.01(0.002)	
下腹部	生殖腺	0.25		0.20	
	膀 胱		0.32	0.05	0.44
	結 腸			0.12	(0.45)
	骨 髄	0.12(0.07)		0.12(0.07)	
	骨表面	0.03(0.01)		0.01(0.003)	
	残りの臓器・組織	0.30	0.30	0.05	0.05(0.025)
	皮 膚	(0.01)**		0.01	
合 計		1.0	1.0	1.0	1.0

* ()内の数字は皮膚の荷重係数0.01と残りの臓器・組織の荷重係数0.025 を割りふった。

1990年勧告における残りの臓器:

- 1) 脳、2) 脾臓、3) 脾臓、4) 胸腺、5) 腎臓、6) 副腎、7) 小腸、8) 大腸上部、9) 子宮、10) 筋肉。

表中の12臓器・組織のどれよりも高い等価線量を受けるような例外的な場合には、その臓器・組織に0.025なる荷重係数を適用し、それ以外の上記リスト中の平均線量に荷重係数0.025をあてはめる。

** : ICRP スtockホルム声明(1978)において示されている。

赤色骨髓及び骨の全身分布

日本人の赤色骨髓重量及び骨重量分布[†]

骨	赤色骨髓重量		骨重量	
	重量(g)	比率	重量(g)	比率
頭蓋骨	55.5	0.072	663.0	0.179
顎骨	3.7	0.005		
頸椎	22.2	0.029	51.5	0.014
胸骨	20.6	0.027	18.5	0.005
肩甲骨	16.7	0.022	113.0	0.031
鎖骨	5.6	0.007	44.0	0.0012
肋骨	104.5	0.136	368.5	0.073
胸椎	101.0	0.132	156.5	0.042
腰椎	85.6	0.112	128.0	0.035
腰仙骨	65.8	0.086	72.5	0.020
骨盤	170.2	0.222	317.0	0.085
大腿骨	87.1	0.144	676.0	0.185
上腕骨	27.9	0.036	237.0	0.064
膝蓋骨			24.5	0.007
脛骨			383.5	0.104
腓骨			90.0	0.024
足指			198.0	0.053
橈骨			75.0	0.020
尺骨			94.0	0.025
手指			89.5	0.024
合計	766.4	1.000	3700	1.000

[†] 丸山隆司:医療被ばくの頻度と実効線量,放射線科学,38,317(1995).

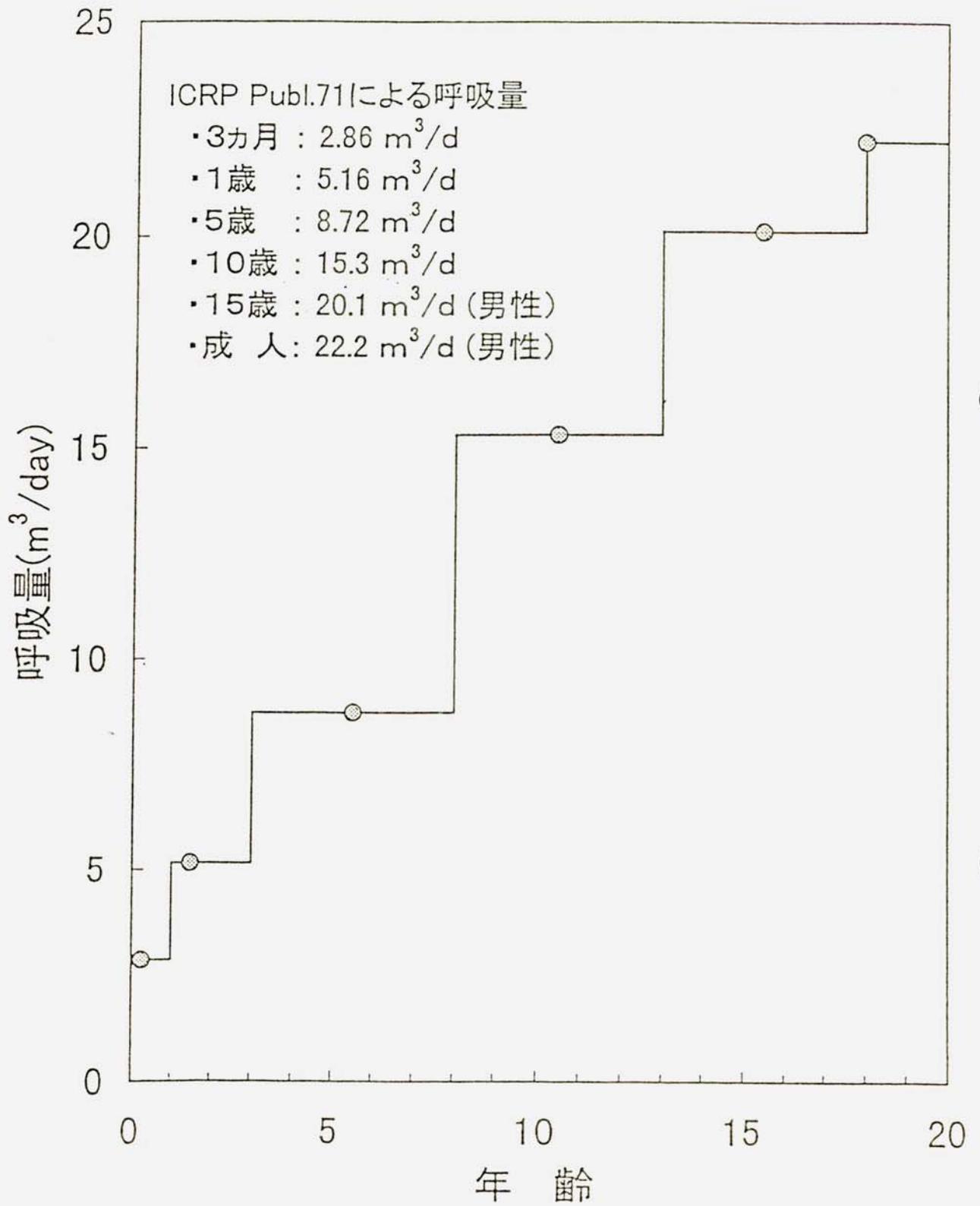
別添5 放射線を放出する同位元素の数量等を定める件
 (昭和63年5月18日科学技術庁告示第15号)別表第1の項目

現行

第一欄			第二欄	第三欄	第四欄	第五欄	第六欄	第七欄
放射性同位元素の種類			f ₁	吸入摂取した場合における年摂取限度(括弧は、当該組織の組織線量当量に係る年摂取限度)	経口摂取した場合における年摂取限度(括弧は、当該組織の組織線量当量に係る年摂取限度)	空気中濃度限度	排気中又は空気中の濃度限度	排液中又は排水中の濃度限度
核種	化学形	吸入の区分		(Bq)	(Bq)	(Bq/cm ³)	(Bq/cm ³)	(Bq/cm ³)

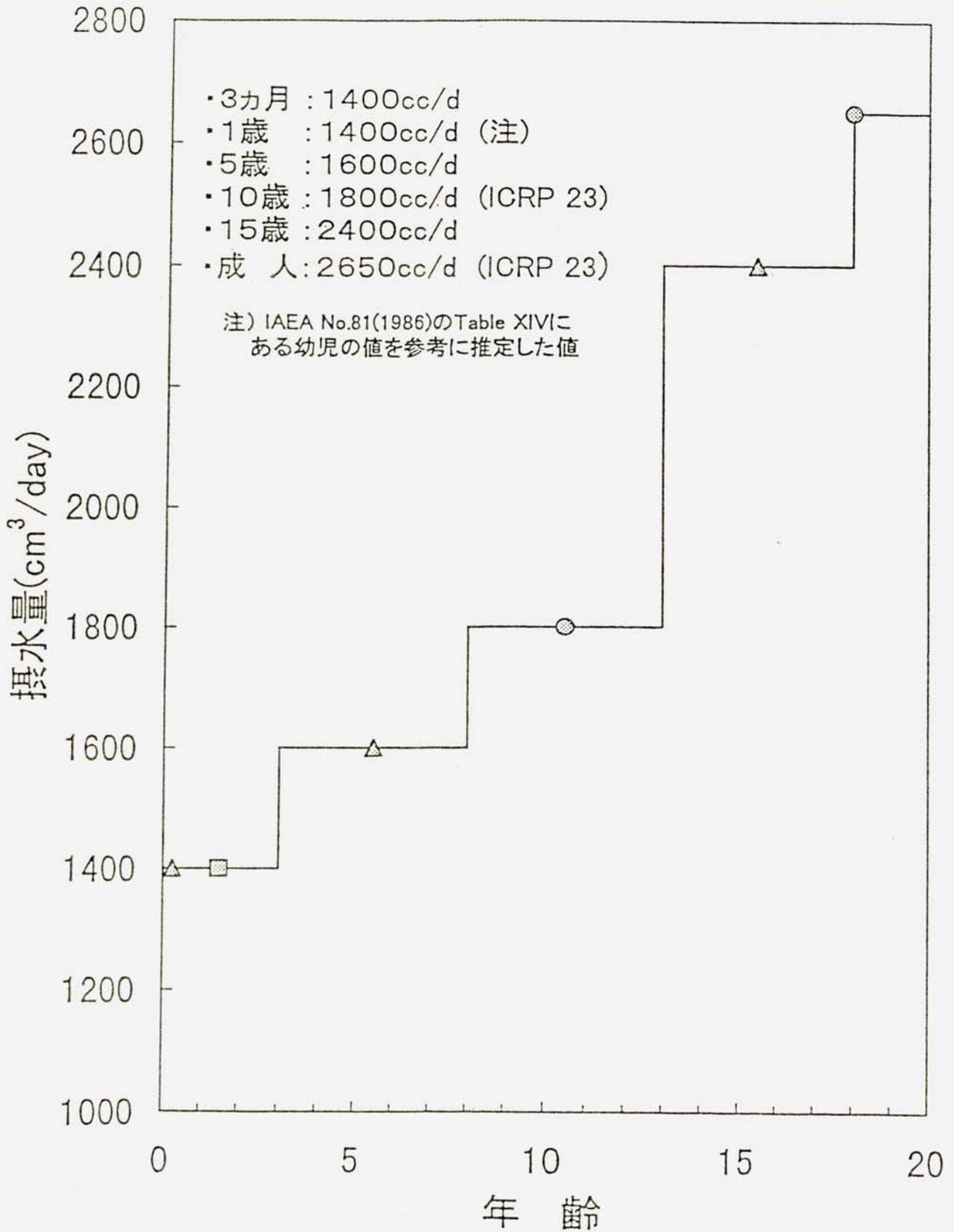
改正後

第一欄		第二欄	第三欄	第四欄	第五欄	第六欄
放射性同位元素の種類		吸入摂取した場合の線量係数	経口摂取した場合の線量係数	空気中濃度限度	排気中又は空気中の濃度限度	排液中又は排水中の濃度限度
核種	化学形等	(mSv/Bq)	(mSv/Bq)	(Bq/cm ³)	(Bq/cm ³)	(Bq/cm ³)



☒

年齢別呼吸量



☒

年齢別摂水量

(参考)

放射線審議会基本部会委員及び専門委員名簿

(委員)

沼宮内 弼雄	(財)放射線計測協会顧問 [部会長]
池田 正道	元東京都立アイトーブ 総合研究所所長
石黒 秀治	核燃料サイクル開発機構人形峠環境技術センター副所長
稲葉 次郎	(財)環境科学技術研究所特任相談役
岩崎 民子	(財)放射線影響協会放射線疫学調査センター長
岡田 重文	東京大学名誉教授
金子 正人	東京電力(株)原子力本部部長(放射線管理担当)
草間 朋子	大分県立看護科学大学学長
古賀 佑彦	藤田保健衛生大学医学部教授
佐々木 康人	放射線医学総合研究所長
野村 大成	大阪大学医学部教授
備後 一義	(財)放射線計測協会専務理事
松平 寛通	(財)放射線影響協会理事長
馬淵 清彦	(財)放射線影響研究所疫学部長

(専門委員)

石口 恒男	名古屋大学医学部助教授
押野 昌夫	元(財)原子力安全技術センター原子力防災部長
加藤 和明	茨城県立医療大学保健医療学部教授
金子 昌生	浜松赤十字血液センター所長
黒澤 龍平	早稲田大学名誉教授
小佐古敏荘	東京大学原子力研究総合センター助教授
中島 敬行	鈴鹿医療科学技術大学保健衛生学部教授
西澤かな枝	放射線医学総合研究所人間環境研究部第5研究室長
橋本 達也	日本原子力発電(株)顧問
細田 裕	(財)放射線影響協会研究参与

放射線審議会基本部会内部被ばく及び外部被ばくの評価法に係る
技術的指針検討ワーキンググループ委員名簿

(委員)

稲葉 次郎 (財)環境科学技術研究所特任相談役 [座長]
石黒 秀治 核燃料サイクル開発機構人形峠環境技術センター副所長
備後 一義 (財)放射線計測協会専務理事

(専門委員)

加藤 和明 茨城県立医療大学保健医療学部教授

(構成員)

石樽 信人 放射線医学総合研究所内部被ばく・防護研究部第2研究室長
菊地 透 自治医科大学RIセンター管理主任
平山 英夫 高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター教授
水下 誠一 日本原子力研究所東海研究所保健物理部次長
吉澤 道夫 日本原子力研究所東海研究所保健物理部
線量計測技術開発室課長代理

審議経過

(基本部会会合)

第76回 平成10年 2月19日
第77回 平成10年10月23日
第78回 平成10年12月15日
第79回 平成11年 3月16日
第80回 平成11年 4月28日

(ワーキンググループ 会合)

第1回 平成10年 4月15日
第2回 平成10年 6月 8日
第3回 平成10年 7月22日
第4回 平成10年 9月 4日
第5回 平成10年10月 5日
第6回 平成10年11月30日
第7回 平成11年 2月18日
第8回 平成11年 3月 5日

(外部被ばく小グループ 会合)

第1回 平成10年 6月26日

(内部被ばく小グループ 会合)

第1回 平成10年 6月22日
第2回 平成10年 7月10日