ICRP Publication 42

ICRPが使用しているおもな概念と量の用語解説

社団法人 日本アイソトープ協会

ICRP Publication 42

ICRPが使用している
おもな概念と量の用語解説

国際放射線防護委員会専門委員会４の報告書

1984年５月に主委員会によって採択されたもの

社団法人 日本アイソトープ協会

Japanese Translation Series of ICRP Publications

Publication 42

This translation was undertaken by the following colleagues.

Translated by

Masami IZAWA

Editorial Board

The Committee for Japanese Translation of ICRP Publications,
Japan Radioisotope Association

邦訳版への序

本書は，ICRP Publication 42 として刊行された ICRP 専門委員会の報告書

A Compilation of the Major Concepts and Quantities in Use by ICRP

(*Annals of the ICRP*, **14**, No.4 (1984) として発表)

を，ICRP の了解のもとに翻訳したものである．

この報告書では，ICRP の他の刊行物とちがって，ICRP が現在使用中の概念と量を，互いに関連づけながらわかりやすく解説しており，ICRP 刊行物を読むさいの理解を助けるのに役立つことを目ざしているものである。

術語の訳は今までの邦訳で使用してきたとおりとしたが，以下の二つは検討の結果次のように改めることとした。

(source) upper bound：（線源に関する）上限値　（従来は天井値）

cost-benefit analysis：費用・便益分析　(Publ.37 以降使用，それ以前は費用-利益解析)

また，利用に便利なように索引の語句には英語を付記し，別に英語索引も載せた。

翻訳は，まず伊沢委員が素訳を作り，検討委員会の委員と二，三の専門家のご意見をもとに検討，修正して，成文とした。ご意見を頂いた方々に感謝したい。

昭和 61 年 5 月

ICRP 勧告翻訳検討委員会

日本アイソトープ協会

ICRP 勧告翻訳検討委員会

委 員 長　田島　英三（立教大学名誉教授）

副委員長　浜田　達二（日本アイソトープ協会）

委　　員　伊沢　正実（日本原子力発電㈱）

古賀　佑彦（藤田学園保健衛生大学）

小林　定喜（放射線医学総合研究所）

高橋　信次（愛知県がんセンター）（昭和 60 年 4 月逝去）

宮永　一郎（日本原子力研究所）

目　　次

はしがき

委員会は1980年に専門委員会4に対して，新しい勧告(ICRP Publication 26) およびその他の近年の刊行物の中で導入された概念と量とを集めた報告書を作るよう依頼した。

委員会はこの報告書を作るにあたってのG. A. M. Webbの協力に感謝したい。

委員会によってこの報告が採択されたときのICRP専門委員会4のメンバー構成は次のとおりであった：

H. P. Jammet（委員長）	D. W. Moeller
R. M. Alexakhin	R. V. Osborne
R. Coulon	J.-O. Snihs
R. E. Cunningham	S. D. Soman
A. J. Gonzalez	G. A. M. Webb
O. Ilari	L. X. Wei
E. Kunz	B. C. Winkler
J. G. Mehl	Y. Yoshizawa

1. 緒　　言

（1）　ICRP が作成した近年の刊行物中のいろいろな個所で多くの新しい概念と量が導入され，特定の目的で使用されてきた。これらは，たいていは該当する刊行物の中で定義づけられ説明されているけれども，定義の在り場所を容易に見出すこと，および，とくに，その意図または使い方がのちの刊行物または解説声明で変更された場合，それを知ることがいつも可能とはかぎらない。この用語解説の意図するところは，それらの中で重要な概念と量との定義および説明を一括して記すことである。この報告書では新しい概念または量の導入は行わず，定義の何らの変更も行わないが，最初に行った説明の拡張またはその明確化を，ある場合には追加した。主要な出典は ICRP Publication 26[1] であり，いくつかの基本量の定義は最近の ICRU 刊行物[2,3] からとっている。これらについで大切な出典は ICRP が行った声明であり，ついで Annals に発表されたその他の刊行物，そして最後に，文献にある論文である。

（2）　構成をととのえるため，内容は大きく二つの章に区分し，初めの章では線量算定に関する量を，次の章では ICRP の線量制限体系[1] の適用に関する概念と量とを扱った。線量算定に関する量はさらに区分されている。第一節は，特定の人であれ仮定の人であれ，個人の放射線被曝を定量的に表すために使われるすべての量を含む。第二節は，あるきまった被曝の源に由来する集団の放射線被曝を表すために使われる量を扱う。このように区分するのは，これらの量を線量制限体系の一部として適用するのにこれが最もよいからである。

2. 線量算定に関する量

2.1 個人に関係する量

吸収線量 (absorbed dose)

(3) 放射線と物質との相互作用を定量的に記述するさいの最も基本的な仮定は，単位質量当たりの沈着エネルギーがこの相互作用を表す適切な尺度である，ということである。このエネルギー沈着，すなわち吸収線量 D は，すべての種類の放射線から生じうるものであって，次の関係により定義される[2)]：

$$D=\frac{\mathrm{d}\bar{\varepsilon}}{\mathrm{d}m}$$

ここで，$\mathrm{d}\bar{\varepsilon}$ は電離放射線により物質の体積要素に付与された平均エネルギー，$\mathrm{d}m$ はこの体積要素の中の物質の質量である。吸収線量の SI 単位はキログラム当たりジュール ($\mathrm{J\,kg^{-1}}$) で，その特別名称はグレイ (gray, Gy) である。吸収線量の従来の単位はラド (rad, 1 rad$=0.01\,\mathrm{J\,kg^{-1}}$) であった。

(4) 付与されたエネルギーが微小な質量について決定されるのであれば，エネルギー沈着のランダムな変動が重要となりうる。質量 m の物質に付与されたエネルギーを ε としたとき，ICRU[2)]によって $z=\varepsilon/m$ と定義された比エネルギー（あるいは付与された比エネルギー）[specific energy (imparted)] z は，したがって，確率的な量である。D は m が零に近づくときの平均比エネルギーの極限値である。この観点はマイクロドシメトリで重要であるが，現場の放射線防護にはあまり関係がないので，ここではこれ以上は考察しない。他のいくつかの量もこの種のもので，確率量の期待値を表すもの

である。

（5） 照射線量 (exposure) という量がX線とγ線の測定において従来使用されてきた。今では，参考標準用の量として以外には使われなくなっており，次の関係で定義[2]される空気カーマ (air kerma) K におきかえられつつある：

$$K=\frac{\mathrm{d}E_{\mathrm{tr}}}{\mathrm{d}m}$$

ここで $\mathrm{d}E_{\mathrm{tr}}$ は，電荷をもたない電離放射線によってある物質の質量 m の中で遊離された，すべての荷電電離粒子の初期運動エネルギーの和である。

（6） 人体組織の単位質量当たりエネルギー沈着とその結果生ずる生物影響との関係を研究すると，生物影響は，単位質量当たりエネルギー沈着すなわち吸収線量だけに依存するのではなく，他の諸因子，とくに放射線の種類にも依存することが，すぐに明らかになる。この相関関係はまた，とりあげる生物影響の種類にも吸収線量率の時間分布にも依存する。

（7） 照射と照射を受けた特定の個人に観察される影響との間に直接的かつあいまいさのない相関が見出されるのは，その値以下ではこれらの結果は生じない（通常の個人ががまんできる範囲で）ようなしきい値のある，高い吸収線量のときの影響についてだけである。この種の影響には紅斑（皮膚の発赤）がある。これらの影響を委員会は非確率的 (non-stochastic) 影響と呼んでいる。がん誘発のような，しきい線量が存在するという証拠がないような種類の影響については，あるグループの人々が照射されると，その一部にこの影響が見られることがわかっているが，現在のところどの個人に現れるかを予知する手段はない。したがって，どの個人についても，照射が増加するとこの影響の生ずる確率が増加するとしか考えることができない。これらの影響を委員会は確率的 (stochastic) 影響と呼んでいる。ある与えられた実験条件での特定の影響については，直線以外のいろいろな形の線量・効果

関係 (dose-response relationships) が観察されているけれども，防護の目的には，ある組織の照射により生ずる確率的影響のリスクはその組織における吸収線量に正比例するものと仮定する。

線量当量 (dose equivalent)

（8） 放射線防護では，放射線被曝を記述するため算定された量とそれによる生物学的影響との間の明確に規定された数値関係が必要である。そこで委員会は，通常の放射線防護において遭遇する吸収線量のレベルでの放射線被曝の生物学的な意味を十分によく表すことを意図した，線量当量 H という量を用いてきた。H は次式で定義される：

$$H = DQN$$

ここで Q は線質係数，N は線質係数以外のすべての修正係数の積で，委員会が規定するものである。現在のところ委員会は N に対し 1 という値をあてはめている。Q も N もディメンションをもっていない量であるから，線量当量の SI 単位は吸収線量と同じで，$\mathrm{J\,kg^{-1}}$ であるが，混乱を避けるためシーベルト (sievert) Sv という特別名称が与えられている。線量当量を表す従来の単位はレム（rem, 1 rem$=0.01\,\mathrm{J\,kg^{-1}}$）であった。

（9） 線質係数は，放射線の種類が異なればその効果が異なることを考慮するためのもので，与えられた放射線によるいろいろな生物学的な結果に関する，異なる値の生物効果比を慎重に判断した結果きめられている。これは，問題とする組織中での平均飛程長当たり付与されたエネルギーに依存し，影響または結果には依存しないものと仮定する。したがって，Q の値は，問題となる点での水中における衝突阻止能（collision stopping power）L_∞ の関数として，委員会によって正確に定義されている。委員会はこの関係を，表 1 に示すようにいくつかの L_∞ 値に対して規定している。他の値は直線的補間によって得ることができる*。

表1　ICRPが指定した
QとL_∞との関係

水中の L_∞(keV μm^{-1})	Q
≤3.5	1
7	2
23	5
53	10
≥175	20

(10)　もし吸収線量がある範囲に分布するL_∞値をもつ粒子によって与えられるならば，問題とする点における実効値$\bar{Q}$を算出することができる[2)]。L_∞の分布が不明の場合には$\bar{Q}$の概略値を用いることが許される。委員会は，普通の種類の電離放射線すべてについてこのような概略値を勧告しており，これらは表2に示されている。

表2　ICRPが勧告した種々の放射線の$\bar{Q}$についての許される概略値*

放射線の種類	$\bar{Q}$の概略値
X線，γ線および電子	1
熱中性子	2.3
エネルギー不明の中性子，陽子，および静止質量が1原子質量単位より大きい電荷1の粒子	10
エネルギー不明のα粒子と多重電荷の粒子（および電荷不明の粒子）	20

(11)　線質係数は，低線量での悪影響の発生に関するいろいろな種類の電離放射線の効果性を表現するように選ばれている。したがって重要なことは，線量当量は，重篤な非確率的影響を伴うかもしれない，人の事故被曝によって起こりうるすべての影響のどれを算定するためにも用いるべきではない，ということである。この目的には，各々の種類の放射線の高線量におけ

* 訳注：中性子の線質係数は1985年のパリ声明で当面今までの値の2倍に変更された。

る影響に関する生物効果比（relative biological effectiveness）RBE で荷重した吸収線量が，適切な量である。

(12)　Q と RBE との関係はときに間違って理解されている。RBE は，吸収線量以外の条件は同一であって，同範囲，同種類，または同範囲で同種類の，同じレベルの生物影響を生ずるのに必要な，標準放射線の吸収線量の，今考えている放射線の吸収線量に対する比と定義される[3]。RBE は，特定の線量範囲内で，与えられた吸収線量により生ずる与えられた影響に関する生物学的反応を知るために使うことができる。Q は，どの特定の生物学的結果も引用することなく定義されているから，どの特定の RBE 値とも対応していないものである。

実効線量当量（effective dose equivalent）

(13)　さきに述べたように，一つの臓器または組織に確率的影響が発生する確率は，放射線防護の目的には，その臓器または組織における線量当量に比例すると仮定されている。この比例定数はいろいろな身体組織で異なるが，健康損害を算定するためには通常は全リスクが必要である。もし照射が，身体のすべての組織に対して均等であるならば，全身に対して単一のリスク係数を使うことができ，全身についての線量当量だけに基づいて算定と比較とを行うことができる。しかし，もし異なる組織の照射が，とくに多くの体内沈着放射性核種による照射の場合がそうであるように，不均等であれば，全リスクを表現するためにはもう一つの量が必要となる。

(14)　委員会は，異なる臓器に伴うそれぞれの死のリスクを，遺伝的影響の一部分も含めて考慮するための一つの量を勧告している。この量は次の和で定義される：

$$\sum_T w_T H_T$$

ここで w_T は，組織 T の照射に由来する確率的影響のリスクの，全身が均等に照射されたときの全リスクに対する比を表すための，委員会が規定した荷重係数，H_T は組織 T における平均線量当量である。委員会ははじめ，この和に対し名称を勧告しなかったが，解説声明[4]でこれを実効線量当量 H_E と呼ぶことを示唆した。

(15)　実効線量当量を算定するには，原則的には，任意の特定組織の線量当量が体内照射によるものか体外照射によるものかは問わない。すべての線源からの各組織の線量当量を算定し，適切な荷重係数を乗じてその結果を合計することが，必要な手順のすべてである。もし身体のすべての組織が均等に照射されれば，この結果は全身の線量当量と数値的に等しくなろう。しかしながら，多くの実際の状況では，体内放射線からの寄与と体外放射線からの寄与とを別々に算定する方が容易である。

(16)　委員会が勧告した w_T の値を表3[1]に示す。これらは，委員会が，すべての年齢の男性と女性の個人，つまり作業者と公衆の構成員の防護にとって適切と考える値である。生殖腺についての値には，最初の二世代（すなわち，照射を受けた個人の子供と孫）に現れる重篤な遺伝的影響が考慮されている。実行上は，“残りの臓器または組織”とは，表3には名称が特定されていないが，線量当量の高い方から五つとする。そして，その各々に0.06と

表3　実効線量当量を計算するために
ICRPが勧告した荷重係数

臓器または組織	荷重係数 w_T
生殖腺	0.25
乳　房	0.15
赤色骨髄	0.12
肺	0.12
甲状腺	0.03
骨表面	0.03
残りの臓器・組織	0.30

いう w_T 値をあてはめるが，それらには胃腸管の四つの部分を別の臓器と考えて含める。このやり方は，表3に載っていない臓器または組織のすべてに対して同一のリスク係数をあてることになる。この簡単化は，実効線量当量を計算する方法に影響するだけで，実効線量当量そのものの定義としてはすべての組織を包含する。

(17)　皮膚を“残りの組織”として扱うべきかどうかについて，今までいくぶん混乱があった。委員会は解説声明[4]の中で，“残りの組織”には手と前腕，足とくるぶし，皮膚，および眼の水晶体を含めることは意図していないこと，したがってこれら組織は実効線量当量の計算からは除外されるべきである，と述べた。この除外は，個人の防護の観点からの実効線量当量の算定に適用するものと考えてよい。実効線量当量の定義はすべての組織を含んでおり，委員会のこの声明はいくつかの組織を計算手順から除外するというものである。住民集団の被曝という観点からの皮膚照射の取扱法は27項で扱う。

(18)　実効線量当量は，これも線量算定に関する量の一つではあるが，照射が均等であれ不均等であれ，また体外線源および体内線源の両方からの，任意の照射により生ずると仮定された，身体的影響による死のリスクと最初の二世代における遺伝的影響のリスクの指標である。これには，第三世代以後に現れる遺伝的影響を含まず，また甲状腺がんまたは皮膚がんの多くの例のような非致死性身体的影響については考慮していない。

預託線量当量 (committed dose equivalent)

(19)　体外照射による吸収線量は，組織が放射線場にさらされるのと同時に与えられる。しかし，取り込まれた放射性核種からの体内照射の場合には，全吸収線量は時間的な広がりをもち，放射性核種が崩壊するにつれて徐々に与えられる。吸収線量率のこの時間的分布は，放射性核種の種類，その形

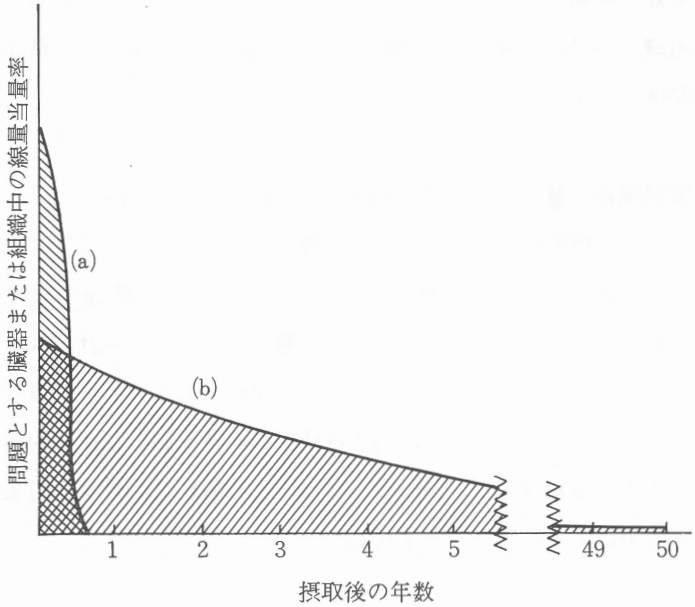

図１　実効半減期の長い放射性核種（a）と短い放射性核種（b）の摂取ののちの，ある臓器または組織中の線量当量率

態，摂取の仕方，および核種が取り込まれる組織に依存する。この時間的分布を考慮に加えるため委員会は，預託線量当量を定義した。これは，放射性物質を体内に摂取したのちに個人が受ける，特定の組織における線量当量率の時間積分である。委員会はこの積分期間を，一生涯の作業にたずさわる期間に対応する値として摂取後50年ときめた。預託線量当量の数式による定義は，時刻 t_0 における放射能の単一摂取につき

$$H_{50}=\int_{t_0}^{t_0+50y}\dot{H}(t)\mathrm{d}t$$

であり，ここで $\dot{H}(t)$ は，ある臓器または組織に適用される，時刻 t における線量当量率である。

(20)　放射性核種の摂取後の時間の関数として一つの組織中の線量当量

率を，実効半減期の短いものと長いものについて図1に例示してある。この図は，組織中の線量当量率と，斜線をつけた部分の全面積である預託線量当量との関係を示す。

預託実効線量当量（committed effective dose equivalent）

(21)　ある摂取に起因する個々の組織に対する預託線量当量に適切な荷重係数 w_T を乗じて合計すれば，その結果の値は預託実効線量当量である。“残りの組織”をきめるさいのあいまいさを避けるために，合計すべき組織を選ぶ前に時間積分を実行すべきである。この量は，ある放射性物質の摂取による，平均的な個人とその子孫に対する特定の身体的および遺伝的影響の全リスクを表す尺度を与える。このリスクには，この摂取に由来する将来の年々における照射によるリスクも含まれる。

線量当量指標（dose-equivalent index）

(22)　問題とする点における線量当量指標 H_I とは，その点に中心をもち，比重が 1 g cm^{-3} の組織等価物質で作られた，直径 30 cm の球体内部における最大線量当量と定義される。この量は非限定線量当量指標（unrestricted dose-equivalent index）と呼ばれる。この定義の重要な一つの帰結は，線源の表面から 15 cm よりも近い点では H_I は定義されない，ということである。最大線量当量になる点は球内の任意の点でありうるが，球の中心である場合はまれである。

(23)　線量当量指標の定義は，透過力の低い放射線にも使えるように修正することができる。そのため，半径 14 cm の中心核中の最大線量当量と，その外側の厚さ 1 cm の殻の中での最大線量当量とを別々に扱うと便利である。これら二つの最大値はそれぞれ，深部線量当量指標（deep dose-equivalent index）および表層部線量当量指標（shallow dose-equivalent

index）と呼ばれ，$H_{I,d}$ と $H_{I,s}$ で表される。これらは限定線量当量指標（restricted dose-equivalent index）と呼ばれる。この二つの値の大きい方は非限定線量当量指標と同一である。表層部線量当量指標には厚さ 1 cm の殻の外側 0.07 mm 厚さの中の線量当量は含めてはならないと勧告されている。その理由は，0.07 mm という値が皮膚の薄い身体部位における真皮の基底層の深さの代表値であり，この外側の 0.07 mm 厚の中のどんな放射線影響も無視できると仮定するからである。

2.2　集団に関係する量

(24)　この節では，直接または間接に集団の放射線被曝の源に関係し，さきに記した個人に関する量をもとにした，集団に関する量のほとんどすべてについて述べている。

集団線量当量（collective dose equivalent）

(25)　影響は線量当量に比例すると仮定すれば，個人のグループの全放射線被曝を測るための一つの簡単な量を定義することが有用である。この量は委員会により，次式で与えられる集団線量当量と定義されている：

$$S=\int_0^\infty HN(H)\mathrm{d}H$$

ここで $N(H)\mathrm{d}H$ は，H と $H+\mathrm{d}H$ の間の線量当量を受ける個人の数である。または次式でも定義されている：

$$S=\sum_i \bar{H}_i N(\bar{H})_i$$

ここで $N(\bar{H})_i$ は，$\bar{H}_i$ という平均線量当量を受ける集団のサブグループ i に属する個人の数である。集団線量当量は，個人線量が特定の範囲内にあるような，いくつかの部分に分割することができる。

集団実効線量当量 (collective effective dose equivalent)

(26)　上の定義式の中の線量当量の項を実効線量当量でおきかえれば，集団実効線量当量 S_E を与える式となる。

(27)　さきに記したように，H_E を計算するための式は，皮膚または手足の照射により誘発される致死がんを考慮することにはなっていない。しかし委員会は，住民集団に対する被曝に起因する損害を算定するさいには，皮膚の表面全体に関する平均線量に対し $10^{-4}\mathrm{Sv}^{-1}$ 程度のリスク係数を使って，皮膚に対する致死がんのリスクを考えに入れるべきであると勧告した[4]。このリスク係数は約 0.01 の w_T に相当する値である。実効線量当量という量は表3に示した荷重係数を使って一義的に定義されるから，荷重係数をもう一つ導入すると，厳密にいうと合計が1になるように他の係数を変更する必要を生じよう。しかし実際上は，皮膚に対する 0.01 という係数を加えてもそのような変更は何ら必要でない。もし皮膚の照射を考慮すべき状況であれば，集団実効線量当量に平均皮膚線量と皮膚に関する荷重係数の積を加えた値を集団実効線量当量（皮膚を含む）[collective effective dose equivalent (including skin)] と呼んで，これを使う一々の場合に特記するとよい。

(28)　集団線量当量の定義にも集団実効線量当量の定義にも，この線量が与えられる期間すなわち，この線量は年老いて行って最後には死亡する単一の集団に対するものなのか，またはこれと等価の数世代にわたる集団に対するものなのかを，明確には規定していない。このため，たとえば集団線量当量の使用とのちに記す集団線量当量預託の使用との間にいくぶん混乱をきたしている。実際に起こる多くの状況で，集団線量当量は，ある特定期間，しばしば1年間，にわたって受ける線量を合計して求められている。これらが自明でない場合には，集団線量当量として合計しあるいは積分すべき期間と集団とをはっきりと規定すると，混乱は免れるであろう。

(29)　集団線量当量を計算すべき期間を1年ととったとしても，その年内の放射性核種の摂取による集団預託実効線量当量*は，この摂取に由来する該当臓器における線量当量率の50年積分値である。

一人当たり線量当量（per caput dose equivalent）

(30)　もし一つの集団が均等に照射され，その集団の大きさが増すと，集団線量当量は大きさに比例して増大する。したがって，仮定的な平均的個人に対する線量当量で結果を表すことがときには有用である。この量は“平均”線量当量と呼んでもよいものであるが，一人当たり線量当量として従来から知られている。これは，この方が人数で平均したことをはっきりと示しているからである。この量は個人に対するもののようにみえるが，実在の個人に対する線量当量をたまたま表しているにすぎないので，集団関連の量に含める。つまり，この量は幅のある実際の線量当量の平均値なのである。実効線量当量の節との類推から，一人当たり実効線量当量（per caput effective dose equivalent）も定義することができよう。

(31)　一人当たり線量当量は，ある特定の集団における与えられた期間にわたる集団線量当量を，その時点でその集団に属する個人の数で割ることにより，あるいは，もっと直接的には，その線源に由来する平均吸収線量率または放射性核種の摂取量を計算し，次に平均線量当量または平均預託線量当量を計算することによって，求めることができる。後者の計算例の一つは，地球上に分布する大気中の与えられた量の ^{85}Kr による体外線量当量を，空気中の平均クリプトン濃度の計算をなかだちにして直接に算出することである。

(32)　ある与えられた行為の将来の成行きと被曝集団の特性とが予知できるならば，一人当たり線量当量の時間変動を見出すこともできる。これは，

* 訳注：本書の中に定義はされていないが，自明であろう。

特定の集団内の平均値の時間変動であって，ある特定の個人の実際の線量当量の時間変動ではない。たとえば，問題とする集団は平均年齢1歳の子供と特定して，ある放射性核種の放出による一人当たり線量当量率を放出後100年間について計算しうる。こうして得られた結果は，時間的につながっている一連の平均年齢1歳の子供の集団に適用される。

線量当量預託（dose-equivalent commitment）

(33)　与えられた行為による一人当たり線量の変動を時間の関数として計算することが可能とすれば，この関数を積分することも可能である。その結果は線量当量預託（dose-equivalent commitment）H_c といわれ，次式で与えられる：

$$H_c = \int_0^{\infty} \bar{\dot{H}}(t)\mathrm{d}t$$

ここで $\bar{\dot{H}}(t)$ は，時間の関数として表された一人当たり線量当量率である。積分期間の上限が無限大であれば，積分して得られる量は限定をつけずに線量当量預託と呼ばれ，もし積分を時刻 T で終わらせれば，得られる量は打切り線量当量預託または不完全線量当量預託（truncated or incomplete dose-equivalent commitment）と呼ばれる。このときは時刻 T を指定すべきである。

(34)　線量当量預託は仮想の平均的な実体に関係しているので，正当化または最適化を行うさい直接に役に立つ量ではなく，健康影響の全数したがって費用の予想値を得るためには集団の大きさを知る必要がある。しかし，単位量の行為当たりの将来の最大一人当たり線量当量率は，もしその行為が同じ率で継続し，すべての関連する他の諸因子が一定のままと仮定すれば，平衡状態では，単位量の行為当たりの線量当量預託と数値的に等しい。このことは，継続する行為に由来する年間一人当たり線量当量の将来の最大値を

推定する簡単な手段を与える。

(35)　同様に，T 年の間同じ率で続き，T 年後に終わる行為の単位量当たりの将来の最大一人当たり線量当量率は，ほとんどの状況下で，単位量の行為当たりの打切り一人当たり線量当量預託に等しい。同じ考え方は，線量当量預託を実効線量当量預託 (effective dose-equivalent commitment) におきかえてもあてはまる。

集団実効線量当量預託 (collective effective dose-equivalent commitment)*

(36)　ある与えられた線源あるいは行為は，時間の関数として変わる集団実効線量当量率 (collective effective dose-equivalent rate) の原因となる。その行為からの全集団実効線量当量はこれの積分で与えられる。集団実効線量当量預託の数式による定義はしたがって，

$$S_{E,c}=\int_0^\infty \dot{S}_E(t)\mathrm{d}t$$

となる。ある一年間の集団実効線量当量が正当化または最適化にさいしてときに使われることがあるけれども，もっと有用な量，とくに全健康損害を考えるときに有用な量は，ある与えられた決定または一つの行為全体に伴う集団実効線量当量預託である。しかし，実効線量当量を論じたときに注意した諸仮定を心に留めておかなければならない。

(37)　将来の集団実効線量当量率の算定にあたって，原理的には，環境状況の将来の変化の予測を考慮に加えることができる。しかし，その予測は困難であるため，環境移行率および人の習慣などのパラメータについての現在の状況が無限に続くものと仮定することになるのが通例である。短期間についてはこの仮定は合理的であろうが，ある種の長寿命放射性核種について

* 訳注：原文では預託 (commitment) の語がないが，誤りである。

は，無限時間の預託を計算するということは，現在の諸条件を数千年，いや数百万年の将来までも使うということであって，これは批判を受けやすい仮定である。

(38)　集団実効線量当量預託を数学的に算出することは，非常に長寿命の放射性核種についてすら簡単なようにみえるかもしれないが，基礎となっている仮定を心に留めなければならない。個人の実効線量当量の年間レベルと集団実効線量当量率の時間的変動との動向を，決定の基礎としたデータとして追加して保存することがしばしば役に立つ。

(39)　この積分をこの行為の開始後の時刻 T でとどめることも可能で，これにより不完全集団実効線量当量預託または打切り集団実効線量当量預託 (incomplete or truncated collective effective dose-equivalent commitment) が得られる。無限積分でなくてこの量を正当化あるいは最適化に使うという決定は，この行為が継続すると仮定される期間との関連で，いつも正当とされるとはかぎらない。というのは，行為の継続期間と期間 T との間には何の関係もなくてよいからである。しかし多くの場合，要求されるであろうものは，たとえば廃棄物処理の選択肢のように，いくつかの選択肢の短期間の影響の比較であり，これは打切り量を使うことによって目立つであろうが，無限積分ではかくれてしまうであろう。

3. 線量制限体系に関係する概念と量

(40) 委員会は，委員会が勧告した基本的な線量制限体系を，当然ながら互いに関係している次の三つの要件にまとめている[1)]：

1. いかなる行為もその導入が正味でプラスの便益を生むのでなければ，採用してはならない。
2. すべての被曝は，経済的および社会的な要因を考慮に入れながら，合理的に達成できるかぎり低く保たなければならない。
3. 個人に対する線量当量は，委員会がそれぞれの状況に応じて勧告する限度を超えてはならない。

これら3要件を委員会は，次のような短い言葉で表している：

1. その行為の正当化 (justification)
2. 放射線防護の最適化 (optimization)
3. 個人に関する線量限度 (dose limits)

3.1 正当化と最適化

正 当 化 (justification)

(41) “正味でプラスの便益”という言葉を用いたこの原則の表現は，費用・便益分析の概念を援用しているものであり（後節で詳しく記す），被曝が関係する提案された操業あるいは行為が容認できるかどうかは，理想的には，費用・便益分析によって決定すべきである，と追加説明されている[1)]。しかしながら，複数の行為のどれを選択するかは多数の要因に依存しており，それらのうちのいくつかだけが放射線防護と関係がある。関連要因のうちのいくつかだけが，現在のところ費用・便益分析の手法に包含されるので，行為の

正当化に関する決定には，もっと一般的な意志決定の方法論を適用することが必要となろう，というのが現在の認識である。非常にまれにではあるが正当化に関する決定が必要とされる例では，この原則は，かなり一般的に，決定に至るにあたって考えている行為および可能性のある代替法に伴うすべての益とすべての害とを考慮に加えるべきであるという感覚的表現とみなすべきである。

最　適　化（optimization）

(42)　“すべての被曝を合理的に達成できるかぎり低く保つこと”(keeping all exposures as low as reasonably achievable) と“防護の最適化”(optimization of protection) と“アララ”(ALARA) とは，ICRP の体系[5]の中で同一の概念であることは，“ALARA”という頭字語を ICRP は使っていないものの，今では明確である。

(43)　放射線防護を最適化するためには多様な手法が利用できる。これら手法のあるものはオペレーションズリサーチから，あるものは経済学から，またあるものは工学から転用されている。利用できる手法の中には費用・便益分析に基づく手順もあり，防護の最適化に関する ICRP の報告書[6]で詳細に論じられているのはこの手順であるが，これだけにかぎられるものではない。あるものは定量的，またあるものはもっと定性的な，いろいろな他の手法も，放射線防護の最適化に使いうることを認識することが重要である。

損　　害（detriment）

(44)　放射線の有害な影響を定量的に表すために委員会はリスク (risk) という概念と損害という概念をとり入れている。ある与えられた線量に伴うリスクとは，この線量を受けた結果，ある個人に特定の放射線誘発影響を生ずる確率である。これに対し損害とは，被曝した人々のグループに生ずる害

の量の数学的期待値であって，生ずる可能性のあるいろいろな有害な影響の確率と重篤度とを両方とも考慮に入れたもの，と定義されている。有害な影響には，確率的影響と非確率的影響［これらを合わせて客観的健康損害(objective health detriment)ということがある］に加えて，リスクにさらされた個人の懸念と不安も，また放射線被曝の結果強いられるいろいろな制限によってこれら個人の快適さを損うようなどんな悪い結果も含まれる。通常の状況で遭遇するような，線量限度よりも低い被曝レベルでは，非確率的影響は除外される。健康損害のうちの確率的影響は，集団実効線量当量に比例するものとみなされる。

(45)　放射線に被曝した個人の懸念と不安は多くの要因から生ずる。これら要因の一つは，リスクのレベルとこれに伴うリスクに対する態度である。委員会がその勧告で行った仮定では，リスクのレベルは個人の実効線量当量に比例するとしている。リスクへの態度はこれに対して，すべてのリスクレベルでリスクに比例するとすることはできない。この態度は，線量当量限度との関連での受けた線量当量の大きさにも影響されるであろう。その結果，損害のこの成分に対する被曝する各個人の寄与は，その個人に対する実効線量当量のある関数（必ずしも直線的とはかぎらず，また必ずしもすべての被曝グループで同一とはかぎらない）になる。

(46)　集団実効線量当量を使っての客観的健康損害の算定には，被曝した人から三世代目以降の世代の損害に対する遺伝的な寄与と，非致死性のがんからの寄与を含んでいない。そのうえ，単位実効線量当量当たりの実際のリスクは，性，年齢などの要因で変わる。放射線防護の最適化に及ぼす，これらの除外およびその他の要因により生ずると考えられる影響は，委員会により検討された[7]。全身均等被曝の場合，三世代目以降の遺伝的害として，仮定された全リスク $1.65\times10^{-2}\ \mathrm{Sv}^{-1}$ に対して，公衆の場合には $0.4\times10^{-2}\ \mathrm{Sv}^{-1}$ のリスクが，平均的作業者の場合にはそれよりも低いリスクが加わること，

すなわち全損害はたかだか24%増加することになると認められた。生殖腺が最も大きい線量を受けたという，もっと起こりそうにない場合には，遺伝的害は実効線量当量だけから示唆されるものの2倍となるであろう。

(47)　非致死がんに帰せられる追加の損害の重要さは，非致死がんにかかったため通常の健康状態から失われる期間（治癒までの病気の期間）に対し，がんによる死亡の結果失われる同じ寿命の長さと比べてどんな重みをつけるかに依存する。もしこの相対的な重みを0.1ととる[8)]ならば，非致死がんおよび良性腫瘍の誘発による損害の追加は，全身被曝の場合，遺伝的損害を除いた全損害をわずか2%増加させることになろう。もしがんの致死率が低い甲状腺と皮膚のような臓器のみが照射されるとし，比較的な重みを0.5と高くとるならば，全損害は，実効線量当量のみの使用によって示唆される値の約2倍に近くなるであろう。しかし体外被曝のほとんどの場合，または放射性核種混合物に対する被曝の場合，実効線量当量を用いても，全損害をかなり過小に評価することにはならないと委員会は結論した。

費用・便益分析（cost-benefit analysis）*

(48)　放射線防護の最適化に費用・便益分析法を用いることの基礎となる考え方は非常に簡単である。つまり，ある選択肢からの正味の便益が，他の利用しうる選択肢からの正味の便益を上まわるならば，前者を選択する，ということである。正味の便益が最大である選択肢をさがしだすには，どちらもが防護レベルの関数である防護の費用（cost of protection）と損害の費用（cost of detriment）との合計を最小とするように，この二つの費用を互いにつき合わせることが必要である。防護レベルを w で表すと，次式が満足するときにこのバランスが成り立つ：

$$X(w)+Y(w)=\text{最小}$$

* 訳注：従前の訳語は“費用-利益解析”であった。

ここで X は防護の費用，Y は損害の費用，である。この条件は，w を独立変数とし，w_o を数学的“最適値”と置いて，微分形で表すことも可能で，これは次式となる：

$$\left(\frac{\mathrm{d}X}{\mathrm{d}w}\right)_{w_o}=-\left(\frac{\mathrm{d}Y}{\mathrm{d}w}\right)_{w_o}$$

この公式化は微分費用・便益分析（differential cost-benefit analysis）と呼ばれるものである。もし防護レベルが集団実効線量当量 S_E によって十分に表すことができるならば，上式の中の w を S_E でおきかえてよい。

(49)　最適化の式の要求を満たすであろうすべての X と Y の組を考慮する必要はない。容認できる解は，拘束関数（constraining functions）と制限式（limit equations）により課せられる，追加の制限のもとで得られる。拘束関数は，物理法則のような基本的要因または損害に対し割り当てられた価のようなこのシステムへの負荷に基づく，X，Y の 2 変数間の，ある相互関係を表す。線量当量限度はこのシステムへの拘束条件となるけれども，これらは公式的には拘束関数ではなく制限式によって課せられる条件である。これはしばしば，次の形の簡単な不等式で表現することができる：

$$H_E(w)\leq H_{E,l}$$

ここで，$H_{E,l}$ は個人実効線量当量に関する適切な限度，$H_E(w)$ は，w という防護レベルのもとで最も大きく被曝する個人の実効線量当量である。

(50)　ここで適切な限度とは，その線源が他のすべての線源と独立に取り扱うことができる場合には，年実効線量当量限度でよいであろう。そうなるのは，その線源が集団のある特定グループの被曝を支配しているためのこともあり，また線量分布が地理的に局限されているためのこともある。しかし多くの場合，個人にとり容認できると考えられる今考えている線源からの最大リスクに基づいて上限値（upper bound）* を確定することが必要であろ

* 訳注：従前の訳語は“天井値”であった。

う。このさい，放射線被曝をひき起こす他の線源からのリスクを考慮に加え，そのことを明確にしておく。線源に関する上限値（source upper bound）の目的は，任意の個人がたとえいくつかの線源から被曝したとしても，その個人の被曝が該当する線量当量限度より低く保たれることを確実にするための，その線源の最適化に関する拘束条件となることである[9]。したがって，単一の人工線源についての上限値は，年線量当量限度の一部分の値に設定される。上限値の概念は，委員会により，線量当量限度を適用しない自然線源からの被曝の制御にも適用されている[9]。

(51)　防護の諸選択肢はときに，費用・効果分析（cost-effectiveness analysis）を用いて比較される。この手順では，防護の費用と残存損害のレベルとが算定されるが，これらを同じ単位で表す必要はない。最も費用-効果性が大きい選択肢とは，一定の費用で損害の最大の低減が得られるもの，あるいは，最も低い費用で損害のレベルを目標とする値まで下げる手段である。このような解析からは，費用-効果性の最も大きい選択肢が上で定義したような最適なものかどうかを知ることができない。

防護の費用（cost of protection）

(52)　防護の費用の評価はときには非常に複雑となることがある。たとえば，もしある一定の防護レベルを選択することが，防護システムを製造し，設置し，その操業を確実に行うことを含むならば，その費用は本質的にはこれら操業に要する経費だけでなく，そのシステム用の素材または部品の獲得に要する費用，およびこれらすべての操業に伴う害に関係して社会がこうむる費用も含むべきである。しかし通常，これらすべての費用は，このシステムの獲得，設置，および操業の金銭的費用の中にすでに含まれていると仮定することができる。

(53)　防護費用の金銭査定は，実際の経費とその時間的分布とを考慮す

る，ありきたりの経済手法によっている。これらの手法は，最適化に関する報告書[6]の技術的内容の諸章で論じられており，また会計手順に関する入手できる文献に詳しく記されている。二つの最も普通に使われる手順は，現在価値評価法（present worth evaluations）と資本化または年賦化費用見積法（capitalized or annualized cost estimates）である。このどちらも，当初資本経費とその施設の寿命が続く間の操業費すなわち運転費を，将来の出費を出発時点での出費と比較するため割引（discounting）を行って，考慮に加える。

損害の費用（cost of detriment）

(54)　損害の費用の算定は論争のまととなりうるもので，健康の価値（したがって生命の価値）と，ある場合には健康に関係しない害の，暗黙の判断もしくはあからさまな判断を含んでいる。損害の費用 Y は，概念的にいくつかの成分に分けることができ，それらは別々に扱うことができる：

$$Y = Y_H + Y_1 + Y_2 + \cdots\cdots$$

ここで　Y_H は損害のうちの客観的健康損害の費用，

Y_1，Y_2……は損害のその他いろいろな重要成分の費用，

である。

(55)　客観的健康損害の査定とは，実際の資源の費用と人の健康影響とを共通のものさしで表したのちに，これらを集め，これをもとに比較することを含むものとみることができる。この手順は，暗黙のうちに人の生命，健康および安全に金銭価値を与えることになるという理由で，批判されてきた。しかし，このような批判は状況の真実を認識していない。その状況とは，社会が利用できる資源は有限であり，かつ，安全性の改善はこれら有限の資源のあるものを通常使い切ってしまい，将来他の目的に使用することはできないであろう，ということである。安全上のある特定の改善に関するどんな決

定も，健康の相対的な査定を含むことは避けられない。費用・便益分析では通常この相対的査定が金銭で行われるという事実は，単に便宜上のことにすぎない。価値の他のどんな共通尺度も原理的には同様に使用できるであろう。

(56)　放射線損害のその他の成分を考慮に入れるときには，それらの費用を客観的健康損害の費用に加えるべきである。損害のその他の成分が，それらを一括して考えたとき個人線量に依存するならば，損害の費用は次の一般式で表すことができる：

$$Y=\alpha S+\beta\sum_j N_j f_j(H_j)$$

ここで，α は放射線防護のために単位集団線量当量に割り当てられた費用を表す，ディメンションをもつ定数，

β は，損害のその他の成分の単位量に対し，意志決定者により割り当てられた，金銭的費用，

f_j は，個人線量当量の関数で，リスクを忌避する態度および国または管理者の規制に依存する値，

H_j は，j 番目のグループに属する N_j 人の個人に対する一人当たり線量当量，

である。

(57)　Y に関するこの表現の第一項は集団線量のみに関係する。第二項は，ある種の複雑な状況下では，客観的でないものと健康に関係しない損害——これらは集団線量に比例しないかもしれない——を考慮するための，損害の追加成分に関係する費用を加えることが望ましいかもしれない，という可能性を反映している。損害の追加成分が集団線量の成分に比例する特殊な場合には，第二項は次のように表すことができよう：

$$\sum_j \beta_j N_j H_j$$

ここで β_j は，j 番目のグループに対する集団線量当量の単位量に対し，意志

決定者により割り当てられた，金銭的費用である。

(58)　α に関し数値の国際的な最低値を与えることは，IAEA が行っている。それぞれの国用の α と β の値をきめるのは，該当する国家当局の行うことである。α 項を含む値と β 項を含む値の分離には注意を払うべきであり，とくに，文献であいまいに“α の値”とか“man-sievert の費用”といわれる値には暗黙のうちに β 項も含むことがありうると了解すべきである。

(59)　異なる時期における費用を比較する方法にはしばしば，防護の費用算定のさいに述べた割引その他の手法が用いられる。将来の損害の費用を割り引くかどうかの決定にはかなり議論があり，それは一部には，損害が生ずる時間の幅が防護の費用の場合よりもはるかに長期間にわたることが多いためである。損害そのものは割り引きされるべきものでないことは強調しておかなければならない。この割引の手法を用いることのできるのは，損害に対して割り当てられる費用に対してである。

3.2　線量限度

線量当量限度（dose-equivalent limits）

(60)　委員会は年線量当量限度を勧告している。これら限度は，いくつかある被曝条件の一つ一つからある個人が受ける線量当量に関係するものである。たとえば，一人の作業者は職業上被曝するであろうし，公衆の構成員としても被曝するであろう。線量限度は被曝のカテゴリーの各々に，別々に適用されるものである。実際上は，これら限度を作業者または公衆の構成員に適用するとするのが便利であるが，これらの表現は，被曝のカテゴリーに適用して，個人を区分する必要性をなくすものと解釈すべきである。さらに明確にするため，委員会はその解説声明[4]の中で，作業者に関する線量当量限度は，1年間の体外被曝による線量当量と，その同じ年に摂取した放射性核種による預託実効線量当量との和に適用することを意図したものであると指

摘した。同様の原則が公衆の構成員に関する線量当量限度にも当てはまる。限度は体内被曝と体外被曝との和に適用されるが，実際には，これらを別々に評価しそれから合計するのが便利なことが多い。

(61)　体外放射線による線量当量は放射線を受けたのと同時に与えられるので，ある年についての限度はその年の間に受けた体外放射線に適用する。放射性物質の摂取による線量当量は将来の年々にまで広がることがあり，この場合限度と比較しなければならないのは預託実効線量当量である。

(62)　のちに言及する補助限度とくに年摂取限度と誘導限度とは，線量当量限度から直接に算出されるけれども，これらはすべての線源からの個人の被曝を考えているか，または，一つの線源を他と無関係に取り扱うことができる場合にだけ，直接に使えるものである。大部分の実際の状況では，線量当量限度は線源に関する上限値でおきかえられる。線源に関する上限値は人工線源に関する限度のある一部分である。この状況では補助限度のこれと同じ割合の値ももっと直接に利用できる。

作業者に関する年摂取限度（annual limits on intakes for workers）

(63)　放射性核種の摂取に由来する預託実効線量当量と線量当量限度との比較を簡単に行うために，個々の放射性核種についての1年間の最大摂取を直接に与える補助限度を算出しておくと便利である。この補助限度は年摂取限度 ALI として知られていて，通常は，ある放射性核種の摂取に由来する預託実効線量当量が，作業者に関する適切な線量当量限度に等しくなる摂取量である[10]。したがって，各1年の摂取を ALI より低く制限すれば，たとえ50年の間毎年摂取が起こったとしても，その放射性核種からの最大の年線量当量はつねに線量当量限度よりも低いことが確実である。

(64)　ここで強調しておくべきことは，基礎となっている目標が，毎年の操業により作業者に預託されるリスクの制限にとどまっており，それ以前

の年々にもっと低いリスクが預託されていたとしてもそれを考慮せず，また将来の年々における被曝状況の改善も期待しない，ということである。委員会は，モニタリングの結果を使ってある物質とくにプルトニウムの年摂取を推定することには実際上の困難があることを認識しているが，これらの困難は克服することができ，したがって困難があるからといって上の結論が無効となるものではないと信じている[15]。このことは，体内汚染を起こす可能性のある作業者のモニタリングと管理にも，線量記録の保存にも，潜在的に重要なかかわりがある。これらは ICRP Publication 35 で論じられている[11]。

(65)　実用上は，実際に受けた線量当量を限度と比較するときには，これらは次のように補助的な量とおきかえることができる：

$$\frac{H_{I,d}}{H_{E,l}}+\sum_j \frac{I_j}{I_{j,l}} \leq 1 \quad \text{および} \quad \frac{H_{I,s}}{H_{sk,l}} \leq 1$$

ここで，$H_{E,l}$ は年実効線量当量限度，

I_j はその 1 年間の核種 j の摂取量，

$I_{j,l}$ は核種 j の年摂取限度，

$H_{sk,l}$ は皮膚における線量当量の年限度，

である。

(66)　体外被曝に関するこの限度を両方とも満たせば，実際に起こるほとんどの場合に，1980 年[7]に 0.15 Sv に減らされた眼の水晶体に関する年線量当量限度も満たすことを，注意しておく[11]。

(67)　この手順は，実効線量当量の概念の使用を ALI の使用を通じて体内の放射体だけに限定しているようにみえるけれども，これは実際の便宜上のことにすぎない。他の放射線場に関する量も，体外照射による実効線量当量の適切な尺度として線量当量指標のかわりに使うことができる。ALI に関しては今までに述べなかったもう一つの限定がある。委員会は，非確率的影響を防止するために任意の組織中の年線量当量に限度をもうけている。多く

の場合，w_T 値で表される確率的限度ではなく，この値が特定の放射性核種のALI を決定している。しかしながら，ある状況では，もし ALI のうちいくつかが非確率的影響によってきめられたもの[10]であれば，預託実効線量当量および個々の臓器または組織の線量をそれぞれ該当する線量当量限度と比較することに基づく制限よりも，上述の不等式の方がきびしいことがあることを指摘しておくべきである。

(68)　いくつかの状況では誘導空気中濃度 (derived air concentrations, DAC) が実際の役に立つ。DAC は，ALI を標準人[12] (Reference Man) が 2 000 時間という 1 年間の作業時間の間，1.2 m^3h^{-1} の呼吸率で吸入する空気の体積で除して得られる。委員会は最近，短寿命核種の場合，体外照射による追加の寄与が重要であるという事実に注意をうながした[13]。この寄与は，呼吸によるものよりも大きいことがあり，体外照射の一部として算定すべきである。放射性希ガスの雲あるいは元素状トリチウムの雲に囲まれたときの標準人のサブマージョンについても，それが適切な場合には DAC が算出されている[10]。

公衆の構成員に関する年摂取限度 (annual limits on intakes for members of the public)

(69)　作業者に関する ALI のような補助限度の計算と利用に適用される原則と同じ原則が，公衆の構成員に対しても適用される。委員会は最近声明[13]を発表し，身体の大きさと代謝，とくに成人と幼児，小児との相違，および，一般環境に存在する放射性核種の化学形の相違から実際上起こる困難を論じている。公衆の成人構成員については，被曝の可能性が続く期間は預託線量当量の算定に用いた積分期間である 50 年と大きくは違わず，彼らの代謝パラメータと生物学的パラメータは標準人の値で十分に代表されよう。委員会はまた，実効線量当量を導くのに使った荷重係数は，作業者ばかりでなく

公衆の構成員にとっても十分によい近似値とみなしていることも述べた。非確率的影響に関する限度も，これらの計算に関係のない眼の水晶体に関する値を別として，作業者の 1/10 であるから，公衆の成人構成員に関する ALI は，作業場所で見出されるのと同じ物理化学形の放射性核種については，作業者用の ALI[10]を 1/10 にすることで得ることができる。

(70)　幼児および小さい子供を扱うときのように，今考えている公衆のグループが成人標準人と生物学的特性の点で大きく異なるときには，臓器の大きさと代謝パラメータの相違を考えに入れなければならないと，委員会は勧告している。作業者の一つの臓器における預託線量当量の計算には 50 年という積分期間を用いている。委員会は，この期間が公衆の構成員にも適切であると考えている[13]。このための補正係数はたかだか 70/50 であるからである。例外的に，摂取したときの年齢からたとえば 70 歳まで積分するという，もっと複雑であるがもっと厳密な扱いをすることもできる。そのための適切な手順は，成人とは大きく異なる住民集団，とくに幼児と小児に関する単位摂取当たりの預託線量当量値を導くための計算を，専門委員会 2 が作業者のための値を計算するのに使った原則と同じ原則にたちながら，適切な生物学的パラメータを使い，一般環境で遭遇すると予想される放射性核種の物理化学形を考慮に入れて，行うことである。

決定グループ（critical groups）

(71)　公衆の構成員に関する線量限度は，決定グループの構成員に対する平均の実効線量当量に適用することを意図したものである。このグループの大きさは，集団中で最高の線量当量を受けると予想される個人を代表するものであるべきである。このグループは，年齢，食餌，および，受ける線量に影響するような状況と行動という観点からみて，比較的均一であるよう，十分に小さいものであるべきである。このグループは，一般集団よりも高い

レベルに被曝する実在の人々の集まりであってもよいし，または，より高いレベルの被曝が予想されうる将来のグループであってもよい。決定グループの概念は他の報告書[14)]で詳しく論じられている。

(72)　かなり高い被曝をするグループのうち，どれが決定グループであるかをきめるためには，問題の放射性核種からの被曝経路を調査することが必要である。どれだけ詳しく調査するかは，推定された実効線量当量の大きさがどのくらいかに依存するであろう。実効線量当量が線量限度の数パーセントを超えると推定されれば，予想される決定グループの食習慣等の習性の非常に詳細なサーベイが必要であろうと思われる。決定グループの被曝をもたらす経路は決定経路（critical pathway），最高線量を与える放射性核種は決定核種（critical nuclide）と呼ばれる。

(73)　適切な決定グループを選び出すことはつねに容易であるとはかぎらない。この選択にあたっての主要な決定因子の一つは，決定グループに属する個人の数である。線量限度は比較的均一なグループ内の平均線量当量に適用されるということは，明確に述べられている。通常，決定グループは，ただ一人から成ることはないであろうし，非常に大きくて均一性が失われるようなこともないであろう。たいていの決定グループの大きさはしたがって，人数として数十人までであろう[14)]。

(74)　成人でない公衆の構成員に関するALIの算出のさい代謝パラメータを変えることが必要であるのと同様，幼児と小児が決定グループを構成する場合には摂取量に適切な値を採用する必要があろう。

誘導限度（derived limits）

(75)　実際に起こる多くの状況では，測定される量と線量当量とを，あるいは補助限度とでさえ，直接に関連づけるのは困難である。そこで，実際に測定される量，たとえば環境物質の汚染レベルに結びつく限度を作ってお

くことが有用である。これら限度があるきめられたモデルによって基本限度と関係づけられ，基本限度を反映するように意図されているとき，これらは誘導限度と呼ばれる。これらが線源に関する上限値と，同じように関係づけられていれば，誘導上限値（derived upper bounds）と呼ばれる。

(76)　誘導限度と基本限度，または線源に関する上限値と誘導上限値間の関連の正確さは，計算に用いられたモデルの現実性の程度に依存する。ある誘導限度は非常に特殊な，はっきりと特徴づけられた状況について計算される。このような場合，誘導限度は線量当量限度とぴったり対応するであろう。また，モデルは控えめなやり方で非常に一般化されていることもあり，その場合には線量当量限度との関連はあまり直接的でなくなる。一般的な限度は通常，特殊な状況について計算された限度よりも控えめなものである。誘導限度は，それらが計算された状況にのみ使うべきである。

(77)　委員会は公衆の構成員につき 5 mSv という年実効線量当量限度を勧告し，この限度の変更は，放射線防護の観点からは，すべての被曝を合理的に達成できるかぎり低く保つという原則の厳密な適用と同等の重要さをもつものでないと，注意している。それにもかかわらず，決定グループ内の少数の個人が長期間にわたって高線量率で被曝することが実際に見つかったというまれな場合には，その人々の生涯線量当量を，一生涯を通じて年当たり 1 mSv の全身被曝に相当する値に制限するための方策をたてることが賢明であろう，と示唆している*。

認定限度（authorized limits）

(78)　誘導限度または誘導上限値は，線量限度または線源に関する上限値と比較する手段となるが，通常は，線量当量率，放射性核種の放出率，または環境物質中の濃度に関する実際的な作業限度が，適切な国の当局または

* 訳注：ただし，1985 年のパリ声明で変更された。

管理者によって設定される。これらは認定限度として知られている。認定限度は，例外的には等しいこともあるが，一般には誘導限度または誘導上限値よりも低くあるべきである。作業者に関する認定限度には，一般的で広く適用されるものもあり，はっきりと規定された局地的状況にのみ適用されるものもある。公衆に関する認定限度は，決定グループの構成員に対する線量を制御するために一般的に用いられる。しかしこれらの値は，適切な線源に関する上限値あるいは例外的に線量当量限度値により拘束されて最適化を行った結果を考察したのちに選択されたものであろう。認定限度は，手順に含まれる不確かさを考え，また操業上の融通性を与えるため，しばしば最適化の結果得られる値よりもいくぶん高い値とすることがあろう。

文　献

1. *ICRP Publication 26.* Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Annals of the ICRP,* **1**, No. 3, Pergamon Press (1977).
2. *ICRU Report 33.* Radiation Quantities and Units. International Commission on Radiation Units and Measurements. Washington DC. (1980).
3. *ICRU Report 30.* Quantitative Concepts and Dosimetry in Radiobiology. International Commission on Radiation Units and Measurements. Washington DC. (1979).
4. Statement from the 1978 Stockholm Meeting of the ICRP. *Annals of the ICRP,* **2,** No. 1, Pergamon Press (1978).
5. Lindell, B., Beninson, D. J. and Sowby, F. D. "International Radiation Protection Recommendations: 5 Years' Experience of ICRP Publication 26" : in *International Conference on Nuclear Power Experience,* IAEA, Vienna, September 1982.
6. *ICRP Publication 37.* Cost-Benefit Analysis in the Optimization of Radiation Protection. *Annals of the ICRP,* **10,** No. 2/3, Pergamon Press (1983).
7. Statement and Recommendations of the 1980 Brighton Meeting of the ICRP. *Annals of the ICRP,* **4,** No. 3/4, Pergamon Press (1980).
8. *ICRP Publication 27,* Problems Involved in Developing an Index of Harm. *Annals of the ICRP,* **1,** No. 4, Pergamon Press (1977).
(訳注：増訂版が Publication 45 として出版されている。)
9. *ICRP Publication 39.* Principles for Limiting Exposure of the Public to Natural Sources of Radiation. *Annals of the ICRP,* **14,** No. 1, Pergamon Press (1984).
10. *ICRP Publication 30.* Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. Part 1. *Annals of the ICRP,* **2,** No. 3/4, Pergamon Press (1979).
11. *ICRP Publication 35.* General Principles of Monitoring for Radiation Protection of Workers. *Annals of the ICRP,* **9,** No. 4, Pergamon Press (1982).
12. *ICRP Publication 23.* Reference Man: Anatomical, Physiological and

Metabolic Characteristics. Pergamon Press (1975).

13. Statement from the 1983 Washington Meeting of the ICRP. *Annals of the ICRP,* **14,** No. 1, Pergamon Press (1984).
14. *ICRP Publication 43.* Principles of Monitoring for the Radiation Protection of the Population. *Annals of the ICRP,* **15,** No.1, Pergamon Press (1985).
15. Statement from the 1984 Stockholm Meeting of the ICRP. *Annals of the ICRP,* **14,** No. 2, Pergamon Press (1984).

索　　引（五十音順）

（定義を記した項は太字で示す。）

ア　行

カ　行

サ　行

ナ　行

ハ　行

ヤ　行

ラ　行

ワ　行

英語索引

(見出し語のあとの数字は項番号を表し，太字の数字は定義の記されている項を示す。)

ICRP が使用している
おもな概念と量の用語解説　　定価 700 円

昭和61年6月30日　初版第1刷発行

編　集
および　社団法人　日本アイソトープ協会
発　行

113　東京都文京区本駒込二丁目28番45号
電　話　(03) 946—7111
振　替　東京 8—143345

発売所　丸　善　株　式　会　社

印刷・製本　三美印刷株式会社

ICRP 刊行物

日本アイソトープ協会翻訳・編集
丸善㈱発売

Publ. 26　国際放射線防護委員会勧告（1977年1月17日採択）
——ストックホルム(1978)，ブライトン（1980），
ワシントン（1983），ストックホルム（1984）会議声明付——

A 5・129頁　800円

ICRPの基本的考え方と線量当量限度値を勧告。他の刊行物の基礎をなすもの。

Publ. 29　放射性核種の環境への放出：人に対する線量の算定

A 5・122頁　1,500円

環境に放出される放射性核種による個人の線量当量，線量当量預託を事前に予測するための方法論。

Publ. 30　作業者による放射性核種の摂取の限度　Part 1—3

Part 1　A 5・234頁　2,000円
Part 2　A 5・138頁　1,500円
Part 3　A 5・231頁　2,300円

作業者の体内被曝の制御に関する報告書。線量算定法，放射線防護上重要な放射性核種に関する代謝データ，年摂取限度（ALI）と誘導空気中濃度（DAC）の計算値を収載。放射性物質を取扱う人に必携の書。

Publ. 35　作業者の放射線防護のためのモニタリングの一般原則

A 5・80頁　900円

作業者の放射線管理実務の中心的役割を果たすモニタリングの基本原則を詳述。

Publ. 36　科学の授業における電離放射線に対する防護

A 5・29頁　650円

理科の実験で，18歳以下の生徒がうける放射線に対する防護の基準と手法を詳述。

Publ. 37　放射線防護の最適化における費用-便益分析

A 5・146頁　1,800円

“すべての被曝は，経済的，社会的要因を考慮に入れながら合理的に達成できる限り低く保たなければならない。”本書はこの放射線防護の最適化への道を費用・便益分析を用いて具体的に示した。

Publ. 39　自然放射線源に対する公衆の被曝を制限するための諸原則

A 5・19頁　580円

室内空気中のラドンなど，自然放射線源に対する被曝を制限するための新しい原則を勧告。
