

ICRP

Publication 75

作業者の放射線防護に対する 一般原則

社団法人日本アイソトープ協会

作業者の放射線防護に対する 一般原則

1997年1月に主委員会によって採択されたもの



Japanese Translation Series of ICRP Publications
Publication 75

This translation was undertaken by the following colleagues.

Translated by

Toshisou KOSAKO *, Takeshi IIMOTO, Kazuyoshi EDA,
Nobuyuki SUGIURA, Satoshi IWAI, Hiroshi YASUDA

Supervised by

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

Hiromichi MATSUDAIRA* (Chair)	Tatsuji HAMADA (Vice-chair)	
Masami IZAWA**	Hideharu ISHIGURO	Jiro INABA*
Tomoko KUSAMA	Sukehiko KOGA**	Toshisou KOSAKO*
Yasuhito SASAKI*	Kazuyoshi BINGO	Kiyohiko MABUCHI*
Katsumune YAMAMOTO		

* 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1997年1月に採択され、*Publication 75*として刊行された、ICRP専門委員会4の課題グループの報告書

General Principles for the Radiation Protection of Workers

を、ICRPの了解のもとに翻訳したものである。

訳文は次の方々により作成された：

小佐古敏荘，飯本武志，江田和由，杉浦紳之（以上、東京大学原子力研究総合センター），
岩井 敏（ニュークリアデベロップメント株式会社），保田浩志（放射線医学総合研究所）

この原稿をもとに、ICRP 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。

本書は、以前に刊行された、作業者のモニタリングの一般原則に関する *Publication 35* 及び作業者の緊急時被ばく及び事故被ばくの取扱いの原則等に関する *Publication 28* を、1990年勧告の原則の遵守という眼で見直し、さらにラドン-222に対する防護を扱った *Publication 65* の内容を加えて集大成されたものである。

平成10年11月

ICRP 勧告翻訳検討委員会

日本アイソトープ協会
ICRP 勧告翻訳検討委員会

- 委員長 松平 寛通 ((財) 放射線影響協会)
副委員長 浜田 達二 ((財) 原子力安全研究協会)
委員 伊沢 正実 (元 放射線医学総合研究所)
石黒 秀治 (核燃料サイクル開発機構)
稲葉 次郎 (放射線医学総合研究所)
草間 朋子 (大分県立看護科学大学)
古賀 佑彦 (藤田保健衛生大学)
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 (放射線医学総合研究所)
備後 一義 ((財) 放射線計測協会)
馬淵 清彦 ((財) 放射線影響研究所)
山本 克宗 (日本原子力研究所)

目 次

	頁 (項)
序 文	vii
1. 緒 言	1 (1)
1.1. 報告書の目的と範囲	1 (1)
1.2. 職業被ばくの一般的側面	1 (3)
1.3. 報告書の構成	3 (12)
2. 基本的枠組み	5 (19)
2.1. 諸 量	5 (19)
2.2. 職業被ばく	5 (21)
2.3. 行 為	7 (29)
2.3.1. 行為の正当化	8 (30)
2.3.2. 防護の最適化	8 (33)
2.3.3. 線量限度	13 (53)
2.4. 介 入	15 (63)
3. 職業被ばくの管理 — 通常被ばくと潜在被ばく	18 (72)
3.1. 責任と権限	18 (74)
3.2. 方策と組織	20 (80)
3.3. 計画立案と実行	22 (88)
3.3.1. 区域の指定	23 (93)
3.3.2. 工学的管理	25 (105)
3.3.3. 作業手順	25 (108)
3.3.4. 個人用防護衣と防護具	26 (112)
3.3.5. 情報提供と訓練	26 (115)
3.3.6. 女性の職業被ばく	28 (123)
3.4. 成果の判定と再検討	28 (128)
3.4.1. 調査レベル	30 (134)

4. 職業被ばくの管理 — 事故被ばくと緊急時被ばく	31	(135)
4.1. 計画立案と訓練	33	(141)
4.2. モニタリングおよび管理	33	(145)
5. 自然放射線源に対する職業被ばくの管理	35	(149)
5.1. 総 論	35	(149)
5.1.1. 職場におけるラドン	36	(153)
5.1.2. 高められたレベルの自然放射性核種を含む物質	37	(158)
5.1.3. ジェット機中の宇宙線	38	(163)
5.1.4. ガンマ線	39	(165)
6. 作業者と作業場のモニタリング	40	(166)
6.1. モニタリングの機能と種類	40	(166)
6.1.1. モニタリングの種類	40	(171)
6.2. 外部放射線に関する作業場のモニタリング	41	(175)
6.2.1. 日常モニタリング	41	(175)
6.2.2. 作業関連モニタリング	42	(179)
6.3. 表面汚染に関する作業場のモニタリング	43	(183)
6.3.1. 日常モニタリング	44	(188)
6.3.2. 作業関連モニタリング	45	(194)
6.4. 空気汚染に関する作業場のモニタリング	45	(195)
6.4.1. 警報モニタリング	46	(199)
6.4.2. エリアサンプリング	46	(201)
6.4.3. 代表サンプリング	47	(202)
6.4.4. 摂取量の評価	47	(203)
6.5. 外部被ばくに関する個人モニタリング	48	(207)
6.5.1. 日常モニタリング	48	(208)
6.5.2. 作業関連モニタリング	49	(213)
6.6. 内部被ばくに関する個人モニタリング	50	(214)
6.6.1. 日常モニタリング	50	(215)
6.6.2. 作業関連モニタリング	51	(220)

6.7. 皮膚汚染に関する個人モニタリング	51	(221)
6.8. 特殊モニタリング	52	(225)
6.9. 参考レベルの使用	53	(229)
6.9.1. 記録レベル	53	(231)
6.9.2. 調査レベル	54	(234)
6.10. 個人線量の評価	55	(238)
6.11. 記録の保存	56	(242)
6.11.1. 記録の保持と破棄	56	(247)
6.12. 正 確 さ	57	(249)
6.13. 品 質 保 証	58	(254)
7. 過剰被ばくした作業者の管理	59	(256)
7.1. 外部過剰被ばく	60	(261)
7.2. 内部過剰被ばく	61	(265)
7.3. 皮 膚 汚 染	61	(267)
7.4. 医学的対応	61	(269)
7.5. 将来の放射線作業への適性	62	(271)
8. 健 康 監 視	63	(272)
引用文献	66	

序 文

1993年9月に英国の Bournemouth で開催された会合において委員会は、専門委員会4の報告により、電離放射線に対する作業者の防護の原則に関する包括的報告書を作成するための課題グループを設けた。この課題グループに対してはとくに、*ICRP Publication 60*にある諸原則の履行に関するガイダンスの策定、*Publication 28*（作業者の緊急被ばくと事故被ばくに対処するための諸原則と一般的手順）と *Publication 35*（作業者の放射線防護のためのモニタリングの一般原則）の論評、およびとくに *Publication 35*の更新と置き換えが求められた。この課題グループはまた、*Publication 65*（家庭と職場におけるラドン-222に対する防護）のうち職場におけるラドン被ばくを扱った部分をとくに考慮した。この報告書は以下の構成メンバーを持つ課題グループが専門委員会4のために準備したものである：

J.-C. Nénot (委員長)
 R. Coates
 P. Hedemann Jensen
 C. J. Huyskens (1993-1994)
 M. P. Measures
 A. D. Wrixon

この報告書の作成中における専門委員会4のメンバーは以下の通りであった：

D. Beninson (委員長)	K. Lokan
B. C. Winkler (副委員長)	F. Luykx
A. D. Wrixon (事務局)	J.-C. Nénot
D. Cool	Z. Pan
R. M. Duncan	K. C. Pillai
A. González	A. Richardson
R. Hock	A. Sugier
C. J. Huyskens	K. Ulbak
T. Kosako	J. Valentin

この報告書は1997年に刊行のため主委員会により採択された。

1. 緒 言

1.1. 報告書の目的と範囲

(1) この報告書は、作業者の放射線防護に対して国際放射線防護委員会の原則を適用するさいの、良好な行為に関するガイダンスを与えるものである。本書は、主として管理組織体、規制機関、およびそれぞれの専門アドバイザーのために書かれている。本書は一つの行為の最初の設計から使用廃止までのすべての段階を含むように意図されている。本書は、平常時と緊急時の両方の状況における職業被ばくの管理、作業者と作業場のモニタリング、作業者の健康監視、および過剰被ばくした作業者の管理についていくらか詳細に取り扱う。ここに示された諸原則は、自然あるいは人工の放射線源を問わず、医学、研究、一般産業および核燃料サイクル施設における職業被ばくに適用される。根底をなす主題は、被ばくが操業管理者の責任と合理的にみなすことができるような全てのタイプの施設において作業する人々の防護の最適化である。これは、設計と操業の両方における選択肢間の選択に関係する。実行のレベルでは、それは一般的な作業管理の原則とも密接な関連がある。しかしながら、この報告書は行為に対する正当化の原則の適用を詳細には扱っていない。これは、行為の正当化は作業者の放射線防護と直接関係しない諸要因を含んでいるためである。特定の形態の行為が、放射線の影響を考慮に入れて、正当化されるか否かを社会が決定するのはもちろんである。

(2) この報告書は、*Publication 35* (ICRP, 1982) に示された、作業者の放射線防護のためのモニタリングの一般原則を考慮し、その内容を取り入れ、また適切な場合にはそれらを更新している。そうすることにより、本書は *Publication 35* に置き換わる。作業者の緊急時被ばくと事故被ばくを扱うための諸原則と一般的手順を扱った *Publication 28* (ICRP, 1978) もいくらか考慮されている。この後者の刊行物には、ここに示されているものよりもっと多くの技術的詳細が含まれている。

1.2. 職業被ばくの一般的側面

(3) *Publication 60* (ICRP, 1991 a) には、委員会の最新の包括的な諸勧告が含まれている。その中で述べられているように、放射線防護の主たる目的は、放射線被ばくを生ずる有益な行為を不当に制限することなく、電離放射線から人を防護するための適切な基準を作成することである。この目的のための委員会の基本的な枠組みは、確定的影響の発生を該当するしきい値よりも線量を低く保つことによって防止し、また確率的影響の誘発を減らすためにあら

ゆる合理的な手段が確実にとられるように意図されている。

(4) 委員会は被ばくを大きく3つの種類に区分した：主として仕事の結果，工作中に受ける被ばくと定義される職業被ばく；診断または治療の一部として，おもに患者が受ける被ばくと定義される医療被ばく；そして，他のすべての被ばくを包含するものと定義される公衆被ばく。この報告書は職業被ばくのみに関連しており，この用語の使用については2.2節で議論する。

(5) 委員会は，個人の放射線被ばくに影響を与える状況を2つの基本的な大きなカテゴリーすなわち行為と介入に区分した。行為とは，「線源，経路および個人のまったく新しい組を導入することによるか，あるいは既存の線源から人に至る経路のネットワークを変えて，個人の被ばくまたは被ばくする個人の数を増加させることによって，総放射線被ばくを増加させる人間の活動」である（*Publication 60*, 106 項）*）。介入とは，線源を撤去したり，被ばくの経路を変えたり，あるいは被ばくする個人数を減らすことにより，既に存在する被ばくを減らそうとする人間の活動をいう。委員会は，それらが発生するいろいろな異なった状況を考慮したこの2つの状況に対する防護の原則を確立した。この報告書は，両方の状況における作業者の防護に関わるものであるが，前者に力点が置かれている。

(6) 職業被ばくは，例えば作業場における放射線源の意図的使用のような行為の結果として最もふつうに発生する。そのような被ばくは通常（あるいは日常）被ばくと潜在被ばくの2つのカテゴリーに区分できる。前者は被ばくを合理的に予想できるものである。それらには，計画通りに実行された操業からの被ばくと，ささいな出来事のように意図されない影響の小さな事象からの被ばくの両方が含まれる。潜在被ばくは，発生の可能性はあるが確実ではないような意図されない被ばくとして定義される。それらは予想可能で，発生確率は推定できるかもしれないが，詳細には予測できない。それらは，例えば手順上の過誤あるいは防護システムの故障の結果として生じる。潜在被ばくは，現在では行為についての委員会の防護体系にはっきりした形で含まれている。潜在被ばくは *Publication 64* (ICRP, 1993 a) の中で考察されている。選択された線源からの潜在被ばくに関するもっと細かいガイダンスは *ICRP Publication 76* (1997) にある。

(7) 線源の安全は放射線防護と結びついた概念である。歴史的には，放射線防護の分野は主として線源からの通常被ばくまたは予想される被ばくによる放射線量の制限を扱ってきており，これに対して，放射線安全は主として事故の確率の低減を扱ってきた。この2つの分野は別物で完全に異なっていると考えられてきたが，実際にはそれらは補完的なものである。それらは，全ての被ばく状況つまり全てのタイプの行為における通常被ばくと潜在被ばくを包括

*）この部分および本書を通じて，*ICRP Publication 60*およびその他のICRP刊行物からの直接の引用文と参照項の番号を斜体で示した（翻訳文では，引用文を「 」で包んで示した）。

すべき連続した管理体制の2つの部分を形成している。

(8) 職業被ばくは介入の結果として生ずることもあり、最も明らかな状況は、作業員あるいは公衆に害をもたらす可能性がある事故や緊急事態の直後の時期における影響を制限するのに作業員の活動が必要とされる状況である。事故または緊急事態の際に公衆を防護するための介入に従事する作業員の防護に関する考察は、*Publication 63* (ICRP, 1991 b)に見られる。作業員は、以前の事故や過去の行為による汚染あるいは自然放射線源から生じる自分自身と他の作業員の被ばくを低減する過程で被ばくすることもある。

(9) 行為に対する管理体系の下で管理すべき作業員の被ばくと、介入が必要かもしれない既存の状況の一部をなすと考えるべき被ばくとの間には、明確な区別をつけることはいくらか困難である。重要な違いは、職業被ばくの線量限度が介入の決定に適用されないということである。委員会は既に *Publication 65* (ICRP, 1993 b) で、職場でのラドン被ばくに関連してこれについてのガイダンスを与えた。他の自然放射線源、事故および過去の行為による汚染から受ける職場での被ばくの管理に適用すべき原則に関して、追加のガイダンスをここに示す。

(10) 職業上の放射線防護と安全およびそのもっと一般的な根源である労働衛生の主たる目標は、容認できる安全かつ健康的な労働環境を達成し、維持することである。放射線の危険に関しては、行為と介入の両方について委員会の放射線防護の基本原則を考慮に入れることにより、このことは達成される。これらの原則は、作業員を放射線被ばくから防護すること、潜在被ばくの可能性を防ぐか低減すること、および事故の影響を緩和することに向けられている。

(11) 委員会は、放射線は作業場の中で出会ういくつかのタイプの危険の一つにすぎないことを認識しており、放射線の危険が存在する場合は、存在するかもしれない他の危険から分離して扱うべきでないことを強調したい。理想的には、危険の管理に当てられる諸資材は、大まかに言って、その危険の大きさと釣り合いのとれたものであるべきである。さらに、全体の危険を増加させるような放射線被ばくの低減手段をとることは不適切であろう。これらの理由から、放射線防護を健康と安全のプログラム全体の中の一つの不可欠な構成要素として扱うことを保証することには利点がある。

1.3. 報告書の構成

(12) この報告書の構成には、職業被ばくに対する委員会の取り組みの一般的な形式が取られている。第2章では、職業被ばくに関する枠組みに限って、委員会の1990年勧告の基本的枠組みを述べる。そこでは、行為と介入に対する放射線防護体系の基本原則が繰り返され、“職業被ばく”という用語の現在の解釈が検討されている。

(13) 第3章は、職業被ばくの管理を、通常被ばくと潜在被ばくの両方について取り扱う。

最適化の要件を操業レベルで履行する主要な手段としての作業管理の役割をとくに強調する。全般的な取り組みは、健康と安全の全ての面を含む作業管理全般に適用される取り組みと全く異なるということが主張されている。区域の指定を含む、実際の防護手段の使用を網羅する特定の諸原則を議論する。この章では、職場での妊娠女性の被ばく管理についても議論する。

(14) 第4章は緊急時における作業者の被ばくを扱う。この章は、*Publication 63* (ICRP, 1991 b) の付録 A に与えられた諸原則に多くを拠っている。

(15) すべての人々は、多かれ少なかれ作業中に自然放射線源により被ばくしており、そのような被ばくを管理すべき諸条件を決める必要がある。*Publication 65* (ICRP, 1993 b) は作業時のラドン被ばくを扱い、また *Publication 47* (ICRP, 1986) は採鉱時のラドン被ばくを扱っている。第5章では、これらとその他の自然放射線源による作業時の被ばくを考察する。

(16) 第6章では、作業者と作業場のモニタリングに適用される原則について議論する。この章では、*Publication 35* (ICRP, 1982) から多くが引用されている。

(17) 作業者の線量が委員会の勧告した線量限度以下になることを確実にするようあらゆる試みをすべきであるが、ときにはその線量限度を上回る被ばくをもたらすような状況が生じるであろう。そのような事象は、管理要件に対する違反の表れであることがあり、規制機関の強制措置が結果としてとられるかもしれない。そのような措置の有無に関わりなく、委員会は、適切な管理上の対応がなされるように、これらの状況に適用すべきその考えている防護原則を明確にしたいと望んでいる。これらの問題は第7章で扱う。

(18) 放射線被ばくの健康影響の本質を誤解したことから、低レベルの放射線に被ばくする作業者の健康監視がしばしば不当に強調され、そのことがまた同じ誤解をもたらしてしまった、というのが委員会の見解である。したがって、委員会は *Publication 60* において、職業上放射線に被ばくする作業者の健康監視は、労働医学の一般原則に基づくべきであると述べている。第8章でこの勧告をさらに展開する。

2. 基本的枠組み

2.1. 諸 量

(19) 委員会の勧告する線量限度を表す放射線防護のための量は、*Publication 60* の中で定義した実効線量と等価線量である。実効線量という量は一般に、通常の操業で受けるレベルの放射線被ばくによる健康損害の適切な指標であると考えられている。皮膚および眼の水晶体に対しては、これらの組織の確定的影響を避けることを確実にするために、等価線量限度が必要である。これらの防護量は、与えられた時間内に外部線源から受けた実効線量または等価線量と、その間の放射性核種の摂取による預託実効線量または預託等価線量との合計に関連する。

(20) 物理的測定に関連する基本量には粒子フルエンス、カーマおよび吸収線量がある。これらは国家標準研究所で使用されているが、防護量（実効線量と等価線量）と関係づけることのできる外部放射線のための容易に測定可能な量が必要であったので、実用量の開発が行われた（ICRU, 1985, 1993）。これらの実用量は、実際に会うほとんどの放射線場で、過小評価および極端な過大評価にならない実効線量あるいは等価線量の推定値を与えることが示された（ICRP, 1996 a）。エリアモニタリングのための実用量は周辺線量当量および方向性線量当量である。個人モニタリングに使用するための実用量は、定められた深さにおける個人線量当量である。内部線量に対応する実用量は摂取量である。これらの物理量、防護量、実用量の関係は、*Publication 74*（ICRP, 1996 a）の中で十分に議論されている。作業による放射線核種摂取に関する最新の線量係数は *Publication 68*（ICRP, 1994）に与えられている。

2.2. 職業被ばく

(21) 作業中に人が電離放射線に被ばくする状況は、トレーサ作業のような少量の放射性物質を取り扱う作業から、放射線発生装置または応用計測装置を使う作業、核燃料サイクル施設での作業に至るまで種々様々である。また、自然放射線源による作業員の被ばくが十分に高く、職業上の危険としてその管理と制御が必要となるような状況もある。

(22) あらゆる有害因子に対する職業的なばく露の通常定義には、それらの源がなんであれ、作業時に受けるすべてのばく露が含まれている。自然に由来する放射線が普遍的に存在しているというおもな理由から、この広い職業被ばくの定義が行為に関する放射線防護体系での管理下におくべき被ばくを示す目的のためには不相当であることを、委員会は認識している。従って委員会は、「（放射線に対する）職業被ばく」という用語の使用を、操業管理者の責任で

6 2. 基本的枠組み

あると合理的にみなすことのできる状況の結果として、作業時に受ける被ばく」に限定した (*Publication 60*, 134 項)。「職業被ばく」という用語は、その限られた意味でここでは使用されている。つまり、操業管理者の責任であるとみなすことができ、行為に対する防護体系が適用できる作業時の状況下での被ばくを示すために、職業被ばくという用語を委員会は使用する。

(23) したがって、規制上の管理と操業上の管理から除外すべき自然起源の被ばくに関していくつかの決定が必要である。規制除外はある一般的な体系によるべきである。*Publication 60* の 291 項において委員会は、「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、規制手段の範囲からの除外という方法で扱うのが最も適当である」と述べている。*Publication 60* の 136 項は、「職業被ばくの一部に含めて管理を行うべき」自然放射線による被ばく成分の特定な問題に対する実際的なガイダンスを与えているが、これについては第5章でさらに考察する。

(24) *Publication 60* の 138 項は、「作業場内にあるかまたは作業場に関連した人工放射線源による仕事上のどんな被ばく（仕事上の医療被ばくを除く）も、その線源が規制機関によって公式に規制管理から除外されているか、または規制上の管理の該当事項を免除されていないかぎり、職業被ばくに含めるべきである」と述べている。したがって、規制上の管理から除外あるいは免除すべき人工の被ばくを与える線源に関しても、意志決定が必要となる。

(25) 線源あるいは行為の規制免除は、次の2つの根拠のうちの1つに基づくべきである。「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と小さな集団線量しかもたらさないことであり、もう一つは、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のいずれかである」(*Publication 60*, 287 項)。国際原子力機関 (IAEA) は、線源と行為の規制免除の規準を公表したが、これらには、公衆の構成員に対する個人と集団の実効線量のレベルが含まれている (IAEA, 1988, 1996)。これらの線量レベルは、行為における放射性核種の全放射能と放射能濃度の規制免除レベルを誘導するために使用された (CEC, 1993)。この規準は、放射線発生装置と密封線源の形の放射性物質を内蔵する装置の条件つき規制免除の正当化にも使用されている (IAEA, 1996)。そのような規制免除は、例えば、適切な放射線防護基準に従っている事が示された電離箱式煙感知器の販売と使用に適用できるかもしれない。

(26) *Publication 60* の 107 項には、「使えるならば線源において適用される管理のほうが好ましい。環境または個人に適用される措置はもっと無理が大きく、予見できるものばかりではない社会的な不利益をもっているかもしれない」と述べられている。近隣のプラントから環境へ放射性物質を放出することにより生ずる作業時の被ばくがその例である。そのような被ばくは、近くの施設の作業員および公衆の被ばくを考慮に入れ、線源のところで管理がなされることが明らかに最良である。そうすれば、作業場の更なる管理は不要であり、また、被ばく

を引き起こす放出はすでに線源のところで管理されているという理由で、規制免除が認められるべきである。

(27) 操業管理者の責任とみなされ、職業被ばくの一部に含まれる自然放射線源による被ばくおよび他のすでに存在する状況による被ばくは、2.4節および第5章で議論する。

(28) 従って、まとめると、“職業被ばく”という用語の用法をこのように限定すると、作業時に受けるすべての被ばくは、もしそれらが除外されていないか、あるいは被ばくを生ずる線源が免除されていないかぎり、職業被ばくとして扱い管理すべきである。規制機関は、本質的に管理できない線源からの被ばく、主として一般的な環境被ばくレベルの上昇をもたらす自然放射線源からの被ばく、を除外すべきである。規制機関は、規制するに足りない線量を与える線源、および他の国の取り決めの下で承認または認可された操業だけから発生する線源を免除すべきである。委員会により職業被ばくとして扱われる被ばくは、行為に対する防護体系の下で管理すべきである。この“職業被ばく”という用語は、線源または行為からの被ばくに関係して使用され、作業者がどこで働いているか、指定区域の中か外か、また個人の線量が算定されるかどうかには関係しないことに注目することは特に重要である。つまり、誰が作業者を雇用しようとも、被ばくが操業管理者の責任であるとみなされるサイト内で作業する人はすべて職業的に被ばくとするとされる。

2.3. 行 為

(29) 提案された行為および継続している行為につい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いている。これは *Publication 60* の 112 項から抜粋したものである：

- 「(a) 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損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。)
- (b) 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つすべてを、経済的および社会的要因を考慮に加えたうえ、合理的に達成できるかぎ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。)
- (c) 関連する行為すべての複合の結果生ず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、

8 2. 基本的枠組み

通常の状況ではいつも、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。すべ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。)」

2.3.1. 行為の正当化

(30) 正当化についての第1の原則は、行為による個人および集団の実効線量に反映される放射線損害に関連している。通常被ばくと潜在被ばくの両方、さらには潜在被ばくの確率は、行為の全体的な評価の一部として考察されるべきである。原則として、少なくとも、この評価はその行為が採用される前に行われるべきであり、職業被ばく、公衆被ばく、および医療被ばくから受ける放射線損害を適切に考慮すべきである。

(31) 提案された行為に関連した放射線損害は、全損害の小さな部分かもしれないし、また全費用の小さな部分を占める可能性が大きそうである。結果的に、行為が正当化されると考えるべきかどうかの決定には、放射線防護の範囲をはるかに超える要因が関係する。したがって、委員会の勧告は、放射線損害を相殺するような全体の便益があることを単に要求することに向けられている。さらに、ある種の行為に正当化の原則を適用する場合になされる考察は、元来一般的で広いものであり、委員会は、そういった種類の行為のさらなる例がもちこまれるたびに、原則を詳細に適用すべきであるとは考えていない。

(32) *Publication 60* の 116 項で委員会は、「正当化の過程は、新しい行為を導入しようとする場合だけに限らず、現在ある行為を、その有効性あるいは結果に関する新情報にてらして検討しようとする場合にも必要である」と述べている。この記述の意味に関しては、いくらか不明確な部分があった。委員会は、放射線損害が通常全費用の小さな構成要素であり、したがって、意志決定過程を不当に支配すべきでないという既定の論点との関連でこの要件を見るべきであるということを明確にしたいと望んでいる。さらに、ある行為を撤回するには、最初の評価の際に考慮された要因以外の要因を考慮する必要があるかもしれないが、したがって撤回を軽々しく行うべきではない。重要な新しい情報が存在し、ある行為の撤回を考慮すべきことを示唆する場合には再検討は価値があるかもしれないが、正当化の原則は主として、提案された新しいタイプの行為が考慮されている段階で適用されるべきものであることを強調しなければならない。

2.3.2. 防護の最適化

(33) 防護の最適化がこの報告書の主な論点である。この第2の原則の大まかな目的は、

正当化された行為の範囲内にある線源について、個人実効線量の大きさ、被ばくする作業者の数、および、被ばくすることが確かではない場合には、被ばくする可能性の全てを、経済的および社会的要因を考慮しつつ合理的に達成できるかぎり低く保つべきことを保証することである。正当化の原則は行為全体に適用されるが、最適化の原則は行為の範囲内にある線源から受ける被ばくの管理、すなわち明白に定められた仕事を含む行為の様々な要素に適用される。最適化には用意すべき防護レベルに関して決定を下すことが含まれる。その意図するところは、その状況で達成することができる最も都合のよい手はずを整えることである。放射線損害の低減になお一層の諸資材を投入することが、達成される損害の低減と比べて正当と認められない場合にのみ、防護は最適である。

(34) 最適化の原則は、いかなる計画でも、その設計段階から、操業段階を経て、使用廃止および廃棄処分段階に至るまでに適用されるべきであり、それには系統的かつ組織的な取り組みが要求される。最適化された防護レベルの決定に要する努力は、期待される線量の低減の大きさにふさわしいものであるべきである。

(35) その最も単純な形で見ると、防護の最適化には、特定の作業グループに対する一連の防護手段の（時間、金銭および他の諸資材で表した）費用を、それらの手段によって達成されるその作業グループの線量の低減と比較する必要がある。しかしながら、問題はそれほど単純ではないことがあり、その過程にある他のいろいろな要因を考慮する必要があることがある。例えば、防護が最適化されつつある線源に直接関連した作業者以外の作業グループの被ばくおよび公衆の構成員の被ばくを考慮する必要があるかもしれない。行為の範囲内にある特定の線源からの放射線損害を反映するのに、集団実効線量は単独ではかならずしも十分ではないという広い認識もある。個人実効線量レベルの分布を、高い線量レベルほど強く、考慮する必要があるかもしれない。線量低減を目的とした手段が、多くの場合放射線の危険のように容易に定量化できない化学的・物理的な安全上の危険に与える影響を考慮する必要もあるかもしれない。

(36) 防護の最適化は *Publication 55* (ICRP, 1989) の主題である。その報告書に書かれた諸原則は今でも適切で、その範囲は通常被ばくと潜在被ばくの両方を扱うのに十分広いと考えられる。その報告書では、個々の分析手法や意志決定支援手法よりも、選択肢間の選択をするために構造的な取り組み方の使用に重点が置かれている。*Publication 37* (ICRP, 1983) では、決定に至る過程に使用される最も一般的な分析手法である費用-便益分析が特に扱われている。特に問題となる点は、単位集団実効線量当たりの金銭的な値の選択である（たとえば Stokell ら, 1991を参照）。

(37) *Publication 55* の刊行以後、操業の場面において最適化の原則を履行するための主な手段として、作業場の管理がますます強調されるようになってきた (NEA/OECD, 1993,

1997を参照)。しかしながらこのことは、設計段階での原則の適用に重点の置き方が減ったことを意味すると受け取るべきでない。むしろ、これを補足するものと受け取るべきである。作業管理は、作業手順の確立と、防護の最適化を保証するための一般的な日常の注意を意味するとされている。作業の立案と管理の話題については、第3章でもっと全面的に取り上げる。

(38) 設計段階では特に工学的管理を利用することにより、多くのことが達成できる。定量的な意志決定支援手法が特に役立つのはこの段階である。これらの管理によって達成された防護がいったん最適化されたならば、残りの危険に対しては、特定区域における滞在時間の制限値の指定や、特別な器具および個人防護具の使用といった適切な作業手順によって取り組むことができよう。設計段階においてはとくに、工学的管理を優先すべきである。なぜならば、工学的管理は作業管理よりも本来もっと信頼が置けそうだからである。個人防護具の使用は、他の管理では合理的に放射線被ばくを低減あるいは排除できない場合に限り、考慮されるべきである。その場合でも、そのような防護具の使用のために作業効率が減少する可能性とその結果生じる被ばく時間の増加および放射線以外のリスクの増加を考慮すべきである。

潜在被ばく

(39) 潜在被ばくの場合には、線量を受けたとした場合に生じる損害とともに、その線量を受ける確率も、最適化の過程で考慮しなければならない。装置の故障、あるいは人の手順不履行を含む手順の破綻があると、潜在被ばくは実際に起こり得る。最適化の原則は、放射線被ばくにつながる可能性のある事故または事件の可能性を防ぐか低減するための装置の設計に、そのような事故や事件が起きた場合その結果を緩和することを目的とした手段に、および、作業者が従うことを要求される手順に適用されるべきである。潜在被ばくの低減を目的とした手段と、通常被ばくの低減を目的とした手段との間に適切なバランスをとることを保証するよう注意が必要である。

(40) 潜在被ばくとの関連で防護を達成する際に必要となる技術的な諸原則は、通常被ばくの防護を達成するのに使用される原則に類似している。これらには以下のものが含まれる：

- (a) 放射線源を装備した装置の設計、組立、操作、保守および改造、ならびに線源自体の設計は、試験と経験によって証明された確実な工学的原則と慣行に基づくべきである。
- (b) 品質保証の包括的体系によって、線源と装置の設計、組み立て、操作、保守および改造が、規定された要件に適合していることを保証すべきである。
- (c) 人と装置との相互作用（ヒューマンファクタ）がきわめて重要であるので、設計および組立時には、人の資質と、ヒューマンエラーに対する線源と装置の耐容性を考慮すべきである。

(41) 加えて、深層防護ともよばれる防護手段の層（すなわち構造、構成要素、システム、

手順、あるいはそれらの組み合わせ)を設けるべきである。この原則を適用すべき程度は、その行為に関連した危険のレベルと見合うものであるべきである。この概念は原子力産業においていくらか発展を見てきたが、これまでは、産業用照射装置を例外として、他の領域には広くは適用されてこなかった(IAEA, 1992)。この話題に関する更なるガイダンスはICRPの*Publication 76* (1997)にある。

(42) 安全設備の改良を行うことが適切であろうと思われるところに指針を与えるために、上記の原則の支援として確率論的安全解析のような定量的手法が用いられることがある。確率論的安全解析では、どのような事故が起こり得るか、その事故の起きる確率および結果として生ずる影響はどのようなものであるかが調べられる。これらの解析で調べられるデータには、構成要素とシステムの詳細、システム間の相互作用、操作員の行動、および操業経験から得られた性能データが含まれる。これらの解析は主として施設の設計段階で用いられるが、比較的古いプラントの安全性を評価する場合、および既存の設備の変更と改良を考慮する場合にも重要である。

拘束値

(43) 委員会により勧告された、行為に対する防護の第2の原則には現在、防護の最適化の手順は、個人の実効線量に関する制限(線量拘束値)あるいは、潜在被ばくの場合、個人のリスクに関する制限(リスク拘束値)によって、拘束されるべきであるという明確な要件が含まれている。あるプロジェクトの設計段階でも操業計画立案の際でも、防護の最適化の原則を適用するためには、個人の線量とリスクを事前に評価する必要がある。特定の状況に対して選ばれた拘束値と比較すべきものは、さまざまな利用可能な選択肢についてのこれらの予測される個人の線量とリスクである。拘束値の目的は、考えられる選択肢の範囲を限定することである。これを行うには各個人が不公平なレベルの線量を受けたりあるいは不公平なレベルのリスクを受けることを防ぐために、将来に向かって拘束値を用いるべきである(NEA/OECD, 1996)。

(44) 拘束値は、予測された個人の線量とリスクの制限に関係するが、それらは完全に防護の最適化の原則の一部をなし、したがって線源に関連する量である。拘束値によって、ある行為の範囲内にある特定の線源から受ける個人線量の大きさに注意を集中する一つの手段が提供されるが、拘束値を線量限度またはリスク限度、あるいは調査レベルと混同すべきでない。線量限度と調査レベルはともに過去にさかのぼって使用されるべきものである。さらに、線量限度遵守の失敗は、通常は法的要件の違反とみなされる。

(45) ある与えられた線源から受けることになる個人の職業被ばくの最大レベルは、よく設計され管理された同等の状況で受ける線量を考慮に入れた上で、線源自体および実施される作業に依存するであろう。線量拘束値はこの最大値を反映するように意図されており、良好な

行為の適用により何が達成できるはずであるかの指標と見なすべきである。

(46) 最適化の原則を適用するためには、設計段階と計画段階で個人線量を評価すべきであり、適切な線量拘束値と比較されるべきものは、様々な選択肢について予測されるこれらの個人線量である。線量拘束値より低い線量になると予測された選択肢は、さらに考察がなされるべきであり、線量拘束値を超える線量になると予測された選択肢は通常、それ以上の考察をすることなしに捨てられるであろう。

(47) 例外的な状況として、線量拘束値より高い線量を与える選択肢が受け入れられるかもしれないような、放射線と関係のない要因を含むいくつかの要因があり得ることが注目される。そのような状況においては、問題を詳細に吟味すべきであり、それをもっと高いレベルの管理者に差し戻し、管理者が選ばれた線量拘束値を再検討して、適切ならば、将来の使用のための改訂値を策定することが適切であるかもしれない。

(48) 線量拘束値は線源に関連する量なので、それと関係のある線源を特定すべきである。さらに、その概念は行為の構成要素に適用できる。例えば、線量拘束値は、特定の作業あるいは特定の産業における一連の操業について策定することができる。前者の場合には、拘束値は単一の線量として表わされるであろうが、他方、後者においては、それは与えられた期間にわたる線量として表わされるであろう。仕事、作業あるいは操業によって、関連する作業者がすでにとるにたらない線量しか受けていないような場合には、線量拘束値を制定する必要がないことに注意すべきである。

(49) よく管理された操業で受けそうな個人線量のレベルに関する情報を、その種の操業のための線量拘束値を制定するために用いるべきである。委員会は、職業の種類を、X線診断部門での作業、原子力発電所での日常作業、あるいは原子力発電所の点検および保守といった、かなり広い表現で規定すべきであると勧告した (*Publication 60, 144* 項)。事業所レベルで管理者がはっきりと定義された作業や操業の種類について制定される場合にも、線量拘束値はまた有用なことがあるということを認識することが重要である。

(50) 線量拘束値を制定する過程には、実行できる時はいつも、個々の作業あるいは操業から現在受けている個人線量のレベルの評価、もっと高い線量を受ける作業者のサブグループの同定、および、説明を受けた上での意思決定をするため、それらの線量の背後にある推定要因の解明を含めるべきである。しかし、それは単に最低線量を受け入れるという問題ではない。この分析の根底にある課題は、線量分布の上端の領域に線量拘束値を制定する目的をもって、個々の状況において合理的に達成可能な個人線量の分布を決定することにあるべきである。この過程は単純ではないかもしれず、線量拘束値の選定に関して、恣意的な根拠または不十分な根拠に基づく決定を避けるよう注意すべきである。適切な値を開発するにはデータベースが有用である。

(51) 管理者側の関与は防護の最適化の原則をうまく適用するために欠かすことができない。このことと線量拘束値を適用すべき操業を選択するときの注意の必要性のゆえに、管理者側が線量拘束値の設定に関わることは重要である。作業側側の関与は、防護が最適化されることを保証するさいに同様に重要であり、最適化の過程に作業側あるいはその代表者を含めることもおそらく適切であろう。一般に、規制者が拘束値を決めるよりも、規制者がその管轄する個々の産業および組織集団の内部に拘束値の制定を奨励することの方がより適切であろう。

(52) リスク拘束値は線量拘束値からの類推で定めることができるが、それは異なる性格を持つであろう。この種の拘束値は、単一事象シーケンスあるいは単一事象シナリオの確率の受容性を評価するために使用できる。しかしながらそれは、着目している線源に関連するすべてのシナリオによる総放射線損害もまた考慮すべきである。リスク拘束値の概念は、適切な方法論と情報が今までのところ単純なケースについてしか利用できないので、実務に適用することは、線量拘束値に比べてもっと困難である (ICRP *Publication 76*, 1997も参照)。

2.3.3. 線量限度

(53) 線量限度は個人線量に明確に定義された限界値を与え、その目的は、通常の場合下のすべての関連する行為から受ける被ばくの全体から生じる個人の過剰な損害を防ぐことにある。作業側側については、その限度は職業被ばくとしての管理の目的のために扱われる被ばくの合計値に関連している (2.2節を参照)。それらはまた、線量拘束値の選択に制限を課すものである。もし防護の最適化の原則が有効に適用されたならば、線量限度に近い線量を受けるか、またはそれを考慮しなければならないようなケースはほとんどありそうにないことが注目される。

(54) 行為から受ける職業被ばくに対して委員会が勧告した限度を表1に示す。

表1 職業被ばくの線量限度^aの勧告値

適 用	線 量 限 度
実効線量 年等価線量	決められた5年間の平均が1年あたり20mSv ^b
目の水晶体	150mSv
皮膚 ^c	500mSv
手先および足先	500mSv

a この限度は特定の期間の外部被ばくからの該当する線量と、同一期間の摂取による50年預託線量との合計に適用される。

b 実効線量は任意の1年に50mSvを超えるべきでないという付加条件つき。妊娠している女性の職業被ばくには、追加の制限が適用される(3.3.6節参照)。

c 実効線量の制限により、確率的影響に対し皮膚は十分に防護される。局所被ばくについては、確定的影響を防止するため追加の限度が必要である。

(55) 「委員会は、いかなる1年間にも実効線量は50mSvを超えるべきでないという付加条件つきで、5年間の平均値が年あたり20mSv(5年間に100mSv)という実効線量限度を勧告する」(*Publication 60*, 166項)。5年という平均期間は、全就労期間中に受ける総実効線量が、毎年ほぼ均等に被ばくしたとして約1 Svを超えるべきでないという委員会の目標 (*Publication 60*, 162項) になお従いながら、厳密な年限度を設けた場合よりも柔軟性ができるように意図されている。例えば始期を定めた暦上の5年間、あるいは任意の引き続く5年間に基づいた期間のように、規制機関が定めるべきである。さらに、「委員会は、この期間をまず取り入れて、これをさかのぼって適用することは期待しない」(*Publication 60*, 166項)と述べている。それとも、5年にわたって平均することによる柔軟性が必要でないときには、規制機関は年限度を用いた操業をつづけることを選んでもよい。そのときは線量限度は年20mSvになるであろう。

(56) 5年間で100mSvの実効線量限度を守っていれば、作業者が1年で20mSv以上被ばくすることはまれで、作業者が1年で50mSvに近い実効線量を受けることは例外に過ぎないはずである。実効線量が1年で20mSvを超えざるをえない状況としては、特別な保守作業と他のまれに行われる作業がある。

(57) 実際には、このように実効線量を制限すれば、実効線量に寄与しない眼の水晶体と、局所被ばくを受ける可能性の大きい皮膚を除く、すべての身体組織および臓器における確定的影響が回避されることを保証するのに十分である。眼の水晶体と皮膚については、それぞれの等価線量の限度が必要となる (*Publication 60*, 171項)。等価線量の年限度は、水晶体については150mSv、皮膚については500mSvである。皮膚について勧告される限度は、「被ばく面積にかかわらず、任意の1 cm²で平均」されるべきである (*Publication 60*, 173項)。皮膚汚染からのものを含めて、外部被ばくによる皮膚の等価線量の決定に関係する特別な考察は、第6章に述べられている。“残りの組織”の実効線量への寄与を制限することも、*Publication 60*, 表2の脚注3で議論されているように、いくつかの組織の確定的影響を回避するために必要である。

(58) 「妊娠していない女性の職業被ばくの管理の基礎は男性の職業被ばくの場合と同じであり」(*Publication 60*, 176項)、委員会は一般的に女性に対して特別な職業上の線量限度を勧告しない。しかしながら、女性作業者が妊娠している場合、受胎産物を防護するために付加的な制限を考えなければならない。「妊娠しているかもしれない女性の作業時の防護の方法は、いかなる受胎産物に対する防護の基準も、一般公衆の構成員に対し与えられているものとほぼ同等であるようにすべきであるというのが、委員会の方針である」(*Publication 60*, 177項)。作業時の女性の被ばく管理に関するガイダンスは、3.3.6節に与えられている。この節およびこの報告書の全体にわたって、“受胎産物”という言葉は胚と胎児の両方を指す。

(59) 職業上の放射線防護において大きな関心があるのは、原子力発電所の保守作業をする事業者の職員ではない契約作業員および工業用ラジオグラフィ技師などの、臨時作業員または巡回労働をする作業員の防護である。個々の作業員に対して適切な防護を行うためには、巡回作業員の雇用主と、契約が結ばれたプラントの事業者との間に適切な程度の協力があるべきである。規制機関は、規制により十分な防護を要求し、適切な場合には、そのような作業員に対する正式な線量評価を求めることを確実に行うべきである（6.2節を参照）。

(60) 事故や緊急事態の際には、線量が線量限度を超えることがある。外部放射線による線量が線量限度近くになるかあるいはそれを多少超えても、適切な教訓をひき出すことができるように原因の調査を行う以上の何かを求めることはなさそうである。もし無責任な行動の証拠がある場合には、作業員の再教育あるいは他の業務への配置換えが要求されることもあろうが、そのような決定は線量測定の情報に基づくべきではない。線量限度近くの預託線量を与える内部被ばくのあるいくつかの場合には、介入が適当であるかもしれない（7.2節を参照）。

(61) 引き続き被ばくが許される場合には、事業者は、作業員と協議しかつ規制機関の要件に従って、残りの管理期間に適用される正式な線量制限の制度を確立することが適切であろう。線量限度が関係する残りの期間に比例して一時的な線量制限を行うことが適切であるかもしれない。

(62) 事故の結果としてかなりの被ばくがあったが、関連する期間の全線量が該当する線量限度を超えていない作業員のその後の管理にも、考慮を払う必要がある。残りの期間内に通常の作業の実務を継続すると合計線量が関連する線量限度を超えるかもしれないような状況下では、管理者はこのようなことが起こらないように作業員の業務の変更を決定してもよい。委員会は規制機関が線量限度に付与した法的な位置づけを認識しているが、そのような状況は柔軟なやり方で扱われるべきであると勧告する。したがって、管理者が前項で述べたものと同様な手はずを実施できるように、規定を作るべきである。

2.4. 介 入

(63) 介入は、線源、被ばく経路および被ばくした個人がすでに存在する状況に対して管理手段に関する決定が考慮されているときに、適用される。これらの手段は、それが達成する線量低減による関連した便益とともに、必然的にいくつかの欠点をもっている。

(64) 原子炉事故の後で公衆の構成員を防護するための介入の使用に近年大きな関心が集中したが、1987年のゴイアニア事故のように、原子炉以外の線源に関連する事故または事件が発生した場合にも、公衆の構成員を防護するために対策が必要になることがある（IAEA, 1988 b）。介入には、産業、病院あるいは教育施設からの紛失線源を公共の場所で探し、回収する措置も含まれる。

(65) またたとえば、高線量率の区域から負傷した作業者を移すような、作業場での事故に巻き込まれた作業者を防護するための介入を行う必要もあるかもしれない。もう一つの例は、作業者の体内へ取り込まれた放射性物質の排出を人為的に増加させる技術の使用であろう。高められた自然放射線レベルあるいは過去の行為による汚染によって生じた放射線に対する作業者の被ばくを低減するためにも、介入が必要なことがある。

(66) 委員会によって勧告された介入についての放射線防護体系の一般原則は、*Publication 60* の 113 項に述べられている：

「(a) 提案された介入は、害より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ずる損害の減少は、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。

(b) 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。」

(67) これらの原則は、行為に関する防護の正当化と最適化の原則に非常に類似している。しかしながら、行為の正当化とは対照的に、ここでは、前節の第1番目の原則が防護処置の導入を判断するために用いられる。これらの原則を適用することによって、介入が適切であるような状況についてガイダンスを与える参考レベルを特定することができる。介入レベルは、緊急時被ばくまたは慢性被ばくの状況で、そのレベルになったら特定の防護対策あるいは救済対策が講じられるような回避線量のレベルのことである。対策レベルは、そのレベルを超えたら提案された対策により回避される線量が介入レベルを超えると予想されるので、救済対策あるいは防護対策が講じられるべきであるような、線量率あるいは放射能濃度のレベルとして単純に表現されることがある。対策レベルは、緊急時被ばくと慢性被ばくの両方の状況に用いられる (ICRP, 1991b および IAEA, 1994, 1996)。

(68) 通常、介入は、事故時の公衆構成員の防護を目的とした、作業者がとる対策に関連して議論されており、介入レベルが通常定められているのは、この種の介入についてである。しかしながら、作業者の内部汚染を減らす対策も介入として記述できるであろう。この状況に対しては、いろいろな介入レベルと対策レベルが定められることがある。とるべき対策は、放射性核種の種類、預託組織等価線量の大きさ、および防護措置の有効性と防護措置に関連したリスクに依存するであろう。線量の低減が防護措置の副作用にまさる場合に限り、対策を実行すべきである。さらなる詳細は7.2節に与えられている。

(69) 慢性被ばくの状況とは、被ばくがかなりの期間（すなわち長い年数）にわたり続く状況である。そのような状況には、被ばくを低減したりあるいは回避するための救済対策が要求され、またそれには、自然放射線による被ばくおよび過去の事象または活動からの長寿命の

放射性残留物による被ばくが含まれることがある。ここで特別に問題となる点は、放射性残留物による作業員の被ばくを操業管理者の責任と考えるべき状況を同定することである。慢性被ばくの1つの例はラドンによる被ばくである。委員会はすでに、作業場におけるラドンの管理に適用すべき原則についてのガイダンスを与えた (ICRP, 1993 b)。

(70) 長期間にわたって存在しており、規制上の管理体系内ではあらかじめ考慮されていない他の被ばく源も、介入に関する諸原則を用いて扱うことができる。これらには、他の自然放射線源およびラジウム-226を含む自発光塗料の使用や採鉱のような過去の行為による残存汚染が含まれる。これらの線源によって有意な被ばくに至るような状況は、測定または過去の記録の調査、またはそれら両方を含む系統的な研究の結果として明らかになるにすぎないことがしばしばである。ある例では、土地や家屋の居住者が偶然それらに気づいている。これらの例については、特にその状況に関連した対策レベルを確立することが適切であろう。介入によりそのレベルに関連する対策レベルよりも低くすることが十分にできない場合、作業の結果として起こる被ばくは職業被ばくとして扱うべきであり、行為に対する防護体系を適用すべきである。自然放射線源による作業中の被ばくの問題は、第5章でさらに議論する。

(71) 作業員は介入を実施する過程で放射線に被ばくすることがある。この場合、作業員の被ばくは計画的なものであり、原理的には管理できるであろう。したがって、介入を実施する過程は行為と見なされるべきである。その防護は最適化されるべきであり、作業員に対する線量限度もまた通常適用されるべきである。しかしながら、緊急時には高い線量を容認する優先的な理由が存在することがある。事故直後に生命を救う必要がある場合や破滅的な状態の進展を防ぐ必要がある場合がその例である。事故に関連した対策に従事する作業員の防護は、この報告書の第4章にある。

3. 職業被ばくの管理 — 通常被ばくと潜在被ばく

(72) この章は病院，教育施設，一般産業，あるいは核燃料サイクル施設の別に拘わらず，すべての状況における作業者の通常被ばくと潜在被ばくの管理に関係する。個々の場合に生ずる防護の問題の複雑さによって，与えられた原則が適用される程度はかなり異なるであろうが，この原則はこれらすべての状況に適用される。緊急時における作業者の被ばくは第4章で考察する。

(73) 職業上の放射線防護の一般的な目標は，1.2節に述べられている。防護の最適化は職業被ばくの管理における重要な要点である。補足的な目標は，ある行為の通常操作から受ける線量が定められた限度以内に維持されることを保証することにある。しかし最適化の原則が適用された結果，一般にほとんどの作業者の線量はこれらの限度より十分低く抑えられていることが注目される。

3.1. 責任と権限

(74) 次の文章は，*Publication 60* の 230-232 項からそのまま抜粋したものである。「放射線防護においては，健康と安全に関する他の事項と同じように，責任と権限を区別することがしばしば便利である。責任の最初の段階は，目標を確立し，それらの目標を達成するのに必要な手段を準備し，そして，これらの手段が適切に実施されていることを確実にする義務である。これは基本的には，計画的概念である。次に，責任を負う者は，その責任を果たすのに必要な資材を投入するための権限をもつべきである。責任には，責務と呼ばれることのある遡及的成分もあり，失敗を確認して再発を防止する手段をとることができるように，実施状況の継続的な検討を行うことが求められる。責務には，当初の目標がどのように効果的に達成されているかを決定するための検証のプログラムを構築する必要性が含まれる。

放射線被ばくの十分な管理を達成し，維持するための第一の責任は，その被ばくをもたらす操作を行う事業体の管理組織体にまさにかかっている。装置またはプラントが他の事業体によって設計され供給されるときには，もしそれらが意図されたように使用される場合は，その事業体が代わって，供給されたものが満足なものかどうかをみる責任を有する。政府は規制機関を設置する責任を有する。規制機関は，総合的な防護基準を策定し施行すると同時に，管理組織体の責任を強調するため，規制の枠組みまたときには助言の枠組みも準備する責任を有する。多くの自然放射線源による被ばくのように適切な管理組織体がないときには，

規制機関は直接の責任をとらなければならないこともあろう。

すべての組織では、責任とそれに付随する権限は、含まれる義務の複雑さに応じて外部に委任される。この委任がうまくいっていることを定期的に検査すべきである。それぞれの組織の最高責任者にまっすぐつながる責務の明確なラインが存在すべきである。責任の委任はその責務を減じるものではない。さまざまな種類の組織の間には相互作用も存在する。諮問機関および規制機関は、彼らを与えた助言および彼らが課した要求に対して責務を維持すべきである。一般的な言葉で表現された要求を課されることおよび助言を受け入れることは、操業組織の責任または責務を減じることにはならない。これは、目標あるいは限度で表現される規制機関の定める要求に関してもそうである。しかしながら、操業の実施に関して規制機関の定める要求は、操業者から規制者への責任および責務の事実上の委譲をいくぶんもたらす。このような要求を用いることは、操業管理者が詳細な経験を欠いている場合にはとくに非常に有効でありうるが、このような使用は常に慎重に正当化される必要がある。」

(75) 放射線防護の目標を履行することは設計者と事業者の責任である。事業者には、装置と設備が意図された目的のために適切であり、それを正しく維持すること、および操業が適切な基準にしたがって行われることを保証する特別の責任がある。事業者にはまたプラントがその耐用年数の終わりには安全に廃止されることを保証する責任もある。本章では、操業時における防護原則の適用に重点を置く。

(76) 操業時についての委員会の原則にうまく従うかどうかは、作業場における放射線防護の適切な管理に大いに依存している。実際、有効な健康と安全の管理の特徴の多くは、品質を含む事務と健康管理の目標のすべての範囲にわたってうまく達成するのに一般的に適用されている健全な管理の実務と区別できない。したがって、良好な管理の一般原則は、改善された健康と安全の成果をいかにして成し遂げるかを決定する確実な基盤である (NEA/OECD, 1993, 1997)。このためには、管理者が放射線防護にしっかり関与することが必要である。

(77) この関与には2つの一般的な要素があると見なされよう。第1は組織内の必要な体制であり、管理階層の責任である。第2はその体制に呼応し、またその体制から利益を得るさいの、すべてのレベルの職員の姿勢である。

(78) 通常被ばくと潜在被ばくの両方を扱う際に必須な管理上の原則は、設計、建設、操業および放射線源の最終処分に関連したすべての活動を支配する、首尾一貫しかつ広く行き渡った安全への取り組みを確立することである。この原則の適用には、安全上意味のあるすべての義務を、警戒意識、十分な思考とあらゆる知識、健全な判断および責任に対する正しい感覚をもって、正しく実行することが要求される。更に、このことは、あらゆる関連した操業経験と新しい研究の結果を考慮するという、すべての個人と関連組織の学習姿勢をも含んでいる。

(79) 良好な健康と安全の管理の重要な要素を以下に述べ、図1に示す。

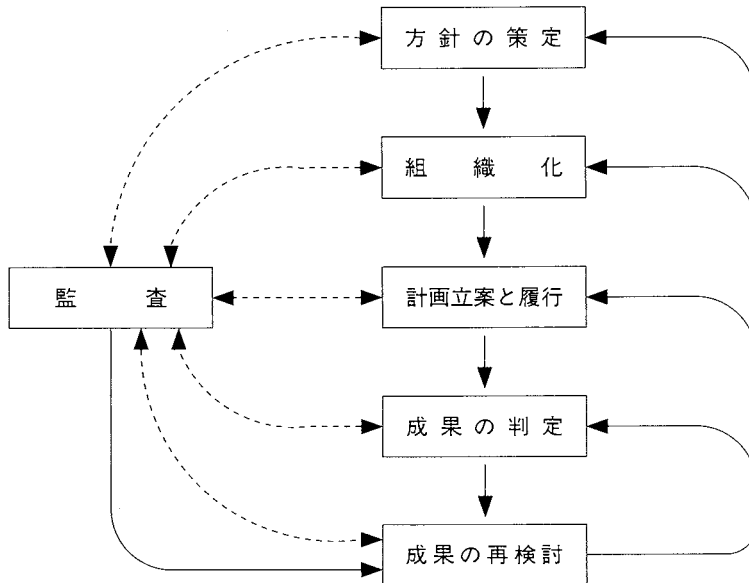


図1 良好な健康と安全の管理のための重要な要素 (HSE, 1991を改作)

3.2. 方策と組織

(80) 放射線被ばくの管理は、操業管理者の業務日程の上に確実に載っているべきである。すべてのレベルの管理者は、安全方策と、特に放射線防護に関連しては、防護の最適化に関与すべきである。この点は *Publication 60* の 247 項の中で明らかにされており、そこでは、「最初の、そしていろいろな点で最も重要なものは、設計から使用廃止までの全ての作業に係わる者の一人ひとりに安全を基本とする姿勢を確立することである。このことは確実な訓練の実施と、安全は個人の責任でありまた最高管理者の主要な関心事項であるという認識によってのみ達成しうる。管理者と作業代表の間の密接な連携が大きな役割を担っている。」と述べられている。そのような取り組みには、方策と組織の両方の密接な統合が必要である。

(81) 安全に対する組織の明らかな関与は、最高管理者の方策声明文、放射線防護を扱うための正式な管理構造の設立、明文化された操業指示書の発行、および作業場と環境の放射線防護に直接責任をもつ人々への明白でかつ証明できる支援によって明示されるべきである。この関与を有効な活動として実行に移すために、上級管理者は適切な設計規準および操業規準を確定し、組織上の手はずを定め、これらの方策を実施するための明瞭な責任の割り当てを行い、また組織中のすべての人が電離放射線による通常被ばくと潜在被ばくの両方を制限することの重要性を認識する文化を確立すべきである。

(82) 組織上の取り組みにはすべての作業者の関与と参加があるべきである。このことは、有効な連絡手段と、全従業員が健康と安全への努力に対して責任あるかつ情報にもとづいた貢

献ができるような能力の向上によって持続される。上級管理者の目に見える活動的なリーダーシップが、健康と安全の管理を支持する文化を発展させ、維持するのに必要である。その目的は、単に事故を避けるばかりではなく、人々が安全に作業できるように意欲を高めかつ権限を与えることにある。

(83) 作業者が放射線防護に全面的に参加し、それに関与することが不可欠である。この関与を達成するために労働者側の意欲を高めるための最良な方法を決めるのは管理者の仕事である。作業の指示は明白かつ実地的であるべきであり、最初に適切な訓練を当然受けた作業者によって守られなければならない。作業者がこれらの手順の有効性に関してフィードバックする機構が整えられていることを管理者が保証することは重要であり、作業者は、線量が合理的に達成できるかぎり低いことを保証するための方法の開発に全面的に関わるべきである。

(84) 管理者は、線量が適切に管理されていることを保証するために、適切なレベルの諸資材たとえば職員、施設および装置を提供し、またこれらの諸資材を投入する権限をもつべきである。施設と装置には、遮蔽、遠隔マニプレータ、ロボット技術、フードとグローブボックス、換気、放射線モニタおよび防護衣のようなものが含まれるが、これに限らない。改善された線量低減方法を確認するために、安全制御システムの技術的進歩に注意を払うべきである。管理者は、システムと手順の変更に対する内部承認の手続きも決めるべきである。

(85) 放射線防護への関与を発展させ、またすべての関係者が被ばくの低減と管理に貢献できるようにするために、管理者を含めた組織内部のすべてのレベルの職員に、関連する適切な訓練プログラムを提供すべきである。訓練プログラムについてのさらなるガイダンスは3.3.5節に与えられている。

(86) 放射線源の使用の規模に関係なく、作業者は危険を承知しているべきであり、管理者は適切な放射線の専門家と連絡をとる手段を持つべきである。例えば、特に一般産業によく見られるような小人数の作業者のいる放射線利用者の事例では、管理者は、助言やモニタリングサービスを提供する専門家のコンサルタント組織のサービスを利用することが必要になるかもしれない。大きな組織では、必要な助言と技術的な専門知識を提供するために、管理者が専門のサービス機構を設置するほうがもっと適切なようである。これらのサービスは上級管理者に対し責任を持つべきである。

(87) 全般的な管理上の取り組みがどのようなものであれ、放射線防護の実務の上で、従業員の参加に重点を置くさいの各部署における役割を果たすため、組織の内部から1人またはそれ以上の人を指名することが役立つことがある。これらの人は、もっと専門的な助言を与える人々とのつなぎとなるであろう。

3.3. 計画立案と実行

(88) 計画の立案には確立された方策の実行に対する系統的な取り組みが含まれる。危険の除去とリスクの低減について優先順位を定め、目標を設けるために、リスク評価方法を用いるべきである。成果の基準を確立すべきであり、その基準に対して成果を判定すべきである。健康と安全に関する積極的な文化を促進し、リスクを除去又は抑制するのに必要な特定の活動を定めるべきである。

(89) 電離放射線による職業被ばくが存在するどんな作業場についても、下に示すような放射線被ばくに対する作業管理に組織だったやり方で取り組むべきである：

- (a) 日常的な被ばく源および合理的に予見できる潜在被ばくを決め、それらの線量の現実的な推定を行い、また最適化の原則を満たすのに必要な放射線防護の措置を決定するための、操業のすべての面にわたる事前の放射線評価。
- (b) 最適化の原則を満たすのに必要な措置の有効な管理を確実にするための、危険の程度に見合った放射線防護プログラムの制定。

(90) これらの評価とプログラムは、作業を始める前に管理者により承認を受けるべきである。管理者又は規制機関によって定められたいかなる実務上の制約も考慮に入れるべきである。評価に関連する正式手続きの程度、プログラムに含まれる詳細、およびそれについて行われる吟味のレベルは、受けそうな線量の大きさおよび潜在被ばくの確率と大きさに連動すべきである。それ故、トレーサ量の放射性物質を使用する研究室に対する放射線防護プログラムの制定に含まれる努力の程度は、病院における治療量の放射性医薬品の取扱いにおけるものと同一と考えられないことは明らかであろう。

(91) プログラムは次のものを含むべきである：管理区域又は監視区域の指定を含む、被ばく管理に用いられる方法；作業者が従うべき所内規定；作業者と作業場のモニタリングの手はず；各部署で分担する責任、および訓練の必要性。従って、少なくとも作業者の被ばくが2.2節に述べた職業被ばくの限定された定義に含まれると見なされる作業場には、一般に区域を指定し、また線量を測定する何らかのモニタリングを行う必要がある。作業者と作業場のモニタリングについては第6章で論ずる。

(92) 防護の最適化においては、とくに日常の管理の実際において、適切な資格を有し、経験があり、かつ有能な人々による専門的判断を利用することで達成される事柄が多い。対策が合理的かどうかの判断に役立つため、下記のことを示唆する：

- (a) 常識；これは経験、知識および専門的判断の行使を反映する。線量低減のための非常に低費用でかつ実際的な変更は、たとえば線量がすでに低くても、おそらく行われるべきである。

- (b) 良好な行為；これは、すでに達成されたか又は達成が期待される事柄を、類似の施設又は行為あるいは関連した施設又は行為について達成された事柄と比較することである。合理性が保たれることおよび正当とされない出費が規範とならないことを確実にするよう注意を払わなければならない。

3.3.1. 区域の指定

(93) 職業被ばくの管理は作業場を2つの種類すなわち管理区域と監視区域に指定することによって単純化され、もっと効率的にすることができる。*Publication 60* の 252 項には次のように述べられている：「管理区域とは、軽微な事故が発生する可能性を含む通常の作業条件の区域であって、被ばく管理を特定の目的とする十分に確立された手順と慣行に従うことが作業者に要求される区域である。監視区域とは、その作業条件が監視のもとにあるが、通常は特別な手順を必要としない区域である。これらの定義が操業経験および判断に最もよくもとづいたものである。……非密封放射性物質による汚染の問題がない区域では、ときには境界における線量率によって区域を指定してもよい。」線量率の予想外の増加の可能性にもいくらかの注意を払うべきである。

(94) 管理区域の入口には、従業員とくに保守要員にこの区域では特別の手順が適用されることおよび放射線源が存在する可能性があることを示すために、標識をつけるべきである。監視区域における条件は、いかなる従業員も最小の正式手続きで入域できるようにすべきである。

(95) これらの指定区域の外側では、線源からの線量率と非密封放射性物質による汚染のリスクは通常条件下で構内で働く人々の防護レベルが公衆被ばくに求められる防護レベルと同程度であることが確実なように十分低くあるべきである。これらの従業員の被ばくは、低くはあっても職業被ばくである。

(96) 指定区域を区画するには操業管理者による判断が必要である。したがって、さらなるガイダンスをここに示す。

管理区域

(97) 管理区域の指定は、工学的管理が適切な防護レベルを提供するのに不十分と考えられるか又は十分信頼できないために、特定の作業手順が求められる場合に必要である。これは通常、専門家の助言が求められる事柄である。管理区域を指定する必要性は事前の放射線評価によって決められるべきであり、また起こりそうな通常被ばくのレベルおよび事故被ばくの確率と大きさにもとづくべきである。作業手順は純粹に管理的性格のものでありうるし、あるいは防護衣や防護具の使用を含む特定の作業慣行に関係しうる。

- (98) 管理区域に対する最低要件は、区域が適切に線引きされていること、および被ばく

の制限に必要な作業手順の体系の実行と維持の必要性を認識しかつそれができるよう十分訓練された人々に入りが限られるべきであることである。その他の人々（たとえば訪問者）は、十分な訓練又は指示を受けた人に付き添われる場合には入りを許されてよい。

(99) 非密封放射性線源を取り扱う作業は、空気汚染や表面汚染の原因となり、それはまた作業による体内摂取をもたらさう。工学的管理だけに頼っていたのでは、とくに事故または異常事象の場合、摂取をつねに抑制できるとは限らない。それゆえ、そのような摂取の可能性を防ぐか低減し、また汚染の広がりを抑制するために作業手順が必要である。管理区域を設定することが一般に必要であろう。管理の種類はそこにある線源による放射線リスクのレベルに従って段階をつけるべきである。

監視区域

(100) 監視区域は、管理者が、作業条件を観察のもとに置く必要はあると考えるが、作業上の防護手順を決める必要があるとは考えないときにのみ設置すべきである。作業条件を観察のもとに置く目的は、たとえば以前の放射線評価で予見されなかった事情のため、又は隣接する管理区域で工学的管理又は手順による管理のいずれかに破綻が起こったために、その区域の指定分類を変えるべきかどうかを決めるためである。委員会は、すべての管理区域の周囲に監視区域を自動的に設置すべきであるとは考えていない。

(101) 低放射能の非密封放射性物質のみを取り扱い、かつ摂取の可能性が少ない場合には、通常監視区域の中で作業を行うことができる。そのような状況においては、汚染の広がりを防ぐため作業上の指示を行う必要があるが、これらは管理区域について考えられるような健康の防護を目指す作業手順と同じようなものではないであろう。これらの監視区域の定期的調査は、使用されている放射性物質の許可された最大放射能を管理する方法の妥当性にとくに集中したものであろう。

(102) このように、トレーサ量の放射性物質をたとえば研究に使用する場合、管理区域の指定は必要なさそうである (Hudson and Shaw, 1993)。監視区域で十分であろう。同様に、低濃度の自然放射性物質を含む物質の取扱いも、通常は監視区域の中で行うことができる (第5章参照)。

(103) 監視区域に対する最低の要件は、防護の手はずに何らかの悪化があるのを見つけるための監視プログラムを管理者が作成することである。しかし、たとえば航空機の客室や病院内の一部のような少数のケースにおいては、監視区域の標識は不適切であるかもしれない。

実務上の意味合い

(104) 事情によっては、あらかじめ決められた線量率又は空気汚染もしくは表面汚染のレベルを参考にして指定区域の外側境界を決めると実務上便利である。しかし、条件が一定でない限り、問題に関係するのは将来起こりうる値であって現在の値ではない。過度に用心深い仮

定にもとづいて一般的に導かれたレベルは避けるべきである。区域境界を決めるのに用いるいかなる規準も、状況に即した現実的な仮定、とくに人の滞在に関する現実的仮定にもとづくべきであり、その目標は不必要な区域指定、不当に大きな区域の指定、および無視できるほど低い線量率または汚染レベルを測定する必要を避けることである。管理者は、管理上の理由から、すでにある物理的障壁を利用するために、厳密に必要な範囲よりもっと広い区域を決めたがることがある。

3.3.2. 工学的管理

(105) 工学的管理の目的は、作業員から線源を物理的に隔離し、外部被ばくと摂取の両方をなくすか低減することにある。工学的管理は通常、設計段階で導入されるが、経験に基づいて、防護の最適化のために適当であるとわかれば、もっと後の段階でこれらの管理に対する変更や追加が必要になることがある。工学的管理の使用は他の防護措置に先だって考慮すべきである。

(106) 放射線防護に関連する主要な工学的管理システムには、遮蔽、換気システム、線源への接近を制限するための干渉防止システム、線量率や汚染の警報器、および出入管理設備が含まれる。潜在被ばくに対する防護には安全システムが使用される。

(107) すべての管理システムは時間と共に必ず劣化し、また放射線防護とは関係のない作業上の要因を含む様々な理由で、変更が必要となることがある。工学的管理や他の安全システムおよび警報システムが被ばく管理に対して望み通りの貢献をし続けるように保証するためには、その効能の定期的な検査と試験を実施すべきである。加えて、保守または変更がその管理の実施に影響した可能性のある場合には、工学的管理の効能を点検すべきである。そのような検査と試験の記録は保管しておくべきである。工学的管理への信頼が作業員の自己満足につながらないよう保証することが重要である。

3.3.3. 作業手順

(108) 作業管理、放射線防護、および緊急時の手順は、作業員の適切な防護を確実なものとするため、明確に文書化され、承認され、実施されるべきである。要求されるレベルの細かさは危険の程度に応じて変わるであろう。

(109) 作業員が作業によってかなりの線量を受けるおそれがある場合には、関連する作業の詳細を記述した作業計画を作業開始前に準備し、承認を受けるべきである。作業計画が特に必要となる事例は、放射線事故につながるもののある定型的でない作業や保守作業、例えば紙の厚さ計の解体あるいは放射線治療装置の線源の交換等である。両者とも、線量限度を超える被ばくの可能性がある、それ自体適切な計画の立案と準備作業を必要とする。作業計画には事

前の放射線サーベイと放射線場にいる時間および関連する線量の推定値が含まれるべきである。作業計画を必要とする推定線量のレベルは、管理者によりあらかじめ正式に決められるべきである。作業計画の承認には、適切なレベルの管理者が関わるべきである。

(110) すべての任務に対し、作業者は、行うべき作業の内容、潜在的危険性、必要とされるエリアモニタリングと個人モニタリング、使用するべき防護衣と防護具、偶発事象に対する準備、および作業条件の受け入れがたい変化または異常事象のさいにとるべき緊急時対応について前もって知っているべきである。作業者は、自分の仕事を安全に行うために、十分な技術を有し、訓練を受け、知識を持っているべきである。

(111) 作業手順には、危険区域を識別するのに適切な注意書きと標識を掲げる要件が含まれているべきである。ある場合には、指定区域の境界を線引きするために必要となる情報に加えて、作業場の放射線状況に関する情報を表示し、また、その情報を日常的に更新することが適切かもしれない。

3.3.4. 個人用防護衣と防護具

(112) 工学的管理と作業手順を、単独あるいは組み合わせて使っても適切な防護レベルが得られない場合には、個人用防護衣あるいは防護具を使用することが必要になるかもしれない。古くから確立されている例は含鉛ゴム製のエプロンと手袋で、医学および獣医学の X 線診断において外部放射線の防護に使われる。非密封放射性物質を取り扱う作業では、その例は、簡単な使い捨て手袋、実験衣、簡易型の呼吸保護具から加圧式エアラインスーツにまで及ぶ。

(113) 個人用防護衣と呼吸保護具の使用は、個人の一般的な作業効率を低下させ、そのため任務を完了するのにより長い作業時間を必要とする結果になりがちである。その結果生じる外部放射線被ばくの増加や一般的な安全上の障害によるなんらかのリスクの増加も、そのような器具の使用を決める際に考慮すべきである。

(114) 防護衣や呼吸保護具を着用する際には、正しく体に合うかどうかを確かめ、取り外す際には、汚染の広がりを抑制するために特別な手順が必要である。そのような防護具を着用する作業者は、適切な健康監視を受けるべきである（第 8 章を参照）。

3.3.5. 情報提供と訓練

(115) 放射線防護に関する適切で十分な情報と訓練を提供することは、通常被ばくと潜在被ばくの両方を管理する上において、防護の最適化の原則を履行するプログラムの本質的な構成要素と見なすべきである。一般的な情報提供と、もっと正式な訓練とを区別する。

(116) 放射線の特定の使用に伴う危険に関する情報は、職業的に被ばくする人々が容易に手に入れやすいようにすべきである。そのような情報は状況を知らせるが、従うべき詳細な手

順は含まれないという点で、本来、受動的なものと見なされる。それらの情報は、関連する印刷物、パンフレット、あるいは職員への説明を通じて与えることができる。その内容は、職員の一般知識や経歴のレベルに合わせるべきである。

(117) 訓練は通常、もっと特定の指示を意味するものとされており、比較的型どおりの講義と、実地演習およびその仕事の要件に対する直接的な習熟を含むものになるであろう。その仕事のため個人を仕込むことに重点を置くべきである。状況によっては、特殊なタイプの仕事を行う個人の知識と能力を、適性の試験または実技による証明によって調べることが適切であることがある。

(118) 使用される放射線源とそれらが与える危険性に関する一般的な情報は、最上級の管理者から最下級の職員まで、その放射線源が使用されている場所で働くすべての人々に与えられるべきである。作業者は、放射線リスクを含む予期しない出来事が生じた場合には、彼らの上司または他の指名された者に直ちに通知する責任があることも知らされているべきである。契約作業員に対しては、彼らに影響を与えるどんな問題にも確実に気づくよう、特別な注意を払うべきである。適切な場合には、事故時にとる必要があるかもしれない行動についての情報も与えるべきである。

(119) 放射線源を用いる作業を行う女性には、受胎産物へのリスク、それに関連した防護措置、および妊娠した時にその仕事を制限する必要があることについての情報を与えるべきである。特に、妊娠したことに気づいたら、直ぐに、妊娠を雇用主に知らせることの重要性を知らせるべきである。

(120) 自身は被ばくしないがその仕事と決定が他の作業員の放射線被ばくに影響を与えるような他の専門家グループに対しては、放射線防護の基本概念についての情報を、防護の最適化を特に強調して、与えるべきである。そのようなグループには、設計技術者、管理者、および医師が含まれる。

(121) 訓練の量は、潜在的な危険と個人の責任に釣り合ったものであるべきである。訓練の重要な成果の一つは、作業員に、自分と他の者の被ばくを最小にするためにとることのできる簡単な手段を知らせることである。作業員は管理区域内で直接の監督なしに作業することを許可される前に、この訓練を終了しておくべきである。かなりの放射線被ばくを伴う仕事が行われようとするところでは、可能な限り円滑に仕事が進行し、すべての不必要な危険が回避され、被ばく時間を最小にすることを確実にするために、モックアップの使用を考慮すべきである。

(122) 放射線防護の情報と訓練のプログラムは文書化され、組織内の適切な管理者レベルで承認されるべきである。そのようなプログラムは、内容がいつも最新のものであることが確実であるよう、定期的に再検討されるべきである。各作業員の訓練の公式記録を保管し、また、

作業者がその仕事に関して最新の知識を持ち、かつ作業場の危険について無頓着にならないことを確実にするように、定期的な再訓練を行うべきである。方策または手順の著しい変更がある場合にも再訓練を実施すべきである。訓練内容は定期的に更新すべきである。

3.3.6. 女性の職業被ばく

(123) 2.3.3節に示したように、男性と女性の放射線被ばくに伴う総リスクはおおよそ同じであり、委員会は現在、だいたいにおいて、職業被ばくの管理に両性間のいかなる区別もする必要はないと考えている。しかしながら、作業者が妊娠したとわかったときは、委員会は受胎産物についてもっと高度の防護基準を勧告する。委員会の助言は、*Publication 73* の 76, 77 項にもとづいて、以下の諸項にまとめられている。

(124) 職業上被ばくする妊娠女性の受胎産物に厳格な線量限度を採用することは実務上の問題を生むであろう。妊娠の初期には作業者に通常の防護が適用される。いったん妊娠が申告され、雇用主に通知されたならば、受胎産物の追加の防護を考慮すべきである。委員会は、*Publication 60* におけるその助言がときにはあまりにも厳しすぎる解釈をされてきたと考えている。委員会は現在、妊娠申告後の妊娠作業者の作業条件は、受胎産物に対する追加の等価線量が妊娠の残りの期間中においておおよそ 1 mSv を超えることがありそうもないようにすべきである、と勧告する。この勧告の解釈において、妊娠女性に対する不必要な差別を起さないことが重要である。

(125) 委員会は、その防護体系の使用とくに線源関連の線量拘束値の使用によって、妊娠女性の雇用に特定の制限を課す必要なしに、この勧告の遵守が通常十分保証されるであろう、というその見解を再度強調したい。

(126) 委員会の目標を満たすことは作業者と雇用主の両方に責任がある。受胎産物の防護に対する第 1 の責任は、妊娠が確認されたらすぐ女性自身はその雇用主に申告することにある。妊娠が申告されたら、管理者は妊娠の残りの期間中の受胎産物に対する追加の等価線量が約 1 mSv を超えそうにならないようにその作業者の作業条件を整えるべきである。

(127) 受胎産物に対する線量の制限は、妊娠女性が放射線または放射性物質を扱う作業を完全に避けたり、あるいは指定区域への立ち入りやその中での作業を妨げたりする必要があることを意味するものではない。そうではなくて、妊娠女性の被ばく条件は雇用主により注意深く観察されるべきである、という意味合いである。とくに、彼女らは高い偶発的な線量および摂取の可能性が大きくないような職種に就かせるべきである。

3.4. 成果の判定と再検討

(128) 前もって定められた基準と対比して、健康と安全に関する成果を判定し、再検討し、

監査するプログラムを確立する必要がある。このプログラムは、管理の体系を改善するための活動がいつどこで必要となるかを明示すべきである。再検討はまた、類似した性質をもつ将来の作業に関する情報を提供する。

(129) 新しいかまたは大幅に変更された装置と設備についての稼動開始時点検または厳重な試験を、それらが運転される前に実施すべきである。その主な目的は、適切な物理的防護が用意され、安全システムと警報システムが正確に機能していることを確認することである。それは、設計から製造・組立を経て、最終的な設置に至るあいだに含まれる過程の品質保証の一つの構成要素と見なされよう。この稼動開始時点検は、設計段階における放射線防護への配慮に代わるものとみなすべきではない。設計の基本的欠陥の是正に要する費用は、設計段階でそのような欠陥を避ける費用と比較して高いので、そのような欠陥の同定を稼動開始時点検のみに頼ることは明らかに望ましくない。

(130) どんな作業上の放射線防護プログラムでも、最適化された防護基準が達成され維持されているかどうかを定期的に調べ、詳細に査定することが肝要である。調査の目的は、欠陥や不必要な余剰部分を明らかにし、適切な是正対策を講ずることにあるべきである。各再検討の間隔は、作業、定常的に受ける線量の大きさ、被ばくのリスク、および他の作業上のパラメータに依存すべきである。再検討は、施設と設備の検査、および個人の行動を含む、職員、手順、およびシステムの試験を含むべきである。そのような評価はすべて注意深く計画されるべきである。その範囲は、放射線防護プログラム全体の評価から、線量測定のようなプログラムの特別な部分の詳細な評価にわたることができる。その深さは、文書化の手順が存在し、それが遵守されているかどうかを確認するための監査から、手順の効率、適切さおよび範囲の広さも評価されるような徹底的な査定にまで広がりうる。

(131) 異常事象と事故の徹底した調査も実施すべきである。その目標は単に直接の原因を決定するだけでなく、もっと重要なこととして、根底にある原因や施設の設計と作業、および健康と安全の管理体系に対する関わり合いを確認することである。

(132) あらゆる関連した経験から学ぶことと、学んだ教訓を生かすことは、効果的な健康管理および安全管理において最も重要である。このことは、モニタリング活動からと健康管理および安全管理の体系全体の独立した監査からの両方のデータに基づいた成果の定期的な再検討を通して、系統的に行う必要がある。継続的な改善への関与には、方策、履行、およびリスク管理技術の恒常的な発展が含まれる。健康と安全の高い水準を達成することは、組織内部で設定された重要な成果の指標を参照したり、似通った組織の成果と比較して、成果を評価することによって助長される。

(133) 同様の仕事を実施している他の組織の経験は、このことに関連して特に有用なことがある。多くの国内機関や国際機関では、日常の作業と保守作業、事故および事件から得られ

た教訓を広く伝えるためのデータベースと協定を現在確立しつつあり、このことは奨励されるべきである。

3.4.1. 調査レベル

(134) 手順と成果を再検討する必要性は、時には現在の状況の経験からも示される。この経験は、たとえばささいな汚染の発生頻度が増加したかもしれないという観察のような定性的なものもあり、モニタリングプログラムの結果に出た傾向といった定量的なものもある。定量的経験の利用にはモニタリング結果に調査レベルを適用することが役に立ちうる。調査レベルについては6.9.1節で論ずる。

4. 職業被ばくの管理 — 事故被ばくと緊急時被ばく

(135) この章では、重大さが広い範囲にわたる緊急時における、作業者の被ばく管理の実際について述べる。緊急事態の初期における緊急派遣チームの被ばくと、長期的な復旧活動にあたる人々の被ばくがあろう。ほとんどの場合、彼らの被ばくは2.3節に示した線量限度の範囲内に抑えることができる。しかしながら、ある状況においては緊急チームにそれらの限度を超える被ばくが必要となる場合もあり、その場合には確定的影響が生じるおそれのある線量以下に線量を抑えるあらゆる努力がなされるべきである。線量が確定的影響のしきい値を超えるおそれのある線量下で活動に従事する作業者は、他の人々への便益が作業者のリスクを明らかに上回るときに限りそのようにすべきである。

(136) *Publication 63* (ICRP, 1991 b) では、公衆に影響を及ぼすような事故に引き続いて必要とされることのある活動に関連して、作業条件の3つのカテゴリーが定義されている。以下に示すカテゴリーは、*Publication 63* の付属書 A から引用したものである：

「カテゴリー1：事故の現場での緊急措置

第一のカテゴリーに属する作業者は、人命を救い、重大な傷害を予防し、あるいは公衆の構成員の潜在的被ばく線量が大きく増加することを防ぐために活動しなければならない人々である。

カテゴリー2：早期の防護措置の実施、および公衆の防護のための措置

第二のグループは、公衆の線量を回避するため追加の被ばくをする作業者、たとえば警察官、医療従事者、避難に使用される車両の運転手と乗務員、およびこれらと類似のグループからなる。

カテゴリー3：復旧活動

第三のグループは、復旧活動を行う作業者からなる。」

緊急事態においてこれらのカテゴリーを明瞭に区別するのが困難な場合があることを認識すべきである。

(137) 一般的な助言は、*Publication 60* の224項および225項に与えられている。

「事故に直接伴う職業被ばくは、プラントの設計とその防護上の特徴および緊急時手順の用意によってのみ制限することができる。理想的には、平常状態において許される範囲内に線量を抑えることを目標とすべきであるが、このことは通常は可能であるとはいえず、重大な事故時には常にそうであるとは限らないかもしれない。

事故に直接起因する被ばくに加えて、緊急時の間と救済措置時における緊急チームの被ばく

くであろう。重大な事故においてさえも、これらの被ばくは作業管理により制限することができる。受ける線量は平常の状況におけるよりも高くなりそうであり、これは平常の線量とは区別して取り扱われるべきである。緊急チームが高い被ばくをするような緊急事態はめったにないので、重大事故時においては、防護の長期的なレベルを下げることなく、平常の状況に対する管理をいくらか緩めることが許される。この緩和において、事故の制御と即時かつ緊急の救済作業における被ばくは、線量評価によって制限することがめったにできない人命救助を除き、約0.5Svを超える実効線量とならないようにすべきである。皮膚の等価線量は、この場合も人命救助を除き、約5 Svを超えることは許されるべきでない。緊急事態がいったん制御されたならば、救済作業における被ばくは、行為に伴う職業被ばくの一部として扱われるべきである。」

カテゴリー 1

(138) カテゴリー 1 の作業に関わる作業者は、プラントの職員である可能性がもっとも高いが、消防士のような緊急サービスの作業者であることもある。このカテゴリーに対しては、固定した線量限度を勧告することは適切でない。この種の緊急時の介入は、通例、高度に正当化されており、しばしば人命救助、個々の人が確定的影響のしきい値を超える高線量を受けることの防止、あるいは、公衆構成員のかなりの被ばくをもたらすおそれのある大災害への進展の防止を目的としている。そのような緊急時活動を行う人々に対しては、重篤な確定的影響が生じる線量以下に線量を抑えるための、あらゆる努力が払われるべきである。

カテゴリー 2

(139) カテゴリー 2 の作業には、公衆の被ばくを回避するために、サイト外で付加的な被ばくをする作業者が含まれる。このグループは、職業上放射線に被ばくすると通常見なされている作業者と、そうではない緊急時サービス職員のような他の人々から成るであろう。すべてのそのような作業者に対しては、たとえ簡単あるいは明瞭なものであっても、防護の最適化に注意を払うべきである。いつも実現できるわけではないかもしれないが、線量を職業被ばくの限度以下に抑えることを目標とすべきである。

カテゴリー 3

(140) カテゴリー 3 の作業は、プラントとサイトの修復、廃棄物処分、サイトと環境の汚染除去のような復旧作業を行う作業者が含まれる。この作業は念入りに計画することが可能である。それは行為として扱うべきであり、線量を線量限度以下に抑えるべきである。

4.1. 計画立案と訓練

(141) 管理者は、文書化され、審査され、定期的にテストされて、最新の内容に維持された適切な一連の緊急時手順を整えておくべきである。これらの手順は、緊急時対応の際の作業者の役割と責任、とるべき防護処置、使用すべき防護衣と専用のモニタリング機器、線量測定の手はず、救援作業等について定めるべきである。最初の2つのカテゴリーに属する作業者のために必要な設備は、いつでも確実に利用できるよう、特別な注意を払うべきである。該当する線量限度より高い線量を受けた作業者に対処するための準備もなされるべきである（第7章を参照）。

(142) カテゴリー1の作業に関わりそうな作業者の一部は正規の緊急時サービスのメンバーであろうが、その他は緊急時にだけ召集され、可能な限り前もって指名される志願者であろう。これらの人々すべてに対して適切な訓練を実施し、遭遇しそうな危険とリスクについて十分に知らせるべきである。これらの人々は、必要とされうる活動の種類について訓練を受けるべきである。特に、情報提供および、必要ならば呼吸保護、防護衣、遮蔽方法、ヨウ素剤投与等の防護手段の使用に関する訓練を実施すべきである。

(143) カテゴリー2の作業に関わる作業者も、彼らが受けるおそれのある線量に関連したリスクについて知らされるべきであり、また彼ら自身と公衆を防護するために要求されるかもしれない活動に関して指示を受けるべきである。例えば、警察官には安定ヨウ素の使用に関する情報を与えるべきである。

(144) カテゴリー3の作業に関わる作業者に必要な訓練は実際の状況に依存し、前もって決めておくことはできない。しかしながら、それは職業上被ばくするすべての作業者に必要なものと同じでかつ彼らがさらされるであろう危険のレベルと釣り合いのとれた基準にもとづくべきである。

4.2. モニタリングおよび管理

(145) カテゴリー1の作業に関わる作業者には、直読式または警報付き線量計のように状況に応じた手段を用いて自身の被ばくを管理し、定量化する適切な手段を提供すべきである。事故または緊急事態における外部被ばくに対する特殊モニタリングに関しての実用的なガイドランスは、6.8節にある。

(146) 一般に、カテゴリー2の作業に関わる作業者の個人モニタリングを行う必要はないはずである。初期の防護活動を実施する手段は、彼らが受けるおそれのある線量を考慮すべきであるが、一般にその線量は、彼らが防護しようとする公衆が受ける線量と本質的に異ならないであろう。それにもかかわらず、彼らが受けた線量を推定することは適切であろう。カテゴ

リー3の作業における作業者に対する線量評価は、行為に関する放射線防護体系に従う職業上被ばくする作業者に対するものと同じである。

(147) カテゴリー1および2の作業に関わる作業者の線量は、彼らの被ばく状況が異なるので、通常線量記録の中では区別して扱うべきである。被ばくの種類と期間、放射線の種類と線質、および体内での線量分布に関する付帯情報を記録しておく必要もあろう。カテゴリー3の作業に関わる作業者に対しては、線量を通常職業被ばくとして記録すべきである。

(148) すべてのカテゴリーに含まれる作業者は、受けた線量と予想される健康影響について、要求した場合には知らされるべきである。緊急時に受けた線量のために、電離放射線を扱う作業におけるその作業者の将来の雇用が妨げられるべきでない。しかしながら、作業者が確定的影響のしきい値程度またはそれを超える緊急時被ばくを受けた場合には、その作業者は医師にみせるべきである。

5. 自然放射線源に対する職業被ばくの管理

5.1. 総 論

(149) 2.2節で示したように、操業管理者の責任であるとみなされ、その故にこの報告書の“職業被ばく”という用語の限定された使用の範囲の中にあると合理的に判断される自然放射線源からの被ばくに関して、規制機関は意志決定をする必要があるであろう。下すべき最初の決定は、単にそれらが日常生活の一部であるという理由で本質的に制御しにくい被ばくを決め、次にそれらを規制から除外することである。これらの例は、身体中のカリウム-40、地上レベルでの宇宙線、および何の人為的操作も加わらない地殻中の放射性物質による被ばくである。しかしながら、これらの規制除外だけでは、規制上の管理体系に含まれるべき被ばくを明確に識別するには十分でない。

(150) *ICRP Publication 60* の 136 項によれば、「いくつかの実際的な指針を与えるために、委員会は、以下の場合にのみ、自然放射線源による被ばくを職業被ばくの一部として含める必要があるべきである」と述べている：

- 「(a) 規制機関が、ラドンに注意が必要であると言明し、該当する作業場であると認定した場所における操業。
- (b) 通常は放射性とはみなされないが、微量の自然放射性核種を有意に含み、それが規制機関によって認定されている物質を扱う操業およびその貯蔵。
- (c) ジェット機の運航。
- (d) 宇宙飛行。」

いくつかの特別な状況においては、規制機関が自然放射性物質からのガンマ線に考慮を払う必要もまたあるかもしれない。宇宙飛行（ケース(d)）中の被ばくはここではこれ以上議論しないことにする。

(151) 他のケースについて管理の行使が必要となるような状況については、さらに明らかにする必要があり、これらの管理に関連する原則をさらに発展させる必要がある。いかなる管理体系においても、ある特定の線源からの一般の被ばくレベルに比べてその線源からのもっと高い被ばくに重点があるべきであり、また放射線源一般に適用される線量基準と被ばくを低減するための管理の適用の可能性について考慮すべきである。

(152) 自然放射線源からの被ばくは一般に、人工放射線源からの被ばくと同じ程度には管理されてこなかった。自然放射線源からの職業被ばくの管理に責任を持つ規制機関は、人工線

源を規制する機関とは異なることがあり、またある場合には、規制機関も管理者もこれらの被ばくのうちのいくつかについてその大きさまたはそれらを管理する可能性について十分な認識をしなかったかもしれない。したがって、従来は管理が必要と考えられなかったときにも、管理の導入が必要となるかもしれない。このため、放射線防護体系に従うべき作業場の種類に関する議論の基礎として、被ばくのパターンとレベルについてのしっかりした展望が必要になる。

5.1.1. 職場におけるラドン

(153) *Publication 65* (ICRP, 1993 b) には、ウラン鉱山でのラドンは被ばく源として認められており、すでに管理のもとにあることが書かれている。建物、ウラン鉱山以外の鉱山と他の地下作業場のようなその他の作業場では、この事は現在しばしば無視されている。委員会はまた、「行為によるものとして扱うべきラドン濃度と、介入が必要であるかもしれない現存の状況によるものとして扱うべきラドン濃度との間にはっきりとした区分を設けることが、ときには困難である」と述べている (*Publication 65*, 25 項)。 *Publication 65* の一つの目的は、この区別にガイダンスを与えることであり、それは対策レベルの使用を勧告することを通じてなされた。

(154) *Publication 65* の 83 項は、以下のように述べている：

「まず第一に、対策レベルは、ラドン被ばくを減らすために介入を行うべき、鉱山を含む作業場を決めるために必要である。第二に、行為に関する委員会の防護体系をラドン被ばくに適用すべき作業場と、この体系の対象とならない他の作業場を決めるために、対策レベルが必要である。この決定もまた一つの対策レベルで表すことができる。」 89 項によれば、「(行為のための) 防護体系の適用を求めると、救済措置を制定するためと、同じ対策レベルを採用することが明らかに有利である。」

(155) このやり方はすでに存在する状況に対して容易に適用することができる。新しい作業場への取り組みはそれほど簡単ではない。対策レベルを新しい作業場に適用することの困難は、ラドン濃度を精度よく予測することができない点にある。ラドン濃度は作業場の建設後のみ決定することができるのである。このことは、規制機関はラドン濃度が対策レベルを超えそうな作業場を事前に確認する根拠を確立する必要があることを意味している。それ故、設計と建設には予防的な特徴が含まれるべきである。対策レベルは予防措置の有効性のチェックとして、作業場の建設後に適用されるべきである。

(156) *Publication 65* の 72 項および 86 項において委員会は、作業場での介入に対する対策レベルは実効線量に適用されるべきであり、1 年間に 3-10mSv の範囲内であるべきことを勧告している。ラドン濃度の対策レベルは、滞在を年間2000時間、平衡係数を建物について典型的な値である約0.4(平衡係数はラドンガスとその子孫核種の濃度に関係し、特に後者の方が

線量に大きく寄与する)として、年間の実効線量に対する対策レベルから導かれている。これにより500-1500Bq m⁻³の範囲にある長期間の平均ラドン濃度に対する対策レベルが得られる。しかしながら、鉱山での平衡係数は0.4とはかなり異なることがあるという事実を考慮すべきである。したがって、そのような鉱山の中ではラドン濃度について異なった対策レベルを使用することが適切かもしれない。選択された対策レベル以下では、どのような救済措置をとることも、職場で受ける被ばくの評価を行うことも必要ではない。こうして、規制機関により別途指定がないかぎり、職場のラドンによる対策レベル以下の被ばくは、委員会の防護体系を適用する目的のためには職業被ばくとして扱うべきではない。規制機関は、ラドンに対する対策レベルと関係なく、職業被ばくとして扱うべき自然放射線源(ラドン、トロン、ガンマ線、鉱石粉じん)による被ばくが存在するウラン鉱山とトリウム鉱山の一部を同定することが必要かもしれない。

(157) 委員会の防護体系の適用が決定された作業場の区域の指定について、*Publication 65*の98項は次のように述べている：

「ラドンがそこでの操業に直接関連しない作業場の区域は、濃度が時間とともに増加することのないことを確かめるため、定期的測定を必要とするかもしれない監視区域として取り扱う必要がある。例外的に、濃度が高いため特別な作業手順を必要とし、したがって管理区域の設定が必要となることがあるかもしれない。ラドン濃度がおもに操業によるならば、ラドンによる被ばくを制御するために採用された特別の作業手順をもつ管理区域が必要となることのほうがもっとありそうである。」

個人被ばくのモニタリングについて *Publication 65*の99項は以下のように述べている：

「雇用主は、管理区域内のその作業者の被ばくを系統的方法で確実にモニタする必要がある。……ときには個人モニタリングでなく、作業場モニタリングを用いることで十分であろう。……対策レベルを超える正味の値ではなく、全体の被ばくを決定すべきである。」

5.1.2. 高められたレベルの自然放射性核種を含む物質

(158) 通常は放射性とはみなされていないが、有意な微量の自然放射性核種を含む物質として、ジルコン、パデレー石、ジルコニア、希土類鉱物、および何種類かのリン鉱石とこれらの鉱石の処理から発生する廃棄物である石膏がある。さらに、これらの物質の処理の結果、あるプラントの一部では、ときには親核種又は娘核種との永続平衡から外れて、自然放射性核種の濃度が増大することがある。例としては、鉱石製錬所、リン酸と肥料の生産過程におけるリン酸カルシウム処理プラント、およびオイルプラットフォーム上と精油施設中のパイプとバルブにおける放射性スケールの蓄積がある。これらの物質は、とくに大量存在するときには外部被ばくを生ずるおそれがあり、また、とくに粉じんの多い作業のときは内部被ばくを引き起こ

すおそれもある (Dixon, 1984; Hewson, 1993; NCRP, 1993)。このような物質の放射能濃度について管理方策を確立することは適切である。

(159) 関心の対象となる主な放射性核種はウラン-238およびトリウム-232に始まる壊変系列のもの、とくにそのうちラジウム同位体と鉛-210を親とする核種である。環境におけるこれらの核種のレベルは一般に 0.04Bq g^{-1} のオーダーであり、その変動は通常それより1桁程度大きいくらいである。明らかにこのような正常のレベルは管理から除外すべきであり、“地殻中の放射性核種”のカテゴリーに入るものとして扱うべきである。

(160) ウラン鉱石、トリウム鉱石およびラジウム尾鉱の吸入による単位摂取量あたりの実効線量は、放射性核種と粒子径に依存するが、親核種1 Bqあたり $0.03\text{--}0.09\text{mSv}$ の範囲である (Silk ら, 1995)。悲観的に考えて平均粉じん濃度を 5 mg m^{-3} であるとし、年間2000時間の連続職業被ばくがあったと仮定すると、 $1\text{--}10\text{Bq g}^{-1}$ のあいだの濃度は年間の実効線量約 $1\text{--}2\text{ mSv}$ をもたらすであろう。同じ放射能濃度の範囲が、多量の物質からのガンマ線による連続職業被ばくについての考察からも得られている (Dixon, 1984)。約 1.5Bq g^{-1} のウランを含む堆積リン鉱石の露天掘りおよび精練によるガンマ線と粉じんによる作業者の被ばくの実験データはこの評価を支持している (UNSCEAR, 1993)。

(161) したがって、これらの物質による被ばくを職業上のものとみなすべきかどうかを決めるために、 $1\text{--}10\text{Bq g}^{-1}$ の範囲の親核種の放射能濃度を規制機関が選択することを勧告する。同程度の放射能濃度の範囲が規制免除レベルの計算から導かれていることに注意すべきである (CEC, 1993)。単一の一般的な値または特定の放射性核種に対する値を選んでよい。選ばれたレベルを超えたら、作業者の被ばくを制限するために予防措置が必要かどうかを決める観点で被ばくと作業条件の評価を行うべきである。

(162) 大量の物質または粉じんの多い工程が含まれる場合、被ばくを費用効果の良いやり方で減らすことができるかどうか考慮する必要がある。このことは、よりよい閉じ込めまたは換気の使用と作業方法の変更により達成されるかもしれない。作業条件を検討のもとにおく必要がある監視区域を設定することも適切であろう。被ばくを合理的に達成できる限り低く保つために、粉じんのある区域での呼吸保護具着用のような、特別な作業手順を決める必要が、ときとしてあるかもしれない。そのような場合、管理区域を設定することが必要であろう。このような区域での作業者と作業環境のモニタリングは第6章で論じる。

5.1.3. ジェット機中の宇宙線

(163) 航空機乗務員の被ばく調査にある情報 (EURADOS, 1996) によれば、中緯度の高度8 kmにおける典型的な実効線量率は $3\text{ }\mu\text{Sv/h}$ に達する。長距離飛行で典型的な高度12 kmでは、この数値の約2倍となるであろう。従って、通常のジェット機に年間約200時間仕事で乗る

乗客は年間約 1 mSv の実効線量を受けそうである。委員会は仕事のために乗る乗客の被ばくを職業被ばくとして扱う必要があるとは考えていない。高められたレベルの宇宙線に被ばくする主な職業グループは、航空機乗務員である。

(164) ジェット機乗務員の被ばくは職業被ばくとして扱うべきである。年間の実効線量は飛行時間と、該当する航空路の典型的な実効線量率とから導かれるべきである。他に実際的な制御手段がないため、指定区域の使用を考慮する必要はない。航空機乗務員の飛行時間について現在ある制限により被ばくが十分制御されることもありそうである。航空機乗務員のうち妊娠しているメンバーは、妊娠の終了より十分前もって搭乗任務を解かれるのがふつうである。委員会は、3.3.6節に与えた目標がこの慣行によって十分達成できるであろうと信じており、またそれ故、受胎産物に対してさらなる防護手段を行使する理由を見出さない。

5.1.4. ガンマ線

(165) 既存の作業場の土地と建材中に存在する自然放射線源からのガンマ線の線量率は、操業管理者の責任であると合理的にみなすことはできない。しかしながら、ガンマ線量率のレベルは環境の線量率と提案された建材中の放射能濃度の知識とから計算できるので、対策レベルは新しい作業場の用地選定、設計および建設に役立つであろう。対策レベルはラジウム-226を含む自発光塗料の使用や採鉱作業のような過去の行為に起因する自然放射性核種による汚染を含む既存の状況にも適用できることがある。これらの場合、線源の除去のような介入が実行可能かもしれない。

6. 作業者と作業場のモニタリング

6.1. モニタリングの機能と種類

(166) モニタリングには、放射線防護体系に関連した測定、ならびに外部被ばくと内部被ばくの評価と管理におけるこれらの測定値の解釈も含まれる。この章では、様々な形式のモニタリングの主な機能を論じる。モニタリングの手はずの詳細および用いられる方法と機器の詳細は、その場の状況に依存する。

(167) モニタリングの主たる正当化は、防護の適切なレベルの達成と立証にモニタリングが役立つという点に見いだされなければならない。労使関係または対社会関係の分野、および時として疫学のような科学的研究の分野、または個々の作業者に有害な健康影響が現われた場合の責任の決定において、付随的な便益がある。モニタリングプログラムはまた、作業場の区分を確認したり、作業条件の変動を検知するのに有用であろう。モニタリングは安心感を与えるのに役立ち、最適化プログラムを検討する際に役立つデータを提供することもある。これらの付随的な便益は、それ自体ではモニタリングプログラムを正当化するものではない。

(168) モニタリングは、重要ではあるけれども、放射線防護の1つの技術に過ぎず、それ自体が目的ではない。モニタリングプログラムを策定する上での主な責任は、操業管理者に属さなければならない。モニタリングプログラムは、規制上の要件にしかるべき考慮を払った上で、これまでの放射線学的な評価に基づいて計画すべきである。

(169) モニタリングプログラムの目標と設計は、明確に定めて記録しておくべきである。設計には、防護の目標に関連した結果の解釈のための根拠を含めるべきである。

(170) これらのすべての事柄は、管理者の決めた間隔で、または施設の運転上の大きな変化あるいは規制要件の大きな変化のたびに、定期的に再検討すべきである。そのような再検討の目的は、モニタリングプログラムが依然として適切であることを保証することにあるべきである。指定区域の境界設定を再評価する場合には、日常モニタリングの結果を一つの入力情報として用いるべきである。

6.1.1. モニタリングの種類

(171) モニタリングプログラムは、多くの異なる種類に細分することができる。細分の第1のレベルはモニタリングの目的に関連した分類である。

(a) 日常モニタリングは継続する作業に関係するもので、個人線量のレベルを含む作業

条件が満足な状態にあることを実証し、規制要件を満たすことを意図している。したがって、確認という性格が強いが、作業モニタリングプログラム全体の実施の補強にもなる。

- (b) 作業関連モニタリングは特定の作業に適用される。操業管理に関して速やかな決定を下すためのデータを提供する。防護の最適化を支援することもある。
- (c) 特殊モニタリングは調査的な性格を持ち、管理が適切であることを実証するための情報が不十分にしか得られない作業場における状況をカバーするのが一般的である。特殊モニタリングは、問題を明確にし、今後の手順を決めるための詳細な情報を提供することを目的としている。

(172) 細分の第2のレベルは、モニタリングの場所に関連するものである。

- (a) 作業場モニタリングは作業環境中で行われる測定から成る。
- (b) 個人モニタリングは、作業者が着用した装置による測定、または作業者の体内もしくは体表面の放射性物質量の測定とそのような測定の解釈を行うことを意味する。

(173) 作業場モニタリングは、外部放射線、空気汚染および表面汚染のモニタリングにさらに細分することができる。個人モニタリングは、外部被ばく、内部被ばくおよび皮膚汚染のモニタリングに細分することができる。プログラムの詳細は、放射線の種類とエネルギー、および含まれる放射性核種によって左右されるであろう。

(174) この章の残りの部分では、はじめに作業場と個人についての日常モニタリングと作業関連モニタリングを取り上げ、次に特殊モニタリングおよびほとんどの種類のモニタリングに共通するその他の問題を扱う。

6.2. 外部放射線に関する作業場のモニタリング

6.2.1. 日常モニタリング

(175) 作業場の日常モニタリングプログラムには、定期的に繰り返し行われるサーベイ機器による測定の使用が通常含まれるが、ラジオグラフィ用線源が容器にもどらなかった場合とか臨界事故のような異常事態または緊急事態の発生を確認するための定置型モニタの使用を含むこともある。モニタリングプログラムは注意深く計画されるべきであるが、綿密に過ぎるべきではない。多くの不必要な結果を生み出すことは逆効果であり、有用で意味のある結果を覆い隠すことがある。

(176) 日常モニタリングを行うべき頻度は、放射線環境の安定度によって決まる。遮蔽の配置、制御方法、作業場において実施されている工程に実質の変更がある場合を除き、作業場の放射線場が変化しそうでない場合には、作業場モニタリングは点検の目的で時々必要とされるだけである。容器の側面に設置されたレベル計あるいは固定式の診断用X線装置がこの例と

してあげられよう。作業場の放射線場が変化しがちではあるがその変化が速くも激しくもなさそうならば、主としてあらかじめ設定された点において定期的に点検を行うことにより、通常は、条件の悪化に対する十分かつ適時の警告が得られるであろう。このような測定の種類と空間的分布は、放射線場の予想される変化の性質を考慮して決めるべきである。作業者が滞在する区域には特別の注意を払うべきである。含まれる判断は、目に見える形とし、再検討のもとにおき、記録しておくべきである。放射線場が急速にかつ予測からはずれてかなり高いレベルにまで増大することがありそうな場合には、警報機能をもつ測定器のシステムを作業場に配置するか、作業者に個々に着用させるべきである。

(177) 測定器は頑丈で信頼性が高く、また、出会いそうな放射線の種類とエネルギーに対して適切な応答特性を備えているべきである。中性子または透過力の低い光子を測定するのに用いられる測定器の選択と校正には、特別の注意が必要である。

(178) 作業場モニタリングで用いられるほとんどの測定器は、線量ではなく線量率を測定するが、熱ルミネセンス線量計のような単純な積分型線量計が役に立つ状況もある。新型の線量計はデータをSI単位で示し、ICRUの実用量、通常は周辺線量当量または方向性線量当量、で校正されているはずである(ICRU, 1993)。他の量からの変換係数は *Publication 74* に与えられている(ICRP, 1996 a)。SI単位で目盛りされているが空気吸収線量で校正された旧型の測定器は、通常、光子の測定に使えるであろう。

6.2.2. 作業関連モニタリング

(179) 作業関連モニタリングは通常、携帯型測定器を用いて行われ、作業中に蓄積されそうな線量の予測値を与えるものであるべきである。

(180) 作業関連モニタリングプログラムの設計は、実施しようとしている作業と放射線場の性質に大きく依存する。放射線場が本質的に一定に保たれる場合には、作業者が滞在することになる区域の線量率を前もってサーベイすれば通常十分であろうが、一連の作業ごとにその開始前にそのようなサーベイを繰り返す必要があるかもしれない。作業自体が線量率に影響を与えるか、あるいは、放射線場が変動しがちな場合には、作業の全期間にわたり測定を行うべきである。

(181) ベータ線およびその他の透過力の弱い放射線を取り扱う作業をする場合は、特別の注意が必要である。(部品の向きの変化または除去のような)ごくささいな操作が、線量率の非常に大きな変化を引き起こすことがある。モニタリングの多く、とりわけ作業者に警告を与えるためのモニタリングは、もっとエネルギーの高いガンマ線の検知に基づいているので、これらの変化は検出されないことがある。面線源または点線源のすぐ近傍での線量率を測定する際には、特別の注意を払うべきである。

(182) 作業のビデオ録画は、特にモニタリング結果を作業内容と時間的に関連づけられる場合には、モニタリングプログラムの有用な一要素となりうる。この調査手段は、特に線量に寄与する行動を的確に示すのに役立てることができる。またそれによって、作業者に情報を提供し、作業の実施方法についての改善が示唆できるかもしれない。

6.3. 表面汚染に関する作業場のモニタリング

(183) 施設内に存在する表面汚染の程度は、閉じ込めの程度および手順による管理とこれに関連する安全業務への管理者の関与の有効性の双方を反映する。表面汚染に関するモニタリングプログラムの主な目標は次のように要約することができる：

- (a) 汚染拡大の防止を助けること、
- (b) 閉じこめの失敗または良好な作業手順からの逸脱を検知すること、および
- (c) 個人の内部被ばく評価プログラムの計画立案、および作業手順と施設を決めるための情報を提供すること。

(184) 経験上、作業場の表面汚染と作業者の被ばくとの間には必ずしも直接の相関関係はないことが分かっている。しかしながら、ある定められた参考レベルを超える表面汚染が存在しないということは、通常、一次閉じこめと管理が高い水準にあることを示し、また、参考レベルが適切に選択されている場合には、作業者の異常な内部汚染はなく、したがって日常の空気モニタリングまたは内部汚染に対する個人モニタリングの必要性はありそうにないという確証を与えるものであろう。したがって、表面汚染の測定値は個々の作業者の直接の定量的な被ばく評価に用いることはできないが、作業場の空気モニタリングあるいは内部被ばくの個人モニタリングが必要となる区域を線引きするために用いることができる。放射性核種が揮発性の形である場合は、この表面汚染モニタリングの適用には注意を払うべきである。

(185) 表面汚染はいくつかの経路を介して作業者に被ばくをもたらさう。ベータ/ガンマ汚染は外部被ばくと内部被ばくの両方を生じさせる。アルファ汚染に対する主な放射線防護上の関心は内部被ばくである。すべての放射性核種の主要な内部被ばくの経路は、通常、表面汚染の再浮遊による放射能の吸入によるが、ある状況下においては不注意による経口摂取や経皮吸収（特にトリチウムの場合）が重要となることもある。

(186) 表面汚染モニタリングでは、汚染が生じる作業と場所の同定および影響を受ける区域の線引きに重点が置かれる。かなりの汚染が起こる可能性のある場所には、管理区域を設定すべきである。適切であれば、特定され線引きされた比較的汚染の起こりやすい区域について、段階的な管理のやり方を取り入れることが必要かもしれない。

(187) アルファ放出体による主な障害が再浮遊に引き続く吸入によるのに対して、ベータ/ガンマ放出体による障害は外部被ばくによるものが多いようであるという理由が主で、表面汚

染モニタリングの結果を解釈する場合、アルファ放射能とベータ/ガンマ放射能とを区別するのが普通である。

6.3.1. 日常モニタリング

(188) 表面汚染に関する日常モニタリングで普通に行われるやり方は、ある区域における表面の代表的な部分について、経験から得られた頻度でモニタリングを行うことである。管理用のバリアおよび汚染の可能性の高い区域のような、重要な指標となる地点においては、最も頻度の高いモニタリングがなされるべきである。もっと頻度の低いモニタリングは通常、管理区域全体にわたって行われるべきであり、さらに区域の外側で確認のためいくつかの測定を加えるべきである。

(189) 著しい汚染が起りやすく、その結果個人が管理区域からかなりの量の放射能を一回に運び出す可能性がある場合には、身体検査用プローブ、手足モニタ、またはゲートモニタのような定置型の退域モニタを使用することにより、日常モニタリングを補足すべきである。そのようなモニタは原子力産業においては適切かもしれないが、医学利用および産業利用ではほとんど必要ない。

(190) 更衣設備が必要となるところでは、指定された汚染区域から作業者が出て行く際のモニタリングに特に注意を払うべきである。更衣室の非汚染区域側の表面汚染モニタは、ふつう、作業者が建物から退出する前に手、衣服および靴が汚染していないことを確かめるための個人使用を意図している。このモニタリングは手を洗い、オーバーシューズおよびその他の特殊な防護衣を脱いだ後に行うので、作業場の一般的な汚染を点検する適切な手段とみなすべきではない。

(191) 固着性表面汚染と遊離性表面汚染を区別することは通常有用であるが、この区別は絶対的なものではなく、特に摩耗のプロセスが含まれている場合、“固着性”放射能が遊離性になることがある。どちらの形態の汚染も外部被ばくに寄与するが、汚染がとれやすくなった場合に限り、内部汚染の源となりうる。プローブで汚染を直接測定するモニタリングでは固着性放射能と遊離性放射能の両方が検知されるが、拭き取り法を使った場合には遊離性汚染のみが検出される。

(192) 密封線源が使用される所では、作業場の表面汚染モニタリングは通常必要ない。しかしながら、そうした線源は漏洩を起こすことがあり、定期的な試験のプログラムが必要である。試験の頻度は、1年から2年に1回で通常十分であるが、脆弱な線源および過酷な状況下で使用される線源については、もっと頻繁な試験が適切であろう。脆弱な線源の漏洩試験は、十分に注意を払い、密封が損なわれた場合に生じる汚染を閉じ込められるような環境で行うべきである。ときには、線源容器のモニタリング、あるいはラジウム線源の場合には空気サンプル

リングにより漏れてくるラドンの短寿命娘核種の検出などによる、間接的な試験を実施するのが便利であろう。そのような間接的な試験が行われた場合は、報告書の中に、試験が限定的なものであることを示す注意書き、とくに線源に近接した場合、汚染の拡大が生じるかもしれないという注意書きを含めるべきである。

(193) 指定汚染区域から持ち出される物品の点検についても、適切なモニタリングの手はずを実行すべきである。そのような区域から持ち出されるあらゆるものをモニタすることは時として実行不可能なので、モニタリングが日常的に必要な区域と物品を、必要なモニタリングの種類とあわせて定めておくことが必要である。全体にわたるモニタリングの手はずは、管理区域からかなりの汚染が持ち出される可能性が容認できるほど低いという確信を得られるようなものにすべきである。

6.3.2. 作業関連モニタリング

(194) 表面汚染に関する日常モニタリングは通常、作業関連モニタリングによって補足され、作業関連モニタリングの結果は、作業中における汚染の拡大の回避または制限に大いに役立つ。このモニタリングは、例えばフードのような部分的な閉じ込めを用いる実験室作業や、日常は行わない作業および保守作業のあいだとその直後に、特に有効である。モニタリング機器は個々の作業者が利用できるようにし、作業者はその使用方法について訓練を受けるべきである。

6.4. 空気汚染に関する作業場のモニタリング

(195) 空気中放射性物質のモニタリングは、通常、作業者が放射性物質を摂取する最も重要な経路が吸入であるために重要である。空気汚染に関する作業管理モニタリングプログラムの主な目標は、以下のように要約することができる：

- (a) 吸入に起因する作業者の内部被ばく管理を助けること、
- (b) 状況の悪化や異常を早期に検知し、それによって例えば呼吸保護具の使用といった、取るべき適切な救済対策または防護対策がとれるようにすること、および
- (c) 内部汚染に関する作業者の個人モニタリングプログラムの計画立案のための情報を与えること。

(196) 空気汚染モニタリングは、かなりの量の非密封放射性物質（該当する年摂取限度の1000倍あるいはそれ以上）を取り扱う施設においてのみ必要となりそうである。空気汚染モニタリングは、次のような状況の場合には、ほとんどつねに日常的に行う必要がある：

- (a) 気体状または揮発性の物質が多量に取り扱われる場合、例えば大規模な生産工程や重水炉におけるトリチウムとその化合物、

- (b) ウランおよびトリウムの採鉱、選鉱および精練、
- (c) 原子炉燃料の製造と再処理、および天然ウランと濃縮ウランの加工、
- (d) プルトニウムおよび他の超ウラン元素の処理、および
- (e) ラドンが職業被ばくの一部と見なされる作業場。

(197) 空気汚染に関する2つの源、すなわち局所的な放出と表面汚染の再浮遊は、特に重要である。両者とも個々の作業者の作業活動によって直接発生しうる。空気汚染は局所的で一過性であることが多い。特に、作業者の呼吸域の放射能濃度と付近のいくつかの固定点で測定されたレベルとは非常に大きな違いがある可能性があり、呼吸域の濃度の方が通常は高い。この要因を認識することは、どんな作業場の空気汚染モニタリングプログラムの設計に対してもきわめて重要な入力情報である。

(198) 空気モニタリングプログラムは、日常モニタリング、作業関連モニタリング、および特殊モニタリングに区分して考察することができる(6.1節参照)。しかしながら、報告書のこの部分に対しては、別の枠組みのほうが具合がよい。すなわち、警報モニタリング：重大な空気汚染の発生を検知し、警報を出すためのもの、エリアサンプリング：作業場全体の空気汚染の傾向と変動を検知するためのもの、および代表サンプリング：作業者が被ばくすることになるとと思われる空気汚染の程度を定量するためのもの、である。

6.4.1. 警報モニタリング

(199) 操業または故障により予期されないかなりの放射性物質の放出が作業場に引き起こされるおそれがある場合には、連続作動警報装置を使用すべきである。したがって、これらの装置は、作業者の呼吸域を代表する位置ではなく、放射性物質の放出を確実に検出できる位置に設置すべきである。例えば、作業場から空気を排出する点あるいはその近くにそのような装置を設置することは適切かもしれないが、フードのような囲いの排気系の中に設置するのは明らかに適切でない。原子炉の作業区域内、ホットセルの周辺、プルトニウムおよび他の超ウラン元素を使用する区域、および大量の他の非密封放射性物質を使用する場所では、警報装置付きのモニタは経験上特に有用であることが分かっている。

(200) 警報レベルは、空气中放射能の通常のレベルとその予想される変動、不必要で頻繁な警報(誤警報を含む)を避ける必要性、および、例えばラドン娘核種の自然バックグラウンドの変動のように攪乱を生じる因子の寄与を識別する必要性を考慮して設定すべきである。

6.4.2. エリアサンプリング

(201) 固定式のエリアサンブラは、付随した警報モニタリング装置がついているものでもないものでも、空気汚染のレベルの傾向に関するデータを得るために用いることができる。

そのようなサンプラの数と位置は、汚染の全体的な大きさとその変動の程度を考慮して判断すべきである。

6.4.3. 代表サンプリング

(202) 代表サンプリングには作業者が呼吸する空気中の放射能の試料の採取が含まれており、したがって、作業者の被ばくを決定するために用いることができる。このやり方を用いた摂取量の評価は6.4.4節でもっと詳しく論じるが、作業管理を目的としたモニタリングにおいてそれが果たす役割のゆえに、ここで簡潔に触れる。代表サンプリングの最もふつうの形は、作業者の呼吸域を合理的に代表していると考えられる多くの選択された位置において固定式サンプラを用いることによるものである。代表サンプリングは、人が滞在していることの多い固定された作業箇所で、試料空気の取入口を呼吸域に具合よく近接して置けるところでは、特に適切である。

6.4.4. 摂取量の評価

(203) エリアサンプリングまたは代表サンプリングのいずれかによる作業場モニタリングの結果は、作業者の放射性物質摂取量を推定するのに用いることができる。しかしながら、空気サンプリングからの測定結果を摂取量の見地から解釈することは簡単ではなく、誤った解釈を招くことがある。摂取量の実効線量への換算は6.6節で論じる。

(204) 摂取量の定量的な決定のためにエリアサンプラを日常的に用いる場合には、しばしば個人空気サンプラを含む特殊モニタリングプログラムを用いて、その結果の代表性を決定しておくべきである。区域の測定値と直近の呼吸域の濃度とを関連づける換算係数を確定し、時々および操業に重大な変化があった後に再検討すべきである。このような補正にもかかわらず、エリアサンプラは、たとえ作業者の呼吸域に近接して設置されていても、それぞれの作業者の摂取量を適切に代表するデータをいつも与えるとは限らないかもしれない。このことは、しばしば空気の汚染源が作業者自身の所作や動きに起因するために、汚染源が局在しかつ時間とともに変化する場合には、特にそうである。

(205) 個々の作業者が着用する個人空気サンプラは、注意すれば、個々の作業者の摂取量の妥当な推定値を与えることができる。しかしながら、個人空気サンプラの結果を注意して扱わなければならないいくつかの状況がある。個人空気サンプラのサンプリング速度は作業者の呼吸率よりもかなり低いために、1 交替勤務から得られた単一の結果は、あるいは1 週間からの結果でさえも、代表的ではない1 個の粒子を捕集したことにより生じる偏りに対してきわめて敏感である。1 個の代表的ではない粒子の効果の重要性は、長期間を平均した結果ではずっと少なくなるので、これらの結果を摂取量の評価に使用すべきである。長期間の平均結果はま

た、なんらかの傾向を確定するために検討されるべきである。

(206) いくつかの状況において、エアロゾルの粒径分布を決めるための特殊モニタリングプログラムを実施することが適切であろう。個人空気サンプラからまれにかけ離れて高い結果が得られた場合には、そのような特殊モニタリングが必要となることがある。

6.5. 外部被ばくに関する個人モニタリング

(207) 外部放射線による個人被ばくの日常モニタリングプログラムの主な目的は、以下のようによ約することができる：

- (a) 管理上および規制上の要件が守られていることを証明するために、実効線量および、必要な場合には、有意に被ばくした組織の等価線量の評価値を得ること、
- (b) 作業管理と施設の設計に寄与すること、および、
- (c) 事故による過剰被ばくの場合に、適切な健康監視と治療の開始および支援のために有用な情報を提供すること。

6.5.1. 日常モニタリング

(208) 外部被ばくに対する個人モニタリングは、作業者が1個またはもっと多くの線量計を着用することによって行われる。モニタリングプログラムの設計における一つの大きな要点は、このようなやり方でモニタされる作業者の選定である。*Publication 60* の 267 項には次のように述べられている：

「作業者のグループに個人モニタリングを実施するための決定は、多くの要因に左右される。これらのうちのいくつかは技術的なものであり、他は労使関係に関連しているものである。この決定は操業管理者が行うべきであるが、規制機関による検討にも付されるべきである。決定に際して3つの主要な技術的要因を考慮すべきである。すなわち、該当する限度との関連における線量と摂取量の予想レベル、線量と摂取量の起こりうる変動、およびモニタリングプログラムを構成する測定と解釈手順の複雑さである。この3番目の要因によって、外部被ばくのモニタリングには、摂取量とそれによる預託実効線量のモニタリングとは異なったやり方がとられる。外部放射線に関する個人モニタリングはかなり単純であり、諸資材の大きな投入を必要としない。線量が一貫して低いか、あるいは航空機乗務員の場合のように線量がある決められた値を超えない状況にあることが明確な場合以外は、職業的に被ばくするすべての人々に対して個人モニタリングを行うべきである。」

(209) この引用文の文脈の中で、“一貫して低い”という語句は判断を要することであり、各個人でなく、作業者の職種又はグループに適用される。被ばくの各成分に関連して次の3つのグループを決めると便利なが多い：

- (a) 個人モニタリングが必ず必要な人々、
- (b) 個人モニタリングがおそらく必要な人々、および
- (c) 個人モニタリングが必要でない人々。

この判断を特定の線量値で置き換える必要があるならば、グループ中のある個人の年実効線量が5 mSv と10mSv の間のある選ばれた値を超えるおそれのあるグループは、外部放射線について必ずモニタすべきであり、その線量が航空機乗務員の場合のように何か別のやり方でもっと便利に算定できる場合を除き、線量を正式に算定すべきである、と委員会は勧告する。グループのすべての構成員が1 mSv 未満の年実効線量を受けそうなときには、そのグループのモニタリングは不必要であろう。中間グループのモニタリングは望ましいが、もっと高く被ばくするグループほどには正式でなくすることができる。線量の値は受ける可能性のある線量に関するものであって、現在受けている線量に関するものではない。指定区域内で日常的に作業する人々とモニタすべき人々との間にはいくらかの対応がありそうなので、これら二つの分類を関連づけると有利であろう。

(210) モニタリングプログラムの設計には、使用する線量計の種類と、それをどこにどのように装着するかの規定を含めるべきである。たとえばガンマ線とベータ線のような、透過性放射線と非透過性放射線の両方からなる放射線場においては、二種類の素子をもつ線量計を装着すべきである。複雑で不均等な放射線場では、複数の線量計の装着がしばしば必要であろう。とくに、放射線源を近くで取り扱う作業には、指に装着する線量計が必要になるかもしれない。

(211) 中性子用個人モニタの検出下限は、ガンマ線用個人モニタに比べて一般に高い。さらに、職業被ばくによる外部被ばく線量全体に対する中性子の割合はまったく小さいことが多い。したがって、個人モニタリングを用いる中性子被ばくの線量評価は、中性子被ばくが実効線量に対してかなりの寄与を与えるような管理区域内においてのみ必要とされるであろう。

(212) 線量計の着用と処理は、作業時以外に線量計に蓄積された線量を除外し、作業者が作業をしている間に蓄積された線量(厳密には操業管理者の管理下にある線源からの線量のみ)を得る目的で行われるべきである。この目的を厳密に達成することはできない。その目的に近づくために用いられる技術は、モニタリングプログラムの設計書の一部となっているべきである。

6.5.2. 作業関連モニタリング

(213) 小規模事故における実効線量と等価線量の評価は、日常モニタリングプログラムによって適切に対処することができる。しかし、ある状況においては、もっと高い線量が起こりうる。このような状況が想定されていない場合には、モニタリングプログラムの中で最大なしうるのは、日常のプログラムの中に高線量を推定する準備を含めることである。もしその状況が計画的な行動によるものであるなら、求められる作業のための追加の線量計を決めることが

できる。ときには音による警報のついた直読式の個人用線量・線量率計を考慮すべきである。

6.6. 内部被ばくに関する個人モニタリング

(214) 個人の内部被ばくに関する日常モニタリングプログラムの主な目的は、以下のよう
に要約することができる：

- (a) 管理上および規制上の要件が守られていることを証明するために、預託実効線量および、必要な場合には、有意に被ばくした組織の預託等価線量の評価値を得ること、
- (b) 作業管理と施設の設計に寄与すること、および
- (c) 事故による過剰被ばくの場合に、適切な健康監視と治療の開始及び支援のために有用な情報を提供すること。

6.6.1. 日常モニタリング

(215) 内部被ばくのモニタリングには、排泄物試料の採取と分析又は体内の組織・臓器に含まれる放射性物質から放出される放射線の直接測定の内いずれかが含まれる。個人用空気サンプリングは、ここでは作業場の空気汚染モニタリングの一部として取り扱った。空気サンプリングも、装着者による放射性物質摂取量の推定値を与えると見なすことができる（6.4.4節参照）。

(216) 体内放射エネルギーの推定は、摂取量と実効線量又は等価線量の推定値を得るためには十分でない。摂取量の時間分布に関する情報がさらに必要である。摂取量と実効線量を結ぶ係数を計算するため、標準的な線量算定モデルと生物学的モデルが委員会により使用されてきた。最も最近の集録は *Publication 68* に掲載されたものである。

(217) 放射性物質の摂取量の個人モニタリングは外部被ばくのモニタリングよりも困難であり、とくに汚染管理との関連で管理区域に指定され、かなりの摂取が予想される理由のある区域において仕事をする作業員に対してのみ日常的に行われるべきである。委員会は、この助言にもとづく決定は判断によるべきであると勧告する。

(218) 経験上、次の作業に関わる作業員の内部被ばくに対し、日常個人モニタリングを考慮する必要がある：

- (a) 大量の気体状物質および揮発性物質、例えば大規模な生産工程、重水炉および自発光塗料の使用におけるトリチウムとその化合物の取扱い、
- (b) プルトニウムおよびその他の超ウラン元素を扱う工程、
- (c) トリウム鉱石を扱う工程および、トリウムとその化合物の使用（これらの活動は、放射性粉じんおよびトロン（ラドン-220）とその娘核種の両方による内部被ばくをもたらす）、
- (d) 高品質のウラン鉱石の選鉱と精錬、

- (e) 天然ウランと低濃縮ウランの加工と原子炉燃料の製造,
- (f) 多量の放射性核種の製造,
- (g) ラドンのレベルが対策レベルを超える作業場, および
- (h) たとえば治療のための, 多量のヨウ素-131の取扱い。

作業場のモニタリング結果によって, 作業場の日常モニタリングプログラムの必要性の有無を決めるための特殊個人モニタリングの臨時のプログラムの必要が示されることもある(6.8節参照)。

(219) ある放射性核種の内部被ばくに関するモニタリングプログラムの設計は, 主としてその放射性核種の代謝と放出放射線の種類を考慮して決定される。これらの要因は測定の種類と形式に影響を与える。日常測定の頻度に影響する最も重要な要因は, 放射性物質の摂取の時間的変動, 体内における汚染原物質の滞留時間, および適切な調査レベルと記録レベルに関連した検出感度である。個人線量の評価に必要な日常測定の頻度は, すべての有意な摂取が検出されるように決めるべきである。実効半減期が非常に短い放射性物質については, 日常個人モニタリングは使用できず, 作業場モニタリングに頼らなければならない。内部汚染の個人モニタリングの頻度と解釈に関するガイダンスは, *Publication 54 (ICRP, 1988)* に与えられている。*Publication 54* に置き換わる新版が準備中である。摂取量から実効線量への換算係数は, *Publication 68 (ICRP, 1994)* にある。

6.6.2. 作業関連モニタリング

(220) 特殊な仕事について個人の防護が十分に行われているならば, 内部被ばくに関する作業関連個人モニタリングは通常状態では必要ないはずである。しかしながら, 防護手順が失敗した証拠がある場合には, なんらかの特殊モニタリングが必要になることがある。

6.7. 皮膚汚染に関する個人モニタリング

(221) 皮膚汚染に関するモニタリングの主な目的は, 以下のように要約することができる:

- (a) 該当する線量限度が守られていることを証明すること,
- (b) 管理区域の外へ持ち出されるかもしれない汚染を検知すること, および
- (c) 過剰被ばくの場合には, 適切な健康監視と治療の開始および支援のための情報を提供すること。

(222) 皮膚汚染は決して均等ではなく, 身体のある特定の部分, とりわけ手に優先的に起こる。日常の管理の目的には, 汚染は約100cm²の面積に, また, 手の場合では300cm²の面積にわたって平均されていると考えれば十分である。ほとんどの場合, 指示値は該当する対策レベル

または調査レベルと比較される。一般に、そのレベルを超えている場合、最初の行動は汚染を減らそうとする試みであろうが、汚染の原因を調査することも必要であろう。このレベルを超えていなければ、等価線量の算定を試みる必要はない。

(223) 汚染が長く残ったり、最初に汚染が高かった場合には、等価線量の推定値が必要かもしれない。そのような場合は、測定値を線量限度に関連づけるために、1 cm²の面積について平均した線量を評価するためのもっと選択的なモニタリングが要求される。これらの推定値は、汚染原物質が皮膚内に入り込み、放射線の一部が皮膚の表層で吸収される場合はとくに、極度に不正確なことが多い。アルファ放出体による局所線量の推定においては、2桁程度の不確かさはまれではない。

(224) 皮膚に対する放射線の生物学的影響に関する情報は、*Publication 59* (ICRP, 1991 c) に与えられている。

6.8. 特殊モニタリング

(225) 特殊モニタリングプログラムは、調査的な性格をもつものである。それらは、限定された実施期間と明確な目標を持つべきであり、いったんその目標を達成したときには終了させて、適当な日常モニタリングまたは作業関連モニタリングに置き換えるべきである。それらは、施設の稼働開始時あるいは施設または操業手順の大きな変更の後における一時的なプログラムとして、また、日常モニタリングプログラムの妥当性を試験するために制定されていることが多い。

(226) 特殊モニタリングは管理が適切であることを実証するための情報が不十分にしか得られない作業環境における状況に対して通常適用されるであろう。特殊モニタリングはまた、予期しないモニタリング結果（例えば、調査レベルあるいは対策レベルを超えた場合）が得られた後、あるいは事故のような異常事態においても、必要となることがあろう。その目的は、影響を被った区域を定め、あるいは、線量のよりよい推定値を得るために事象の状況を再構築することにある。特殊モニタリングは、モニタリングデータの解釈に用いられるモデルの妥当性の確認と改良のために用いられることもある。

(227) 異常事態あるいは緊急事態において救済措置を支援するために必要なことのある、特殊モニタリングの準備を整えておくべきである。これらの状況におけるモニタリングの目標は、緊急時計画の中に反映されるべきである。緊急時計画の中では、必要な機器の数、出会いそうな放射線場の種類と強さにそれらの機器が適切か、また適切な時間的尺度で配備するためにそれらを利用できるか、について考慮を払うべきである。パイプラインのラジオグラフィや、ボーリングによる地層探査のように、野外で線源を移動して使う場合、および高放射能の線源が使用後に遮蔽位置に戻らなくなるようなおそれのある施設内で使われる場合には、特殊モニ

タリングの準備の必要性はとくに重要である。

(228) 線量限度をかなり超える線量をもたらす外部被ばくの場合には、正確で信頼性の高い被ばく評価が必要である。この評価は日常の線量測定装置では得られないかもしれない。そのような被ばくが起るおそれのあるところでは、約1 Gy以上の吸収線量についての信頼性のある情報を提供する特別な線量計を作業者に支給することが正当化される。中性子場での被ばく後には、被ばくした作業者の体内に誘導されたナトリウム-24および塩素-38の簡易な測定は、有用な情報を与える。放射化された金属製品および毛髪や羊毛製の衣服中のリン-32もまた役に立つことがある。生物学的線量測定も価値があることが分かっている。生物学的線量測定は、主に循環血中のリンパ球の染色体異常の分析によって行われている。

6.9. 参考レベルの使用

(229) 「参考レベルは、それを超えたら何か特定の対策または決定を実行すべき測定量の値である。これらには、それ以上で数値を記録に残し、それ以下の値は無視すべき記録レベル、それを超えたら原因または結果の意味を吟味すべき調査レベル、それ以上である種の救済活動の実行を考慮すべき介入レベル、および、もっと一般的に、特定の行動を起こすべき対策レベルがある。これらのレベルを利用することで、不必要なまたは実りのない作業を避け、諸資材の有効利用の一助とすることができる」(Publication 73, 98 項)。

(230) 参考レベルが使用される状況の多様性のため、時として混乱が生じる。表2に示す要約は役に立つかもしれない。介入レベルと対策レベルについてはすでに議論したので(2.4節および5.1節参照)、これ以後の諸項では、記録レベルと調査レベルについてのみ考察する。

表2 参考レベルの特徴

量	特 徴
記録レベル	操業管理者または国の当局により設定され、ささいな情報を記録から除外できる。助言的だが、一貫して適用すべきである。個人モニタリングと作業場モニタリングにとくに関連して、主として職業被ばくに適用される。
調査レベル	操業管理者により設定され、これを超えた場合、その事業所での調査(多くの場合、非常に簡単な)が必要。主として職業被ばくに適用される。
介入レベル	国の当局により設定され、公衆被ばくにおいて特定の対策により避けることのできる線量に適用。しばしば強制力を持つ。
対策レベル	特定の対策を要求するレベル。

6.9.1. 記録レベル

(231) 記録レベルを導入する根拠は、モニタリングプログラムの中で蓄積された大量のデータはほんの一時的な価値しか持たないこと、また多くのモニタリング結果は、それを得るの

は容易であるが解釈するのは難しい、という事実から生じる。従って、そのような測定値は実験室ノート又はフィールドノートに含めるべきではあるが、もしその意味する線量が小さくかつ評価手順が複雑な場合には、それらを公式記録に転記したり、それらを実効線量又は等価線量に換算することにはあまりメリットはない。個人モニタリングの場面における記録レベルは、それを超えたらモニタリングプログラムからの結果を線量記録に含める必要があるほど十分意味のあるような実効線量（又は等価線量）あるいは摂取量の、正式に定められたレベルであるべきである。その他の結果は、記録の中に、記録されていない結果はすべて記録レベルを超えない、と一般的に述べることによって含めることができる。

(232) 委員会は現在、個人モニタリングの記録レベルは、モニタリング期間と、1 mSvを下回らない年実効線量、又は、関連する線量限度の約10%の年等価線量から導かれるべきであると考えている。しかし、いくつかの被ばく成分（たとえば特定の臓器の外部被ばくと内部被ばく）が総線量に有意に寄与するようなまれな状況においては、各成分についてもっと低い記録レベルを導くのが適切かもしれない。その場合、各成分に対する記録のやり方を正式に定めて記録すべきである。

(233) 外部被ばくでは測定された線量が直接に実効線量の尺度として記入されるので、実際には個人モニタリングに記録レベルを用いることは少ない。その場合には、最低検出レベルを記録レベルとして用い、それ以下のレベルはゼロと考えるべきである。しかしながら、記録レベルは線量計の低線量に対する感度の要件を決めるのに有用であり、性能要件を定める根拠として用いることができる。内部被ばくのモニタリングにおいては、それぞれの場合において判断が必要となるために、コンピュータモデルを用いても、解釈のプロセスは面倒である。測定結果に記録レベルを適用することによって、解釈のための不必要な労力が避けられる。

6.9.2. 調査レベル

(234) 調査レベルは、「それを超えたらその結果の原因または意味合いが調査されるべき」レベルと定義される (*Publication 60*, 257 項)。調査レベルは、防護の手はずの再検討を開始し、また調査レベルを超えたある特定の値がどのようにして得られたかに注意を向けるべきレベルである。したがって、調査レベルは過去にさかのぼって用いられるべきものである。再検討の目的は、得られた経験から学び、類似した種類の将来の操業にその経験を適用することにあるべきである。その意図するところは、そのような改善が必要なところではその再検討は防護の改善の助けとなるべきであり、状況がすでにうまく管理されているところでは防護の悪化を制限するためのものとして働くことである。調査レベルは、個人あるいは作業環境に関連した実際上あらゆる測定可能な量で設定することができる。

(235) 予想されるレベルに基づいて個人の線量や摂取量に対する調査レベルを選択するこ

とは適切であるが、個々の結果が関係する期間に応じて選ばれた該当する線量限度の割合に基づく調査レベルの値は、規制機関にとっては便利であるかもしれない。調査レベルは、特定の作業に関わる個人個人について設定されることもあり、作業とは関係なく、ある作業場にいる個人に対して特別に導かれることもある。それらは設計段階で定められるべきであるが、操業経験に基づいて改訂する必要があるかもしれない。それぞれの調査レベルの目的と、関連する対策は、前もって明確に定めておくべきである。

(236) 調査レベルを超える結果に続いて調査を行っても、その状況が、通常よりも、あるいは事前の評価に基づいて予想されたレベルよりも、やや高いレベルの被ばくまたは汚染を引き起こしたことは不合理ではなかった、ということだけを単に認識するに過ぎない場合が多いであろう。しかしながら、ある場合には、原因とその結果の影響について十分に調査することが適切なこともある。

(237) 表面汚染の測定値は、その状況について定められた参考レベルと比較すべきである。これらのレベルは、防護よりも施設の管理基準にもっと深く関係しており、操業中に達成できると予想できるものに基づくべきである。参考レベルはしばしば、対策レベル、調査レベルおよび記録レベルの複数の機能を受け持つであろう。考えられる対策としては、清掃あるいは除染、また時として防護衣の使用の検討がある。原因の調査は、予期しない汚染あるいは長く続く汚染についてのみ必要とされるであろう。汚染レベルの詳細な記録は通常、簡易な測定 of 最低検出レベルにしばしば結びついた、あるしきい値を超えた測定値についてのみ必要となる。

6.10. 個人線量の評価

(238) 作業員の放射線防護に関する問題の規模と種類が広い範囲にわたることを考慮すると、個々の作業員の線量評価に関する要件を定める際に段階的なやり方を用いると実務上有用である(6.5および6.6節参照)。委員会の線量基準を特定するのに用いられている量はどれも直接測定することができないので、モニタリングの測定値はモデルを用いて防護量に結び付けられなければならない。

(239) これらのモデルのうち最も単純でかつ最も頻繁に用いられているものは、個人線量計の結果を実効線量および光子と電子による皮膚等価線量と関連づけるモデルである。日常モニタリングでは、このモデルは、10mmと0.07mmの深さにおける個人線量当量で校正された線量計は実効線量および皮膚等価線量を適切に指示すると仮定している。線量計は身体の適切な部位に着用されていたと仮定する。これらの条件が満たされている場合、線量計の結果は関連する防護量として直接記入することができる。諸条件が満足されるのに程遠い場合は、もっと複雑なモデルを定めて用いるべきである。

(240) 内部被ばくモニタリングにおける防護量の評価に含まれるモデルは、もっと複雑で

ある。委員会は、摂取量と実効線量を関連づける換算係数にこれらの多くのモデルを取り入れた。さらに多くの情報は6.6節にある。

(241) 実効線量のいろいろな成分を推定するためにいくつかの種類のモニタリングが必要な場合には、各成分からの実効線量を推定し、それらを合計して線量限度と比較するための総実効線量を得ることにより、全般的な評価を行うことができる。

6.11. 記録の保存

(242) モニタリングプログラムに関連する記録には、プログラムの詳細、測定と解釈の方法の詳細、作業場モニタリングの結果、および個人モニタリングの結果を含めるべきである。記録はすべて、操業管理者および放射線防護と医学の助言者にとって利用可能であるべきである。またたとえ規制要件になっていなくても、請求があれば、記録は規制機関にも利用可能であるべきである。自分自身のモニタリングの記録の情報は、請求があれば、作業者が利用できるようにすべきである。管理者が労働者側と協議して、防護の遂行に関心を高めるために、個人の線量記録を作業者集団に利用できるようにすることを望むこともあろう。

(243) モニタリングプログラムから莫大な量のデータが生じる可能性があるため、不必要な測定値をモニタリングプログラムから除去するという目的を持って、その有用性をつねに吟味すべきである。データ（関連する量と単位を明確に表記した）は、有意でかつ有害な状況の変化が容易に分かるような形で管理者に示されなければならない。記録を記入するデータの量を減らすための記録レベルの使用については、6.9.2節で論じている。

(244) 個人線量が標準モデル以外の方法で推定されている場合、線量の正式評価に寄与したすべての測定値を個人記録に記入すべきである。摂取量の正式評価が人の滞在と結びついた空気試料のデータに基づいている場合には、個人の記録の目的には適切に要約された情報が十分であろう。

(245) 作業関連モニタリングからの個人線量は個人線量記録に含まれるべきであるが、その作業期間の日常モニタリングの結果に置き換わるものではない。しかしながら、作業関連モニタリングのデータが日常モニタリングのデータの再評価を妥当としている場合には、必要ならば規制機関と相談して、改訂された年線量への寄与を記入すべきである。

(246) 皮膚汚染からの皮膚等価線量の推定は、外部放射線に関する日常モニタリングのデータとは分けて考慮すべきである。等価線量の推定が合理的な確信を持って行われた場合に限り、それを個人線量記録に含めるべきである。

6.11.1. 記録の保持と破棄

(247) モニタリングプログラムの設計には記録の保存と破棄の体系を示すべきである。防

護基準の遵守に関連した記録の保存の場面で、*Publication 60* の 277 項には次のように記されている：「正確さ又は完全さを損なうかもしれないデータの最初の登録の複雑さと、将来におけるその記録の利用の可能性との間のバランスをとらなければならない。たいていの記録の価値は、その必要性と同様、時間とともに減少する。一般的な指針として、また、規制上の要求に従って、個人線量の算定結果を与える記録は、その個人の期待される生涯と同程度の期間保存されるべきである。」

(248) 管理者は、自分の方針および規制要件の遵守を証明する必要を考慮して、どのデータを保存するかを決めるべきである。同時に、あらゆるモニタリング結果の多年にわたる保管を求めることは避けるべきである。作業場のモニタリング結果は、特定作業に関連した線量データとともに、解釈の再評価が求められたときすぐ利用できる形で保持すべきである。一般に、日常の作業のみについて得られたモニタリングデータを数年以上保持することは放射線防護の目的には必要ないはずである。個人線量記録は前項に示したように、またもっと厳しい規制要件があればそれに従って、保持すべきである。

6.12. 正確さ

(249) 個人の線量と摂取量の評価値を与えるモニタリングを行う場合の誤差は、ある部分は測定値に、そしてある部分は測定値と要求されている量とを結び付けるモデルにある。全般的な不確実さに寄与する誤差は、少なくとも次の4つの大まかなカテゴリーに分類されると見なしてよい：

- (a) 測定値のランダム誤差、例えば計数の統計誤差、
- (b) 測定値の系統誤差、例えば校正誤差、
- (c) 線量評価モデルと代謝モデルにおける主として系統的な誤差、例えば代謝データの不確実さ、および
- (d) モデルの使用における、主として系統的ではあるがいつもそうとは限らない誤差、例えば吸入された放射性核種の、標準的ではない物理的および化学的特性。

(250) 個人は、通常、長い期間にわたって被ばくし、したがって、評価はその期間に行われた数多くの測定値に基づくこととなる。いくつもの測定値を使用することによりランダム誤差は小さくなる。ほとんどの評価について、モデル化における系統的な誤差のために、真の線量を過大評価する偏りが生じている。

(251) 委員会は、「實際上、良好な実験室条件での放射線場の測定については、95%の信頼度で約10%の正確さを達成することが通常可能である」と述べている (*Publication 60*, 271 項)。作業場においては、放射線場のエネルギースペクトルと方向は一般によく分かっておらず、個人線量計で測られた測定値の不確実さは著しく大きいであろう。放射線場が均質でなく、方

向がはっきりしないことによって、標準モデルの使用には誤差が生じる。関連する線量限度付近の実効線量を推定する際の95%信頼度での総合的な不確かさは、光子についてはプラスマイナスどちらの方向についても係数1.5となり、エネルギー不明の中性子、および電子については、もっとずっと大きくなる。あらゆる線質に対し、低レベルの実効線量では、さらに大きな不確かさもまた免れない。

(252) 内部被ばくの記録線量の総合的な不確かさは、外部被ばくについての不確かさよりも大きくなりそうである。この理由の1つは摂取の時間分布の影響である。日常モニタリングでは、これはほとんどわかっていない。標準的なモデルでは、それは2つのサンプリングの間時点における単一の摂取で適切に表されると仮定されている。これは、均等で連続的な摂取および頻繁に起こるランダムな摂取については、よい仮定である。勧告されたサンプリングの頻度は、この原因による誤差が係数3程度以上とにならないように選ばれている。例えば、ヨウ素-131または酸化物の形のトリチウムに対する単純なモニタリングプログラムでは、このことが支配的な誤差となることがある。また例えば不溶性のプルトニウムに対するそれほど単純でないプログラムでは、他の不確かさのため、総合的な不確かさが約1桁のレベルで増大することもある。

(253) 実際上、モニタリングプログラムにおける誤差の大きさを推定することはほとんど不可能である。委員会は、日常モニタリングには“最善の推定”値とモデルの使用を勧告する。作業関連モニタリングおよび特殊モニタリングにおいては、標準的ではないモデルのほうがもっと適切であろう。

6.13. 品質保証

(254) *Publication 60* の276項に、組織は「自身の目標と手順に従っていることを確認する」義務を持つ、と述べられている。目標達成への管理者の関与は必須であり、目標と手順に従っていることの確認は、全体的な放射線防護の品質保証の取り組みの中へ統合されるべきである。この報告書との関連では、品質保証は、管理とモニタリングプログラムの結果に十分な信頼性を与えるために必要な、計画されかつ系統的な行動から成るものとして記述できよう。品質保証には品質管理の立証が含まれ、次に、品質管理には、装置、機器および手順を定められた要件に照らして評価するすべての行動が含まれる。

(255) 品質保証はあらゆるモニタリングプログラムの不可欠な要素である。品質保証は、装置および機器が正しく機能すること、手順が正しく確立され守られること、分析が正しく行われること、定量できる誤差が許容限度内であること、また、記録が正しくかつただちに保存されることを保証すべきである。品質保証プログラムと品質管理のために行われる定期的な点検はすべて文書にすべきである。

7. 過剰被ばくした作業者の管理

(256) ときには、作業者は職業被ばくの限度を超える線量を受けることがある。このような被ばくは通常“過剰被ばく (overexposure)”と呼ばれている。この用語はすべての場合において、重大な害という望ましくない意味合いがあるので、必ずしも満足なものではないが、しかし十分確立されており、また単純な同義語もない。ささいな過剰被ばくの管理面については2.3.3節で論じた。この章では過剰被ばくのもっと一般的な側面を扱う。

(257) 過剰被ばくは、事故の場合のように計画外のものであることもあり、あるいは、例えば作業者集団または公衆の構成員への重篤な傷害を防止するために行われる介入に起因することもある(第4章参照)。操業管理者は事前の放射線学的評価の一部として、過剰被ばくに対処するため正式の計画が必要であることを考えるべきである。これらの計画は、影響の起こる確率と影響の重大性を考慮に入れるべきであり、またそれらの作業者のその後の管理と、生じるかもしれない健康影響の種類にも注意を向けるべきである。計画には、取るべき必要な行動、およびその行動を遂行するための、リスクに見合った諸資材を明記すべきである。計画の有効性は最初に試され、次に再検討の下に置くべきである。緊急時訓練によって定期的にその計画を試験することが適当であるかもしれない。

(258) 過剰被ばくが疑われる場合は直ちに、管理者は作業者の受けた線量を評価するため速やかに調査に取りかかるべきである。調査には、個人線量計とモニタリング装置の指示値、および、必要と判断された場合には、過剰被ばくした作業者に対する生物学的検査と臨床医学的検査を含めるべきである。疑われる過剰被ばくの3つのクラスを次のように定める：

- (a) 線量限度をいくらか上回ったと思われる被ばく、
- (b) 線量限度をかなり上回るが、確定的影響のしきい値以下と思われる被ばく、および
- (c) 確定的影響のしきい値付近あるいはそれを上回るとと思われる被ばく。

(259) 線量限度付近あるいは若干それを上回る線量に対する管理上の対策は2.3.3節に述べられている。もっとずっと高いレベルの線量に対してのみ、特別の線量調査、たとえば生物学的線量評価(6.8節参照)または医学的治療が必要であろう。外部被ばくと内部被ばくに分けて論ずることが、通常便利である。しかしながら、ときには外部被ばくと内部被ばくの合計線量を考慮に入れることがある。特に合計線量が1つあるいは複数の臓器または組織の確定的影響のしきい値を超えているかもしれない場合には、必要である。

(260) すべての場合において、過剰被ばくからもたらされるリスクを関係した作業者に説明すべきである。健康管理医(第8章参照)の重要な役割の一つは、特に被ばくが健康影響を

生じさせそうもないとき、作業者に助言と安心を与えることである。しかしながら、不必要に医師にみせることが、作業者の心配とストレスのレベルを増大させることにならないかどうかについて考慮を払うべきである。

7.1. 外部過剰被ばく

(261) 一般に、事故的な外部被ばくは急性であり、各種の影響に対応するしきい値は十分な正確さでわかっている (ICRP, 1984)。もし、線量が被ばくした臓器または組織に関連したしきい値より低いと推定されれば、健康管理医の任務は基本的に作業者に対し適切な情報を提供することであろう。しかしながら、線量がこのしきい値以上であると推定されれば、特定の医学的診断と治療が必要となるかもしれない。可能な場合にはいつも、この治療は確定的影響の結果と治療に関して経験があるかあるいは少なくとも専門知識を有する専門医によってなされるべきである。

(262) モニタリングデータは、状況に照らして注意深く解釈される必要がある。例えば、不均等過剰被ばくの場合、個人線量計の指示値は臓器、組織あるいは身体の一部が実際に受けた線量と大幅に異なるかもしれない。それでも、個人線量計の指示値は被ばく条件の再構築に役立つことがある。日常モニタリングにおいて許容される相対誤差が、高線量では許容できないかもしれないので、被ばく量が増大するにつれて、線量推定の不確かさに特別の注意を払うべきである。

(263) 医学的治療のための基礎を提供するのに必要なすべての対策が確実に取られるよう、医師と放射線防護担当者との間に緊密な連絡と協力があるべきである。確定的影響のしきい値に近いかあるいはそれを超える線量を受けたと疑われる場合には、医学的支援は次の目的を持つべきである：

- (a) 臨床検査、観察、および生物学的調査から被ばく量を推定すること、
- (b) 初期の被ばく推定値をもとに起こりそうな臨床経過を予測し、それを改善するために必要な医学的および生物学的手段を提案すること、
- (c) 適切な治療を手配しておくこと、これには専門治療施設へ早期に差し向けることが含まれる。

(264) 身体のかかなりの部分が高線量を受けた場合、担当医は、患者の前駆症状と不安という当然の反応に対処する準備をすべきである。作業者は通常の身体的傷害たとえば、火傷や骨および内臓の損傷を受けていることもあり、それらは生命をおびやかすものであるかもしれないので優先的に扱わなければならない。

7.2. 内部過剰被ばく

(265) 内部被ばくの場合、放射性核種の物理化学的性状のような摂取に関連する情報を初期段階において可能な限り多く収集する努力をすべきである。初期の排泄物の試料は特に重要であるが、それだけでは解釈はいつも容易であるとは限らない。個人モニタリング（すなわちバイオアッセイと全身計数）からの定量的な情報および、作業場の空気モニタリングと表面モニタリングおよび鼻スミア試料の分析から得られたデータのような間接的な情報が利用できるときはそれらを用いて、その状況下で最も正確な線量評価を行うべきである。かなりの量の摂取があった場合には、個人の排泄関数または残留関数を決定するため、作業者のさらなる内部被ばくの可能性があるようにすることがのぞましい。実効半減期の長い放射性核種については、排泄パターンから作業者の預託線量を決めるのに、いくらかの時間を必要とすることがある。

(266) 手順を行うことによる利益（回避される線量）がリスク（治療の副作用）を上回る場合には、線量を低減するための介入が正当化されることがある。例として、ジエチレントリアミン5酢酸（DTPA）のようなキレート剤によるアクチニドの排泄の促進、トリチウム摂取後の強制的な利尿、および安定ヨウ素の投与による甲状腺への放射性ヨウ素の沈着の防止が挙げられる。

7.3. 皮膚汚染

(267) 高度の皮膚汚染があった場合、直ちに行うべき行為として除染を試みるべきである。次の3つの状況が特別な考慮の対象となる：

- (a) 皮膚を通して吸収され、それによりかなりの体内摂取をもたらすトリチウム、およびある形態のヨウ素のような放射性物質による汚染、
- (b) 汚染が十分高いと皮膚の火傷のような確定的影響をもたらすかもしれない、ベータ放出体の皮膚への長期沈着、および
- (c) 局所的な繊維症といくらかの全身への吸収を引き起こすかもしれない、アルファ放出体で汚染された皮膚表面の傷。

(268) 第1のケースでは、外部汚染と内部汚染の両方の評価および前者がさらに内部汚染につながる可能性に特別な注意を払うべきである。第2のケースでは、広範囲の火傷に対する専門的な治療を行うことが必要となることがある。第3のケースでは、放射性物質を除去するため局所的切除を必要とするかもしれない。

7.4. 医学的対応

(269) すべての場合における第1の優先事項は、生命を脅かすような傷害の治療であるべ

きである。操業管理者によって準備された事業所内の緊急時計画には、負傷した作業者の病院移送の規定があるべきであり、必要ならば、確定的影響のしきい値近くまたはこれを超える線量を被ばくしたおそれのある人々、汚染された被災者、および汚染された傷がある人々を適切に準備された病院に受け入れて、治療できるように範囲が広がられているべきである。地元あるいは地域の病院の職員はいかなる被災者にも対処出来るよう訓練されているべきである。多くの場合、高レベルの外部放射線被ばくのあった人は、緊急時計画の中でこの目的について特に定められた通常の病院の診療科で治療を受けることができる。血液検査、火傷、および集中治療のような大ていの診療科では、過剰被ばくした人を治療するための設備が十分得られる。最も重篤な症例のみが特別の設備を持つ病院への移送を必要とするであろう。外部汚染のある被災者を受け入れる場合には、汚染拡大のリスクを小さくするように前もって準備すべきである。

(270) 病院管理者は過剰被ばくした人を扱うための詳細な計画が利用でき、そして適切な場合には、定期的に訓練を行うことを確実にすべきである。これらの計画では次のことを確実にしておくべきである：

- (a) 責任が割りあてられており、職員は適切な訓練と指示を受けていること、
- (b) 被災者を受け入れて治療するためのスペースが確保されていること、
- (c) 十分な装置と材料が利用でき、適切に維持されていること、
- (d) 問い合わせ、特に報道関係者からのものに対処する手配がなされていること。

7.5. 将来の放射線作業への適性

(271) 線量限度を超えたことは、その作業者を彼らの通常の業務から排除するための十分な理由とはならないが、その事によって、例えばてんかんのように、そのような排除の医学的理由が明らかになることもある。もし、作業者が自分自身の行動によって過剰被ばくを引き起こしたとすれば、従事した作業の種類についての彼らの適性を再考すべきである。また、さらなる被ばくまたは体内摂取によって望ましい生物学的調査の解釈が歪められるかもしれないならば、一時的に通常業務を停止することも考慮すべきである。

8. 健康監視

(272) 委員会は、「操業管理者の一般的責任の一つに、保健を扱う職業的なサービスの利用がある。これらは自前のサービスでも外部からのコンサルティングサービスでもよい。職業的保健サービスの主な役割は、他の職業における役割と同様である」と述べている（*Publication* 60, 258 項, 259 項）。職業上放射線に被ばくする作業者の健康監視は、産業医学の一般原則に基づくべきである（ICOH, 1992）。産業医学の3つの主な目的は次の通りである：

- (a) 作業者の健康を評価すること、
- (b) 特定の作業条件下で始めることが予想される仕事への作業者の適性を決定すること、および
- (c) 事故により特定の有害物質にさらされた場合あるいは職業病の場合に役立つ基礎情報を提供すること。

(273) 通常作業での放射線被ばくは、作業者がある特定の仕事を遂行するのに適しているかどうかを決定することに通常はいかなる影響も与えるべきでない。しかしながら、作業者が彼らに割り当てられた仕事の遂行に適していることを保証するために、健康管理医は職業上放射線被ばくする者を含めた作業者の健康監視に関わるべきである。それらの仕事は作業者自身とその共同作業者、または公衆に対してかなりの潜在的危険を伴っている場合はとくにそうである。

(274) 他の健康監視プログラムと同様に、作業の種類と作業者の健康状態に応じて特別の健康監視が必要となることがある。次の3つの状況を考慮する必要がある：

- (a) 作業者が呼吸保護具を使用する必要がある場合、
- (b) 皮膚病あるいは皮膚に損傷のある作業者が非密封放射性物質の取扱いを求められている場合、および
- (c) 作業者に精神的失調があるとわかっている場合。

(275) 作業のあいだに呼吸保護具をつけなければならない可能性のある作業者は、肺機能の健全性を確かめるため定期的な検査を受ける必要があろう。皮膚病のある作業者が非密封放射性物質を取り扱うことの適性は、その皮膚病の種類、範囲および進行度に依るべきである。放射能レベルが低く、放射性物質を血中へ直接取り込まないようにする適切な予防措置が取られているならば、そのような状態の作業者を非密封放射性物質取扱い作業から除外する必要はないかもしれない。適切な処置には通常、身体の罹患部分を覆うことが含まれよう。防護されていない身体部分が皮膚病に罹りあるいは損傷を受けていないかどうか、定期的に医学的検査

でチェックする必要もあろう。精神的失調のある作業者の場合、適性の判定は疾病の発症状況の安全上の意味合いを考慮してなされるべきである。主な関心事は、作業者が自分自身あるいは共同作業者に危険をもたらすか否かである。ある場合には、適切なカウンセリングを行った後でも、引き起こされたストレスにより放射線作業を行うことが不適当になってしまうほど作業者が放射線に対して理性を失った恐怖に陥ることがある。

(276) 以前に悪性疾患の治療を受けたことのある作業者が、その点以外ではその仕事に適しているならば、その作業者を自動的に放射線作業から排除すべき理由はない。将来の職業被ばくにより生じるがんの追加リスクは、その治療がなかったとした時のリスクよりも大きくはなりそうにない。

(277) 作業者のがんの発症は、時としてその作業者に家系的な素質すなわち遺伝的な高感受性があることを示しているかもしれない。その場合、将来がんになる確率は、放射線との関わりがあってもなくても平均より高いかもしれない。そうであっても、職業上の被ばくは作業者のがんリスクに対して、やはり小さな寄与しか持たないであろう。委員会は、現在、遺伝的発がん感受性と、放射線防護に関して起こりうるその意味合いを検討中である。

(278) 健康管理医は放射線のヒトへの生物学的影響の知識を有し、必要ならば、限度を超えた線量に伴うリスクを含め、作業で遭遇するリスクを作業者に説明できるべきである。医師は、理想的には作業場を訪れたことがあり、作業の実際によく通じているべきである。医師は、最低限、作業者の健康に影響があるかもしれない作業条件に関するあらゆる情報と、被ばく線量が該当する線量限度を超えたと思われるときには少なくとも、線量記録を入手できるべきである。これらのデータの一部は、個別の作業者の医学的記録のためにコピーする必要があるかもしれない。*Publication 60* の 263 項で述べているように、「秘密を守るあまり、管理者と医師以外の防護担当者とがオリジナルデータを入手しにくくなることがないようにすることが重要である。」

(279) 次の二つのタイプの作業者には、時には専門家の支援を受けて、産業医の特別なカウンセリングが必要となるかもしれない (*Publication 60*, 260-262 項) :

- (a) 妊娠しているかもしくは妊娠するかもしれない女性、および
- (b) 線量限度をかなり超過して被ばくしたか、あるいは被ばくしたかもしれない、個々の作業者。

上に加えて、作業者が放射線被ばくに不安を抱いているならば、それらの作業者には被ばくのレベルに関係無く、特別のカウンセリングが必要かもしれない。

(280) ある女性が妊娠していると管理者が知らされたならば、健康管理医はその妊娠作業者の作業条件に関してとるべき特別の予防措置または手順の必要性について管理者に助言する立場にいるべきである。医師はまた、妊娠している女性に、その作業に伴う受胎産物へのリス

クについて情報を与え、また特に、その女性が抱いているかもしれないいかなる心配についても対処できるべきである。

(281) 事故被ばくまたは過剰被ばくの場合、被ばくの重篤度を評価するためのすべての適切な手はずが実行されることを確実にするため、管理者と医師との間に十分な連絡があるべきである（第7章の議論も参照）。

引用文献

- CEC (1993). Principles and methods for establishing concentrations and quantities (exemption values) below which reporting is not required in the European Directive. Commission of the European Communities. Radiation Protection-65. Doc. XI-028/93.
- Dixon, D. W. (1984). Hazard assessment of work with ores containing elevated levels of natural radioactivity. National Radiological Protection Board, Chilton, Didcot, Oxon, OX11 0RQ, UK. Report No. NRPB-R143. ISBN 0 85951 194 4.
- EURADOS (1996). Exposure of Air Crew to Cosmic Radiation. A Report of EURADOS Working Group 11. 'The radiation exposure and monitoring of air crew'. EURADOS Report 1996-01, European Commission Report Radiation Protection 85, Luxembourg.
- Hewson, G. S. (1993). Occupational radiological aspects of the downstream processing of mineral sands. *Radiat. Prot. Dosim.* 11(2), 60-66.
- HSE (1991). *Successful Health and Safety Management*. HS(G)65 HMSO.
- Hudson, A. P. and Shaw, J. (1993). Categorisation and designation of working areas in which unsealed radioactive materials are used. National Radiological Protection Board, Chilton, Didcot, Oxon, OX11 0RQ, UK. Report No. NRPB-M443.
- IAEA (1988a). Principles for the Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control. IAEA Safety Series No. 89. International Atomic Energy Agency, PO Box 100, A-1400 Vienna, Austria.
- IAEA (1988b). The Radiological Accident in Goiânia. International Atomic Energy Agency, PO Box 100, A-1400 Vienna, Austria.
- IAEA (1992). Radiation Safety of Gamma and Electron Irradiation Facilities. IAEA Safety Series No. 107. International Atomic Energy Agency, PO Box 100, A-1400 Vienna, Austria.
- IAEA (1994). Intervention Criteria in a Nuclear or Radiation Emergency. IAEA Safety Series No. 109. International Atomic Energy Agency, PO Box 100, A-1400 Vienna, Austria.
- IAEA (1996). International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. IAEA Safety Series No. 115. International Atomic Energy Agency, PO Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

- ICOH (1992). International Code of Ethics for Occupational Health Professionals. International Commission on Occupational Health. Professor Jerry Jeyaratnam, Department of Community, Occupational and Family Medicine, National University Hospital, Lower Kent Ridge Road, Singapore 0511, Republic of Singapore.
- ICRP (1978). The Principles and General Procedures for Handling Emergency and Accidental Exposures of Workers. ICRP Publication 28. *Annals of the ICRP* 2(1), Pergamon Press, Oxford.
- ICRP (1982). General Principles of Monitoring for Radiation Protection of Workers. ICRP Publication 35. *Annals of the ICRP* 9(4), Pergamon Press, Oxford.
- ICRP (1983). Cost-benefit Analysis in the Optimisation of Radiation Protection. ICRP Publication 37, *Annals of the ICRP* 10(2-3), Pergamon Press, Oxford.
- ICRP (1984). Nonstochastic Effects of Ionizing Radiation. ICRP Publication 41. *Annals of the ICRP* 14(3), Pergamon Press, Oxford.
- ICRP (1986). Radiation Protection of Workers in Mines. ICRP Publication 47. *Annals of the ICRP* 16(1), Pergamon Press, Oxford.
- ICRP (1988). Individual Monitoring for Intakes of Radionuclides by Workers: Design and Interpretation. ICRP Publication 54. *Annals of the ICRP* 19(1-3), Pergamon Press, Oxford.
- ICRP (1989). Optimisation and Decision-making in Radiological Protection. ICRP Publication 55. *Annals of the ICRP* 20(1), Pergamon Press, Oxford.
- ICRP (1991a). 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. *Annals of the ICRP* 21(1-3), Pergamon Press, Oxford.
- ICRP (1991b). Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency. ICRP Publication 63. *Annals of the ICRP* 22(4), Pergamon Press, Oxford.
- ICRP (1991c). The Biological Basis for Dose Limitation in the Skin. ICRP Publication 59. *Annals of the ICRP* 22(2). Pergamon Press, Oxford.
- ICRP (1993a). Protection from Potential Exposure: a Conceptual Framework. ICRP Publication 64. *Annals of the ICRP* 23(1), Pergamon Press, Oxford.
- ICRP (1993b). Protection Against Radon-222 at Home and at Work. ICRP Publication 65. *Annals of the ICRP* 23(2), Pergamon Press, Oxford.
- ICRP (1994). Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers: Replacement of ICRP Publication 61. ICRP Publication 68. *Annals of the ICRP* 24(4), Pergamon Press, Oxford.

- ICRP (1996a). Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection Against External Radiation. A Joint Report with ICRU. ICRP Publication 74. *Annals of the ICRP* 26(3-4), Pergamon Press, Oxford.
- ICRP (1996b). Radiological Protection and Safety in Medicine. ICRP Publication 73. *Annals of the ICRP* 26(2), Pergamon Press, Oxford.
- ICRP (1997). Protection from Potential Exposure: Application to Selected Radiation Sources. ICRP Publication 76. *Annals of the ICRP* 27(2), to be published, Pergamon Press, Oxford.
- ICRU (1985). Determination of Dose Equivalents Resulting from External Radiation Sources. ICRU Report 39. International Commission on Radiological Units and Measurements, 7910 Woodmont Avenue, Bethesda, Maryland 20814, USA.
- ICRU (1993). Quantities and Units in Radiation Protection. ICRU Report 51. International Commission on Radiological Units and Measurements, 7910 Woodmont Avenue, Bethesda, Maryland 20814, USA.
- NCRP (1993). *Radiation Protection in the Mineral Extraction Industry*. NCRP Report No. 118, National Council on Radiation Protection and Measurements, 7910 Woodmont Avenue, Bethesda, Maryland 20814, USA.
- NEA/OECD (1993). *Work Management to Reduce Occupational Doses*. Proceedings of an NEA Workshop. Paris 4-6 February 1992. Nuclear Energy Agency, Organisation for Economic Co-operation and Development, 2 rue André-Pascal, F-75775 Paris Cedex 16, France.
- NEA/OECD (1996). *Considerations on the Concepts of Dose Constraints*. A Report by a Joint Group of Experts from the OECD Nuclear Energy Agency and the European Commission. Nuclear Energy Agency, Organisation for Economic Co-operation and Development, 2 rue André-Pascal, F-75775 Paris Cedex 16, France.
- NEA/OECD (1997). *Work Management in the Nuclear Power Industry*. A Manual Prepared for the NEA Committee on Radiation Protection and Public Health by the ISOE Expert Group on the Impact of Work Management on Occupational Exposures, Paris 1996. Nuclear Energy Agency, Organisation for Economic Co-operation and Development, 2 rue André-Pascal, F-75775 Paris Cedex 16, France.
- Silk, T. J., Kendall, G. M. and Phipps, A. W. (1995). Revised estimates of dose from ores and mineral sands. *J. Radiol. Prot.* 15(3), 217-222.
- Stokell, P. J., Croft, J. R., Lochard, J. and Lombard, J. (1991). ALARA: from Theory

Towards Practice. EUR 13796 EN. Commission of the European Communities, L-2920, Luxembourg. ISBN 92-826-3274-1.

UNSCEAR (1993). United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. *Sources and Effects of Ionising Radiation*. UNSCEAR 1993 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. United Nations, New York, USA.

作業者の放射線防護に対する一般原則

定価（本体 1,800円＋税）

平成10年12月10日 初版第1刷発行 © 1998
平成12年3月25日 初版第2刷発行

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

〒113-8941 東京都文京区本駒込二丁目28番45号
電 話 (03)5395-8082
振 替 東京00180-4-614865

発売所 丸 善 株 式 会 社

印刷・製本 徧恵友社

ISBN4-89073-112-1 C3340