

- radiation. ICRP Publication 74. Ann. ICRP 26 (3/4).
- ICRP, 1996c. Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides: Part 5 Compilation of ingestion and inhalation dose coefficients. ICRP Publication 72. Ann. ICRP 26 (1).
- ICRP, 2001. Doses to the embryo and embryo/fetus from intakes of radionuclides by the mother. ICRP Publication 88. Ann. ICRP 31 (1–3).
- ICRP, 2002. Basic anatomical and physiological data for use in radiological protection. ICRP Publication 89. Ann. ICRP 32 (3–4).
- ICRP, 2003a. Biological effects after prenatal irradiation (embryo and fetus). ICRP Publication 90. Ann. ICRP 33 (1/2).
- ICRP, 2003c. Relative biological effectiveness (RBE), quality factor (Q), and radiation weighting factor dw_{RT} . ICRP Publication 92. Ann. ICRP 33 (4).
- ICRP, 2006c. Human alimentary tract model for radiological protection. ICRP Publication 100. Ann. ICRP 36 (1/2).
- ICRU, 1970. Linear Energy Transfer. ICRU Report 16. ICRU Publications: Bethesda (MD).
- ICRU, 1986. The Quality Factor in Radiation Protection. ICRU Report 40. ICRU Publications: Bethesda (MD).
- ICRU, 1998. Fundamental Quantities and Units for Ionizing Radiation. ICRU Report 60. ICRU Publications: Bethesda, MD. Johnson, J.R., Myers, D.K., Jackson, J.S., et al., 1995. Relative biological effectiveness of tritium for induction of myeloid leukaemia. *Radiat. Res.* 144, 82–89.
- Kassis, A.I., Fayed, F., Kinsey, B.M., et al., 1989. Radiotoxicity of an I-125 labeled DNA intercalator in mammalian cells. *Radiat. Res.* 118, 283–294.
- Kellerer, A.M., Leuthold, G., Mares, V., et al., 2004. Options for the modified radiation weighting factor of neutrons. *Radiat. Prot. Dosim.* 109 (3), 181–188.
- Lafuma, J., Nenot, J.C., Morin, M., et al., 1974. Respiratory carcinogenesis in rats after inhalation of radioactive aerosols of actinides and lanthanides in various chemical forms. In: *Experimental Lung Cancer*. Karbe, E. and Parks, J.F. (eds) Vol. 1, p. 443–453, Springer Verlag, New York.
- Moiseenko, V.V., Walker, A.J., Prestwich, W.V., 1997. Energy deposition pattern from tritium and different energy photons—a comparative study. *Health Phys.* 73, 388–392.
- Morstin, K., Kopec, M., Olko, P., et al., 1993. Microdosimetry of tritium. *Health Phys.* 65, 648–656.
- NCRP, 1990. The Relative Biological Effectiveness of Radiations of Different Quality. NCRP Report No. 104. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, MD.
- Nelson, C.B., Phipps, A.W., Silk, T.J., et al., 1997. The ICRP Publication 60 formulation of remainder dose and its contribution to effective dose in internal dosimetry. *Radiat. Prot. Dosim.* 71, 33–40.
- Nolte, R.M., Uhlir, K.H., Meulders, J.P., et al., 2005. RBE of quasi-monoenergetic 60 MeV

- neutron radiation for induction of dicentric chromosome aberrations in human lymphocytes. *Radiat. Environ. Biophys.* 44, 201–209.
- Pelliccioni, M., 1998. Radiation weighting factors and high energy radiation. *Radiat. Prot. Dosim.* 80 (4), 371–378.
- Pelliccioni, M., 2004. The impact of ICRP Publication 92 on the conversion coefficients in use for cosmic ray dosimetry. *Radiat. Prot. Dosim.* 109 (4), 303–309.
- Rao, D.V., Narra, V.R., Howell, R.W., et al., 1990. Biological consequences of nuclear versus cytoplasmic decays of ¹²⁵I: cysteamine as a radioprotector against Auger cascades in vivo. *Radiat. Res.* 124, 188–193.
- Sasaki, M.S., 1991. Primary damage and fixation of chromosomal DNA as probed by monochromatic soft x rays and low-energy neutrons. In: Fielden, E.M., O'Neil, P. (Eds.). *The Early Effects of Radiation on DNA*. NATO ASI Series, Vol. H54, 369–384. Springer Verlag, Berlin, Germany.
- Sato, T., Tsuda, S., Sakamoto, Y., et al., 2003. Analysis of dose-LET distribution in the human body irradiated by high energy hadrons. *Radiat. Prot. Dosim.* 106, 145–153.
- Sato, T., Tsuda, S., Sakamoto, Y., et al., 2004. Profile of energy deposition in human body irradiated by heavy ions. *J. Nucl. Sci. Technol. Suppl.* 4, 287–290.
- Schmid, E., Regulla, D., Kramer, H.M., 2002. The effect of 29 kV x rays on the dose response of chromosome aberrations in human lymphocytes. *Radiat. Res.* 158, 771–777.
- Schmid, E., Schlegel, D., Guldbakke, S., et al., 2003. RBE of nearly monoenergetic neutrons at energies of 36 keV – 14.6 MeV for induction of dicentrics in human lymphocytes. *Radiat. Environm. Biophys.* 42, 87–94.
- SSK, 2005. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Vergleichende Bewertung der biologischen Wirksamkeit verschiedener ionisierender Strahlungen. Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Bd. 53. Verlag Elsevier/Urban und Fischer.
- Straume, T., Carsten, A.L., 1993. Tritium radiobiology and relative biological effectiveness. *Health Phys.* 65, 657–672.
- Streffer, C., van Beuningen, D., Elias, S., 1978. Comparative effects of tritiated water and thymidine on the preimplanted mouse embryo in vitro. *Curr. Topics Radiat. Res. Q.* 12, 182–193.
- Streffer, C., 2005. Can tissue weighting factors be established for the embryo and fetus?. *Radiat. Prot. Dosim.* 112, 519–523.
- Ueno, A.M., Furuno-Fukushi, I., Matsudaira, H., 1989. Cell killing and mutation to 6-thioguanine resistance after exposure to tritiated amino acids and tritiated thymidine in cultured mammalian cells. In: *Tritium Radiobiology and Health Physics* (Ed., S. Okada). Proc. 3rd Japanese-US Workshop. Nagoya University, Japan. IPPJ-REV-3, 200–210.
- UNSCEAR, 1993. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Annex F. Influence of dose and

- dose rate on stochastic effects of radiation. United Nations, New York, NY.
- UNSCEAR, 2000. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Volume II: Effects. United Nations, New York.
- Warters, R.L., Hofer, K.G., Harris, C.R., et al., 1978. Radionuclide toxicity in cultured mammalian cells: elucidation of the primary site of radiation damage. *Curr. Topics Radiat. Res. Q.* 12, 389–407.
- WHO, 2001. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Vol. 78. Ionizing Radiation, Part 2: some internally deposited radionuclides. World Health Organisation, International Agency for Research on Cancer. IARC Press, Lyon.
- Yoshizawa, N., Sato, O., Takagi, S., et al., 1998. External radiation conversion coefficients using radiation weighting factor and quality factor for neutron and proton from 20 MeV to 10 GeV. *Nucl. Sci. Techn.* 35 (12), 928–942

B.4.実用量

(B 146) 人体関連の防護量（等価線量および実効線量）は実際に測定できず、従って、放射線モニタリングにおいて量として直接的に使用できない。従って、実用量が、組織または臓器における実効線量あるいは等価線量の評価として使用される（図B.1とB.2）。

(B 147) 実用量は、被ばくあるいは多くの照射条件下、人の潜在被ばくに関連した防護の数値に関する評価または上限を提供することを目的とする。それらは実用的な規則またはガイダンスによく用いられる。図B.2に見られるように、異なる種類の実用量が、内部および外部被ばくに対し用いられる。外部放射線被ばくのモニタリングに対する実効線量は、ICRU（ICRU,1985,1988）により定義されており（B.4.2項参照）、1990年代の間、多くの国において放射線防護行為に導入されている。これらの更なる使用が勧告され、わずかな変更のみ提案される。内部被ばくの線量測定において、等価または実効線量の評価を直接的に与える実効線量は定義されていない。人体における放射性核種による等価または実効線量を評価するため、別の方法が適用される。それらは種々の放射能の測定および生体動態モデル（計算モデル）の適用に多くは基づいている（B.4.2項参照）。

B.4.1. 外部被ばく

(B 148) 特定の実用的な線量当量の量は、外部被ばく状況の放射線モニタリングとして定義される（エリアまたは個人モニタリング）。日常のモニタリングにおいて、これら線量当量の値は、特にそれらの値が防護上の限度値より低いならば、実効線量または皮膚線量の十分に正確な評価として扱われる。

(B 149) 実用量は以下の理由で、外部被ばくのモニタリングに使用される：

- ・ 場所における量はエリアモニタリングに必要とされる；
- ・ エリアモニタリングにおいて、線量の数値は、入射放射線の方向性の分布に依存すべきでない；
- ・ 放射線のモニタリングのための装置は、校正基準が在る物理量として校正される必要がある。

(B 150) エリアおよび個人モニタリングに対し、それぞれ別の実用量が、定義されている。

(B 151) 外部被ばくに対する実用量の基本的な概念は、ICRU Report 39と43（ICRU, 1985,1988）に記述されている。2007年勧告に採用された定義は、ICRU Report 51（ICRU, 1993 b）およびICRU Report 66（ICRU,2001b）に与えられている。

(B 152) B.1項に記述されるように、線量当量 H は以下により定義される

$$H = Q \times D \quad (\text{B.4.1})$$

ここで、 D は、組織における関心点での吸収線量、および Q はこの点での線質係数に相当し、その値はこの関心点で小さな物体を通過する荷電粒子の種類とエネルギーによって決定され

る。放射線の生物学的効果は、組織における荷電粒子の飛程に沿って電離放射線密度と関連付けられることは良く知られている。従って、 Q は、水中における荷電粒子の無限線エネルギー付与 L_0 の関数として定義される：

$$Q(L) = \begin{cases} 1 & L < 10 \text{ keV}/\mu\text{m} \\ 0.32L - 2.2 & 10 \leq L \leq 100 \text{ keV}/\mu\text{m} \\ 300/\sqrt{L} & L > 100 \text{ keV}/\mu\text{m} \end{cases} \quad (\text{B.4.2})$$

(B 153) 線質係数の関数 $Q(L)$ は、*Publication 60* (ICRP,1991b) に与えられた。関数は、動物実験の結果と同様に細胞および分子システムに関する放射線学的研究の結果を考慮した判断の結果である。この関数の評価に対する放射線学的データベースは、1990年 (ICRP,2003参照) から大きく変わっておらず、変更しないことが提案される。

(B 154) 組織における関心点での線質係数 Q は、従って、以下の式で与えられる：

$$Q = \frac{1}{D} \int_{L=0}^{\infty} Q(L) D_L dL \quad (\text{B4.3})$$

ここで、 $D_L = dD/dL$ は、関心点での吸収線量に寄与する荷電粒子に対し、 L における D の分布である。様々な種類の二次荷電粒子が、中性子の相互作用により組織内で産生されるため、この関数は中性子に対し特に重要である。

(B 155) 異なる実用量は、放射線防護における異なるタスクに対し求められる。これらは、作業場における放射線管理と管理区域あるいは制限区域と定義される場所のエリアモニタリング、および個人の被ばく管理と制限のための個人モニタリングを含む。エリアモニタリングによる測定は、望ましくは空気中で実施される一方で、個人線量測定は身体に装着して実施する。結果として、一定の状況において空気中のエリアモニタにより「見られる」放射線場は身体による後方散乱と放射線吸収により強く影響を受ける、身体に装着した個人線量計により「検出される」放射線場とは異なる。異なる実用量の使用は、これらの違いを反映する。

(B 156) 表B.5は、異なる作業の外部放射線モニタリングに対する異なる実用量の適用を示したものである。

(B 157) 表B.5の図を用いて、実用量の適用範囲を示す場合、「強い透過放射線」(「透過放射線」とも呼ばれる) および「弱い透過放射線」(「弱く透過する放射線」とも呼ばれる) という語句を使用することは必ずしも必要でない。ICRU (1993b) は、 $H^*(10)$ と $H_p(10)$ が、光子(約12keVを超える)あるいは中性子のような強く透過する放射線をモニタリングするためのものであり、一方で $H^*(0.07, \Omega)$ と $H_p(0.07)$ はベータ粒子のような弱い透過放射線をモニタリングするためのものであると述べた。さらに、 $H_p(0.07)$ は、全ての電離放射線からの四肢線量のモニタリングにも使用される。眼の水晶体の被ばくモニタリングに、まれに使用される数量 $H^*(3, \Omega)$ と $H_p(3)$ は、この考え方に含まれない。 $H_p(0.07)$ のモニタリングは、同じモニタリングの目的に対して使用される(本項、パラグラフB165~B167参照)。

(B 158) 個人モニタリングが使用されずに、個人被ばくを評価するためエリアモニタリングあるいは計算方法が適用される状況がある。これらの状況は、航空機乗務員の線量評価、事前の線量評価や作業場所および自然環境における線量評価を含む。

エリアモニタリングの実用量

(B 159) 全ての種類の外部放射線に対し、エリアモニタリングのための実用量は単純なファントム、ICRU球における関心点での線量当量を基準に定義される。それは組織等価物質からなる球体である(直径30cm、密度 1g/cm^3 のICRU(軟部)組織、および質量組成:酸素76.2%、炭素11.1%、水素10.1%および窒素2.6%)。放射線のモニタリングは、多くの例で、考慮中の放射線場の散乱および減弱については人体におおよそ近似する。

(B 160) ICRU球により定義されたエリアモニタリングに対する実用量は、関心点における数量のそれらの特性および加算特性の維持とすべきである。これは、これらの数量の定義において「拡張した」および「整列された」放射線場という用語を導入することにより運用される。

(B 161) 仮説の放射線場と定義される拡張放射線場は、スペクトルとフルエンス角度が関心点において実際の放射線場の値と等しい十分に大きな体積をもつ全ての点で同じ値を示す放射線場である。放射線場の拡張は、ICRU球全体が実際の放射線場の関心点と同様に同じフルエンス、エネルギー分布、および方向分布をもつ均一の放射線場に被ばくされると想定されることを確実にする。

(B 162) 全ての放射線は、ICRU球で特定された半径ベクトル Ω に対抗するように拡張放射線場に並べられるならば、整列された拡張放射線場が得られる。この仮説の放射線場において、ICRU球は1方向から均一に照射され、照射野のフルエンスは全方向にわたる実際の放射線場における関心点における角度の違いのフルエンス積分である。整列拡張場において、ICRU球における如何なる点における線量当量の値は、実際の放射線場における放射線の方向分布からは独立している。実用量に対する放射線場の量に関連する変換係数は、常に考慮されたファントム外側の真空を仮定し計算される。

(B 163) 周辺線量当量、 $H^*(10)$ 。エリアモニタリングに対して、実効線量を評価するための実用量は、以下(ICRU,2001b)により定義される周辺線量当量 $H^*(10)$ である：

表B.5 外部被ばくのモニタリングに対する実用量の適用

課題	実用量	
	エリアモニタリング	個人モニタリング
実効線量の管理	周辺線量当量、 $H^*(10)$	個人線量当量、 $H_p(10)$
皮膚、四肢および水晶体の線量管理	方向性線量当量、 $H(0.07, \Omega)$	個人線量当量、 $H_p(0.07)$

- 放射線場のある点で、周辺線量当量、 $H^*(10)$ は、整列場の方向と逆の半径ベクトル上10mmの深さにおける、ICRU球において対応する整列拡張場により生じる線量当量である。

(B 164) 外部放射線被ばくの多くの実践的状況で、周辺線量当量は、保守的な推定値または限度数量の上限値を提供する目的を果たす。これは高エネルギー加速器の周辺および宇宙線場のような高エネルギー放射線場における人々に対して常にある例ではない (Pelliccioni, 1998)。二次荷電粒子が平衡に達する深さは、これらの例ではとても重要である。超高エネルギー粒子に対し、実用量と定義されるように、ICRUの組織における10mmの深さは、その関心点の前面で荷電粒子のビルドアップを完了するため十分でなく、従って、実用量は実効線量を過小評価するであろう。しかしながら、航空機乗務員の被ばくに対し関連する放射線場に対し、 $H^*(10)$ は、中性子と光子 (3.5項、パラグラフB100からB123参照) に対する勧告された放射線荷重係数が考慮されるならば、適切な実用量であることがわかる。

(B 165) 方向性線量当量、 $H'(d, \Omega)$ 。弱い透過放射線のエリアモニタリングに対し、実用量は、以下のように定義される方向性線量当量、 $H'(0.07, \Omega)$ 、もしくはまれに $H'(3, \Omega)$ を使用する：

- ・放射線場のある点での方向性線量当量、 $H'(d, \Omega)$ は特定の方向 Ω において、ICRU球の深さ d に対応する拡張場で生じる線量当量である。
- ・弱い透過放射線では、それは $d=0.07\text{mm}$ であり、そのため、 $H'(d, \Omega)$ は、 $H'(0.07, \Omega)$ と記述される。

(B 166) モニタリングの例において、眼の水晶体に対する線量は、 $d=3\text{mm}$ である $H'(3, \Omega)$ が、ICRUにより勧告された。しかし、方向性線量当量 $H'(3, \Omega)$ 、および個人線量当量 $H_p(3)$ は、実践でまれに使用され、これらの線量を測定するために極僅かな装置がある。眼の水晶体の線量モニタリングは、他の実用量により評価されるならば、水晶体への被ばくのモニタリングも十分にできるので、それらの使用の中止が示唆される。 $H_p(0.07)$ は、通常、この特定の目的に対してのみ使用される (ICRU, 1998)。

(B 167) 弱い透過放射線のエリアモニタリングに対し、 $H'(0.07, \Omega)$ が、ほぼ単独で使用される。主に校正手順において生じるのは一方向の放射線で、その数量は $H'(0.07, \alpha)$ と書かれるであろう。ここで、 α は、方向 Ω と放射線発生と反対方向の間の角度である。放射線防護行為において、重要である関心点で $H'(0.07, \Omega)$ の最大値であるので、方向 Ω は、しばしば特定されない。それは通常測定の間、線量率計を回転し、最大読取値を読み取ることにより得られる。

個人モニタリングに対する実用量

(B 168) 外部被ばくの個人モニタリングは、通常、身体に装着した個人線量計で実施され、この適用に対しこの状況を考慮し定義された実用量である。実用量の真の値は、線量計を装着した点の近くの被ばく状況により決定される。個人モニタリングに対する実用量は、個人線量当量、 $H_p(d)$ である。

(B 169) 個人線量当量、 $H_p(d)$ は、人体の特定な点の下、ICRU (軟部) 組織における適切な深さ d での線量当量である。特定な点は、個人線量計を装着した位置により通常与えられる。実効線量の評価に対して $d=10\text{mm}$ の深さが、皮膚および四肢への等価線量の評価は、 $d=0.07$

が推奨される。モニタリングの特別な例で、眼の水晶体への線量は、 $d=3\text{mm}$ の深さが適切であろうと提案されてきた（パラグラフB166参照）。

(B 170) 個人モニタリングに対する実用量は、実効線量が評価されるのを可能にするか、もしくはほぼ全ての被ばく条件下で保守的な予測を提示すべきである。しかし、これは個人線量計を被ばくに係る代表となる身体の位置に装着することを要求する。体幹部の前面に装着した線量計に対し、数量 $H_p(10)$ は身体側面あるいは等方向性放射線入射の例においてさえ、 E の保守的な推定値を与える。しかし、後方からの被ばく例のみ、身体前面に装着した線量計または正確に $H_p(10)$ を測定しても、 E は適切に評価されない。更に、局所的な身体被ばくの例では更に、個人線量計の読取値は、実効線量の評価に対し代表値を提供しないであろう。

B.4.2. 内部被ばく

(B 171) 一般的に適用される放射性核種の摂取に対する線量評価システムは、直接測定（例えば、全身計測により全身の放射能を、または外部計測装置により特定の臓器または組織の放射能を測定すること）、あるいは間接測定（例えば、尿中、糞便中、空気中または他の環境試料内の放射能を測定すること）のいずれかで、初期の放射性核種の摂取計算に依存する。生体動態モデルが適用されなければならず、実効線量は委員会により推奨された参照線量係数（単位摂取量あたりの線量、 Sv/Bq ）を使用し、摂取から計算され、そしてEU基本安全基準指令書（EU,1996）および国際基本安全基準（IAEA,1996）にも転載されている。委員会は特定の放射性核種の取込みを、対応する臓器および特定期間内に預託される実効線量に関連して、多くの放射性核種に対する吸入摂取や経口摂取の線量係数を提供している（ICRP,1994b,1996c）。線量係数は、公衆や職業的に被ばくする成人に対して与えられている。

(B 172) Berkovskiらによる報告（2003）は、代替アプローチが幾つかの環境ではより有用であろうと指摘した。摂取時間に関連する関数を使用し、測定から直接的に預託実効線量を計算することに利点がある。測定は、全身または臓器内容、尿や糞便試料、もしくは環境測定さえもあろう。このアプローチは、委員会が測定データを解釈するため摂取後の時間関数として「単位内容物あたりの線量」の追加表を提供することを要求するが、このアプローチによって、多くの状況におけるモニタリングデータの解釈が推進されるべきである。それは現在のモデルが線量評価に使用され、表からデータを読み取ることによりミスする機会を制限することを確実にすることにより解析の支援になる。

B.4.3. B.4の参考文献

- Berkovski, V., Bonchuk, Y., Ratia, G., 2003. Dose per unit content functions: a robust tool for the interpretation of bioassay data. Proc Workshop on Internal Dosimetry of Radionuclides. Radiat. Prot. Dosim. 105 (1/4), 399–402.
- EU, 1996. Council of the European Union: Council Directive on laying down the Basic Safety Standards for the protection of the health of workers and the general public against the dangers arising from ionising radiation. Official. J. Eur. Community 39, No. L, 159.
- IAEA, 1996. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and

- for the Safety of Radiation Sources. Safety Series 115. STI/PUB/996. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- ICRP, 1991b. 1990 Recommendations of the ICRP. ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21 (1-3).
- ICRP, 1994b. Dose coefficients for intake of radionuclides by workers. ICRP Publication 68. Ann. ICRP 24 (4).
- ICRP, 1996c. Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides: Part 5. Compilation of ingestion and inhalation dose coefficients. ICRP Publication 72. Ann. ICRP 26 (1).
- ICRP, 2003c. Relative biological effectiveness (RBE), quality factor (Q), and radiation weighting factor w_{RT} . ICRP Publication 92. Ann. ICRP 33 (4).
- ICRU, 1985. Determination of dose equivalents resulting from external radiation sources. ICRU Report 39. ICRU Publications: Bethesda, MD.
- ICRU, 1988. Measurement of dose equivalents from external radiation sources, Part 2. ICRU Report 43. ICRU Publications: Bethesda, MD.
- ICRU, 1993b. Quantities and units in radiation protection dosimetry. ICRU Report 51. ICRU Publications: Bethesda, MD.
- ICRU, 1998. Fundamental quantities and units for ionizing radiation. ICRU Report 60. ICRU Publications: Bethesda, MD.
- ICRU, 2001b. Determination of operational dose equivalent quantities for neutrons. ICRU Report 66. Journal of ICRU 1 (3).
- Pelliccioni, M., 1998. Radiation weighting factors and high energy radiation. Radiat. Prot. Dosim. 80 (4), 371-378.

B.5. 放射線防護における線量の数量の実用化

(B 173) 管理された線源から被ばくによる職業作業員および公衆の両者の放射線防護に線量の数量が適用される主な領域とは、次の通りである：

- ・ 防護計画や最適化に対する事前の線量評価；および
- ・ 線量限度の遵守を実証するための適切な線量評価

(B 174) 実際に、限度値、拘束値、参考値、および措置レベルは、職業作業員や公衆の両者に対し放射線被ばくからのリスクを制限するため線量の数量の観点で定義される。放射線防護における主な線量限度は、等価線量や実効線量に関して与えられる。上述の説明のように、どちらの数量も直接測定できないので、それらは他の測定できる数量、モデルと計算を使用し評価される(図B.1とB.2)。考慮される状況(職業または公衆被ばく)により、別々の手順が適用される。

B.5.1. 放射能と預託線量

(B 175) 放射性核種から放出される放射線による内部あるいは外部被ばくからの放射線量の計算は、それらの半減期と種類、エネルギーおよび放射性核種により放出された核や原子放射線の強度に関する情報を求められる。*Publication 38* (ICRP,1983b) のデータは、1980年からICRP刊行物において使用されているものと同様である。*Publication 38*のデータを置き換えるため核崩壊データベースを準備する戦略は、Endoら(2003,2005)により概要がまとめられてきた。このデータベースは、線量係数の将来の計算に使用されるであろう。

(B 176) ある時間における特定のエネルギー状態における放射性核種の量である放射能 A は、 dN を dt で割った商であり、ここで、 dN は、時間間隔 dt におけるそのエネルギー状態から自然発生による核壊変数の予測値である、以下である：

$$A = -\frac{dN}{dt} \quad (\text{B.5.1})$$

放射能のSI単位は、1秒あたりのもので、特別な名称ベクレル (Bq) で呼ばれ、 $1\text{Bq}=1/\text{s}$ である。

(B 177) 放射性核種は、同じ元素の安定同位元素を有するのと同様に、他の固体内または、液体、あるいは気体状物質に頻繁に含まれるか、吸収され、その量は更なる数量により定義される。

(B 178) 試料中に特定された放射性核種の特定の放射能 a_m (質量放射能または質量で除した放射能や質量あたりの放射能とも呼ばれる) は、試料中の放射性核種の放射能 A を試料の総質量 m で除したものである。

(B 179) 容積中における特定の放射性核種の放射能濃度 a_v (容積放射能または容積で除した放射能や容積あたりの放射能とも呼ばれる) は、容積中の放射性核種の放射能 A を容積 V で除したものである。

(B 180) 表面における特定の放射性核種の表面放射能 a_F (面密度放射能濃度または面積放射能とも呼ばれる) は、表面積 F における放射性核種の放射能 A を表面積 F で除した値である。

(B 181) これら3種類の数量の名称と記号は、一貫して標準化されておらず、ICRU (ICRU, 2001b)、ISO (ISO,1992)、IEC (IEC,2005)、およびICRPを含む異なる国際機関が使用している定義の間に幾つかの違いがある。一貫した名称の使用は、間違いと矛盾を回避するため非常に有用であろう。

(B 182) 放射能の摂取は、経口摂取、吸入摂取あるいは皮膚からの吸収により人体に入る特定の放射性核種の量である。この摂取は実効線量の評価に対し、実用量としてよく使用される。一般的に、それは直接測定することができず、全身または局所的な身体測定、排泄物中の放射能の評価あるいは空気中の試料のような環境測定や他のデータから判断されるべきである (図B.1)。事故時は、放射能は外傷を通して体内にも入るであろう。外傷を通して体内に入り、その後、血液中に取り込まれることを示すモデルはNCRP (2006) により作成されている。

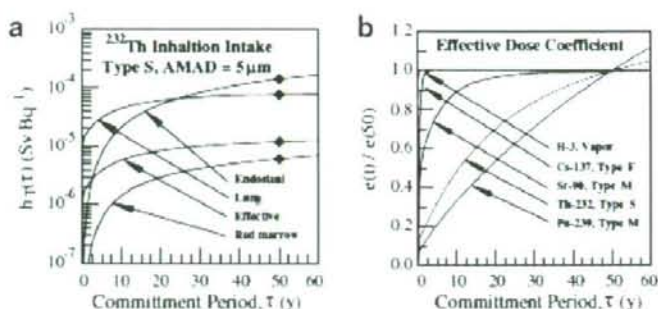
(B 183) 人体に取り込まれた放射性核種は、物理的半減期および身体内のそれら生物学的保持の両方により決定される時間の間、組織を被ばくさせる。このように、それらは極く短時間あるいは生涯を通して身体組織に被ばくを生じることになるであろう。例えば、トリチウム水の摂取の例で、保持のその短い生物学的半減期 (10日；物理的半減期12.3年) なので、基本的に、全線量は摂取後2~3ヶ月以内で被ばくする。しかし、 ^{239}Pu に対しては、生物学的保持時間と物理的半減期 (24,000年) の両方がかなり長く、個人の残存寿命を越えて被ばくは継続する。このように、プロトニウム硝酸塩としての ^{239}Pu の吸入 (人の呼吸系モデルにおいてタイプM、HRTM,ICRP,1994a) に対し、モデルは預託実効線量の約10%のみが初年度内に摂取され、その後10年かけて約30%摂取されると予測する。これら及び他の事例は、図B.5 に見られる。図は、不溶性トリウム-232の吸入 (タイプS) 後の異なる組織への預託透過線量の異なる集積率を示す。

(B 184) 放射性核種や長期間にわたる放射線量の集積による被ばくを規制する必要性から預託線量当量の定義へと導いた。取り込まれた放射性核種からの預託線量は、特定時間内に体内を被ばくさせると予測される総被ばく線量である。臓器または組織 T における預託等価線量 $H_T(\tau)$ は、以下に定義される：

$$H_T(\tau) = \int_{t_0}^{t_0+\tau} H_T(t) \quad (\text{B.5.2})$$

ここで、 τ は、時間 t_0 から摂取後の積算時間である。預託実効線量 $E(\tau)$ の値は、以下により与えられる：

$$E(\tau) = \sum_T w_T H_T(\tau) \quad (\text{B.5.3})$$



図B.5. 積分期間の関数として預託線量係数。(a)骨内膜組織、肺および活動性（赤色）骨髄における預託等価線量係数、および²³²Th吸入後の積算時間（ τ ）の関数として預託実効線量係数。点は50年間の値を記したもの。(b)50年目でそれらの値を正規化し選択された放射性核種に対する預託実効線量係数。

委員会は線量限度の遵守および職員の管理のため、摂取が生じた場合にその年度に預託線量を割り当てられることを勧告し続けている。

(B 185) 作業員に対し、預託線量は通常、摂取後50年にわたり評価される。50年間の預託期間は、作業員の一員となる若い人の平均余命であると委員会により考慮され、丸められた値である。摂取からの預託実効線量は、公衆に対する予測線量の評価にも使用される。これらの例で、50年間の預託期間は、成人に対し考慮される。乳幼児や小児に対しては、線量は70歳まで評価される (ICRP,1996c)。

B.5.2.参照ファントム

(B 186) 実効線量は、性平均化した標準人に対し定義される (B.3.4項)。実効線量を決定するため、最初に、標準男性および標準女性の臓器または組織における等価線量が、評価されなければならず、その後、標準人の等価線量を得るため平均化される。実効線量は、性平均組織荷重係数をこれらに掛け合わされ、標準人の組織荷重等価線量を全て合計して得られる (方程式B.3.7 ; 図B.3)。

(B 187) 標準男性や標準女性に対する等価線量および標準人に対する実効線量の評価は、擬人化されたモデルに基づいている。過去に、委員会は特別なファントムについて詳細を述べず、実際、両性のMIRD型ファントム、Kramerら (1982) の性特定モデルまたはCristyと Eckerman (1987) らの年齢特定ファントムのような種々の数学的ファントムが使用されている。

(B 188) 委員会は、現在、臓器または組織に対する等価線量の算出のための男性および女性参照ファントムを採用している。等価線量と実効線量の評価のための実用的アプローチを提供するため、外部被ばくに対し粒子フルエンスや空気カーマ、内部被ばくに対し放射能摂取のような物理的な数量に関連する変換係数が、参照ファントムの標準被ばく条件 (単一のエネルギー)

ギー放射線、外部照射に対する標準ジオメトリ、人体における放射性核種の標準体内動態など) に対し計算される。

(B 189) 実際の人の医学撮像データから構築されたボクセル (ボクセル: 体積因子) モデルは、数学的に、定型化されたファントムにより、人をより写實的に表現したものである。更に、委員会は、臓器線量の変換係数の更新にその参照ファントムが使用されるように定義するためにボクセルモデルを使用することに決めた。これらのモデル(または計算ファントム)は、標準男性と標準女性を代表し、*Publication 89* (ICRP,2002) にまとめられた参照値を引用した臓器質量を持つ。

(B 190) 成人男性および成人女性の2つのボクセル参照モデルは、2つの個々の身長と体重が標準男性と標準女性のこれらに近いボクセルモデルに基づいて作成されている (Zankl ら,2005, Zanklら,2007)。それらは、単一個人における高分解の連続スキャンから得られたコンピュータ断層像から開発され、数百万のボクセルから構成され、人体とその臓器構成と構造の空間的形狀を3次元的に描出するものである。おおよそ140の臓器や組織は、異なる骨格組織、軟骨、筋肉と主な血管を含め定義された。両モデルの臓器質量は、実際の解剖をゆがめること無しに、*Publication 89* (ICRP,2002) の標準成人男性と標準成人女性へ割り当てられた値に近似させるために調整された。

(B 191) ボクセル参照モデルは、このように標準男性と標準女性の計算を代表するものであり、作業員や公衆の成人の内部被ばくに対する線量係数の算出に対して放射線伝播とエネルギー付与をシミュレートするコードと共に使用される。モデルは、標的領域 T_j において吸収される線源領域 S_i 内に放出された放射線エネルギーの率を計算するために使用することができる。同様に、モデルは、身体外部の放射線場および実効線量の放射線場に特異的な量の関係から臓器または組織 T における平均吸収線量 D_T を計算するため使用することができる。異なる年齢の小児に対する参照計算ファントムも、公衆に対する線量係数の計算に使用するため作成されるであろう。

B.5.3. 内部被ばくに対する預託実効線量係数

(B 192) 職業環境において、年間での放射性核種の各々の摂取は、預託実効線量 $E(\tau)$ に割り当てられる、ここで、50年間の預託期間 τ が、作業員に対し考慮される。同一期間は、公衆の成人に対し選択され、一方、乳幼児や小児に対し、線量率は70歳まで積算される (ICRP,1996c)。

(B 193) 預託実効線量係数 $e(\tau)$ は、この例において $E(\tau)$ と吸入摂取 (e_{inh}) あるいは経口摂取 (e_{ing}) の何れかによる放射性核種の摂取の間で、 $E(\tau)$ と測定可能な数量の間の数値的な連動を与える標準人の変換係数である。女性と男性に対する線量係数は、標準成人女性と標準成人男性の性特異的な生理学、解剖学および体内動態のパラメータに基づいている。加えて、組織 T における平均吸収線量の評価における線量測定パラメータは、性特異的な計算ファントムに対し導き出される (B.5.2参照)。

(B 194) 実効線量における残りの組織の寄与は、この組織集団の組織荷重係数を、明確な組織荷重を割り当てられないが「残りの組織」として挙げられた組織間の算出平均等価線量に適用することにより導き出される (B.3.5、パラグラフB132-B145参照)。残りの組織に対する線量は、実効線量の加算に対し提供される方法で評価される。

(B 195) このように、表B.2にある性差および人口平均組織荷重係数に基づく預託実効線量係数は、以下のように計算されるべきである

$$e(\tau) = \sum_T w_T \left[\frac{h_T^M(\tau) + h_T^F(\tau)}{2} \right] \quad (\text{B.5.4})$$

ここで、 $h_T^M(\tau)$ と $h_T^F(\tau)$ は、それぞれ標準男性や標準女性の組織Tに対する預託等価線量係数である (図B.3)。類似の方程式は、外部被ばくにも適用できる。

B.5.4. 外部被ばくに対する変換係数

(B 196) B.4項に記述されたように、防護量である実効線量と等価線量は測定できず、これらの値は空気中の空気カーマ K_a 、あるいは粒子フルエンス ϕ のような物理的な放射線場の量、または実効線量の量のどちらかのそれらの関係を用いて評価される。標準人に対し定義された変換係数は、これらの量間の数字的な連動を提供し、一連の変換係数の国際的な同意が、職業被ばくや公衆の被ばくに対し放射線学的防護行為において一般的に使用されることは非常に重要である。

(B 197) ICRP/ICRU共同タスクグループの作業に基づき、委員会は放射線防護において変換係数の一連の評価データ、および特定の照射条件下の単一エネルギー光子、中性子および電子による外部被ばくに対する実用量を勧告した「外部放射線に対し放射線防護に使用するための変換係数」に関する報告書 (ICRP,1996b, ICRU,1997) を刊行した。評価に使用された防護量に対する多くのデータは、解剖のMILD型モデルを基に計算された。全ての例で、全身被ばくが仮定された。光子に対し、空気中の空気カーマあたりの臓器または組織における平均吸収線量、および空気中の空気カーマあたりの実効線量が与えられ、一方で、中性子と電子に対し、線量は粒子フルエンスに関連される。さらに、*Publication 74* (ICRP,1996b) では、理想的な被ばくジオメトリに対し防護量である実効線量および特定の理想被ばくジオメトリにおける実用量間の関係を詳細に調査した。局所的な身体被ばくは、その刊行物中では議論されず、勧告された変換係数はこれらの例で利用することができない。

(B 198) 人の身体に対する新しい参照ファントム (医学的イメージングデータに基づいた男性および女性ボクセルファントム) の定義は、考慮される放射線と被ばくジオメトリの全ての種類に対し新しい一連の変換係数の計算を要求する。しかし、大半の臓器では、 $D_{T,R}$ の既存データ (ICRP,1996b) の差異は中程度になりそうである。実効線量に対する係数の値も、 w_R と w_T の値に依存し、それらの変更は特に中性子と陽子に対し、変換係数の変更に大きな影響がある。

(B 199) ボクセルに基づく参照ファントムの採用 (ICRP,2002) は、既存データ一式 (ICRP,1996b) を置き換える全ての放射線や関心の被ばくジオメトリに対する変換係数の新しい計算を要求する。光子に対する計算により、光子放射線に対する実効線量の値の変化は一般的に小さいことがわかっている (Zanklら,2002)。しかし、低エネルギーの光子で、身体の外側の形状における変化、それゆえに、参照ファントム内における臓器の深さ、例えば、甲状腺においては吸収線量に影響するであろう。これに伴う実効線量係数の変化は、より少ないと予想される (Schlattlら,2007)。

B.5.5. 職業被ばく

(B 200) 職業被ばくの例で、被ばく線量は外部および内部放射線源から生じるであろう。外部被ばくに対し、個人線量モニタリングは通常、個人線量計を使用し個人線量当量 $H_p(10)$ を測定、全身被ばくが均一であるとの仮定の下、実効線量の値の受入れできる評価としてこの測定値を受け入れることにより実施される。内部被ばくである預託実効線量は、バイオアッセイ測定またはその他の数量 (例えば、身体または毎日の排泄中の放射能—例外的な事例では空气中に飛散した放射能濃度が使用される) および適切な線量係数の適用から放射性核種の摂取の評価に基づき判定される。

(B 201) 実用的な目的では、内部被ばくや外部被ばくの値は線量限度および拘束値の遵守を実証するため総実効線量の値の評価において加算されるべきである。

(B 202) 職業被ばくの多くの状況で、実効線量 E は以下の公式を使用し実用量から導かれる：

$$E \equiv H_p(10) + E(50) \quad (\text{B.5.5})$$

ここで、 $H_p(10)$ は、外部被ばくからの個人線量当量 (B.4.4参照) であり、 $E(50)$ は、内部被ばくからの預託実効線量である。

(B 203) 外部被ばくからの実効線量の評価は、方程式 (B.5.5) に従って、個人線量計で $H_p(10)$ を測定し被ばくモニタリングを行うことによって、身体の被ばくを示すものとして個人線量計を身体のある点に装着することが必要である。測定された線量値が年間線量限度をうまく下回ってれば、 $H_p(10)$ の値は、実効線量の十分な評価として通常用いられる。しかし、年間線量限度に達する、または超える高い個人線量に、あるいは強い不均一な放射線場中ではこの手順では不十分であり、その後、実効線量を評価する際に人体に対する実際の被ばく状況を注意深く考慮することが必要であろう。個人防護装置 (PPE) や他の防護方法の使用も、考慮される必要がある。

(B 204) 宇宙放射線による航空機乗務員の被ばくの特例では、個人線量計による個人モニタリング $H_p(10)$ は、通常、実効線量の評価では行われない。個人線量計が使用されない他の作業環境もあるかもしれない。これらの例では、外部被ばくからの実効線量は周辺線量当量 $H^*(10)$ モニタリングから、あるいは放射線場の特性を用いて計算により評価することができる。

(B 205) ベータ線のような弱い透過放射線による外部被ばくの例では、 $H_p(10)$ は、実効線量を十分に評価できないであろう。そのような例において、 $H_p(0.07)$ は、皮膚への等価線量、および皮膚に対し0.01の組織荷重係数を適用することにより実効線量へのその寄与を評価するために用いられるであろう。

(B 206) 新しい計算ファントムは、身体外部の放射線場から組織Tにおける等価線量 H_T および、実効線量と放射線場に特有な実用量の関係を計算するため使用されるであろう。放射線エネルギーの関数として単位フルエンスあたりの実効線量あるいは空気カーマを表す変換係数は、種々の被ばくジオメトリに対し計算されることが必要であり、作業場での外部被ばくに適用できるであろう。同一参照計算ファントムは、実効線量と同様に関連標的領域における等価線量 H_T について線量係数を導出するのにも使用されるであろう。

(B 207) ベータ粒子に対する外部被ばくの例では、身体への被ばくはかなり不均一なものであるであろう。限度以下の実効線量においてさえ、高い局所線量が生じ、それは組織反応の起こる可能性がある。この理由で、皮膚線量の年間線量限度（職業被ばくに対し500mSv）は、皮膚の 1cm^2 上で平均化された0.07mmの深さにおける平均等価線量により定義される局所皮膚線量に相当する。

(B 208) 放射性核種の摂取による預託実効線量 $E(50)$ は、以下の式により評価される：

$$E(50) = \sum_j e_{j,inh}(50) * I_{j,inh} + \sum_j e_{j,ing}(50) * I_{j,ing} \quad (\text{B.5.6})$$

ここで、 $e_{j,inh}(50)$ は、放射性核種jの吸入による放射能摂取に対する預託実効線量係数であり、 $I_{j,inh}$ は吸入による放射性核種jの取り込まれた放射能の量、 $e_{j,ing}(50)$ は、放射性核種jの経口による放射能摂取に対する預託実効線量係数であり、 $I_{j,ing}$ は、経口による放射性核種jの取り込まれた放射能の量である。特定の放射性核種から実効線量の計算において、身体内に取り込まれる物質の特性を考慮することが必要であろう。

(B 209) 方程式 (B.5.6) に使用される線量係数は、標準男性と標準女性の解剖学的、生理学および体内動態の特性からも逸脱なく、委員会により特定されたものである (ICRP,2002)。しかし、吸入されたエアロゾルの空気力学的放射能中央径 (AMAD) と、特定の放射性核種が吸着した微粒子物質の化学形状を考慮してもよい。作業者の線量記録において割り当てられた実効線量「記録の線量」は、放射線場あるいは作業者の不注意による放射能摂取により、標準人が経験するであろう実効線量の値である (5.8項参照)。50年の預託期間は、B.5.1項で注意されたように、作業員の一人となる人の余命に関連する。

(B 210) ラドン同位体および、それらの崩壊産物からの放射線量は、全ての線量評価において考慮される必要がある (ICRP,1993b)。皮膚を通して放射性核種の取り込みが生じるならば、評価された実効線量に対し追加の項が、方程式 (B.5.6) に含めなければならないであろう。外傷を伴う管理されない事象を通して放射性核種の取り込みは、遵守すべき作業行為を越えているのでこれらの事象は方程式 (B.5.6) に含まれない。これらの事象の重大性は、評価、

記録され、適切な医療措置が提供され、そして正当ならば、作業者の被ばくの制限が考慮されなければならない。

(B 211) 作業場における空気中の放射性希ガス放射性核種による被ばくは、 $H_p(10)$ により示されるものを越えて評価されることが必要であろう。そのような例において、希ガスの時間積分による空気中濃度といわゆるサブマージョン被ばくに対する実効線量係数の積を示す項を方程式 (B.5.6) に含むことが必要である。そのような線量係数は、予測されるおよび適及的適用の両方に対し委員会により特定される。

(B 212) 特定の放射性核種あるいは作業場における空気中における放射性核種濃度の実際の摂取に関連した作業データから作業者の預託実効線量の評価において、これらのデータを年摂取限度 (ALI) および誘導空気中濃度 (DAC) に関係するものとするのはしばしば有用である。

(B 213) ALIは、作業者がこの核種だけに被ばくするという仮定の下で、年限度 $E_{limit,w}$ に相当する実効線量を導くであろう放射性核種の放射能摂取量 (Bq) として *Publication 60* (ICRP, 1991b) に定義された。放射性核種 j のALIは、以下の式で示される：

$$ALI_j = \frac{E_{limit,w}}{e(50)} \quad (B.5.7)$$

ここで、 $e(50)$ は、(Sv/Bq) で示す相当する参照預託実効線量係数である。委員会は、*Publication 60*で、ALIが時間で平均することなく、年間線量限度に0.020Svに基づくべきであると勧告した。

(B 214) DACは、考慮される放射性核種の Bq/m^3 で示す空気中の放射能濃度であり、性平均呼吸率 $1.1 m^3/h$ および年作業時間 ($2200 m^3$ の年空気摂取量) 2000時間と仮定し、ALI (Bq) の摂取量を算出する。そのとき、放射性核種 j のDACは、以下で与えられる：

$$DAC_j = \frac{ALI_j}{2200} \quad (B.5.8)$$

(B 215) 線量限度を遵守しているかどうかについて、ALIは上記に示すように、考慮しなければならない放射性核種の摂取量からと同様に外部被ばくからの総線量を考慮するので、委員会は現在ALI値を与えない。しかし、ALIの概念は、例えば、適切な管理が実施されることを保証するため放射線源に関連する危険を特徴付けるのに、種々の実践状況に有用であろうことに注意する。

(B 216) 結合しない不活性ガスに対するDAC (空気中濃度限度) は、空気中の放射能から身体に入射した放射線から生じる実効線量により制限される。このように、DACは以下に与えられる。

$$DAC = \frac{E_{limit,w}}{2000e_{sub}} \quad (\text{B.5.9})$$

ここで、 e_{sub} は、希ガス放射性核種を含む放射雲におけるサブマージョンに対する実効線量率係数 $[\text{mSv m}^3 (\text{Bq h})^{-1}]$ であり、2000時間は年作業時間である。いくつかの放射性核種では、DACは皮膚への線量により制限される。

B.5.6. 公衆被ばく

(B 217) 公衆被ばくは自然放射線源から生じ、人の活動、すなわち技術的導入、あるいはそのような線源の組み合わせなどにより修正されるかもしれない。公衆に対する年実効線量は、外部被ばくから1年以内に受けた実効線量およびこの年に取り込まれた放射性核種からの預託実効線量の合計である。線量は大半の職業被ばくに関して、個人モニタリングにより得られず、主に環境測定、習慣データ、およびモデル化により決定される。それは以下により評価される：

- ・ 計画期間中、技術的導入あるいは線源からの流出物中における放射性核種レベルのシミュレーションおよび予測
- ・ 作業期間中、流出物や散乱放射線のモニタリング
- ・ 放射線環境モニタリング（放射性核種の放出から、および土壌を通して、植物、動物、人への移行など環境への移行の経路解析）

(B 218) 個人の外部被ばくは、施設から放出される放射性核種から発生し、それは空气中、土壌中または水中に存在するであろう。線量は、モデル化およびコンピュータによる環境中の放射能濃度から計算することができる。

(B 219) 内部被ばくは、放射雲から空气中の放射性核種の吸入、再浮遊した放射性核種の吸入から、および汚染された食物や水の経口摂取により生じるであろう。

B.5.7. 患者の医療被ばく

(B 220) 患者の被ばくを評価するため実効線量の使用は、医師により考慮されなければならない厳しい制限を持っている。実効線量は、異なる診断手順からの線量と治療手順からの数種類の特別な例における線量を比較するのに、および同じ医学検査に対して異なる技術を使用するのと同様に、異なる病院および国において同様な技術と手順の使用を比較するのに有用である。そのようなデータは、UNSCEAR (1988,2000) により検討されている。しかし、患者の被ばく計画やリスク-便益評価では、照射組織に対する等価線量、望ましくは吸収線量が、より関連する値である。これは特にリスク評価が指示された場合である。

(B 221) 外部被ばくによる患者の医療被ばくは、一般的に身体のごく制限された部分に対してのみ考慮され、医師は照射野中の正常組織への被ばくを十分に承知していることが重要である。皮膚に対する低い組織荷重係数および他の多くの身体組織に対し相対的に低い値を有する局所的な身体被ばくは相応する実効線量が小さくても、局所組織への相当の等価線量を生じる。同様な考慮は、放射性核種の摂取からの被ばく線量にも適用される。

B.5.8. 実効線量の適用

(B 222) 実効線量の主な、および第一の使用は、線量限度の遵守を実証する方法を提供することである。この意味において、実効線量は世界中で規制目的に使用される。

(B 223) 実効線量は、確率的影響（癌及び遺伝的影響）の発生を制限するため使用され、組織反応の可能性の評価には適用できない。年間実効線量限度より低い線量範囲において、組織反応を起こしてはならない。ほんの僅かな事例（例、皮膚のような低い組織荷重係数を持つ単一臓器における急性局所被ばく）でのみ、実効線量に関する年間線量限度の使用が、組織反応を回避するのに不十分である可能性がある。そのような事例において、局所組織線量も、評価される必要がある。

(B 224) 放射性核種の摂取に対する参照線量係数および外部被ばくに対する線量変換係数の計算は、体内動態や線量測定モデルと共に身体の臓器または組織に対する参照解剖学的データに基づいている。一般的なアプローチは、個人あるいは環境をモニタリングすることであり、これらの測定データから外部被ばくや放射性核種摂取を評価することである。従って、委員会により刊行された線量係数や線量変換係数は、外部被ばくや摂取からの実効線量を評価するために使用される。参照線量係数や参照変換係数の計算において使用される荷重係数は、両方の性別やあらゆる年齢の集団に適用される。このように、線量係数と、それらの計算に使用された参照モデルと荷重係数は個人にはなく、規制管理の目的で標準人に適用する。変換係数や線量係数は、参照成人の作業員あるいは定義された年齢集団の参照公衆に対し計算される。

(B 225) 測定された個人線量当量 $H_p(10)$ および作業員の個人モニタリングの結果から推定される預託実効線量の合計により評価された作業員の実効線量とICRP参照生体動態と線量測定計算モデルは「記録すべき線量」と呼ばれる。記録すべき線量は、記録、報告および規制線量限度の遵守の遡った実証目的のために作業員に割り当てられる。

(B 226) 特に、職業被ばくに対する遡った線量評価において、線量変換係数や線量係数の計算に使用された参照パラメータ値と異なる情報が利用可能になるかもしれない。そのような状況で、外部被ばくや摂取の評価あるいは線量計算に特定のデータを使用することは、被ばくのレベルに依存し適切であろう。従って、被ばくの特別な状況下、実効線量計算により変化するであろうそれらのパラメータ値と実効線量の定義の下、変化されないそれらの値の間を区別することが重要である。

(B 227) 職業状況下における放射性核種による被ばくの実効線量の評価で、被ばくと摂取をより良く評価するため、吸入摂取あるいは経口摂取された放射性核種の物理的および化学的特性に対して変更を加えることは合理的であろう。これらの変更は、知られる必要がある。吸入された放射性核種からの線量計算において物質に特異的なデータの使用例は、*Supporting Guidance 3* (ICRP,2002) に与えられている。

(B 228) 放射線量が線量限度や拘束値を超えるであろう状況において、特定の個人への職業被ばくの遡った評価は、特定の個人線量とリスク評価を行うことは適切であると考慮される。

従って、吸収線量および個人の年齢や性別と放射線被ばくに関連する臓器の特異的なリスクを計算するために使用される線量測定の設定における変更で考慮が与えられるであろう。参照パラメータ値の変更は、実効線量の定義または意図された使用とは一致しない。それらは被ばくレベルにより判断される努力レベルで、放射線防護専門家だけが実施するべきである。そのような状況において、パラメータ値の変更は詳述されなければならない。

(B 229) 組織反応（確定的影響）を生じる有害事象と事故例において、臓器または組織に対する吸収線量や線量率を評価すること、および線量閾値を超えて発生しそうな放射線影響の可能性を評価するため線量-反応関係を考慮することが必要である（NCRP, 1990; ICRP, 1989b）。高LET放射線（中性子とアルファ粒子）を有する事故の場合、確率的影響に適用できる放射線荷重係数（ w_R ）は、組織反応に適用しないことも注意すべきである；組織反応に関連する生物効果比（RBE）の値が、使用されるべきである。

(B 230) 実効線量は、全身被ばくの結果に基づくリスク関連の数量である。 w_T の値は、最近の疫学的（または遺伝的影響、実験により）証拠に基づき、癌および遺伝的影響の点で、確率的影響からの全ての放射線損害の臓器や組織への寄与を考慮するため選択された値である。さらに、 w_T の値は、両性とあらゆる年齢に適応する平均値である。実効線量は時々人での健康上の放射線影響の想定を目的としているパイロット研究に対し使用される一方で、それらは放射線リスクの疫学的調査に用いるべきではない。それには、疫学的解析に可能な範囲で、調査集団における被ばく環境および被ばくした個人の特性を十分に考慮しながら、組織または臓器に対する吸収線量の予測を必要とする。同様に、実効線量でなく吸収線量は、被ばくを受けた個人において癌原因の可能性の計算に対しても求められる。

(B 231) 要約すれば、実効線量は規制の目的で、被ばく評価や確率的影響の管理に使用されるべきである。線量限度の遵守および線量記録を証明するために使用される。実効線量は、内部と外部被ばくのあらゆる経路を考慮しながら、線量記録の保持および規制目的に対し、全体的な放射線被ばくの評価に対する利便性のある数量を提供する。この方法において使用される実効線量は個人に特定されず、標準人に適用するが、実用的な放射線防護の目的に対して有益な値である。遡った状況で、実効線量の評価は放射線防護量の洞察を与え、線量限度を超えるかどうかについて情報を与える。

(B 232) しかし、実効線量の使用が適切でない状況がある、個人の臓器または組織の吸収線量が代わりに使用されるべきである。これらは処置あるいは医学的監視が必要とされる場合、疫学的調査、癌の原因となる可能性の評価、組織反応の可能性の評価、または線量の評価を含む。

B.5.9. 集団線量

(B 233) 上記で議論した放射線防護に対する放射線測定の数量は、標準人を参考にする。放射線防護の任務（task）は、職業被ばくを受けた人および一般公衆の放射線被ばくの最適化や軽減を含む。この目的に対し、ICRPは最適化に対する道具として使用し、理解されるべき