

ICRP

Publication 82

長期放射線被ばく状況 における公衆の防護

自然線源および長寿命放射性残渣による
制御しうる放射線被ばくへの
委員会の放射線防護体系の適用

長期放射線被ばく状況 における公衆の防護

自然線源および長寿命放射性残渣による
制御しうる放射線被ばくへの
委員会の放射線防護体系の適用

1999年9月委員会により承認

社団法人日本アイソトープ協会



Japanese Translation Series of ICRP Publications
Publication 82

This translation was undertaken by the following colleagues.

Translated by

Toshisou KOSAKO *, Takeshi IIMOTO, Nobuyuki SUGIURA

Supervised by

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

Hikomichi MATSUDAIRA** (Chair)	Tatsuji HAMADA (Vice-chair)	
Masami IZAWA**	Hideharu ISHIGURO	Jiro INABA*
Tomoko KUSAMA	Sukehiko KOGA**	Toshisou KOSAKO*
Yasuhito SASAKI*	Kazuyoshi BINGO	Hideo MATSUZURU

* ICRP member at the time.

** Former ICRP member.

邦訳版への序

本書は、ICRPの主委員会によって1999年9月に刊行を承認された課題グループの報告書

Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposure

(Annals of the ICRP, Vol. 29, Nos. 1-2(1999))

を、ICRPの了解のもとに翻訳したものである。

訳文は東京大学原子力研究総合センターの次の方々により作成された：

小佐古敏荘、飯本武志、杉浦紳之

この訳稿をもとに、ICRP勧告翻訳検討委員会において、従来の訳書との整合性につき調整を行った。

翻訳に用いた主な訳語とその原語を下に示す：

prolonged exposure (長期被ばく)、existing annual dose (現存年線量)、
additional annual dose (追加年線量)、averted annual dose (回避年線量)、
avertable annual dose (回避可能年線量)、generic reference level (一般参考レベル)、
specific reference level (特定参考レベル)、intervention exemption level (介入免除レベル)、
radioactive residue (放射性残渣)

なお、原文の明らかな誤り等は断りなく修正した。また、原文の脚注は、読みやすさと割付上の便宜から、すべて、関連するパラグラフのすぐあとに配置したことをお断りしておく。

平成14年2月

ICRP勧告翻訳検討委員会

(社) 日本アイソトープ協会
ICRP 勧告翻訳検討委員会

- 委員長 松平 寛通 ((財) 放射線影響協会)
副委員長 浜田 達二 ((社) 日本アイソトープ協会)
委員 伊澤 正實 (元 放射線医学総合研究所)
石黒 秀治 ((財) 原子力研究バックエンド推進センター)
稲葉 次郎 ((財) 環境科学技術研究所)
草間 朋子 (大分県立看護科学大学)
古賀 佑彦 ((財) 原子力安全研究協会)
小佐古敏荘 (東京大学原子力研究総合センター)
佐々木康人 (独立行政法人 放射線医学総合研究所)
備後 一義 ((財) 放射線計測協会)
松鶴 秀夫 (日本原子力研究所東海研究所)

目 次

	頁 (項)
序 文	(v)
概 要	(vii)
総 括	(viii)
1. 序 論	1 (1)
1.1. バックグラウンド情報	1 (1)
1.2. 長期被ばく	3 (6)
1.3. 目 標	6 (12)
1.4. 適用範囲	7 (15)
1.5. 基本的枠組み	8 (17)
2. 長期被ばくを生じる行為への放射線防護体系の適用	12 (20)
2.1. 長期被ばくを含む行為の正当化	14 (24)
2.2. 長期被ばくを与える線源に対する防護の最適化	14 (26)
2.3. 長期被ばくに起因する個人線量の制限	15 (29)
3. 長期被ばく状況における介入への放射線防護体系の適用	23 (47)
3.1. 長期被ばく状況における介入の正当化	25 (52)
3.2. 長期被ばく状況における防護対策の最適化	27 (61)
3.3. 長期被ばく状況における介入に対する特定参考レベル	28 (65)
4. 長期被ばく状況における介入に対する現存年線量の一般参考レベル	31 (70)
4.1. 介入に対して勧告される一般参考レベル	34 (79)
4.2. 介入に対して勧告される一般参考レベルの全体像	35 (85)
5. 特定の長期被ばく状況への勧告の適用	38 (87)
5.1. 自然バックグラウンド放射線による高レベル長期被ばく	

(iv)

についての考察	38	(88)
5.2. 人の居住地における長寿命放射性残渣	40	(100)
5.3. 事故後の介入の中止	46	(115)
5.4. 商品中の放射性物質	49	(123)
6. 見通し	52	(132)
6.1. 定量的な勧告の要約	52	(132)
6.2. 適合の証明	52	(133)
A. 付属書 A：いくつかの長期被ばく状況	55	(A1)
A.1. 自然放射線源	56	(A7)
A.2. 人の居住地における長寿命放射性残渣	60	(A16)
A.3. 放射性物質を含む商品	62	(A27)
B. 付属書 B：長期被ばくに関連する放射線防護量	64	(B1)
B.1. 長期被ばくに用いられる諸量	66	(B11)
B.2. 長期被ばくに対する補助的な量	67	(B14)
C. 付属書 C：長期被ばくに関連する放射線の健康影響	69	(C1)
C.1. 長期被ばくの確定的影響	70	(C3)
C.2. 長期被ばくの確率的影響	71	(C5)
C.3. 出生前の長期被ばくの影響	72	(C8)
D. 付属書 D：長期被ばくに関連する放射線防護体系	74	(D1)
D.1. 委員会の放射線防護体系の目的	74	(D1)
D.2. 線源関連および個人関連の防護のアプローチ	75	(D4)
D.3. 被ばくの種類	77	(D9)
D.4. 放射線防護体系の適用範囲	78	(D12)
D.5. 行為と介入	80	(D19)
D.6. 行為に対する放射線防護体系の諸原則	84	(D27)
D.7. 介入に対する放射線防護体系の諸原則	87	(D33)
引用文献	89	

序 文

1996年11月にフランスのパリで開かれた国際放射線防護委員会（ICRP、以下、「委員会」という）の、第4専門委員会の勧告に関する会合で、委員会は電離放射線に対する公衆の長期被ばくに対する防護規準を策定するため、課題グループを設置した。この規準は、対策が考慮されたが適用されなかった状況を含む、対策の適用と撤回；過去の行為または事故により汚染された土地の除染と再生；および、自然放射線源による高い被ばくを包含することとされた。

課題グループの構成員は、以下のとおりであった：

A. J. González (委員長)	J. Cooper	P. Hedemann-Jensen
S. Przyborowski	M. Savkin	J. E. Till

報告書の作成の時点における第4専門委員会の構成員は、次のとおりであった：

(1993-1997)

D. Beninson (委員長)	D. Cool	R. M. Duncan
A. J. González	R. Hock	C. J. Huyskens
T. Kosako	K. H. Lokan	F. Luykx
Z. Pan	K. C. Pillai	A. C. B. Richardson
A. Sugier	K. Ulbak	J. Valentin

B. C. Winkler (副委員長)	A. D. Wrixon (幹事)
----------------------	-------------------

(1997-2001)

B. C. Winkler (委員長)	R. M. Alexakhin	E. d'Amato
D. Cancio	T. Godas	A. J. González
K. R. Kase	T. Kosako	W. Kraus
J. Lochard	A. G. McEwan	R. V. Osborne (副委員長)
K. C. Pillai	A. Sugier	J. E. Till
A. D. Wrixon (幹事)	Y. Xia	C. Zuur

課題グループは、この問題に関する前のICRP課題グループの作業から便益を得た。本課題グループは、前の課題グループの構成員で、現グループの構成員ではない次の人々——B. C. Winkler、A. Richardson、D. Robeau および通信会員 K. Lokan ——ならびにICRP第4専門委員会およびICRP主委員会の構成員から得られた支持に対し、感謝の意を表したい。委員会の委員長 R. H. Clarke および名誉委員 H. J. Dunster および B. Lindell が、貴重な助言お

(vi)

よび援助で課題グループを支援し、また、主委員会委員 D. J. Beninson は、課題グループ会合に一度出席した。P. Hedemann-Jensen を主査とする、「汚染地域のクリーンアップへの放射線防護原則の適用に関する IAEA 諮問グループ」の作業 (IAEA 1997) から、課題グループは便益を得た。

この報告書の完成に近づいた草案は、専門組織および委員会の専門家の同僚の中、またさらにインターネットの ICRP サイトを通して広く配布された。委員会は、多くの同僚によってなされた詳細な論評、および得られたコメントと示唆に対して深く感謝する。

委員会は、課題グループが I. Barraclough、D. Delves および S. Francis から得た編集上の援助に対して、および P. Clavera Ortiz、J. Heap、S. Ratheiser および C. Vilaplana によって、いろいろな原稿の準備の中で提供された編集上の援助に対して深く感謝する。

この報告書の作成のために、課題グループは次の場所で会合を行った：1997年および1999年にウィーンの国際原子力機関の本部；スペインの核安全審議会の厚意により、1997年にセビリヤ；および、1998年にマドリードのスペインエネルギー・環境・技術センターの本部。委員会は、それらの会合のホスト役を務めた方々から受けた支援に対して感謝の意を表したい。

報告書は、委員会により、1999年9月ロシア連邦のサンクト=ペテルブルグにおけるその会合で、出版のために採択された。

概 要

この報告書は、公衆の構成員に影響を及ぼしている長期被ばく状況に、ICRPの放射線防護体系を適用する上でのガイダンスを提供する。行為から生じる長期被ばくの制御および長期被ばく状況における介入の実行への、委員会の体系の一般的な適用について言及する。さらに、そのような介入のための一般参考レベルに関する勧告を提供する。

この報告書はまた、いくつかの特定の状況を考察し、これまで関心を持たれた多くの問題、すなわち：高い線量を与えることがある自然の放射線源；放射性物質の使用を含む人間活動が行われた場所の復旧と再建；環境に放射性物質を放出した事故に続く「常態」への復帰；および放射性物質を含む公衆消費材の国際的な売買について論ずる。付属書では、長期被ばく状況のいくつかの例を示し、放射線防護量、放射線で誘導された健康影響および長期被ばくに関連した放射線防護体系の諸側面を論ずる。

この報告書には、長期被ばくに対する定量的勧告が示されている。これらの勧告は細心の注意をもって解釈されなければならない。第4章と第5章は、次の諸量の上限值的性格を強調している：介入に対する一般参考レベルは、現存総年線量で、それ以上では介入がほとんど常に正当化される（関連する臓器の確定的影響についての年線量しきい値を上回る状況は、ほとんど常に介入を必要とする） $< \sim 100 \text{ mSv}$ 、およびそれ以下では介入が正当化されそうにない（それ以上では介入が必要になることがある） $< \sim 10 \text{ mSv}$ で与えられる。商品（特に建材）のための介入免除レベルは、追加年線量 $\sim 1 \text{ mSv}$ で表される。行為からの公衆被ばくに対する線量限度は、全ての関連した行為からの総合された（長期および一時的）追加年線量 1 mSv として表される。行為の範囲内の線源に対する線量拘束値は、 1 mSv より低い（たとえば $\sim 0.3 \text{ mSv}$ の）追加年線量として表され、長期被ばく成分については $\sim 0.1 \text{ mSv}$ になりうるかもしれない。行為に対する免除レベルは追加年線量 $\sim 0.01 \text{ mSv}$ として表される。

総 括

(a) この報告書は、放射線による長期被ばくへの委員会の放射線防護体系の適用に関するガイダンスを提供する。長期被ばくは、公衆が偶発的にまた持続的に受ける長期間にわたる被ばくである。長期被ばくは、公衆の構成員が置かれているかもしれないような状況において起こることが多い。長期被ばくと関連する年間平均線量は、ほぼ一定であるかまたは長年にわたってゆっくり減少する。一時的な種類の公衆被ばくはこの報告書には含まれないし、また長期被ばくとみなされない職業被ばくと医療被ばくも含まれない。

(b) 代表的な長期被ばくは、宇宙線および原始崩壊系列中の放射性核種のような、いわゆる「自然の」線源によって与えられるものである。また、いくつかの「人工の」線源も長期被ばくを与えることがある。たとえば、人間活動からの長寿命放射性残渣は、長期被ばくをよくある原因である。放射性残渣には自然と人工の両方の放射性核種が含まれることがあることに注意すべきである。長期被ばく状況においては、人工成分に起因する被ばくを自然成分による被ばくと切り離すのが困難なことがある。さらに、人工成分に対する防護措置は、自然成分による被ばくに影響を及ぼしうるし、またその逆のこともある。

(c) 放射性残渣は、人々の全放射線被ばくを増やす規制された活動の終了後に残ることがあるが、これらの活動は行為と呼ばれる。また、それらは過去の規制されなかった活動および事象によって作り出されたものかもしれない。自然線源による被ばく、および、人の居住地にすでに——事実上——存在している放射性残渣による被ばくには、人々の全被ばくを減少させるために意図される介入と呼ばれる過程を通して防護対策をとることができる。自然線源による多くの長期被ばく、および、放射性残渣によるほとんど全ての長期被ばくは、制御しうる。すなわち、防護措置によって制限することができる。本質的に制御できない(たとえば人体内で代謝の役割を持つ自然放射性核種による被ばく)、あるいは制御に従わない長期被ばく(たとえば宇宙線による被ばく)は、放射線防護上の規制の範囲から一般に除外される。

(d) したがって、制御しうる長期被ばくの線源には、自然界におけるいくつかの原始放射性核種と長寿命放射性残渣が含まれる。これらの残渣は、規制された行為の操業と廃止の後、および、規制外にあるかまたは今日適用されているよりも厳しくない規制要件の下で行われた他の活動の後、人の居住地に残っていることがある。また、それらは環境に長寿命放射性核種を放出する——事故のような——事象から生じることがある。放射性物質を含む公衆消費財も、長期被ばくの原因になることがある。

(e) この報告書にある諸勧告は、長期被ばくレベルに関連する健康リスクの客観的な評価、および、いろいろな被ばく状況の放射線防護属性に基づいている。しかし、公衆の構成員（および時にはそれらの政治的な代表者）は、自然線源によるリスクとの関連で、人工線源に起因する長期被ばくの放射線リスクに関し個人的でかつ独特の意見を持つことがある。このため通常、対応の必要性は被ばくの起源によって異なって受け取られ、また防護の規模も異なるという結果を生じる。防護に対する公衆の要求は、被ばく源が自然起源であると考えられるときよりも、技術的な副産物であるときのほうが、一般にもっと強い。自然放射線源による典型的に高い長期被ばくは、社会によって通常無視されるが、人工の長寿命放射性残渣による比較的低い長期被ばくは、心配と、時には放射線防護の意味では不必要な即時の対策の原因になる。一般に放射線防護とは無関係な社会的、政治的な属性のこの現実は、通常、長期被ばくに対する防護レベルの最終決定に影響を与える。したがって、この報告書は、放射線防護の科学的な考察に主として基づいた意思決定支援勧告の提供者と見るべきであるが、その助言の結果は、他の社会的関心と考慮を含むことがある最終的な（通常より広い）意思決定過程への入力として役立つことが期待されよう。この意思決定過程には、放射線防護専門家だけでなく、関連した利害関係者の参加が含まれることがある。

(f) 長期被ばく状況の評価に用いられる関連した量は、被ばくに起因する年〔実効〕線量である。この報告書との関連で用いられる補助的な量は、与えられた人の居住地における長期被ばくの全ての持続している線源に起因する年線量の合計である；この量を現存年線量と呼ぶ。行為の結果、現存の年線量に加えられる年線量は、追加年線量と呼ばれる。現存年線量から介入によって取り除かれる年線量を回避年線量という。（もし意図された意味が、将来の介入の結果として、潜在的に与えられないよう防ぐことができる年線量であるならば、回避可能年線量という用語を用いる。）

(g) 行為のための放射線防護体系の原則は、行為の正当化、行為の範囲内のあらゆる線源に関する放射線防護の最適化、および行為に起因する個人線量の制限である。これらの原則は、長期被ばくを与えると予想される行為を含むあらゆる行為の計画段階で将来に向けて適用されるべきである。それらは、行為とその放射線源の設計、運転および廃止に適用できる。ある状況では、もし線源に起因する個人追加年線量が1年に0.01 mSv 程度以下ならば、正当化された行為の中で用いられる線源は規制要件から免除されることがある。

(h) 長期被ばくを与える行為の正当化には、行為の採択に先立ち、全ての関連した長期的な因子を考察することが必要である。適切な因子は、行為の廃止の後環境に放出され、あるいは人の居住地の中に放射性残渣として残ることが予想される、長寿命放射性物質に関連した因子である。これらの因子には、放出と残渣に起因する予想された個人および集団の追加年線量の長期成分が含まれる。

(x)

(i) 防護の最適化には、一般の社会的および経済的状況の下における、あらゆる線源に対する最善の放射線防護選択肢の選定が必要である。この最適選択肢は、経済的および社会的な因子を考慮して、「合理的に達成できる限り低い」線量を与えると予想される。長期被ばくを与える正当化された行為においては、最適化過程の中で、全ての適切な長期的因子を考慮に入れるべきである。この過程は、委員会によって勧告された最適化技術を用いて実行されることがある。

(j) 行為の正当化と最適化の原則の適用は、長期被ばくが含まれる場合に重要となることがある個人的な不公平を導入するかもしれない。不公平は、行為の直接の受益者でない人々を含むことのある長期被ばくのおそらく広い空間的分布によって引き起こされる。また、それらは、将来世代に影響を及ぼすかもしれない長期被ばくの潜在的に長い時間的分布に起因することがある。しかし、異なる世代間の不公平は、ある与えられた時間における異なる個人間の不公平より分かりにくい概念であることを注意すべきである。これらの不公平を制限し複数の線源への長期および一時的な被ばくを考慮するために、個々の線源によって与えられると予想される長期被ばく、および、全ての規制された行為によって総合されると予測される長期被ばくに厳しい個人線量制限を適用すべきである。線源への被ばく制限を線量拘束値と呼ぶ。あらゆる規制された行為への被ばくの制限を線量限度という。

(k) 線量拘束値に関して、委員会は、単一の線源に対する放射線防護の最適化の中で用いられる線量拘束値の最大値は1年間に1 mSv以下とすべきこと、および、1年におよそ0.3 mSvを超えない値が適切であろうことを、引き続き勧告する。一時的な被ばくと長期被ばくの組合せ、あるいは1つの線源からの長期被ばくの時間的ビルドアップが起りうるような被ばく状況に考慮を払うべきである。これらの状況においては、設定された線量拘束値への適合を確実にするために、適切な線量算定方法が用いられていることを検証すべきである。この算定には、被ばくのどんな合理的と考えられる組合せもビルドアップも考慮に入れるべきである。もし、特定の状況において、適合のそのような検証が実行可能でないならば、その線源からの個人線量の長期成分を、その線源の運転寿命の間のいかなる年においても0.1 mSvのオーダーの線量拘束値で制限するのが賢明であろう。

(1) 線量限度に関して、委員会は、全ての規制された行為からの長期被ばくおよび一時的な被ばくの合計が、1年に1 mSvの線量限度に制限すべきことを引き続き勧告する。委員会はまた、国の当局および、該当する場合には、関連する国際機関が、行為の継続による放射性残渣の蓄積の結果として、全ての規制された行為に起因する被ばくの長期成分のビルドアップがありうるような状況を考察すべきであることを強調する。その目的は、全ての現在の行為と予測できる将来の行為に起因する総合された個人追加年線量が、1年に1 mSvの線量限度を上回ることを防ぐことにあるべきである。

(m) 介入のための放射線防護体系の原則は、介入の正当化と防護対策の最適化である。これらの原則は、制御しうる長期被ばくを含むいかなる事実上の被ばく状況にも適用されるべきである。

(n) 長期被ばく状況における介入の正当化は、放射線防護に関連した全ての適切な長期的属性の収支がプラスになることを要求する意思決定支援過程によって評価すべきである。(他の属性には、個人および集団の回避可能年線量に加えて、以下のものが含まれる：状況によって引き起こされる不安の予想される低減、介入によって提供される安心、および社会的な費用、害、および防護対策の実行によって引き起こされることがある混乱。)そのような意思決定支援過程の結果は、他の考慮を包含した関連する利害関係者を含むことがある意思決定過程に、入力として用いられるべきである。

(o) 防護対策の最適化は、行為との関連で委員会が勧告した防護の最適化への一般的なアプローチに従って実行することができる。防護対策の最適の形式、規模および継続時間は、正当化された介入の選択肢から選ばれるべきである。いくつかの長期被ばく状況に対しては、人の居住地の限定的な使用が最適化過程の結果であることがありうる。

(p) 国の当局および、該当する場合には、関連する国際機関は、介入を受け入れる個々の長期被ばく状況のために、特定参考レベル (介入レベル、対策レベルおよび介入免除レベルのような)をあらかじめ決めるべきである。それらは、回避可能年線量あるいは関連する補助的な量で便利に表すことができる。あらかじめ決められた特定参考レベルを使用することにより、介入の適時の決定および諸資材の有効な投入を容易にすることができる；しかし、不適切に使用すると、正当化および最適化の原則との不一致をもたらすことがある。

(q) また、介入の一般参考レベルの使用も勧告される。これらのレベルは、現存年線量で便利に表すことができる。高い自然バックグラウンド放射線および遠い過去からの遺産である放射性残渣による被ばくのような、いくつかの状況の中で介入が考慮されているとき、それらは特に有用である。しかし、一般参考レベルは、第4章および第5章で論じられているように、大きな注意を払って用いられるべきである。もし現存年線量のうちいくつかの制御しうる成分が明確に支配的であるならば、一般参考レベルの使用はこれらの支配的成分を減らすために防護対策をとることを妨げるべきでない。これらの行動は、介入のための放射線防護体系の要件に従って、特定参考レベルまたは個別的な決定のいずれかによって発動することができる。また、一般参考レベルの使用は、現存年線量のいろいろな成分の中での防護対策の「トレードオフ」を助長すべきでない。現存年線量のレベルが低いからといって、その成分のどれにも防護対策を適用すべきでないことを必ずしも意味しない；反対に、現存年線量の高いレベルが必ず介入を必要とするわけではない。

(r) これらの但し書きつきで、およそ10 mSvに近い現存年線量は、それ以下では介

(xii)

入がいくつかの長期被ばく状況に対して正当化されそうにない一般参考レベルとして用いられるかもしれないと考えられる。このレベル以下では、現存年線量の支配的な成分を減らす防護対策はなお選択でき、また正当化できるかもしれない。そのような場合、個々の成分に特定の対策レベルを、勧告された一般参考レベルの適切な割合に基づいて設定することができる。それ以下では介入が正当化できそうにないレベルより上では、介入はおそらく必要であり、ケースバイケースで正当化されるべきである。関連した臓器の確定的影響に対する年（等価）線量しきい値を上回ることがありうる状況では、介入を要求すべきである。現存年線量が100 mSv に近づくときは、介入はほとんど常に正当化され、それを、ほばいかなる考えられる状況の下でも防護対策を設定するための一般参考レベルとして用いてよい。

(s) 長期被ばくのやっかいな状況として、自然バックグラウンド放射線の高いレベルが存在し、かつ被ばくが制御しうる状況が含まれる。そのような状況の1つは、希ガス同位体ラドン-222の高い屋内環境レベルの存在である。「家庭および作業場でのラドン-222に対する防護」(ICRP 1993b)に関する委員会の勧告は引き続き妥当であり、住居におけるラドン-222による長期被ばくの制御に全面的に適用できる。もう1つのケースは、建材中および地中におけるガンマ線放出天然放射性核種の存在である。国の当局および、該当する場合には、関連する国際機関は、この報告書の中で提示した放射性物質を含む商品に対する勧告を考慮に入れて、建材中の特定の放射性核種の放射能濃度について標準化された介入免除レベルを誘導すべきである（(x) 項参照）。地中の天然ガンマ線放出体の高いレベルによる制御しうる被ばくを経験している地域に対しては、現存年線量の勧告された一般参考レベルのうちの適切な割合を使うことは、実際的な問題を解決するためのガイダンスを提供するはずである。

(t) 他の困難な長期被ばく状況は、人の居住地における放射性残渣の存在によって引き起こされる。これらの残渣は、規制された行為の中止と廃止または事故を含む他の過去の人間活動および事象からもたらされることがある。規制された行為に対しては、たとえば廃止された施設のサイトにおいて行為の中止後に残ることが予想される長期被ばくに対し、勧告された線量拘束値および線量限度を将来に向けて適用すべきである。（原理的には、適用できる線量拘束値は、行為の操業段階の間に用いられる線量拘束値よりも高くないと予想できよう。しかし、ある行為の中止前に適用されていた線量拘束値と後で適用される線量拘束値とが等しいと仮定する共通の根拠は必ずしもない。もし操業時の線量拘束値が非常に低いならば、使用廃止後の段階でそれを維持することは不合理な制限を導入することになるかもしれない。）

(u) 行為として規制されていなかった他の過去の人間活動および事象からの放射性残渣に対しては、防護対策の必要性、形式、規模および継続期間はケースバイケースで決めら

れるべきである。これは、あらかじめ選択された個人線量制限でなく、介入の正当化と防護対策の最適化の勧告された原則に従ってなされるべきである。必要ならば、現存年線量の勧告された一般参考レベルをガイダンスとして用いてよい。しかし、状況の起源を追跡することができ、残渣を作り出した者たちがなお防護対策に対しさかのぼって責任があるケースにおいては、国の当局は、生じる線量を最適化過程からもたらされる線量以下のレベルに拘束することによって、残渣に起因する個人線量にそのための特定の制限を適用することを考えるかもしれない。この目的のために、その状況を作った者たちに追加の防護対策が求められることがある。しかし、そのような特定の線量制限は、行為に適用される線量拘束値および線量限度より高くなることがある。防護対策が要求されないと思われる残渣には、更なる制限を課すべきでない。

(v) いくつかの状況では、放射性残渣は通常「ホットパーティクル」として環境中で非常にまばらに分布し、長期潜在被ばくの状況を生じることがありうる。これらは、被ばくが実際に起こる可能性はあるが、確実性はないような状況である。これらの状況に対しては、公衆の構成員が被ばく状況に起因する致死的な確率的健康影響を起こすであろう無条件確率に基づいて、対策レベルが導かれるべきである。そのような確率は、以下の確率を組み合わせることによって算定されるべきである：ホットパーティクルにさらされる確率；そのようなばく露の結果、ホットパーティクルを体内に取り込む確率；そのような摂取の結果、線量を受ける確率；および、その線量から致死的な確率的影響を起こす確率。（これらの確率は、状況および起こりうる線量の全ての範囲にわたって積分すべきである。）そのような対策レベルを設定するにあたって、ホットパーティクルの摂取の結果、局所的な確定的影響が起こる可能性にも考慮を払うべきである。

(w) 環境に放射性物質が放出された事故の後、避難やその他人々の「通常の」生活条件の制約のような社会的混乱を引き起こす防護対策が求められることがある。最終的には、「常態」に戻るため、残留する長期被ばくが引き続き存在するにもかかわらず、ある段階でそのような行動を中止する必要があるかもしれない。事故の後介入の中止を正当化するための最も単純な根拠は、被ばくが介入を発動させたであろう対策レベルにまで減少したのを確認することである。もし被ばくのそのような低減が実行可能でないならば、それ以下では介入が正当化できそうにない現存年線量の一般参考レベルが介入中止の根拠を提供しうるかもしれない。しかし、長年実施された防護対策を中止することは困難かもしれない：この決定は被ばく集団に容認されないかもしれないし、また社会的な圧力が介入中止の便益に優先することがある。これらのケースにおいては、利害関係者の意思決定過程への参加が非常に重要になる。介入が中止された後、たとえ線量が事故前のその地域で一般的であった線量より高いとしても、残っている現存年線量が（新しい行為の導入についての決定を含めて）被影

(xiv)

響地域における通常の生活状況に影響すべきではない。

(x) 長期被ばくの1つの原因は、公衆の使用する商品中の長寿命放射性核種の存在である。放射性核種が行為に起因しているときには、商品中のそれらのレベルは行為に対する委員会の放射線防護体系の原則を通して管理されるべきである。その他のケースにおいては、それらは概念的に介入の下におくべきである。主として市場の国際化のために、商品中の放射性核種の介入免除レベルはケースバイケースで設定することができないので、むしろそれらを標準化する必要がある。

(y) いくつかのタイプの商品が同時に、いかなる個人にも高い長期被ばくを与える線源になることはありそうにない。この仮定に基づいて、ある状況の中で長期被ばくの有意な原因になることがある建材のような支配的なタイプの商品から予想される個人年線量について、約1 mSvの一般介入免除レベルを勧告する。

(z) この勧告を基礎として国の関係当局および、該当する場合には、関連する国際機関は、個々の商品特に特定の建材に対し放射性核種別の介入免除レベルを誘導すべきである。行為から放出されるかもしれない放射性核種の放射能に課された限度を緩和するため、明白にまたは暗黙のうちに、介入免除レベルを用いるべきでないことに留意する必要がある。特に、それらは行為の廃止から生じる材料のリサイクルを認めるために用いられるべきでない(これらの状況は、行為の免除規準によって取り扱うほうがよい)。

(aa) 例外的に困難な状況が、事故からの放射性放出物に被災した地域で生産され、その放出物に起因する放射性物質を含む商品によって提起される。もし対応する放射能レベルが隣接地域からの生産物中のそれらより高いならば、特にもし商品の国境を越える移動があるならば、市場容認の問題が起こりうるかもしれない。(WHO/FAOの食料基準委員会(Codex Alimentarius Commission 1991)は、事故に続く食品中の放射性核種に対して一般的な介入免除レベルを採択した。これらのレベルは、国際放射線防護基準に取り入れられた。それらはその食料品を消費する人々に、年当たり2、3 mSvに達する個人線量をもたらすであろう。)

(ab) 事故で被災した地域の年線量が、介入戦略が最適化されたという理由で受け入れられるならば、事故の被影響地域で生産された商品の使用からどこかほかで受ける個人の年線量は通常、被影響地域のそれよりも高くないであろうという理由で、被影響地域の外側の状況もまた、受け入れられるはずである。事故の被影響地域で生産された商品に対する制約が解かれなかったならば、制限された商品の生産は再開すべきでない；反対に、制限が解かれたならば、生産を再開することができる。生産の増加が提案されたならば、適切な正当化を条件としてそれを進めることができるかもしれない。制限が「通常の」生活に戻るための決定の一部として解かれた状況においては、被影響地域における生産の再開と増加の可能

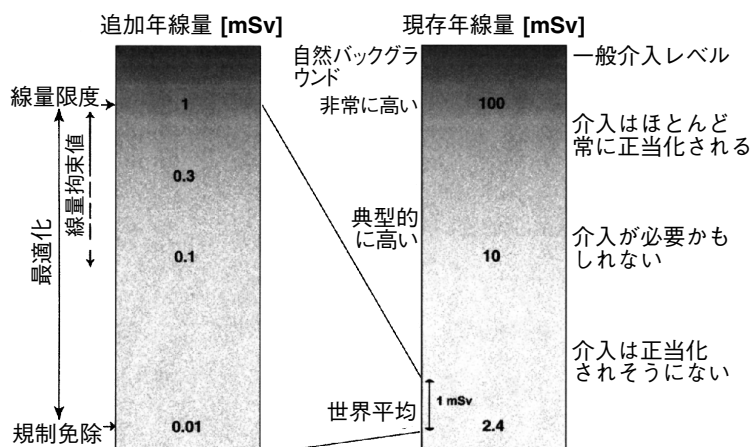
概念	量	数値 [mSv]
ほとんど常に正当化できる介入に対する一般参考レベル	現存年線量	< ~100
正当化されそうにない介入に対する一般参考レベル	現存年線量	< ~10
商品における介入からの免除	追加年線量	~ 1
行為に対する線量限度	[総合された] 追加年線量	1
行為に対する線量拘束値	追加年線量 (長期成分に対して) ^a	< ~ 1 & ~0.3 (~0.1)
行為に対する規制免除	追加年線量	0.01

^a 線量の組合せのどんな考えられる状況の下でも、適合を保証する線量評価手順が利用できないならば、考慮すべきである。

性はその決定の一部として考慮されるべきであり、更なる考察を要求すべきでない。

(ac) この報告書の中で与えられた定量的な勧告は、上の表に要約されている。情報はきわめて単純化された形式で示されており、比較にはなじまない。この表は、上段の部分に個人の現存年線量に関する定量的な勧告を示す；下段の部分は、個人の追加年線量に関する定量的な勧告を示す。したがって、これら2つの部分においては、線量範囲は異なる量で表されており、比較することはできない。さらにこの表は、回避年線量と集団線量の特定の介入レベルおよび対策レベルの引用もまったく含んでいない。この表の数値を適用する前に、第4章および第5章の議論を参照することが重要である。

(ad) 全体像を把握するため、上記の表の中に、追加年線量で表した線量制限値と、現存年線量の一般介入レベルの上限の両方を、「自然」バックグラウンド線量の報告されたレベルと対比して図示する。これを次の図の中におおまかに示す。



(xvi)

(ae) この報告書の中の定量的な勧告は、被ばくの推定における数多くの問題を慎重に考慮に入れない限り、実行することは困難である。長期被ばくは一般に、決定グループの平均年線量を基礎として算定されると予想される。しかし時には、確認しうる「最大限」に被ばくした個人の線量より、平均年線量を推定するほうが、もっと困難なことがあることを注意すべきである。被ばくした個人とその個人の被ばくの仕方を特徴づけるために、長期的なシナリオを決めなければならない。

(af) 不確実性の定量化は、年線量の推定の不可欠な部分であるべきである。可能でかつ適切なきはいつでも、年線量は一点の値としてでなく、可能な値の分布として報告されるべきである。放射性残渣は通常一様でない分布をしており、不均一な長期被ばく状況を作っている、ということを心に留めておくべきである。このため、人々の被ばくのパターンについて現実的な仮定をすることによってケースバイケースに対処する必要がある。

(ag) 不均一な被ばくを評価する方法の選択は、状況と評価の目標に依存するであろう。長期被ばく状況における年線量の評価は、一般に、影響を被ったサイトあるいは商品の無制限使用の仮定に基づくべきである。この仮定は、将来いつでも現実になりうる全ての被ばく経路を考慮すべきであることを意味する。

1. 序 論

1.1. バックグラウンド情報

(1) この報告書は、電離放射線（または略して放射線）による長期にわたる被ばく¹の状況に、委員会の放射線防護体系を適用する場合のガイダンスを提供する。長期被ばくは、公衆が偶発的また持続的に受ける長い期間にわたる被ばくである。長期被ばくの際だった特徴は、公衆の構成員が置かれていることがある状況に付随して起こること、およびそれによる年間平均線量が、通常多かれ少なかれ一定であるかまたは長年にわたってゆっくり減少することである。長期被ばくの状況は、人々の少なくとも一世代に影響を及ぼす、すなわち、それはおよそ10年またはそれ以上続くことが予想される。（たとえば、長期被ばくによる年線量の減少率は、年当たりたかだか2、3%でしかない。）

¹ 委員会は、放射線または放射性核種にさらされる過程を意味するのに一般的な意味で被ばくという用語を用い、被ばくの重要性は生じる放射線量によって決まる（ICRP 1991a、S4項）。長期の（prolonged）という形容詞は、この報告書の中では時間的な持続を示すために使われている。国際放射線安全基準（IAEA 1996）および技術文献の中では、時間的に持続する放射線被ばくを記すために、慢性（chronic）という形容詞が使われてきたことを注意すべきである；しかしながら、慢性という言葉は時には持続よりむしろ厳しさを示すと誤解されるので、この報告書の中では使わない。

(2) 長期被ばくの典型的な線源²は、宇宙線および原始放射性核種の崩壊系列中にある放射性核種のような、いわゆる「自然の」³線源である。また、いくつかの「人工の」³線源、たとえば人間活動からの長寿命放射性残渣⁴も、長期被ばくを与えることがある。放射性残渣には自然と人工の両方の放射性核種が含まれていることがあることに注意すべきである。長期被ばくの状況においては、人工成分に起因する被ばくを自然成分による被ばくと切り離すのが困難なことがある；さらに、人工成分に対する防護措置は自然成分による被ばくに影響を及ぼしうるし、またその逆のこともある。

² 委員会は、放射線発生装置および放射性核種（たとえば密封された放射性物質）のような放射線源を示すのに、またもっと一般的に、放射線または放射性物質中の放射性核種による被ばくの原因を示すために、線源という用語を使うが、これは必ずしも個々の物理的な放射線源ではない。たとえば：放射性物質が施設から環境へ放出されるならば、施設が全体として線源とみなされることがある；放射性物質が環境中にすでに分散しているならば、そのうち人々がさらされている部分を1つの線源と考えることもある。

³ 放射線は至る所に存在するので、原始と人工の放射線および放射性物質を別個に扱うことは有用である。問題の2つの基本的な特性である放射線と放射能は、それぞれ「自然の」および「人工

の]として伝統的に特徴づけられてきた；しかし、その区別は奇妙で、確かに精密でない。たとえば、原始であり、したがって「自然」と考えられるいくつかの放射性核種は、「人工的」に生産することができる（通常 NORM と呼ばれる、自然に存在する放射性物質中の、技術的に高められた放射性核種濃度のように）。また、人によって生産され、したがって、「人工」と考えられる他のものは、自然現象によって生産される（アフリカの Oklo で起こった自然の核分裂過程のように）。これらの修飾詞を放射線源に適用することにはさらに異論があり、被ばくに適用するとおさらである。

⁴ 初期の操業（過去の行為を含む）および事故から環境中に残留した放射性物質を意味するのに、委員会は放射性残渣という用語を用いる（ICRP 1991a、219項）。委員会は、放射性廃棄物という用語を、もはや使用されことなく捨てられるかまたは捨てられた、あらゆる[放射性]物質を意味するのに使う（ICRP 1997c、3項）。したがって、放射性残渣は、一般に放射性廃棄物の一部分である。

（3）放射線被ばくは、その起源が自然であるか人工であるかに関係なく、健康に有害なことがある。この理由のために、委員会の放射線リスク推定値は被ばく源に依存しないが、その起源に関係なく被ばくのレベルに依存する。したがって、勧告された防護の程度は被ばくを引き起こす状況に基づいており、被ばくが自然と人工のいずれの線源から生じているかには基づかない。しかしながら、公衆の構成員（および時にはその政治的な代表者）が、自然線源による放射線リスクとの関連で、長期被ばくの人工線源に起因する放射線リスクについて個人的でかつ独特の見解を持っていることがあることに委員会は注目している。このため通常、対応の必要性は被ばくの起源によって異なって受け取られ、また防護の規模も異なるという結果を生じる。被ばく源が自然起源であると考えられるときよりも、技術的な副産物であるときのほうが、防護に対する公衆の要求は一般にもっと強い。自然放射線源による典型的に高められた長期被ばくは、社会によって通常無視されるが、人工の長寿命放射性残渣による比較的低い長期被ばくは、心配と時には即座で不必要な対策の原因になることがある。

（4）委員会は、いろいろな被ばく状況の被ばくレベルとそれに関係する属性に関連した健康リスクの客観的な評価に基づいた、放射線防護についての勧告を提供している。しかし、委員会はまた、長期被ばくに対して提供すべき防護レベルの最終決定に通常影響を与える、放射線防護とは一般に無関係な、社会的・政治的な属性の存在を認識している（そして、この報告書の中で対処する）。したがって、この報告書は、放射線防護の科学的考察に主として基づいた意思決定支援勧告の提供者として考えられるべきであるが、一方、その助言の結果は、他の社会的な関心と考察を含むことのある最終的な（通常もっと広い）意思決定過程への入力として役に立ちうるかもしれない。人の居住地には多くの長期被ばく状況が組み合わさっており、その意思決定過程には放射線防護専門家だけでなく、関連した利害関係者⁵の参加が含まれるであろう、と委員会は予想している。この過程は、放射線防護に直接関連する属性以外の属性を考慮に入れることがある。

⁵ この報告書の中で、利害関係者という用語は、長期被ばく状況に関心があり、それに懸念を抱く当事者を意味するために使われている。

(5) このより広い意思決定アプローチから生じる1つの重要な問題が、長期被ばくの定量化の中にある。委員会は、個々の線源または線源群に起因する予想される追加被ばくに対する拘束値、さらには事実上存在する状況（環境に放射性核種を放出した事故の後に残る状況のような）において被ばくを避けるための規準を、伝統的に勧告してきた。しかし、委員会は、与えられた人の居住地に広く存在する全ての、「現存の」、環境の被ばくを判断するための勧告を提供しなかった。委員会勧告の定量化は、被ばく全体でなく、一部の被ばくに関してなされているが、それは、全現存被ばくに影響を及ぼすことができない当局が規制を通して制御しうるのは、一部の被ばくだけであるという事実に基づく。しかし長期被ばくの状況に対しては、関連した被ばくの一部の成分を制御するだけでなく、関心のある環境中の現存被ばくはどのくらい安全であるかという感じをつかむ必要性もあるように思われる。したがって委員会は、この報告書の中で、人の居住地における現存被ばくで定量化した一般参考レベルを提供することを決めた。それらの参考レベルは、長期被ばく状況における放射線防護のための対策の決定に関する意思決定者による判断を容易にすることを狙ったものである。

1.2. 長期被ばく

(6) 人の居住地における原始放射性核種の存在は、地球に降り注ぐ宇宙線と、宇宙線により連続的に生成される宇宙線生成放射性核種とともに、常に長期被ばくの線源であった。この被ばくは結局「自然」の被ばくと大まかに記述されるようになった。やがて、囲われた住居に住むといった人の挙動のいくつかの側面が、主に原始放射性核種の崩壊系列核種による被ばくの増加によって、「自然」長期被ばくのレベルを一般的に高めるようになった。たとえば、屋内空気中のラドン同位体による被ばくは、住居の断熱性の改善により増加し、ラジウム同位体による被ばくはそれらが建材中に存在するために増加した。近年、産業開発は、自然起源の放射性物質 (naturally occurring radioactive materials、通常、NORM と呼ばれる) 中の放射性核種濃度を技術的に高めることによって、さらに人々の「自然の」被ばくを増やした。このようなことが起こる典型的な活動には、自然放射性核種を含む鉱石や砂の採鉱と選鉱、エネルギー生産のための採取産業およびリン灰土の使用が含まれる。

(7) 放射線および放射能の発見に続いて、社会は放射線源とその特性を特定の目的に使用する数多くの人間活動を導入した。これらの線源およびそれらが与える被ばくは、通常「人工」と記述される。人工線源による被ばくは、自然線源による長期被ばくへの追加であ

る。通常、この追加の被ばくは長期間にわたって持続せず、一時的⁶で（時にはさらに急性でさえ）ある。しかし、線源使用後の環境中に残る放射性残渣に長寿命の放射性核種が含まれることがあるので、ある種の人工線源は長期被ばくも引き起こすかもしれない。

⁶ この報告書の中で、一時的被ばくという用語は、長期間にわたって持続しない被ばく、すなわち長期被ばくでない被ばくを意味するために使われている。それには、一時的被ばくの潜在的なビルドアップに起因するいくらかもっと長い期間の被ばくも含まれる。一時的被ばくと長期被ばくとの間の区別は明確でないことに注意すべきである。放射線発生装置による急性被ばくは明らかに一時的被ばくであり、一方、大部分の自然線源に起因する永久的な被ばくは明らかに長期被ばくであり、これらの両極端の間の区別は定義の問題になる。この報告書では、半減期が約10年より短い（そして、長寿命放射性核種の子孫でない）放射性核種に起因する被ばくは、一時的被ばくであると考え、報告書の範囲から除かれている。まったく永久的な被ばくというものは存在しない；バックグラウンド被ばくは、時間的に変化する；他の被ばくは、放射性崩壊および浸食のような自然過程によって減少する。

（8） 自然の線源による多くの長期被ばくおよび放射性残渣によるほとんど全ての長期被ばくは制御しうる⁷が、数多くの長期被ばくは制御できない（たとえば人体中で代謝の役割を持つ天然放射性核種による被ばく）か、本質的に制御に従わない（たとえば地上レベルの宇宙線による被ばく）。制御できないか制御に容易に従わない長期被ばくは、放射線防護の規制の範囲から一般に除外⁸される。

⁷ この報告書の中で、制御しうるという用語は、防護措置によって制限することができる被ばくを表すのに使われている。

⁸ この報告書の中で用いる除外という用語は、被ばくが制御できないかまたは制御に従わないという理由で、規制されていない被ばくをいう。その同源語である免除は、ある線源の届出、登録、または認可の要件のような、いくつかの特定の規制要件の順守からの解放を意味する。委員会は、両方の概念を履行するための規準を勧告した（D12項からD18項を参照）。

（9） したがって、制御しうる長期被ばくの状況は、主に人の居住地における自然および人工の長寿命放射性核種（およびそれらの短寿命娘核種）の存在から生じる。それらは、委員会により行為⁹と呼ばれる規制された人間活動の終了後に残ることが予想される放射性残渣の、予期された結果でありうる。それらはまた、自然界の中でだけでなく、規制されていない過去の活動および事象からの放射性残渣中の長寿命放射性核種の存在のため、人の居住地にすでに事実上存在することもある。現存長期被ばくは、委員会により介入⁹と呼ばれる過程を通して、防護対策¹⁰により容易に低減できることがある。

⁹ 行為および介入の概念は、委員会により *Publication 60* (ICRP 1991a, 106項)で導入され、それぞれ以下のように述べられている：「全面的な放射線被ばくを増やす人間の活動……」および「全面的な被ばくを減少させることができる人間活動……」。これらの概念については、この報告書の1.4節および付属書Dの中でさらに論議する。

¹⁰ 防護対策という用語は、この報告書の中では、介入を通して線量を避けるためにとられた適切な措置を意味するのに使われている。文献の中では、救済行動、防護措置、救済措置および対策という用語も使われてきた。

(10) 長寿命放射性核種はまた、公衆が消費する商品¹¹特に建材中に取り込まれ（さらには濃縮され）、それによって長期被ばくの線源になることがある。また、それらは細かく分けられた微粒子（ホットパーティクルと呼ぶ）に付着し、環境中でまばらに分布する場合、長期潜在被ばく¹²の線源になることがある。

¹¹ 商品という用語は、この報告書の中では、たとえば建材、食料品、およびその他の消費財のような、一般に使用できるか、公衆によって消費される生産物を意味するのに使われている。

¹² 潜在被ばく¹²の概念は、委員会により *Publication 60* (ICRP 1991a, 111項) の中で導入されており、可能性はあるが、それが起こる確実性はない被ばくとされている。この概念は、*Publication 64* (ICRP 1993a) および *Publication 76* (ICRP 1997b) の中でさらに練り上げられた。

(11) 図1に、長期被ばくのいろいろな線源の模式的な絵を示す。宇宙線を例外として、提示された全ての線源は一般に制御しうる。それらには、数多くの自然線源と人工線源が含まれる。人の居住地に存在する線源による被ばくの合計は、そこに住む個人の現存被ばくになる。付属書Aには、長期被ばくを含むいくつかの関連した状況と結果として起こる放射線量の簡単な記述がある。この記述は、原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR)¹³によって提供された情報に基づくものである。

¹³ UNSCEARからの情報は、主に UNSCEARによって刊行された最新の包括的な報告書 (UNSCEAR 1993) からとられている。しかし、いくつかのデータは、UNSCEAR事務局の好意により提供された委員会の次の報告書 (UNSCEAR 2000) の草案からの情報を考慮して更新した。

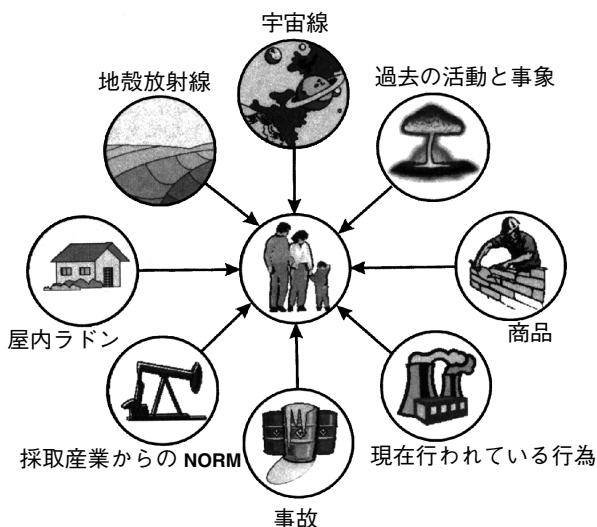


図1. 長期被ばくのいろいろな線源の模式図

1.3. 目 標

(12) **根拠**：この報告書は委員会の放射線防護勧告の最新の包括的なセットである *Publication 60* (ICRP 1991a) に基づいている¹⁴。これらの一般的な勧告を出した後に、委員会は放射性核種ラドン-222を含む長期被ばく状況にますます関心を持ち、「家庭と作業場におけるラドン-222に対する防護」と題する特別の勧告 (ICRP 1993b) を出した。しかし委員会は、長期被ばく状況一般に対してその最新の勧告を適用するためのガイダンスを提供しなかった。さらに委員会は、数多くのこれらの状況におけるその勧告の使用にいくらかの混乱があるようであることに注目した。

¹⁴ 1959年以前、委員会の勧告はいろいろな学術雑誌に論文として発表されてきた。委員会の現在の刊行物シリーズにおいて、今では *Publication 60* (ICRP 1991a) に置き換えられた以前の放射線防護勧告は、*Publication 1* (ICRP 1959)、*Publication 6* (ICRP 1964)、*Publication 9* (ICRP 1966)、*Publication 26* (ICRP 1977)、および *Publication 26* を修正する一連の声明 (ICRP 1978 ; ICRP 1980 ; ICRP 1984 ; ICRP 1985a ; ICRP 1987a) の中に与えられている。

(13) **目的**：したがって委員会は、制御しうる長期被ばくの下に公衆の構成員が置かれる状況にその放射線防護体系を適用するための一貫したガイダンスを提供するという主な目的を持って、この報告書を刊行することを決めた。規制された行為または規制されていない過去の活動または事象の間あるいは休止後比較的まもなく起こる被ばくは、委員会の放射線防護体系によって明らかに制御しうる。しかしながら、被ばくが居住地の特徴として黙認されてきたか、被ばく状況の発生原因との結びつきが漠然としているようなケースにおいては、放射線防護体系の適用は簡単ではない。したがって、この報告書の補足的な目標は、たとえば自然線源による被ばくの状況および被ばくが本来の原因に弱く結びついている他の状況のような、放射線防護体系の適用が明白でない被ばく状況を扱うために、一般的なガイダンスを提供することである。この報告書はまた、長期被ばくのいくつかの特別な線源を扱うために更なる助言を提供する。

(14) **読者**：慣習として委員会は、この報告書が、地域、国および国際的なレベルで、責任のある行政機関および放射線防護について権限のある規制機関と諮問機関の助けとなることを意図している。この報告書は、長期被ばくに対する公衆の適切な放射線防護が基礎を置く基本原則についてのガイダンスを、これらの組織体へ提供する。異なる国では異なる規制条件が適用されるので、委員会は、この報告書が長期被ばくの管理に関する普遍的な規制のテキストと見られるべきでないことを強調したい。委員会は、この報告書がまた、必ずしも放射線防護の専門ではないが、時には長期被ばく状況に関連する意思決定過程に関係するような専門家の興味を引くかもしれないと考えている。この理由のために、この報告書は例

外的に多くの付属書および、長期被ばく状況と関連する委員会の用語と方策の理解を容易にすることを意図した脚注で補足されている。

1.4. 適用範囲

(15) **範囲**：この報告書は、公衆被ばく¹⁵の制御しうる長期被ばく成分についてのみ言及する。被ばくの原因が終わった後、すぐに止むと予想される全ての一時的な被ばくはその範囲には、含まれない。したがって、たとえば長期被ばくを生じない行為は、この報告書の範囲から除かれている。公衆被ばく以外の、医療被ばく¹⁵（および温泉の利用者の被ばく）および職業被ばく¹⁵のような被ばくのタイプもまた、それらが偶発的でもないし、また一般に持続する性質のものでもないので、適用範囲から除外されている。さらにこの報告書は、行為からの放射性廃棄物の処分¹⁶の結果として起こることが予想される長期被ばく状況について言及していない。放射性廃棄物の処分に関連した長期的な潜在的被ばくとその他の問題は、長期被ばくを含む被ばく状況のような実際の被ばく状況によって生じる問題よりももっと扱いにくい。したがって委員会は、放射性廃棄物処分に関する別の勧告、すなわち *Publication 46* (ICRP 1985b)、*Publication 77* (ICRP 1997c)、および *Publication 81* (ICRP 1998) を刊行することに決めた。それでもやはり、この報告書の内容は、放射性廃棄物処分に関する委員会勧告と完全に調和しかつ首尾一貫している。

¹⁵ 委員会は、被ばくのタイプを次の3つに分ける：作業で、および主に作業の結果として受ける被ばくである職業被ばく；診断または治療の一部としての患者の被ばくが主である医療被ばく；および、全ての他の被ばくを含む公衆被ばく (ICRP 1991a、109項)。

¹⁶ 委員会は、再取出しの意図のない放射性廃棄物の処分を意味するのに、放射性廃棄物処分という用語を使う (ICRP 1997c、3項)。

(16) **内容**：この序章に続いて、第2章は行為に起因する長期被ばく状況の制御に対する委員会の放射線防護体系の一般的な適用について言及する。第3章は、長期被ばく状況における介入に対する放射線防護体系の一般的な適用について言及する。第4章は、長期被ばく状況における介入について、現存年線量で定められた一般的な参考レベルに関する勧告を提供する。第5章は、ある特定の長期被ばく状況への勧告の適用について言及し、また、関心を引き起こした数多くの特定の問題を論ずる。すなわち：高い年線量を生じることのある自然放射線源；放射性物質を含む人間活動があったサイトの復旧と回復；環境への放射性物質の放出を引き起こした事故に続く、「常態」への復帰；および、比較的高いレベルの放射性物質を含む公衆消費財の国際的な売買。第6章は、定量的な勧告の要約を示し、長期被ばくの推定における問題点を簡単に論ずる。4つの付属書は、報告書の内容を補完する。付属書Aについてはすでに述べた。付属書Bは、長期被ばく状況に関連する放射線防護量に関

する委員会の勧告を要約する。付属書 C は、長期被ばくの特徴を考慮しつつ、放射線で誘発される健康影響を概説する。付属書 D は、長期被ばくとの関連でこの報告書に用いられている委員会の放射線防護体系の概念を論ずる¹⁷。

¹⁷ これらの付属書は関連する委員会勧告を引用し、長期被ばくについて直接重要な諸側面を明らかにしている。これらの引用文は、*Publication 60* (ICRP 1991a) にある詳細な勧告のメモとしてのみ意図されている。いくつかの側面については、次の引用もなされている：放射線緊急時における公衆の防護についての *Publication 63* (ICRP 1991b)；潜在被ばくからの防護についての *Publication 64* (ICRP 1993a)；ラドン-222 に対する防護についての *Publication 65* (ICRP 1993b)；選ばれた放射線源に適用された潜在被ばくからの防護についての *Publication 76* (ICRP 1997b)；および、放射性廃棄物の処分に対する防護方策についての *Publication 77* (ICRP 1997c)。

1.5. 基本的枠組み

(17) **放射線の諸量**：付属書 B に概説された考察に照らして、委員会は、長期被ばくの制御に関連した線量計測量¹⁸ は年実効線量¹⁹であると考え。これは、長期被ばく状況によって引き起こされた、外部照射による実効線量率の1年にわたる時間積分と、その状況に含まれた長寿命放射性核種（およびそれらの短寿命子孫核種）のその年の間における全ての体内摂取によって引き起こされた内部汚染による預託実効線量との合計である（B. 11項参照）。年実効線量は、別に示されない限り、この報告書では単に年線量と呼ぶ。この報告書において、「年線量」という量に用いられる単位は、シーベルト (Sv) の1,000分の1のミリシーベルト (mSv) である。長期被ばくとの関連で用いられる補助的な量は、与えられた状況における長期被ばくの全ての持続している線源によって引き起こされる現存年線量²⁰である（B. 14項参照）¹⁹。この報告書で用いられる他の補助的な量は、以下のとおりである：行為（B. 15項参照）によって引き起こされた追加年線量²⁰ および介入によって排除された回避年線量²¹。もし意図された意味が、将来の介入の結果として潜在的に防ぐことができる年線量の意味であるならば、回避可能年線量²¹という用語が用いられる（B. 16項参照）。

¹⁸ この報告書において、量という用語は、放射線に関連する特性の量ではなく、放射能や線量のような、測定、算定、または推定することができる特性を意味するために用いられている。

¹⁹ 現存年線量という用語は、与えられた場所において個人が受ける現存のおよび持続している全年線量の全てを意味するのに用いられる。また時々、合計の、環境の、周辺の、およびバックグラウンドのといった形容詞も、この概念を記述するのに用いられるが、この報告書ではこの目的のために用いていない。合計のという形容詞は、一時的線量と長期線量の合計を記述すると誤解されることがありうる；環境の、および周辺のという形容詞は、人々の線量でなく環境における線量の記述と混同されるかもしれない。（さらに、周辺の (ambient) という語は、1つの実用量を表すために国際放射線単位・測定委員会によって用いられている）；そしてバックグラウンドのという語は、そのような被ばくの一部は人工的なものかもしれない（過去の核兵器実験からの降下物による被ばくのように）にもかかわらず、自然放射線源によってのみ引き起こされた被ばく

を記述しているように一般に理解されてきた。したがって、混乱を避けるために、現存のという修飾詞をこの報告書において用いることにする。行為の導入や介入の計画の前には現存年線量が、また、行為の中止や介入の完結後には残留する現存年線量が常に存在することに注意すべきである。

²⁰ 追加年線量という用語は、行為の実行の結果として現存年線量に加えられる長期年線量を意味するのに用いられる。

²¹ 回避年線量という用語は、介入によって引き起こされた現存年線量の低減すなわち、防護対策によって避けられた長期年線量を遡及的に表すのに用いられる。

(18) **放射線で誘発される健康影響**：付属書 A および C に概説されている情報に照らして、普通の長期被ばく状況においては、年線量は通常、確定的影響²² のしきい値より十分低く (C.4項参照)、したがって関心のある放射線誘発健康影響は確率的影響²³ だけであると委員会は考える (C.5から C.7項を参照)。さらに委員会は、普通の長期被ばく状況において、出生前の [長期] 被ばくの影響²⁴ が更なる関心事の原因となるべきでない、と考える。(その理由は、長期被ばくの状況において、出生前被ばくの期間は、少なくとも数年はあると予想される出生後の被ばく期間よりももっとずっと短いはずだからである；C.8項および C.9項を参照。)

²² 確定的影響は、「もし線量が十分に大きければ、組織の機能を損なうのに十分な細胞喪失を引き起こす、」放射線による細胞致死の結果から生じる健康影響である。「そのような害を引き起こす確率は、小さい線量ではゼロであるが、線量のあるレベル (臨床的影響のしきい値) を超えると、確率は急速に1まで増加する (ICRP 1991a、S6項)。」しきい値より上では、害の重篤度は線量の増加とともに増加する。

²³ 確率的影響は、放射線被ばくによって引き起こされた細胞の修飾の結果として起こるかもしれない健康影響をいう。「修飾された体細胞は、その後、長い遅延期間ののちにかんとなるかもしれない……この損傷が遺伝情報を後の世代に伝える機能を持つ細胞に生じるならば、“遺伝的な”影響は全て被ばくした人の子孫に現れる」(ICRP 1991、S8項)。

²⁴ 出生前被ばくの影響は出生前に受けた放射線被ばくの健康影響で、出生前に受胎産物、胚または胎児に、あるいは出生後に子供や大人または彼あるいは彼女の子孫に現れる。

(19) **委員会の放射線防護体系**：委員会は、全てのタイプの放射線被ばく、すなわち一時的な被ばくと長期被ばくは、委員会の放射線防護体系を通して制御されるべきであると勧告する。付属書 D に、長期被ばく状況に関連するこの防護体系の諸側面を提示する。重要な問題点の簡単な要約は次のとおりである：

- ・放射線防護体系の適用範囲：委員会の勧告は助言的なものであるため、委員会がその放射線防護体系の適用範囲の公式の声明を提供する必要はない。しかし委員会は、その体系が制御しうる被ばくに適用されるべきであることをはっきりと意図している。前に示したように、数多くの長期被ばく状況は本質的に制御できないかまたは制御に容易に従わない。これらの被ばくは、防護体系の適用範囲から除外される (D.12から D.14項を参照)。
- ・放射線防護体系の目的：放射線防護体系の主要な目的は、長期被ばくを含む被ばくを生じ

る有益な行為を過度に制限することなく、人に対する適切な防護基準を提供することである。この目的を達成するために、体系は、関連するしきい値以下に線量を保つことによって確定的影響の発生を防止し、また、経済的および社会的要因に考慮を加えた上、合理的に達成できる限り線量を低く保つことによって確率的影響の誘発を減らすため、あらゆる合理的な手段がとられることを確実にするように意図されている。方策についてのこれらの記述は、個人と集団の両方の防護を意味しており、長期被ばくが持つことのある広い空間的および時間的分布のために、これらのタイプの被ばくの制御に特別なインパクトがある（D.1およびD.2項を参照）²⁵。

- ・ 線源関連および個人関連の考察：長期被ばくを引き起こす過程は、事象と状況のネットワークとしてモデル化することができる。放射線と放射性物質は連続的に環境の経路を通り抜けるが、いくつかの経路は多くの線源にとって共通であり、また個人（おそらく多くの個人）はもとの単一の線源により被ばくする。長期被ばくの経路のネットワークの取扱いにおいては、線源関連の考察と個人関連の考察とが区別される。線源関連の考察は、与えられた線源から生じる長期被ばく成分に対する個人および集団の防護に適用される。個人関連の考察は、現存線量を生じるいくつかの線源からの長期被ばく全体に対する個人の防護に適用される。数多くの長期被ばく状況において、公衆の構成員は、1つ以上の重要な線源に被ばくすることがある（D.4からD.8項を参照）。
- ・ 行為と介入：放射線防護体系の関連する1つの側面は、放射線被ばく状況を行為と介入の2つのカテゴリーに分けることである。この分類の明確な理解は、委員会勧告を長期被ばく状況に適用するために不可欠である。一方では、その導入が人々にいくらかの追加の線量（すなわち、人々がすでに受けている現存線量への追加の線量）を引き起こすという事実にもかかわらず、ある便益を得る目的で、放射線源を含む新しい活動を導入するために意思決定をすることができる。故意の選択の問題であるそのような新しい活動を、委員会は行為として分類する。他方、現存線量は、たとえば被ばく源と人々との間の経路を修正することによって、あるいは線源から離れるように人々を動かすことによって、回避される必要があるかもしれない。選択の問題ではなくすでに事実上存在する被ばく状況に対応するそのような対策は、委員会が介入として分類した対策である²⁶。
- ・ 行為と介入との分類の適用：放射線防護体系は、行為と介入を別個に扱うように工夫されている。しかし、いくつかの長期被ばく状況を別々のカテゴリーに分類することは、誤解の原因になったようである。1つの問題は、この分類を自然放射線源に適用する困難さであるように見える。ある自然の被ばく状況については、被ばくが故意の選択の問題である人間活動の導入の結果であるという理由で、現在の行為に対する委員会の放射線防護体系が適用できる。反対に、大部分の自然の被ばく状況については、被ばくが事実上存在する

という理由で、すなわちそれは選択の問題でなく、防護対策を通して減らすことができるだけであるという理由で、適用できるのは介入に対する放射線防護体系である。もう1つの問題は、長寿命放射性残渣を含む状況に関連がある。行為からの残渣によって引き起こされた長期被ばくは、行為の一部として管理されるであろう；反対に、行為として管理されていない過去の活動から、および事故からの残渣によって引き起こされた長期被ばくは、介入として対処されるであろう。これらの問題によっていくらかの混乱が生じたので、委員会は状況を行為と介入に分けることの意図を詳細に記述することに決めた；この説明は付属書DのD.19項からD.24項に示されている。

- ²⁵ 長期被ばくからの線量は、線量の増加分とそれによる確率的影響の確率の増加分との最もありそうな関係が比例関係すなわち線形でしきい値のない範囲にあるので、長期被ばくの1つの線源に起因する追加年線量から予想される放射線損害は、他の線源からの追加年線量に影響されない。したがって、別々の線源からの追加年線量（および、それに伴う放射線損害）は、別個に扱うことができ、また必要ならば、現存年線量すなわち総線量したがって総損害を与えるために合計することができる。線形でしきい値のない線量効果関係に関連する方策の意味合いは、防護のいかなるレベルにおいてもある有限の放射線リスクを受け入れなければならない、すなわちゼロリスクは防護の選択肢にならない、ことであることを強調すべきである。他の理由もあるが、自然放射線源は至る所に存在しているので、これは長期被ばくに対する防護においてとりわけ特に重要な考慮である。単純な比例関係もまた、いくつかの他の重要な実的な意味合いを持つ：すなわちそれによって身体の臓器・組織内の年線量をその臓器・組織にわたって平均することができ、また、別々の時間に受けた線量を合計することができる。
- ²⁶ 行為と介入についての委員会の概念は、ここ数年にわたって展開されてきた。*Publication 60*では、行為は「全放射線被ばくを増加させる」人間活動と定義され、介入は「現存する被ばくの原因に影響を与えることによって全被ばくを減少させるその他の人間活動」と定義されている（ICRP 1991a、106項）。*Publication 73*で委員会は、行為においては放射線源は意図的に用いられかつ制御の下にあり、介入においては線源はすでに存在し、その存在は選択の問題でないことを示して、さらにその意図を説明した（ICRP 1996b、32項）。（自然線源は行為において使用されるかもしれないが、しかし、これらの線源は制御の下にある。）

2. 長期被ばくを生じる行為への放射線防護体系の適用

(20) 行為の実行は環境中に長寿命の放射性残渣を残し、その結果、長期被ばくの状況を生じることがある。行為はまた、放射性廃棄物の処分により長期被ばく状況を生み出すかもしれない、前に述べたように、委員会は放射性廃棄物の処分に関する勧告を別に出している (ICRP 1985 ; ICRP 1997c ; ICRP 1998)。行為によって生じる放射性残渣は、環境への通常放出から生じるか、または行為の休止および施設の使用廃止後にその行為を行っていたサイトとその周辺に残るかのいずれかであろう。これらの残渣に起因する長期被ばくの制御は、その行為の計画段階であらかじめ考慮に入れておくべきである²⁷。他の過去の人間の活動からの放射性残渣と、行為に対する委員会の放射線防護体系の中で制御されなかった事象からの放射性残渣は、介入に対する放射線防護体系の適用を必要とするかもしれない (第3章を参照)。

²⁷ しかし、現在の行為からの長寿命放射性残渣による長期被ばくは、過去の人間活動と自然線源に起因する長期被ばくと比べて一般に小さいということに注意すべきである (UNSCEAR 1993)。

(21) 委員会は、生活する場所または住居の種類を選択のような通常の人々の行動が、行為に対する放射線防護体系に入るものとみなすつもりはない。たとえば、ラドンに対する防護についての勧告の中で、委員会は住居滞在を行為として扱わなかった (ICRP 1993b、166項)。通常の人々の行動が人々の長期被ばくのレベルを増加させることがあるかもしれないが、それらが引き起こす被ばくは行動の計画の際決定因子にはならない。実際、反対に、放射線と放射性物質による被ばくを引き起こす活動は、個人と社会のために便益を生む目的を持ち、予測される被ばくを考慮した上で、慎重に計画され、開始され、継続され、最終的に終了する。この便益は、その行為の履行に起因するコストと他の不都合だけでなく、それが残す被ばくから予測される放射線損害をも相殺するのに十分であるべきである。

(22) 行為のための放射線防護体系の原則は、次のとおりである；行為の正当化；行為の範囲内にある全ての線源に関する放射線防護の最適化；そして行為に起因する個人線量の制限である (この原則に関する詳細は D. 25項を参照)。これらの原則は、長期被ばくを生じると予想されるいかなる行為の計画段階においても、将来に向けて適用されるべきである。長期被ばくを含む行為の場合には、これらの原則は一般的に次のように機能する。ある正当化された行為が導入される前には、人々は、必ずではないが通常、ほとんどは自然起源による行為前の現存年線量をすでに受けているであろう。その行為は、この現存年線量に、行為が終了した直後になくなる一時的な追加年線量と、時間的に継続する長期の追加年線量の両

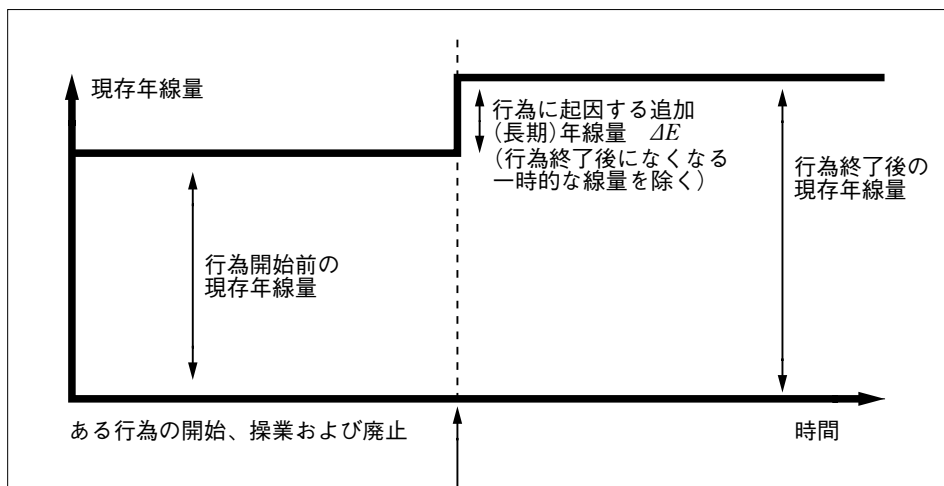


図2. 有益な行為が導入され、操業され、廃止されるとき、現存年線量の時間的経過を単純化した模式図（詳細は付属書Dの図D.2を参照）

方を、加えることが予想される。委員会の放射線防護体系は、防護の最適化と、長期被ばくによる追加年線量を含むその行為に起因する全ての追加年線量の制限を要求している。行為が終了した後においては、行為後の現存年線量は、行為開始前の現存年線量より高くなるであろう。なぜならば、行為に起因した残存する追加年線量 ΔE が行為開始前の現存年線量に加えられるからである²⁸。放射線防護体系の原則に従ってこの追加年線量が制限されたならば、行為後の現存年線量は更なる制限を必要としない（上の図2の単純化された模式図を参照；詳細な記述については付属書Dの図D.2を参照）。

²⁸ 非常に長い寿命の放射性核種の場合でさえ、行為終了後の現存年線量は、通常は時間的にまったく不変ではないであろう。放射性崩壊、浸食、および環境中への分散のため、追加年線量のレベルは時間とともに減る傾向がある。

(23) 行為の免除：委員会は規制条項からの行為の免除に関する規準を勧告した(D.15-D.17項を参照)。国際基準で採用されている免除のための一般原則は、次のとおりである：(i) 免除された行為または線源に起因する個人の放射線リスクは、規制の関心事にならないほど十分に低くあるべきである；(ii) 免除された行為または線源の集団に対する放射線学的インパクトは、通常の下で規制上の管理を正当化しないほど、十分に低くあるべきである；そして、(iii) 免除された行為と線源は、前の規準（IAEA 1996、附則I；IAEA 1988を参照）に従わないことになりうるかもしれないようなシナリオにはほとんどなりそうもない、本質的に安全なものであるべきである。したがって長期被ばくの関連では、行為または線源が引き起こす個人と集団線量の両方の追加年線量を取るに足らないならば、免除が与え

られるかもしれない。しかし、一般的な評価では個人の線量が免除を与えるための支配的な因子であることが示されていることに注意すべきである。取るに足らない個人の年線量のレベルは、リスクに基づく考察を基礎とし、さらに自然バックグラウンド放射線を考慮して導かれてきた (IAEA 1988)。個人が関心を持たない年リスクのレベルはおよそ 10^{-6} - 10^{-7} と考えられ、自然バックグラウンド放射線の取るに足らない変化は年当たり ≈ 2.4 mSv という平均値の数%のオーダーと考えられる (A.8項を参照)。両方を考慮すれば、1 mSv の数百分の1のオーダーの年線量となる。したがって、委員会は以下のように考える：

- ・ある条件の下では、もし、線源に起因する個人追加年線量がおよそ年 0.01 mSv 以下であるならば、正当化された行為で使われる線源を、規制要件から免除することができる。

2.1. 長期被ばくを含む行為の正当化

(24) 委員会はすでに、行為の正当化の原則の一般的な履行に関する助言を提供した (D.26項を参照)。長期被ばくの関連では、正当化は、たとえば長寿命放射性核種の環境放出および行為の停止後に残っている放射性残渣と関係する、長期の条件と他の使用のためのサイトの解放に伴う諸因子を考慮に入れなければならない。しかし、これらの諸因子は、行為の正当化に含まれる多くの因子のほんのわずかな部分を代表しているかもしれないことに注意すべきである。

(25) まとめとして、委員会は以下のように考える：

- ・長期被ばくを生じる行為の正当化には、その行為の採用に先立って、関連する全ての長期的因子を考慮することが必要である。関連する因子とは、環境に放出されるか、行為の廃止後に人の居住地に放射性残渣として残ると予想される長寿命放射性物質に関連するものである。この因子には、放出と残渣に起因する個人と集団の両方の予想追加年線量の長期成分が含まれる。

2.2. 長期被ばくを与える線源に対する防護の最適化

(26) 委員会は、防護の最適化の原則の履行についての助言を提供し (D.28項を参照)、多くの関連した刊行物を出した²⁹。これらの刊行物中の勧告は今でも有効で、長期被ばくを生じる線源に関する防護の最適化においてはそれらに従うべきである。

²⁹ 防護の最適化に関する委員会勧告の一般的な適用は、*Publication 22* (ICRP 1973) に示された。ついで *Publication 37* (ICRP 1983) において委員会は、放射線防護の最適化における費用便益分析の技術の使用についての特別な勧告を出した。最後に *Publication 55* (ICRP 1989) で委員会は、

放射線防護における最適化と意思決定の一般的な問題を扱った。委員会によって勧告された最適化技術は広く適用されている (IAEA 1986b)。しかし、最適化に関する委員会の意図が時として行為全体を最適化したいという願いと誤解されてきたことを注意すべきである。最適化は、行為の全ての構成に関わる、もっとずっと広いプロセスである。防護の最適化はしばしば行為の全体的な質を改善するが、これは付随して起こることである。

(27) まとめとして、委員会は以下のように考える：

- ・防護の最適化は、一般的な社会的、経済的状況下で、いかなる線源についても最善の放射線防護選択肢の選択を必要とする。この最適選択肢は、経済のおよび社会的な因子を考慮に入れ、「合理的に達成できる限り低い」線量を与えると予想される。長期被ばくを与える正当化された行為においては、最適化のプロセスの中で全ての関連する長期的因子を考慮に入れるべきである。そのプロセスは、委員会の勧告する最適化の技術を使って実行されるであろう。

(28) 長期被ばくの制御が同じ線源からの一時的被ばくの制御と独立に達成できるならば、防護の最適化において長期被ばくを別に扱うのが合理的である。もしそうでないならば、複雑な体系の最適化のために委員会が勧告したアプローチを適用すべきである³⁰。

³⁰ 委員会は *Publication 37* で相互に関係のあるサブシステムを持つ複雑な体系の最適化に関する勧告を提供した (ICRP 1983、114-116項)。

2.3. 長期被ばくに起因する個人線量の制限

(29) ある行為からの長期被ばくはその行為の寿命を越えて広がり、他の行為が導入されるときにまだ起こりつつあるかもしれない。この予想された長期被ばくに起因する個人の線量は、たとえ他の線源が利用される場合でも、将来の個人がある線量レベルを上回らないように制限すべきである。

(30) 患者の被ばくを含む医療行為を除いて³¹、行為の正当化と防護の最適化に関する決定は、個人的な根拠でなく主に社会的な根拠に基づく、というのが一般的に委員会の暗黙の仮定であった。したがって、正当化と最適化のプロセスについて勧告された多くの技術は、個人的面よりむしろ社会的面を強調する傾向があり、個人の間不公平を生むかもしれない。ある行為に起因する一時的被ばくは通常、その行為から利益を受ける人々の世代が受けるので、個人間に起こりうる不公平の1つの源は除かれる。しかし、長期被ばく状況に対しては、いつもそうなるとは限らない。行為から放出されうる一部の長寿命放射性核種は広範囲にわたって環境に分布するため、一部の被ばくした個人は、利益を受ける個人から空間的に遠く離れていることがありうる。さらに、ある行為から長期被ばくを経験する人々は、その行為から直接利益を得る人々から時間的にも遠く離れている可能性があり、たとえば彼らは同じ

世代に属していないかもしれない。委員会は、現在の多くの行為が将来時には遠い未来に受ける線量を引き起こすことを認め、時間を越えた不公平という理解しにくい概念についてすでに言及してきた。委員会の見解では、これらの将来の線量は、現在の線量に対して用いられているのと必ずしも同じ根拠に基づく必要はないが、集団と個人の防護について考慮に入れられるべきである（D.27項参照）。

³¹ 医療被ばくでは、多くの放射線被ばくと異なり、医療処置の恩恵を享受し、そして被ばくの損害を受けるのは同一個人患者である。

(31) まとめとして、委員会は以下のように考える：

- ・行為に対する正当化と最適化の原則を適用すると、長期被ばくが含まれるときには重要になるであろう個人の不公平を生じるかもしれない。不公平は長期被ばくのおそらく広い空間的分布によって起こり、それはその行為の直接的な受益者でない人々を巻き込むかもしれない。不公平はまた、長期被ばくの潜在的に長い時間的分布に起因する可能性があり、それは将来の世代に影響を及ぼすかもしれない。（しかし、異なる世代間の不公平は、ある時点における異なった個人間の不公平より分かりにくい概念である。）
- ・これらの不公平を制限し、複数の線源による長期被ばくと一時的被ばくについて余裕を見込むためには、個々の線源によって与えられると予想される長期被ばくと、全ての規制された行為について合計されることになる長期被ばくに、厳しい個人線量制限を適用すべきである。

(32) 委員会は線量拘束値と線量限度と呼ばれる2種類の個人線量制限を勧告している。線量拘束値はある行為の範囲内にある特定の線源によって与えられると予想される線量に適用される。線量限度は、関連する全ての行為、すなわち行為に対する委員会の放射線防護体系の原則に従って規制された全ての行為について合計されることになる線量に適用される。両方の制限は長期被ばくと一時的被ばくの合計に適用され、個人に関係する。したがって、これらの線量の制限と比較すべき線量は、個人に関連した評価から推定される個人線量である。

(33) **線量拘束値**：ある正当化された行為の範囲内にある線源の防護を最適化するとき、放射線防護体系は個人追加年線量 ΔE が線量拘束値によって制限されることを要求する。最適化のプロセスは、選ばれた線量拘束値を超える個人年線量を与えるいかなる防護選択肢も除外する。委員会は、この将来の目的のためにだけ「拘束値」という用語を用いる。線量拘束値は、過去にさかのぼった線量制限の1つの形式としてではなく、その線源における放射線防護を将来へ向けて最適化するプロセスの不可欠な一部として用いられる。

(34) 線量拘束値は、関係する行為と行為の範囲内にある線源に特有である。原則としてそれらは、1つの地点で新しい線源から受けることができる最大の年線量を当然考慮し、

制御の下にある他の線源からの被ばくと公平の考察を考慮し、ケースバイケースに決めるべきである。しかし時には、それらは簡単で一般的な最適化に基づいて設定することができる。

(35) 委員会はその主勧告で、線量拘束値に関する数値をまったく提案しなかった。しかし最近、委員会は放射性廃棄物処分に関連して、若干の定量的な勧告を行った(ICRP 1997 c, 48項)。すなわち、委員会は、線量拘束値は1 mSv 未満であるべきこと、および、約0.3 mSv を超えない値が適切であろうと勧告した。これらの勧告は、原則として長期被ばくに適用できる。

(36) しかし長期被ばくの関連では、ある線源から受けた個人線量の長期成分が、その線源から受ける全体的な被ばくに対して勧告された線量拘束値に——操業中のいかなる年においても——近づく可能性があるならば、個人線量の一時的成分のための余裕は残らないであろうということを念頭に置くべきである。さらに、その線源が長年にわたって操業され続けるならば、長期被ばくのレベルは時間とともにビルドアップすることがありうる（その状況は図3に示されている）。線量拘束値の選択のためにはこれらの状況を考慮に入れることが重要である。その目標は、線源の継続的な操業からの年線量のビルドアップで生じる組合せを含めて、考える年線量のいかなる組合せも、その線源の寿命の間どの時点においてもその線源に対する線量拘束値を超えないようにすべきであるということである。ある与えられた出力で1年間操業し、環境へ長寿命放射性核種を放出する線源または行為は、操業した年の間決定グループに対して長期年線量Aを与え、Aは将来の年々にわたって、わずかずつ低くなる(B, C, D, E……など) ((a) 参照)。その線源または行為が2番目の1年間操業し続けるならば、その年の同じ決定グループに対する年線量はA+B、また将来の年々にはB+C、C+D、D+Eなどとなる ((b) 参照)。長い期間では、線源または行為の継続的な操業に起因する、一定と仮定された決定グループが受ける1人当たりの長期年線量は、A+B+C+D+E……に等しくなる ((c) 参照) が、それはそれぞれ1年の線源の操業または「1年の行為」によって引き起こされる年線量の総和に等しい。(この総和は、通常、1年の線源の操業または1年の行為からの預託線量と呼ばれる。)

(37) これらの問題に対処するために、国の当局は線量推定のための適切な方法の使用を検討すべきである。その方法は、ある与えられた線源の放射性残渣の環境でのビルドアップを考慮に入れ、また、その線源によって与えられる一時的な被ばくをも考慮すべきであり、そうすることで、線源の操業から受ける最大線量が推定される。いくつかのモデル化技術が、この目的を達成するために利用できるようになった。たとえば、一部の国の当局は、線源はその寿命の間、放射性残渣を放出し続けると仮定しており、当局は線量拘束値への適合を評価する目的でN番目の年における線量を算定する(たとえばNRPB 1993)。ある特定の状況において、そのような適合性の確認が実行可能でないならば、その線源に起因する個人年

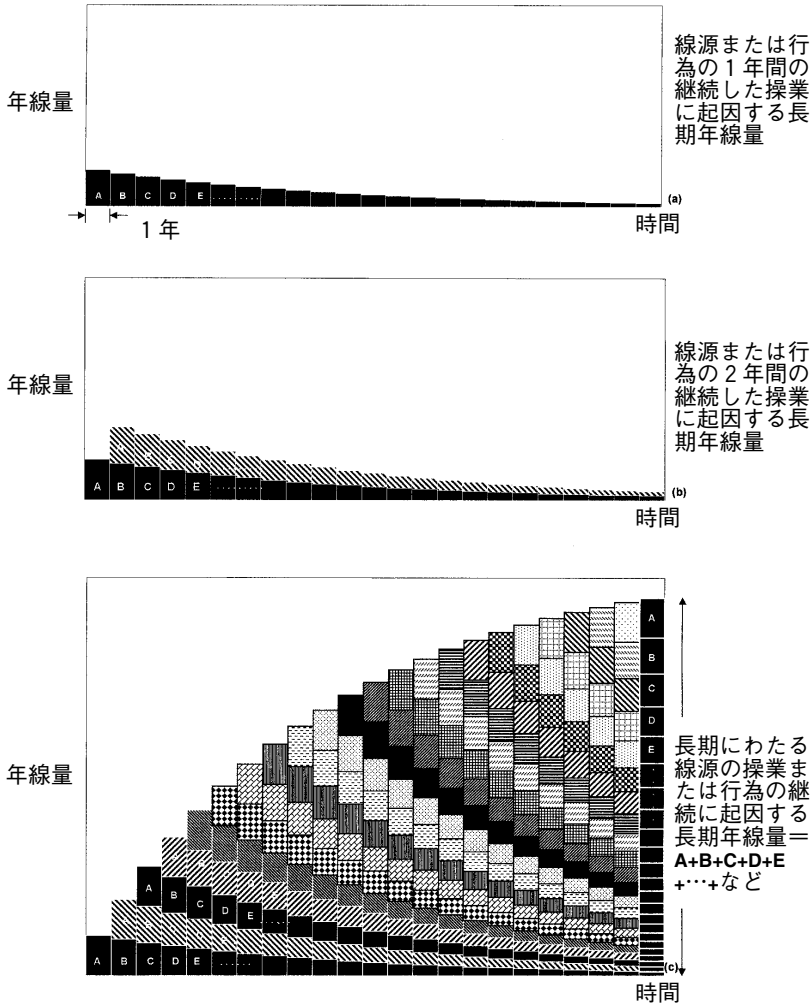


図3. 線源または行為の連続した操業によって生じる長期被ばくの集積

線量の長期成分に追加的な制限を加えることは明らかに慎重であろう。その意図するところは、委員会が勧告した線量拘束値が、線源の操業中と後のいかなるときでも尊重されることを確実にすべきである。

(38) したがって、まとめとして委員会は、長期被ばくを与える線源に対する線量拘束値に関して以下のように考える：

- ・ 1つの線源に対する放射線防護の最適化において用いるべき年線量拘束値の最大値は、年当たり1 mSv未満であるべきであり、年当たりおよそ0.3 mSvを超えないある値が適切であろう。
- ・ 一時的被ばくと長期被ばくの組合せ、またはある線源からの長期被ばくの時間的なビルド

アップが起こるかもしれない被ばく状況に対して、考慮を払うべきである。これらの状況では、確立された線量拘束値との適合性を確実にするために、適切な線量算定手法が使われていることを証明すべきである。その算定では、合理的に考えられる被ばくの全ての組合せとビルドアップを考慮すべきである。

- ・ある特定の状況でそのような適合性の証明が実行可能でないならば、線源の操業寿命の間のいかなる年にも、線源から受ける個人線量の長期成分を 0.1 mSv のオーダーの線量拘束値で制限することが慎重であろう。

(39) 防護の最適化にバイアスをかけないために、これらの勧告は、大きな注意と柔軟性をもって適用されるべきである：

- ・ある線源から放出された長寿命放射性核種のビルドアップが、ある状況では他よりも重要となることを想起すべきである。たとえば被ばくの総合は、海環境においては、湖や川あるいは陸環境に比べて重要でないことがある。
- ・NORM を含むある特定のケースでの線量拘束値の適用には、特別な考慮が要求される。難しいケースは、放射性物質を含む鉱石の採鉱と選鉱、または他の採取産業から生じる尾鉱中の放射性残渣からの線量に対する拘束値の使用である。世界の多くの地域で、これらの操業は、通常特定の制限なしに数十年間続いている。非常に長い寿命の自然放射性核種を比較的高濃度に含む非常に大量の物質に対して必要な程度の環境隔離を達成することは実行不可能なので、低い線量拘束値を課すことは、これらのケースの多くについて制限過剰になりうるかもしれない (UNSCEAR 1993 参照)。尾鉱を集積したサイトは過去からの放射性残渣を蓄積しており、多くの状況では新しい残渣が堆積されつつある (また、そうし続けることが予想されている)。
- ・過去の活動で生じた尾鉱による長期被ばくの状況は、第 4 章に示される枠組みの範囲内で、介入として扱われるべきである。現在と将来の操業の結果としての新しい尾鉱の堆積から生じる追加の個人線量は、なるべく勧告された線量拘束値の範囲内に制限されるべきである。
- ・提案されている新しい施設に対しては、この章で勧告された防護の最適化と個人線量の制限の原則は、尾鉱には将来被ばくを引き起こすかもしれない放射性廃棄物も含まれていることに留意し、十分に適用されるべきである。前に示したとおり、委員会は尾鉱中の廃棄物を含む長寿命放射性廃棄物の処分的一般的な問題について、別の報告書で言及している (*Publication 81* (ICRP 1998))。

(40) **線量限度**：線量拘束値の使用に加えて、全ての関連する行為に起因する一時的被ばくと長期被ばくからの全ての個人追加年線量の合計は、指定された線量限度 E_{limit} に従うべきである、と委員会は勧告する。したがって、関連する行為の範囲内の一時的線量と長期

線量を含む、全ての線源 i から受ける全ての追加年線量 ΔE_i の寄与の合計は、線量限度より高くあるべきでない。すなわち、 $\sum_i \Delta E_i \leq E_{\text{limit}}$ である。線量限度は、行為から受ける一時的被ばくと長期被ばくの合計に適用される。

(41) 委員会は、個人の線量制限の原則の適用に関して広範な助言を与えている (D.29-D.30項参照)。委員会は、公衆被ばくの線量限度 E_{limit} が 1 mSv の年線量として表されるべきことを勧告している。特別な状況においては、5年にわたる平均が 1 mSv を超えなければ、もっと高い年線量が許される (ICRP 1991a, S40項)。長期被ばくの状況では、この主要な線量限度を継続的に超えることを許すような特別な事情を想像することは困難である。

(42) 線量拘束値の場合と同じように、線量限度の適用には、被ばくの長期成分による実務的な問題がある。それは、現在の行為の時間的継続で生じた長寿命放射性残渣の潜在的な蓄積による、被ばくのビルドアップが予想されるからである (再度図3を参照)。委員会は、廃棄物処分に関連してこのことについて言及した (ICRP 1997c, 44項)。線量拘束値に関しては、その目標は、行為の継続からの年線量のビルドアップによって、将来、線量限度を超えることにならないようにすることである。何年前か、行為の継続に起因した将来の1人当たりの線量の制限を確実にするための、簡単なアプローチが提案された (Lindell 1973)。そのアプローチは、与えられた単位の行為によってある期間にわたり与えられる線量 (しばしば線量預託と呼ばれることがある。B.7項参照) の制限を要求する。その線量は、その特徴を無期限に保有する理想化された決定グループに属する仮定の個人について算定される。そのアプローチは、国際的なガイダンス (IAEA 1986a) において、また一部の国家機関 (たとえば Nordic Countries 1976) によって勧告されている。

(43) したがって、まとめとして、長期被ばくを与える行為のための線量限度に関して、委員会は引き続き以下のことを勧告する：

- ・全ての規制された行為から受ける長期被ばくと一時的被ばくの合計は、年当たり 1 mSv の線量限度に制限されるべきである。
- ・国の関係当局と、該当する場合、関連する国際機関は、継続する行為から生じる放射性残渣の蓄積の結果として、規制される全てに起因する被ばくの長期成分のビルドアップがありうるような状況を考慮すべきである。その目的は、現在の全ての行為と予測できる将来の行為に起因する総個人追加年線量が、年当たり 1 mSv の線量限度を超えることを防ぐことであるべきである。

(44) 個人の線量限度に関する委員会の勧告の意味と適用に関して若干の混乱が続いている。線量限度の使用の明確化は、特に長期被ばく状況に関係がある。委員会は *Publication 60* で、すでに多くの誤解を指摘した (ICRP 1991a, 124項)。線量限度は、安全な状況と危険な状況の間の1本の境界線であると、広く、しかし誤ってみなされていた。線量限度はま

た、被ばくを低く保ち、改善を強制する最も単純で効果的な方法であると、広く、誤ってみなされていた。さらに、線量限度は一般的に、防護体系の厳しさの唯一のものさしとして、また誤って、みなされた。委員会は、これらの思い違いが、ある程度、規制手段の中に線量限度を組み入れることで強められたということに気づいた。この背景の下で、可能なきはいつでも、たとえ問題の線源が部分的にまたは完全に彼らの管理の手に余るときでも、管理者、規制機関と政府が、時に不適切に線量限度を適用しようと考えたことは、驚きではなかった。

(45) 残念ながら、委員会の助言にもかかわらず、線量限度の適用に関して若干の混乱はまだ残っているようであり、委員会は更なる明確化を提供することが必要であると感じている。これらの明確化は、特に長期被ばく状況にとって重要である：

- ・第1に、線量限度は行為に対する放射線防護の程度を決定するために機能するレベルではない。通常の場合では、行為から受ける限度近くの追加年線量は、容認できないとみなすべきである。線量限度への適合は、行為に対する委員会の放射線防護体系を満足するための必要条件であるが十分条件ではない。勧告が暗に意味する厳しさの程度は、防護体系のインパクト全体によって判断されるべきであり、そのうち線源における防護の最適化（線量拘束値の範囲内の）が最も厳しくかつ効果的な成分である。
- ・第2は、反対に、人の居住地の實際上至る所で、現存年線量は行為に対する線量限度の数値より高い。しかしこのことは、この状況が容認できないこと、あるいは、線量を減らすための介入が正当化されるかまたは必要であることを意味するわけではない。線量限度は行為から受ける追加年線量に適用され、現存年線量には適用されないことを再度思い起こすべきである。限度について選択された値は、多くは自然線源で、そのうちのいくつかは制御に従わない環境の線源に起因する現存年線量より小さい。この見解は簡単に説明できない。自然線源と放射性残渣によって与えられる現存年線量は、行為に起因する追加年線量を正当化せず、たとえそれらから予想される年線量が現存年線量よりずっと低いとしても、行為を制御することが適当である。人の環境における現存年線量のレベルは、状況の比較と放射線防護における方策決定に役立つ指標である。

(46) 追加年線量に関する個人線量の制限について勧告されたレベルについての全体像は、図4に示されるように、それらのレベルを自然バックグラウンド放射線による現存年線量の値と比較して示すことで得られる。

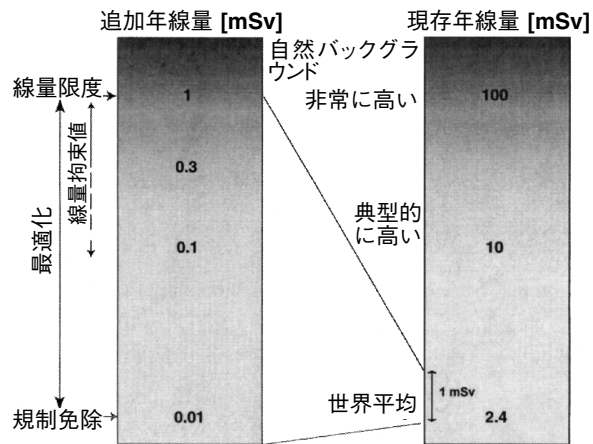


図4. 現存年線量で示した「自然」バックグラウンド被ばくの報告されたレベルと、追加年線量で示した個人の線量制限とを比較した模式図

3. 長期被ばく状況における介入への放射線防護体系の適用

(47) 事実上の被ばく状況が、放射線防護の観点から不満足であると判断されるならば、現存年線量を減らすために介入が必要である。長期被ばくは通常、現存する被ばくの重要な一部分である。介入は、現存年線量の諸成分の永久的な低減を成し遂げる防護対策の1つのセットの形式をとることがある。たとえば、ある放射性残渣のクリーンアップがそれである。それは、また、全部の現存年線量を減らすこともあるが、継続的な防護対策の実施を要求することもある（いくつかの地点で介入を止めることは可能かもしれないが）。たとえば人々の移転がそれである。

(48) 介入に対する委員会の放射線防護体系の原則は、介入の正当化と防護対策の最適化である（この原則に関する更なる詳細はD.31項を参照）。長期被ばく状況においては、この原則は一般的に次のように機能する。放射線防護体系は、介入前の現存年線量の成分を減らすために、介入を考慮することを要求する。（いつもとは限らないが、通常は、1つの線源に起因するちょうど1つの重要な成分が存在する。）介入によって回避年線量（ $-\Delta E$ ）が達成されるであろう。介入後の残留現存年線量は残るであろうが、これは介入前の現存年線量から回避年線量を引いたものと等しいであろう（図5参照。さらに、より詳細は、図8、9、D.3およびD.4項を参照）。年線量を回避するための防護対策が最適化されていたならば、介入後の現存年線量をそれ以上低減する必要はない。

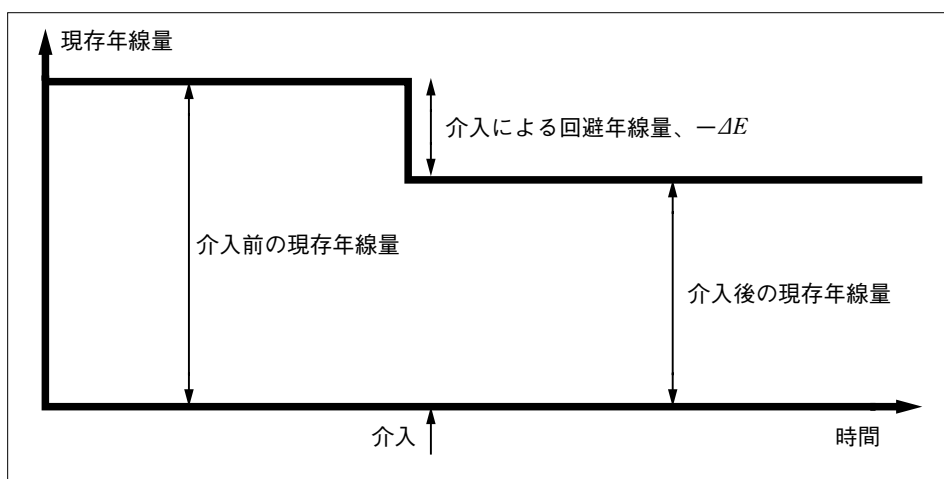


図5. 介入が実施されている時間にわたる、現存年線量の単純化された模式図

(49) 長期被ばくを含む介入状況には、様々なタイプがある。全てのケースについて、これらの被ばくを減らすために介入を行うかどうか、またどのように行うかの決定、さらには、防護対策を止めるかどうか、またいつ止めるかについての決定がなされなければならない。昔からある介入状況は、たとえば原子力事故のように、時間的に比較的近い、それと確認できる原因に起因する被ばくが人々に生じている場合である。もう1つのタイプは、人の居住地を構成する一部分になった状況であって、何らかの特定の発生原因と結びつけることができないか、あるいは、その原因との結びつきが時間とともに弱められた、自然線源および放射性残渣による被ばくがその例である。1つの特別なタイプは、長期被ばくの状況はあるが、人々がまだ被ばくしていない場合である。たとえば、将来居住されるかもしれない無人の汚染地域がそれである。(その地域に居住するという決定は、第1のタイプの状況の中で、介入の停止に概念的に似た状況を作ることができる。)これらの状況の受取り方にはかなりの違いがあるようであり、社会は異なる防護基準の適用を期待しているように見える。社会の選択は、規制方策の中に反映することができ、または介入に至る意思決定過程の間に考慮することができる。介入するかどうか(そして、もしそうならば、どのような方法を用いるか)の決定は、あらかじめ決められた参考レベル³²の使用によって、より簡単にすることができる(3.3節参照)。

(50) 長期被ばく状況における介入は、2つの極端な場合に関して考慮することもできる。1つは、長期被ばくに起因する現存年線量が十分低くて、介入が期待されず、また正当化できそうにない場合である。もう1つは、現存年線量が非常に高く、ほとんどどんな状況下でも介入が正当化されるような場合である。介入のための放射線防護体系はケースバイケースで適用されるべきであるが、介入の正当化と防護対策の最適化はこれらの極端な場合の中間のどこかで決定的となるであろう。これらの極端な場合には、ケースバイケースのアプローチよりむしろ一般的アプローチがもっと適切である。現存年線量で表された関連する一般参考レベル³²により、これらの極端な場合を定量化する勧告は、第4章で提供されている。

³² 参考レベルという用語は、委員会によって、それを超えれば[介入のような]何らかの特定の対策または決定を考えるべき測定可能な量の意味で用いられている(ICRP 1991a、257項)。一般参考レベルは、個別のケースでなく、状況(ここでは、長期被ばく)のクラス全体に関連する。

(51) **介入の免除**：介入の考慮ですら、その免除を規制文書に定めることができる。委員会は特に放射性物質を含んでいる商品に関して、介入免除レベルの制定を勧告する(3.3節と5.4節を参照)。

3.1. 長期被ばく状況における介入の正当化

(52) 長期被ばく状況において介入を行うことの直接の利点は、回避(個人および集団)線量を得ること、すなわち、現存年線量の低減と、その結果としての個人の放射線健康影響および被ばくした人々の放射線損害のリスクの減少が期待できることである。他の利点は、結果として人々が得る安心と、その状況によって生じる不安の減少である。介入によって生じる不利益には、費用、害およびそれに伴う社会的混乱が含まれる。介入の利益が不利益を相殺するならば、介入の正味の利益はプラスになり、介入は正当化されているといわれる。

(53) 長期被ばく状況の個々の場合において、介入の決定には多数の属性が含まれる³³。これらの属性は相対的な部分利益を定量化し、それは数値的に「プラス」(利益の場合)または「マイナス」(不利益の場合)になりうる。介入がなければ、大部分の属性は、たとえば：

- ・ 現存個人年線量および現存集団年線量；
- ・ それらが引き起こす心配、および、
- ・ その結果起こる、その状況を修復するための政治的圧力、

といった不利益の量になる。介入の利益は、たとえば個人と集団の線量を回避して不利益な属性を減らし、あるいは、たとえば不安と政治的圧力をなくして不利益な属性を取り除くことである。介入はまた、以下のような有益な属性を持ち込むかもしれない。たとえば：

- ・ 介入によってもたらされた安心。

しかし、介入はそれに加えて、新しい不利益な属性を持ち込むであろう。たとえば：

- ・ 費用、害および防護対策により持ち込まれた不便さ；
- ・ それらが引き起こすかもしれない社会的な混乱；そして、
- ・ 介入を実行する人々が受ける職業被ばくの線量。

³³ 属性という用語は、この報告書において、介入に伴ってあるいは介入の結果生じる定量化可能な特性の意味で用いられている。

(54) 介入の正味の利益または介入の前後の属性の間の収支がプラスのときには、介入は正当化される。定量的にいうと、介入があるときの属性の総和から介入がないときの属性の総和を引いたものがゼロを超えるとき、これは達成される。介入の正当化に関連するのは、介入の前後における属性の値の絶対値ではなく、その差である。たとえば、正当化の過程において使うべき関連する量は、現存年線量ではなく、回避年線量である。

(55) 正当化は、意思決定支援過程によって、客観的に算定されるべきである。この過程は、定性的または定量的で、また、単純あるいは複雑なものでありうる。(委員会により

Publication 37、ICRP 1983 で言及された費用便益分析のような) 単純で定量的な意思決定支援技術が用いられる場合には、これらの属性は全て同じ単位で表されなければならない。費用は金銭の単位で表されるので、等価な金銭の値が他の属性に割り当てられることがあり、あるいは、その代わりに、他の共通の価値の単位が考慮されることもある。ある種の属性は定量化によくなじむ。たとえば、被ばくした人々の回避可能年線量や介入を実施した人々の職業被ばくの線量、および、防護対策により生じた費用と不都合がそれである。しかし、たとえば、安心、不安、社会的混乱と政治的な圧力のような、定量化があまり容易でない多くの属性があろう。*Publication 55* (ICRP 1989、105-122項) で委員会によって言及された多属性効用分析は、意思決定支援過程においても使用できる、より複雑な定量技術である。この技術は、いろいろな程度の定量化で属性に関する入力データを受け入れることができる。それゆえ、多種多様な長期被ばく状況における介入の正当化を算定するために、それを用いることができる。

(56) どんな意思決定支援技術への入力を分析する際にも、各属性の相対的な重要性すなわち重みを決める必要がある。多属性効用分析が使用される技術であるならば、効用関数を導出するかそれらに割り当てることによって、関連する要因の全てを直接分析に含めることができるが、重みをなお割り当てる必要がある。これらの判断は、使用される意思決定支援技術に関わりなくなさなければならない。実際、たとえ意思決定支援技術が使われない場合でさえ、判断は暗黙のうちになされている。(意思決定支援技術は判断の必要性を作り出すのではなく、判断を明確にするのである!) データベースが同じものであり、そして判断が一貫しているならば、意思決定支援技術が使われているか否かにかかわらず、結果としての決定は同じであるべきである。

(57) 多くの長期被ばく状況にはまた、それは客観的に放射線防護と関連がないこともあるが、介入について意思決定をする際に考慮に入れる必要があるかもしれない他の考察がある。委員会は、主に社会・政治的な性格および文化的な性格のこれらの他の考察が、介入の正当化のための意思決定支援過程よりもっと広くあるべき意思決定過程で考慮に入れられてよいと考えている。これらの考慮に割り当てられる相対的な重みづけは、状況のタイプによって大きく異なることがあり、それらについて広いコンセンサスを達成することは困難かもしれないが、したがって、それを一般化するのは難しくなる。最近の研究によって示されるように、放射線防護属性に基づく意思決定支援過程において通常考慮に入れられるもの以外の考慮が、介入の決定を支配することさえありうる (NEA 2000)。

(58) もっと広い意思決定過程においては、利害関係者の役割を認めるべきである。その目標は、状況に関係する人々を関与させて、意思決定過程に参加する機会を与えるべきであるということである。利害関係者の関与の範囲は、状況によっていろいろ変わるであろう。

利害関係者の参加の重要な例は、事故後の長期介入の際、また特に状況が「通常」であることを決める際である。利害関係者が重要な役割を演ずるかもしれないもう1つの例は、何十年も前に汚染され、汚染の時点で居住地の最終的な復旧に十分な配慮がなされていなかった居住地の場合である。そのような場合に、意思決定者は通常ジレンマに直面する。すなわち一方では、一部の利害関係者は、放射線防護上の考慮に関係なく、その本来の状態にその地域を戻したいと望むかもしれない。他方、一部の利害関係者は、どんな救済策もとらず、汚染された居住地に直ちに居住することに、もっと強い関心があるかもしれない。これらの関心に与えられる重みは、最終決定の受容性における重要な要因になりうる。

(59) まとめとして、委員会は以下のように考える：

- ・長期被ばく状況での介入の正当化は、放射線防護に関する全ての関連する長期的属性の収支がプラスになることを要求する、意思決定支援過程によって評価すべきである。(回避可能な個人および集団の年線量に加えて、他の属性には以下のものが含まれる：その状況によって生じた不安の予想される減少、介入によってもたらされる安心、および防護対策の実施により引き起こされることのある社会的費用、損害および混乱の期待される減少。)
- ・そのような意思決定支援過程の結果を、他の考慮を包含し、関連する利害関係者が関わることのある意思決定過程に、1つの入力として使うべきである。

(60) 意思決定に影響する様々な考察が、各々一度だけ考慮に入れられることを確実にすることは重要である。たとえば、多くの正当化の過程の中で、「政治的な」要因を二度導入する（そして、数える）ことは、通常行われていたやり方であった。政治的な要因は、介入を正当化するための意思決定支援過程の中で、技術的な専門家によってしばしば考慮に入れられ、そしてまた、それらはもっと広い意思決定過程に参加している政治家によって、その後再び持ち込まれる。意思決定支援技術は、ある与えられた勧告または決定にどのような考慮が含められたかを明らかにすることによって、そのような要因の「二重計数」を除く助けになりうる。いずれにせよ、介入のための全体的な意思決定過程は、可能な限り統合されるべきである。

3.2. 長期被ばく状況における防護対策の最適化

(61) 防護対策の最適化は、すでに正当化された介入の防護対策の形式、規模および継続期間に関して決定する過程である。その目的は、プラスの正味利益だけでなく、最大限の正味利益を得ることである。その手順は、行為の範囲内にある線源の防護を最適化することと概念的に少しも異なることはなく³⁴、2.2節と3.1節で論議された意思決定支援のいろいろなタイプが防護対策の最適化に適用できる。長期被ばくを減らすための防護対策と他のタイ

プの被ばくに関係する防護対策の間に重大な相互作用がなければ、それらの技術は長期被ばくを引き起こしている状況の本質とは無関係である。もしそのような相互作用が重要であるならば、前に示したように、相互関係のあるサブシステムを持つ複雑なシステムの最適化のために勧告されたアプローチを適用すべきである（ICRP 1983、114-116項参照）。

³⁴ 放射線防護を最適化する技術は、*Publication 22*（ICRP 1973）で導入され、*Publication 37*と55（ICRP 1983、1989）の中で詳細に検討された。これらの出版物は全て行為における防護の最適化を目的としているが、それらの根底にある勧告は、介入における防護対策の最適化にも適用される。

(62) 通常、正味利益がプラスであるようないろいろの正当化された介入の選択肢があるであろう。他の選択肢は、正味利益がゼロかマイナスであるので正当化されないであろう。これらの正当化されない選択肢は、最適化の過程において考慮すべきではない。正当化された選択肢の中で最適の防護選択肢は、そのような正味利益が最大にされている防護対策の形式、規模および継続期間の組合せであろう。最適の防護選択肢は、個人線量あるいは集団線量のいずれかにおいて必ずしも最低の残存年線量をもたらす選択肢であるというわけではない。選択肢のあるものはもっと低い残存年線量をもたらすかもしれないが、最適の選択肢より小さい正味利益を与える可能性がありうる。

(63) いくつかの介入の選択肢は、線量を減らす手段として、人の居住地の使用制限を含むことがありうる。制限の実行を要求する制度上の管理が実行可能ならば、これらの選択肢は最適化過程の中で考慮されるかもしれない。それらは、他の手段によって線量低減が成し遂げられるような選択肢と対等な基準で比較されるべきである。しかし、人の居住地の使用に対する制約を必要としない選択肢が、意思決定過程において、主に社会・政治的な考慮によって支持されるかもしれない。

(64) まとめとして、委員会は以下のように考える：

- ・防護対策の最適化は、行為との関連で委員会が勧告する防護の最適化への一般的なアプローチに従って実行することができる。最適な防護対策の形式、規模および継続期間は、介入の正当化された選択肢から選ばれるべきである。ある種の長期被ばく状況に対しては、人の居住地の使用を制限することは、最適化過程の結果でありうる。

3.3. 長期被ばく状況における介入に対する特定参考レベル

(65) 委員会は、以下のように考える：

- ・国の当局と、該当する場合、関連する国際機関は、介入を受け入れる個々の長期被ばく状況に対して、特定参考レベル（たとえば介入レベル、対策レベルおよび介入免除レベル）をあらかじめ決めるべきである。それは、回避年線量または関連する補助的な量で便利に

表すことができる。

- ・あらかじめ決められた特定参考レベルの使用は、介入についての時宜を得た決定と諸資材の効果的な投入を容易にすることができる。しかし、不適当な使用は、正当化と最適化の原則との不調和につながるかもしれない。

介入に対する特定参考レベルは、個々の長期被ばく状況だけに適用できる。それらは、介入による回避年線量に関連する補助量のいずれかで便利に定量化することができる。

(66) **介入レベル**：長期被ばくとの関係では、介入が正当化されることになっているならば、介入レベルは回避されなければならない年線量の最小のレベルである。介入レベルは、特定の防護対策によって達成される回避可能年線量として表される。防護対策によって回避されると期待される年線量 $|-ΔE|$ が介入レベルより大きい、つまり $|-ΔE| > IL$ ならば、その防護対策は適用の候補と考えるべきである。この介入レベルの概念は、一時的な被ばくに関して国際基準に採用された (IAEA 1996)。

(67) **対策レベル**：対策レベルは、汚染された土地の単位面積当たりの放射能のような何らかの測定できる量の値であって、その値以上ではおそらくある与えられた防護対策が介入を正当化するのに十分大きい回避年線量を達成できるような値である。対策レベルは、たとえば、食物消費の制限あるいは家屋内のラドン低減措置のようないろいろな防護対策の全部の種類にあてはまる。対策レベルはまた、国際基準としても採用されており (IAEA 1996)、そこでは、介入レベルは、それを超えたら特定の被ばく状況において防護対策を実施すべき線量率または放射能濃度のレベルとして定義されている。

(68) **介入免除レベル**：委員会は、特に商品の国際貿易において不必要な制限を回避するために、介入に関連した免除の概念を考察した。自由に許された輸出入と、特別な決定の対象となるべきものとの間の境界線を示す介入免除レベルの使用が勧告された。介入免除レベル以下の品物に適用される制限はどんなものでも、通商に対する人工障壁と考えるべきではない (ICRP 1991a, 284項；また D.18項も参照)。したがって介入免除レベルは、長期被ばくを含む公衆の使用のための商品に適用することができる (5.4節を参照)。

(69) **定量的特定参考レベル**：介入のための特定参考レベルは、個々の状況の諸事情に依存する多くの属性に影響される。それゆえ委員会は、二、三の特定参考レベルだけを勧告し、ついで、それは国際基準に採用された (IAEA 1996)。一般的な最適化の例で委員会は、事故後の移転が1か月の回避線量約 10 mSv で最適化されることを示した (ICRP 1991b, C 8 項)。多くの一般的な研究によれば、汚染された地域に人々を戻すためにも同様な値が示されている (IAEA 1986b)。したがって委員会は、長期被ばくの1か月の回避線量で5から15 mSv にわたる移転のための最適化された値の幅を勧告した (ICRP 1991b, 119項)。委員会はまた、生涯で1,000 mSv になる回避線量で原子力事故に続く永久再定住を勧告したが、

それは約15-20 mSvの平均年線量に相当するであろう (ICRP 1991b、119項)。委員会は、1つの食糧の制限に対する介入は10 mSvの回避年線量でほとんど常に正当化されると述べ、ベータ/ガンマ放出核種に対しては $1,000-10,000 \text{ Bq kg}^{-1}$ 、またアルファ放出核種に対しては $10-100 \text{ Bq kg}^{-1}$ の最適化された値の幅も提案している (ICRP 1991b、119項)。住居中のラドン濃度に関して委員会が勧告するラドンの線源関連の対策レベルは、3-10 mSvの年線量の範囲に対応しており (ICRP 1993b、72項)、それはまた、 $200-600 \text{ Bq m}^{-3}$ のラドン濃度に相当する (ICRP 1993b、73項)。委員会は、これらの対策レベルが単純な措置だけに関連しており、たとえば人々が彼らの家から永久に立ち退くといったもっと厳しい措置に対しては、対策レベルは1桁またはそれ以上高くすべきであると考えていることを示した (ICRP 1993b、74項)。

4. 長期被ばく状況における介入に対する現存年線量の一般参考レベル

(70) 介入に対する一般参考レベルを確立するため、概念的には現存年線量を用いることができる。しかし、そのような量は注意して用いるべきである。それは個人が受ける全ての現存した継続する年線量からなり、したがって、それは長期被ばくの多くのいろいろな成分によって構成されている。これらには、土壌、地層、および建材中の長寿命放射性核種（およびその子孫核種）による外部被ばく（周辺のラドンと他の放射性核種による被ばくを含む）と、再浮遊した物質の吸入および汚染された食糧の経口摂取の結果体内に摂り込まれたそれら放射性核種による内部被ばくが含まれる。現存年線量の成分はそれぞれ異なる評価方法を必要とするかもしれないので、その値を決定するのに用いることができる単一の手段はない。同様に、全ての成分に対するはっきりした共通の規制は存在しない。ある成分は「自然のもの」であり、常に考慮しているその居住地の特徴であった。その他は「人工のもの」とみなされる。これらの中で、あるものは長年にわたって居住地の一部であったかもしれないし、その他は最近の人間活動や事象に起因するものかもしれない。各成分に起因する健康影響はその線量レベルに依存し、その起源には依存しないが、個々の成分を減らす必要性に関する公衆の受取り方は、時にはその線量レベルではなく、その起源に関係する。公衆とそれを代表する当局は通常、同じようにこれらの成分を見たり扱ったりすることはない。さらに、これらいろいろの成分の制御に関する責任にはふつう様々なレベルがある。（しかし多くの長期被ばく状況には、現存年線量という唯一の支配的な成分があり、上記の困難は単純化されている。）このように、現存年線量で示された規制規準の実行には実際的な問題があるかもしれない。これらの困難のため、委員会は、現存線量に基づく一般参考レベルよりも、与えられた成分の回避可能線量に基づく特定参考レベルを優先してきた。

(71) しかし、それらの欠点にもかかわらず、現存年線量で示される一般参考レベルはそれでも非常に役立つ。それらは長期被ばく状況の極端なケースを認識する助けになりうるし、前に示したように、それらは介入の決定において重要な因子になることがある。それらはまた、ある与えられた長期被ばく状況に含まれる年線量が十分に低くて、介入が通常期待されず、また介入が正当化されないような状況の識別を容易にするかもしれない。反対にそれらは、ほとんどいかなる状況の下でも介入が正当化されるほど現存年線量が高い状況を同定することができる。したがって、それらはまた、介入のための正当化をケースバイケースで決定すべき中間的な状況を同定することもできる。それらは、ある1つの成分からの回避線量が他の成分からの線量を増やすかもしれないという状況にも役立つかもしれない。

(たとえば、食餌の変化が1つの成分を減らす最善の防護対策であるが、新たな食餌が別の成分を増やす場合、あるいは、異なる成分によるかもしれないが、退去した地域よりも受け入れた地域の年線量が高くなるような移転の状況の場合など。) それらは、現在の居住地における総合された諸状況、たとえば自然過程によって高められたバックグラウンド放射線の制御可能な被ばくの状況や遠い過去からの遺産である放射性残渣による被ばく状況を、地方の当局が扱う助けになるかもしれない。それらは、また、介入に対する委員会の放射線防護体系の適用後に残っている被ばく状況についての全体像を提供するのに役立つかもしれない。

(72) したがって委員会は、回避可能年線量で示される特定介入レベルの設定を含む、介入に対する放射線防護体系の完全な使用を勧告する一方で、

- ・現存年線量で示される介入に対する一般参考レベルの使用もまた勧告する。それらは、たとえば高い自然バックグラウンド放射線による被ばくおよび遠い過去からの遺産である放射性残渣による被ばくのような、いくつかの状況において介入が考慮されている場合に、特に役立つ。

(73) しかし、委員会は以下のことを強調しておきたい：

- ・一般参考レベルは細心の注意を払って用いるべきである。現存年線量のうちのある制御可能な成分が明らかに支配的であるならば、一般参考レベルの使用によって、これらの支配的な成分を減らすために防護対策がとられることが妨げられるべきでない。(これらの対策は、特定参考レベルまたは介入に対する放射線防護体系の要件に従うケースバイケースの決定のどちらかによって発動することができる。) 一般参考レベルの使用により、現存年線量の様々な成分間での防護対策の「トレードオフ」が助長されるべきでない。

(74) この点に関して、委員会は以下のように考える：

- ・低レベルの現存年線量は、その成分のいずれにも防護対策を適用すべきでないことを、必ずしも意味しない。また反対に、
- ・高レベルの現存年線量は、必ずしも介入を要求するわけではない。

(また、高レベルの現存年線量は新しい行為の導入を排除すべきでもない。すなわち、行為は現存年線量を通じてではなく、その行為に起因している追加年線量を通じて制御されるのである。)

(75) 現存年線量の一般参考レベルは、介入に対する委員会の放射線防護体系の原則からの必然的な派生として、また、それらの原則の代わりでなく補足とみなされるべきであることを、再度強調する。制御可能な現存年線量のいかなる線量成分に対しても、特にそれが支配的な成分であるならば、一般参考レベルの使用によって、防護体系の原則の適用が排除されるべきでない。

(76) 介入が通常期待されず、また正当化されそうにないほど低い現存年線量の同定は、

単純でなく、確かに容易でない。見通しを得る目的のために、世界の多くの地域で経験されている「自然の」現存年線量を用いることは有用である。「自然の」線量の世界平均は年当たり2.4 mSv程度で（A. 8項参照）、世界の人口の大多数はこのレベル以下あるいはこのレベル程度の線量を受けている。しかし、多くの人口集団が、年当たりおよそ10 mSv程度にまで高められた線量を経験している世界の諸地域で何年もの間生活してきており（A. 9項参照）、中には年100 mSvを超える線量を受ける集団さえもある（A. 10項参照）。高いレベルのバックグラウンド放射線を経験している多くの場所において、被ばくの支配的な成分は住居中のラドンガスに起因している。また他の状況では被ばくは主に他のガンマ線放出放射性核種、たとえば土中と水中のラジウムに起因する。いくつかの例外はあるが、年当たりおよそ10 mSvの典型的に高められた「自然の」バックグラウンド線量を減らすために介入がなされることはまずまれであった。さらに、もっと高い「自然の」バックグラウンド線量を減らすために、これらが制御可能であった場合でも、防護対策が実行されたことはたまにしかなかった。これは、当局がこれらのレベルを、そのような状況においていかなる介入も発動しそうでないレベルと考えてきたことを示唆しているかもしれない。しかし、「自然」線源による現存年線量の典型的に高められたレベルが、当局のみならず被ばくしている人々にも一般的に黙認されてきた理由は、おそらく多様であろうということを注意すべきである。その理由は、承知の上での客観的決定であるよりは、（たとえそうと気づかなくても）政治、法律、および経済上の考慮にもっと基づいているかもしれない。多くの国において、これらの理由のうち支配的なものは、自然放射線源を制御するための法的権力がなかったためかもしれない。したがって、これらのケースで公衆衛生当局による介入がないことは、彼らが他の線源からの同程度の線量を自動的に容認するだろうと推測する十分な理由ではないかもしれないと思われる。さらに前に示したように、委員会は、たとえば高い自然バックグラウンドレベルによる高いレベルの現存年線量自体が、たとえば長寿命放射性残渣に起因した高いレベルの年線量のような、特定の年線量成分を正当化すべきでないと考えた。これは、介入に対する放射線防護体系の原則に従って常に制限されるべきである。しかし予想される放射線健康影響は受ける線量に依存し、線源の起源には依存しないので、委員会はまた、どんな防護対策の引き金にもならなかった「自然の」線源からの典型的に高められたレベルの現存年線量は、介入に関連する決定に役に立つ洞察を提供するかもしれないとも考えている。

(77) 十分に低いレベルの現存年線量に関する更なる洞察は委員会の以前の勧告、たとえば *Publication 63* (ICRP 1991b) と *Publication 65* (ICRP 1993b) から得ることができ、そこでは、長期被ばくに関する若干の事項を含む多くの介入状況が検討されている。これらの刊行物の中で委員会は、それ以下であれば種々の状況においていかなる介入もあるいは対策もとられそうでない特定参考レベルを勧告し、現存年線量の支配的な単一の成分に対して

数 mSv から数十 mSv の範囲のレベルを提案した (69項参照)。そのような介入レベルと対策レベルは、一般に国際基準 (IAEA 1996) といくつかの国の規制に組み込まれた。このことも、政府の当局がこの (年10 mSv 程度の) 勧告レベルを、それらが現存年線量のただ1つの成分だけによる被ばくに関係するにもかかわらず、このケースでは条件なしで、介入の契機になりそうにないものと考えてきたことを示唆している。

(78) 範囲の他方の端にある、介入がほとんど常に必要となる一般的状況を同定することは便利である。現存年線量が確定的影響に対するしきい値に近づくか、あるいは、それが確率的影響の高いリスクをもたらす場合がそうであろう。そのようなレベルの年線量を受けることになるならば、ほとんどいかなる事情の下でもなんらかの介入を行う必要があるであろう³⁵。関連する臓器の該当するしきい線量を超えないならば、100 mSv 程度を下回るレベルの現存年線量を生じる長期被ばく状況は深刻な確定的影響をもたらすにない (C.3項参照)。しかし、このレベルの現存年線量では確率的影響のリスクは非常に高く、一般に受け入れられるとは考えられないであろう。これに基づき、100 mSv に向かって増加している現存年線量をもたらす長期被ばく状況においては、何らかの介入がほとんど常に正当化されるであろうと結論される。

³⁵ 委員会はすでに以下のように述べている：委員会は介入の必要性の決定に線量限度を適用しないことを勧告するが、重篤な確定的影響を生じるような線量に近い線量レベルでは、ある種の介入はほとんど必須となるであろう (ICRP 1991a, 131項)。

4.1. 介入に対して勧告される一般参考レベル

(79) これまでの議論から、委員会は以下のように結論する：

- ・ 10 mSv 程度に近づく現存年線量は、それ以下ではある種の長期被ばく状況に対して介入が正当化されそうにない一般参考レベルとして用いられるかもしれない。

(80) 委員会は、この種の一般参考レベルが、現存年線量を構成する多くの成分のうち支配的な成分が存在しない状況においてさらに役立つことを強調したい。これらの成分の1つまたはそれ以上を減らすための介入がおよそ10 mSv よりずっと低い現存年線量で正当化されることのある状況があるかもしれない。その成分に関連している回避可能な個人線量と集団線量のレベルに依存し、また全ての関連した要因を考慮した後の地方ならびに国の当局による決定に依存するが、そのような成分を減らすための防護対策がかなり単純であるか、または最適化の結果である場合がそうであろう。関心は通常1つの成分に集中するので、国の当局は——その特定の成分に固有の対策レベルのような——一般参考レベルの適切な割合に基づきうる特定参考レベルを制定することが役に立つと分かるであろう。

(81) まとめとして、委員会は以下のように結論する：

- ・介入が正当化されそうにない現存年線量のレベルより下においても、現存年線量の支配的な成分を減らすための防護対策はやはり選択の対象であり、正当化されるかもしれない。そのようなケースでは、特定の成分に固有な対策レベルを、勧告された一般参考レベルの適切な割合に基づいて確立することができる。
- ・さらに、介入が正当化されそうにない現存年線量のレベルを超える場合、介入はおそらく必要となるかもしれず、その正当化はケースバイケースで適切に考慮されるべきである。

(82) もし介入が正当化できると考えられるならば、防護対策の形式、規模、および継続期間は、回避可能な個人と集団の年線量を含む、関連する全ての要因を考慮して最適化されるべきである。

(83) 最後に、委員会は以下のように結論する：

- ・関連する臓器の確定的影響に対する年（等価）線量のしきい値を超える可能性のある状況は、介入を要求すべきである。（この要件を確立する際、長期被ばくによる確定的影響の現在の推定値における不確実性を注意深く考慮に入れるべきである。）
- ・100 mSv へ向かって増加する現存年線量は、ほとんど常に介入を正当化するであろうし、考えるほとんど全ての状況下において、防護対策を確立するための一般参考レベルとして用いられるかもしれない。

(84) 委員会は、80–81項で説明され、5.2.2節で例証されているように、前の諸項で勧告されたレベルは一般参考レベルの上限值であることを強調したい。つまり、それらは非特定の状況に関する値であって、介入の決定が考慮されるかもしれない現存年線量の範囲に、大まかな境界を提供する値である。委員会は、一般参考レベルの勧告値がいかなる種類の「拘束値」または「限度」レベル、また反対に「受容可能な」レベルとしての地位を獲得することを意図しておらず、またそれらがこのように使われないことを期待している。

4.2. 介入に対して勧告される一般参考レベルの全体像

(85) 現存年線量の一般介入レベルに対して勧告されたレベルについての全体像は、図6に示すように、それらを自然バックグラウンド放射線の線量値と対比して表記することで得られる。

(86) 勧告された一般介入レベルの上限值当たりのレベルでの長期年線量が意味するリスクに関してある種の全体像を得ることもまた有用である。これは、そのリスクと、平均的な人に対する全ての原因からの条件付総死亡確率とを比較することによって行うことができる。（この比較は、委員会の主勧告 ICRP 1991a、C 8 項においてすでに使われた。）その確率

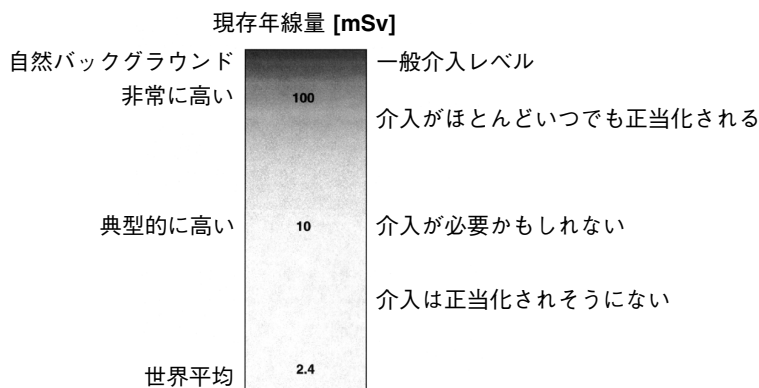


図6. 「自然」バックグラウンド線量の報告された値と対比した、現存年線量の一般介入レベルの上限値の模式図

は集団の年齢別死亡率を年齢の関数として記述する Gompertz-Makeham 曲線によって与えられる。Gompertz-Makeham 曲線によって記述される死亡率は、リスクの全原因、すなわち検討中の集団が受ける放射線被ばくによるリスクを含む自然と人工のリスクに関係する。図7は、比較的開発の進んだ国での与えられた性と生活を持つ、通常標準集団と呼ばれる基準となる集団に対する年齢別死亡率の Gompertz-Makeham 曲線を連続的な曲線として示している。図7はまた、標準集団の死亡率に対するそれぞれおよそ10 mSv と100 mSv の追加年線量の外挿された影響も示している。計算された値は、10 mSv に対しては点線、100 mSv に対しては破線で示してある。結果として得られた曲線は、標準集団についての通常値を超えて被ばくした集団に対する死亡率の増加を示す。これらの曲線は理論的に作ったものであって、疫学調査の結果ではないことに留意すべきである。曲線は、確率的影響に対する委員会の名目確率係数を使って計算されている (C.7項参照)。曲線は個人の確率ではなく、標準集団全体の平均確率に関するものであるが、それらは個人線量に起因する死亡確率の変化を直観するのに役立つ。年に10 mSv 程度の継続的な長期被ばくに対して、死亡率の生涯にわたる変動は、条件付総死亡確率の5%程度である。そのシフトは、年100 mSv 程度の継続的な長期被ばくに対しては50%程度である。(比較的大きな変動が40歳ぐらいで起こる。それらは、年10 mSv 程度の継続的な長期被ばくに対しては条件付総死亡率の10%程度、年100 mSv 程度の継続的な長期被ばくに対しては100%程度である。) 男性と女性の標準集団の死亡率の間、および開発の程度が異なる国々の標準集団の死亡率の中では、もっと大きいシフトが起こる (ICRP 1991a、図 C.6と図 C.7参照)。

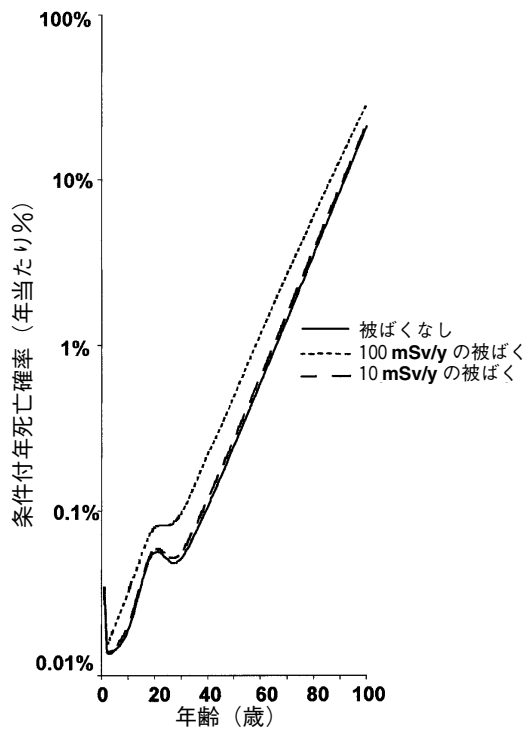


図7. 標準集団と、10 mSv または100 mSv の追加長期年線量を受けた集団に対する年齢別の年あたり条件付死亡確率

5. 特定の長期被ばく状況への勧告の適用

(87) この章では、特定の長期被ばく状況の例を提示し、これまでの章に与えられた勧告との関連において、それらをどのように扱うことができるかを説明する。例には、高レベルの自然バックグラウンド放射線、行為およびその他の従前の活動や事象からの長寿命放射性残渣、事故後の介入の中止、および、放射性物質を含む公衆の使用する商品のいくつかのケースが含まれる。

5.1. 自然バックグラウンド放射線による高レベル長期被ばくについての考察

(88) 世界のいくつかの集団は、自然放射線源による被ばくの結果として、比較的高い個人年線量を受けている。線源は時には制御可能であるが、これらの高い線量が公衆にとって耐えられない原因であったとは一般的には思われず、多くの公衆衛生当局は、線量低減のため介入を行うかどうか、また行うとしたらどのようにするかについて、自信が持てなかった。しかし、前に述べたとおり、多くの国では、当局は自然バックグラウンド放射線の制御に対して法的権限または管轄権を持っていない。それにもかかわらず、いくつかの状況は専門家の関心の原因となった：それらには、住居における空気中の高濃度ラドンガス、および、建材や地中の高濃度のガンマ線放出自然放射性核種が含まれる。主な問題は、たとえどんなに防護措置が破壊的かつ押しつけがましいものであっても、ほとんど常にそれが要求されるような制御可能な自然放射線源からの年線量レベルが存在するかどうか、そして反対に、それ以下であればどんな介入もほとんどすべきではないレベルがあるかどうかである。これらの問題を検討するためには、国の当局は、第4章で一般的ガイダンスとして勧告された一般介入レベルを使うことを望むかもしれない。それぞれのケースに対するもっと具体的な勧告を次に述べる。

(89) **住居におけるラドン**：屋内における希ガスラドン-222の高められた環境レベルの存在は、困難な長期被ばく状況を作る（A.12項参照）。前に示したように、委員会は以前、「家庭と職場におけるラドン-222に対する防護」についての勧告を含む *Publication 65* を発行した（ICRP 1993b）。それには、現存のおよび新しい建物における状況を扱うためのガイダンスが含まれている。

(90) 現存の建物については、委員会は、介入は住民の中で比較的高く被ばくする個人を防護するために行われるべきであることを強調する。防護対策の費用と有効性は地域ごと

に変わりそうであり、国の当局はその政策をこれらの個々の状況に適應させるために最もよい地位にある（ICRP 1993b、65項）。前に述べたとおり、委員会は、介入のための対策レベルが選択されるべきラドン-222に起因する年線量の範囲を3-10 mSvと勧告している（ICRP 1993b、72項）。居住を年間7,000時間、平衡係数を0.4と仮定すれば、対応するラドン濃度の丸めた値は、およそ200-600 Bq m⁻³（ICRP 1993b、73項）である。濃度を減らすために必要な対策は、通常かなり単純であり、中ぐらいの費用がかかるだけである。委員会は、勧告された対策レベルの範囲は単純な措置のみに関連することを示した。移転のようなより厳しい措置は、低減できない濃度が採用された対策レベルより1桁かそれ以上高くない限り適切ではないであろう（ICRP 1993b、74項）。

(91) 新しい建物については、委員会は高ラドン地域における建設に制約を課すことを勧告している。その目的は2つある。第1には、完成した建物中のラドン濃度を合理的に達成できる限り低く保つことであり、第2に、もし初めの建設が現存の建物についての対策レベル以下の濃度を達成できなかったとき、追加の防護対策を容易に導入できるようにすることである。これらの目的は、建設行為のガイダンスを出すことによって最もよく達成される。新しい建物が高ラドン地域で建設されることになっているときには、高められたラドンレベルを防ぐために基礎の設計を修正することが賢明である。いくつかの状況においては、高められたラドン濃度は、ラジウム-226含有量の高い盛り土または建材の使用により生じている可能性がある。そのような材料はガンマ線の放出によって容易に検出できるので、それらを同定し、使用を止めるか制限するような考慮を払うべきである（ICRP 1993b、77-81項）。

(92) 委員会は、屋内空気中ラドンに対して実証された防護対策が容易に利用できることを再び強調する。ラドンレベルを対策レベルより十分低い値に最もよく維持できそうな救済手法を、最初から採用すべきである。介入は高められたレベルが発見されたらすぐ開始すべきであり、濃度が当局の採用する対策レベルよりかなり上のときは特にそうである。予防作業については、完成された建物内で一貫してラドン濃度が低く保てるように、建設規定と建築手引きを工夫すべきである（ICRP 1993b、105項）。

(93) したがって、委員会は、次のことを思い起こすよう希望する：

- ・ 委員会が以前に出したラドン-222に対する防護のための勧告は現在も有効であり、住居におけるこの放射性核種による長期被ばくの制御に十分適用できる。

(94) **建材中の自然ガンマ線放出体**：介入は、建材中のガンマ線放出体に起因する高い年線量レベルを持つ現存の建物に適用可能である（A.13項参照）。しかし、実行可能な防護対策は、ラドンの場合のようには履行が容易でなく、あるいはまた、数もそれほど多くはない。可能な、しかし極端な介入は、建物の破壊と居住者の移転である。この対策には重大な経済的、社会的な不利益が伴い、慎重な考慮なしには適用されそうもない。前に示したよう

に、第4章で勧告された一般参考レベルが実際的な問題の解決のためのいくつかのガイダンスを提供することができる。

(95) ガンマ線放出放射性核種を高濃度に含む建材で造られる新しい建物については、新しい建物におけるラドン-222についての委員会の勧告で述べられた原則の一部が、適切な修正を加えた上で適用可能かもしれない。非常に汚染された建材を避けることは、通常実行可能である。建材中の放射能濃度について標準化された介入免除レベルを設定することは、多くの実際的な問題を解決するのに役立つはずである（5.4節を参照）。

(96) したがって、委員会は以下のように考える：

- ・関係する国の機関および、該当する場合には、関連する国際機関は、この報告書で示された放射性物質を含む商品についての勧告を考慮に入れて、建材中の特定の放射性核種の放射能濃度について標準化された介入免除レベルを誘導すべきである。

(97) **地中の自然ガンマ線放出体：**世界中の至る所に、地中のガンマ線放出体による外部被ばくに主に起因した著しく高い自然バックグラウンド年線量の地域がある。これらの地域では、土壌は、モナザイトのようなトリウムおよびウランを含む鉱物に非常に富んでいる（A.14項参照）。適切に造られた建物は、屋内の線量を減らすことができる。屋外の線量は、住民が移転しない限りなかなか制御しにくい。介入は重大な経済的、社会的な不利益をもたらす、慎重な考慮なしに適用されるべきではない。

(98) 委員会は以下のように考える：

- ・地中の自然ガンマ線放出体の高いレベルによる制御可能な被ばくのある地域については、現存年線量の勧告された一般参考レベルの適切な割合を使用することにより、実際的な問題の解決のためのガイダンスが得られるはずである。

(99) この勧告はこれらの地域に住む公衆の構成員に適用されるが、もっと「普通の」バックグラウンドの地域に住む人々のグループがバックグラウンドが高い地域で働くようになるかもしれない。このことは、規制機関にとって特に困難な問題を提示するかもしれない。可能な防護対策の実行可能性と範囲を決める前に、そのような人々の被ばくを、ケースバイケースで算定する必要がある。算定の範囲は、場所、期間、および高バックグラウンド地域での彼らの仕事の種類に依存する。委員会の「作業者の放射線防護に対する一般原則」（ICRP 1997a）を、一般的なガイダンスとしてこれらの事例で使うことができる。

5.2. 人の居住地における長寿命放射性残渣

(100) 放射性物質の使用の後、放射性残渣が、通常は「汚染した」土地として、人の居住地に残ることがあり、「通常被ばく」あるいは「潜在被ばく」のいずれかの長期被ばく

を生じうる。放射性残渣はいくつかの原因から生じる。時には、それらは行為による放射性放流物の環境への通常放出からの放射性核種の蓄積によって生じる。それらはまた、行為の終了や廃止に続く放射性残渣であることもある。最も普通には、これらは過去に行われた人間活動の結果である。これらの活動の一部は、単に放射線防護の観点から規制されていなかった。その他のものは規制されていたが、その当時は利用できなかった、行為についての現在の放射線防護体系の要件に従っていなかったものである。放射性残渣はまた、予見できない事故や核実験のような、環境に放射性物質を放出する規制されない事象の結果である(5.3節参照)。

(101) 放射性残渣がある行為の結果であるならば、放射線防護体系は、その行為に起因する残存長期被ばくを、とりわけ個人線量の拘束値や限度を適用することにより制限すべきことを要求する。放射能がこれらの要件に従って制御されなかったならば、介入を考慮し、必要ならば実施すべきである。行為と介入のそれぞれに放射線防護体系を適用した後に残る残存線量には、受取り方の違いがある。さらに、放射線防護体系は広く存在する条件を考慮に入れながら、ケースバイケースで適用されるので、最終的な残存年線量はケースごとに異なりうる。それに加え、被ばくは均一ではなく、起こるかどうかわからないことさえありうる。全てのこれらの状況は、残存年線量のいろいろなレベル、種類、および不確かさの程度に対する公衆の受容の問題を含んだ、実際的な問題を作り出す。

5.2.1. 行為からの放射性残渣

(102) 現在の行為に起因する放射性残渣の場合、勧告された線量拘束値は、行為の範囲内にある線源の操業中止後に残る残渣に適用可能である。したがって、委員会は以下のように考える：

- ・ 勧告された線量拘束値は、たとえば廃止された施設のサイトののように、行為の中止後に人の居住地に残ると予想される放射性残渣からの長期被ばくに、あらかじめ適用すべきである。

(103) 原則として、適用可能な線量拘束値は行為の操業段階に適用される線量拘束値より高くなることは期待できない。実際、行為の操業終了後に以前より大きな個人のリスクが生じることをその行為に許すのは合理的ではないように見えるかもしれない。しかし、その2つの段階は、ある行為の中止前に適用される線量拘束値とその後に適用される線量拘束値との同等性を規定する根拠である、共通の事情を必ずしも共有していない。操業に関わる線量拘束値が非常に低い場合、廃止後の段階においてそれを維持することは不合理な制限を導入する可能性があるかもしれない。

(104) 以前行為が行われたサイトが全ての将来ありそうな使用についての線量拘束値

を満足するならば、そのサイトを無制限使用³⁶に解放し、行為の廃止段階を終了してよい。しかし、もしそれが実行可能でないならば、サイトを制限された使用だけのために解放してよい。これにはある形の制度的管理が要求されるので、この制限は一種の介入とみなすことができる。しかし、線量拘束値にはまだ役割がある。すなわち、サイトの使用についての制限は、線量拘束値が満足されることを合理的に保証するものであるべきである。制限使用のために解放されたサイトを居住地として使用する変更が将来提案された場合には、年線量を再評価し、提案の受容性を評価するために適切な線量拘束値と比較しなければならないであろう。

³⁶ この報告書において、[無] 制限使用という用語は、当局により規制された放射線防護条件の下での人の居住地の[無] 制限使用の意味で使われている。

5.2.2. 過去の人間活動と事象からの放射性残渣

(105) 行為についての現在の放射線防護体系に従わないで過去に行われた人間活動の場合、活動が開始されたときには、その活動の終了や残された残渣の取扱いについて、おそらくほとんど十分に考察されなかったであろう³⁷。これらの初期の操業からの通常の長寿命放射性残渣は、ラジウム化合物を含む自発光塗料の使用および放射性物質を含んだ鉱石の昔の採鉱と選鉱のような活動からのものである (A. 15項以降参照)。(採鉱と選鉱からの尾鉱に対する個人線量制限の適用は2.3節で言及されている。住居の建設に先だって埋立て材料として採鉱の捨石を使用することは、重大な問題を引き起こした。) 過去からの放射性残渣の別のケースは、事故のような、長寿命放射性物質を環境に放出する予見できない事象により残されたものである (A. 19項参照)。しかし、過去からの残渣で最も重要なものは、軍事施設の操業により残されたものである。時として、たとえば核兵器実験のような軍事作戦は大量の放射性物質を広大な地域に分散させる結果となった (A. 17-A. 18項参照)。

³⁷ 委員会は、この問題を取り扱う困難さを *Publication 60* ですでに認識していた (ICRP 1991a, 219項)。

(106) 国の当局は、制御されなかった初期の操業や事象から残された放射性残渣を扱うための選択肢を考慮すべきである。原則として、介入の必要性および必要とされる防護対策の規模と範囲についての決定は、一般的な解決策がないためにケースバイケースで行われるべきである。必要な対策は複雑さと規模において大きく変わるかもしれない。それには、残渣の現場処理によるサイトの回復 (残渣の覆土、深耕、植物による取込みを防止する土壌処理など)、または貯蔵および最終処分するための残渣のかき集めと除去が含まれる。長期被ばく状況において介入を正当化し、また防護対策を最適化するために勧告された方法が、それぞれ個々の状況に適用されるべきである。第4章で勧告された一般参考レベルもまた、

この困難な問題の解決のためのガイダンスを提供するであろう。

(107) 興味深い問題は、初期の人間活動や事象からの放射性残渣に起因する個人年線量が何らかの制限の規準に従うべきかどうかということである。原理的には、これらの状況において、放射性残渣に起因する個人線量を任意のレベルに制限することに障害はない。しかし多くの状況では、これらの活動と事象の一部は、起源（および発生者）を追跡することすらできない。したがって、発生源となるもとの活動や事象の実行を先験的にもしくはその時点で決定した人々が考えていなかったレベルに、経験に基づいて個人線量を制限するのに必要な防護対策の費用とその他の不利益を、今日の社会に課すことは合理的ではなく、あるいは実行可能でさえないかもしれない。

(108) しかし、時にはそれほど遠くない昔に起きた正確なもとの活動または事象にさかのぼることのできる現存する放射性残渣のケースも数多くある。さらに、これらのケースの多くは、その状況を引き起こした人々がなす要求される防護対策に遡及責任を持つようにすることができる。たとえば、最近の事故³⁸により残された放射性残渣はその起源にさかのぼることができ、発生者の責任は時には（いつもではないが）直接的である。事象の前の現存年線量は通常よく知られている。最適化された防護対策がとられた後の現存年線量は事象の前にあった現存年線量よりかなり高い可能性がある。これらのケースでは、あるあらかじめ選ばれた個人線量の制限を達成するために、その状況に対して責任がある人に追加の防護対策を課すことは、当局により合理的で正当化できる措置と考えられるかもしれない。しかし、この種の経験に基づいた個人線量の制限のタイプは、行為について勧告される個人線量の制限に必ずしも従うべきではない。図8にその状況を図示する。

³⁸ 事故後の防護対策の中止については次節を参照。

(109) 全ての要求された防護対策がいったん実施されたならば、状況は再び「通常である」とみなされるべきである。放射線防護の考察に基づき、更なる制限を課すべきではない。

(110) まとめとして、委員会は以下のように考える：

- ・行為として規制されていなかったその他の過去の人間活動や事象からの放射性残渣については、防護対策の必要性、形式、規模および継続期間は、ケースバイケースで決定されるべきである。これは、あらかじめ選ばれた個人線量の制限でなく、介入の正当化および防護対策の最適化の勧告された原則に従って行われるべきである。必要ならば、現存年線量の勧告された一般参考レベルをガイダンスとして使うことができる。
- ・しかし、状況の起源にさかのぼることができ、残渣を作った人々がなす防護対策に遡及責任を持たされうる場合には、国の当局は、その結果生じる線量を最適化過程によりもたらされる線量より低いレベルに制限するよう、残渣に起因する個人線量の特別な制限の適用

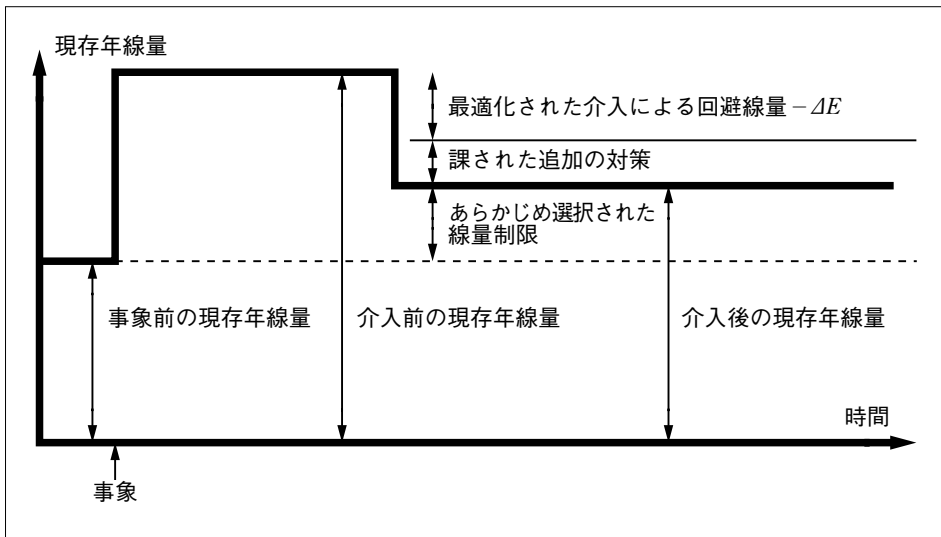


図8. さかのぼることのできる事象が原因で介入が行われ、また放射性残渣を作った人々がお防護対策に遡及責任を持つようにすることができる場合の、時間経過に伴う現存年線量の単純化された模式図。これらのケースでは、国の当局は、残渣に起因する個人線量に特定の制限を適用し、それゆえ、最適化されていると考えられる対策に追加して防護対策を課することを考えてよい。

を考慮してよい。この目的のために、追加の防護対策が、その状況を作った人に求められるかもしれない。しかし、そのような特別な線量制限は、行為に適用される線量拘束値や線量限度より高いかもしれない。

- ・防護対策は必要でないと考えられる残渣は、更なる制限の対象とすべきではない。

5.2.3. 潜在被ばくの状況

(111) 全ての以前の勧告は、人の居住地における放射性残渣による長期の通常被ばくに関連するものである。通常被ばくの状況では、年線量は与えられつつあるか、将来確実に生じるかのどちらかである。また、被ばくが起ることは確かでなく、それに起因する線量はほんの小さな確率でしか生じないような状況もある。これらは、潜在被ばく状況と呼ばれる³⁹。潜在被ばく状況は、放射線源の通常の使用と放射性残渣による潜在被ばく状況を含む幅広い状況をカバーしている。これらの状況の例として、ホットパーティクルが散在して分布する汚染地域があげられる⁴⁰。この場合、最も直接的な被ばく経路は、傷口への粒子の沈着、傷口から体内への放射性核種の取込み、およびその結果起こる内部被ばくであろう。このシナリオの可能性は存在するが、微々たるものである。粒子は通常まれであり、人が粒子と接触することはありそうにない。さらに、接触が起こったとしても、粒子が傷口に入る機

会は少ないであろう。それにもかかわらず、人々がもし汚染地域で被ばくし、ホットパーティクルが現実には傷口から取り込まれた場合、もたらされる局所線量は比較的大きいかもしれず（A.18項参照）、ホットパーティクルが取り込まれた周りの微小壊死のような限局された確定的影響の原因となることさえあるかもしれない。この被ばくの可能性は、ホットパーティクルが環境中に存在する限り残るであろう。これが長期潜在被ばく状況である。すなわち、それは被ばくそのものではなく、長期に続く被ばくの可能性である⁴¹。

³⁹ 通常被ばくと潜在被ばくに関する記述についてはD.9項を参照。潜在被ばくの概念は委員会により *Publication 60* において導入された（ICRP 1991a、127-129項）。*Publication 64*（ICRP 1993a）で委員会は潜在被ばくの受容性を判断する手段を提示した。委員会は、*Publication 76*（ICRP 1997 b）で、選ばれた放射線源に対する潜在被ばくの防護に言及した。

⁴⁰ ホットパーティクルによる潜在被ばくの例は、フランス領ポリネシアの Mururoa 環礁にある小島 Colette、Ariel および Vesta（IAEA 1998b）に存在する、プルトニウムのホットパーティクルによる放射線学的状況の算定で示されている。

⁴¹ これは、潜在的長期被ばく状況（すなわち、長期の「通常」被ばく状況を作り出しうる事故のような潜在的事象がある場合）ではなく、長期的潜在被ばく状況（すなわち、起これば被ばくは急性になりうるようなホットパーティクルの摂取による線量を受ける可能性に長期に「さらされる」場合）ということができるかもしれない。この報告書では、長期潜在被ばく状況には、低確率の事象が広く行きわたる放射線影響をもたらすようなケースは含まれない。これらのケースを評価するための技術は、委員会により *Publication 46* と *Publication 77*（ICRP 1985b；ICRP 1997 c）において、固体廃棄物処分との関連で広く考察されている。そのようなケースの中には複雑なものがあり、いまだ議論中である（IAEA 1990；INSAG 1995；NEA 1995）。

(112) 委員会の勧告によると、潜在被ばく状況は、放射線量を受ける確率とそのような線量が致死的な確率的健康影響に発展する原因となる確率の組合せに基づいて評価すべきである（ICRP 1993a）。多くの場合、健康影響を被る無条件確率であるこれらの確率の積は、決定のための適切な根拠を提供する。このように、被ばくをもたらす事象が起こるか起こらないか分からないため、どのような通常被ばくから生じる個人および集団の損害の概念も拡張する必要がある。

(113) したがって、長期潜在被ばく状況を扱う最も単純な方法は、もし被ばくが現実には起これば、個人が受けることとなるであろう年線量ではなく、個々の公衆の構成員にその状況に起因する致死的な確率的健康影響が起こる確率全体を考察することである。この確率は、たくさんのランダムな事象、すなわち、ホットパーティクルによる被ばく、粒子の取込み、その結果として線量を受けること、そしてその線量に起因する致死的な確率的健康影響の発生の確率の組合せから生じる。したがって、対策レベルはこの組み合わせられた確率で表現され、ホットパーティクルのある地域の救済措置のガイダンスとして用いることができる。

(114) まとめとして、委員会は以下のように考える：

- ・環境中に散在して分布するホットパーティクルにより引き起こされた長期潜在被ばく状況

では、介入のための対策レベルは、公衆の構成員にその被ばく状況に起因した致死的な確率的健康影響が起こる無条件確率に基づいて導かれるべきである。その確率は、以下の確率を組み合わせることにより算定されるべきである：ホットパーティクルに被ばくする確率、そのような被ばくの結果、体内にホットパーティクルを取り込む確率、そのような取込みの結果、線量を受ける確率、および、そのような線量の結果、致死的な確率的影響が発生する確率。（これらの確率は全ての範囲の状況と起こる可能性のある線量にわたって積算されるべきである。）

- ・長期潜在被ばくのための対策レベルを確立する際、ホットパーティクルの取込みの結果起こるかもしれない局所性の確定的影響の可能性にも考慮を払うべきである。

5.3. 事故後の介入の中止

(115) 環境中に放射性物質を放出した事故後に、避難や人々の「通常」の生活条件の他の制限のような社会的混乱を生じさせる防護対策が要求されるかもしれない。最終的に、「通常状態」に戻るために、残存した長期被ばくが引き続き存在するにもかかわらず、そのような対策はどこかの段階で中止される必要があるであろう。事故後の防護対策の中止は、長期被ばくとの関連で複雑な問題である。事故の結果、大量の放射性物質が環境に放出された場合、委員会の放射線防護体系では、介入の考慮と、もし正当化されれば実施が求められる。2つの区別された時期が通常認識されている。すなわち、委員会が *Publication 63* (ICRP 1991b) で扱った緊急時状況と、この報告書で扱われている長期にわたって続く状況である。後者には、人々の移転や食品や他の商品の制限といった、より長期の防護対策が含まれる。

(116) この報告書には事故後の緊急時における介入についての勧告は含まれないことを強調する。*Publication 63* (ICRP 1991b) で委員会は、事故後の介入の初期および中期の段階で影響を受けた集団を防護する手段を扱うための勧告を出した。これらの段階には、屋内待避、避難、およびヨウ素剤投与のような即時の防護対策と、移転のようなもっと長く続く措置が含まれる。第3章で示したように、移転が「ほとんど常に正当化される」とみなされる回避線量の介入レベルは、生涯線量で1,000 mSv、最適化された対策レベルで月当たり5-15 mSvの範囲である（移転が一般的に最適化される線量率は、月当たりおよそ10 mSvである）。これらの勧告に基づき、事故に関する緊急時対応のための一般的な最適化された対策レベルが国際基準 (IAEA 1996) の中で次のように確立された：一時的な移転の開始について月当たり30 mSv、そして一時的な移転の終了については月当たり10 mSv（1ないし2年以内に線量がこのレベルより下がることが期待できなかつたり、生涯予測線量が1,000 mSvを超えると予測される場合は、永久的な移転を考慮すべきであるという条件付きで）。

(117) 緊急時にとられた防護対策が成功した場合、事故に起因する一時的な被ばくも長期被ばくもかなりの量が回避できるであろう。たとえば、影響を受けた集団が避難すれば、事故による放射性残渣が人々に線量を与えることはないであろう。しかし、残渣は比較的長い期間にわたり、残存長期被ばくの潜在的な原因として防護地域に残るであろう。防護対策が中止されたとき、その被ばくは明らかになるであろう。問題は、この残存被ばくがあったとして、長期にわたる状況が影響を受けた人々にとって再び「通常」として扱ってよいか、またしたがって、いつ介入を中止することができるかである。

(118) 事故後の年線量の進展の比較的包括的な図を図9に示すが、これは図5の模式図を敷衍したものである。年線量は、長期被ばくと一時的被ばくの両方に起因する。最善の状況では、長期被ばくも一時的被ばくも介入によって完全に回避され、年線量は事象が起こる前の現存年線量のレベルに減少する。介入が行われなかった場合に受ける年線量は、通常、時間とともに減少する。したがって、しばらくすれば、防護対策のいくつか、あるいは全てを中止することは適切かもしれない。その結果、防護対策の中止後に残る現存年線量は、事象に起因する残存年線量のために、事象前の現存年線量よりも高いであろう。この段階では、一時的な線量をもたらす放射性核種はおそらく崩壊してしまい、残っている線量は主に長期

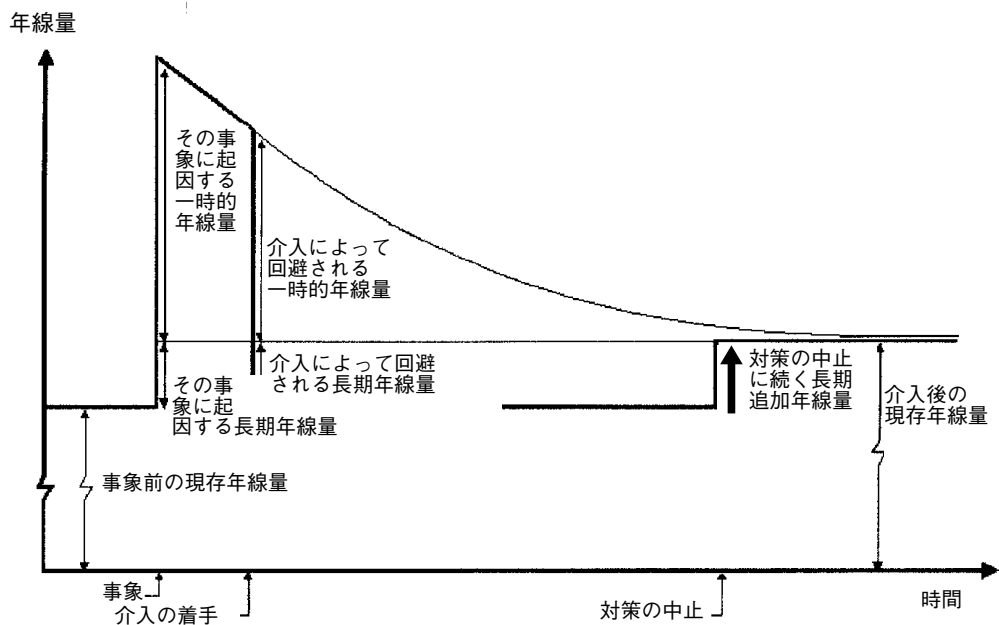


図9. 事故後に介入が実施され、最終的に防護対策が中止されるまでの、現存年線量の進展

的な性質のものであろう。防護対策の中止以降は、長期にわたる残留長期年線量は更なる制御の対象となるべきではなく、状況は概念的には再び「通常状態」と考えることができよう。

(119) ある対策レベルが介入の発動に使われた場合、関連する量の値がそのような対策レベルを下回ったときには、対応する防護対策を中止することができる。しかし、実施された防護対策は、事故後に残った被ばくを大幅に減らすことを意図していたであろうということの思い起こすことは重要である。対策レベルのすぐ下の値に被ばくを低減することを目的としたぎりぎりの改善を行うことは必ずしも十分ではない。その場合、中止後の状況は、介入が考慮されたが実施されなかった地域とほとんど同じであろう。

(120) 介入の中止後に長期被ばく状況が残る地域に導入される行為は、そのような地域の外で行われるのと同じやり方で、行為についての委員会の放射線防護体系の要件に従うべきである。その理由は、新しい行為についての全ての決定は、新しい現存年線量のベースラインから測った、その行為に起因する追加年線量のみに関連すべきであるからである(D.16項および図D.4参照)。同様に、これはもともと行為ではないけれども、そのような地域に引っ越してくる集団のための新しい家屋の建設は、現存する家屋に課されている制限に加えていかなる制限も受けるべきではない。反対に、制限がいまだ施行中であるならば、入って来るグループはそれらに従うべきである。

(121) 唯一の利用できる防護対策が居住者の移転である場合、移転の社会的費用と不利益を課されるよりはむしろ、より高い被ばくを受け入れることのほうが通常は適切であろう。人々が被影響地域の外から(地域内に)住居を求めて引っ越してくるのを妨げることは、通常非現実的であろう。

(122) まとめとして、委員会は以下のように考える：

- ・事故後の介入の中止を正当化するための最も単純な根拠は、被ばくが介入を促した対策レベルにまで減少したことを確認することである。そのような被ばくの低減が実行可能でないならば、それ以下では介入が正当化されそうもない現存年線量の一般参考レベルが介入中止の根拠になりうるかもしれない。
- ・しかし、長年にわたって実施されてきた防護対策を中止することは困難なことがある。すなわち、その決定は被ばく集団に受け入れられないかもしれないし、社会的圧力が介入中止の便益を超えるかもしれない。これらのケースにおいては、意思決定プロセスに利害関係者の参加が欠かせない。
- ・介入が中止された後、たとえ現存年線量が事故前にその地域にあった線量より高いとしても、被影響地域の通常の生活条件は、残存する現存年線量によって(新しい行為の導入についての決定を含めて)影響されるべきではない。

5.4. 商品中の放射性物質

(123) 放射性物質は商品中に存在し、長期被ばくの源になることがある。これらの物質中の放射性核種は自然起源のものがあり、その他は人工のものであろう。通常、自然放射性核種は自然過程の結果として商品の中に存在し、本質的に管理することができない長期被ばくをもたらす。他方、自然放射性核種と人工放射性核種はまた、人間活動の直接の結果として商品中に存在することもあろう。それらは、行為の実施の結果、たとえば行為の操業と廃止からの放射性残渣、あるいは、行為において使用され、リサイクルと市場への放出のためにクリアランスされる、規制免除された材料からの放射性残渣の結果として、取り込まれることがある。(リサイクルされた材料は、なお少量の放射性核種を含んでいるかもしれない。) 行為の通常操業に起因する放射性核種の商品中のレベルは、行為の免除の基準を含む、行為に対する放射線防護体系の原則によって制御されるべきである。

(124) 自然と人工の放射性核種はまた、過去の活動や事象あるいは事故からの放射性残渣で汚染された環境から商品中に取り込まれることもある。これは、商品の汚染がもっと広がる過程であり、制御の方法は介入に対する放射線防護体系による。しかし、主として市場の国際化のために、商品中の放射性核種の介入免除レベルをケースバイケースで確立することはできず、むしろそれらを標準化する必要がある。第3章で想起され、付属書Dにおいてさらに拡張されているように、委員会は以前に国際貿易に対する不必要な制限を避けるため、自由に許された輸出入と特別な決定の対象とされる輸出入との境界線を示す介入免除レベルを確立することが必要かもしれないと述べた (ICRP 1991a、284項)。

(125) 第4章で論議されたように、公衆の構成員が受ける現存年線量が約10 mSvを下回るような状況では介入は正当化されそうもない。商品に起因し、介入を受け入れる年線量の成分がこのレベルに近づくことさえそれを許すのは不合理であろう。自然バックグラウンドの被ばくは少なくとも年当たり数 mSv の年線量をもたらす、認可された行為から起こりうる年線量を考慮すると、介入から免除すべき全ての商品からの年線量について年当たり数 mSv のオーダーの上限値が残される。数種類の商品が同時にある特定の個人に対して高められた長期被ばくの源となることはありそうもない。

(126) 上記の仮定に基づいて、委員会は以下のように考える：

- ・ある状況において長期被ばくの重要な原因となるある種の建材のような、介入を受け入れる主な種類の商品からの予測される個人年線量に対しては、およそ1 mSv の一般介入免除レベルを勧告する。
- ・この勧告に基づき、関係する国の機関および、該当する場合には、国際機関は、個々の商

品、特に特定の建材に対して、放射性核種別の一般介入免除レベルを誘導すべきである。

(127) 勧告されたこの一般的介入免除レベルは、注意して用いるべきである。たとえば、いくつかの基本的な建材や食料品のように、ある状況においては通常生活のために代用品がなく、また欠かすことができない商品がある。数多くの消費財のようなその他の商品は不必要とみなされることもある。これらの異なった状況に同じ規準を使うことは適切ではない。それに加えて、通常、数十 μSv の年線量で表される個々の消費財に対する免除についての国際的および国のガイダンスがあることを想起すべきである (NEA 1985)。委員会は、以下の点を強調したい：

- ・介入免除レベルは、行為から放出されるかもしれない放射性核種の放射エネルギーに課される限度を緩和するために、明白にも暗黙にも使うべきでない。特に、行為の廃止に由来する材料のリサイクルを許すために用いるべきでない（これらの状況は、行為に対する規制免除規準を用いてもっとよく取り扱われる）。

(128) **事故後の商品の管理**：特に困難な状況は、事故による放射性物質放出の影響を受けた地域において生産され、その放出に起因する放射性物質を含む商品によって起こる。図10に、そのような地域で生産された商品中の放射性核種の放射能濃度の変化により引き起こされる年線量の進展を示す（このグラフの解析は図9についてのものと同様である）。広範囲の影響を伴う原子力発電所の事故は、そのような状況を作り出す可能性がある。介入に

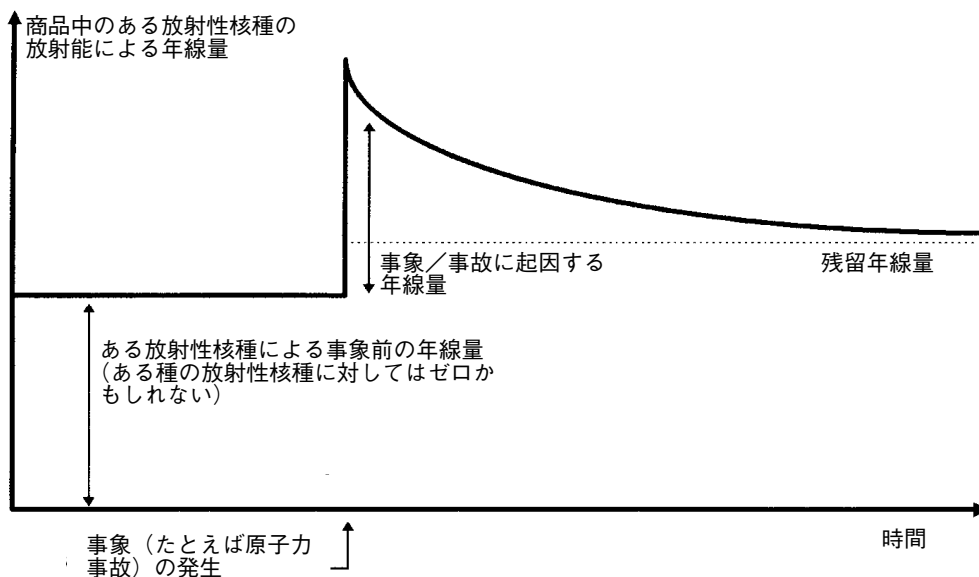


図10. 事故の結果で汚染された商品中の放射性核種によって生じる年線量の進展

ついでに委員会の放射線防護体系を適用することにより、その事故の被影響地域は、放射線学的に受け入れられる状況となるはずである。しかし、長寿命放射性核種が含まれる場合には、ある種の放射性残渣はその環境中に残るかもしれない。通常生活に戻った後に、これらの放射性核種は被影響地域で生産された商品中に存在する可能性がある。対応する放射能レベルが近隣地域での生産物中の放射能レベルより高ければ、特に商品の国境を越える移動がある場合は、市場の受入れの問題が生じうる。

(129) WHO/FAO Codex Alimentarius 委員会は、事故に続く食料品中の放射性核種の実事上の一般介入免除レベルを採用した (Codex Alimentarius 1991)。同じレベルが国際基準でも確立された (IAEA 1996)。これらのレベルは、その食品を消費する人々に年当たり約数 mSv の個人線量をもたらすであろう。

(130) 介入戦略が最適化されたという理由で、事故による被影響地域の年線量が受け入れられるならば、被影響地域で生産された商品の別な場所での使用による個人の年線量は、被影響地域における線量よりも通常高くはならないであろうから、被影響地域の外の状況もまた受け入れることができるであろう。しかし、事故による被影響地域における商品の生産は、事故後数年で始めることができるかもしれない。この可能性は、事故後適用される介入戦略において考慮されるべきである。

(131) 委員会は、以下のように考える：

- ・事故の被影響地域で生産された商品に対する制限が解除されなかった場合、制限を受けた商品の生産を再開すべきでない。反対に、制限が解除されたらば、生産は再開することができる。生産の増加が提案された場合には、適切な正当化を条件として進めることができるかもしれない。
- ・「通常の」生活に戻るといふ決定の一部として制限が解除された状況においては、被影響地域での生産の再開と将来起こりうる増加は、その決定の一部として考慮すべきであり、更なる考察を要求すべきでない。

6. 見通し

6.1. 定量的な勧告の要約

(132) この報告書中の定量的勧告の概要を表1（次頁）に示す。その情報は極めて簡単化された形式で示されており、その各部分を比較することはできない。表の上の部分は個人の現存年線量で表した勧告を示し、下の部分は個人の追加年線量で表した勧告を示している。したがって、これらの2つの部分の線量範囲は異なった量で表されており、比較はできない。さらに、この表には一般に、回避年線量の特定介入レベルや対策レベルとの関係も、集団線量に対するそれらのレベルとの関係も含まれていない。

6.2. 適合の証明

(133) この報告書の中の定量的な勧告は、勧告への適合の証明を目的とする被ばく量推定の合意されたやり方がない限り、実行することは困難であろう。被ばく量算定に関連した多くの問題は解明が必要であり、委員会は、将来これらの問題に戻ることにするかもしれない。長期被ばくの推定に関わるいくつかの関連した話題の要約は次のとおりである：

(134) 一般的なガイダンスとして委員会は、*Publication 43* (ICRP 1985c) の中の被ばく量推定に関する勧告が長期被ばく状況に適用され则认为。したがって、この報告書の勧告を適用する際には、長期被ばくは決定グループにおける平均年線量を基礎として算定されると一般に予想される。しかし、いくつかの状況においては、この線量を推定することは、同定できる「最大限に」被ばくする個人線量より難しいかもしれない。

(135) 長期のシナリオを、被ばくする個人と彼らの被ばくの仕方を特徴づけるように決めなければならない。

(136) 不確実性の定量化は年線量推定の不可欠な部分であるべきである。不確実性を推定するための諸方法は文書になっており、環境線量計測における広範な応用に適用されている (NCRP 1984 ; IAEA 1989 ; NCRP 1996)。これらの方法には、変動性についての定性的な判断から、線量推定に影響する入力値の幅の統計分布分析を含むもっと厳密なやり方まで、かなり違いがある。不確実性分析は急速に発展しつつあり、線量計測上の不確実性を推定するための技術もまた、なお開発途上である。可能で適切なきはいつでも、年線量は一つの点の値としてではなく、とりうる値の分布として報告されるべきである。

表1. 定量的勧告

この表の中の数値を適用する前に、第4章と5章での議論を参照することは重要である。

概念	量	数値[mSv]
介入がほとんど常に正当化される一般参考レベル (それより上では、介入はほとんど常に正当化されるべきである)	現存年線量 (ある与えられた場所における長期被ばくの全ての線源に起因する全ての「長期」年線量の総和)	< ~100
介入が正当化されそうにない一般参考レベル (それ以下では、介入は選択肢であるが、正当化されそうになく、また、それより上では介入が必要かもしれない)	現存年線量 (ある与えられた場所における長期被ばくの全ての線源に起因する全ての「長期」年線量の総和)	< ~10
商品に対する介入の免除 (たとえばある種の建材のような、主要商品に対する介入免除レベルを導出するための規準)	追加年線量 (主要なタイプの商品に起因する年線量)	~ 1
行為に対する線量限度 (全ての関連する行為によって与えられる個人線量に適用できる)	総合された追加年線量 (全ての関連する行為に起因する全ての年線量 [一時的、および長期] の総和)	1
行為に対する線量拘束値 (行為の範囲内にある線源からの個人線量に適用できる；線源の防護の最適化に使われる)	追加年線量 (行為の範囲内にある線源に起因する全ての年線量 [一時的、および長期] の総和) (長期成分に対しては) ^a	< ~1 & ~0.3 (~0.1)
行為の規制免除 (行為の範囲内にある線源に対する免除レベルを導出するための規準；線源での防護は最適化されるべきであり、また線源は正当化された行為の部分であるべきである) ^b	追加年線量 (行為の範囲内にある線源に起因する全ての年線量 [一時的、および長期] の総和)	~0.01

^a 線量の組合せのいかなる考えうる状況の下においても、適合を保証するための線量算定法が利用できない場合に考慮する。

^b 行為から放射性物質を含む物質が放出され、その後無制限に公衆の使用商品としてリサイクルされるかもしれないような物質の規制免除に、一般的に適用することもできる。

(137) 放射性残渣は通常空間的に一様でない分布をし、不均一な長期被ばく状況を作る。これらの状況には、人々の被ばくのパターンについて現実的な仮定を作ることによって、ケースバイケースに対処する必要がある。不均一な被ばくを評価するための方法の選択は、状況と評価の目標に依存するであろう。

(138) 長期被ばく状況における年線量の評価は、影響を受けたサイトまたは商品の無制限使用の仮定に基づくべきである。この仮定は、将来のいつでも現実には起こりうる全ての被ばく経路を考慮に入れるべきであることを意味する。しかし、使用の制限は最適化の結果であることもある。制限はある経路を排除することで被ばくを減らし、それによって若干の利益が達成されることがあるが、一方、この制限により課せられる不利益が生じる。救済措置に続く制限使用を記述するシナリオは、それぞれのケースに特有であろう。さらに、可能な制限使用についての決定は、国内でまた国家間でかなり変わるかもしれない。制限使用は通常、土地使用登録のようなある形式の進行中の制度的管理を通常含むであろう。この制度的管理の失敗の可能性を、被ばく量推定において考慮に入れる必要があるかもしれない。

(139) 高いレベルの被ばくを受ける2つ以上のサイトがある地域においては、救済策の必要な程度は、全てのその地域からの年線量とその地域全体からの年線量を考慮することによって、決定されるべきである⁴²。この評価は、食生活と生活様式について現実的な仮定を使い、現実的な居住可能性のデータを用い、全ての可能な経路を考慮することによってなされるべきである。高い被ばくレベルのあるサイトが、長期被ばくのもっと大きい地域の中に存在するとき、これらの高被ばくサイトの救済策は、汚染除去に対する地方条例によって管理されていることがあることが認められている。この戦略が現実的であることが重要である。介入はかなりのコストと社会的な不便を含み、また、注意と過剰反応の間の線は極めて細いかもしれない。

⁴² 1つの例が、住居内のラドンを扱う共通の政策によって与えられる。広い高ラドン地域を決め、諸資材を集中するのに用いる。介入の決定は、個人の住居内における直接のモニタリングに基づいて、各家ごとになされる。もう1つの例は、田舎における汚染地域の例である。必要なモニタリングが実行可能ならば、介入は個々の農場または個々の畑にさえ適用することができる。

付属書 A：いくつかの長期被ばく状況

(A1) 長期被ばく状況には、以下の線源による被ばくが含まれる：原始宇宙線およびそれらと上層大気中の核種との相互作用によって生成された宇宙線生成放射性核種；地殻中の原始放射性核種の連鎖；および、放射性残渣中の長寿命「人工」放射性核種。2,000を超える放射性核種が確認されているが、約100種類だけが長期被ばくの原因になる可能性を有するのに十分長い半減期（だいたい10年以上の）を持っている⁴³。多くの短寿命放射性核種は長寿命放射性核種の崩壊生成物であり、それらの長寿命の親核種によって絶えず生成される。したがって、それらが引き起こす被ばくも長期被ばくと考えるべきである。これらの多くが、原始放射性核種の長寿命の崩壊連鎖に属している。

⁴³ およそ10年以上の半減期を持つ放射性核種には次のものがある：

³H、¹⁰Be、¹⁴C、²⁶Al、³²Si、³⁶Cl、³⁹Ar、⁴²Ar、⁴⁰K、⁴¹Ca、⁴⁴Ti、⁵³Mn、⁶⁰Fe、⁵⁹Ni、⁶³Ni、⁷⁹Se、⁸¹Kr、⁸⁵Kr、⁸⁷Ru、⁹⁰Sr、⁹³Zr、⁹¹Nb、⁹²Nb、^{93m}Nb、⁹⁴Nb、⁹³Mo、⁹⁷Tc、⁹⁸Tc、⁹⁹Tc、¹⁰⁷Pd、^{108m}Ag、^{113m}Cd、^{121m}Sn、¹²⁶Sn、¹²⁹I、¹³⁵Cs、¹³⁷Cs、¹³³Ba、¹³⁸La、¹⁴⁵Pm、¹⁴⁶Sm、¹⁵¹Sm、¹⁵⁰Eu、¹⁵²Eu、¹⁴⁸Gd、¹⁵⁰Gd、¹⁵⁷Tb、¹⁵⁸Tb、¹⁵⁴Dy、¹⁶³Ho、^{166m}Ho、¹⁷⁶Lu、^{178m}Hf、¹⁸²Hf、^{187+186m}Re、^{192m}Ir、¹⁹³Pt、¹⁹⁴Hg、²⁰²Pb、²⁰⁵Pb、²¹⁰Pb、²⁰⁷Bi、^{210m}Bi、²⁰⁸Po、²⁰⁹Po、²²⁶Ra、²²⁷Ac、²²⁹Th、²³⁰Th、²³²Th、²³¹Pa、²³²U、²³⁴U、²³⁵U、²³⁶U、²³⁸U、²³⁶Np、²³⁷Np、²⁴¹Pu、²³⁸Pu、²⁵⁰Cm、²⁴⁷Bk、²⁴⁹Cf、²⁵⁰Cfおよび²⁵¹Cf。

(A2) 長期被ばくを引き起こす宇宙線生成放射性核種は、水素-3（トリチウム）、炭素-14およびナトリウム-22である。それらは人体中で代謝の役割を持つ元素の同位体である。しかし、現存年線量へのそれらの寄与はごくわずかである。

(A3) 原始放射性核種の崩壊連鎖は、以下のとおりである：

- ・ トリウム系列 全ての天然放射性核種のうち最も多量で、半減期 1.41×10^{10} 年のトリウム-232を先頭とし、²²⁸Ra (5.75 a)、²²⁸Ac (6.15 h)、²²⁸Th (1.913 a)、²²⁴Ra (3.66 d)、²²⁰Rn (55.6 s)、²¹⁶Po (0.145 s)、²¹²Pb (10.6 h)、²¹²Bi (60.6 m)、²¹²Po (0.299 μ s)、²⁰⁸Tl (3.05 m) および²⁰⁸Pb (安定) から構成される。
- ・ ウラン系列 半減期 4.47×10^9 年のウラン-238を先頭とし、²³⁴Th (24.1 d)、^{234m}Pa (1.17 m)、²³⁴U (2.45×10^5 a)、²³⁰Th (7.54×10^4 a)、²²⁶Ra (1,600 a)、²²²Rn (3.82 d)、²¹⁸Po (3.10 m)、²¹⁴Pb (26.8 m)、²¹⁴Bi (19.9 m)、²¹⁴Po (164 μ s)、²¹⁰Pb (22.3 a)、²¹⁰Bi (5.01 d)、²¹⁰Po (138 d) および²⁰⁶Pb (安定) から構成される。
- ・ アクチニウム系列 あまり重要ではないが、半減期 7.04×10^8 年のウラン-235を先頭とし、²³¹Th (25.5 h)、²³¹Pa (32,800 a)、²²⁷Ac (21.8 a)、²²⁷Th (18.7 d)、²²³Fr (22.0 m)、²²³Ra (11.4 d)、²¹⁹Rn (3.96 s)、²¹⁵Po (1.78 ms)、²¹¹Pb (36.1 m)、²¹¹Bi (2.14 m)、²⁰⁷Tl (4.77

m) および ^{207}Pb (安定) から構成される。

(A4) 名前を挙げるべきもう1つの崩壊連鎖は、長寿命のネプツニウム-237 ($2.2 \times 10^6 \text{ a}$) とウラン-233 ($1.62 \times 10^5 \text{ a}$) を含むプルトニウム-241を先頭とするネプツニウム系列であり、いわゆる天然の原子炉にこれらの放射性核種の自然な生成があったが、この系列は人工(すなわち人間活動によって作られた)と考えられる。原始崩壊連鎖中の放射性核種のうち、長期被ばく状況に対して特別に重要なものはラジウムの放射性同位体、希ガスラドンの放射性同位体であるラドン-219(またはアクチノン)、ラドン-220(またはトロン)、および、特にラドン-222である。ラドン-222は数日の半減期しかないが、しかし2つのもっと寿命の長い崩壊生成物(鉛-210およびポロニウム-210)を持つ。

(A5) いくつかの他の自然放射性核種は非常に長寿命で、長期被ばくを与えることがある。 ^{40}K ($1.28 \times 10^{10} \text{ a}$) は、自然界中に広範囲にわたって分布すること、および人体の重要な構成要素であることから、長期被ばくへのよく知られた要因である。 ^{87}Rb ($4.75 \times 10^{10} \text{ a}$)、 ^{138}La ($1.05 \times 10^{11} \text{ a}$)、 ^{147}Sm ($1.06 \times 10^{11} \text{ a}$) および ^{176}Lu ($3.78 \times 10^{10} \text{ a}$) は、自然界に広く分布するが、人の被ばくへのそれらの寄与は無視できるほどの低いレベルである。

(A6) 放射性残渣中の放射性核種のうち、長期被ばくについて重要なのは次のものである: 炭素-14(半減期5,600 a); 水素-3すなわちトリチウム(12.3 a)(宇宙線により天然に大気中で作り出されるものもある); クリプトン-85(10.7 a); ヨウ素-129($1.6 \times 10^7 \text{ a}$); および、核分裂生成物であるセシウム-137(30 a) とストロンチウム-90(28.8 a) ならびに超ウラン放射性核種(重要なのはプルトニウム-239、 $2.41 \times 10^4 \text{ a}$)。これらは全て、世界中の多くの放射性残渣の中、特に核事故および核軍事作戦による残渣の中に存在する。

A.1. 自然放射線源

(A7) 全ての人々は受胎から死に至るまで「自然バックグラウンド放射線」と漠然と呼ばれているものによる長期被ばくを連続的に受ける。年間の線量レベルは、地理的および地質的特性のような比較的恒久的な環境の特徴だけでなく、環境の変化の結果としても変動する。自然バックグラウンド放射線による年線量の変動は、自然過程(火山の噴火のような)、さらには人間の発展に伴う特徴(居住地および住居のような)によっても生じる。自然バックグラウンド放射線によるある種の被ばくは、本質的に管理ができず、したがって放射線防護基準から除外されている。(たとえば宇宙線による被ばくの例がそうである。) 反対に、その他のバックグラウンド被ばくは制御でき、放射線防護措置が可能であるし、また時には望ましい。

(A8) 人間社会の発展は原始放射性核種への長期被ばくを変え、通常は増加させた。

高バックグラウンド地域における住居の立地、原始放射性元素の系列中のいくつかの放射性核種を多く含む建材、鉱物起源の人工肥料と水の使用を含む飲食習慣の発展は、どれも典型的に人々の長期被ばくを増加させた。ラドン-222の放射性子孫核種は、多くの住居で広範囲にわたる被ばくを引き起こし、それらはしばしば長期被ばくの支配的な源になっている。近年、産業開発は原始放射性元素系列中の放射性核種による自然の被ばくをさらに増加させた。いくつかの産業は、天然起源の放射性物質（通常、NORMと呼ばれる）を利用可能にすることで、人の居住地に変化をもたらした。NORMを生産する産業には以下のものがある：エネルギー生産のための採取産業；リン鉱石の使用；および鉱砂の採鉱と選鉱。

(A9) **自然線源からの年線量**：自然線源からの年平均線量の要約を表A.1に示す。表の左欄は、グローバルな自然バックグラウンドに起因する年平均線量を示す。右欄は、典型的に高められた自然バックグラウンド放射線被ばくのある地域における年平均線量である。この表は、原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR 1993、2000）の推定値に基づいている。

表 A.1. 自然線源からの年線量

被ばく源	年平均実効線量 [mSv]	
	グローバルな被ばく	典型的に高められた被ばくのある地域
宇宙線	0.39	2.0
地殻ガンマ線	0.46	4.3
体内の放射性核種（ラドンを除く）	0.23	0.6
ラドンおよびその崩壊生成物	1.3	10
合計（丸めてある）	2.4	～

(A10) 表 A.1に見られるように、比較的ありふれた状況の中で生じる典型的に高められた年平均線量は、グローバルな被ばくによる年平均線量よりずっと高い。図 A.1に、10 mSvを超える典型的に高められた年線量のある多くの地域を示した西ヨーロッパの地図を掲げる（CEC 1993）。高濃度の原始放射性核種の存在する地域に住むことは、典型的に高められた被ばくの一般的な原因である。典型的に高められた被ばくの多くの状況は、住居における高濃度のラドンガスの存在によって作られる。しかしその他は、環境中の他の自然放射性核種の高い濃度によって引き起こされる。また、1年に10 mSvに及ぶレベルは、グローバルに見て比較的まれであることも注意すべきである。（世界人口の大多数は、1年に2.2-2.4 mSvというグローバルな被ばくの平均に近い線量を受けている；人口のだいたい98%以上は1年におよそ5 mSv以下、まただいたい99%は1年に7 mSv以下の線量を受けている。）しかし、

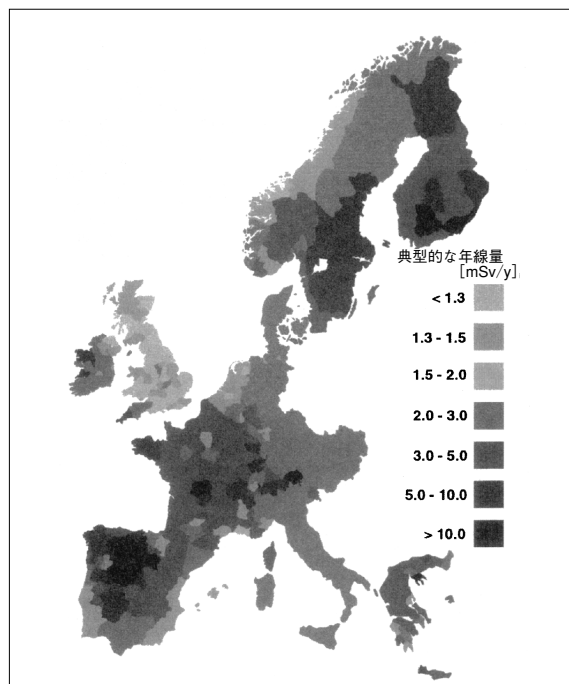


図 A.1. 西ヨーロッパにおける自然バックグラウンド放射線からの現存年線量。CEC の厚意により転載（EUR report 14470、1993）

自然線源からの年線量が10 mSv をずっと超えるような多くの居住地域が世界中に存在する。

(A11) 典型的に高められた年平均線量よりずっと高い年線量が、世界の多くの地域に局部的に生じている。表 A. 2 は、高い自然バックグラウンド放射線の数多くの状況を示す（UNSCEAR 2000）。イランの人口の多い都市 Ramsar では、100 mSv を超える年線量の例がいくつか報告されている。

(A12) UNSCEAR の推定値に基づいて、自然バックグラウンド放射線によるいくつかの特定の長期被ばく状況を以下に記す。

(A13) **住居におけるラドン**：人が住居として選んだいくつかの囲われたスペース、特にラドンを放出する物質に囲まれ、そして／または、ラドンを放出している土地にあるスペースは、空気中のラドン濃度が高い傾向がある；古代人によって用いられた洞穴と現代人の石とレンガの住居がその例である。料理のための天然ガスの使用も、家庭におけるラドン被ばくを高めた。もっと最近になって、暖房の効率を改善するための家の断熱がこの問題を悪化させた。建物におけるラドンとその子孫核種の極端に高い濃度が、局部的に起こっている最大値としていくつかの国で報告されており、たとえばベルギーとスウェーデンでは約4,000 Bq m⁻³、英国では約10,000 Bq m⁻³、チェコ共和国では約20,000 Bq m⁻³、ドイツでは最高

表 A.2. いくつかの高自然バックグラウンド放射線地域

地 域	地域の特徴	現存年線量 [mSv/年]
Rio de Janeiro 州および Espírito Santo 州、ブラジル	海岸のモナザイト砂	～30まで (平均3.6)
Mineas Gerais および Goias、 ブラジル	内陸地域 6 km ² の中に散在する マグマの貫入	～80まで (平均13.3)
Kerala および Tamil Nadu、 インド	モナザイト砂；海岸地域、長さ 200 km、幅0.5 km	～30まで (平均 9)
フランス中部地域	花崗岩、片岩および砂岩	～ 6 まで
Niue 島	火山性土壌	～ 5 まで
Mombasa、ケニヤ	トリウム含有カーボナタイト	～30まで
Ramsar、イラン	温泉水からのラジウム-226 沈着地域	～200まで
Mahallat、イラン	温泉水からのラジウム-226 沈着地域	～20まで

100,000 Bq m⁻³である。これらのレベルは、典型的に高められた被ばくのある地域におけるレベルより最高2桁高く、数百 mSv に及ぶ年線量をもたらしている。しかし、これらの極端なラドン濃度はほとんどの場合救済措置によって減らされている。

(A14) **建材中の自然ガンマ線放出体**：長期被ばくの高いレベルのもう1つの原因は、ガンマ線を放出する原始放射性核種に富む、水を含めた建材の使用である。世界の二、三の地域では、これらの放射性核種を含む建材が何世代にもわたって用いられてきた。ウランを含有する明礬頁岩さらには石炭滓を含む外壁を持つヨーロッパの家では、10 mSv に近い年線量が報告されている。前に示したように、少なくとも1つの主要都市 Ramsar では、家の建設に shine-bottom 堆積物を使用することによる長期被ばくは、100 mSv をかなり上回る年線量を与えることが報告されている。この堆積物は、石灰華中の温泉からの地下水が流れている地域から集められたものである。

(A15) **地中の自然ガンマ線放出体**：土壌からの自然バックグラウンド放射線による高レベルの被ばくのある数多くの地域が世界中で同定されている。その被ばくは、自然バックグラウンド放射線による世界平均の被ばくより1桁高いことがある。インドの Kerala と Tamil Nadu およびブラジルの Espírito Santo におけるモナザイトを含む鉱砂、ケニヤの Mombasa におけるトリウムを含むカーボナタイト、ブラジルの Minas Gerais におけるトリウムとウランの混合物の鉱物を含むマグマの貫入、および中国の広大な地域における他の鉱物は、約30 mSv の年線量を与えている。

A.2. 人の居住地における長寿命放射性残渣

(A16) 人の居住地に残存する放射性物質の堆積物を伴う多くの過去の人間活動と事象の中で、特別な問題を引き起こしている次の3つの例を検討することは有用である：NORMを伴う採取産業；核兵器実験を含む軍事的活動；およびいくつかの核事故。UNSCEARの推定値に基づいて、それらを以下に述べる。

(A17) **採取産業、NORM**：地球物質の採取によって、NORMと人間との接触はより緊密になった。主な懸念は職業被ばくに関するものであったが、採鉱からの鉱滓および他の付随する工程は、空気、土壌および水の汚染、したがってまた、直接の局地的な長期被ばくの原因となっている。これらの活動から生じる工業製品または副産物は、平均以上の濃度の自然放射性核種を含むことがある。

(A18) 関係する主要な産業には以下のものがある：元素状のリンの生産；リン酸の生産；肥料の生産；鉄および鋼の一次生産、コールタールの処理；コークス生産；石炭およびガス火力発電所；石炭、泥炭、石油およびガスの採取；セメント生産；セラミック産業；鉱砂；およびチタン顔料の生産。非常に多様な NORM が、エネルギー生産のための石炭、石油、泥炭および天然ガスの採取から、また肥料を含むリン酸塩製品の生産と使用から作り出されている。高濃度のウランとトリウムおよびそれらの崩壊生成物を含む廃棄物および副産物が、チタン鉄鉱、白チタン石、ルチル、ジルコンおよび、特にモナザイトとゼノタイムのような重い鉱砂の採鉱と処理の間に作り出される。いくつかの採鉱過程は、開始時から公衆の放射線被ばくの管理を要求するものと認識されている。他のものについては、最近になってようやく問題が明らかになった。NORM による公衆の年間放射線量に関する包括的な情報はまだ得られていない；UNSCEARは新しい推定値を準備中である（UNSCEAR 2000）。

(A19) **軍事的活動**：核兵器材料の生産は、世界に長期被ばく状況を引き起こす放射性残渣で汚染されたいくつかの地域を残した。これらの施設の操業の初期段階で放射性物質の比較的高い環境放出が生じた。それに加えて、一連の事故が、盛んな軍事的活動の最初の時期に起こった。その例は、旧ソ連のChelyabinsk、KrasnoyarskおよびTomsk州にある主要な兵器材料生産施設である。放射性汚染の主な源は、南ウラルのChelyabinsk州のKyshtym近傍にある「マヤク」施設であった。そこでは：1949-56年の期間中、長寿命放射性核種セシウム-137およびストロンチウム-90を含む液体廃棄物およそ110 PBqのTecha川への排出；1957年には、放射性廃棄物貯蔵施設の爆発に続いて生じたストロンチウム-90の5.4 PBqを含むおよそ74 PBqの大気中への放散；および、1967年の激しい嵐の間に、Karachay湖岸から乾いたシルト中の20 TBq以上の再浮遊、が起こった（UNSCEAR 2000）。「マヤク」施

設の産業活動に起因する現在の放射性汚染は、10 mSv を超える個人年線量をもたらしうる残存放射性物質を伴う1,600 km²以上にわたっている。また、海に投棄された放射性残渣からの長期被ばくの可能性も存在する (IAEA 1999a)。

(A20) ほかの例は、他の核兵器所有国に見ることができる。アメリカ合衆国の核兵器プラントは、オハイオ州の **Femald** (材料加工)、テネシー州の **Oak Ridge** (濃縮、分離、研究所)、コロラド州の **Rocky Flats** (兵器部品の製作)、ワシントン州の **Hanford** (プルトニウム生産) およびサウスカロライナ州の **Savannah River** (プルトニウム生産) にあった。アメリカ合衆国における、放射性物質による汚染が現在生じている (それら全てが、兵器材料生産に伴うというわけではないが) サイトのクリーンアッププログラムは、現在世界で最も大きな放射線防護事業の1つである。

(A21) イギリスでは、**Springfields** (ウラン加工および燃料製作)、**Capenhurst** (濃縮)、**Sellafield** (生産炉および再処理)、**Aldermaston** (兵器製作) および **Harwell** (研究) にプラントがある。プルトニウム生産炉は、**Sellafield** (**Windscale** パイルとして知られていた2基の黒鉛減速ガス冷却炉) および後になって **Sellafield** サイトの **Calder Hall** とスコットランドの **Chapelcross** で運転された。1957年に **Windscale** 原子炉のうちの1つで火災が起こり、その結果長寿命放射性核種の放出が生じた。

(A22) フランスでは、**EL1** または **Zoé** という名の最初の実験炉が1948年に臨界になり、再処理パイロットプラントが1954年に操業を開始した。2番目の実験炉 **EL2** は、**Saclay** センターに造られた。1956年から1959年にかけて、3基のもっと大きい生産炉がローヌ河畔の **Marcoule** 複合体で操業を開始した。これらのガス冷却黒鉛減速原子炉は、1968、1980および1984年までそれぞれ稼働した。フルスケールの再処理工場もまた **Marcoule** サイトに建設され、1958年から稼働した。さらに2つの再処理工場がフランス北部の **La Hague** に建設された。

(A23) 中国では、最初の実験炉が北京に造られ、ウラン濃縮プラントは、中国西部甘肅省の蘭州に建設された。生産炉は1967年に、また再処理工場は1968年に操業を開始した。プルトニウムの生産および再処理も甘肅省の **Jinquan** 複合体で行われ、また兵器もそこで組み立てられた。生産と再処理は四川省の **Guangyuan** でも行われ、そこにはもっと大きい施設が造られた。

(A24) 原子力平和利用プログラムに関連した活動は、これらの全世界のサイトのいくつかで取り入れられた。いくつかの生産サイトにおける現在の活動には、兵器の解体も含まれている (UNSCEAR 2000)。

(A25) **核兵器実験**：核兵器実験の実施は、環境へ放射性物質を放出し、地域を汚染して、現在では長期被ばくの線源となっている。主要な実験場には以下のものがある：アメリ

カ合衆国の Nevada；マーシャル諸島共和国の Bikini および Enewetak 環礁；カザフ共和国の Semipalatinsk；ロシア北極圏の Novaya Zemlya；オーストラリアの Maralinga および Emu；仏領ポリネシアの Mururoa および Fangataufa 環礁；および中国の Lop Nor。住民が避難させられた Bikini 環礁では、そこへ帰り定住を望む仮想の住民の長期年線量の現在のレベルは、17 mSv に及ぶと推定されている（IAEA 1998a）。Maralinga では、平均年線量はわずか数 mSv であるが、ある個人が小さい確率で 500 mSv に近い年線量を受ける長期潜在被ばく状況がある（NRPB 1990）。Semipalatinsk 実験場のいくつかの地域に定住を望む仮想住民の年線量は、140 mSv を超えると見積もられている（IAEA 1999b）。

(A26) **事故**：1986年4月26日のチェルノブイリ原子力発電所の事故は、原子力産業の歴史の中で最も大きい環境への放射性物質の事故放出を引き起こした。¹³⁷Cs の放出は 85 PBq と見積もられている（UNSCEAR 2000）。旧ソ連には、土地の汚染レベルが 0.56 MBq m⁻² を上回る 10,000 km² 以上の地域があり、そこにはおよそ 150,000 人の人々が生活し続けている。この事故からの放射性降下物による現在の年線量が 10 mSv を上回ることとはほとんどない。しかしながら、チェルノブイリ原子力発電所近傍の現在の非居住地域（およそ 4,000 km² の「30 km 圏」内）では、最大年線量は、ウクライナ地区で約 25 mSv、ベラルーシ地区で最高 120 mSv と推定されている。時間による年線量の減少率は、年当たり 3-7% であると推定されている。

A.3. 放射性物質を含む商品

(A27) 放射性物質を含む商品は長期被ばくの線源になる。そのような商品は広く流通し、時には貯蔵されることがあるので、最初の長期被ばく状況は地理的にも時間的にも広がりうる。そのような商品の消費と使用は有益と考えられるかもしれないが、それは消費者の放射線被ばくを増加させるであろう。いくつかの例を下に述べる。

(A28) 世界を通して、農業におけるリン酸塩肥料の使用は増加し、食料生産に不可欠になっている。しかし、多くのリン灰土は、比較的高い濃度のウランと、したがって、その崩壊生成物を含む。リン酸肥料の使用は食品の経口摂取による人の長期被ばくを少なくとも 2 倍にし、食料品の放射能レベルに 1 桁以上の変動を与えたと推定される。飲食物における高められた比放射能レベルは、たとえばある穀類、根菜および果物で数十 Bq kg⁻¹ にも達することがある。

(A29) 原始放射性核種を多く含むミネラルウォーターの飲用もまた追加長期被ばくの原因である。飲料水中のこれらの放射性核種の放射能は、数 mSv に及ぶ年線量を与えることがある。UNSCEAR（1993）は、ボトルで売られ、また帯水層から供給される泉で飲まれ

るミネラルウォーター中の²²⁶Ra、²³⁸U、²³²Th、²¹⁰Pb および²¹⁰Po濃度に、1桁以上の変動があることを報告している。

(A30) 石炭中には原始放射性核種が存在するため、石炭灰はわずかに放射性である。レンガとセメントの製造には石炭火力発電所からの石炭灰も使用されるため、多くの人々は、これらの線源によって被ばくしている。およそ2億8,000万トン以上の石炭灰（フライアッシュとボトムアッシュを合わせて）が毎年作り出される。およそ4,000万トンがレンガとセメントの製造に使用され、また大量が道路安定材、道路盛土、アスファルトミックスおよび肥料に用いられる。埋積材としての石炭灰の大口使用者は、この数字に含まれていない。たとえば中国においては1996年に、原料炭の生産高がおよそ14億トンであったとき、石炭灰の生産量は3億2,960万トンに達し、そのうち1億4,100万トンがセメントを含む建材の生産に用いられたと報告されている（Pan 1999）。これらの材料で造られた建築物の居住者は、数mSvの年線量を受けることがありうる。

(A31) 規制免除された行為の傘の下で使用できる商品には放射性核種が含まれている。あるケースでは、放射線源が商品中で特定の機能を果たしている。煙感知器における²⁴¹Am線源の使用は、1つの例である。その他の場合、放射能はその商品を生産する上で避けられない結果となっている。半貴石の魅力を高めるための照射の結果としてその中に存在する放射能は1つの例である。

(A32) ある商品は、管理された行為からの汚染物質の解放とその後のリサイクルの結果として、少量の放射性物質を含むことがある。その便益は、物質のリサイクルあるいは再使用にある。類似の商品が汚染されていない物質から製造できるかもしれないので、その放射能は単に汚染を起こしている副産物にすぎない。

(A33) 放射性物質の環境放出を伴う事故は、食料品およびその他の商品の広汎な汚染を生じた。この汚染に起因する長期年線量は非常にまちまちで、時には数十mSvを上回った。

付属書 B：長期被ばくに関連する放射線防護量

(B1) 委員会によって使用されている主要な物理量は、ある量の放射性核種の放射能、および放射線による物質中の吸収線量である。吸収線量は放射線防護の目的のために重みづけられ、その結果数多くの関連した線量計測量が導かれる。

(B2) **放射能**：ある量の放射性核種の放射能 A は以下のように定義される (ICRP 1991a、37項)：

「単位時間当たりにかかる自発的核変換の平均的な数。その単位は秒の逆数 s^{-1} であり、この目的のために特別な名称ベクレル (Bq) が与えられている。」

(B3) **線量計測量**：委員会は以下のように述べている (ICRP 1991a、S4項)：

「委員会は“線量”を、関連する線量計測量のいずれにも適用できるような総称として用いる。委員会はまた“被ばく”という用語を、放射線あるいは放射性物質にさらされる過程を表す包括的な意味で用いている。この意味での被ばくの重要性は、被ばくの結果もたらされる線量によって決まる。」

(B4) 線量計測量は、委員会によって次のように要約された (ICRP 1991a、S2項)：「放射線防護における主要な線量計測量は、組織・臓器の平均吸収線量 D_T すなわち単位質量当たりに吸収されるエネルギー；組織・臓器の等価線量 H_T すなわち放射線荷重係数 w_R で吸収線量を重みづけしたもの；そして、実効線量 E すなわち組織荷重係数 w_T で等価線量を重みづけし、全組織について総和をとったもの……吸収線量の単位はグレイ (Gy)、等価線量と実効線量の単位はともにシーベルト (Sv) である。」

基本的な諸量のつながりを、図 B. 1 に示す。

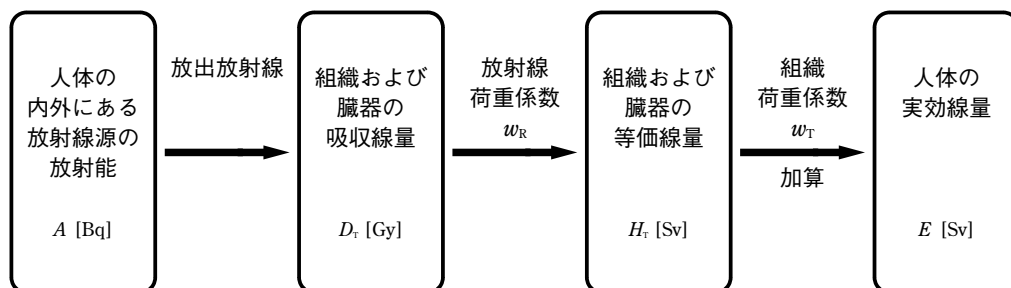


図 B. 1.：放射能 A 、吸収線量 D_T 、等価線量 H_T および実効線量 E の間の関係

(B5) 線量計測量は個人に関連するものであるが、しばしば個人のあるグループに関連した平均線量とそのグループの人数との積によって与えられる集団関連の線量が補足として用いられることがある。個人線量と集団線量はともに、年、追加、回避、予測、残存、預託、および生涯といった形容詞によって修飾されることがある。

(B6) **預託線量**：委員会は以下のように述べている (ICRP 1991a、33項)：

「放射性物質の体内への摂取に伴って、ある期間その放射性物質は身体組織に様々な線量率で等価線量を与える。等価線量率の時間積分値は預託等価線量 $H_T(\tau)$ と呼ばれ、ここで τ は摂取後の積分期間 (年単位) である。もし τ が特定されていないときは、その値は成人に対して50年、子供に対しては摂取時から70歳までの年数を意味する。これを拡張して、預託実効線量 $E(\tau)$ が同様に定義される。委員会が、ある期間に集積された等価線量あるいは実効線量に言及する場合には、同じ期間中に生じた摂取に伴ういかなる預託線量も含まれることを意味する。」

(B7) **線量預託**：委員会はまた以下のように述べた (ICRP 1991a、33項)：

「線量預託は計算上の道具である。これは全世界集団に対してだけでなく、決定グループについても算定することができる。線量預託は、ある1単位の行為 (たとえば1年間の行為) のような指定された事象による 1人当たりの線量率 の無限時間積分として定義される。」

(B8) **集団線量**：委員会は、次のように線量算定上の集団量に言及した (ICRP 1991a、34および35項)：

「前述の線量計測量は全て個人の被ばくに関するものである。委員会は被ばくしたグループまたは集団に関連した量もまた使用する。これらの量では、ある線源に被ばくしたグループの平均線量にそのグループの人数を乗ずることによって、その線源に被ばくした人数を考慮に入れる。これに関連する量は、特定の組織・臓器に関連づけられた集団等価線量 S_T と、集団実効線量 S である。もしいくつかのグループが含まれている場合には、全体の集団線量は各グループの集団線量の合計になる。これらの集団線量の単位は人・シーベルトである。集団線量は集団あるいはグループの被ばくに伴う全ての影響を表すものと考えられる……もし、個人線量の範囲または時間の範囲が大きい場合には、集団線量をさらに限定された線量と時間の範囲に再区分するのが有用であろう……。」

(B9) *Publication 77* で委員会は、集団線量の使用に関して次のようにさらにその意図を明らかにした (ICRP 1997c、20項)：

「集団線量を時間と空間にわたり無制限に集積して、単一の値にすることは、意思決定者から多くの必要な情報を奪うことになり、無益である。個人線量のレベルと集団線量の時間分布が、意思決定における重要な要因となることがある。」

(B10) さらに、時間にわたる集団線量の推定に関して、委員会は以下のように述べた(ICRP 1997c、58項)：

「長期間にわたる集団線量を推定するときの問題は、不確かさの問題である。個人線量と被ばく集団の大きさのどちらについても、時間の増大につれて不確かさが増大する。さらに、線量と損害の関係に関する現在の判断は、将来の集団について妥当ではないかもしれない。ある種の状況は、他の状況よりも自信を持って将来に向かって予測できるという理由から、詳細なガイダンスを与えることはできない。決定はケースバイケースで行われなければならない。しかしながら、一般に、数千年より長い期間にわたる集団線量の予測および数百年より長い期間にわたる健康損害の予測は、批判的に吟味されるべきである。」

B.1. 長期被ばくに用いられる諸量

(B11) **年線量**：長期被ばくは時間的に持続するので、長期被ばくを扱うための関連した線量計測量は特定された期間における預託実効線量であり、実際的な理由から1年の期間が選ばれている。年実効線量は、別に示されない限り、この報告書では単に年線量と呼ぶ。このように、年線量は、(i) 長期被ばく状況によって引き起こされた外部照射による実効線量率の1年にわたる時間積分と、(ii) その状況に含まれた長寿命放射性核種（とそれらの短寿命子孫核種）のその年における体内摂取からの内部汚染による預託実効線量の合計として定義される。この報告書で用いる年線量の単位は、年当たりシーベルトの1,000分の1、すなわちミリシーベルト (mSv) である。

(B12) また、長期被ばくは時間的に持続するので、集団量としては、ある与えられた1年間の被ばくで集団に預託される線量を使うことが実際的であろう。この集団年線量は、平均年線量と被ばくした個人の数との積の合計である。前に述べたように、集団線量はある放射線防護の選択肢を比較するのに用いることができるけれども、もし個人年線量の分布が数桁にわたるならば、あまりにもたくさんの多様な情報を組み合わせているという理由から、個人年線量の単純な集積はあまり有用でない。ある決定について、個人年線量の異なるレベルに異なる重要性を付与することがあるが、その場合、個人年線量のもっと細かい範囲をそれぞれ含む集団線量ブロックの形で部分的に分解されたデータを提示することがもっとよいであろう。長期被ばく状況において放射線防護選択肢を扱う際、集団線量の単純化された適用は不適切であり、誤解あるいは諸資材の割当てミスをもたらすことがある。

(B13) **長期被ばくに対する実用量⁴⁴**：外部長期被ばくに関連する実用量は、(長期) 年周辺線量当量である。内部長期被ばくに関連する実用量は、その年にわたる関連した放射性核種の体内摂取の放射能である。したがって、長期被ばくに関わる実務においては、年線量

は、(i) 周辺線量当量率のその年にわたる時間積分と、(ii) その年の間の体内摂取の放射能に委員会がそれぞれ *Publication 67*、*69*、*71* および *72* で勧告した 単位摂取当たりの線量係数 を乗じて合算したものと合計とする (ICRP 1993c ; ICRP 1995a ; ICRP 1995b ; ICRP 1996a)。

⁴⁴ 人体に関連する線量計測量は、実用量と呼ばれる直接測定できる外部被ばくの量から推定することができる。実用量は、国際放射線単位・測定委員会 (ICRU) によって勧告され、当委員会によって次のように導入された (ICRP 1991a、138項) : 「防護の目的のため放射線場の測定において特に関心が持たれる4つの実用量がある。これらのICRUの諸量、すなわち周辺線量当量 $H^*(d)$ 、方向性線量当量 $H'(d)$ 、透過性個人線量当量 $H_p(d)$ および表層部個人線量当量 $H_s(d)$ は、ある一点における線量当量の概念に基礎を置いており、等価線量の概念に基づくものではない。」

B.2. 長期被ばくに対する補助的な量

(B14) **現存年線量** : この報告書において、与えられた状況における長期被ばくの全ての持続している線源は、現存年線量 をもたらし、この現存年線量は、長期被ばく状況の下に置かれた人の居住地の被ばくグループの人々の代表的な個人が全ての関連した線源から全ての経路を通して受ける年線量の全ての重要な成分の合計である、といわれる。したがって、現存年線量には以下が含まれる : 自然放射線源からの年線量 ; 制御の下にある行為から放出された長寿命放射性核種の蓄積によって引き起こされた年線量 ; および以前の間活動および長く続く環境の事故による汚染からの長寿命放射性残渣に起因する年線量。ある行為の導入、実行および廃止に関するいかなる決定も、介入の実施も、現存年線量との関連において行われる。したがって、この現存年線量と、行為の導入または介入の着手の決定に起因するあまり重要でない線量とを区別することは、重要である。

(B15) **行為からの追加年線量** : 追加年線量は、行為に起因する長期的な年線量であり、現存年線量に加えられるものである。ある行為は現存年線量に加えて追加年線量を引き起こす長期被ばくをもたらし得るので、その行為の結果、現存年線量はわずかに変わり (増加し) うる。追加年線量は、行為の操業の間、拘束値に従う。

(B16) **介入により回避される年線量** : 同様に、介入を実施した結果、現存年線量はわずかに変わり (減少し) うる。介入の結果、年線量のある成分が回避されることが予想される。このことは、委員会が *Publication 63* において次のように明確に述べている介入についての数多くの特別な概念をもたらし得た (ICRP 1991b、9-12項) :

「可能性のある防護対策を考慮に入れずに、各々の被ばく経路に対して推定された……集団への線量は、……予測線量 と呼ばれる。介入のための最重要な概念は、それぞれの経路に対する 回避線量、つまり防護対策を実施することによって免れる線量である。回避線量

は関連する線量計測量のいずれでも表現することができる。もし介入が十分に効果的であるならば、回避線量は予測線量と数値的に等しくなるが、これらは概念的に異なる量である……しかし、そのような経路に対しては、介入レベルは回避線量によるより、むしろ予測線量で表現するほうが適切であろう。線量をすでに受けてしまったために、あるいは、介入そのものが総予測線量の一部を減少させるにすぎないために、介入が十分に効果的ではないことがあろう。各々の経路からの残りの線量（予測線量マイナス回避線量）は残存線量と呼ばれる。重篤な確定的健康影響の可能性があるために、防護対策実施後における全ての経路からの残存線量の和を常に検討の下に置くべきである。」

(B17) このように、長期被ばく状況の関連の中では、介入前の現存年線量は、1年間の予測年線量と等価である。介入によるこの年線量の低減が回避年線量である。線量は、もし防護対策によって回避されたならば、「回避」線量といわれる；もし防護対策によって回避されることができれば、「回避可能」線量といわれる。

付属書 C：長期被ばくに関連する放射線の健康影響

(C1) 放射線被ばくに起因する健康影響に関する委員会の現在の方策は、次のように要約される (ICRP 1991a、44-46項)：

「電離の過程においては、少なくとも過渡的に、必ず原子の変化が生じ、その結果、その原子を含む分子の構造の変化を引き起こすことがある。もし、影響を受けた分子が生きた細胞の中にあれば、その分子がその細胞の機能にとってかけがえのないものである場合には直接的に、また、たとえば遊離基の生成のように隣接の分子に化学変化を起こすことによって間接的に、細胞そのものが損傷を受ける場合がある。細胞内で放射線が引き起こすことのできる種々のかたちの損傷のうち最も重要なものは、DNAの損傷である。DNAの損傷は、細胞の生存または再生を妨げることがあるが、しばしば細胞によって修復される。もし、その修復が完全でなければ、生育できるものの修飾された細胞を生じることがある。被修飾細胞の生成と増殖は、放射線被ばく以前または以後に生じた細胞内の他の変化によって影響を受けることが十分考えられる。このような影響はよく見られるものであって、他の発がん物質または突然変異原にさらされた場合などが含まれるであろう。臓器・組織内のかなりの細胞が死んだり、正常に再生し機能することが妨げられたりすると、臓器機能の喪失——委員会……が“確定的”と呼ぶ影響——に至るであろう。機能の喪失は、影響を受けた細胞の数が増加するにつれて重大なものとなる。修飾された体細胞が依然として再生能力を保持する場合があります、最終的にがんになるかもしれない被修飾細胞のクローンを生じることがある。遺伝情報を被ばくした者の子孫に伝える機能を有する生殖腺中の被修飾生殖細胞が、間違った遺伝情報を伝えて子孫の一部に重大な障害を引き起こすことがある。1個の被修飾細胞から始まることのあるこれらの身体的影響および遺伝的影響を、確率的影響と呼ぶ。受胎産物から胚へ、さらに胎児への発達過程は複雑であるので、生まれる前の子供に対する放射線の確定的影響と [出生前の] 確率的影響については [別に] 論ずるのが便利である……放射線が増殖と修復といった種々の細胞機能を刺激することができるという、ある実験結果がある。そのような刺激は必ずしも有益とは限らない。今日、“ホルミシス”と呼ばれるこのような影響に関するほとんどの実験データは、主として低線量における統計解析が困難なため、結論が出ていない。その上、多くのデータが、がんあるいは遺伝的影響以外の生物学的エンドポイントに関係したものである。入手しうるホルミシスに関するデータは、放射線防護において考慮に加えるには十分でない。」

委員会は *Publication 73* の中で、電離放射線の生物学的影響の権威ある論評の、注釈をつ

けた文献目録を提供している（ICRP 1996b、付属書 B）。

（C2） このように、委員会の勧告の発展は、放射線が引き起こすことがある確定的影響および確率的影響という2種類の健康影響に密接に結びついている。確定的影響は放射線量が線量しきい値より上にある場合だけ個人に現れ、影響の重篤度は線量とともに増加する；それらは臨床的に、影響を受けた個人の被ばくによるとすることができる。確率的影響は、大きい集団の中で疫学的に見つけることができるにすぎない；それらは、統計学的にそれらを識別できるほど集団線量が十分に大きい場合にだけ、被ばく集団およびそれらの子孫における身体的および遺伝的影響の通常の発生率における変化として見つけられることがある。さらに、いわゆる出生前被ばくの結果として、健康影響が起こることがある；これらの影響は出生前に受けたものであり、出生前、生産児、および彼または彼女の子孫中に現れる。長期被ばくに起因する放射線健康影響、特に確定的影響および出生前被ばくの影響に関する科学的情報は限られているという主な理由から、この付属書中の考察は慎重に用いられるべきであると委員会は勧告する。

C.1. 長期被ばくの確定的影響

（C3） 短期間の急性被ばくによって引き起こされる確定的影響に関しては多くの経験と情報があるが、もっと継続期間の長い一時的な被ばくによって引き起こされる確定的影響については直接の人のデータが非常に少なく、長期被ばくによって引き起こされる確定的影響についてはさらにもっと少ない。確定的影響が起こり始める長期被ばくの線量についての利用できる情報は、放射線治療手技の間に遷延線量を受けた患者での経験から外挿され、また動物実験のデータによって補われたものである。これに関連して、委員会は以下のように結論した（ICRP 1991a、58-61項）：

「何年もの期間にわたって放射線を受ける場合には、約 0.5 Gy 以下の年 [吸収] 線量では、ほとんどの組織に重篤な影響は起こりそうにない。ただし、生殖腺、眼の水晶体、および骨髄は、感受性が高くなる。……男性の一時的な不妊では……長期被ばくの場合、線量率のしきい値は約 0.4 Gy y^{-1} である。永久不妊を生じるしきい値はおよそ 2 Gy y^{-1} である。女性に永久不妊を起こすしきい値は……、何年にもわたる遷延被ばくの場合の線量率で 0.2 Gy y^{-1} 以上である [高年齢の女性のほうが感受性が高い]。[視覚障害を引き起こすのに十分な混濁に対する] 線量率しきい値は…… 0.15 Gy y^{-1} をいくぶん上回ると考えられる。……臨床上有意な造血機能の低下に対する線量率のしきい値は 0.4 Gy y^{-1} 以上である……。」

（C4） したがって、放射線荷重係数が1である比較的均一な長期被ばく状況において

は、確定的影響に対するしきい値は、どの臓器も確定的影響に対するそのしきい値を上回る年吸収線量を受けなければ、年実効線量約100 mSv 以上であるはずであると、委員会は結論しなければならない。

C.2. 長期被ばくの確率的影響

(C5) 確率的影響に対して委員会は以下のように述べている (ICRP 1991a, 33項) : 「臓器の等価線量と被ばくの結果生じるがんの確率との関係の最も特徴的な形は、低等価線量域における初めの比例的関係、次いで二次の項で表されるもっと急な増加率 (勾配)、最後に細胞死による勾配の減少で表される形である。この線量反応関係には真のしきい値を想定しうる十分な根拠はない。この線量反応の形は、典型的とはいえ、必ずしも人のすべてのがんに対する決定的な形ではない。自然バックグラウンドによる線量を越えた増加分に対して直線近似が成り立つことと考え合わせれば、これは、勧告された線量限度以下の全てのレベルの等価線量および実効線量で委員会が単純な比例関係を用いていることに、適切な根拠を与えるものである。」

(C6) さらに、委員会は次のように述べた (ICRP 1991a, 78および79項) : 「がん死亡記録と比べてがん発生記録の不確実性のため、人の被ばく集団についてのデータのほとんどは、被ばくによる過剰がん死亡率で表現されている。しかし、がん発生率も重要であり、委員会は主要な種類のがんについて現在観察されている治癒率に基づいて、これを考慮に入れている。もっと一般的に言えば、委員会は、被ばく集団に予想される障害を表現するための、より広範な基礎を必要としており、したがって、損害の概念を用いることにした……これらの困難の全てが、放射線被ばくによるがんのリスク推定に不確実性をもたらす。この理由のため、および、委員会のリスク推定は決められた被ばくパターンを持つ代表的な集団についてのものであることから、委員会は、単位実効線量当たりの致死がんのこの推定確率を名目致死確率係数と名づける。これは、全ての線量率における低線量の場合、および高線量で低線量率の場合に適用される。……防護の目的からは、同じ名目係数を男女両性および広範囲の年齢層にわたる代表的集団に用いることが極めて望ましい。男女間および年齢別死亡率の異なる集団間にこれら係数の違いはあるとはいえ、その違いは、委員会が異なる名目確率係数の使用を必要とするほどには大きくない。」

(C7) 公衆防護の目的のためには、名目致死確率係数はおよそ $5 \times 10^{-5} \text{ mSv}^{-1}$ であると委員会は推定する。委員会はまた、損害の他の成分すなわち非致死がんおよび重篤な遺伝的影響に対する名目確率係数を推定した。委員会の勧告した全集団に対する確率的影響の名目確率係数を表 C.1に示す。委員会は、これらの係数の全てが長期被ばくに適用できること

をここで再確認する。

表 C.1. 全集団に対する確率的影響について勧告された名目確率係数 (ICRP 1991a)
(単位実効線量当たり、100,000人当たり、mSv 当たりの確率)⁴⁵

致死がん ⁴⁶	非致死がん	重篤な遺伝的影響	全損害
5.0	1.0	1.3	7.3

⁴⁵ 丸めた値。委員会のリスク推定値は「名目値」と呼ばれるが、その理由は、それらが代表的な年齢分布を持つ男性および女性の名目集団の連続被ばくに関するものだからである。疫学から導かれる全ての推定値と同様に、名目リスク係数はもっと高い線量で見られた影響からの外挿に基づいており、ある特定の個人が名目集団の代表と仮定できない限り、もはやその個人に適用されることはない。名目集団とは大きく異なる年齢分布を持つ集団に対しては、調整されたリスク係数を使うことが望ましいかもしれないが、放射線荷重係数と組織荷重係数のいろいろな組を探し求めると実効線量の使用を混乱させるので、そうしないほうがよい。致死係数および損害係数の推定値は、計画の目的および被ばくの影響の一般的な予言のためには適切である。個人や既知の集団の被ばくによって起こりそうな結果の推定のためには、吸収線量と、関係する放射線の生物効果比に関連する特定のデータ、および、被ばくする集団または個人に特に関係のある確率係数の推定値を使うことが、時としてよりよいであろう。

⁴⁶ 致死がんの合計に対しては、損害係数は確率係数に等しい。

C.3. 出生前の長期被ばくの影響

(C8) 出生前被ばくによる健康影響のリスクに対する委員会の推定値は、*Publication 73*の中で次のように示されている (ICRP 1996、28-30項)：

「放射線被ばくの受胎産物への影響は、受胎後いつ被ばくが起こったかに依存する。受胎に続く最初の3週間における胚の被ばくは、出生後に確定的または確率的影響をもたらさそうにない。主要器官発生期 (受胎後の4-14週間) には、被ばく時に発達中の器官に奇形を生じるかもしれないことが動物のデータにより示唆されている。これらの影響はしきい値のある確定的な性格のものであり、動物実験から推定される人でのしきい値は0.1-0.5 Gyの範囲にある。受胎後の第3週から妊娠終了までの期間を通じて、放射線被ばくはがんの確率の増加などの確率的影響を生じることがありうる。得られているデータには一貫性は見られない。しかし委員会は、名目致死確率係数は小児と同程度であると仮定する。広島と長崎で子宮内被ばくした小児の中に、予想以上の知能指数 (IQ) の低下が報告された。このデータは、線量の増加とともにIQの分布が全体として下方へシフトするという点で一致している。委員会は、このシフトが線量に比例すると仮定する。受胎後8から15週の期間、胎児への線量について、1 Sv 当たり IQ が約30点という係数になる。こ

れに基づく、100 mSv 程度の線量で生じる IQ の変化は3点にも満たないであろう。IQ のわずかな低下は臨床上確認することができない。受胎後16-25週の被ばくの IQ に対する影響はもっと軽度であり、他の期間では観察されなかった。IQ に関する観察は全て高線量・高線量率に関するものである⁴⁷。」

⁴⁷ ニューロンおよびシナプスの発達期間中は、発達しつつある脳に放射線が影響する可能性がある。子宮内照射された子供たちに重篤な精神遅滞の頻度の増加があるという、不十分ではあるが有意な疫学的証拠があった。疫学的研究における症例数は少なく、また急性被ばくだけに関連しているが、知能指数 (IQ) テストの結果は、受胎後8週から15週の間子宮内で被ばくした子供たちの中に、IQ の分布が線量の増加とともに一般に下向きにシフトすることが示され、その係数は線量 1,000 mSv 当たりおよそ30IQ ポイントである。結果として生じる過剰確率は、約1,000 mSv の線量に対しておよそ0.4である。100 mSv のオーダーの線量では、増加がたとえあったとしても、テストの感度より低いので、IQ の一般的な分布には何の影響も検出されないであろう。

(C9) 他の証拠がなく、また出生前の被ばくについて利用可能なデータが(特に発達中の脳の子宮内照射に関して)乏しいことを認めた上で、委員会は当面、長期年線量が約100 mSv を十分下回っているような一般の長期被ばく状況においては、出生前被ばくは特に防護を要する事例とすべきでないと指摘する。その理由は：

- ・ 100 mSv 以下の長期年線量に対しては、受胎後の最初の3週における子宮内照射の結果としての過剰小児白血病またはがん(生産児における)の確率は非常に低い；
- ・ 胎児線量100 mSv 未満の場合すなわちおよそ100 mSv 以下の長期年線量に対して、いかなる臓器奇形も予想できないはずである；
- ・ 精神遅滞の影響が検出できるしきい値は100 mSv であり、また妊娠中の感受性のある期間は1年のうちのほんの一部分なので、数百 mSv の長期年線量では、精神遅滞効果に対して実際のなしきい値が仮定されるべきである；また
- ・ 名目致死確率係数は小さい範囲の中にあり、また出生前被ばくの期間は一般集団について予想される連続した被ばく時間よりも短いから、同様の理由で、確率的影響の個人の生涯リスクは、出生前に被ばくした子供たちのほうが一般集団よりも低いはずである。

付属書 D：長期被ばくに関連する放射線防護体系

D.1. 委員会の放射線防護体系の目的

(D1) 放射線防護に対する委員会の方策は長年にわたって展開されてきているが、その主要な目標は基本的に変っていない。それは、委員会の最新の勧告の中で次のように明確に述べられている (ICRP 1991a、15項)：

「放射線防護の主たる目的は、放射線被ばくを生じる有益な行為を不当に制限することなく、人に対する適切な防護基準を作成することである。」

(D2) 費用と便益には無関係な、可能な限り最善の基準ではなく、適切な防護基準を提示するというこの目標は、科学的な概念だけを基礎として達成することはできない。委員会の方策は、利用可能な科学的な知識を、異なる種類のリスクの相対的重要性について、およびリスクと便益のバランスをとることについての価値判断で補足することである。委員会は次のように述べている (ICRP 1991a、100項)：

(放射線防護の体系は、)「関連したしきい値以下に線量を保つことによって、確定的影響の発生を止め、また確率的影響の誘発を減らすためにあらゆる合理的手段をとることを確実にするように意図されている。」

委員会の放射線防護体系のこの目標は、長期被ばく状況を包含する。

(D3) 多くの長期被ばく状況は、社会的問題 (NEA 2000) と、放射線防護アプローチが基礎を置くべき倫理的な原則についての議論とを引き起こした。委員会はその勧告の系統的記述において特定の哲学の学説をはっきりと引用しなかったけれども、放射線防護体系が基づく諸原則は、一般に容認されている2つの倫理的原則の一例である。この体系は一方で、特定された個人の適切な放射線防護が保証されることを要求する；たとえば、個人に対する確定的影響は防止されなければならない、また、確率的影響の個人リスクは制限されなければならないことが要求される。これは、義務論的倫理の原則に結びつけられると解釈できよう。他方、この体系は、放射線防護の全体的な指導原則が、その被ばく状況の広く存在する社会的・経済的状况の下で、社会の最大多数の人々がプラスの健康便益を得るべきであることを要求する：たとえば、全ての線量は、社会的および経済的考慮を払った上で、合理的に達成できる限り低く保つことが要求される。これは、実利的倫理の原則に結びつけられていると解釈できよう。これら両方のタイプの倫理的原則の考察は、多くの長期被ばく状況における放射線防護アプローチの社会的受容性について不可欠である。

D.2. 線源関連および個人関連の防護のアプローチ

(D4) 委員会は以下のように述べている (ICRP 1991a、102および103項) :

「委員会がその勧告を発展させてきたやり方をはっきりさせるためには、人の被ばくを引き起こす諸過程を事象と状態とのネットワークと考えるのが便利である。このネットワークの各部分は線源から始まる。委員会は、線源という言葉で、必ずしも放射線の物理的な線源とは限らずに、被ばくの源を示す言葉として用いる。こうして……放射性物質が廃棄物として環境に放出されるときには、放出した施設全体を線源とみなすこともあろう。放射線または放射性物質は次に環境のいろいろな経路を通るが、この経路は、作業場所では簡単であろうけれども自然環境では非常に複雑で、いくつかの経路は多数の線源に共通であろう。最終的には、個人、それもおそらく多数の個人が、もとは1つの線源に由来して被ばくする。多数の線源が存在しうるから、ある人々はそれらのうち2つ以上の線源からの放射線に被ばくする。もし自然放射線源を含めると、全ての人々が少なくとも数個の線源からの放射線に被ばくすることになる。幸いなことに、このネットワークを一体のものとして扱う必要はほとんどない。もし個人の線量が確定的影響のしきい値よりも十分に低いならば、ある単一の線源からの個人線量は他の線源からの線量とは無関係の効果を持つだけである。したがって、多くの目的の場合、各々の線源あるいは一群の線源は、他の線源と独立に扱うことができる。しかし、各個人はいくつかの線源からの放射線に被ばくする。その結果、防護の有効性の評価は、個人線量をもたらす線源に関係させることもできるし (線源関連評価)、また、ある人が全ての関連する線源から受ける個人線量に関係させることもできる (個人関連評価)。」

(D5) したがって現実には、単一の線源からもたらされる全ての被ばくに関わる線源関連の防護と、多くの線源による1人の個人の被ばくに関わる個人関連の防護との間で区別がなされる (図 D. 1 を参照)。この区別は、多くの長期被ばく状況において非常に重要である。

(D6) 委員会の放射線防護体系はこの点について、個人に対する危険の源を制御することまたは個人が危険にさらされるのを制限することのいずれかに焦点を合わず、他のリスクに基づく健康防護体系に似ている。時には両方のアプローチを用いることが必要である。最も有効でかつ最も妨害の少ない人のじゃまにならない制御ポイントは通常、線源にあるという理由から、放射線防護体系は、線源によって与えられる被ばくのケースバイケースの制御を強調している。線源関連の算定によって、ある行為または介入がいかなる不利益をも上回る便益をもたらすかどうか、また線源が引き起こす放射線被ばくを減らすためにあら

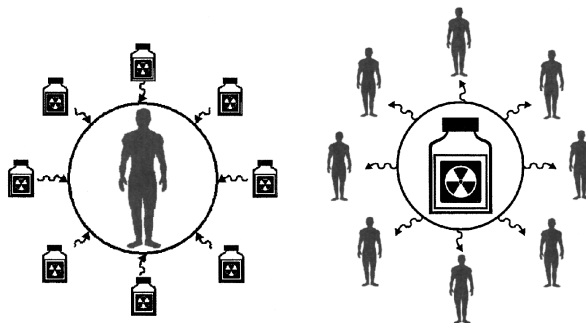


図 D.1. : 数多くの線源に被ばくする 1 人の個人の線源関連の防護 (左の絵)、および、単一の線源に被ばくする数多くの個人の個人関連の防護 (右の絵) の概念図

ゆる合理的な手段がとられたかどうかの判断が可能になる。このように線源関連の算定は、線源レベルでの行為と介入の正当化および防護の最適化を容易にする。線源関連の算定は、算定される線源に起因する年線量の大きさ (増加または減少) および被ばくする個人の数の大きさを考慮するが、他の被ばく源の個人に対する影響の大きさを考慮しない。

(D7) 放射線防護体系の実際的な適用には、線源関連の算定と個人関連の算定との実用に即した組合せが求められる。たとえば、行為に対する放射線防護体系においては、防護の最適化には、集団線量すなわち線源関連の算定を要求する線源関連の概念の使用と、着目する線源に起因する年線量の個人関連の算定を要求するある決められた線源に結びついた個人関連の概念である年線量拘束値の使用による補足とが含まれる。個人年線量限度への適合を確実にするために、この体系はまた、全ての関連した行為による年線量の合計の個人関連の算定を要求する。規制機関によって策定された規制要件との関連の範囲内で、委員会は以下のように述べている (ICRP 1991a、242項) :

「規制機関は、線源関連の線量拘束値の選択を含む適当な防護の最適化を確実にするための線源関連アプローチと、全ての関わりのある線源に関して個人の適切な防護を確実にするための個人関連アプローチの両方を考慮しなければならないであろう。もとの線源が規制機関の管轄下でない場合、たとえば、放射性物質が規制機関の管轄区域の川の上流で放出されたときには、評価と管理を環境の特定の領域に関連づけることを考慮することが有用かもしれない。その際は、管理は線源に適用できないので、実行するとしてもあるかたちの介入によってのみ線量を制限することができる。線源の管理は国家間あるいは機関相互の協力によって行われることが通常よりよいであろう。」

(D8) 長期被ばく状況の下にある居住地において、ある個人が線源に関わりなく受ける現存年線量の個人関連の算定を、委員会が特に勧告したことはない。その理由は、放射線防護体系が、行為によって現存年線量に加えられるか、または、現存年線量から介入によっ

て回避されるか、いずれかによる年線量の差に注目しているからである。実際、この体系は、特定の状況における年線量の差を制御するためにより有効なやり方のケースバイケースの考察を求めている。ケースバイケースの状況に関連した解決は、防護を最適化する理想的な過程の論理的な結果である。しかし実際には、たとえそれらが最適の解決でないとしても、現存年線量によって作られる放射線防護問題の一般解を必要とすることがある。委員会は常に、一般解の使用例である標準化の便益を認めてきた。第4章に述べたように、現存年線量の個人関連の算定は、ある長期被ばく状況に対する一般的なガイダンスの提供に重要な役割を持つことがある。

D.3. 被ばくの分類

(D9) **職業被ばく、医療被ばくおよび公衆被ばく**：被ばくの分類に関して、委員会は以下のように述べている (ICRP 1991a、109項)：

「委員会は被ばくを3種類に区分する：第1は職業被ばくで、これは仕事中に、主として仕事の結果起こる被ばくである。第2は医療被ばくで、主に診断または治療の一部として患者が受ける被ばくである。そして、第3は公衆被ばくで、第1、第2以外の全ての被ばくを含む。」

長期被ばくは公衆被ばくの一部である。しかし、作業者と患者はまた公衆の構成員でもあること、および、この分類について重要なのは長期被ばくのタイプ（すなわち長期被ばくの線源および事情）であって、被ばくの受け手でないことに注意すべきである。

(D10) **通常被ばくおよび潜在被ばく**：委員会はまた、放射線被ばくを通常被ばくと潜在被ばくという2つの大まかなカテゴリーに分けた。委員会の用語 (ICRP 1993a、2項；ICRP 1997b、2項) では、

「通常被ばくは、発生が合理的に期待できるものである。いい換えると、その被ばくが、1か1に近い確率で起こることが予言される。」また、

(潜在被ばくは、)「起こる可能性はあるが、起こるということは確かではない」被ばくである。「これらは予見することができ、それらの発生確率を推定することはできるが、詳細に予測することはできない。」

潜在被ばくの防護の概念的枠組みは *Publication 64* (ICRP 1993a) に示され、また選ばれた線源に対するいくつかの適用が *Publication 76* (ICRP 1997b) に示されている。

(D11) 長期被ばくは一般に通常被ばくとみなすことができる。しかし、長期潜在被ばく状況、すなわち、可能性はあるが被ばくすることは確実でないような持続する状況が存在することがある。第5章に長期潜在被ばく状況の例が論じられている：これは、ホットパー

テクニクが散在する土地の汚染である。

D.4. 放射線防護体系の適用範囲

(D12) **除外**：委員会は、放射線防護体系の適用範囲に必然的な制限があることを認め、以下のように述べている（ICRP 1991a、99項）：

「世界中の人々は皆、自然放射線源と人工放射線源からの放射線を受けている[ので]、……放射線防護の現実的な体系はどれも、もし人類の全ての活動に適用しようとするのでないならば、明確に決まった適用範囲を持っていなければならない。その体系はまた、一貫したかたちで非常に広範な状況をカバーしていなければならない。」

(D13) したがって、防護体系を人類活動の全体に拡張することはそれ自体間違っていないけれども、その適用範囲は実際の理由で限られるべきである。この体系は、人々の被ばくのレベルに影響するかあるいは少なくとも考慮に値する対策が実行可能であるような状況、すなわち、被ばくが制御しうるかまたは制御に従う状況を扱うことができるだけである。ある種の長期被ばくは、単純に制御できないし、また、他のものは本質的に制御に従わない。委員会は以下のように勧告している（ICRP 1991a、291項）：

「地表における宇宙線および体内のカリウム-40のような本質的に制御不可能な線源は、規制手段の一部をなす免除規定によるよりも、規制手段の範囲からの除外というやり方で扱うのが最も適当である。」

(D14) ある長期被ばくを公式の規制から除外することは、最終的にはその被ばくの制御への従いやすさに関する規制上の決定の問題である⁴⁸。そのような決定は、監督官庁によってなされなければならない。

⁴⁸ ホメオスタシスによって統御されている体内のカリウム-40のレベルにより引き起こされる被ばくのようなある種の被ばくは、明らかに制御できない；他の場合については、制御への従いやすさは、規制上の定義に依存する。宇宙線による被ばくのような自然線源によって引き起こされる多くの長期被ばくは制御に従わず、規制から通常除外される。

(D15) **免除**：委員会はまた、線源の規制からの免除に関して、次のように勧告した（ICRP 1991a、285-288項）：

「過度の規制手続きを避けるために、たいていの規制体系は、……免除を認める規定を含んでいる。委員会は、線源の免除が規制機能の重要な一部であると信ずる。国際原子力機関および経済協力開発機構原子力機関が加盟国に対してこのことに関する助言を行っていることに、委員会は注目している。線源あるいは環境の状況を規制上の管理から免除する根拠は2つある。1つは、平常および事故の状態のいずれにおいても、その線源が小さな

個人線量および集団線量しかもたらさないことである。もう1つは、どのような合理的な管理手段も、個人線量および集団線量の有意な低減を達成することができないことである。わずかな線量を理由とする免除の根拠が強く求められているが、確立するのは非常に困難である。個人線量あるいは集団線量がどのようなとき、規制の目的から無視できるほど十分に小さいかを決定する難しさは別としても、線源を決める上でかなりの困難がある。線量がわずかであるということは本来個人に関連しているのに対し、免除は必然的に線源に関連したプロセスであるという問題が根本にある。」

(D16) 委員会はまた、以下のように述べた (ICRP 1991a、290項) :

「免除の第2の根拠は、防護の最適化において必要とされるのと同様の考察を要する。それは、わずかな線量を理由とするだけでは免除できないが、どんな合理的規模の規制も、ほとんどあるいはまったく改善をもたらさないような線源の免除に対し、論理的根拠を用意することである。」

(D17) **行為に対する免除レベル** : *Publication 64* で委員会は、行為に対する免除レベルの現行の規準を次のように要約した (ICRP 1993a、86項) :

「通常被ばくの場合、行為は正当化されているが規制条項は不必要であることが明確なときには、ほとんどの規制体系は、その規制体系からの免除を認める条項を含んでいる。免除の根拠は、線源が小さな個人線量 (1年当たり10 μ Sv のオーダー) しか与えず、防護が最適化されていることである。すなわち、規制条項によって、線量低減がわずかし、あるいはまったく改善されないということである。(もし、集団線量が小さく、たとえば1年当たり1 man Sv のオーダーであれば、防護は最適化されているとみなされることが多い。)」

(D18) **介入に対する免除レベル** : 委員会はまた、介入に関連する免除レベルの概念を次のように考えた (ICRP 1991a、284項) :

「国際貿易特に食料品の貿易を不必要に制限することを避けるため、これに関連して、輸出入が自由に許されるものと、特別の決定の対象とすべきものとの間の線引きを示す、誘導介入レベルを用いることが必要であろう。介入レベル、あるいはこの目的には介入免除レベルと呼んだほうがよいレベル以下の品物に適用されるどんな制限も貿易に対する人工的障壁とみなすべきである。介入免除レベル以上の物資の貿易は一律に禁止すべきでないが、このような物資は一時的に統制を受けることもありうる。このような方法で国際貿易に使われる介入免除レベルは、他の状況で措置を発動するのに使われる介入レベルと必ずしも同じ値にする必要はない。」

この重要な勧告は、公衆の使用する商品に関わる長期被ばく状況に適用できる。

D.5. 行為と介入

(D19) **行為の特徴づけ**：ある行為の実施の期間中、その行為は年線量を人々が行為の導入の時点で受けている現存年線量に追加することがある。一方で、その行為は直接の照射および短寿命放射性核種により、一時的な被ばくを加えることがあり、他方、その行為は、その実施の間、毎年累積する長寿命放射性核種によって長期被ばくを加えることがある。図 D.2 の上のグラフは、ある行為の実施の間に与えられる一時的な年線量と、その行為の実施中および実施後ずっと与えられる長期年線量の両方を、既存の現存年線量への追加として示している。

(D20) もしその行為の強度が長年にわたってほぼ一定であるならば、一時的な年線量（すなわちある1年間に与えられまたは預託された一時的な線量）は通常一定であるはずである。すなわち、行為の実施が終了されるときまたはそのすぐ後には、それらは実効的にゼロになるであろう。しかし、長期年線量は行為の実施の間に毎年累積し、また、関係する放射性核種の寿命と移行時間にもよるが、結果として生じる長期年線量の合計は、行為の終了後長期間にわたって近似的に一定のまま残る。この合計は、その行為に起因する長期追加年線量を表す。

(D21) もし行為の実施期間が時間のある一点に縮められるならば、この図は、その行為の導入の時点で人々が受けている現存年線量に加えられた、その行為に起因する長期追加年線量のちょうど合計を示し、これは行為の後における現存年線量となる。このことは、図 D.2 の下のグラフにもっと簡単に示され、第2章の図2の根拠となっている。

(D22) 行為に対する委員会の放射線防護体系は、行為に起因する追加年線量 ΔE に関するものであり、行為前に存在する現存年線量あるいは行為後に残る現存年線量のいずれにも関係しない。この体系は、正当化された行為に起因する追加年線量 ΔE が、年線量拘束値の下での防護の最適化の過程からもたらされるレベルに、なるべく線源のところで制限されることを要求する。さらにそれは、全ての関連した行為に起因する年線量の合計 $\Sigma(\Delta E)$ が個人年線量限度を上回らないことを要求する。「関連した」という語は強調に値する。すなわち、関連した行為とは、行為に対する放射線防護体系の適用範囲内にある行為であって、しかもそれだけである。現存年線量（行為前の現存年線量または行為終了後の現存年線量のいずれか）は、関連した寄与している行為に起因する成分のうち、その成分に対する制限以外のいかなる年線量制限も受けない。いい換えると、行為に対する防護体系は、全ての ΔE が取り除かれた現存年線量に制限を課さない。

(D23) **介入の特徴づけ**：長期被ばく状況においては、介入は、現存の線源を取り除き、

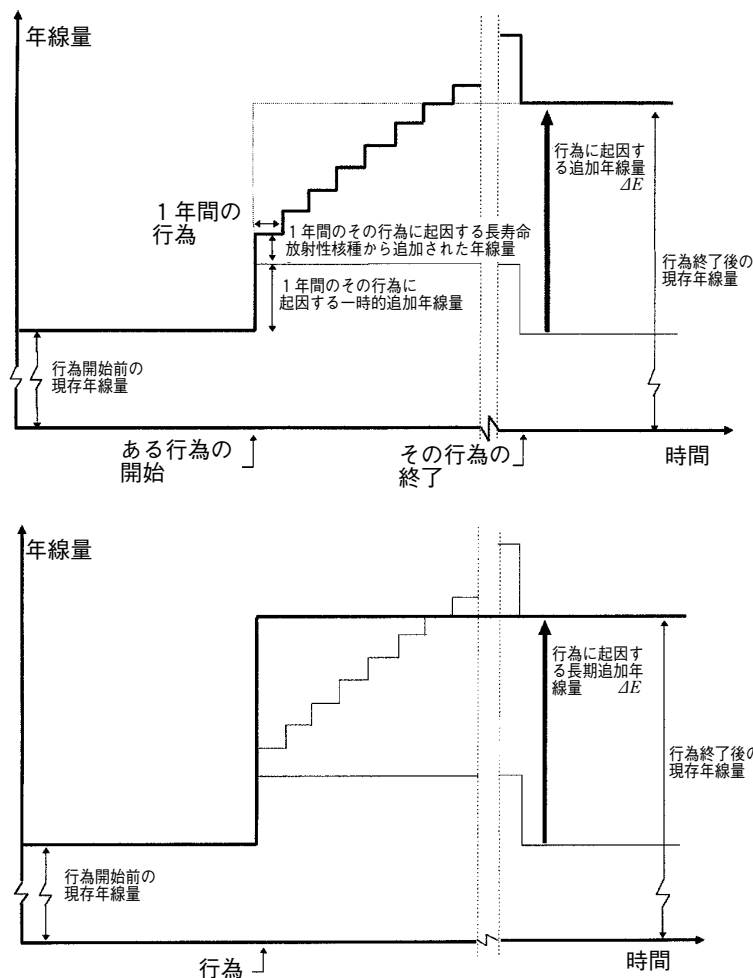


図 D.2. ある行為の実施期間中、現存年線量は、2つの主な源により増加すると予想すべきである。1つは、直接の照射および短寿命放射性核種の環境への放出による比較的短期間の一時的な被ばくである；もう1つは、長寿命放射性核種の放出によって引き起こされる長期被ばくである。もし行為の強度が比較的一定であるならば、一時的な被ばくによる年線量は行為の実施期間にわたってほぼ一定であるはずであり、また行為の終了後は実効的にゼロになるであろう。長期被ばくによる年線量は毎年累積し、行為の終了後には実際上一定のままになる（放出放射性核種の放射能のわずかな崩壊によって少し減少する）。この過程は上の図に示されている。下の図は、もし行為の実施時間が横軸の一点に縮められたときに、表示上起こる単純化を示す；これは、第2章の単純化された図2になる。行為終了後の現存年線量を一定のレベルとして示すことでさらに単純化されていることに注意されたい；実際それは時間とともに減少する関数となるはずである。

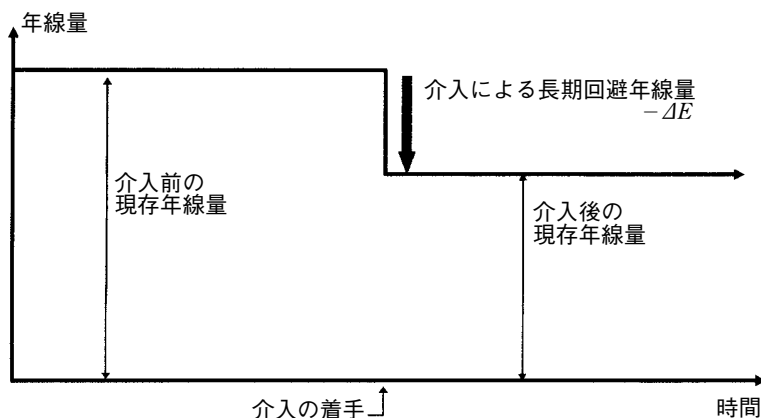


図 D.3. 介入を実行すると、介入時点での現存年線量は減少するであろう。したがって介入により、介入前の現存年線量の一部が回避されることが期待される。それゆえ、介入後の現存年線量は介入前より低くなるであろう。予想される回避年線量は、介入前の現存年線量から介入後の現存年線量を差し引くことによって得られる（このケースでは ΔE の負の値として表される）。回避線量は、明らかに年線量限度または拘束値に支配されない。残留する介入後の現存年線量もまた制限を受けない。

経路を変え、または被ばくする個人数を減らすことで現存年線量のうちのいくつかの成分を回避することにより、現存年線量を減らすことを意図している。いったん介入が完全かつうまく実行されると、残りの年線量すなわち介入後の現存年線量はそれ以上考慮されることはない。この過程は次のとおりである：第1に、現存年線量および介入によって回避可能な年線量 ($-\Delta E$) が、介入を正当化するほど十分に大きいかどうか算定すべきである；第2に、もし介入が正当化されるならば、回避年線量を関連する量として用い、防護対策を最適化すべきである。介入の終了後は、残存する介入後の現存年線量はいかなる制御も受けない。これを図 D.3 に示す。

(D24) **介入から行為への移行**：以前に介入を受けた地域における行為の導入と管理について、いくらかの不確実性があった。介入に着手すべきかどうかの決断ならびに現在行われている介入を中止すべきかどうかの決断には、全ての現存のあるいは現実に予見される地域の使用から予想される被ばくを考えるべきであることを強調すべきである。介入が完了した後に残る現存年線量は制限を受けないので、この現存年線量はその後のあらゆる行為を考察するための新しいベースラインになる。図 D. 4 がこの見解を明らかにしている。

(D25) **行為、介入およびその他の人間活動の区別**：大部分の状況において、行為を介入から区別することに困難はない。しかし、この区別はいくらかの誤解があったので、委員会は、行為、介入および、生活習慣の変更のように人々の被ばくを変化させることがある他の人間活動の区別に関連するいくつかの重要な問題をここで再び強調したい：

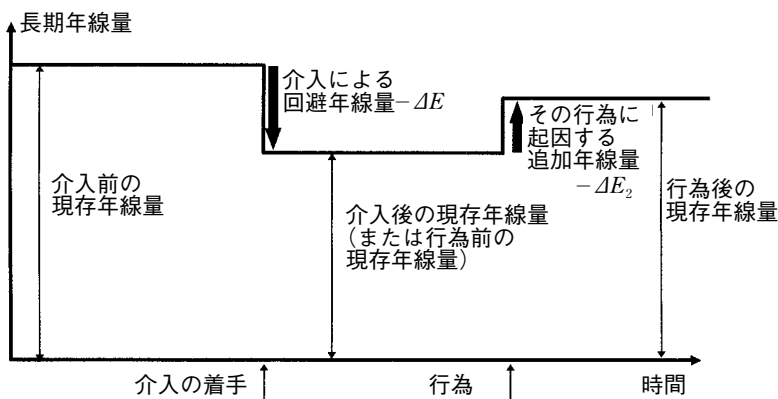


図 D.4. 介入が実施された後に行為が導入されたケース。委員会の放射線防護体系は、介入後の現存年線量のレベルに関係なく、行為に起因する追加年線量 ΔE を制限する。

- ・行為は、ある個人の便益または社会の便益を得るために、計画された選択の問題として採用される。ある有益な行為が現存年線量に線量を加えるにもかかわらず、その行為を採用するという意識的な決断が存在する。
- ・介入は、その存在が健康上の関心事かもしれないが選択の問題ではない、事実上存在する状況によって引き起こされる現存年線量を減らすことを意図している。介入の状況においては、その状況が考慮中であり、また通常その線源と特定の関連したいかなる社会的便益にも結びつけられていないときに、線源（および／または線量）がすでに存在する。
- ・行為と介入の間の最も明白な区別は、有益な線源とその結果の被ばくを受け入れるかどうかを先験的に選択する能力である。もし選択がなお利用可能ならば、通常その被ばくは行為によるものである、ということができる。行為に起因する年線量の制御は、前もって計画されるべきである。行為に起因する年線量を減らすそれ以降の手段は、行為における改善であって、必ずしも介入ではない。もし線源がすでに存在するという理由で、選択の余地がないならば、被ばくを減らすためにとられるいかなる対策も介入である。（しかし、介入に含まれる職業的活動は、行為においてなされるのと同様に制御されるべきである；介入を実施する人々の被ばくは、緊急時であっても制限されるべきである。）
- ・行為と介入の概念を導入する際、委員会は、個人の被ばくの増加を引き起こすかもしれないいかなる人間活動も行為であり、また、個人の被ばくを減らすかもしれないいかなる人間活動も介入であると示唆する意図はなかった。たとえば、個人のバックグラウンド被ばくを増加または減少することがある生活習慣の通常の変更（たとえば、その国の別の地域への移転あるいは住居のタイプの変更）は、行為または介入のいずれとしても扱うべきでなく、また放射線防護体系に従わせるべきでない。（しかし、もし被ばくが介入を正当化

するほど十分に高い地域へ人々が移動したならば、介入がやはり求められるかもしれない。)

(D26) **分類が困難なケース**：しかし、行為か介入かの分類が困難ないくつかの状況がある。1つの特別なケースは、ある行為からの認可された環境放出によって残留している放射性物質の使用の分類に関連するものである。認可された放出からのいかなる環境中の放射性物質も、人への環境の経路が変わらない限り、更なる制限を受けるべきでない、と委員会は助言する。しかし、もし環境物質の新しい利用（たとえば放出の算定において以前には考えていなかった貝の一種の収穫と消費）が提案されているならば、排出限度をもう一度最適化することによって、現在の行為の制御にそれを含めることが可能であろう；もしそれが実行可能でないかまたは有効でないならば、環境中の蓄積を介入によって扱うことが必要になるかもしれない。分類が著しく困難なのは、商品への放射性核種の組込みから生じるが、このケースは、本文の第5章で別に扱われている。

D.6. 行為に対する放射線防護体系の諸原則

(D27) 行為に対する放射線防護体系の基本原則は、委員会によって次のように要約されている（ICRP 1991a、S18項）：

「提案された行為および継続している行為に関して委員会が勧告する放射線防護体系は、次の一般原則に基づくものである：

- ・放射線被ばくを伴うどんな行為も、その行為によって、被ばくする個人または社会に対して、それが引き起こす放射線障害を相殺するのに十分な便益を生むのでなければ、採用すべきでない。（行為の正当化）
- ・ある行為内のどんな特定の線源に関しても、個人線量の大きさ、被ばくする人の数、および、受けることが確かでない被ばくの起こる可能性、の3つ全てを、経済的および社会的要因を考慮に加えた上、合理的に達成できる限り低く保つべきである。この手順は、本来の経済的、社会的な判断の結果生じそうな不公平を制限するよう、個人に対する線量に関する限定（線量拘束値）、あるいは、潜在被ばくの場合には個人に対するリスクに関する限定（リスク拘束値）によって、拘束されるべきである。（防護の最適化）
- ・関連する行為全ての複合の結果生じる個人の被ばくは線量限度に従うべきであり、また潜在被ばくの場合にはリスクの何らかの管理に従うべきである。これらは、通常の状態ではいつも、どの個人も、これらの行為から容認不可と判断されるような放射線リスクを受けることが確実にないようにすることを目的とする。全ての線源が線源での措置によって管理が可能とは限らないので、線量限度を選択する前に、関連するものとして含めるべき線

源を特定する必要がある。(個人線量限度および個人リスク限度)

(D28) **正当化**：委員会は、行為の正当化に関して以下のような勧告を行った (ICRP 1991a、115項)：

「ある行為の採用と継続を決定するには、可能な選択肢間の選択が必要で、これは2段階で行われることが多い。第1段階は、害よりも大きい益をもたらすと期待できる選択肢を特定するために、各選択肢を別々に調べることである。こうすることで“候補リスト”が作られ、次に好ましい選択肢をその中から選び出すことができる。第2段階は最終選択で、これには、1つの現在ある行為の他の行為による置換えがしばしば含まれる。そこで、各選択肢個々の正味便益ではなく、この変更の正味の便益がこの場合重要な特性になる。放射線に対する被ばくあるいは潜在被ばくを伴う行為を考察しようとするときには、選択過程の中に放射線損害をはっきりと取り入れるべきであると委員会は勧告する。考察に加えるべき損害は、放射線と関連があるものには限定されず、その行為の放射線以外の損害と諸費用とが含まれる。放射線損害は全損害のほんの一部であることがしばしばあろう。したがって、ある行為の正当化は放射線防護の範囲をはるかに超えたものとなる。これらの理由から、委員会は、正当化という言葉を前述の2つの段階の最初のもの、すなわち、正味便益がプラスであることのみを必要とする段階に限定して用いる。すべての利用しうる選択肢のうちどれが最善かの選択は、通例は、放射線防護機関の責任を超える仕事である。」

(D29) この事について、委員会はその基本になる概念的枠組みを次のように述べた (ICRP 1991a、101項)：

「人間の活動に関するほとんど全ての決定は、便益と費用プラス不利益との暗黙の比較に基づくもので、そうすることにより、ある一連の措置または行為が実行する価値のあるものかどうかの結論が導かれる。これほど一般的ではないが、ある行為は、個人あるいは社会にとっての正味の便益が最大になるように調整して実施すべきであることも認識されている。個人の目標と社会の目標とは一致するとは限らないので、これはそう簡単な過程ではない。放射線防護では、他の分野と同様に、これらの決定に達する助けとなる手順の形式を整え、これを定量化することが可能になってきている。その際には、社会全体の利益と不利益とに注目するだけでなく、個人の防護にも注意を払わなければならない。便益と損害とが集団の中で同じ分布をしない場合には、ある程度の不公平が必ず生じることになる。甚だしい不公平は、個人の防護に注意を払うことによって避けることができる。また、現在の多くの行為は、将来、ある場合には遠い将来に受けることになる線量を与えるということも認識しなければならない。これら将来の線量は、現在の線量に使われるのと同じ根拠に基づく必要は必ずしもないが、集団の防護上も個人の防護上も考慮に加えるべきで

ある。」

(D30) **最適化**：防護の最適化に対する基本的な枠組みは、委員会によって次のように与えられている（ICRP 1991a、117項）：

「ある行為がいったん正当化され採用された後には、個人および集団に対する放射線のリスクを減らすためにいかに諸資材を使うのが最善かを考察する必要がある。大まかな目的は、個人線量の大きさ、被ばくする人の数、および、受けることが確かでないような被ばくの生じる可能性、の全てが、経済的および社会的要因を考慮に加えた上、合理的に達成できる限り低く保たれることを確実にすることにある。これら種々の量の間に相互作用があれば、それを考慮しなければならない。損害を減らす次の手段が、得られる損害の減少に比べ著しく過大な諸資材を使って初めて達せられるものならば、この手段を採用することは、個人が適切に防護されている場合、社会のためにならない。このとき防護は最適化されているということができ、被ばくは、経済的および社会的要因を考慮に加えた上、合理的に達成できる限り低い、ということができる。この手順は、現在ある行為を検討しているときにも、用いるべきである。」

さらに、委員会は次のことを指摘している（ICRP 1991a、119項）：

「防護を最適化することに含まれる諸判断は純粹に定量的なものばかりとはいえ、種類の違う損害間の選択、および、資材の使用と健康影響との間の選択の問題が含まれている。」

(D31) **制限**：委員会は以下のように述べている（ICRP 1991a、122-123項）：

「行為の正当化の手順と防護の最適化の手順が有効に実行されたならば、個人線量についての限度を適用しなければならない場合はわずかしかないであろう。しかし、このような限度は、かなり主観的なこれらの手順についてはっきりと決まった境界線を与え、またいろいろな行為の複合により生じるかもしれない過大な個人損害の発生を防止する。委員会の決める個人線量限度は、行為の管理だけに適用すべきものである。線量限度の数値は、この値をわずかに超えた被ばくが続けば、ある決まった行為から加わるリスクは平常状態で“容認不可”と合理的に記述できるようなものとなるように選ぶ、というのが、委員会の意図である。」

(D32) 委員会はさらに以下のように考察している（ICRP 1991a、188項）：

「線源関連線量拘束値の広範な使用と公衆の被ばく源に対する実際的制限によって、一般的に適用可能な線量限度が実際に制限因子となることはまれである。しかし、拘束値は線源関連であるため、それらは、少なくとも原理的には、他の線源からの被ばくを適切に考慮し得ないことがあるかもしれない。委員会はこれがかなりの程度で起こるとは信じていないが、単に拘束値の選択についての限度を与えるにすぎないとしても、公衆被ばくに対

する線量限度を引き続いて勧告する。」

D.7. 介入に対する放射線防護体系の諸原則

(D33) 介入に対する放射線防護体系の基本原則は、委員会によって次のように要約されている (ICRP 1991a、113項) :

「介入に関して委員会が勧告する放射線防護体系は、次の一般的原則に基づくものである :

- ・提案された介入は、害よりも益のほうが大きいものであるべきである。すなわち、線量を引き下げた結果生じる損害の減少は、この介入の害と社会的費用を含む諸費用とを正当化するのに十分なものであるべきである (介入の正当化)。
- ・介入のかたち、規模、および期間は、線量低減の正味の便益、つまり放射線損害の低減の便益から介入に関する損害を差し引いたもの、を最大とするように、最適化されるべきである (介入による防護の最適化)。」

(D34) これらの諸原則への対処において、委員会は以下のことを指摘している (ICRP 1991a、130-131項) :

「いくつかの状態では、管理手法に関し決定をしようとするときにはすでに、線源、経路、および被ばくする個人が存在している。時には、もとの行為の検討結果の一部として新しい管理手順が得られることがあるが、もっと一般的には介入が必要となる。このような状況のうち重要なものは、自然放射線源に対する被ばくが関与する状況である。事故と緊急時は、行為を扱う際には潜在被ばく源として考察されているが、もし起こったならば、これらは介入を必要とするかもしれない。……多くの状況では、介入は線源には適用できず、環境に対してと個人の行動の自由に対して用いなければならない。介入のプログラムを構成する対策は、常にいくぶんの不利益を有するが、それらが害よりも大きな益をもたらすべきであるという意味で、正当化されるべきである。次に、対策のかたちと規模および期間は、正味の便益を最大にするように最適化されるべきである。委員会が勧告する線量限度は、行為の管理に使うことを意図したものである。これらの勧告された線量限度、あるいは事前に決めた他の任意の線量限度を、介入決定の根拠として使うことは、得られる便益とはまったく釣り合わないような方策を含むかもしれず、正当化の原則に矛盾するであろう。したがって委員会は、介入の必要性あるいはその規模の決定に線量限度を適用しないことを勧告する。しかしながら、重篤な確定的影響を生じる線量に近い線量レベルでは、ある種の介入はほとんど必須となるであろう。」

引用文献

- CEC (1993) Radiation Atlas: *Natural Sources of Ionising Radiation in Europe*. EUR 14470. Commission of the European Communities. Directorate-General XIII. L-2920 Luxembourg.
- CODEX ALIMENTARIUS (1991) *Codex Alimentarius*. Vol. 1 (1991), Section 6.1, Levels for Radionuclides. Codex Alimentarius Commission Joint Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization Food Standards Programme.
- IAEA (1986a) *Principles for Limiting Releases of Radioactive Effluents into the Environment*. Safety Series 77. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- IAEA (1986b) *Optimization of Radiation Protection*. Proceedings of a symposium, Vienna, 10-14 March 1986, jointly organized by IAEA and NEA (OECD). International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- IAEA (1988) *Principles for the Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control*. Safety Series 89. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- IAEA (1989) *Evaluating the Reliability of Predictions Made Using Environmental Transfer Models*. Safety Standards, Safety Series 100. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- IAEA (1990) *Extension of the principles of radiation protection to sources of potential exposure, a Safety Report*. Safety Series 104. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- IAEA (1996) *International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources*, Safety Standards. Safety Series 115. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- IAEA (1997) *Application of radiation protection principles to the cleanup of contaminated areas*. TEC-DOC-987. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- IAEA (1998a) *Radiological Conditions at Bikini Atoll: Prospects for Resettlement, Radiological Assessment*. Radiological Assessment Reports Series. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- IAEA (1998b) *The Radiological Situation at the Atolls of Mururoa and Fangataufa, Radiological Assessment*. Radiological Assessment Reports Series. Main Report, Summary Report, Technical Report and Proceedings. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- IAEA (1999a) *Radiological Conditions of the Western Kara Sea: Assessment of the Radiological Impact of the Dumping of Radioactive Waste in the Arctic Seas: Report on the International Arctic Seas Assessment Project (ASAP)*. Radiological Assessment Reports Series. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- IAEA (1999b) *Radiological Conditions at the Semipalatinsk Test Site, Kazakhstan: Preliminary Assessment and Recommendations for Further Study*. Radiological Assessment Reports Series. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- ICRP (1959) *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP publication 1. Pergamon Press, Oxford, UK.
- ICRP (1964) *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP publication 6. Pergamon Press, Oxford, UK.
- ICRP (1966) *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP publication 9. Pergamon Press, Oxford, UK.
- ICRP (1973) *Implications of Commission Recommendations that Doses be Kept as Low as Readily Achievable. A Report by Committee 4 of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 22. Pergamon Press, Oxford, UK.

- ICRP (1977) Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 26, Annals of the ICRP 1 (3).
- ICRP (1978) Statement from the 1978 Stockholm meeting. In : Annals of the ICRP 2 (1).
- ICRP (1980) Statement from the 1980 Brighton meeting. In : Annals of the ICRP 4 (3/4).
- ICRP (1983) Cost-benefit Analysis in the Optimization of Radiation Protection. ICRP Publication 37, Annals of the ICRP 10 (2/3).
- ICRP (1984) Statement from the 1983 Washington meeting. In : Annals of the ICRP 14 (1).
- ICRP (1985a) Statement from the 1985 Paris meeting. In : Annals of the ICRP 15 (3).
- ICRP (1985b) Radiation Protection Principles for the Disposal of Solid Radioactive Waste. ICRP Publication 46, Annals of the ICRP 15 (4).
- ICRP (1985c) Principles of Monitoring for the Radiation Protection of the Population. ICRP Publication 43, Annals of the ICRP 15 (1).
- ICRP (1987a) Statement from the 1987 Washington meeting. In : Annals of the ICRP 17 (2/3).
- ICRP (1987b) Statement from the 1987 Como meeting. In : Annals of the ICRP 17 (4).
- ICRP (1989) Optimization and decision-making in radiological protection. ICRP Publication 55, Annals of the ICRP 20 (1).
- ICRP (1991a) 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60, Annals of the ICRP 21 (1-3).
- ICRP (1991b) Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency. ICRP Publication 63, Annals of the ICRP 22 (4).
- ICRP (1993a) Protection from Potential Exposure: A Conceptual Framework. ICRP Publication 64, Annals of the ICRP 23 (1).
- ICRP (1993b) Protection Against Radon-222 at Home and at Work. ICRP Publication 65, Annals of the ICRP 23 (2).
- ICRP (1993c) Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides : Part 2. ICRP Publication 67, Annals of the ICRP 23 (3/4).
- ICRP (1995a) Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides : Part 3. ICRP Publication 69, Annals of the ICRP 25 (1).
- ICRP (1995b) Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides : Part 4. Inhalation Dose Coefficients. ICRP Publication 71, Annals of the ICRP 25 (3-4).
- ICRP (1996a) Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides : Part 5. Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients. ICRP Publication 72, Annals of the ICRP 26 (1).
- ICRP (1996b) Radiological Protection and Safety in Medicine. ICRP Publication 73, Annals of the ICRP 26 (2).
- ICRP (1997a) General Principles for the Radiation Protection of Workers. ICRP Publication 75, Annals of the ICRP 27 (1).
- ICRP (1997b) Protection from Potential Exposures : Application to Selected Radiation Sources. ICRP Publication 76, Annals of the ICRP 27 (2).
- ICRP (1997c) Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste. ICRP Publication 77, Annals of the ICRP 27 (Supplement).
- ICRP (1998) Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste. ICRP Publication 81, Annals of the ICRP 28 (4).
- INSAG (1995) *Potential Exposure in Nuclear Safety. A Report by the International Nuclear Safety Advisory Group. INSAG Series No. 9.* International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.

- Lindell, B. (1973) *Radiation and Man*. Sievert Lecture. In : 3rd International Congress of the International Radiation Protection Association, 9-14 September 1973, Washington DC, USA.
- NCRP (1984) *Radiological Assessment : Predicting the Transport, Bioaccumulation, and Uptake by Man of Radionuclides Released to the Environment*. NCRP Report No. 76. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, MD, USA.
- NCRP (1996) *Environmental Dose Reconstruction and Risk Implications*. *Proceedings of the NCRP Annual Meeting held 12-13 April, 1996*. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, MD, USA.
- NEA (1985) *A Guide for Controlling Consumer Products Containing Radioactive Substances*. Nuclear Energy Agency, Organization for Economic Co-operation and Development, Paris, France.
- NEA (1995) *The Meaning and Application of the Concept of Potential Exposure*. A Report from the CRPPH/CSNI/CNRA/R WMC Expert Group, OCDE/GD (95) 145. Nuclear Energy Agency, Organization for Economic Co-operation and Development, Paris, France.
- NEA (2000) *The Societal Aspects of Decision-making in Complex Radiological Situations*. *Proceedings of a workshop, 13-15 January 1998, Villigen, Switzerland*. Nuclear Energy Agency, Organization for Economic Co-operation and Development, Paris, France (in press).
- Nordic Countries (1976) *Report on the Applicability of International Radiation Protection Recommendations in the Nordic Countries*. The Radiation Protection Institutes in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden. Liber Tryck, Stockholm, Sweden.
- NRPB (1990) *Assessment of the Potential Radiological Impact of Residual Contamination in the Maralinga and Emu Areas*. NRPB-R237. National Radiological Protection Board, Chilton, Didcot, Oxon, UK.
- NRPB (1993) *Occupational, Public and Medical Exposure*. *Documents of the NRPB 4 (2)*. National Radiological Protection Board, Chilton, Didcot, Oxon, UK.
- Pan, Z. (1999) Science and Technology Commission ; China National Nuclear Corporation (Personal communication).
- UNSCEAR (1993) *Sources and Effects of Ionizing Radiation*. *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 1993 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes*. *UN Publication Sales No. E. 941 X 2*. United Nations, New York, NY, USA.
- UNSCEAR (2000) *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes* (in press).

ICRP Publication 82

長期放射線被ばく状況における公衆の防護

定価 (本体3,300円+税)

平成14年3月25日 初版第1刷発行

©2002

翻 訳 社 団
お よ び 法 人 日 本 ア イ ソ ト ー プ 協 会
発 行

〒113-8941 東京都文京区本駒込二丁目28番45号

電 話 代 表 (03) 5395-8021

出 版 (03) 5395-8082

FAX 出 版 (03) 5395-8053

振 替 00180-4-614865

発 売 所 丸 善 株 式 会 社

印刷・製本 (株) 恵友社

ISBN4-89073-138-5 C3340