

ICRP

Publication 96

放射線攻撃時の被ばくに対 する公衆の防護

社団法人日本アイソトープ協会

放射線攻撃時の被ばくに 対する公衆の防護

2004年10月 主委員会により承認

社団法人日本アイソトープ協会

Protecting People against Radiation Exposure
in the Event of a Radiological Attack

ICRP Publication 96

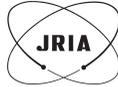
by

The International Commission on Radiological Protection

Copyright © 2011 The Japan Radioisotope Association. All Rights reserved.
Authorised translation by kind permission from the International Commission
on Radiological Protection. Translated from the English language edition
published by Elsevier Ltd.

Copyright © 2005 The International Commission on Radiological Protection.
Published by Elsevier Ltd. All Rights reserved.

*No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or
transmitted in any form or by any means electronic, electrostatic, magnetic tape,
mechanical photocopying, recording or otherwise or republished in any form, without
permission in writing from the copyright owner.*



Japanese Translation Series of ICRP Publications
Publication 96

This translation was undertaken by the following colleagues.

Translated by

Makoto AKASHI, Shiro AIZAWA, Hiroshi ISHIHARA, Hideo TATSUZAKI,
Junichi UEDA, Fumiaki NAKAYAMA, Takeshi YASUDA,
Takako TOMINAGA, Satoshi UMEDA

Reviewed by

Kenzo FUJIMOTO,
Nobuyuki KINOUCHI, Toshiaki KOBAYASHI, Makoto KOBAYASHI,
Munehiko KOWATARI, Jun SAEGUSA, Nobuhito SHISHIDO,
Isamu SHIMIZU, Masa TAKAHASHI, Daisuke HIGASHI,
Hideaki MIYAUCHI, Yasushi MUTO, Takenori YAMAGUCHI,
Kotaro YAMASOTO, Hideaki YAMAMOTO,
Yoshiyuki YOKOSUKA, Michio YOSHIKAWA

Supervised by

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

Hikomichi MATSUDAIRA** (Chair)	Tatsuji HAMADA (Vice-chair)	
Nobuhito ISHIGURE*	Michiaki KAI*	Masahito KANEKO
Tomoko KUSAMA	Kazuo SAKAI*	Yasuhito SASAKI*
Ohtsura NIWA*	Makoto YOSHIDA	Yoshiharu YONEKURA*

* 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 2004 年 10 月に刊行を承認され 2005 年 10 月に刊行された、放射線攻撃時における被ばくに対する公衆の防護について検討した報告書

Protecting People against Radiation Exposure
in the Event of a Radiological Attack
(Publication 96. *Annals of the ICRP*, Vol. 35, No.1 (2005))

を ICRP の了解のもとに翻訳したものである。

翻訳は、放射線医学総合研究所 緊急被ばく医療研究センターの明石真言、相澤志郎、石原弘、立崎英夫、上田順市、中山文明、安田武嗣、富永隆子、梅田諭の諸氏によって行われた。

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等につき調整を行った。原文の誤り及び直訳では意味の通じにくい箇所等は当委員会の責任において修正してある。この段階で藤元憲三氏（原子力安全委員会技術参与）の協力を得た。また、読者の参考になると思われる訳注を、必要に応じて、アスタリスクを付した括弧の中に記し、一部は脚注として示した。

平成 23 年 3 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 石樽 信人 (名古屋大学 医学部保健学科)
甲斐 倫明 (大分県立看護科学大学 人間科学講座)
金子 正人 ((財)放射線影響協会)
草間 朋子 (大分県立看護科学大学)
酒井 一夫 ((独)放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター)
佐々木康人* ((社)日本アイソトープ協会)
丹羽 太貫 ((独)放射線医学総合研究所 重粒子医科学センター)
吉田 真* ((独)日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所)
米倉 義晴 ((独)放射線医学総合研究所)

※ 委員および所属は校閲時 * 本書の校閲担当

校閲協力

木内伸幸, 小林稔明, 小林 誠, 古渡意彦, 三枝 純, 宍戸宣仁, 清水 勇,
高橋 聖, 東 大輔, 宮内英明, 武藤康志, 山口武憲, 山外功太郎, 山本英明,
横須賀美幸, 吉澤道夫 ((独)日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所)

抄 録

この報告書は、放射線による攻撃が行われた場合にとるべき放射線防護措置に関する専門的な助言への、広く認められた必要性に応えるものである。本報告書は、主として放射性物質散布装置（RDD）を含む可能性のある攻撃に関するものであり、もしそのような状況が起こったとしても、現行のICRP勧告が適用できることを再確認する。

放射線による攻撃という事態において発生すると予想される緊急時シナリオの多くの側面は、経験された放射線事故から生じうるものと似ているかもしれないが、重要な違いがあることもある。例えば、放射線による攻撃があるとすれば、公共の場、恐らく都市環境にねらいを定めるであろう。都市という環境では放射線の存在が想定されず、核施設のような原子核もしくは放射線による緊急事態について通常想定される放射性物質の拡散状態は当てはまらないかもしれない。

放射線による攻撃への初期対応要員とその他の救助者は、十分に訓練され、放射線と放射性物質による汚染を同定する適切な器具を持つ必要がある、放射線防護の専門家からの助言が得られなければならない。そうでないことが立証されるまでは、攻撃に放射性物質、化学物質及び／又は生物学的物質が関係していると仮定することが賢明であろう。このような対応には「全ての危険を考慮したアプローチ」を必要とする。

攻撃が起こった後の状態においては、放射線防護の主な目標は、放射線被ばくによる急性の健康影響（これを「確定的影響」という）の発生を防止すること、そして、がんやある種の遺伝性疾患のような晩発性影響（これを「確率的影響」という）の可能性を制限することではなければならない。他の補足的な目標は、放射性残渣による環境汚染とその結果として生じる日常生活の広汎な混乱を最小限にすることである。この報告書は、被ばくが起きた後に医療処置を行うよりも、被ばくを回避するために講じられる対策のほうがはるかに有効な防護措置であることを述べている。

回復、救助及び最終的な復旧にかかわる対応者は、職業被ばくに対する放射線防護の通常国際基準に従うべきである。その基準はICRP勧告を基本とし、またその基準の中で確立された職業被ばく線量の制限のために関連する要件を含んでいる。これらの制限は、緊急の救援活動に従事する、情報を知らされた志願者には緩和されるかもしれず、また自発的な人命救助活動には適用できない。しかしながら、妊娠している可能性のある又は授乳中の女性作業者には、特別な防護措置が勧告されている。

救助段階における公衆の防護のための早急な対策は、まず外傷のある人に対する介護と立入管理である。引き続き対策には、呼吸器の防護、人の除染、屋内退避、ヨウ素剤予防投与（放射性ヨウ素が含まれている場合）及び一時的避難が含まれる。回復段階では、極端な場合、人々の移住及び再定住が必要かもしれない。この段階には、浄化、生じた放射性廃棄物の管理、かなりな量の放射性物質を含んだ遺体の管理、及び残っている放射性残渣の処置などの是正のための措置が必要かもしれない。

公衆の防護に関連して与えられるガイダンスは、もっぱら放射線防護を考慮することに基づいており、放射線による攻撃の後の状況に備えるための意思決定支援の手段として見るべきである。このガイダンスは、最終的な意思決定過程への助言として役立つことが期待され、その過程には、他の社会的関心、他の事故から過去に学んだ教訓の考察（特に、放射性物質の汚染によってもたらされるリスクに対する公衆の認識を含む教訓）、及び利害関係者団体の参加が含まれるかもしれない。

放射線攻撃はまた、水、食物及び他の広く消費される日用品の放射性汚染の原因になることもある。この起こりうる結果として、大勢の人々に有意な内部汚染を引き起こすことはありそうもないと考えられる。それは、水、食物及び他の日用品に高いレベルの汚染を引き起こすには大量の放射性物質が必要となるためである。それでもなお、この報告書は、そのような状況下での日用品の使用を制限する放射線の規準を勧告する。

この報告書は、放射線攻撃への対応が、ICRPにより勧告された放射線防護を最適化するための通例のプロセスに従って、前もって計画されるべきであり、また最適化された措置が前もって準備されるべきであることを繰り返して結論とする。このような計画は、必要であれば支配的な周囲の状況を考慮に入れ、かつ周囲の事情により当然な結果として正当化される活動を起こすよう修正することができるように組織的なアプローチがとられるべきである。可能性のある多くのシナリオには、明らかに緊急で重症の放射線傷害を誘発するものはほとんどない。したがって、過剰反応を防止するために前もって準備される対応措置は、様々な可能性のあるシナリオについて本当に予想される重要性を反映すべきである。

キーワード：放射性物質散布装置；汚染；放射線防護；介入；緊急時計画

目 次

	頁	(項)
抄 録	(iii)	
招待論説	(vii)	
序 文	(ix)	
総 括	(xi)	
用語解説	<i>GI</i>	
1. 緒 論	1	(1)
1.1 背 景	1	(1)
1.2 この報告書の目標	3	(7)
1.3 対象とする読者	4	(12)
2. 状況の特徴付け	7	(15)
2.1 可能性のあるシナリオ	7	(15)
2.2 特 徴	9	(18)
2.3 計画立案	12	(30)
2.4 被ばく	15	(40)
2.5 初期対応	18	(50)
2.6 対応の段階	19	(54)
2.7 関連付け	20	(58)
3. 放射線被ばくによって生じうる健康影響	23	(59)
3.1 生物学的健康影響	23	(59)
3.2 心理学的健康影響	26	(72)
4. 対応者の防護	29	(76)
4.1 職業上の防護のアプローチ	30	(80)
4.2 職業上の防護技術	32	(87)
5. 公衆の防護	35	(92)
5.1 救助段階 (即時行動)	35	(93)
5.2 救助段階 (緊急活動)	39	(104)
5.3 回復段階	44	(128)

(vi) 目 次

5.4 復旧段階	47 (138)
5.5 公衆防護のための線量規準の要約	51 (152)
5.6 一般消費財の汚染管理	52 (156)
5.7 特別な状況	57 (165)
6. 医学的介入	59 (169)
6.1 医学的治療の重要な要素	59 (169)
6.2 他の重要な医学的問題	60 (173)
7. 情報の伝達	63 (179)
付属書 A. 可能性のあるシナリオ	65 (A 1)
付属書 B. 医学的な問題	69 (B 1)
付属書 C. 心理学的な問題	83 (C 1)
参考文献	87

表

表2.1 悪意のある攻撃後の緊急段階, 被ばく経路, 防護活動	21
表3.1 放射線によって誘発される健康影響についての要約	26
表4.1 職業被ばくのためのガイダンス	32
表5.1 対策を実行するために勧告される回避可能線量	51
表5.2 長期被ばく状況における介入のために勧告された一般的規準	51
表5.3 勧告された規制除外レベル	53
表5.4 大量物資中の放射性核種の放射線規制	54
表5.5 食品添加物と汚染源委員会が改訂した食品中放射性核種のガイダンスレベル	54
表5.6 飲料水中の放射性核種のガイダンスレベル	55
表B.1 急性放射線症候群の前駆期	72
表B.2 急性全身被ばくの線量に依存する急性放射線症候群の最初の数日における リンパ球数の変化	71
表B.3 急性放射線症候群の潜伏期	73
表B.4 全身被ばく後の急性放射線症候群の重要段階の所見	73
表B.5 重症度による急性放射線症候群の主な治療法	74
表B.6 受けた線量に依存する皮膚傷害の臨床症状の発症時期	71

招待論説

放射線攻撃時の被ばくに対する公衆の防護

米国世界貿易センター、スペインと日本の地下鉄、大使館、ナイトクラブ、そしてホテルにおけるテロリスト攻撃の後、当局は現在の考え方と仮定を再評価する必要性を強く意識するようになった。この報告書は、現行の放射線緊急時計画の立案と防護をテロリストによる事象に適用できるように、必要な変更点を検証する。

最近の攻撃例に、いくつかの明瞭で他にはない教訓がある。その1番目は、多数の事象を同時に行おうとするテロリストの意図である。以前は、ほとんどの放射線緊急時計画は単一の事象に向けられていた。2番目は、放射線防護において新しい要因であるが、自殺シナリオという概念である。3番目の教訓は、ある事象が発生する可能性を予測するために様々な構成要素の故障率のような歴史的要因に頼ることは、もはやできないということである。テロリスト達は意図的に、起こりそうもないか、又は予期されていない事象を選ぶ。4番目の教訓は、複数の危険な手段を組み合わせたテロ事象の実現である。したがって、放射線による異常事象だけについての計画は旧式概念であり、当局は化学、生物、及び放射線による危険の組み合わせられた状況を認識し、対応できることが必要である。

最後の教訓は、緊急時計画は静的ではありえないということである。検出装置及び生物学的・化学的脅威を無力化するための備蓄品の計画が展開されるに従い、テロリストが簡単に別のもくろみに移るということを仮定しなければならないし、放射線による脅威が増すことを予想しなければならないかもしれない。

「汚い爆弾」(dirty bomb)については多くのことが書かれているが、これは核テロ行為がとるかもしれないいくつかの形式のうちの1つに過ぎない。私たちは、テロ事象がいつ起こったかがわかる、と本能的に期待するが、これは必ずしもそうではない。粉末の放射性物質が人の多く住む区域に散布され、歩行により拡散され、偶然に発見されるまでテロリストはただ待っているだけということもありうる。これは確かに大きな心配と経済的損害を生じる可能性があるが、公衆に有意な健康への脅威をもたらす可能性はありそうにない。

この報告書から明らかになる主な点の1つは、被ばくの予防は被ばく後の医療処置よりはるかに実際的でより有効であるということである。環境中へ放射性物質が大量に放出される事態が起きた場合、屋内退避、食物連鎖の管理、また必要ならば、避難により、線量低減をするこ

(viii) 招待論説

と、すなわち防護係数を 100 にまで上げることができる。これとは対照的に、外部被ばくと体内汚染の場合、現在の医療では、生存率や線量の低減には、約 2~3 倍しか影響を与えることができない。これに対する代表的な例外は、原子炉や核兵器から放射性ヨウ素の放出があった場合のヨウ化カリウムの使用である。

現在、多くの国の政府が、役立つかもしれない様々な薬を評価しており、潜在的有効性、適法性、経費及び備蓄の必要性について、意思決定が行われている。個人、特に初期対応要員の放射線量の迅速で自動化された評価の必要性も明確になってきている。

この報告書は放射線への恐怖と組み合わせられたテロ行為の大きな心理学的インパクトについても認識している。一般公衆に適時に正確な情報を提供することが必要であろう。放射線事故の経験から、もし数百人が実際に汚染されると、しばしば十万人以上もが汚染のチェックに来たことが示されている。これらの「病気でないかと気をもむ健康人」により、地域の資材と地域の病院の両方が圧倒されることもありうる。

この報告書は、上で議論された問題の更に詳細な検証、ガイダンス、及び、読者が特定の国もしくは周囲の環境で状況を検討し始めることができるようなひな型を含んでいる。この報告書は、もっと長いプロセスの第一歩である。読者は、この報告書を放射線攻撃が起こるまで書棚に置き、そしてそれから全ての答えを得るのに使用できると考えるべきではない。

FRED A. METTLER, Jr.

序 文

2001年9月11日の事件後、悪意ある行為における放射性物質の使用に関して、世界的に不安が高まっている。公衆構成員、メディア関係者及び政治家の代表者たちは、放射性物質を含む線源や装置の悪用の可能性（例えば、地域社会へ放射性内容物を散布し、住民の公衆衛生と福祉に脅威を与えること）、核施設の破壊攻撃の可能性（この場合、悪意の目的は放射性物質の制御されない放出を引き起こすことかもしれない）、そして核兵器材料の潜在的な転用と即席で作られる簡易核爆発装置（小型核爆弾）の使用について、関心を持つようになった。「放射線攻撃」と名付けられたものの可能性に関するこれらの推測は、攻撃が起こらないように防止することを目的とした放射線や核安全保障措置ばかりでなく、もしそのような事象が実際に起こったときに着手する放射線防護措置にも、専門家の助言を広く要求する引き金となった。現行の放射線緊急事態の対応計画は、危害、不安、及び恐怖を最大にするように前もって入念に計画された悪意ある設定ではなく、一般に予期することができる事故シナリオに対して主に焦点を当てているので、攻撃の結果に即応するには不十分かもしれないということが認識されてきた。

助言の必要性に対応して、国際放射線防護委員会（ICRP）（これ以降、委員会と呼ぶ）は、オーストリアのウィーンにおける2003年の会合で、放射線攻撃後の放射線被ばくに対する人々の防護について助言を与える報告書を準備するために課題グループを設置した。この報告書を準備する際の課題グループの主な目標は、そのような悪意ある事象の場合に適用できるかもしれない放射線防護について入手できる適切な勧告を集めること、そして、それらについて準備し、対応するのに必要かもしれない追加の方策に関してガイダンスを提供することであった。課題グループは、放射線攻撃に関する起こりうるシナリオの可能性と見込みを考慮したが、それについて評価はしなかった。課題グループは、放射線攻撃につながるような安全の侵害が実際に起こると仮定し、これを基礎として、委員会勧告に従って対応者と公衆の構成員の両者の健康を防護することを目的とした措置でどう介入するかに関する助言を作成した。

当局が放射線攻撃という状況で直面するかもしれない困難な問題を解決するための、どこでも役立つ指示を提供することは、委員会の役割でもこの報告書の目的でもない。報告書中の勧告は本来一般的なものであり、こういう事象が起こるかもしれない時間や場所での資材の利用だけではなく、広く行き渡っている社会的・政治的な事情に照らして変更が必要になるかもしれない。この報告書は、当局は攻撃から生じる放射線緊急事態の管理に事前の責任を割り当

(x) 序 文

てられていると仮定しており、その勧告は、何年にもわたって作成されてきた放射線緊急事態への準備と対応のための現存の概念と過程に立脚している。緊急事態の性質とタイプは、必要とされる対応のスケールとタイプの両方において大きく異なるので、このような緊急事態のために提供される全ての不測事態対応計画は、柔軟な要素を含まなければならないことが強調される。

報告書の準備のために、課題グループは2003年10月10～12日にスウェーデンのストックホルムにあるスウェーデン放射線防護庁の本部で、そして2004年4月20～22日にオーストリア、ウィーンのIAEAの本部で会合を持った。委員会はそれらの会合を開催してくれた人々からの支援に対し感謝の気持ちを述べたい。

課題グループのメンバーは以下のとおりである：

A.J. González (委員長)	R.H. Clarke	R. Cox
L.-E. Holm	F. A. Mettler, Jr.	C. Streffer
A. Sugier		

通信メンバーは次のとおりであった：

C. Conklin	D.A. Cool	M. Crick
J. Wheatley		

2004年4月のウィーンにおける会合で、委員会は、意見聴取のためにICRPのウェブサイトにて課題グループの報告書予稿を載せることを認め、報告書予稿は2004年5月17日にウェブ上に掲載された。多くのコメントが専門家団体から寄せられ、これらは報告書予稿の更なる見直しと修正に役立った。委員会は、予稿を検討するためにその時間と専門的知識を捧げ、コメントを寄せてくれた方々に大変感謝している。2004年10月16日、中国の蘇州における会合で、主委員会は改訂された課題グループの報告書を *Annals of the ICRP* として刊行することを最終的に承認した。

この報告書の準備期間中における主委員会のメンバーは次のとおりであった：

R.H. Clarke (委員長)	R. Alexakhin	J.D. Boice, Jr.
R. Cox	G.J. Dicus	A.J. González
L.-E. Holm (副委員長)	F.A. Mettler, Jr.	Z.Q. Pan
R.J. Pentreath	Y. Sasaki	C. Streffer
A. Sugier		

科学秘書：J. Valentin

総 括

(a) この報告書は、放射線攻撃が生じて、放射線と放射性物質により人々が悪意ある被ばくをしたときにとるべき措置についての専門的助言に対する広範な要求に応えるように意図されている。報告書の主な目的は、そのような事象の結果として引き起こされるかもしれない放射線被ばくに対する救助者や影響を受けた公衆の構成員を防護するための勧告を提供することである。報告書は、それらの可能性のある状況に対し、現在出されている委員会勧告が適用可能であることをあらためて確認する。委員会は、関連した政府間の国際組織がガイダンスを定め、各国の当局がこの報告書の中で与えられた助言に基づいて、放射線攻撃に対応する手はずを整える手助けをすることを期待している。

(b) この報告書の勧告は、広範囲の考えうる攻撃に対して、概念上は適用可能である。これらの攻撃は、放射性物質散布装置 (RDD) の使用、放射性物質の計画外の放出を引き起こす核施設の妨害行為、及び、極端な場合、即製核爆発装置 (小型核爆弾) (IND) の爆発などの放射性物質の悪意ある目的のための利用を含む。核事故に対処するための国際的な助言と勧告が存在するので、IND を作るために必要とされる特殊な核物質は容易に入手できそうに思えないことを考慮し、この報告書は主として RDD を含む放射線攻撃を扱う。

(c) 放射線攻撃に対する準備と対応は、気まぐれで予測不能の放射線被ばくに対する人々の防護を目的とすべきである。国の当局が放射線事故のために緊急時計画を持っている場合には、この報告書にある勧告は追加のあるいは補足的なガイダンスを提供する。しかしながら、放射線攻撃に起因する、起こりうる緊急事態シナリオの多くの側面は、放射線事故から発生するものに似ているかもしれないが、これらの2つのタイプの緊急事態は多くの点において異なることに注目すべきである。1つの違いは、放射線攻撃では、恐らく都市環境に存在する公共の場をターゲットにするケースが最も起こりそうである。そこでは、放射線や放射性物質の存在は予想されないし、また放射線防護措置で対応するためには限られた準備しかできないかもしれない。更に、核施設の緊急時計画のために通常仮定される都市以外の環境における散布の条件は、都市のシナリオに適用できないかもしれない。同様に、放射線源の特徴付けとそのインパクトも恐らく異なるであろう。更に、引き続き行われる可能性の高い犯罪捜査など事象の悪意ある特性に関連する特定の問題は、緊急時計画と対応にも影響するであろう。

(d) 放射線攻撃後における放射線防護の計画立案は、地方及び国の両方のレベルにおける適切なプログラムの策定を必要とする。これらのプログラムは、初期対応要員及び救助者が十分に訓練され、放射線と放射性核種による汚染の存在を同定するために適切な装備を持ち、そ

(xii) 総括

して地方及び他の関係当局に助言できる放射線防護の専門家が得られることを保証する必要がある。緊急事態が実際に悪意のある攻撃であるという確かな兆候がある場合は常に、そうでないことが立証されるまで、放射性物質、化学物質、及び／又は生物学的物質が関係していると仮定することが賢明かもしれない。したがって、もしそのような信用できる兆候が存在するならば、その状況では全危険アプローチの採択が必要であり、それは、存在する全ての危険を同定する迅速な能力と組み合わせられた普遍的な予防策に基づくべきである。このアプローチは、生物、化学及び放射線の脅威、並びにそれらに関連する危険の分野の専門家のみならず、責任ある機関との広範囲にわたる連携と協力を必要とする。

(e) 放射線攻撃は、放射性物質の存在によって特徴付けられる。放射性物質の量を表す計測量は放射能である¹⁾。放射性物質はそれぞれの放射能に従って放射線を放射し、公衆の構成員と彼らを助けに来る救助者の両方を被ばくさせるかもしれない。放射線は、身体外の線源から（外部被ばく）、又は吸入、経口摂取、あるいは開いた傷口もしくは皮膚を通して体内に取り込まれた放射性物質（内部被ばく）から放出されるかもしれない。この被ばくによって生じる可能性のある健康影響は、受けた放射線の量、関連する放射線のタイプ、及び被ばくした臓器に依存する。放射線被ばくの量は、影響を受けた個人が受ける放射線量²⁾によって測定される。

(f) 放射線攻撃に関連して仮定されるほとんどのシナリオでは、大多数の被ばくした人々が受ける放射線量は恐らく比較的小さく、例えば、数十ミリシーベルトあるいはもっと少ないオーダーで、自然界に広く存在するバックグラウンド放射線の典型的な高いレベルよりは多分

¹⁾ 放射能はベクレルという単位で測定される量である。（過去には、キュリーという単位が使われており、そしてまだ広く使用されている）。1ベクレルは非常にわずかな放射能を示す（反対に、1Ciは370億ベクレルに相当するので、かなりの量の放射能を表わす）。

²⁾ 線量は、放射線被ばくの量を表現するための適切な量である。人の組織を含むあらゆる物質が受ける放射線量は吸収線量と名付けられ、グレイと呼ばれる単位で評価される（過去には、ラドという単位が使用された）。いろいろなタイプの放射線は、損傷を誘導するのに異なる有効性を持ち、臓器及び組織が異なれば放射線被ばくに対する感受性も異なる。したがって、吸収線量は、これらの違いを考慮するために加重されなければならない。様々なタイプの放射線及び様々な臓器と組織の放射線に対する感受性の効果を考慮した吸収線量の重み付けに由来する量は、それぞれ「等価線量」及び「実効線量」と名付けられ、両方ともシーベルトという単位で評価される（過去には、単位レムが使用されていた）。組織と臓器の線量を表すために使用される等価線量と、全身に対する意味合いの評価のために使用される実効線量は、「通常の」放射線防護の目的だけのために、すなわち、低い確率の晩発性影響だけを引き起こす比較的低い線量の状況のために使用できるもので、高い線量を表す場合は正式には使用できない。これらの放射線防護量は直接測定可能でないため、人々の、あるいは周辺環境中の線量を評価する器具は、定められた実用量（個人線量当量と周辺線量当量という）に対して通常校正される。それは放射線防護量にだいたい相当し、遵守の検証に正式に使用される。簡略化するため、この報告書は等価線量、実効線量及びミリシーベルト（mSv）の単位のみを使用する。1ミリシーベルトはシーベルトの約数である1000分の1シーベルトである（1mSvは1remの1000分の100、又は100mremに等しい）。

低い。それにもかかわらず、低い放射線量は、被ばく後何年も後に現れるがん及び遺伝性の害のようなある種の健康影響（確率的影響という）を引き起こす可能性があるとして仮定されている。確率的影響の発生確率は、線量に比例して増加すると仮定されるが、非常に小さく、低線量ではそのような影響は検出できそうもない。反対に、人々（恐らく少数の）は高い放射線量、例えば数千ミリシーベルトのオーダーで被ばくすることもありうる。もしそのようなレベルの線量を受けると、臨床的に目に見える健康影響（確定的影響という）は、多くの場合、やけどや他の組織反応として、被ばく後数日以内にほとんど必ず現れる。確定的影響は、線量に伴う重篤度の増加とともに、組織と臓器の機能に影響する。重症の場合には、確定的影響が被ばくした人の死を招きうる。RDD による放射線攻撃では、その事象の近くの人々だけが確定的影響を引き起こすのに必要な高い線量を受けるかもしれない（これは大量の放射能が含まれていた場合にだけであるが）。IND の爆発により影響を受けた人々、そして、ある条件下で、核施設での妨害行為により放射線の影響を受けた人たちは、高線量を受ける可能性がより高い。異なる放射線量の影響と観察される結果の可能性は、表 1 に要約されている。

(g) 放射線攻撃後の状態での被ばくの経路、防護措置、及び対応段階の間の関係は、特定の事情に依存して変わるであろう。被ばく経路には次のものが含まれる——線源、線源の破片あるいは壊された設備からの直接の被ばく；沈着した汚染及び汚染された皮膚や衣服からの外部被ばく；散布された放射性物質のブルームからの外部被ばく及び体内汚染；再浮遊物質の吸入；汚染の不注意な経口摂取；そして、汚染された食物及び水の経口摂取。対応段階は、通

表 1 放射線によって誘発される健康影響についての要約

線量	個人への影響	被ばくした集団に対する結果
極低線量： およそ 10 mSv 以下 (実効線量)	急性影響なし 非常にわずかながんリスクの 増加	大きな被ばく集団でさえ、がん罹患率の増 加は見られない
低線量： 100 mSv まで (実効線量)	急性影響なし その後、1% 未満のがんリス ク増加	被ばく集団が大きい場合（恐らくおよそ 10 万人以上）、がん罹患率の増加が見られ る可能性がある
中等度の線量： 1000 mSv まで (急性全身線量)	吐き気、嘔吐の可能性、軽度 の骨髓機能低下 その後およそ 10% のがんリ スクの増加	被ばくグループが数百人以上の場合、がん 罹患率の増加が恐らく見られる
高線量： 1000 mSv 以上 (急性全身線量)	吐き気が確実、骨髓症候群が 現れることがある；およそ 4000 mSv の急性全身線量を 超えると治療しなければ死亡 リスクが高い かなりのがんリスクの増加	がん罹患率の増加が見られる

(xiv) 総括

常、救助、回復及び復旧として分類される。多くの防護措置が利用でき、あるものは各段階に特有で、あるものは様々な段階をカバーする。

(h) 防護対策の目標は、確定的影響を防止し、確率的影響の可能性を制限することでなければならない。攻撃によって起こる予測不能の被ばく状況から人々を防護することに加えて、目標には、環境汚染及び一般的な混乱という点において、インパクト全体を最小限にし、通常の状態へのできるだけ早い回復を試みるが含まれる。対応は、本質的に次のようであるべきではない——緊急時状況を同定し特徴をつかむ。負傷した人々へ医療を提供する。更なる被ばくの回避を試みる。その状況を制御できるようにする。放射性物質の拡散を防止する。公衆へ正確で適時の情報を提供する。そして、苦悩などの心理的な問題、重大な心配事である病気の誤った因縁づけや病気への恐れに取り組む一方、正常状態に戻すプロセスを開始する。直後の対応段階においては、爆発物に関して通常適用される立入禁止距離は、放射線レベルに対してサイトを管理するためにはよい出発点であり、そして、感染源に対する医療施設の典型的な予防策は、放射性物質で汚染されているかもしれない人々を扱うための出発点として十分である。被ばくが起きた後の可能な医療処置よりも、被ばくを回避するために対策を講じることがはるかに有効であることが強調される。被ばくの後の治療は、健康への影響の数字をわずかに減少させるに過ぎない（例えば約2~3倍）。それに比べて、生じる被ばくを回避する防護対策の介入は、健康への影響の数字を数桁のオーダーまで減らすことがありうる（例えば約10~1000倍）。

(i) 回復と復旧の作業に従事する対応者は、通常の職業放射線防護基準に従って防護されるべきであり、国際的に認められた職業被ばくの線量限度を超えるべきではない。この制限は、緊急の救助作業に従事する、情報を知らされた志願者には緩和されてもよく、また、他者への便益が明らかに救助者自身のリスクを超える自発的な人命救助作業には当てはまらない。しかしながら、妊娠している可能性のある又は授乳中の女性作業者には特別の防護措置が勧告されており、また放射線攻撃の場合の初期対応措置に伴う避けられない不確実性を考慮すると、上記の状態の女性作業者を、人命救助あるいは他の緊急活動を行う初期対応要員として雇用すべきではない。対応者の職業被ばくを抑制するために推奨される線量ガイダンスの値を、表2に示す。

(j) 救助段階において公衆を防護するための即時の対応策は、まず外傷のある人々に対して処置を行うことと、その現場への立入りを管理すること、そして引き続き、影響を受けた人々に呼吸器の防護措置をすること、更に、必要で実現可能である場合は常に、放射性物質による汚染が広がる可能性を最小限にすることである。人々の処置は、受けたおよその線量と影響を被った人々の身体状態の迅速な評価に続いて、トリアージと作戦計画によって支えられるべきである。後に続くこの段階の緊急措置は次のものを含む——人の除染、屋内退避、ヨウ素剤予防投与（放射性ヨウ素が含まれている場合）、そして一時的避難。回復段階では、永続的

な移住と再定住が極端な場合には必要かもしれない。これらの対応策のどれも、ある程度の不利益を伴うが、もし影響を受けた集団の回避可能線量としての線量低減が表3の中で示されるレベル付近であれば、通常は最高の便益をもたらすであろう。

表2 職業被ばくのためのガイダンス

緊急作業の種類		線量ガイダンス値
救助作業	人命救助、重篤な傷害の防止、又は破局的状態への進行防止活動	原則として、人命救助作業に対しては、他者への便益が救助者自身のリスクを明確に上回る場合（この場合にのみ）、線量制限を勧告しない。
	多くの人々を傷害や高線量の被ばくから守るための、その他即時で緊急の活動	線量を1年間の最大限度の2倍未満に保つように、あらゆる合理的な努力をすべきである（以下参照）。
回復及び復旧作業を含む、その他の作業		通常の職業被ばく限度が適用される。すなわち <ul style="list-style-type: none"> • 5年間の平均で20 mSv/年（5年で100 mSv）の実効線量限度。更に、いかなる1年においても以下の規定が加わる： • 実効線量は50 mSvを超えるべきでない、また • 等価線量は以下を超えるべきでない <ul style="list-style-type: none"> - 眼の水晶体に対し150 mSv - 皮膚に対し500 mSv（皮膚の最も高く照射された部位の1 cm²当たりの平均線量）、 - 手足に対し500 mSv

* 通常の職業被ばく限度を超える線量につながるかもしれない条件下では、作業者は志願者であるべきであり、また放射線の危険を扱う際に、情報を得た上での決断をするように指導を受けるべきである。妊娠している可能性のある又は授乳中の女性作業者はこれらの作業に参加すべきではない。

表3 対策を実行するために勧告される回避可能線量

対 策	回避可能線量（対策が一般的に最適化されるための）
屋内退避	2日で～10 mSv（実効線量）
一時避難	1週間で～50 mSv（実効線量）
ヨウ素剤予防投与（放射性ヨウ素が存在するとき）	～100 mSv（甲状腺に対する等価線量）
移 住	～1000 mSv 又は 最初の年に～100 mSv（実効線量）

表4 長期被ばく状況における介入のために勧告された一般的規準

介 入	規準（現存年実効線量, mSv/年）
ほとんど常に正当化される	100 まで
恐らく正当化される	≥ 10
正当化されそうもない	≤ 10

出典：Publication 82 (ICRP 1999, 図6)

表5 勧告された規制除外レベル

核 種	放射能濃度 (Bq/g)
人工アルファ線放出体	0.01
人工ベータ／ガンマ線放出体	0.1
系列の先頭の放射能レベル, ^{238}U , ^{232}Th	1.0

(k) 回復段階は、復旧と浄化、これらの作業から残っている放射性廃棄物の安全管理、相当量の放射性物質を含む遺体の管理、そして残留した放射性残渣によって生じる長期被ばく状況への対処が必要かもしれない。後者の場合、放射線防護措置による介入を正当化するために勧告される一般的な規準を表4に示す。

(1) 等価線量と実効線量のような量は直接測定できないので、表3及び表4に与えられた量的な勧告は必ずしも直接使用できるとは限らない。それらは、(計画段階で)直接測定できる量で表現された実用上の介入レベルを設定するための根拠として使用されるべきである。勧告されたガイダンスは、放射線防護の考察のみに基づいており、当局が放射線攻撃の影響に備えるのに役立つことを目標とした、純粹に意思決定支援の道具と見るべきである。このガイダンスは、他の社会的関心事、他の事象から過去に学んだ教訓の考察、そして利害関係者の参加が含まれるかもしれない、最終の、通常はより広範な意思決定プロセスのインプットとして役立つことが期待される。規準の単純化及び対応する訓練と練習によって、より良い履行ができるようになるであろう；しかしながら、実際の事象への対応の際に、緊急事態管理者は、他の危険又は特定の条件のような他の要因を現場の意思決定において考慮する必要があるかもしれない。

(m) 放射線攻撃の潜在的な結果は、公衆が消費する水、食品及び他の日用品のような物品の放射性汚染である。しかし、この可能性のある結果は、大量に生産もしくは流通された物資が高いレベルの汚染に達するには大量の放射性物質が必要であるため、恐らく多数の人々に有意な体内汚染を引き起こすことはなさそうである。消費財の汚染のレベル及び結果として生じる年実効線量のレベルは非常に低いこともある一方で、放射線防護を目的とする効果的な汚染の管理は、ある放射能濃度レベル以上であれば受け入れられ正当化されるかもしれない。表5の値は、放射線攻撃の場合に、それより上では放射線防護の目的のため管理を考慮すべき汚染物の放射能濃度のおおよそのレベルを示したものである。表5のレベルより下の放射能濃度を持つ消費財は、この報告書での勧告の適用範囲から除外されている。

(n) 日用品における放射性核種の放射線規準に関する政府間の国際的合意が、最近、IAEAの後援の下で達成された。国の当局は、放射線攻撃に続く規制措置を決めるためにこれらの規準を考慮に入れたいと望むであろう。

(o) 放射線攻撃後における放射線防護介入措置のプロセスは、その時点における状況を考

慮し、諸事情によりその当然の結果として防護措置を行使する、対応に対して系統的で柔軟なアプローチにつながるべきである。常に適用可能な勧告、しばしば適用可能な他の勧告、そして、最も厳しい事情においてのみ適用可能な勧告があることを理解することは役に立つ（例えば、多くの可能性のあるシナリオは、明らかに直後の重大な放射線傷害を引き起こすことはないので、これらの影響に関する勧告は必ずしも常に適用可能ではない）。過剰な反応を防ぐために、放射線防護の決定には放射線攻撃の大きさを反映させることが不可欠である。

用語解説

見出し語は、五十音順で配列

安全とセキュリティ [Security vis-à-vis safety]

放射線源のセキュリティの概念は、放射線安全基準において目新しいものではないが、それは核テロ行為の可能性に関する国際的な懸念に続く新たな局面を獲得した。「セキュリティ」という用語の使用は、安全の概念の幅が広がるとともに幅広い混乱が生じており、その混乱は言語学上の問題により更に悪化している（多くの主要言語では、安全とセキュリティの概念は、同一の言葉で表現されている）。委員会の用語では、線源の安全とは、線源からの放射線被ばくの結果として人々が放射線の害を受ける可能性を低減することを目的とした、行政、技術及び管理上の機能の集合を意味している。これとは対照的に、線源のセキュリティは、その管理の放棄や不正な入手がないことを確実にし、線源の無許可所有やそれらを用いた行動を防止することを目的とした機能を意味している。線源のセキュリティは、線源の安全にとって必要であるが十分ではない補助的な条件である。

安全評価 [Safety assessment]

安全と防護について確立された規定の分析及び事象に関連したリスクの分析を含む、人々の放射線防護に関連する放射線攻撃後の介入の計画と実施の側面の再検討。

運用上の介入レベル (OIL) [Operational intervention level]

機器により測定され又は研究室での分析により決定された、介入レベル又は対策レベルに対応する計算されたレベル。OILは一般に、線量率もしくは放出された放射性物質の放射能、空气中濃度の時間積分値、地中もしくは地表の濃度、又は、環境試料、食物もしくは水試料中の放射性核種の放射能濃度で示される。OILは対策レベルの1つのタイプであり、環境測定に基づいた適切な防護対策を決定する際に、(更なる評価なしに)即時かつ直接に使用される。

介入 [Intervention]

管理された行為の一部ではない、又は事故の結果として制御できない、あるいはこの文書の文脈上放射線攻撃に含まれる、線源からの被ばく又は被ばくの可能性を低減もしくは回避することを意図したあらゆる活動。

介入実施機関 [Intervening organisation]

介入のあらゆる側面を管理又は履行する責任があるとして、政府により指定もしくは認定された機関。

介入における防護の最適化 [Optimisation of protection in interventions]

介入の形態、規模及び継続期間は、線量低減化の正味便益、すなわち、介入に伴う損害を差し引いた放射線損害の低減による便益が最大となるように、最適化すべきである。この原則は「介入における防護の最適化」と呼ばれる。

介入レベル [Intervention level]

緊急時被ばく状況又は慢性被ばく状況において、特定の防護対策又は救済活動がとられる、回避可能線量のレベル。

回避可能線量 [Avertable dose] 又は 回避線量 [Averted dose]³⁾

防護対策により回避される線量；すなわち、考えられる各被ばく経路について、防護対策をとったときに期待される線量と、防護対策をとらなかったときに期待される線量との差が、防護対策の履行により免れる線量となる。

確定的影響 [Deterministic effect]

その線量を上回ると、線量の増加に伴って影響の重篤度が大きくなるという、線量のしきいレベルが一般に存在する放射線影響。

監視区域 [Supervised area]

管理区域として指定されていないが、職業被ばく状況について見直しを継続している区域。特定の防護措置及び安全規定は通常必要とされない。

管理 [Control]

放射性線源の管理に関して、委員会は、「管理」という用語を、点検、モニタリング、及びこのような線源の安全とセキュリティの確認、並びに、その結果から必要性が示される場合には、是正措置又は強制措置が確実に行われるようにすることも含めて使用する。放射線源の管理は、その放射線によって誘発される可能性のある健康影響に見合ったものとするべきである。

吸収線量 [Absorbed dose]

吸収線量は、組織、臓器又は全身の単位質量当たりに吸収された平均エネルギーと定義される (ICRP, 1991a, S2 項参照)。吸収線量の単位の特別な名称は「グレイ」(gray, Gy) で、これは J/kg と等価である。(一部の国々で使用される別の単位は「ラド」(rad), 100 rad = 1 Gy である)。

³⁾ 被ばくの持続は確定的影響が現れるかもしれないしきい線量に影響するので、重要な考慮事項である。もし介入が十分に有効ならば、回避線量は数値的に予測線量と等しいが、これらは概念的に異なる量である (下記参照)。しかし、回避線量でなく、その経路に対する予測線量で介入レベルを表わすのが適切かもしれない。介入は、その線量をすでに受けているか、又は、介入自体が総予測線量を部分的にしか低減しないかもしれないので、十分有効でないかもしれない。

緊急時計画 [Emergency plan]

緊急事態への対応の目標、方針及び作業の概念、並びに、系統的、組織的、かつ効果的な対応のための組織、権限と責任についての記述。

決定グループ [Critical group]

特定の放射線源及び特定の被ばく経路に対する被ばくについてはほぼ均質であり、そしてその線源からの特定の被ばく経路による最大の実効線量又は等価線量（適用できる場合）を受ける個人の特徴を示す公衆構成員のグループ。

公衆の構成員 [Member of the public]

一般的な意味では、ある集団に属する個人を指すが、この文書の目的からは職業被ばく（例えば救助活動における作業など）を受けた場合は除外される。公衆被ばくに対する線量制限の遵守を確認する目的では、関連する決定グループの代表的個人である。

公衆被ばく [Public exposure]

公衆の構成員が放射線源から受ける被ばく。職業被ばく又は医療被ばく、及び、通常地域の自然バックグラウンド放射線は除外されるが、認定された線源と行為による被ばく、及び、例えば放射線攻撃によって生じる状況のような介入状況からの被ばくは含まれる。

即製核爆発装置（小型核爆弾）(IND) [Improvised nuclear device]

違法な手段で入手された核分裂性物質を用いて作られ、核分裂連鎖反応を持続することのできる急造の兵器。このような装置は、まったくの急造品であるか又は軍用核兵器をベースとしていることもある。その危険は核連鎖反応又は連鎖反応産物の崩壊によって生じるエネルギーと放射線によるものである。

雇用主 [Employer]

この文書の文脈上、雇用主とは、救助作業、すなわちその作業者の「雇用」の際に、相互に同意した関係に基づいて、作業者に対して認められた責任、責務及び義務を有する法人である。自営業者は雇用主と作業者の両方であるとみなされる。

作業者 [Worker]

常勤、非常勤、臨時雇用、又は一時雇用にかかわらず、雇用主のために働き、職業上の放射線防護に関して権利と義務を有することが認められたあらゆる人。自営業者は、雇用主と作業者の両方の義務を持つとみなされる。救助者は作業者とみなされる。

残存線量 [Residual dose]

残存線量⁴⁾とは、各々の経路から残っている線量（予測線量から回避線量を差し引いたもの）である。事象後長時間残っている可能性のある残存線量からの長期被ばく状況を通常

⁴⁾ それぞれの介入は、その利点に基づいて判断されるが、重篤な確定的健康影響が生じる可能性があるため、防護対策の履行後におけるあらゆる経路からの残存線量の合計は検討の下に置くべきである。

含むような長期的な意思決定では、関連する量は年（実効）線量であり、これは、以下のよう示すことができる——現存年線量、すなわち、その事態が発生した人の居住環境にすでに存在する長期被ばくの全ての持続する線源によって生じる年線量の合計；追加年線量、すなわち、事象の結果として現存年線量に加わる年線量；及び／又は、回避年線量、すなわち、行われるかもしれない防護対策により、現存年線量から除かれる年線量。

事故 [Accident]

誤操作、装置の故障、もしくはその他の不運な事故を含む、あらゆる不慮の事象で、その結果もしくは結果を生じる可能性が放射線防護の観点から無視できないもの。

実効線量 [Effective dose]

適切な組織加重係数をそれぞれ乗じた組織等価線量の総和と定義される量 E

$$E_T = \sum w_T \cdot H_T$$

ここで、 H_T は組織 T における等価線量であり、 w_T は組織 T についての組織加重係数である。等価線量の定義から、これは以下のようになる。

$$E_T = \sum w_T \cdot \sum_R w_R \cdot D_{T,R}$$

ここで、 w_R は放射線 R についての放射線加重係数であり、 $D_{T,R}$ は臓器又は組織 T における平均吸収線量である。実効線量の単位は J/kg で、「シーベルト」(Sv) と呼ばれる。

集団線量 [Collective dose]

ある集団が受けた総放射線量に対する表現で、ある線源に被ばくした個人の数と、被ばく者の平均線量の積として定義される。集団線量は、人・シーベルト (man-Sv) で表わされる。

照射と汚染 [Irradiation and contamination]

照射の概念は、線源からの場合もまた人に対しての場合も簡単である。すなわち、照射とは、(線源からの)放射線を放出、又は、(人、組織又は臓器など身体が)放射線を受けるいずれの作用をも意味している。汚染の概念はもっと微妙で、誤解されやすい。この用語は、放射性物質の存在が意図されないか又は望ましくない(人の身体を含む)表面、又は、固体、液体もしくは気体の内部に放射性物質が存在すること、又は、こうした部位に放射性物質が存在するようになる過程を意味するために用いられる。更に、あまり正式ではないが、表面(又は表面の単位面積当たり)に存在する放射能の量を指すためにも利用される。「汚染」という用語を別の言語に翻訳すると、英語には存在しない別の意味が入ることがあることに留意すべきである；英語では「汚染 contamination」という用語は放射能の存在を指すだけであり、含まれる危険の大きさについては示していないが、これは他の言語で与えられるのと必ずしも同じ意味ではない。放射線攻撃は、汚染を生じること

なく照射したり（用いた線源が分散しない場合など）、人々への有意な照射をすることなく環境を汚染したり、あるいは人の外部（例えば皮膚）又は体内（例えば分散した放射性物質の摂取の結果として）を汚染することがあり、これらの汚染が内部から身体のいろいろな部位を照射し、又は、全てのこれらのシナリオが組み合わされることもありうる。

職業被ばく [Occupational exposure]

作業者がその作業中に受けた全ての被ばく。例えば、救助者の被ばく。

除染 [Decontamination]

物理的方法又は化学的方法による汚染の除去又は低減。

正当化 [Justification]

放射線攻撃後の問題の1つは、混乱を伴う対策の導入（又は継続）の正当化、すなわち、「介入の正当化」と呼ばれるものである。委員会は、提案されたいかなる介入も、害よりも益となる、すなわち、線量の低減による損害の減少が、介入の害と社会的費用を含めた経費を正当化するのに十分であるべきである、と勧告している。

摂取 [Intake]

吸入、経口摂取又は経皮吸収により体内に放射性核種を取り込む過程。

線源 [Source]

委員会は、何が放射線被ばくを生じるかを示すのに、「線源」という用語を使用している。線源は、核設備や、放射性の核分裂物質及び放射化生成物の莫大な在庫を通常貯蔵しているその他の核施設から、単なる放射性物質の密封線源にまで及ぶ。この用語は、もっと一般的には、放射線又は、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も使用され、必ずしも個々の物理的な放射線源を示さない。例えば、放射性物質がある施設から環境中に放出されたならば、その施設全体を線源とみなすことがある；もしそれらの物質がすでに環境中に分散しているならば、人々が被ばくするその物質の一部を1つの線源と考えることがある。

線量 [Dose]

ある対象が受けたか又は「吸収した」放射線の量。「吸収線量」、「臓器線量」、「等価線量」、「実効線量」、「預託等価線量」又は「預託実効線量」という量が状況に応じて使用される。関心のある量を限定する必要がある場合には、修飾語がしばしば省略される（「放射線量」、「吸収線量」、「等価線量」、「実効線量」及び「回避可能線量」を参照）。

線量限度 [Dose limit]

管理された行為による個人の実効線量又は等価線量の、超えてはならない値。

ソースターム：放射能 [Source term: radioactivity]

個々の取扱いを必要とする即製核爆発装置（小型核爆弾）（IND）を除き、放射線攻撃の強さは、その事象に関わった放射性物質の量（及び放射性同位体組成）によって決まり、

これは「ソースターム」と呼ばれる。ソースタームを決める主な量は、関連する放射性核種のそれぞれについて、当該事象に含まれる放射性物質の放射能の量（以後、放射能と記述する）⁵⁾である。これにより、分散した物質が放出する放射線の量が示される。放射能の単位は秒の逆数であり、「ベクレル」(Bq) と呼ばれる [一部の国では、放射能の単位としてキュリー (Ci) という別の単位が用いられているが、これは1gのラジウムの放射能含有量と定義されている]。1ベクレルは1Ciの10億分の1をかなり下回る (1Ci=3.7×10¹⁰ Bq) ので、ごく少量の放射性物質である。INDの爆発事象においては、その事象により作り出された放射能から放出される放射線に加えて、爆発後1分以内にかんりの量の中性子束が発生することがある。

対策 [Countermeasure]

事故の結果の緩和を目標とした措置。

対策レベル [Action level]

慢性被ばくもしくは緊急時被ばく状況で、それより上においては是正措置又は防護対策を実行すべき線量率もしくは放射能濃度のレベル。

長期被ばく状況 [Prolonged exposure situations]

悪意ある事象により生じた放射性残渣は、放射線攻撃の前に環境中に存在していた放射性物質に加えて、環境中に長期間（例えば数年間）残留するかもしれない。これらの放射性残渣は、長期被ばく状況に寄与することがある。

調査レベル [Investigation level]

実効線量、摂取量、又は単位面積もしくは単位容積当たりの汚染物質などの量が、この値に等しいか又は超えている場合に調査を実施すべきレベル。

電離放射線 [Ionizing radiation]

放射線防護の目的には、生体物質中にイオン対を生じさせることができる放射線。

等価線量 [Equivalent dose]

以下のように定義される量 $H_{T,R}$:

$$H_{T,R} = D_{T,R} \cdot w_R$$

ここで、 $D_{T,R}$ は組織又は臓器 T にわたって平均されたタイプ R の放射線により与えられた吸収線量、 w_R はタイプ R の放射線についての放射線加重係数である。

放射線場が w_R の値の異なる種々の放射線から構成されている場合には、等価線量は次のようになる：

⁵⁾ 委員会は、ある量の放射性物質中で単位時間に発生する自然の核変換の平均数として放射能を定義している (ICRP, 1991 a, 37 項)。

$$H_{T,R} = \sum w_R \cdot D_{T,R}$$

等価線量の単位は J/kg で、「シーベルト」(Sv) と呼ばれる。

特殊核分裂性物質 [Special fissionable materials]

特殊核分裂性物質には以下が含まれる：²³⁸Pu の同位体濃度が 80 % を超えるものを除く プルトニウム，²³³U，同位体 ²³⁵U 又は ²³³U の濃縮されたウラン。

年摂取限度 (ALI) [Annual limit of intake]

標準人が 1 年間に吸入，経口摂取又は経皮吸収により取り込み，適切な線量限度に相当する 預託線量を生じる，ある放射性核種の量。ALI は放射能の単位で示される (ICRP 1993 b, 1995a, b, 1996 参照)。

被ばく [Exposure]

委員会では，一般的な意味合いでの「被ばく」という用語を，放射線又は放射性核種にさらされるプロセスを表すために使用しており，被ばくの重大さは結果として生じる放射線量によって決定されるとする (ICRP, 1991a, S4 項)。したがって，被ばくは照射を受ける際の行為又は条件である。被ばくは，外部から (身体外部の線源による照射) 又は内部から (身体内部の線源による照射) のいずれかでありうる。被ばくは，通常の被ばく又は潜在的な被ばく；職業被ばく，医療被ばく，又は公衆被ばく；また放射線攻撃後などの介入状況では，緊急時被ばく又は慢性被ばくに分類することができる。「被ばく」という用語はまた，放射線量評価において，電離放射線によって空気中に生じた電離の量を表すためにも用いられる。

被ばく経路 [Exposure pathways]

放射性物質が人に到達し，又は人を照射することのできる経路。

不安と恐怖 [Anxiety and fear]

「不安と恐怖」という用語は，放射性物質の悪用により引き起こされうる恐れ，畏怖，驚愕，警戒，戦慄及び危惧の概念を含む。

防護対策 [Protective action]

慢性被ばく又は緊急時被ばくの状況において，公衆の構成員に対する線量を回避又は低減するように意図された介入。

放射化 [Activation]

放射線照射による放射性核種の生成。

放射性残渣 [Radioactive residues]

委員会は，「放射性残渣」という用語を，初期の操業 (過去の行為を含む) 及び事故により環境中に残留した放射性物質を意味する用語として使用している (ICRP, 1991a, 219 項)。

放射性廃棄物 [Radioactive waste]

委員会は、「放射性廃棄物」という用語を、その後の利用予定がなく、棄てる予定又はすでに棄てられたあらゆる（放射性）物質を意味するのに使用している（ICRP, 1997c, 3項）。

放射性半減期 [Radioactive half-life]

ある放射性核種について、放射性崩壊の過程によりその放射能が半減するのに要する時間。

放射性物質散布装置 (RDD) [Radioactive dispersion devices]

医学と産業で一般的に利用されているような通常の放射性線源を覆い隠した従来型の爆発物の爆発は、マスコミでは「汚い爆弾」(dirty bomb)と呼ばれてきたが、より正しくは「RDD」と呼べるであろう。放射性物質の環境への散布は、もしその物質が分散性ならば、その線源容器を開くことによって、又はその線源を処理して分散性にするによって、爆薬なしで成しうる。

放射線と放射性 [Radiation and radioactive]

ある物質が放射能を示すならば、それは放射性であると考えられる。放射能は、原子が放射線（ α 線、 β 線、 γ 線又は中性子線など）の放出を通常伴って、自発的にランダムに崩壊する現象である。「放射線」と「放射性」という用語を、悪意による使用に利用されやすい可能性のある線源を意味するときに、不正確に使用していたことがあった。放射線被ばくを生じさせる源は必ずしも「放射性」ではない。代表的な非放射性的線源にはX線装置及び粒子加速器のような様々なタイプの電気的な放射線発生装置があり、これらは運転中に放射線を放出するが、電源の供給を止めるとただちに放出が中止される。これとは逆に、放射性的放射線源（手短に言えば、放射性線源）は、放射性物質を含んでいるために、放射線を放出する。放射性線源の代表例は ^{60}Co 及び ^{137}Cs などの放射性核種を密封したカプセルで、これらは強度は減衰しても放射線の放出が止まることは決してない。これらのうち、かなりの量の放射性物質を含むもののみが、悪意をもった目的に関係がある。（放射線攻撃に関与する放射能の量は通常、「ソースターム」と呼ばれている）。要約すると、放射性であろうと非放射性であろうと、全ての放射線源には安全上の懸念があるかもしれない；逆に、起こりうるテロリストの攻撃に関しては、全ての放射線源ではなく、有意な量の放射性物質を含有する放射線源だけがセキュリティ上の懸念の対象となることもあろう。

放射線の確率的影響 [Stochastic effects of radiation]

線量のしきいレベルなしに一般に生じる放射線の影響。その発生確率は線量に比例し、その重篤度は線量とは無関係である。

放射線量 [Radiation dose]

放射線攻撃の健康面での重要性は、結果として生じる人々の放射線被ばくと、特に、照射された各個人の受けた放射線量により決定される。委員会は、「放射線被ばく」という用語を、放射線又は放射性物質に被ばくする過程を意味するために、広い意味で使用しており、特に、一般名称としての「放射線量」という用語を、放射線被ばくから物質が受け取ったエネルギー量を表す一般名称として使用している（ICRP, 1991a, S4 項）。「線量」という用語は、いろいろな修飾語を伴って、様々な線量評価量を生じさせている。

放射能 [Activity]

ある与えられた時点における特定のエネルギー状態の放射性核種の量に対する、その放射能の量 A は、 $A = dN/dt$ で定義される。ここで、 dN は特定の時間間隔 dt における特定のエネルギー状態から自然発生した核変換の数の期待値である。放射能の単位は秒の逆数で、「ベクレル」(Becquerel, Bq) と呼ばれる。

身元不明線源 [Orphan sources]

「身元不明」及び「身元不明となった」線源という用語は、このような線源が規制による管理を受けたことがないか、もしくは、放棄、遺失、置き忘れ、盗難、又は適切な許可のない搬送のために、規制による管理を受けていない放射線源を記述するのに国際的に使用されてきた。

モニタリング [Monitoring]

放射線又は放射性物質による被ばくの評価もしくは管理に関連する理由による、線量又は汚染の測定とその結果の解釈。

予測線量 [Projected dose]

予測線量は、可能な防護対策を考慮せずに、各々の被ばく経路のリスクにさらされた集団について推定された線量である。

預託線量 [Committed dose]

預託線量（吸収線量、等価線量又は実効線量）は、被ばく時点から、特に条件が指定されない場合は成人に対し 50 年とする期間にわたる線量率の積分値の総和と定義される。

リスク [Risk]

実際の被ばくあるいは潜在被ばくに関連する危険、危険要因、又は、有害な結果もしくは傷害を伴う結果の見込みを表す多属性の量。この用語は、特定の有害な結果が生じるかもしれない確率、及びこのような結果の大きさと特徴などの量にも関連している。

1. 緒 論

1.1 背 景

1.1.1 放射線源のセキュリティ

(1) 委員会の勧告 (ICRP, 1959, 1964, 1966, 1977, 1991 a) は長年にわたって、適切な放射線防護の前提条件として、放射線被ばくの線源は適切な安全対策に従わなければならないと仮定してきた。この仮定は、一般に「国際基本安全基準」(BSS) と呼ばれている「電離放射線の防護と放射線源の安全に対する国際基本安全基準」(IAEA, 1996 a) に反映されており、BSS は ICRP 勧告に従い、いかなる事情があっても線源の管理を放棄してはならないと要求している。線源のセキュリティは、線源の安全を確実にする十分条件ではないが必要条件である。もし線源が確実に保管されていないと、それは安全ではない。逆に、確実に保管されている線源でも必ずしも安全ではない。

(2) 安全が保たれた線源は、様々な事情によって安全でなくなりうるし、また安全でなくなった。歴史的に見ると、最もありふれたケースでは、線源の管理が不注意に放棄され、続いて、計画された悪意なしにその線源が誤用された。また他のケースでは、多くの線源が管理から外れているのが見出されており、それゆえ、全く安全ではなくなった。線源のセキュリティにおけるこれらの意図的でない不履行のため、あるいは身元不明線源が放射性物質と気づかずに見出されたために、比較的多数の放射線事故が起きた。これらの事故のいくつかについて、詳細な原因と結果が国際的に報告されている (IAEA, 1988 a, 1996 b, 1998 a, b, c, 2000 a, b, c, 2002 a, b)。

(3) 線源のセキュリティの不注意な不履行によるこれらのケースは、もし放射性物質が意図的に危害を加えるために使われたならば起こるかもしれないことを示している。最終的に放射性物質の悪用につながるかもしれない線源のセキュリティには、前もって計画された犯罪的な違反の可能性がある。このタイプのシナリオに基づいた放射線攻撃の一例は、公の場所において線源の放射性内容物を故意に散布することであるかもしれない。このような事象は、人々が放射線に被ばくしたり、特定の放射線防護対策を必要とするようなかなり大きな環境汚染を引き起こす可能性がある。2001年9月11日の事件以前に、放射性線源のセキュリティに関する情報は国際的に公表されていた (IAEA, 1998 c, 1999 a, 2001 c)。事件後、この問題が国際レベル (IAEA, 2003 c) で、また様々な国の組織 (例えば、HPS, 2004 ; NCRP, 2001) の両方によって、特に安全でない放射線源の悪用の可能性に関して再び取り上げられている。国際

的な「放射線源の安全とセキュリティに関する行動規範」が、「危険」な線源（IAEA, 2003 b）を明確に定義した範囲とともに最近制定された（IAEA, 2001 b, 2004 a）。もっと最近、その規範に関連する必要条件を履行するための「放射線源の輸出入に対するガイダンス」（IAEA, 2004 a）について国際的な同意に至った。委員会は、その規範の要件の厳守が放射性線源の必要な管理——放射性線源が適切に安全に保たれていることを確実にする前提条件——を強化することを期待している。

1.1.2 放射線に関連した悪意

(4) 放射線がなぜ悪意ある事象に関連して独特な関心事となるのかについては、多くの理由がある。マイナスの面では、放射線は謎めいた汚染源として認識されており、放射線緊急事態での過去の経験が、この認識に対処するのは難問であることを示している。放射線は目に見えず、匂いもなく、その影響は被ばく後何時間、何日、何週間、あるいは更に何年後でさえも現れるかもしれないので、一般に公衆は恐れを過大視する。放射線攻撃は放射線への恐れや、生じる結果に対する誤った理解のために、他の悪意ある事象よりも公衆構成員、公務員、及び他分野の専門家の中に心理的な問題を引き起こすことが多い。感知されたりリスクは、犯意のある行為によって引き起こされる不安や恐れに大きく寄与し、このような事象の健康上の影響を管理しなければならない人々には、更なる難問をつきつける余分な要因となる。初期段階でその状況を扱う人々は、もし適切に訓練されていないと、この人々にも放射線について多くの不安や恐れが生じ、このような緊急事態を扱う経験を恐らくほとんど持っていないので、放射線攻撃への対応には困難がある。

(5) 放射線攻撃後に恐らく残存しているような比較的低レベルの放射線被ばくが、しばしば大きな危険として誤って見られることがあり、これが不安や恐れを生む主な要因である。公衆の認識とは逆に、放射線は実際には弱い発がん物質である。低いレベルの被ばくで、放射線に起因する健康リスク、例えばがんが発展するリスク、は大変低いので、いかなる潜在的影響も疫学的な手法によって実際には検知できない。しかし、防護の目的のためには、バックグラウンドレベルを超える放射線被ばくであれば、低いレベルであっても、放射線被ばくが小さくても限定的な有害影響へのリスクに寄与するであろうとの広く行きわたった科学的意見があるので、放射線防護の専門家は、人々の不当な放射線被ばくを抑えるために、彼らが合理的にできることは何でもすべきである。残念ながら、公衆との適切なコミュニケーションがない放射線防護についての正当な努力は、人々に高いリスクを蒙りやすいことを暗示する誤解を生じさせ、不安や恐れに寄与する可能性がある。

(6) プラスの面では、生物学的攻撃あるいは化学攻撃と比較して、放射能汚染が生じている地域は、もし適切な放射線測定装置（ある種のアルファ線放出放射性核種による汚染は恐らく例外）が手に入るならば、容易に境界線で描くことができる。更に、放射線は、その発がん

を引き起こす可能性を含めて、毒性学や医学で最もよく研究されている作用物質の1つであり、したがって、放射線の健康影響に関する多くの情報源がある。これらの研究の結果として、従来の放射線緊急事態に対する信頼できる規準がすでに開発されており、それは放射線攻撃の事象に関連があり適用できる。更に、生物物質あるいは化学物質によって、あるいは単に大爆発の爆風によって生じるであろう即死者の数とは対照的に、放射線攻撃の後では死者数はかなり少ないことが一般に認められている。

1.2 この報告書の目標

(7) この報告書の主な目標は、放射線攻撃後の人々の健康を守るための放射線防護の勧告を提供することである。これらの勧告は、人々に放射線被ばくをさせたり、あるいは環境を汚染させて、不安や恐れを引き起こし、結果として混乱を生じさせることを目的とする、特定の放射線攻撃の考えられるシナリオに基づいている。この報告書は放射線源が攻撃者に取得された方法については扱わない。

(8) 委員会は、ある「攻撃」が放射線がからむ懸念のある状況の引き金であるかどうかに関係なく、このタイプの意図した事象又は意図しない事象のいずれも、後の影響は実際には非常に似ていることに注目している：すなわち、人々の予期しない放射線被ばくの可能性である。放射線がからむ状態を引き起こした意図はいろいろかもしれないが、その結果や必要な対応行動は本質的に同じである。しかしながら、事故から生じる緊急事態と放射線攻撃に関係した緊急事態では違いがある。その違いがこの報告書に記述されている。もし放射線攻撃が起きた場合、当局と放射線防護専門家は、放射線及び／あるいは放射性物質が予想していなかった場所または明らかに計画されていなかった場所にあるという状況に直面するであろう。たとえシナリオがどのようなものであろうとも、最終的な目標は、予想できない被ばく状況下で人々を防護し、そのインパクトを最小にし、素早くその状況を正常に回復させることであろう。このことを実現するには、その対応は必然的に次のようであればならない：

- 緊急時状況であることを同定し、その特徴を把握する；
- 影響を受けた人々に医療を提供する；
- 速やかに更なる被ばくを避けるよう試みる；
- その状況を制御できるようにする；
- 放射性物質の拡散を防ぐ；
- 公衆に正確で時宜を得た情報を与える；そして
- 正常に戻すプロセスを始める。

(9) これらの対応行動の効果的な実行を確実にするため、対応能力を整えておく必要があり、関連する国際的な要件やガイダンスが確立された (IAEA, 2002 c, 2003 b)。これらの能

力には、全てのタイプの緊急事態に対しての一般的な能力（例えば、継続的に利用できる緊急時連絡ポイント、指揮と管理、公衆情報伝達システム、初期の全ての危険の評価）や放射線緊急事態に対しての特殊な能力（例えば、放射線学的評価、モニタリング、及び防護能力）が含まれるであろう（IAEA, 1997 c ; 1999 b ; 2000 d）。これらの能力は事象シナリオに従って効果的に対処機能が発揮できるように、系統的かつ柔軟なやり方で適用される必要がある。

(10) この報告書の勧告は、放射線攻撃を含むある種のシナリオの直後に生じるかもしれない放射線被ばくに関連した健康リスクの科学的評価に主に基づいていることは注目すべきである。しかしながら、公衆の一部の構成員や時にはその政府代表者の中には、このような状況に起因する放射線リスクについて別の考え方を持っていることもある。このことは通常、対応に対する異なって理解されたニーズと、異なった防護レベルを生じる。望まれる防護レベルが、他の被ばく状況のレベルより高いこともある。例えば、典型的に自然放射線被ばくの高い地域に住むことに起因するリスクは、社会によって通常無視されるが、一方、環境中に残っている人工の放射性残渣による比較的小さい被ばくは、懸念と、時として不必要な防護対策へと駆り立てる。社会的・政治的な属性の現実は、一般に放射線防護には関係ないが、放射線攻撃に続く防護のレベルの最終決定に影響するであろう。

(11) それゆえ、この報告書は意思決定のための機械的な処方ではなく、主に放射線防護の科学的考察に基いた意思決定を支援する勧告を提供するものとして見るべきであることを委員会は強調する。それゆえ、この報告書中の諸勧告は、補足のガイダンスとインプットを、次のようなこと、すなわち：他の社会的関心；存在するかもしれない他の危険；他の事象から過去に学んだ教訓の考察；関係のある利害関係者の参加を含む、より広い意思決定のプロセスに対して提供する。放射線攻撃に対する計画立案のプロセスは、存在する諸条件を考慮し、また周囲の事情によって正当とされる防護措置を発動して、系統的であるが柔軟な対応へのアプローチにつながるべきである。

1.3 対象とする読者

(12) 委員会は、この報告書が責任当局、規制機関、及び緊急時対応に責任のある諮問機関——特に、地域、地方、国、そして国家間レベルで起こりうる放射線攻撃とその影響に対処する政府機関に役立つよう意図している。この報告書は、このような事象に対応してとられる防護措置を伴った適切な介入が基づくべき基本原則について、これらの機関にガイダンスを提供する。国によって様々な条件が適用される可能性があり、したがって委員会は、この報告書が放射線攻撃の事象における放射線防護に関する普遍的なテキストと見なされるべきではないことを強調したい。

(13) 委員会は、この報告書で議論されている様々なタイプの状況に関連して直面する問

題の1つが、科学者、意思決定者、メディア関係者、及び一般公衆の間での基本的な問題に関する共通の理解の欠如であると認識している。不幸にも、2001年9月11日の事件以来、多くの人々の反応が放射性物質に関連したセキュリティ上の関心事への理解にいくらかの混乱を引き起こした。例えば、放射線源 (radiation source) に対する放射性線源 (radioactive source*) 及び照射 (irradiation) に対する汚染 (contamination) といった基本的な概念が、線源の安全 (source safety) に対する線源のセキュリティ (source security) の関係と同様に、広く混同されている。

* (訳注) 密封又は非密封の放射性物質を内包した線源を指す。したがって、原子炉や加速器等は含まれない。

(14) 放射線防護で使用されている概念、量、及び単位もしばしば誤解されている。主に専門用語の不正確な使用によって引き起こされる情報伝達の混乱は、翻訳の難しさで増幅されることもあり、この問題についての公衆の不安を増す一因となっている。この報告書は、緊急時状況に関連した意思決定プロセスに関わる放射線防護の専門家以外の人々、例えばセキュリティの専門家や放射線以外の分野の専門家のような方に興味を持たれるかもしれないことと、本テーマについて広く行きわたっている誤解のため、この報告書には放射線緊急事態に関する委員会の専門用語や方針について読者の理解に役立つような情報を補足してある。関連する補足情報は「用語解説」に用意されている。

2. 状況の特徴付け

2.1 可能性のあるシナリオ

2.1.1 脅 威

(15) 放射線被ばくを引き起こす悪意のある意図に対するシナリオは、脅威という言葉で特徴付けられる。効果的に対応するためには、そのような事象を起こすかもしれない脅威のタイプを見分け、予測することが必要である。脅威を分類する方法論は、国際的には例えば、「核物質及び核施設の物理的防護に関する国際ハンドブック」(*International Handbook on the Physical Protection of Nuclear Materials and Facilities*, IAEA, 2002 e) で展開されているが、これは他の放射性物質、又は特に放射線源などよりも、核物質や核施設に特に関係している。しかし、これらの方法論は放射線攻撃にも大方適用可能であろう。より重要なのは、必要とされる対応においては、どのように線源が入手されたかよりも、放射性物質のタイプと量の方がより重大な影響を与えるという点である。この問題は、国際基準の中で解説された、より一般化された緊急時計画の分類大綱の中に反映されている (IAEA, 1997 b ; 2002 c, 2003 b)。

2.1.2 イニシエーター

(16) 放射線攻撃には多くのイニシエーターがありうるので、可能性のあるシナリオを全て特徴付けることは不可能であることを認識すべきである。いくつかの考えられるシナリオは付属書 A に記載されており、以下に要約する。

- 一番単純な設定は脅しの例である。すなわち、放射性物質を兵器として使用するという脅迫で、これは姿がなく、したがって実際の放射線のインパクトがないという点で全ての可能性のある他のシナリオとは異なる。
- 金銭的な利益があると気付かれた (例えば売却によって) ためか、あるいは悪意ある攻撃の起こりうる前触れとして、放射性物質が盗難に遭うかもしれない。
- 放射線攻撃について考えられるいくつかのシナリオは、放射性物質による密かな被ばく、すなわち放射性物質の散布に基づいており、その際、事象が起こったことを示す最初の兆候は、放射線症、熱傷、又はその他の症状を病院へ報告する人々であるかもしれない。環境測定に使われるような放射線モニタもまた密かな放射線攻撃の最初の兆候を示すものになりうるであろう。
- 放射線源はまた、特定の個人、標的グループ又は無差別の人々を、故意と悪意をもって照射

するのに使うことができる。

- 通常の放射性線源（医療や産業で一般的に使用されているような）を散布するための、従来型の爆発物を用いた爆発は、もう1つの考えられるシナリオである。これは、メディアによって「汚い爆弾」(dirty bomb) という名前と呼ばれているが、もっと正確には放射性物質散布装置 (radioactive dispersion device ; RDD) と呼ばれているようである。RDD は盗まれた線源から、又は本来の場所にある線源から作ることが可能である。更に、放射性物質の環境への散布は、もしその物質が分散性ならば線源容器を開封することによって、又は分散性となるように線源を処理することによって、爆薬なしで放射性物質を環境中に分散させることができる。
- 食品や上水道、他の特定の日用品あるいは特定の場所、又は環境を放射性物質で汚染させる計画的行為もありうる。
- 別のシナリオは、核分裂生成物及び／又は放射化生成物、そして放射性廃棄物を含む放射性物質の大量の在庫を保有する核施設における安全関連システムの妨害行為である。委員会は、運転中の核施設は以下の (i), (ii) 両方が適切に行われていると仮定している：すなわち、(i) 放射線攻撃が成功しないようにする厳しいセキュリティ対策；及び (ii) この問題についての以前の委員会勧告 (ICRP, 1993 b) に基づいた放射線緊急時の手配。
- 最後に、極端ではあるが可能なシナリオは、核物質、特に ^{235}U や ^{239}Pu のような特殊核分裂性物質の転用、「即製核爆発装置 (小型核爆弾)」(improvised nuclear device ; IND) として通常知られている粗製核兵器の開発、製造、及び使用である。

2.1.3 共通する特徴

(17) これまで記したように、可能性のあるシナリオはその規模、発生様式、及び可能性については広く変化するが、最終的な結果としてはかなり似ており、すなわち管理されていない公衆の放射線被ばく及び可能性のある放射性物質による環境汚染といった予想外の状況である。単一の事象を対応計画の作成の基礎として用いることはできないが、以下のような多くの共通する特徴を認めることができる。

- 前もって攻撃場所は恐らくわからないであろうから、計画の立案は特定したものになりえない。更に、放射線に加えて別の危険要因も存在するかもしれないので、そのような計画立案は他の緊急時対応計画に組み込まれるべきである。それゆえ、事象が起こる正確な場所や実際に存在する危険は前もってわからないであろうから、可能性のある緊急事態を扱う対応計画は幅広い適用性を持たせる必要がある。
- 攻撃場所周辺の隣接区域の汚染は立入制限を必要とすることがあるので、対応に困難を生じる。
- 極端なシナリオを除いて、放射線や放射性物質は即死といった結果を引き起こさないが、心

理的な認識が重大な危険の1つになるであろう。更に、長寿命放射性核種の存在は、長期被ばく状況を引き起こすであろう。

- 放射線の危険の早期検出、及び汚染の拡大を制御するための迅速な行動は、攻撃への対応の重要部分である。

2.2 特 徴

(18) 放射線事故のケースがそうであると同様に、放射線攻撃から生じる放射線緊急事態は通常不意に起こるであろう。人々を保護し、その区域を浄化し、正常に戻すための対応は、原則的にはどちらの状況に対しても同じであろう。しかし、規制された施設における緊急事態と比べて、放射線攻撃から生じるものにはいくつかの特徴がある。

2.2.1 場 所

(19) 放射線攻撃から起こる緊急事態は、放射線や放射性物質の存在が予想されず、また放射線防護対策に対応する備えが限られているような公共の場所で発生することが多いであろう。その区域は都市圏であることが最も多く、そこでは救急サービスが通常比較的十分でかつ集中している。しかし、これらの場所については、核施設での緊急事態で一般的に用いられる拡散条件は適用できないかもしれない。この意味で、計画と準備は、原子力事故に由来する放射線シナリオに通常関連するものとは違ってきそうである。

2.2.2 公衆の認識

(20) 放射線攻撃についての公衆の認識は、たとえ放射線のインパクトが客観的に似ていても、一部の放射線事故についての認識とは違っているであろう。放射線攻撃はより大きなリスクを引き起こすというのが一般公衆の感覚かもしれない。この感覚はさらに、実際の危険への通常の反応をはるかに超えた公衆の不安を引き起こすことがあり、公衆を安心させ、又は攻撃後の状況を有効に管理することがますます困難になるかもしれない。したがって、メディアや公衆に明瞭で正確な情報を与えることが必要であろうし、そうするための仕組みを計画段階で取り上げる必要がある。

2.2.3 ソースタームの特徴付け

(21) 放射性物質の特徴を推定する方法は、通常の放射線緊急事態対応計画と RDD や IND 事象で必要とされる対応計画で最も重要な違いの1つである。前者においては、線源のタイプ、施設、機材の在庫などは通常前もって知られているので、その状況に含まれる放射性物質について合理的な予測を行うことができる。放射線攻撃の場合や、特に化学攻撃や生物学的攻

撃に対しては、信頼できるソースタームの範囲は、程度の推定は可能であるが、ソースタームを特徴付ける初期対応段階において何らかの有用な情報が存在することは極めて少ないであろう。しかし、ソースタームの推定値は、計画立案プロセスの一部として確立されている定量化された作業規準の適用や事態に関係している放射性核種を精確に同定することに比べて、対応の管理についてあまり実的な関係がない。ソースタームを評価するための正確な情報は、緊急時対応を通じて行われる環境モニタリング、サンプリング、及び解析の結果を通じて、事象後しばらくしてからわかってゆくだけであろう (IAEA, 1999 b)。ソースタームの大きさに関する確実性の程度は、追加の測定能力が得られれば改善されるであろう。測定結果が蓄積されるのに従い、放射性物質がどの程度関係していたかの推定を通常とは逆方向で実施することにより、ソースタームの粗い推定は可能である。

2.2.4 隠された状況

(22) 隠された放射線状況が存在するとき、すなわち誰かがたまたま放射性物質を測定したり、放射線傷害のある人が現れたりするまで放射性物質の存在が明らかでないときは、より難しい状況が起こる。そのとき難問なのは、どこに放射性物質があるのか、どのくらいの量があったのか、誰か他に巻き込まれたか、どのようにして防護のための勧告を作成するか、を決めるため、検出からの逆方向への追跡である。緊急時対応の立案者にとって特に関心のあるシナリオは、通勤時間帯の地下鉄のような混雑した公共の場所で秘密裏に散布される化学物質、生物学的物質、あるいは放射性物質を用いた攻撃である。非常に短時間の間に、そして誰かがその状況に気が付くずっと前に、少量の物質が大都市全体に拡がることありうる。いかなる場所においても、放射性物質の量は有害な健康影響を起こすようなものではないであろうが、影響を受けた区域の拡がりや規模を把握するために行われる科学的犯罪捜査を試みるとき、公衆の不安とその反応の程度はかなりのものかもしれない。ある特定の事象への公衆の反応は十分に調査されたことはないが、過去における緊急事態への公衆の反応によれば、一般公衆はパニックにならないことを示しているようであり、また途方もなく大きなパニックの可能性は歴史上実証されていないようである。

2.2.5 公衆の感情

(23) いかなるタイプの事象や事故への対応においても、明確な特徴として認識されなければならない人間行動の重要な側面は、公衆は現場に殺到し、救助活動を試みるかあるいは補助するようであるということである。放射性物質の存在はこれらの最初の時期にはわからないようなので、汚染サーベイや処置等を早急に必要とする人々が大勢になるであろう。更に、適切な現場管理がなされないと、人々が事象の現場に出たり入ったりするので、汚染拡大の評価と管理は困難になるであろう。

2.2.6 事前警告

(24) 法執行機関，連邦政府機関，保安部隊及び救急サービスの多くは，様々なタイプの事象を処理するために情報活動計画と緊急時対応計画を持っているであろう。これらの計画は，爆弾の脅威，恐喝，飛行機のハイジャック，及び誘拐を含む幅広い範囲の事象に応えられようである。これらの計画は，最近の悪意ある行為に照らして検討及び更新されたようである。

(25) 高いレベルの脅威が存在するかもしれないケース，例えばスポーツ行事のような大きなイベント中，又は悪意ある行為によって特に攻撃を受けやすい地下鉄のような場所では，脅威のレベルにより放射性物質や装置の搬入可能性を見つける検知装置の設置が正当化されるかもしれない。検出装置のそのような大規模な配置には費用がかかり，負担になるであろうから，その必要性は明らかにリスクレベルと釣り合ったものでなければならない。多分，比較的费用のかからない別の選択肢は，放射線被ばくを直接読み取る電子装置を警備職員に携帯させることであるが，この方法は²³⁹Puのようなアルファ線放出体の検出には効果的ではなさそうである。

(26) 更に，高いレベルの放射線攻撃の脅威が特定の区域に存在するかもしれない事象に対応する場合，初期対応者が追加の予防措置をとれるようにするために，脅威の評価を伝達するための段階的システムが導入されることがある。例えば，明らかに普通の建物での火事という緊急事態がテロリストの攻撃によると疑われた場合は，消防士は故意に持ち込まれたと思われる放射性物質の存在を知るために現場をモニタする必要があるかもしれない。反対に，テロ攻撃の疑いがない場合（すなわち，脅威レベルが低いと評価された場合）は，消防士は通常現場をモニタしないであろう。脅威レベルを伝達するためのシステムには，国又は地域のレベルの，又は潜在的標的として同定され，したがってより高い脅威レベルにある特定の建物又は区域の，一般的なコード化システムを含むことがある。

2.2.7 犯罪捜査

(27) 通常の放射線事故と放射線攻撃とのもう1つの重要な違いは，放射線攻撃が起こった後には現地の警察が常に関与し，法医学的犯罪捜査を開始するためにその場所を事件現場として公表する必要があるかもしれないことである。もしもその事象が意図的な行為によるものであったと確認されたならば，緊急時対応と犯罪捜査は現地警察から地域及び国の法執行機関職員へと速やかに拡大されるであろう。残念ながら，犯罪捜査と証拠保存という目標は放射線防護の目標とはしばしば対立する。特に，ソースタームの推定を試み，防護措置の勧告を行うために正に必要な試料が，嚴重に管理されなければならない捜査証拠であると決定されるかもしれない。この可能性は2つの不運な結果をもたらさう：第1には，法執行機関職員が情報の公表を意思決定者に許可することにならざるを得ないであろうから，重要な防護措置の勧告

の作成プロセスをスローダウンさせるかもしれない；第2には、捜査証拠と考えられる情報を洩らしたり、進行中の捜査を妨げることは法執行機関職員は消極的になるので、公衆衛生上の情報と勧告の伝達との間で対立が生じることがある。

(28) それゆえ、極めて重要な事前計画の段階での問題点の1つは、重要なデータを効果的に利用できるようにするために、どのようにしたら様々な法執行組織や捜査グループが放射線防護グループと協力して作業できるかということである。また、勧告が作成できるように評価グループが重要な情報を確実に入手できるようにすることも必須である。他の明らかに重要な問題は——誰が情報を管理するのか、どのように情報は流れるのか、そして、どのように法の執行が放射線防護と連携するか——である。多くの国で用いられている緊急指令システム (incident command system ; ICS) (IAEA, 2003 b) のような統合緊急時対応組織は、全てのタイプの緊急事態への対応の迅速な統合、調整、及び拡張を提供できる。このシステムは共通用語、モジュール式の組織、統合された情報伝達、一体化された指揮体系、強化された緊急時計画、指定された緊急対応施設、及び総合的な資材管理に基づいている。法執行に関する問題はこのような枠組みのなかに統合されることが必要である。

2.2.8 課題

(29) 放射線攻撃による緊急事態は、歓迎されないか又は魅力のない代替案の間での二者択一の選択を求めることがあるので、対応する当局による困難な決定が必要となる一連の独特な課題を提起する。まだ実現していない脅威は、その脅威が決して現実にならないかもしれないし、一般公衆に知られることも全くないかもしれないので、極めて根本的なジレンマを引き起こす。当局は脅威に立ち向って処理する適切な努力をしていることを明示したいと望む一方で、他方では決して姿を現さない脅威と戦うために多大の資材を投じるのに多くの困難を経験することがあろう。

2.3 計画立案

(30) 緊急時準備プログラムの作成においては、地方及び国レベルで次のような基盤の諸要素を考慮することが国際的に求められている——権限；組織；組織の調整；計画と手順；後方支援と施設；研修訓練と練習；そして品質保証 (IAEA, 1997 b ; 2002 c, 2003 b)。他の多くの要素の中で、情報を入力し行動するための継続的に利用可能な連絡ポイントの指定、緊急事態管理組織 (緊急指令システム ICS のような)、技術情報管理のための準備、及び、公報のための準備が含まれる。より具体的には、放射性物質を含む攻撃に対する計画立案は、次のことを確実にする必要がある——初期対応者は訓練され、放射線の存在を同定するために適切な装置を持つこと；初期対応者である地元当局及びその他の者に助言するために、疑われる危険に

早急に対応するため放射線の専門家がすぐに利用できること；及び、様々なシナリオのもとで防護対策を取るための強固な作業規準があらかじめ策定されていること。攻撃が起きたという確かな兆候があった時は、そうでないことが証明されるまで、その攻撃が放射線、化学的あるいは生物学的な危険を含んでいるものと想定するのが慎重かもしれない。このことは、緊急時対応に対し、存在するあらゆる危険を同定する迅速な能力を併せ持った広範囲の警戒に基づく全危険アプローチの採用を決定づける。このアプローチは、起こりうる事象やそれに付随するであろう放射線関連の不安や恐怖の可能性について主観的な評価を行う必要性を考慮しなければならない。

2.3.1 「全危険」計画の立案

(31) 現在の国際的なガイダンスは、放射線緊急時計画が通常の緊急事態に対する手配や諸資材に巧みに一体化された全危険計画の立案の必要性を強調している。放射線攻撃の性質は全危険計画立案の概念に新しい局面を与えている。どのようなタイプの毒性化合物（核、化学、又は生物学的な）あるいは兵器（古典的あるいは核）が使われるか、前もって判断することは非常に難しい。このことは、多重攻撃と化学物質、生物学的物質、及び放射性物質が同時に存在する可能性によって更に複雑化する。また異なる場所での多重同時攻撃は1国の対応能力に更に負担をかけるであろう。更に、考慮すべき独特な特徴は、放射線攻撃への自殺的行為のアプローチがあるかもしれないという可能性である。それでも、ICS（緊急指令システム）モデルは、有効な協調的対応の組織化に適用することができる。

2.3.2 災害管理

(32) 放射線攻撃による緊急事態に対する計画の立案と不慮の災害一般の管理とは、類似の懸念を有している。災害は通常民間防衛活動によって処理され、これらの活動はある範囲内の緊急事態を処理するために有用な枠組みを提供することができる。しかし、広範囲の環境のどこかで発生するといったランダムな行動への計画を立案する難しさから、放射線攻撃の影響の処理は規制されている施設での事故における放射線緊急事態とはいくつかの点で異なっている。放射線攻撃が発生する場所の地元当局は、とりわけ放射線緊急事態を処理する緊急時対応計画を持っていないかもしれないし、あるいはそのような緊急事態を取り扱った経験を持たないであろう。更に、放射線検出装置や、対応職員と公衆を防護するのに必要な他の諸資材をすぐに入手できないであろう。そのような事象に対して少なくとも基本的な対応能力を作る必要がある。

2.3.3 医学的準備

(33) 放射線攻撃に対する医学的準備は、化学物質あるいは生物学的物質を含む他の攻撃

で対応に必要とされる準備と多くの点で似ている。付属書Bの第1節に、起こりうる様々な放射線攻撃の脅威への緊急時医療計画立案に関する多くの問題が記述されている。委員会は、放射線攻撃への対応の準備を行う医療関係者を支援するための特別の指針を策定するつもりである。

(34) もし放射線攻撃の脅威があっても、その状況は化学攻撃あるいは生物学的攻撃に対して用意される先行の準備と異なるわけではない。地方当局による計画立案と準備に依るが、もし事象が実際に起こったら準備できるように、どのタイプの脅威があったかについて医療施設は通知を受けるであろう。

(35) たとえ患者を長期に治療できなくても、現地の医療サービス職員が過剰被ばくした患者を見分けられれば、それは重要な改善となるであろう。過剰被ばくする事態においては、それらの患者はその地域ではなく専門の地方のセンターにおいて治療することが可能かもしれない。実際、専門の熱傷や血液ユニットを持つ医療センターは、放射線の過剰被ばく症例を扱うのに通常かなり整った設備を備えている。遠隔の有事に限定して対応するための地方あるいは国の放射線医療センターを設立するために、乏しい資材を配分することは正当化されないであろう。汚染の拡大を減らすために無菌作業で通常行われるようなものと基本的には違わない簡単な予防措置を取るならば、汚染の危険によって患者の治療が妨げられる必然性はない。

(36) 治療計画に影響を与える特徴の1つは、放射線の影響を受けている可能性のある人々の数が明らかでないことである。放射線攻撃はいかなる場所でも起こりうるので、比較的小規模の総合治療施設を含む救急医療サービス及び救急病院での治療計画を国の指針の一部にすべきである (IAEA, 2004 c)。過剰被ばく及び/又は汚染された可能性がある被害者の応急処置を扱うために必要な基本的措置についての、利用者にわかりやすい参照用ガイドを、国中の医療職員が持つように、その指針によって保証すべきである。

2.3.4 心理学的問題

(37) 心理的インパクトは難題をもたらしやすいので、放射線攻撃への対応を計画する際、この問題に対処する必要がある。放射線攻撃の後には、症状がある人もない人も、放射線被ばくや汚染についての評価、介護とガイダンスを求めて、医療提供者のオフィス、クリニック、及び病院に殺到するであろう。十分に組織化されかつ効率的な医療対応は、希望と信頼を浸透させ、不安を軽減し、かつ基本的なコミュニティー機能の継続を支えるであろう。医療提供者もまた恐怖や心配にとらわれやすいかもしれないので、彼らはあらかじめ適切な訓練を受けておく必要がある。明確な情報伝達の確保と事前情報の入手は、放射線攻撃の結果をうまく処理するための準備を上手に行うために重要な要素である。事前計画の作成ではまた、心的外傷後ストレスや事象後数十年間にわたって発生するかもしれない懸念について対処する必要性も認識すべきである。

(38) コミュニティー全体のメンタルヘルス上の必要性に対応するためには、準備に多くの課題が生じる。専用の区域、職員の配置、連絡のための登録、及び、強化された一次医療（プライマリーケア）後の経過観察の努力に加えて、説明できない症状のある人々に対する治療介入には、医学的に説明のつかない症状への自己管理アプローチに関する小冊子、ファクトシート、及び参考文献などを含めるべきである。説明のつかない症状のある人々の医療のために心理的障壁を克服するよう協力できる現地の支援者を利用することは、「世話してくれる人が誰もいない」といった人々の思いを緩和するのを助け、これらの人々のニーズに対処する臨床医への圧力を軽減する1つの方法を提供する。

2.3.5 訓練

(39) 緊急時対応訓練から学ぶべき重要な教訓は、ソースタームの大きさの想定が異なると初期のモニタリング結果と評価活動が大きく変わることである。したがって、放射線攻撃に対する訓練では、実際の事象で直面するであろう様々な困難について意思決定者が十分に理解しないことがよくある。シナリオが想定されているので、放射線評価チームは、実際に起こることとはほとんど対応しないような推測的な勧告を迅速に作成することができる。現実でありそうなことは、爆発があった、放射線検出器が警報を出している、風がある特定の方向に吹いている、といったことだけが既知の情報であり、政府職員や取材記者はそれでも、住民は避難すべきか、どのくらい離れたところに移動すべきか、といった質問に即答を求めるであろう。実際、初期情報の欠落は、防護対策についての勧告の程度にかなりのインパクトを与えるであろう。信頼を維持し、混乱を軽減するためには、鍵となる観察可能なパラメータや規準をきっかけとする「標準的」な対応戦略を確立し、政治的な意思決定者を含め全職員を訓練し、計画を効率的かつ効果的に実行し、それから、周囲の事情のより良い評価が得られるにしたがって戦略の詳細を調整することが適切と考えられる。上記のような制限はあるが、放射線攻撃について起こりそうなシナリオに基づく訓練を行い、政治的な意思決定者が参加し、細かな問題を十分にカバーすることを確実にするために特定の対応機能に限定した演習を実施すべきであると委員会は勧告する。

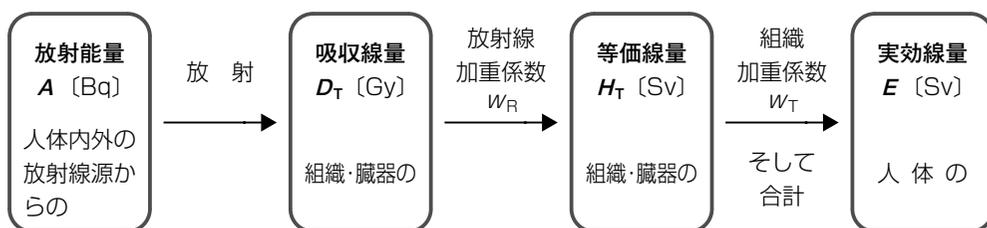
2.4 被ばく

2.4.1 定量化

(40) 放射線攻撃が起こると放射性物質の散布が引き起こされる可能性がある。「放射能」は放射線を放出する現象を記述するのに用いられる用語であり、放射線を放出する線源の放射エネルギーという形で定量化される。放射エネルギーは「ベクレル」(Bq) と呼ばれる単位で評価される量である [過去に一そして現在も一依然として「キュリー」(Ci) が広く使われているが]。1ベ

クレルは放射エネルギーの極めて小さい量である（反対に、1 Ci は 3.7×10^{10} Bq に相当するので、かなり大きな放射エネルギーを表す）。公衆の個々の構成員と彼らの援助にやってくる救助隊員は、放射性物質から放出される放射線に被ばくすることがある。放射性物質散布装置（RDD）から放出されると予想される放射線のタイプには以下のものが含まれる——高い線エネルギー付与（LET）を持つが、組織透過性は低い（それゆえに、放出体が体内に取り込まれた場合のみ問題となる）アルファ粒子；皮膚のような比較的薄い組織を透過するベータ粒子；そして、基本的に全身を透過するガンマ線である。即製核爆発装置（IND）の場合には、中性子もまた放射線場に寄与するであろう。

(41) 放射線被ばくが体外から（外部被ばく）、又は放射性物質の取込み（吸入、経口摂取、又は傷あるいは皮膚を通じての取込み）（内部被ばく）であるかにかかわらず、被ばく量に応じて様々な健康影響が起こりうる。放射線被ばくの量は、影響を被った人の受ける線量として測定される。関係する量は「吸収線量」と呼ばれ、「グレイ」(Gy) と呼ばれる単位（過去においては単位「ラド」が用いられた）で評価される。しかし、放射線のタイプが異なれば傷害を誘発する有効性は異なる。更に、臓器・組織が異なれば放射線被ばくに対する感受性も異なる。したがって、吸収線量は、これらの違いを考慮して重み付けを行わなければならない。それぞれの加重係数は「放射線加重係数」 w_R 、及び「組織加重係数」 w_T と呼ばれ、これらの値は委員会によって勧告されている（ICRP, 1991 a）。吸収線量に異なる放射線のタイプの有効性と異なる臓器・組織の放射線感受性の重み付けをした量をそれぞれ「等価線量」及び「実効線量」と呼び、「シーベルト」(Sv)（過去には単位「レム」が用いられた）と呼ばれる単位で測定される。等価線量は組織・臓器の線量を表すのに用いられ、実効線量は全身の影響を評価するために用いられる。以下のスキームは、関連する諸量の関係を視覚的に示す。すなわち、放射エネルギー A ；ある組織における吸収線量 D_T ；放射線加重係数 w_R で吸収線量に重み付けをしたその組織における等価線量 H_T ；そして最後に、組織加重係数 w_T で等価線量に重み付けし、全ての組織を合計して得られた実効線量 E である。



(42) しかし、等価線量と実効線量は、「通常の」放射線防護目的、すなわち低い確率での晩発性健康影響（確率の影響）を誘発するに過ぎない比較的低い線量をもたらす状況に対してのみ用いることができることに注意すべきである。正式には、等価線量も実効線量も、重篤で

早期の病理的影響を生じうる高線量の放射線被ばくの定量化に使われるべきではない。更に、高 LET の特性をもつ放射線（アルファ線のような）に対しては、放射線傷害のタイプ、照射された臓器、及び照射の時間に応じて生物効果比（RBE）が変化するので、個別に考慮する必要があるだろう。

(43) さらに困難は、放射線検出器が等価線量や実効線量のような人体に関係する線量評価量を測定できないことである。これらの線量評価量は「実用量」と呼ばれる外部被ばくを直接測定できる量から推定できるだけである。実用量は国際放射線単位測定委員会（ICRU）によって勧告されている。実用量は、委員会により *Publication 60*（ICRP, 1991 a, 138 項）で紹介され、法令遵守をチェックするための国際基準の中で採用された（IAEA, 1996 a）。放射線防護目的のための放射線場の測定においては特に重要な 4 つの実用量がある。これらは：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 $H_p(d)$ ；表層部個人線量当量 $H_s(d)$ である。これらはある 1 点における線量当量の概念に基づいており、等価線量の概念ではなく、放射線防護用測定器の校正の目的に使われる。

(44) 上記のような難しさがあるので、単純化と読み易さのため、本報告書では等価線量と実効線量のみを低レベルと高レベルの両方における被ばく線量の定量化に用いる。同じ理由で、本報告書では 1 シーベルトの千分の 1（ $1 \text{ mSv} = 1 \text{ rem}$ の $100/1000$ 又は 100 ミリレム）の「ミリシーベルト」（mSv）と呼ばれるシーベルトの約数を、これらの量の単位として用いる。これらの量を見わたすためには、低バックグラウンド放射線地域に 1 年間住んでいる人々が、自然放射線の被ばくからやむを得ず受ける実効線量のレベルは約 1 mSv （自然バックグラウンド放射線からの世界平均の実効線量は 2.4 mSv/年 、また高バックグラウンドレベルは通常は約 10 mSv/年 ；世界中の 2, 3 の地域では、バックグラウンドレベルは 100 mSv/年 よりももっと高くなりうる）であることに注意すべきである。

2.4.2 経路

(45) 起こりうる放射線被ばくの規模は、攻撃の特定のタイプと性質、放射性物質の総量と含まれる種々の放射性核種、環境中にまき散らされる放射性物質のエネルギー、周囲の環境の性質、及び放射性核種の散布と移行のメカニズムなどの要因によって大いに変わりうる。ほとんどの場合において、考えるべき被ばく経路の組合せは限られている。防護活動の計画立案に当たっては、ありうる被ばく経路を同定し、それらの相対的な重要性を評価することが重要である。これらの側面は、対応計画、作業規準、「標準的な」対応戦略、及び防護措置の詳細な履行に当たって考慮に入れなければならない。被ばくすると思われる臓器・組織、及び、受けると予想される線量に加えて、特に被ばくが起りそうな経路を考慮して、放射線被ばくを避けるか軽減するために、種々の防護措置を履行する必要があるだろう。

(46) 放射線攻撃に直接巻き込まれる人々には、影響を受ける地域の公衆構成員とこの事

象に対応する救助者も含まれるであろう。これらの人々に放射線被ばくをもたらす次の2つの主なメカニズムがある——外部被ばく、これは体外の線源（皮膚に付着した放射性物質を含む）から放射線を受ける。それに内部被ばく、これは吸入、経口摂取、正常の皮膚及び傷を通しての吸収、あるいは組織中に入った放射性か放射性物質で汚染された破片によって、放射線を受ける。各個人の総リスクは内部被ばくと外部被ばくの影響の合計になる。

(47) 外部被ばくの経路には次のようなものが含まれる。

- 線源あるいは施設から直接に；
- 皮膚や衣類の汚染；
- 放出された放射性物質のプルーム；
- 環境、建物、車両などの残留汚染；
- 汚染した消費材やその他の日用品。

(48) 内部被ばくの経路としては次のようなものが含まれる。

- プルーム中の放射性核種の吸入；
- 再浮遊した放射性核種の吸入；
- 汚染物質の直接の不注意な摂取；
- 汚染した食物や水の摂取；
- 皮膚や傷からの吸収；
- 体内に入り込んだ放射性のあるいは放射性物質で汚染された破片（「ホットパーティクル」を含む）。

(49) 事象の最終結果は、影響を受けた環境の固有の特性によっても影響を受けるであろう。例えば、外部放射線量は、都会（Kelly, 2002）と田園の環境の違い、種々の表面への沈着のタイプと量、及び被ばく集団の生活習慣で大きく変動しうる。環境条件の季節変動もまた放射性核種の沈着が生じた地域の産物の汚染レベルに影響しうる。

2.5 初期対応

(50) 放射線攻撃への初期対応は事を起こした事象に依存するであろう。例えば、爆発か、あるいは極端な場合、即製核爆発装置（IND）であるかなどである。最初の対応に続いて、展開される多くの対応段階と、次のような特定の防護措置を含むいろいろなタイプの介入が存在するであろう——公衆の立入制限；屋内退避、避難；予防薬の投与；人々、土地、及び所有物の除染；移住；水、食物及びそれ以外の一般消費材の管理；家畜や動物の防護；廃棄物の処理と管理；立入制限の改善；個人財産、土地、及び建物の解放；緊急でない作業者の再立入り；そして住居への再居住。これらの防護活動のいくつかを第5章で詳細に論じる。

2.5.1 爆発への対応

(51) 想定されるシナリオの多くは、いくつかのタイプの爆発を初期事象とするものであり、開始がはっきりしているため、実際には対応が比較的容易である。多くの国々では、ある種の放射線検出機能を搭載した車両をもつ消防士のような初期対応者が配備されている。これらの初期対応者は、通例、放射線以外の別のタイプの爆発や危険物の関与の可能性がある状況への対応と同じように、すなわちアクセス制限のために境界線を設置し、救命処置を行い、状況の制御を目指す通常の対応を取るであろう。ほとんどのタイプの状況において、爆発への対応のために消防隊が設置する典型的な離隔距離は、放射性物質が含まれている場合においても十分である。放射線サーベイの結果が得られる場合には、必要に応じて境界線を調整することができる。

2.5.2 即製核爆発装置 (IND) への対応

(52) 前に述べたように、即製核爆発装置 (IND) は核爆発を起こす転用された特殊核物質に由来する核兵器である。IND は、設計の精巧さに応じて、広い範囲の核爆発力を持つ。非常に単純な装置ではそれ自体をバラバラに吹き飛ばし、非常に小さな爆発と出力を与え、むしろ臨界事故に似ている。核爆発力を促進するような設計のものであるならば、核出力は広島、長崎の原爆に匹敵するほど強くすることが可能である。そのような IND によって達成される核出力は、かなりの距離でも急性の致死作用をもたらすような超高温、強力な衝撃波、及び即発放射線を生じさせる。核出力が達成されない場合は、その結果は兵器級核分裂物質を用いた放射性物質散布装置 (RDD) に似たものになるであろう。

(53) このような広い範囲の核出力と、それによる公衆への潜在的なインパクトがあることで、委員会は IND の放射線学的な結果を具体的に扱わなかった。しかし委員会は、可能性として広い領域に放射性物質のプルーム (フォールアウト) がまき散らされて汚染するかもしれないが、爆風による影響が最も重大な側面になりうることを強調したい。規模はより大きいかもしれないが、そのような事象に対する放射線学的な対応における基本的な考えは、他の放射線攻撃に対するものと変わりはない；すなわち、管理境界の設置、汚染レベルの制限、人々の処置、及び集団の残りの人々の防護措置の必要性である。

2.6 対応の段階

(54) 放射線攻撃を含む緊急事態への対応は、一般に3つのはっきり区分けされた段階、すなわち、救助、回復及び復旧の段階で行われる (ある緊急時計画立案者によっては、これらの対応段階を表現するのに「初期」、「中期」、及び「長期」という用語を使用している)。これらの特徴を以下に簡単に述べる。推奨される防護活動と指針は次の諸章で扱う。

2.6.1 救助と初期活動

(55) 救助段階では、異常事象後すぐ起こる影響は無秩序状態であることを認識しなければならず、また救急サービスの最初の努力は現場を統制下に持っていくことに集中しなければならない。これによって救援活動は整然と行われるようになるであろう。優先する行動は救命と負傷者の避難で、これは危険かつ高リスクの条件下で行なわれることがある。この段階における主導機関は、救助作業をやり遂げるために最高の装備と経験を持ち、他の緊急サービスに支援される地元の消防隊であろう。しかし、法執行機関のような他の機関もまた居合わせるであろうし、管理体制の中に組み込まれる必要がある。

2.6.2 回復

(56) 回復段階では、現場を安定化し、当面の危険の完全除去か又は低リスクレベルへの軽減を確実にするように力を注ぐ。この段階中に、地方自治体と国の職員は犯罪現場の調査を開始し、証拠や犯罪捜査の目的に必要なかもしれない関連資料を全て入手するであろう。また、この段階中は、現場の管理は回復担当職員と法執行職員との間で分担することになるであろう。この段階で、移住、食物、及び水の管理についての最初の決定が行われるかもしれない。

2.6.3 復旧

(57) 復旧段階においては、その場所の通常活動への緩やかな復旧が行われ、救助と回復段階を管理した緊急時管理組織は、復旧目標と残存する危険を合意レベルまで除去するために用いられるプロセスを決定する責任を持つ当局に現場の管理を引き渡すであろう。

2.7 関連付け

(58) 被ばく経路、防護活動、及び対応段階の間の関連は、特定の放射線攻撃に固有の事情に依存して変化する。表 2.1 は定量的というより定性的な性格のものであるが、いろいろな対応段階に予測されるいくつかの起こりうるシナリオと関連付けをするための試みがなされている。表に見られるように、種々の対応段階と行われる防護活動との間にはオーバーラップがあるであろう。

表 2.1 悪意のある攻撃後の緊急段階、被ばく経路、防護活動 ★ 攻撃

	救助段階	回復段階	復旧段階
被ばく経路			
線源／破片／施設からの直接的な被ばく	★		
沈着した汚染物質からの外部被ばく	★		
汚染した皮膚／衣類からの外部被ばく	★		
ブルーム（内部被ばく／外部被ばく）	★		
再浮遊物質の吸入	★		
汚染物質の不注意な経口摂取	★		
汚染食物／水の経口摂取	★		
活 動			
避 難	★		
屋内退避	★		
一般公衆の立入制限	★		
予防薬の投与	★		
人々の除染	★		
土地，所有物の除染	★		
移 住	★		
食物管理	★		
水管理	★		
家畜類，動物の防護	★		
廃棄物の管理	★		
立入制限の改善	★		
個人の所有物の解放	★		
土地，建物の解放	★		
緊急作業でない作業集団の再立入り	★		
家への帰還	★		

3. 放射線被ばくによって生じうる健康影響

3.1 生物学的健康影響

(59) 放射線被ばくの後、結果として生じるあらゆる生物学的健康影響は、一般に身体の組織・臓器における細胞損傷の誘発に起因するであろう。放射線により誘発された細胞成分に対する様々なタイプの損傷の中で最も重要なのは、細胞機能のあらゆる側面を遺伝学的に制御している DNA の損傷である。この放射線誘発 DNA 損傷の大部分は、細胞のシステムによって修復することができる。正確に修復された損傷は細胞に対して何の影響も生じないであろうが、修復されなかったか又は誤って修復された損傷は、細胞死や細胞の再生障害を引き起こし、又は細胞が生存できたとしても遺伝的に修飾された（変異した）細胞を生じるかもしれない。

3.1.1 確定的影響

(60) 臓器又は組織の多くの細胞が死滅するか又はひどい損傷を受けた場合には、臨床的に検出可能な傷害及び組織・臓器の機能低下又は消失が生じるであろう。このタイプの影響は委員会により「確定的影響」と名付けられている。もし放射線量が十分な細胞の死滅や機能不全を引き起こすレベル（しきい値）以上であれば、これらの影響は個体の組織傷害として観察される。線量しきい値以上では、組織再生能力の損傷を含むこれらの影響の重篤度は線量とともに増加する。

(61) ガンマ線やベータ線のような低 LET 放射線の 2000~3000 mSv 以下の急性の等価線量では、ほとんどの組織が臨床的に重大な確定的影響を示すことはない。数か月や数年もの間にわたる放射線量でも、およそ 500 mSv 以下の年等価線量ではほとんどの組織に重大な影響は現れそうにない。しかしながら、生殖腺、眼の水晶体、及び骨髄は、やや高い感受性を示す。全身被ばく後、臨床の目的から考慮すべき最も重要な組織は、皮膚、骨髄、胃腸管、リンパ組織、及び肺である。他の組織は、特定の放射性核種による体内汚染を伴う事情の下では関係があるかもしれない。

(62) 組織の構造と放射線感受性の違いは、放射線影響の臨床症状すなわち症候群に反映される。付属書 B.2（本文第 6 章も参照）には、主に全身被ばくを含む放射線攻撃により生じる放射線影響の直後の医学的経過予測や治療に関係する情報を提示している。これには、急性放射線症候群の前駆段階；急性全身被ばくの線量に依存した急性放射線症候群の初期における

リンパ球数の変化；急性放射線症候群の潜伏期段階；全身被ばくに続く急性放射線症候群の重要段階の所見；程度に応じた急性放射線症候群の主な治療法；及び、受けた線量に依存する皮膚傷害の臨床的徴候の発症時期が含まれる。

3.1.2 確率的影響

(63) がんや遺伝性疾患は、放射線被ばくを生き延びた単一の変異細胞から生じると信じられている。これらの影響は、委員会により「確率的影響」と名付けられている。放射線に関連する過剰の確率的影響があるかどうかを明らかにするためには、被ばくした人々と被ばくしていない人々の大きなグループについての疫学的研究が一般に必要なのである。これらの疫学的研究により、委員会が放射線発がんのリスク推定値を得ることが可能になったが、放射線誘発の遺伝性影響のリスクが低いいため、疫学的研究から直接的な情報は得られなかった。遺伝性影響のリスクについての判断は、特にマウスを用いた動物実験によって導かれている。放射線防護の目的には、線量の増加はがん又は遺伝性影響を受ける確率の増加を生じうるであろうと考えられている。がんに対して委員会は、低線量において単位線量当たりの名目致死確率 5×10^{-5} / mSv という確率係数を用いている。重篤な遺伝性影響に対しては、最初の1世代又は2世代に対する名目確率係数は、被ばく集団に対する致死がんのリスクの約10%である (ICRP, 1991 a ; UNSCEAR, 2001)。

3.1.3 出生前被ばくの影響

(64) 「出生前（あるいは妊娠中の）被ばくの影響」は、胚及び胎児に対する放射線の確定的影響と確率的影響を表現するのに使用される用語である。胚と胎児の発達に含まれる複雑で特別なプロセスのために、それらは区別して論じられる。放射線被ばくの影響は、被ばくが起こった時の発達段階に依存する。胚が死亡する可能性が高い放射線感受性をもつために、受胎後の最初の2週間における重大な出生前被ばくは、死亡以外の結果をもたらすことはあまりないであろう。

(65) 主要な器官形成期（受胎後約3～8週）の間、被ばく時において発達過程にある臓器に奇形が生じるかもしれない。これらの影響は、100 mSv の範囲内のしきい値のある確定的影響である。妊娠期間全体を通して、放射線被ばくは胚／胎児に確率的影響をもたらす可能性があり、それは生涯にわたる発がんの確率の増加として現れるであろう。委員会は、そのようながん誘発のリスクは幼児期早期における被ばくによるものとほとんど同じ、すなわち平均的集団被ばくの2,3倍以下と考えている。

(66) 子宮内被ばくの子供に知能指数 (IQ) の低下が予想されており、これは、委員会が線量に比例すると見なしている、線量の増加に伴うIQの分布の全体的な下方シフトと一致する。約0.025 IQポイント/mSvの係数は、受胎後8週から15週の期間の胎児に対する線量に

関連する。胎児への約 300 mSv 以上の放射線被ばくにより、重篤な精神遅滞が起こりうる。1 Sv の線量では、受胎後 8 週から 15 週の間被ばくした胎児の約 40% に、出生後、生涯の間に重篤な精神遅滞が生じるであろう。受胎後 16 週から 25 週の期間では、この影響は大幅に減少するであろう (ICRP, 2003)。

(67) *Publication 82* (ICRP, 1999) において、委員会は、放射性物質散布装置 RDD を用いたほとんどの放射線攻撃で予期されるような、年線量が約 100 mSv より十分に低い長期被ばく状況では、出生前の被ばくについて特別なレベルの防護は必要ないはずであると述べている。このことはとりわけ：(i) 子宮内照射の結果として、その出生生児に白血病を含む過剰の幼児がんが起こる確率は非常に低く、(ii) 胎児に対するこれらの線量率では、臓器の奇形又は神経系の影響はない、ためである。

3.1.4 妊婦と子供に関する他の問題点

(68) 被ばくした人々あるいは汚染地域から来た人々への忌避が予想できる。種々の心理学的側面はこの報告書で以下に扱うが、特に妊婦と子供に影響を及ぼしうる。妊婦と小さな子供をもつ女性の不安は放射線攻撃後に増幅されるであろう。妊婦は、起こるかもしれないかあるいは懸念される新生児の奇形を避けるために中絶しようとするかもしれない、家族のカウンセリングが必要かもしれない。委員会は *Publication 84* (ICRP, 2000) において、妊娠中の放射線被ばくについて少し詳しく扱った。およそ 100 mSv 以下の線量に対しては妊娠中絶は推奨されない；それ以上では医学的なカウンセリングが勧められる。

(69) 放射線攻撃の場合、子供の健康についての両親の不安は、子供が被ばくしたか否かにかかわらず高いことを想定すべきである。子供の精神的苦痛、恐怖、及び心配についての両親による報告は、実際には、両親の恐怖とその恐怖の子供への伝達を反映しているのかもしれない。両親の精神的苦痛のレベルが高いことから、子供の精神的健康状態を判断するために、子供及び青年期の若者を直接評価することは重要である。移住及び新しい生徒の教育システムへの転入も問題点となりうる。教育システムへの健康教育の拡張、両親と教師による教育プログラム、及び保健室の先生によるトレーニングは、地域社会の不安を軽減することができる。

3.1.5 即製核爆発装置 (IND) に関する特別の考察

(70) IND の事象後の健康影響は、健康上の結果に関する限り、いくつかの特別な特徴を示す。極端な爆風や熱の影響は治療の問題を著しく拡大し、資材をそれが役立つ場所に配置するためのトリアーゼが必要となる。爆発地点のごく近傍では、健康の問題に対処するための大部分あるいは全てのインフラ能力が失われる可能性によって、必要なものが更に手に入らない状態になるであろう。攻撃を生き延びた人々にとっては、ガンマ線と汚染に加えて、核分裂中性子の存在を考慮しなければならない。核分裂中性子は、ガンマ線よりもより大きな生物

表 3.1 放射線によって誘発される健康影響についての要約

予期される放射線量	影 響	結 果
極低線量：約 10 mSv 以下 (実効線量)	急性影響なし 非常にわずかながんリスクの増加	大きな被ばく集団でさえ、がん罹患率の増加は見られない
低線量：約 100 mSv 程度 まで (実効線量)	急性影響なし その後、1% 未満のがんリスク増加	被ばく集団が大きい場合 (恐らく約 10 万人以上)、がん罹患率の増加が見られる可能性がある
中線量：約 1000 mSv 程度 まで (急性全身線量)	吐き気、嘔吐もありうる、軽い 骨髄抑制 その後、約 10% のがんリスク増加	被ばくした集団が数百人以上の場合、がん罹患率の増加が恐らく見られる
高線量：約 1000 mSv 以上 (急性全身線量)	吐き気が確実；骨髄症候群が起 こりうる；約 4000 mSv を超え る急性全身線量では、医学的治 療を行わないと致死リスクが高 い かなりのがんリスクの増加	がん罹患率の増加が見られる

学的効果をもつことが長い間認識されてきた。*Publication 60* において、委員会は入射中性子エネルギーに基づくがんのリスクに対するエネルギー依存の放射線加重係数の使用を勧告した (ICRP, 1991 a)。

3.1.6 生物学的健康影響の概要

(71) 表 3.1 に、全身照射による人の被ばくの予期される健康影響について単純化された要約を示す。1000 mSv を超える身体の部分照射からの健康影響は、専門家のアドバイスを含むケースバイケースの評価が必要であろう。

3.2 心理学的健康影響

(72) どのようなタイプのテロリストの攻撃も、半信半疑と恐怖を生むであろう。放射線攻撃に起因する放射線被ばくの可能性は、身体的外傷に伴うストレスに、強制移住、安全に関わる不確かさ、家庭、仕事、友人、ペットの喪失及びその他の要因に関連したストレスを加えるであろう。放射線攻撃に特有の、取り組まなければならない基本的な疑問には以下のものが含まれる——私と私の家族は安全なのか？ 私は被ばくしたのか？ どのくらいの量の放射線を受けたか？ 私はまだ汚染しているのか？ それは私や私の家族等にどのように影響するだろうか？ 次には何が起こるだろうか？ 急性及び遅発性の心理学的影響及び行動的影響は、

忌避を含めて、少なくとも放射線に関係する生物学的傷害や疾病と同等に、重要でかつ困難な課題となりそうである。放射線被ばくとがんの可能性にまつわる恐怖と先入観は、恐らく数十年間高いままであろう。これは何らかの疾病を誤って被ばくのせいにする事にもつながるかもしれない。明瞭で、理解しやすく、また共感を伴ったコミュニケーションが、事象の直後にも、また、事象後の長期間にわたり繰り返される一貫したものとして必要である。

(73) 放射線は、公衆には十分に理解されない、目に見えず、匂いもない脅威を与える。放射線は過去のスリーマイルアイランド、チェルノブイリ及びゴイアニアにおける事故に対する公衆の反応で示されたように、過去において公衆の過度の不安の原因であった (IAEA, 1988, 1991 a, b, c, d)。ある事象の後で、誰が外部被ばく及び／又は内部汚染の影響を受けたかを定めるためには、公衆はヘルスケアサービスや科学者に頼らなければならない。放射線被ばくの影響は、原因となる被ばくの数年後に現れることもあり、また将来世代に影響を及ぼすこともあるので、被ばくした人々や被ばくした可能性があると予測された人々は、傷つきやすさ、不安及び制御不能の感覚を経験するかもしれない。心理的影響を示す被災者は、精神的苦痛を受ける者；行動の変化を表わす者；及び、精神病を発病するかもしれない者の3群に特徴付けることができる。心理学な問題についての更に多くの情報は付属書Cに提供する。

3.2.1 精神的苦痛

(74) 自己防護の強化と、精神的苦痛の軽減のため及び個人とその家族を守るために使える情報を提供することは、重要である。悪意ある事象とは関係のない人生の負の側面に立ち向かうことを試みる人々は、同じように悩まされていない者とくらべて、一般に心理学的な苦痛と精神的疾患をより受けやすい。攻撃あるいはトラウマとなる事象の後に起こる抑うつ状態は、引き続き精神的疾患と傷害のリスクを増大させる。結局は、適切な医学的対策と自己防護方法に関する情報を普及させることの心理学的価値が大きくなるであろう。

3.2.2 放射線に起因するがん及び他の健康影響に対する恐怖

(75) 放射線攻撃に続いて、放射線に起因するがんや他の健康影響についての恐怖と先入観が重大な心理的影響となり、何年にもわたって強く残りうる。誠実に対応し、何がわかっていないのかについて知らせることが重要である。ヘルスケアサービスの提供者は放射線の健康影響に関する基本を理解し、それらをわかりやすい方法でいつでも人々に説明できる訓練を受けるべきである。健康影響についての不確かさは認識されるべきであり、公衆に知らせる際に軽視すべきでない (第7章参照)。透明なやり方で、利用可能な全ての情報を提供することが非常に重要である。これらの措置は、疾病の原因の見誤りを避ける助けとなるはずである。

4. 対応者の防護

(76) 放射線攻撃に続く初期放射線防護の問題の1つは、初期対応要員を防護することである。これらは警察官、消防士、救急医療隊員、他のサポートサービス及び介入サービス要員であろう。彼らは、存在する実際の危険についてほとんど知識を持たずに、彼らの義務を遂行しなければならないかもしれず、また全危険アプローチを使って、生物学的危険、化学的危険、及び放射線の危険が存在しているかもしれないことを仮定する必要があるかもしれない。したがって、ある事象に対応する初期対応要員や救助隊の放射線防護のための方法並びに規準をもつ必要がある (IAEA, 1997 c; 2002 d)。IAEAのこれらの勧告は放射線の危険と防護を扱っているが、初期対応要員は他の潜在的危険の結果として追加の防護を必要とするかもしれないことに留意すべきである。

(77) ほとんどの状況で線量は、恐らく外部被ばく、火災あるいは爆発によるブルーム中での吸入摂取、あるいは不注意な経口摂取によるものである。ほとんどの場合、初期対応要員の最初の放射線防護は、他のタイプの有害物質に関わる緊急事態に対応する時にも同様に適用されるいくつかの基本的な予防策を採ることによってモニタリングなしで遂行することができる。これらは、近くの不審な対象物への接近を制限することと時間を制限すること、不注意な経口摂取を避けること、呼吸器防護を使用すること、及び煙の範囲外に留まることを含む。もし放射線の危険が疑われるなら、可能な限り、考えうる被ばく経路と防護手段を考慮して、事前に定められた規準に基づきあらかじめレベルをセットした警報付き線量計を初期対応要員に提供するよう準備すべきである。初期対応要員は、起こりうる放射線緊急事態を認識する方法、とるべき最初の行動、及び、適時に放射線評価サポートを得る方法について、基礎的なガイダンスを受けべきであり、いくつかの基本的な放射線モニタリング装備を提供されるべきである。

(78) 専門の緊急時作業者は恐らく初期対応要員の後に放射線攻撃の現場に到着するであろう。これらの作業員の中には、存在する放射性危険物の特徴付けを始めることができ、現場の緊急時対応者にガイダンスと助言を提供できる放射線防護専門家が含められるべきである。したがって、彼らの放射線量の評価と管理は、通常、より詳細な計画に従う義務がある。

(79) 初期対応要員と専門の緊急時作業員の両者は、作業員がどんな職種であるかよりも、その状況に適合した職業被ばくの指針に従うべきである。国際的な職業上の放射線防護基準では、作業員自身よりもむしろ作業場所で分類されている。

4.1 職業上の防護のアプローチ

(80) 委員会は、*Publication 60* と *75* で、緊急時における職業被ばくの制限に関する一般的な勧告を行った (ICRP, 1991 a, 1997 a)。対応者として事故後の介入に関わる作業者の防護のための、より詳細で特定された勧告は *Publication 63* でなされている (ICRP, 1991 b)。委員会は、特定の状況は異なるけれども、これらの勧告が放射線攻撃に対応する作業者に一般的に適用できると信じている。

(81) *Publication 60* (ICRP, 1991 a) には、重大な事故においてさえも、緊急時チームの被ばくは作業管理によって制限することができると記されている。受ける線量は通常の状況よりも高くなりやすいので、委員会は、これらの線量は通常の線量とは分けて扱われるべきであり、また緊急時チームの重大な被ばくを伴う緊急事態はまれであるので、通常の状況に対するコントロールを幾分緩和することは、長期にわたって防護レベルを下げずに行うことができると勧告した。これらの規準は初期対応だけに適用すべきものであり、緊急事態がいったん制御されたならば、実施される復旧作業は通常の職業被ばくの一部として扱われるべきである。

(82) *Publication 60* (ICRP, 1991 a) に続いて、国際的な職業上の防護要件が国際労働機関 (ILO) と共同提案された BSS (IAEA, 1996 a) によって確立された。BSS は、警察官、消防士、医療関係者、避難車両の運転手及び乗務員のような支援者を含む、防護行動を行う作業者に対する特定の要件を規定している。

(83) *Publication 75* (ICRP, 1997 a) で委員会は、それぞれ独自の防護手段と規準をもった緊急時状況における3つのカテゴリーの作業条件を勧告したが、これらのカテゴリー間にはっきりした線を引くのは難しいかもしれないことを注意した。放射線攻撃の影響で起こると思われる状況を考慮すると、委員会は今、このケースでは次の2つのカテゴリーだけの作業条件を決めることがより適切であろうと信じる：(i) 初期対応要員が引き受ける、即座でかつ緊急の行動；(ii) 回復と復旧の業務に従事する作業者によってその後に着手される行動。

(84) 委員会はまた、妊娠している可能性のある又は授乳している女性作業者のための、特別な防護手段を勧告した。これらの勧告に続いて BSS は、妊娠を申告した女性作業者の雇用主は、胚や胎児が公衆の構成員に要求されているのと同じ範囲の防護レベルを与えられることが保証されるように、職業被ばくに関する作業条件を採用しなければならないと求めている。これらの国際的な要件と放射線攻撃後の初期対応策を取る救助者の線量評価にまつわる避けられない不確かさがあることを考慮して、委員会は、妊娠している可能性のある又は授乳している女性作業者が人命救助あるいは他の緊急行動を取ることを許すのは軽率であると信じる。

4.1.1 職業上の線量の指針

(85) 放射線攻撃が起きた際の委員会の職業線量指針は次のように要約できる：

- 人命救助を含めた救命活動を行う初期対応要員については、他者への便益が救助者自身のリスクを明確に上回る場合、そしてこの場合にのみ、線量制限は原則として勧告されない。別のやり方として、重篤な傷害あるいは破局的状態への進行防止を含む救助作業に対して——重篤な確定的健康影響を避けるために実効線量を 1000 mSv 未満に保つか、又は他の確定的健康影響を避けるために 1 年間の最大線量限度の 10 倍未満に実効線量を保つことによって——健康への確定的影響を避けるためにあらゆる努力がなされるべきである。後者の判断規準は、攻撃の直後における正確な被ばく条件の決定はたぶん困難であるため、また、関係する対応者が放射線攻撃に対応するのに通常必要なレベルの訓練あるいは経験を持たない可能性があるため、確定的影響を避ける上で誤差のゆとりを見込んでいる。
- 多くの人々を傷害や高線量の被ばくから守るために、その他即時で緊急の救助活動を行う初期対応要員に対しては、1 年間の最大線量限度の 2 倍未満に線量を保つあらゆる合理的な努力がなされるべきである。
- 回復作業に従事する作業者が行う活動に対しては、受ける線量は通常の職業被ばくの一部として扱われるべきであり、通常の職業線量限度が適用される；すなわち、5 年間の平均で 20 mSv/年（5 年で 100 mSv）の実効線量限度、また更なる規定として、いかなる 1 年間でも実効線量は 50 mSv、水晶体に対しては年等価線量限度 150 mSv、皮膚は年等価線量限度 500 mSv（皮膚の最も高く照射された部位の 1 cm² 当たりの平均線量）、及び手足に対し年等価線量限度 500 mSv を超えないこと、である。
- 初期対応策にまつわる避けられない不確かさと、妊娠している可能性のある又は授乳中の女性作業者のために勧告された特定の防護対策を考慮し、委員会は、これらの状態にある女性作業者は放射線攻撃の場所で人命救助あるいは他の緊急時活動を行う初期対応要員として従事すべきでないと強く主張する。
- 線量が 1 年の線量限度を超えるかもしれない行動をする救助者は志願者であるべきであり、また放射線攻撃の影響を処理するために十分な準備がなされるべきである。すなわち、彼らは明確にかつわかりやすく前もって関連する健康リスクについて知らされているべきであり、そして可能な限り、個人の防護装備、遮蔽手段、及びヨウ素剤予防投与（もし根拠があるなら）のような防護対策の適用を含む、必要となるような措置について訓練を受けるべきである。しかしながら、委員会は、放射線攻撃の正確な性質を予想するには不確かさが大きいので、これを達成するのは難しいと認識している。

(86) 放射線攻撃に対する対応者の職業被ばくについての線量ガイダンスの値が表 4.1 にまとめられている。

表 4.1 職業被ばくのためのガイダンス

緊急作業の種類		線量ガイダンス値
救助作業*	人命救助、重篤な傷害の防止、又は破局的状態への進行防止活動	原則として、他者への便益が救助者自身のリスクを明確に上回る場合、そしてこの場合にのみ、線量制限は勧告しない。別のやり方として、健康への確定的影響を避けるためにあらゆる努力がなされるべきである（すなわち、1000 mSv 未満の実効線量は重篤な確定的健康影響を回避するはずであり、また以下に示すように、1年間の最大線量限度の10倍未満は他の確定的健康影響を回避するはずである）。
	多くの人々を傷害や高線量の被ばくから守るための、その他即時で緊急の活動	<ul style="list-style-type: none"> 線量を1年間の最大限度の2倍未満に保つように、あらゆる合理的な努力をすべきである（以下参照）。
回復及び復旧作業を含む、その他の作業		<p>通常の職業線量限度が適用される。すなわち</p> <ul style="list-style-type: none"> 5年間の平均で20 mSv/年（5年で100 mSv）の実効線量限度。更に、いかなる1年においても以下の規定が加わる： 実効線量は50 mSvを超えるべきでない、また 等価線量は以下を超えるべきでない <ul style="list-style-type: none"> 眼の水晶体に対し150 mSv 皮膚に対し500 mSv（皮膚の最も高く照射された部位の1 cm²当たりの平均線量）、 手足に対し500 mSv

* 通常の職業被ばく限度を超える線量につながるかもしれない条件下では、作業者は志願者であるべきであり、また放射線の危険を扱う際に、情報を得た上での決断をするように指導を受けるべきである。妊娠している可能性のある又は授乳中の女性作業者はこれらの作業に参加すべきではない。

4.2 職業上の防護技術

4.2.1 野外での被ばく管理

(87) 放射線攻撃後における職業上のガイダンス値の適用には多くの困難が伴う。想定されるシナリオでは、線量率は短い距離でもかなり変動することがあり、経験豊富な放射線専門家は間近にいそうもなく、また通常、線量レベルは事象後のかなり後まではっきりしないであろう。したがって、初期対応者は事象の間、外部放射線による個人の被ばくを評価する方法をもつ必要がある。それゆえ、初期対応要員は、（上に述べた線量ガイダンスから誘導される）ある線量率又は全積算外部線量に到達したときを示す警報付検出装置を支給されるべきである。このような装置は非透過性の放射線あるいは有害なレベルの大気浮遊性放射性物質を検出しないので、初期対応要員は訓練の際、その制限を知っている必要がある。

(88) それゆえ、委員会は表 4.1 のガイダンスレベルに対応する適切な警報付積算線量計が

対応者に提供されるべきであると勧告する。例えば、救出区域への入域／退域の両方を考慮して、また可能性のある吸入摂取と不注意な経口摂取の危険を考慮して（IAEA, 1997 c；2000 d）、線量が100 mSv、500 mSv、及び1000 mSvのレベルに近づいたときには初期対応要員に警報レベルを警告すべきである。線量計の警報レベルは対応の間中見直し、適切などときには下げるべきである。

(89) 放射性物質散布装置 RDD の爆発に続いて生じる、ごく直近での放射線場は、高い放射性の破片の存在により非常に不均一であるかもしれない——その結果、放射線のホットスポットをもたらす。野外での被ばくを管理する人々は、もし様々な「時間」を初期対応要員への線量管理に使用するのであれば、その可能性について気づいている必要がある。

4.2.2 防護衣

(90) 皮膚は、高レベルの比較的非透過性のベータ線による熱傷の可能性を減少させるため、及び、放射性物質が皮膚から、また不注意に口あるいは鼻を通して体内へ侵入する可能性を防ぐために、保護されるべきである。衣服の選択は、火、熱、あるいは化学物質のような、差し迫った危険の原因によって影響されるであろう。これらの他の危険に対する防護は、一般に放射性物質からの防護ともなるであろう。医療関係者に対しては、通常の防護服と手袋が汚染の侵入に対して個人的な防護を提供するかもしれない。使い捨ての手術着、高密度ポリエチレンあるいは他の織り目の細かいカバーオール、及びフードがもし手に入るならば使用すべきである。患者の処置による医療スタッフの二次汚染は大きな懸念の原因とはならないはずである。しかしながら、汚染の不必要な拡がりを防ぎ、除染の必要を減少させるために、従来型の防護服を使用することが賢明である。

4.2.3 呼吸器の防護

(91) いくつかの国は、呼吸保護具の使用を扱った特定のガイダンスを定めている（USACHPPM, 2003）。ほとんどの状況において、化学物質あるいは生物学的物質に対し対応者を防護するためにデザインされている呼吸保護具は、放射線攻撃の際、ある程度の呼吸器防護が可能なようである。化学的あるいは生物学的汚染源物質の存在についての懸念は、呼吸保護具の選択に影響するであろう。もし適切に使用されるなら、簡単な顔面マスクは粒子の吸入に対してかなりよい防護を与え、呼吸数が増える作業に対しても十分な空気交換を与えるであろう。もし手に入るなら、高性能粒子フィルタ付のマスクが更によりよい防護を与える。呼吸保護具を選ぶときには、より大きな危険をいつも考慮しなければならない。

5. 公衆の防護

(92) 放射線攻撃の後に公衆の構成員を防護する活動は、第2章に示すように、事象に対応する段階にしたがって多くの行動に分けられることがある。これらの行動は、それが直ちに必要となるか、緊急行動の後に急を要するのか、サーベイと線量評価の結果に基づいてもっとゆっくり行われるか、あるいは回復と復旧の段階の後期の場面の間に行われるかによって、グループ分けされる。委員会の基本原則である介入の正当化と防護行動の最適化は、ケースバイケースで考慮されなければならない。委員会は最適化原則の適用に関する勧告をすでに出しており（IAEA, 1986；ICRP, 1973, 1983, 1989）、このテーマについての新しい刊行物を作成中である。

5.1 救助段階（即時行動）

5.1.1 立入りと汚染拡大の管理

(93) 放射線攻撃によって影響を受けた地域への立入管理は、その発生に自動的に続くべきであり、被災した集団の屋内退避又は避難を助言するあらゆる決定より先行することさえあるかもしれない。立入りの管理は、そうしなければその地域に不必要に立ち入る人々の被ばくを避け、更にその地域からの汚染拡大の低減という便益を持ち、また応急の作業とその後の除染や回復作業への妨害を最小限にする。

(94) 立入管理の手はずには、各種の危険に対してあらかじめ決められた距離あるいはある施設の適切な防護措置ゾーンの境界に内側隔離ゾーン（安全区域）の設置が含まれるべきである。外側隔離ゾーン（安全確保領域）は、しばしば内側のゾーンをすぐ近くに包むように設置されるであろう。これはいくつかの目標に合致する。すなわち——これは、公衆の構成員が防護活動の必要なゾーンに、あるいは過度に危険にさらされるゾーンに不注意に入ることが確実にできないようにし；避難後の所有地への便乗略奪を防ぐのに役立つ、緊急時対応要員が公衆や報道関係者に邪魔されずに仕事をするのを可能にし、また証拠に干渉したり改変したりすることを避けるよう犯罪現場の管理を確立する。この手はずは、隔離ゾーンへの許可を得た職員の迅速な立入りを確保するメカニズムを含むべきである（例えば、救急医療隊員、放射線評価担当者、犯罪現場捜査官、その他）。内側隔離エリアは、人々や車両への汚染拡大を制限し、モニタリング、除染、又は捜査をするため地域に入る職員の安全を管理する主要な管理境界であろう。外側隔離エリアは、公衆や報道関係者が内側隔離エリアで行われている個人モニ

タリングや服装の着替えといった安全上の予防策を妨げないことを保証する。内側隔離エリアと外側隔離エリアの既定のサイズは、初期対応策には妥当であるが、防護措置の決定と並行して、これらは拡大されるべきか縮小されるべきか決めるための実際の測定によって確認されるべきである。

(95) 広いエリアの立入りの管理に伴う困難は、主に、人々が家に帰りたがっているかもしれないときに、長期にわたるこの防護措置の履行に続いて立入制限を強制することである。立入管理は短期的方策としてだけ必要であるかもしれないが、長期の立入制限は、そのエリア内のインフラの荒廃を含むかなりのインパクトを引き起こし、そして、これらの決定は、後述する移住の一部として考えられるべきである。この防護措置に対して線量の介入レベルを示すことはできないが、介入の正当化と防護の最適化、実際上の諸問題、移住、除染等の改善方策その他の長期防護措置についての決定を考慮する、可能な限り事前の計画に基づくべき実行上の規準は必要である。事象の直近のエリアとより広範に影響を受けるエリアの立入管理に対しては、別の考慮を必要とするであろう。

(96) 放射能汚染の拡大は、多くの起こりうる放射線攻撃のシナリオに伴う重要な問題かもしれない。この汚染拡大は、消火活動による水の流出、燃えている残骸からの煙、又は管理が確立される前に汚染地域を通過する車両又は職員を介して起こることがある。ある状況においては、火災の消火はそのまま燃焼させておくよりも危険かもしれない（例えば、ガソリントラックローリーの火災又は水と反応する化学物質を巻き込む火災）。この決定は困難で、その場に特有の条件と可能性のある火災への暴露についての慎重な評価を必要とするであろう。通常の消防と危険物対応の原則は一般に広く行われており、その実施の結果は事後の緩和につながるであろう。

5.1.2 外傷がある人の当座の処置

(97) 電離放射線の高い被ばくを伴う悪意ある事象に対する迅速な対応は、関係する個人の医学的管理を含み、起こった事象のタイプ、すなわちその個人が外部線源に被ばくしたのか、放射性物質により汚染したのかに大きく依存する。全ての被災者は、放射線傷害が考慮される前に、外傷に対して医学的に安定化されるべきである。それに続き、事象の性質によって、外部放射線被ばくと放射性汚染について評価されるべきである。評価は、症状の詳細が明らかに一方の経路を除外しない限り、両方の経路に対してなされるべきである。最初の医学的配慮として以下を提案する——早期のトリージと安定化；早急な汚染衣服の除去；皮膚と傷の放射性物質の除染；及び病歴の検討と健康診断。

(98) 放射線攻撃の結果における医学的対応の鍵となる原則には以下のことが含まれる：

- 遅れて起こる傷害によって特徴付けられる外部又は内部の放射線リスクよりも、通常の外科的・内科的緊急事態が優先する。

- 外部汚染は、不注意による経口摂取を防止し、皮膚の重篤な被ばくを軽減し、また環境における放射性物質の二次的拡散、救助者の汚染、及び被害者や病院職員へのその後の汚染を避けるため、ごく早期に適正に処理する必要がある。もし外部汚染を管理する時間又は機器がなければ、重症でない被害者に対し全身の所定手順による脱衣とシャワーを、利用できるあらゆる資材を用いて実施しなければならない。
- もし初期対応要員が適切に訓練されていなければ、外部汚染と放射性物質の摂取を避けるやり方について、現場で助言を与えなければならない。
- 医学的治療を放射線防護面で支援するため、資格のある医療職員と放射線防護の専門家を、できるだけ早い機会に指定された病院に送らなければならない。これは、多数の被害者が関わり、いくつかの病院が潜在的に汚染しあるいは多量に被ばくした被害者を受け入れる場合に特に重要である。
- できれば、指定された病院は、職員が汚染した被害者を扱う訓練を受けており、緊急放射線対応区域を設定できる病院であるべきである。
- 場合によっては、救急医療施設を事故現場の付近に設営するほうがよりよい場合もある。しかし、緊急の医学的ケアが必要とされる時には、これは通常時間がかかり、効果的な医学的対策として現実的でない。その代わりに、患者を指定病院へ搬送する前に、トリアージと評価のための区域の設定が有用でありうる。
- 潜在的に被ばくした多数の人々がいる場合、スクリーニングのための特別な一時的施設が必要なことがあり、この場合、公衆はどこに行くべきか教えられ、職員と補給品がその場所に送付される必要がある。
- 全ての放射性廃棄物は早期にそれぞれのレベル（事象の現場、避難、病院の部門、集中治療室、放射線科、手術室、その他）で適正に処理されなければならない。全ての廃棄物は、証拠の可能性のあるものとして扱われなければならないが、廃棄物保管は、その評価による潜在的利益よりもより大きな放射線上的問題を起こすことがあるので、廃棄物は証拠としての意義について評価すべきである。保管する必要のない廃棄物は、適切に処分されるべきである。（この報告書の5.4.2「放射性廃棄物の管理」を参照。）

5.1.3 トリアージの線量評価

(99) 種々のレベルの放射線に被ばくした人を、以下に示すような区別されたグループに迅速にトリアージすることが重要である：

- 高い外部被ばくの結果、生存の可能性が低く、苦痛緩和治療を要するグループ；
- 外部被ばくの結果、急性放射線症候群を発症する可能性が高く、入院が必要なグループ；
- 数百 mSv を超える線量を受けたが、特別な医学的ケアを要しないグループ；
- 皮膚の汚染があるグループ；

- 内部汚染のあるグループ；
- 有意な線量を受けていないグループ。

ほとんどのシナリオで、受けた線量が最初の2つのレベルに達することはありそうにない。しかし、それでもその可能性を除外するため、スクリーニングは必要である（Gusevら、2000）。

(100) 高い外部被ばくに対する迅速な放射線トリアージは、吐き気、嘔吐、及び下痢の症状を観察することで最も容易に遂行できる。その他の傷害の合併症の可能性や化学物質あるいは生物学的物質の存在にもよるが、嘔吐が最も有用な指標であることが多い。

- 事象からおおよそ1時間以内に放射線誘発嘔吐を発症した被ばく者は、広範かつ長期の医学的介入が必要で、多くの場合、最終的には致死的な結果になると予想される。
- もし嘔吐までの時間がおおよそ1~4時間であれば、これらの人々は、入院が必要である可能性が高く、早急な医学的評価（特に一連の完全な血球検査）が指示されるべきである。
- もし嘔吐までの時間がおおよそ4時間以上であれば、これらの人々は、もし傷害の合併がなければ、遅滞きの評価（おおよそ24~72時間）が指示されるべきである。これらの人々は1000 mSvまでの線量を受けたかもしれず、わずかな骨髄機能低下とがんリスクの増加があるかもしれない。しかし、これらの人々は特別な入院を必要としない。
- 嘔吐のない人々には、即座の又は緊急のフェーズでは医学的経過観察は必要ないが、緊急性の少ない医学的評価は指示されるかもしれない。

(101) ストレス反応は吐き気及び嘔吐を引き起こしうることに注意すべきである。しかし、これらの症状を上記の時間軸で示す人はいずれも、更なる医学的評価によってこの可能性が除外されるまで被ばくしたと仮定すべきである。その後数日の末梢血血球検査、特にリンパ球数で、上記の決定を確認することができる。

5.1.4 心理学的トリアージと処置

(102) 心理学的援助の必要性は難しい問題である。これは、精神的な外傷を残すような衝撃的出来事にさらされた後の最初の数時間、数日、及び数週間に予測し提供すべきである。心理学的応急処置の最も重要な要素は、良い医療を提供し、症状が持続するならば再評価を勧め、大部分の人に時とともに起こる予期される過程について教育することである。スクリーニングされた人々の中には、被ばくしていなかったにもかかわらず、急性放射線症と一致する徴候と症状を示す者もいるであろう。医学的に説明できない身体症状を示す人々を診る医師は、彼らの関心の詳細を注意深く評価し記録して、経過観察の手配をすべきである。これらの人々は、非難され、そのようにレッテルを貼られているように感じているかもしれない。彼らの健康上の心配は、深刻に受け止められたと彼らが確信できるような方法で取り扱われるべきである。被害を受けた人々のもう一方の端には、有意な被ばくは受けなかったが、自分の状態と将来の予

後に強い不安を示す多くの個人がいるかもしれない。最後に、対処することが必要な家族やペットなどに対する心配がある。精神科医を含むメンタルヘルスの専門家を、最初のスクリーニングとトリアージを行う事前訓練を受けたチームの必要不可欠な一部とするべきである。

5.1.5 呼吸器の防護

(103) 空気中に放射性物質の存在が疑われたら、もし屋外にいるなら鼻と口をハンカチ（あるいは他の細かく織られたもの）で覆い、退避するため屋内に入るよう助言されるべきである。鼻と口を覆うハンカチは摂取を減らすのに有効である。一度屋内退避したら、呼吸器の保護を続ける必要はないはずである。ハンカチやその他の物は、当局が更なる指示を出すまで、普通のビニール袋に保管すべきである。それらの物にトラップされた放射性粒子は、放射性物質の摂取の指標となりうる。

5.2 救助段階（緊急活動）

5.2.1 人の除染

(104) 放射性物質は人の体表面又は体内に沈着することがある。皮膚や傷の汚染は、被害を受けた人々又は医療職員にとって即座に生命の危険となることは決してない。したがって、通常の外傷性傷害の治療が最優先である。医学的に安定化させた後に、初めて被害者を除染すべきである。グループの避難は、個人の除染処置のために遅れさせるべきではない。もしある種の化学物質が存在した場合には、その現場で即座に人々を除染する必要があるかもしれない、これは放射能汚染を処理するよりも優先することに注意すべきである。

(105) 人の除染の防護措置に対する一般的な介入レベルはないが、事象後に最もひどく汚染された区域にいた個人に注意を向けるのが常識である。もし極端に高いレベルの皮膚汚染が起こったら、医学的及び保健物理学的監督の下で特定の除染剤を用いなければならないこともある。即時の処置や避難が保証されない状況では、救急医療要員が事象の現場で人々を除染する機会があるかもしれない。これはいつも起こるとは限らないので、除染の手順は全ての医療施設の作業計画と手順の一部であるべきである。

(106) 概して、体表面の放射能汚染は、汚染された衣服を脱ぐことによってかなり減らすことができる。大部分の残りの汚染は露出した皮膚や毛髪の表面にあり、それは石鹸、温水や浴用タオルで効果的に除去できることがある。皮膚をごしごしこすることは、不必要に皮膚を損傷し、放射性物質の取込みを助長するので勧められない。衣服は後で調べるためポリ袋に保管し、その時に洗うか捨てるかを助言することができる。

(107) 傷の特徴は放射性物質の吸収と除染に影響する。擦過傷は皮膚という防壁を断ち、吸収の可能性は増すが、容易に汚染物質に接触できるので通常除染しやすい。裂傷は、汚染し

た組織を洗浄することができ、必要ならば切除できるので、やはり除染しやすい。刺傷は、汚染物質への到達が不十分で、深さと汚染の程度を決めるのが難しいので、除染が困難である。過去には一般の水ジェット流が使用され成功を取めてきた。傷からの汚染物質の吸収は、その溶解性、酸性／アルカリ性、組織の反応性、及び粒子径に影響される。例えば、汚染物質がより溶解しやすいとその吸収率はより高くなる。

(108) もし放射線攻撃が爆発物を使用したものなら、例えばRDDの爆発後、爆風に近い人々は放射線の破片を伴った傷を負っているかもしれない。多くの場合、破片を取り除く通常の手当でその放射線の危険に対処するには十分であろう。破片に直接触れないで（例えばピンセットを使って）、それを遮蔽又は隔離された容器に保管するといった単純な注意が、効果的かつ短期的解決をもたらしうるが、放射線防護の専門家に相談することが必要である。

5.2.2 屋内退避

(109) 人々を避難させる可能性の高い潜在的爆風区域を除けば、(どこにいようと)屋内に留まるか屋内に入るべきであるという当局の勧告は、通常「屋内退避」と呼ばれる対策で、被ばくの可能性をかなり低めるだろう。実際の被ばく低減の程度は、屋内退避に使用できる建物のタイプと構造に依存する。例えば、回避線量は10倍にも増加でき、またもし地下室を含めればそれ以上になりうる。もし窓とドアが閉められ、あらゆる換気システムを切れば、建物内への粒子の侵入は最小となり、それに続いて起こる放射性核種の吸入と皮膚汚染からの線量もまた減らすことができる。放射性プルームが通り過ぎたことが確認された後は、建物に入ったかもしれないあらゆる放射線核種の濃度を希釈することによって、線量を減らすために窓を開け、換気システムを動かすことが推奨されるかもしれない。しかしこれは、フィルタ又は換気システム上に存在しているかもしれない物質を、そうでなければ影響を受けなかった建物内へ拡散させるという危険が多少ある。車両の移動に伴う再浮遊のような他の複雑な因子も考慮されなければならない。

(110) 屋内退避は、利用できる建物のタイプと、その事象の場所とタイプから見た建物の位置に依存するが、事象の初期には非常に効果的な防護措置であるかもしれない。しかし、屋内退避を助言される人々との迅速で効果的な連絡手段を持つ必要がある。一般的に、公共のラジオとテレビにより情報を提供する緊急管理上の優先手配があるであろう。もし個人が各自の家に居り、またもし比較的短時間(すなわち数時間)の屋内退避の勧告であれば、その不利益は少ない。重要な社会活動が中断され経済的損失があるような場合を除けば、短期間で局所的な屋内退避に必要な努力は少なく済むだろう。より長期間の屋内退避は社会的経済的な問題を生じ、不安を増加させる。家族の構成員が別々の場所、すなわち家、職場、及び学校にいるときに勧告がなされると、屋内退避にも問題が生じる。

(111) 長期的には、事象から生じた放射性プルームが通り過ぎた後でも、放射性核種の地

表沈着からの外部線量を回避するため屋内退避が続けられる。(建物の) 構造のタイプによって、回避線量係数は、少なくとも数倍から数十倍になるかもしれないと期待される。短時間屋外で必要な活動をすることは、多くの状況において、非常に高い被ばくにはならないであろうと人々に勧告することで不安は和げられるかもしれないが、もっと長い期間については、屋内退避は通常の生活を妨げ、苦痛を呼び起こすであろう。計画段階で前もって介入レベルを正当化し最適化する場合、このような短時間の屋内退避をするという戦略の有利な点と不利な点を評価すべきである。

(112) 屋内退避の実行を正当化し、その条件を最適化する分析には、個人と社会に課せられた損害(例えば、産業、通商、及び農業の損失)と、介入の履行に責任を持つ人々(例えば、警察官)が受ける線量についての考察を含むべきである。正当化と最適化の分析において、被ばく集団全体に加えて、その集団の中の特定のグループを別個に考察することが適当であるかもしれない。このようなグループはかなり明確に定められ、都会と郊外の集団、妊娠女性、幼児、病人や身体障害者、及び屋外労働者を含むであろうが、屋内退避の費用、回避線量に対する各々の可能性、及びその他の要素に著しい違いを示すであろう。

(113) 委員会は、一般的な根拠から、屋内退避が可能であると考えられる時間の間に 50 mSv の回避実効線量が達成されるとすれば、屋内退避はほとんどいつも正当化されるであろうと推定している(ICRP, 1991 b)。特定の緊急状態と集団のサブグループが考慮される場合、最適化レベルはもっと低いであろうが、しかし係数 10 を超えることはないであろう。短期間の屋内退避はこのように低リスクの対策なので、最も低いレベルの線量を回避するためにより履行されやすい。線量の影響と、それによる必要な措置の十分な評価がなされる場合、屋内退避は被ばくを低減する。BSS は、屋内退避が約 2 日間で 10 mSv 以上回避できなければ、便益には疑問があると報告している。委員会は、放射線攻撃の事象において、これは屋内退避活動を計画するための適切な値であると考える。

(114) 集団を屋内退避させる決定がなされるときは、家に帰ることができる公衆の構成員は、あらゆる外部汚染に対する簡単な予防措置としてシャワーを浴び衣服を着替えるよう助言されるべきである。服は通常のビニール袋に隔離する必要があるかもしれないが、また、当局からの指示に従って普通に洗濯できることもある。しかし、汚染の移行を避けるためこれらは他の衣服と分けて洗うことが勧められるかもしれない。これには害がなく潜在的に便益を伴うので、推奨される措置である。

5.2.3 避難

(115) 爆発の可能性のある装置による攻撃の同定や早期の警告は、それが放射性物質を含むか含まないかに係わらず、影響を受ける可能性のある地域からの避難を必要とするであろう。以下に述べる委員会の避難に関する勧告は、放射性物質の散布によって影響されやすい集

団の放射線防護に対するものである。

(116) 避難は、影響を受けるかあるいはその可能性のある地域からの緊急で一時的な人々の立ち退きを意味し、高線量・高線量率による重篤な確定的影響と高リスクの確率的影響を避けることを意図している。避難は、もし予防手段として行われれば最も効果的である。しかし、予防的避難は早期防護活動の中で最も混乱を引き起こしやすい。人々を検証なしで避難させる決定をすることの困難は、放射線攻撃後に手に入るかもしれない情報の量が限られていることにある。事象の性質、拡大の見込み、及び、受けるかもしれない線量が、リスク、不安、混乱、及び避難に伴う費用が是認されるくらい十分高いかどうかについて判断が必要である。予防的避難の履行の決定は、状況の評価と支配的な条件において起こりうる変化に基づいてなされることが多い。

(117) 影響される人々の予測線量を、重篤な確定的影響のしきい値より十分低く保つための（そして平均個人線量を低減する）避難の効率は、人々に急を知らせかつ輸送する能力、避難のタイミング、及び環境中の放射性核種の分散を予測する能力に依存する。攻撃後の混乱の早期における避難の間に受けるかもしれない線量を考慮に入れる必要があり、この段階での屋内退避がより効果的かどうかに関しての判断が必要である。この戦略は前もって計画立案され、計画と運用規準にまで発展させ、人員を訓練し、そして事象が起こったときは、もし絶対的に必要なら戦略／計画を調整する技術的管理能力をもって、履行されなければならない。

(118) 避難に伴う身体的なリスクは一般的に低いことが示されてきたが、しかしこれらは避難が検討されているときの条件に依存し、気象条件、1日のうちの時間帯及び交通条件がかわるリスクに影響する。より高いリスクにさらされているかもしれない病人、老人、子供、及び妊婦のような特別なグループに配慮しなければならない。当局は、個人の移動手段を使った自発的及び／又は自由意志での避難のマイナスとプラスの面も考えるべきである。このような自己避難は公式の避難勧告が出された状態で起こることもあるが、このような勧告が放射線学的根拠で出されないときにも起こることがある。

(119) 計画過程の一部として避難に対する介入レベルを正当化し最適化する際、被ばく集団を全体として考えるべきであるだけでなく、費用と便益が異なるいくつかの特定グループも個別に考察する必要がある。これらは、妊婦、幼児、入院患者、又はその他の施設の入所者を含む。例えば、重要な産業やインフラを停止する作業に従事する作業員に対しては、別個の最適化の考慮が必要である。あらゆる正当化と最適化の決定において、放射線の条件に加え、多くの社会的、倫理的、及び経済的な要因が考慮されなければならない。異なる集団グループが違う扱いを受ける場合、社会的・心理的コストが考慮されるべきである。例えば、社会経済的考慮は、地域社会の種類（田舎、都会、又は産業地域）、避難集団の大きさ、及び予想される避難期間を含むであろう。考慮すべき費用には、新しい場所への輸送とその帰路、暫定の場所での追加の生活費（避難所、食料、一般的医療、学校、その他）、収入の低下と不便に対する

補償、及び、残してきた資産の監視費用が含まれる。

(120) 一般的な根拠から、もし予測される全身に対する平均個人線量が1日の内に500 mSv を超えそうな場合、又は避難の継続期間中に回避される平均個人実効線量が500 mSv、あるいは回避される皮膚等価線量が5000 mSv ならば、避難はほとんどいつも正当化されると、委員会は推定している。ほとんどの予測される事故状況に対して、避難による回避実効線量の最適レベルはもっと低いであろうが、10分の1を超えることはないと予想される。BSSは、避難の一般的な最適介入レベルは1週間で50 mSvの回避可能線量、すなわち2週間でおおよそ100 mSvと結論している。委員会は、この国際要件と同じ意見であり、また放射線攻撃における皮膚等価線量500 mSvの使用を助言する。

(121) 避難は短期間の防護措置であり、その継続は危険の継続によって正当化されなければならない。これは、放出源の制御の失敗、更なる事故又は放出の高いリスク、あるいは環境中での高い放射線量率の持続であるかもしれない。しかしながら、2~3週間を超えたらこれは一時的移転と考えられ、その方向で正当化され最適化されるべきである。

5.2.4 ヨウ素剤投与による予防

(122) 放射線攻撃に関わりうるヨウ素の放射性同位体は多く、 ^{131}I 、 ^{125}I 、及び ^{123}I が含まれる。これらの同位体は短い半減期のために悪用される可能性はあまりないが、診断と治療の目的で核医学に日常使用されているため、容易に手に入る。放射性ヨウ素はまた、原子炉燃料要素の破損箇所及び即製核爆発装置INDの爆発から放出されることがある核分裂生成物のインベントリーの一部でもある。

(123) (安定な)ヨウ化カリウム(KI)の公衆への投与は、あらゆる年齢の人に対して確定的影響を防止し、確率的影響を最小に抑えるための、甲状腺の防護に効果的な早期の対策である。しかし、これは主として子供と胚/胎児の防護を意図している。KIは放射性ヨウ素の摂取に対して甲状腺を防護するのに有用なだけであって、報道でしばしば示唆されるような一般的な「抗放射線薬」ではないことを明確に述べなければならない。放射線攻撃に関して、防護措置としてのKIの投与は、攻撃が放射性ヨウ素の放出を伴った場合に役に立つだけである。逆に、核施設の破壊活動は相当量の放射性ヨウ素の放出を招きうるので、KIの使用は効果的な防護対策として恐らく正当化されるであろう。KI投与の副作用はほとんどないことに注目すべきである。

(124) KIの欠点は、被ばくの前か直後の経口摂取かどうかでその有効性が決まることである。(対応に)使える時間が短いため、特にもし巻き込まれた集団の人数が多い場合は、安定ヨウ素剤の配布が実際上の問題となるかもしれない。更に、放射線攻撃との関連では、KIの利用可能性は輸送上の問題がある。KIは一部の薬局で入手できるが、攻撃後、放射性ヨウ素被ばくから2~3時間のうちに大きな集団に配布するためには良く考えられた計画が必要で

ある。したがって、国の当局は、安定ヨウ素剤を放射線攻撃のリスクを負った集団に利用できるよう保証する最も効果的な方法を、ストックを適当な間隔で更新することも含めて、注意深く考察すべきである。

(125) KIの投与は単独の防護措置として用いられることはめったになく、通常は屋内退避又は避難と組み合わせて推奨されるであろう。更に、KIの使用は放射性ヨウ素の吸入が主な被ばく経路であるときに考慮されるべきである（KIの使用は、放射性ヨウ素が経口摂取又は皮膚を通して吸収された場合にもまた正当とされるであろう）。経口摂取経路に関しては、汚染されていない食品が容易に供給できるならば、食料の生産と消費に制限を課すことによって線量を減らすのがより適切である。

(126) ヨウ素剤予防投与に費やされる努力は、正当化と最適化の分析で考慮されるべきであり、またヨウ素剤の準備と分配に必要な資材を含めるべきである。約500 mSvの平均の個人甲状腺等価線量が回避できるならば、ヨウ素剤予防投与は一般的な根拠からほとんど常に正当化されると推定された。しかし、特定の条件を考慮すると、一般的に最適化されたレベルはもっと低であろうが係数10より大きくない、すなわち甲状腺等価線量は50 mSvより低いことが示されるであろう。

(127) 最後に、BSSで定められたヨウ素剤予防投与の一般的な最適化介入値は、放射性ヨウ素による甲状腺に対し回避できる甲状腺預託等価線量で100 mSvであり、これは上記の規定の範囲内であることを委員会は指摘する。委員会は現在、核又は放射線の緊急事態における現在のヨウ素予防投与の一般的に最適化された介入レベル100 mSvは、即座の意思決定と効率的適用の実施の基礎を提供すると勧告している。しかし、放射性ヨウ素による甲状腺がん誘発のリスクには強い年齢依存性が指摘されているので、委員会は、子供と胎児の放射性ヨウ素に対するより高い感受性を考慮に入れるため、甲状腺に対するかなり低い線量レベルでの安定ヨウ素剤の投与は奨励されてよいと信じている。

5.3 回復段階

5.3.1 正確な線量評価

(128) 公衆構成員の線量のより正確な推定は、回復段階においてなされるべきである。環境モニタリングの最初の結果が入手でき、放出のソースタームの同定と、影響を受けた地域の範囲についての最初の予想及び将来の可能な推移の予測につながることもある（IAEA, 1999 b）。更に、とてもおおまかな外部被ばく線量が吐き気や紅斑といった臨床所見から最初に推定されることもある。これらの人々は入院させられるべきである。これらの線量評価と予測によって、屋内退避している人々の一部は移動を許されることもあり、また逆に屋内退避している人々は避難が必要であるとの決定がなされることもある。血球算定と生物学的線量計測（下

記参照)を含むさらに正確な生物学的線量評価が、しだいにわかってくるかもしれない。何が起きたか、何が起こりそうか、そして今後どのような対策が計画されているかを公衆に知らせるのは大切なことである。

5.3.2 生物学的アッセイ

(129) 大きな事象からの回復段階においては、個人の被ばくの長期的な意味合い、主に発がんリスクについて、その個人に助言するという公衆衛生学上の必要がある。ある個人の受けた線量の推定値は、与えることのできる助言の大きな助けとなるであろう。生物学的測定で線量評価するには主に3つの方法がある。これらは、血液学的パラメータの変化(血球数、特にリンパ球数)、細胞遺伝学的変化、そして放射線によって骨と歯に誘導され電子スピン共鳴(ESR)によって計られるラジカルである。これらの方法は、被ばく後限られた時間内でのみ利用できることは、注意すべきことである。特にこのような方法の利用は、できるかどうかによっているので、このような方法の使用規準は、計画段階で決定される必要がある。

(130) 末梢血のリンパ球数は、放射線量 1000 mSv 以上で(全身あるいは体の大部分の場合)被ばく後数日で有意に減少する。この影響の程度と時間経過には線量依存性がある。より高い全身線量(>3000 mSv)後には、顆粒球数と(後に)血小板数と赤血球数もやはり減少する。これらの血球数の変化からおおよその線量推定値が得られる。

(131) より低い線量領域での全身あるいは体の大部分に対するより正確な線量の推定値は、細胞遺伝学的測定から得られる。かなりの放射線を被ばくした後では、特に線量推定に重要である二動原体性の染色体形成を伴う染色体異常が検出可能になる。近年は、染色体転座が蛍光 *in situ* ハイブリダイゼーションでも測定されている。専門の研究室では、末梢血リンパ球の染色体異常検査からおおよそ 100 mSv から上のレンジの線量推定が可能である。この技法は高度な専門性と多くの作業を必要とし、結果を得るのにおおよそ 1 週間かかる。一度に数人しか分析することができない。より簡便な方法は、染色体異常をリンパ球の(微)小核測定で見する方法である。この技法は、感度は低いが作業量も少なく、早く、より多くの人を検査することができる。世界中でこれらの手技の経験がある研究室は少ないため、国際協力が必要である。

(132) 放射線被ばく後、被ばくした物質にラジカルが生成する。これらは、軟部組織では急速に消滅するが、骨と歯にはより長い時間残存する。ESR 法でこれらのラジカルが測定でき、数百 mSv から上のレンジで線量を推定できる。煉瓦のような固体でこれらのラジカルを測定することも可能で、こういった検査を線量推定に使用することができる。このようなことができるのは、ほんの少数の専門の研究室だけであるため、細胞遺伝学的方法と ESR 法は、数百人以上の人々の線量推定値が必要な場合には実用的でない。

5.3.3 一時的移転と再定住

(133) 移転は主にこの措置が取られる期間によって避難と区別される。移転は、影響を受けた地域からの人々の長期にわたる移動を指す。これは避難の延長として実施されることもあるし、沈着した放射性核種からの線量を減らし、救済措置を実行するために、事象が起きた後数週間あるいは数か月してから導入されることもある。移転の期間は永久的なこともあるし（通常、再定住と呼ばれる）、又はもっと限られた期間のこともある（通常、一時的移転と呼ばれる）。これは線量率の低下（放射性崩壊、風化のプロセス、及び何らかの救済措置による）及び社会的要因（例えば、影響を受けた地域の復旧対策）に依存するであろう。

(134) 一時的移転と再定住に伴うリスクと困難は、避難に伴うものとは異なる。これらの対策は通常急を要し、集団の移動は事前に注意深く計画され、実施時に管理されるが、財政的コストは高く、また対象とされる人の数と影響を受けた地域の生産の損失に依存するであろう。更に加えて、混乱と不安という社会的損害もまた相当なものである。いったん一時的移転又は再定住が望ましいと知らされたら、人々は心配になり、当然不安になるであろう。当局は彼らに情報を十分に知らせ続け、リスクを説明し、不要な遅れなしに移転を進める必要がある。

(135) 内部被ばくと外部被ばく両方における平均個人被ばく線量を回避する上で、一時的移転と再定住の時間との関係における効率は、環境測定とモデル化に基づいて推定されるべきである。介入レベルを正当化し最適化する上で、移転することになる全集団は、回避線量の分布とそれに対応する費用から検討すべきである。これらの対策のインパクトを調べる時、いくつかの費用を検討する必要がある。これには、輸送費用、新しい家や学校、医学的ケア、働く場所を提供する費用、あらゆる余分の食費、収入の損失、財産、産業投資、農業資本、及び移転そのものとそれに関連するストレスに伴う健康影響の補償が含まれる。

(136) 再定住は、最終決定において検討すべき種々の社会的問題を引き起こすことがある。最終決定に寄与する種々の因子を系統的かつ合理的に扱うために、いくつかの決定支援技術を利用することができる。意思決定のための話し合いは、放射線やその他の健康問題と共に社会経済的及び政治的因子を含む複雑な問題を系統的に扱うのに、良い選択肢を与えるようである。

(137) 一般的な考察から、平均回避実効線量のレベルが約 1000 mSv であれば、ほとんどいつも移転は正当化される。事情によっては、より低い回避線量で移転が正当化されることがあるが、非常に厳しい異常事象の後では、移転に対して正当化される回避線量のレベルはこの参考レベルより高いことさえあるかもしれない。*Publication 63* (ICRP, 1991 b) の中で、委員会は、それ以上であるときは移転が最適化される沈着した放射能からの線量率を、連続的で長期の被ばくについて約 10 mSv/月と推定した。

5.4 復旧段階

5.4.1 浄化

(138) 復旧段階とは、環境中の放射線レベルを容認レベルに減らすように計画された改善策と浄化措置に始まり、作業により生じた放射性廃棄物と残渣の管理を含む全ての改善策が完了したときに終わる期間である。更に時間が経過し、状況の理解が増すにつれ、健全で費用効果が高い勧告を準備する際、関心を示す関係団体（利害団体）を関与させる機会が存在するであろう。委員会は、防護の最適化のため正式な手法の使用について多くの勧告を提供してきたが（ICRP, 1973, 1983, 1989）、利害団体の関与は、意思決定支援プロセスにおいて最適化の実際上の適用を拡げるかもしれない、より広い意思決定プロセスにつながるであろう。一般的に、早期（又は救助段階）の意思決定は、選ばれた公務員か彼らに指名された者により直接行われ、短い時間枠の中で行う必要があるため、他の団体からなる利害団体の関与には制限がある。長期にわたる意思決定は利害関係者（stakeholder）の関与の下に行うべきであり、また、インパクト、費用及び代替手段について意思決定者に専門的な助言を提供する技術者グループも含めることができる。

(139) 浄化計画の立案と討議は、利害団体及び課題に対する専門家の選定、計画立案、分析、契約の手順、及び浄化活動の選択を考慮するために、攻撃後実行できるかぎり早く始めるべきである。国の当局は前もって決めた利害団体を選ぶかもしれない、公衆にとって介入措置の撤収が容認されやすく撤収を受け入れやすくするために、浄化活動のエンドポイントを討議し、同意を得ることを考慮すべきである。これらの活動は進行中の回復段階の活動と並行して進めるべきであり、そして、これら一連の活動の間での調整が続けられるべきである。回復段階の間に行われる予備的な改善作業、例えば除染、基礎的インフラの回復、そして回復段階の指針に従って多少とも平常に戻ることは、現場での改善に関する最終の決定のために遅らせるべきではない。

(140) 地域の必要性や希望、健康リスク、経費、技術的な実現可能性と他の要因のバランスを取った最終結果を達成するため、多くの要因が考慮される柔軟性のある過程として、防護の最適化を浄化の決定に適用すべきである（IAEA, 1997 a）。一般的なプロセスは、パブリックコメントのために機会を提供するのと同様に、国の技術専門家や利害関係者代表の考えを意思決定者に提供することである。攻撃後に続く浄化プロセスの範囲と複雑さは、その具体的な要求に合わせるべきである。

(141) 浄化のための最適化の過程の特徴は以下のとおりである：

- 透明性—浄化決定の根拠は利害団体の代表者、最終的には広く公衆が入手できるべきである。

- 包括性—代表的利害団体は意思決定活動に関与すべきである。
- 有効性—技術的部門の専門家は、廃棄物量の最小化のための検討を含めた改善の選択肢を分析し、線量とリスクのベンチマークを考え、その異常事象に最適な最終的解決の確認を助ける様々な技術を評価し、そしてその結果を実証するために改善の前、中、後の放射線モニタリングのプログラムを設計すべきである。浄化の前と後の放射線レベルのモニタリングはその効果を実証することができる。
- 共同責任—進めるべき最終的意思決定は、全ての意思決定者により共同でなされるであろう。

(142) 確実に正確な情報を流すことが、透明性、包括性、及び有効性を確立させるための鍵である。情報提供者の信頼性は重要な問題であり、そしてそれゆえ広報活動の専門家が全ての段階で関与すべきである。彼らの任務は、攻撃と対応活動の両者に関する情報を、複雑な技術データも含めて収集し、処理し、そして迅速に広めることである。被害管理のための信頼できかつ成功する情報伝達のプログラムは、公衆へのリスクの低減を基本的な目的として始めるべきであり、攻撃により影響を受けた人々がその範囲を理解し、情報を得た上で決断ができるようにする。

5.4.2 放射性廃棄物の管理

(143) 放射線による武力攻撃の結果生じる放射性廃棄物の管理は、復旧活動の計画立案において重要な要素である。廃棄物の量、処分しなければならない総放射能含有量、そして事象の源によっては長寿命のアルファ放射体の存在を考慮しなければならない。国の当局は放射性廃棄物の廃棄を計画し、通常の手はずが受け入れられるかどうかを考えなければならないであろう。手はずには、貯蔵と廃棄に備えて、廃棄物のコンディショニング（例えば梱包と安定化）、及び、現存の廃棄場が利用できるかどうかについての決定が含まれるであろう。当局が判定しなければならない要因の1つに、その廃棄物が通常の放射性廃棄物の規制に従い簡単に処分できるかどうか、もしくは、その量や全体的な改善努力の最適化にかかる経費のために何か特別な規定を作るべきかどうかがある。放射線攻撃においては、廃棄物の量は通常予想するより非常に多く、通常の利用可能な処理能力には過度の負担となる。

(144) 委員会は、「*Publication 46* 放射性固体廃棄物処分に関する放射線防護の諸原則」(ICRP, 1985)、「*Publication 77* 放射性廃棄物の処分に対する放射線防護の方策」(ICRP, 1997 c)、「*Publication 81* 長寿命放射性固体廃棄物の処分に適用する放射線防護勧告」(ICRP, 1998) についての勧告を刊行している。これらの勧告は明らかに別の意図のために刊行されたが、放射線攻撃の結果生じることもある放射性廃棄物にも適用可能である。しかしながら、予想される廃棄物のほとんどは多量の低レベル汚染物と思われる。IAEAはこのタイプの廃棄物の取扱いのための特別な要件を定めた数多くの廃棄物安全基準を刊行している。委員

会はまた、使用済燃料管理の安全性や放射性廃棄物管理の安全性について、国際共同会議を通し、多くの国が法的拘束力をもつ義務を執行していることを強調する。

5.4.3 放射性残渣

(145) もし放射線攻撃後に完全な除染ができないならば、長期にわたる影響は、残留する放射性残渣により生じる長期被ばくの状態を招きうる。*Publication 82* (ICRP, 1999) は、放射線攻撃後に残留するかもしれない長寿命放射性残渣による制御可能な放射線被ばくに対する委員会の放射線防護システムの適用を記載している。

(146) 委員会は、これらの状況における介入に対する一般的参考レベルの使用を勧告している。これらのレベルは「現存年線量」という用語で便宜上表わされる。しかしながらこれらのレベルは、細心の注意を払って使うべきであることを注意しておく。もし、現存年線量のうちのある制御可能な構成成分が明らかに支配的であるならば、一般的参考レベルの利用は、これらの支配的な構成成分を減らす防護措置をとることを妨げてはならない。一般的参考レベルの利用により、現存年線量の様々な成分の間での防護活動におけるトレードオフが奨励されてはならない。

(147) 低レベルの現存年線量は、どのような構成成分に対しても防護措置が適用されるべきでないということを必ずしも意味せず、逆に、高レベルの現存年線量でも必ずしも介入を必要としない。これらの条件で、約 10 mSv 未満の現存年線量が、これより下では状況によっては介入が正当化されそうにない一般的参考レベルとして用いられるかもしれない。このレベルより下では、現存年線量の支配的成分を減少させる防護措置はまだ任意であり、正当化できるかもしれない。図 5.1 にこれらが示されている。このような場合、特別な構成成分に特有の対策レベルを、勧告された一般的参考レベルの適切な割合に基づいて制定することができる。約 10 mSv の現存年線量を超える場合、介入は必要かもしれず、ケースバイケースで正当化されるべきである。

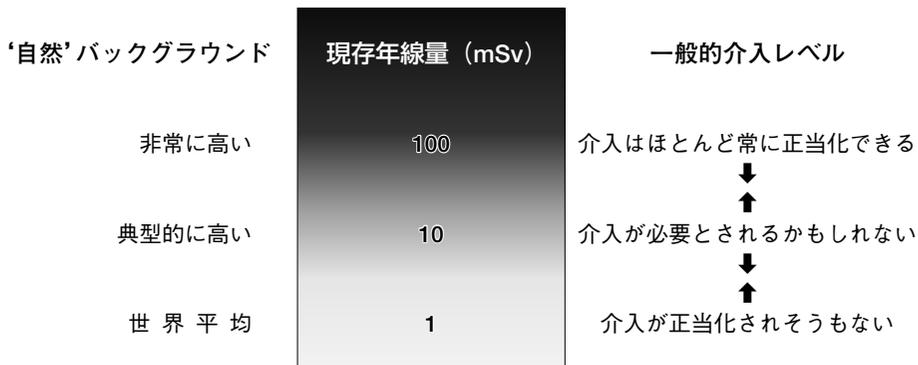


図 5.1 長期被ばく状況における介入の必要性

(148) ほとんど常に介入が正当化される状況は、関連する組織の線量が確定的影響の年(等価)線量のしきい値を超える状況か、又は現存年線量が100 mSvに到達するかもしれない状況である。この数値規準は、およそ考えられるどのような事情の下でも防護対策の確立を正当化するための一般的参考レベルとして用いられるかもしれないが、ここに挙げられた再定住のガイダンスと一貫している。実際には、主として減衰や風化があるため、そのような現存年線量のレベルが約1000 mSvを超える線量になることは稀である。

5.4.4 防護対策の中止

(149) 放射線攻撃の影響の中で求められる防護対策は、一般に人々の「通常の」生活条件において混乱と制限を伴うであろう。ある場合には除染が困難か又は不可能かもしれない残留汚染の結果として、バックグラウンド放射線レベルは事象前よりも高くなることもあるが、最終的には「常態」に戻るため、これらの対策はある段階において中断する必要があるであろう。防護対策の中止を正当化する最も簡単な根拠は、被ばくが当局に介入を促した対策レベル未満にまで減少したことを確認することである。もしこのような被ばくの低減ができないのであれば、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的参考レベルが介入中止の根拠となりうるかもしれない。

(150) 実際には、被ばく集団は防護対策の中止を受け入れるのが困難であると気づくかもしれない。そして、社会的圧力が介入中止の便益に優先するかもしれない。これらの場合、意思決定のプロセスにおいて利害関係者の参加が必須になり、139項で述べたように、浄化活動の開始に当たってエンドポイントについて話し合い、同意するのが適当かもしれない。介入が中止された後は、残存する現存年線量は、たとえその線量が事故前の地域における線量より高くても、放射線被ばくを含む新しい行為の導入についての決定も含めて、被害を受けた地域での通常の生活条件に影響を与えるべきでない。

5.4.5 最終的な線量評価

(151) チェルノブイリやゴイアニアの事故のような放射性物質による汚染を含む様々な状況が示しているように、放射線攻撃の影響においては、実際に受けた被ばく線量はどのくらいか、また汚染は存続しているかどうかを決めるという重要な継続課題があるであろう。当局は、サーベイと線量推定に対する莫大な要求を予測すべきである。これには、有意な被ばくは受けていないが、ある種の健康状態の確認あるいは証明を求める多くの人々が含まれそうである。多くの線量推定は、場所と環境測定又は再構築に基づいてなされるかもしれない。有効なスクリーニングには通常、合意された対策レベルと、使用した方法、得られた結果、及び各個人に対するそれらの意味合いについて効果的な情報連絡が必要となる。

5.5 公衆防護のための線量規準の要約

5.5.1 一般的な最適化防護レベル

(152) 多くの対策が提供された場合、公衆の防護が最適化される回避可能線量の勧告レベルが表 5.1 に示されている。

(153) 放射線攻撃後に放射性残渣が残り、長期被ばくを生じる場合の（浄化など）放射線防護対策による介入のために勧告された一般的規準を表 5.2 に示す。

5.5.2 運用レベル

(154) しかしながら、これらの表に記された数値で表した線量のガイダンスは、たいてい線量を直接測定できないので、そのまま使用できないことに注意すべきである。このガイダンスは、直接測定可能な数値として表される運用上の介入レベル（operational intervention levels ; OIL）の策定のための根拠として使用でき、運用上の介入レベルは計画段階で策定されるべきである。

(155) OIL は放射線緊急時において、被ばく（線量）率あるいは汚染レベルによりいつ防護対策及び他の対策をとることが正当化されるかを定めるために、前もって策定されているべきである（IAEA, 2002 c）。OIL の策定が必要となるような対策には、立入制限、汚染地域や危険な放射性線源の隔離、屋内退避、避難及び移転が含まれる。

表 5.1 対策を実行するために勧告される回避可能線量

対 策	回避可能線量 (対策が一般的に最適化されるための)
屋内退避	2 日で ~10 mSv (実効線量)
一時避難	1 週間で ~50 mSv (実効線量)
ヨウ素剤予防投与 (放射性ヨウ素が存在するとき)	~100 mSv (甲状腺に対する等価線量)
移 住	~1000 mSv 又は最初の年に ~100 mSv (実効線量)

表 5.2 長期被ばく状況における介入のために勧告された一般的規準

介 入	規 準 (現存年実効線量 mSv/年)
ほとんど常に正当化される	⇒ ~100
恐らく正当化される	≥ 10
正当化されそうもない	≤ 10

出典：Publication 82 (ICRP 1999, 図 6)

5.6 一般消費財の汚染管理

(156) 水、食品やその他の日用品のような一般消費財は、故意による行為あるいは他のタイプの放射線攻撃の結果として、放射性物質によって汚染されることがある。例えば、散布された放射性物質のブルームからの「降下物」は、散布方法（例えば RDD の爆発）によっては散布点からかなりの距離においても、恐らくあらゆるタイプの日用品を汚染できるかもしれない。これらの状況では、大量生産され、もしくは流通した生活用品を高いレベルに汚染するほどの大量の放射性物質によって、多数の人々に有意な内部汚染を引き起こすことはなさそうである。しかしながら、過去の経験から、そのような行為によって引き起こされる公衆の懸念が、当局に大変な難問を提起するかもしれないことを示しているように思われる。内部汚染のために、多くの人々に緊急時モニタリングの必要があるということはあるにないけれども（ありえないことではないが）、そのような行為による潜在的な医学的インパクトの可能性を迅速に評価し、影響を受けた可能性のある公衆の恐怖を軽減するよう公衆に情報を提供するために、放射線の専門家とメディアの専門家との協力が必要である（IAEA, 1999 b）。健康リスクを確認し、公衆を安心させるために、潜在的に影響を受けた集団の代表サンプルをモニタする国レベルでの計画を策定することも必要である。

5.6.1 基本的規準

(157) *Publication 82* (ICRP, 1999) は、食料を含めた日用品の介入免除レベルの設定を提案した。そのような免除レベルを超える日用品は介入の対象とすべきであり、レベル以下のものは「免除」されるであろう。委員会は更に、主に市場の国際化により、これらの免除レベルはその場限りの決定を受け入れることはできないかもしれない。すなわち、それらはケースバイケースの根拠に基づいて確定することはできず、国際的に標準化されることが必要であることを記載した。いくつかの種類の日用品が、いかなる個人に対しても、同時に、高線量被ばくをもたらす線源になるということはあるにない。この仮定を基本として、委員会は、ある種の建築資材のように、何らかの事情の下で有意な被ばくの原因となるような主要な日用品から予測される最大個人年線量として、約 1 mSv の一般的介入免除レベルを勧告する。

(158) 一般消費財の汚染レベルとその結果としての年実効線量のレベルは非常に低くなるであろうが、放射線防護を目的とした汚染の効果的な管理は、ある放射能濃度レベル以上では受け入れられ、正当とされる。表 5.3 に示した値は、汚染された物の放射性核種による濃度をおおよそのレベルで示したもので、これ以上であれば、放射線防護の目的のための管理を、放射線による武力攻撃の場合に考慮しなくてはならない。表のレベル以下の放射能濃度の一般消費財は、この報告書における勧告の範囲外として除外してよい。

表 5.3 勧告された規制除外レベル

核 種	放射能濃度 (Bq/g)
人工アルファ線放出体	0.01
人工ベータ／ガンマ線放出体	0.1
系列の先頭の放射能レベル [†] , ²³⁸ U, ²³² Th	1.0

[†] ²³⁸U 系列と ²³²Th 系列では、この値は永年平衡にない系列の全ての核種に適用される。ただし、全ての状況が別途管理されている空気中の ²²²Rn と娘核種は除く。

5.6.2 日用品中の放射性核種の放射線規制に関する国際的合意

(159) 上記にもかかわらず、委員会は日用品中の放射性核種の放射線学的規準に関する最近の政府間国際的合意を受け入れている (IAEA, 2004 b ; 2004 d)。国の当局は、放射線攻撃の結果、汚染された日用品の管理方策を決定するそのような合意を考えることを望むであろう。

5.6.3 大量物資中の放射性核種

(160) 日用品中の放射性核種に対する放射線規準の最近の国際的合意では、大量物資中の人工及び自然起源の放射性核種の放射能濃度の値を、除外、免除、及びクリアランスに係る BSS の要件を満たすガイダンスとして使用できるように定めている。表 5.4 にその値を示す。

5.6.4 食品中の放射性核種

(161) チェルノブイリ事故後、食品に関して、コーデックス委員会（国際食品規準委員会。Codex Alimentarius Commission ; CAC）は核事故後の食品中の放射性核種について一般的介入免除レベルを採択した（Codex Alimentarius, 1991）。現在 BSS に取り入れられたこれらのレベルは、CAC の食品添加物と汚染源委員会（Committee on Food Additives and Contaminants ; CFAC）により最近改訂された（Codex Alimentarius, 2004）。CAC は近い将来においてこれらのレベルを評価し、正式に採択することになっている。委員会は ²³⁸Pu, ²³⁹Pu, ²⁴⁰Pu 及び ²⁴¹Am の改訂されたレベルが比較的保守的であると考えているが、CAC により最終的に採択されたレベルは、もし特に国際貿易が関与するならば、国際的に整合し一貫したやり方として、放射線攻撃の結果汚染される食料品の流通を管理するのに適用されるべきであると勧告する。CFAC の改訂されたレベルを表 5.5 に示す。

5.6.5 上水道中の放射性核種

(162) 上水道に関して委員会は、世界保健機構（WHO）が飲料水中の放射性核種に対して明確なガイダンスレベルを策定したことに注目している（WHO, 2004）。この場合もやはり、委員会はこれらのレベルのいくつかが保守的であると考えているが、これを適用して放射線攻撃後の汚染した水の供給を管理すべきであると勧告する。WHO のレベルを表 5.6 に示す。

表 5.4 大量物資中の放射性核種の放射線規制

放射性核種	レベル (Bq/g)
I-129	0.01
Na-22, Sc-46, Mn-54, Co-56, Co-60, Zn-65, Nb-94, Ru-106, Ag-110m, Sb-125, Cs-134, Cs-137, Eu-152, Eu-154, Ta-182, Bi-207, Th-229, U-232, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-242, Pu-244, Am-241, Am-242m, Am-243, Cm-245, Cm-246, Cm-247, Cm-248, Cf-249, Cf-251, Es-254	0.1
C-14, Na-24, Cl-36, Sc-48, V-48, Mn-52, Fe-59, Co-57, Co-58, Se-75, Br-82, Sr-85, Sr-90, Zr-95, Nb-95, Tc-96, Tc-99, Ru-103, Ag-105, Cd-109, Sn-113, Sb-124, Te-123m, Te-132, Cs-136, Ba-140, La-140, Ce-139, Eu-155, Tb-160, Hf-181, Os-185, Ir-190, Ir-192, Tl-204, Bi-206, Th-232*, U-233, U-235 [†] , U-238 [‡] , Np-237, Pu-236, Cm-243, Cm-244, Cf-248, Cf-250, Cf-252, Cf-254	1
Be-7, F-18, Cl-38, K-40, K-43, Ca-47, Mn-51, Mn-52m, Mn-56, Fe-52, Co-55, Co-62m, Ni-65, Zn-69m, Ga-72, As-74, As-76, Sr-91, Sr-92, Zr-93, Zr-97, Nb-93m, Nb-97, Nb-98, Mo-90, Mo-93, Mo-99, Mo-101, Tc-97, Ru-97, Ru-105, Cd-115, In-111, In-114m, Sn-125, Sb-122, Te-127m, Te-129m, Te-131m, Te-133, Te-133m, Te-134, I-126, I-130, I-131, I-132, I-133, I-134, I-135, Cs-129, Cs-132, Cs-138, Ba-131, Ce-143, Ce-144, Gd-153, W-181, W-187, Pt-191, Au-198, Hg-203, Tl-200, Tl-202, Pb-203, Po-203, Po-205, Po-207, Ra-225, Pa-230, Pa-233, U-230, U-236, Np-240, Pu-241, Cm-242, Es-254m	10
H-3, S-35, K-42, Ca-45, Sc-47, Cr-51, Mn-53, Co-61, Ni-59, Ni-63, Cu-64, Rb-86, Sr-85m, Sr-87m, Y-91, Y-91m, Y-92, Y-93, Tc-97m, Tc-99m, Rh-105, Pd-109, Ag-111, Cd-115m, In-113m, In-115m, Te-129, Te-131, I-123, I-125, Cs-135, Ce-141, Pr-142, Nd-147, Nd-149, Sm-153, Eu-152m, Gd-159, Dy-166, Ho-166, Er-171, Tm-170, Yb-175, Lu-177, Re-188, Os-191, Os-193, Ir-194, Pt-197m, Au-199, Hg-197, Hg-197m, Tl-201, Ra-227, U-231, U-237, U-239, U-240, Np-239, Pu-234, Pu-235, Pu-237, Bk-249, Cf-253, Es-253, Fm-255	100
Si-31, P-32, P-33, Fe-55, Co-60m, Zn-69, As-73, As-77, Sr-89, Y-90, Tc-96m, Pd-103, Te-125m, Te-127, Cs-131, Cs-134m, Pr-143, Pm-147, Pm-149, Sm-151, Dy-165, Er-169, Tm-171, W-185, Re-186, Os-191m, Pt-193m, Pt-197, At-211, Th-226, Pu-243, Am-242, Cf-246	1000
Co-58m, Ge-71, Rh-103m, Fm-254	10,000

* トリウム系列：²³²Thを先頭とし、²²⁸Ra, ²²⁸Ac, ²²⁸Th, ²²⁴Ra, ²²⁰Rn, ²¹⁶Po, ²¹²Pb, ²¹²Bi, ²¹²Po, ²⁰⁸Tl, ²⁰⁸Pbから構成される。

† アクチニウム系列：²³⁵Uを先頭とし、²³¹Th, ²³¹Pa, ²²⁷Ac, ²²⁷Th, ²²³Fr, ²²³Ra, ²¹⁹Rn, ²¹⁵Po, ²¹¹Pb, ²¹¹Bi, ²⁰⁷Tl, ²⁰⁷Pbから構成される。

‡ ウラン系列：²³⁸Uを先頭とし、²³⁴Th, ^{234m}Pa, ²³⁴U, ²³⁰Th, ²²⁶Ra, ²²²Rn, ²¹⁸Po, ²¹⁴Pb, ²¹⁴Bi, ²¹⁴Po, ²¹⁰Pb, ²¹⁰Bi, ²¹⁰Po, ²⁰⁶Pbから構成される。

表 5.5 食品添加物と汚染源委員会が改訂した食品中放射性核種のガイダンスレベル

食品中の放射性核種	ガイダンスレベル (Bq/kg)
²³⁸ Pu, ²³⁹ Pu, ²⁴⁰ Pu, ²⁴¹ Am	1
⁹⁰ Sr, ¹⁰⁶ Ru, ¹²⁹ I, ¹³¹ I, ²³⁵ U	100
³⁵ S, ⁶⁰ Co, ⁸⁹ Sr, ¹⁰³ Ru, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ¹⁴⁴ Ce, ¹⁹² Ir	1000
³ H*, ¹⁴ C, ⁹⁹ Tc	10,000

* これはトリチウム（有機結合）に対する最も保守的な値である。

表 5.6 飲料水中の放射性核種のガイダンスレベル

放射性核種	ガイダンス レベル (Bq/L) *	放射性核種	ガイダンス レベル (Bq/L) *	放射性核種	ガイダンス レベル (Bq/L) *
³ H	10,000	⁹³ Mo	100	¹⁴⁰ La	100
⁷ Be	10,000	⁹⁹ Mo	100	¹³⁹ Ce	1000
¹⁴ C	100	⁹⁶ Tc	100	¹⁴¹ Ce	100
²² Na	100	⁹⁷ Tc	1000	¹⁴³ Ce	100
³² P	100	^{97m} Tc	100	¹⁴⁴ Ce	10
³³ P	1000	⁹⁹ Tc	100	¹⁴³ Pr	100
³⁵ S	100	⁹⁷ Ru	1000	¹⁴⁷ Nd	100
³⁶ Cl	100	¹⁰³ Ru	100	¹⁴⁷ Pm	1000
⁴⁵ Ca	100	¹⁰⁶ Ru	10	¹⁴⁹ Pm	100
⁴⁷ Ca	100	¹⁰⁵ Rh	1000	¹⁵¹ Sm	1000
⁴⁶ Sc	100	¹⁰³ Pd	1000	¹⁵³ Sm	100
⁴⁷ Sc	100	¹⁰⁵ Ag	100	¹⁵² Eu	100
⁴⁸ Sc	100	¹¹⁰ Ag	100	¹⁵⁴ Eu	100
⁴⁸ V	100	¹¹¹ Ag	100	¹⁵⁵ Eu	1000
⁵¹ Cr	10,000	¹⁰⁹ Cd	100	¹⁵³ Gd	1000
⁵² Mn	100	¹¹⁵ Cd	100	¹⁶⁰ Tb	100
⁵³ Mn	10,000	^{115m} Cd	100	¹⁶⁹ Er	1000
⁵⁴ Mn	100	¹¹¹ In	1000	¹⁷¹ Tm	1000
⁵⁵ Fe	1000	^{114m} In	100	¹⁷⁵ Yb	1000
⁵⁹ Fe	100	¹¹³ Sn	100	¹⁸² Ta	100
⁵⁶ Co	100	¹²⁵ Sn	100	¹⁸¹ W	1000
⁵⁷ Co	1000	¹²⁵ Sb	100	¹⁸⁵ W	1000
⁵⁸ Co	100	¹²⁴ Sb	100	¹⁸⁶ Re	100
⁶⁰ Co	100	¹²⁵ Cb	100	¹⁸⁵ Os	100
⁵⁹ Ni	1000	^{123m} Te	100	¹⁹¹ Os	100
⁶³ Ni	1000	¹²⁷ Te	1000	¹⁹³ Os	100
⁶⁵ Zn	100	^{127m} Te	100	¹⁹⁰ Ir	100
⁷¹ Ge	10,000	¹²⁹ Te	1000	¹⁹² Ir	100
⁷³ As	1000	^{129m} Te	100	¹⁹¹ Pt	1000
⁷⁴ As	100	¹³¹ Te	1000	^{193m} Pt	1000
⁷⁶ As	100	^{131m} Te	100	¹⁹⁸ Au	100
⁷⁷ As	1000	¹³² Te	100	¹⁹⁹ Au	1000
⁷⁵ Se	100	¹²⁵ I	10	¹⁹⁷ Hg	1000
⁸² Br	100	¹²⁶ I	10	²⁰³ Hg	100
⁸⁶ Rb	100	¹²⁹ I	1000	²⁰⁰ Tl	1000
⁸⁵ Sr	100	¹³¹ I	10	²⁰¹ Tl	1000
⁸⁹ Sr	100	¹²⁹ Cs	1000	²⁰² Tl	1000
⁹⁰ Sr	10	¹³¹ Cs	1000	²⁰⁴ Tl	100
⁹⁰ Y	100	¹³² Cs	100	²⁰³ Pb	1000
⁹¹ Y	100	¹³⁴ Cs	10	²⁰⁶ Bi	100
⁹³ Zr	100	¹³⁵ Cs	100	²⁰⁷ Bi	100
⁹⁵ Zr	100	¹³⁶ Cs	100	²¹⁰ Bi †	100
^{93m} Nb	1000	¹³⁷ Cs	10	²¹⁰ Pb †	0.1
⁹⁴ Nb	100	¹³¹ Ba	1000	²¹⁰ Po †	0.1
⁹⁵ Nb	100	¹⁴⁰ Ba	100	²²³ Ra †	1

表 5.6 飲料水中の放射性核種のガイダンスレベル (続き)

放射性核種	ガイダンス レベル (Bq/L) *	放射性核種	ガイダンス レベル (Bq/L) *	放射性核種	ガイダンス レベル (Bq/L) *
$^{224}\text{Ra}^\dagger$	1	$^{235}\text{U}^\dagger$	1	^{242}Cm	10
^{225}Ra	1	$^{236}\text{U}^\dagger$	1	^{243}Cm	1
$^{226}\text{Ra}^\dagger$	1	^{237}U	100	^{244}Cm	1
$^{228}\text{Ra}^\dagger$	0.1	$^{238}\text{U}^\dagger, \ddagger$	10	^{245}Cm	1
$^{227}\text{Th}^\dagger$	10	^{237}Np	1	^{246}Cm	1
$^{228}\text{Th}^\dagger$	1	^{239}Np	100	^{247}Cm	1
^{229}Th	0.1	^{236}Pu	1	^{248}Cm	0.1
$^{230}\text{Th}^\dagger$	1	^{237}Pu	1000	^{249}Bk	100
$^{231}\text{Th}^\dagger$	1000	^{238}Pu	1	^{246}Cf	100
$^{232}\text{Th}^\dagger$	1	^{239}Pu	1	^{248}Cf	10
$^{234}\text{Th}^\dagger$	100	^{240}Pu	1	^{249}Cf	1
^{230}Pa	100	^{241}Pu	10	^{250}Cf	1
$^{231}\text{Pa}^\dagger$	0.1	^{242}Pu	1	^{251}Cf	1
^{233}Pa	100	^{244}Pu	1	^{252}Cf	1
^{230}Cu	1	^{241}Am	1	^{253}Cf	100
^{231}U	1000	^{242}Am	1000	^{254}Cf	1
^{232}U	1	$^{242\text{m}}\text{Am}$	1	^{253}Es	10
^{233}U	1	^{243}Am	1	^{254}Es	10
$^{234}\text{U}^\dagger$	10			$^{254\text{m}}\text{Es}$	100

* ガイダンスレベルは、対数目盛値の平均化によって丸められている (計算値が 3×10^n 未満で、 $3 \times 10^{n-1}$ を超えるときは 10^n に)。

† 自然放射性核種

‡ 飲料水中ウランの仮のガイドライン値は腎臓への化学毒性をもとにして $15 \mu\text{g/L}$ である。

5.6.6 影響を受けた地域における管理

(163) 汚染された日用品の管理のための方策は、当初は影響を受けた地域内に適用することが予想される。委員会は、汚染を引き起こす事象、例えば放射線攻撃の影響のある地域内で生産されたか取引された日用品は、非常に困難な状況を引き起こすことを引き続き指摘する。もし、対応する放射能レベルが近隣地域で生産されるものより高い場合、特に国境を越えた日用品の移動がある場合、市場での受入れの問題が持ち上がるかもしれない。

5.6.7 影響を受けた地域の外における管理

(164) もし事象により影響を受けた地域における年線量が、介入の戦略が最適化されているという理由で受入れ可能ならば、影響を受けた地域の外の状況においても影響を受けた地域で生産された日用品の他の場所での使用による個人年線量は、影響を受けた地域の個人年線量よりも通常高くないであろうから、受入れ可能であるべきである。もし、その事象により影響を受けた地域で生産された日用品の制限が解除されなかったならば、制限されたその日用品の生産は再開すべきではない。逆に、もし制限が解除されたならば生産は再開することができ

る。もし生産の増加が提案されるならば、それは適切な正当化のもとに進めることができる。「通常の」生活に戻る決定の一部として制限が解除された事情の下では、影響を受けた地域での生産の再開と増加の可能性はその決定の一部として考慮されていたはずであり、それ以上の考慮を求めるべきではない。

5.7 特別な状況

5.7.1 ホットパーティクルを伴う状況の取扱い

(165) シナリオの中には、放射性残渣が通常「ホットパーティクル」として環境中にごくわずか分布し、人々の被ばくが現実にかかる可能性はあるが確実ではない、という状況になることが想定できるものもある。委員会は、潜在的被ばく状況を扱うための勧告を刊行している (IAEA, 1990; ICRP, 1993 a, 1997 b)。ホットパーティクルを伴う状況での防護は新しい問題ではない (IAEA, 1998 b)。これらの状況に対して委員会は、公衆の構成員が被ばく状況に起因する致死的な確率的影響を生じるかもしれないという無条件の確率に基づいて、受容性の規準を公表しており (ICRP, 1999)、それが国及び国際機関によって確立されることを期待している。このような確率は次の確率を組み合わせることにより評価されるはずである。すなわち——ホットパーティクルに被ばくする確率；その被ばくの結果として、1つのホットパーティクルを体内に取り込む確率；その取込みの結果として受ける平均等価線量；及び、その線量から致死的な確率的影響を発生する確率——である。これらの確率はあらゆる範囲の状況や起こりうる線量にわたって積分すべきである。そのような規準を確立する際に、ホットパーティクルの取込みの結果として局所的な確定的影響が更に生じるかもしれない可能性に考慮を払うべきである。公衆の線量限度に等価なリスクは約 10^{-5} /年であることを委員会は指摘する。約 10^{-6} /年の受容性の規準はすでに国際的に使用されている (IAEA, 1998 b)。

5.7.2 汚染された遺体の取扱い

(166) 遺体の中には、放射性物質に汚染されているものがあるかもしれない。適切な放射線サーベイでこのような状況を確認又は除外することができる。もし、遺体が汚染されているか又はそれが疑われるならば、遺体の取扱いに従事する職員には個人用保護具を持たせるべきである。特に感染症の可能性がある場合に通常行われる予防策は、たぶん非常に様々なケースの要求に対処するであろう。対応者と遺体置場の職員は、対象の遺体を相互に汚染するかもしれない、より激しくて危険な物質の存在を知っていることが重要である。適切なより高いレベルの防護が必要に応じて適用されるべきである。大量の被害者の出る事象においては、政府は通常臨時の対応計画と国の災害医療システムを活動させるであろうし、それには災害遺体置場作業チーム、すなわち放射線防護の基礎について訓練された、埋葬の援助を行うことができる

対応チームが含まれるかもしれない。

遺体の解剖と防腐処理

(167) わずかな量の放射性物質で汚染された遺体の解剖には、汚染管理と防護服以外の予防対策は必要ない。非常に強い放射性物質で汚染された遺体の解剖は、絶対に最低限に制限すべきである。もし解剖が行われていない場合、単純な注入法を行うだけの遺体の防腐処理は、保存を行う者にとって通常危険ではない。防腐処理を行う者は防護着を身につけ、放射線安全管理者がいることが望ましい。

埋葬と火葬

(168) 埋葬と火葬の両方に関する問題は、遺体に残る放射性物質の量と種類／核種との関係で決まる。非常に長寿命の放射性核種が制限限度を超えて存在し、最終的に環境中に移行するのでなければ、埋葬は通常、問題にならない。火葬が許可されるかどうかは、焼却や灰の処分により環境中に放出される放射性物質の種類や量による。もし、放射性核種が短半減期なら、火葬をする前に数週間待つことが可能であろう。火葬のための遺体の放射線容認レベルについては多くの国の指針がある。

6. 医学的介入

6.1 医学的治療の重要な要素

(169) 以下は、放射線攻撃の巻き添えになった人々の治療のための重要な要素である：

- 全ての患者は、放射線傷害が検討される前に、その外傷を医学的に安定化すべきである。そして次に、外部被ばくと放射性汚染の両方を評価すべきである。
- 体外の線源により被ばくした人は、「外部被ばくした」といわれる。高線量の外部被ばくは重度の組織損傷をもたらす（例えば、皮膚の熱傷又は骨髄抑制）。このタイプの外部被ばくは、中性子線被ばくでない限り、被ばくした人を放射性にすることはない。たとえ致死レベルの外部被ばくがあった人でも、医療スタッフには危険はない。
- 4時間以内にあらわれた吐き気、嘔吐、下痢及び皮膚紅斑は、非常に高い線量の（しかし治療可能な）外部被ばくであることを示しているかもしれない。そのような患者は、8～24時間以内に明らかなリンパ球減少を示し、症状のある患者についての評価には、2～3日間は6～12時間おきの全血球数の検査が含まれる。主要な関係臓器は、皮膚、腸管、及び骨髄であろう。治療は、輸液、抗生物質、及び造血因子の注入である。もし初期に中枢神経系症状の所見もしくは説明できない低血圧があるならば、生存は難しい（追加の詳細は付属書Bを参照）。
- 放射性物質（汚染）は、被ばくした人の体表面又は内部に沈着したかもしれない。体表面汚染は通常、衣服を脱ぐことで90%以上除去される。皮膚の汚染は、石けん、温湯、及び洗面用タオルで効果的に除くことができる。強くこすることによって皮膚を傷つけないように、注意すべきである。最初の除染努力は、通常、その汚染レベルが、バックグラウンドカウンターの2倍まで低減されるか又はこれ以上除染を繰り返しても効果がないような場合に、終わらせてよい。これらの対策レベルは、その計画段階で放射線防護の専門家と協議して決める必要がある。汚染された衣服は二重シールの袋か容器に収納し、ラベルを貼っておくべきである。大勢の人から出た洗浄液は、下水システムへ処分しなければならないが、このことは、計画段階で考慮しておく必要がある。
- 医療従事者は、防護服、手袋、及びマスクの使用を含む標準的な予防措置を遵守することによって、放射性汚染から身を守ることができる。「時間、距離、遮蔽」の原則は、外部被ばくに対する防護の鍵である。チェルノブイリの作業者の治療のときでさえ、医療従事者の被ばく線量は高くなかった（約10 mSv）。

- 医学的な治療の観点からは、創傷部もしくは熱傷部の放射性汚染は、単なる汚れであるかのように扱うべきである。もし、未知の金属性物体が出てきたならば、それをピンセットのような道具だけで取り扱い、そして防護された、あるいは遮蔽された場所に置くべきである。金属性物体は放射性線源の破片であるかもしれないので、放射線防護の専門家に知らせて意見を求めるべきである。
- 更に以下の場合があるかもしれない：
 - 公衆の被ばくの持続について評価が不可欠；
 - 最初の示唆として、屋内退避及び衣服の着替え又はシャワーの使用；
 - 避難の必要；
 - 放射性ヨウ素が放出されたときの KI の投与。
- どのようなタイプの放射線事故でも、多くの人々は被ばくしたか、又は汚染されたかを知りたがる。そのような何千人もの人々に対応できるような準備が必要である。

(170) 委員会は、放射線傷害の医学的治療について勧告するためにこの報告書を利用するつもりはないが、放射線攻撃に続いて確定的影響のしきい値を超えるレベルの外部放射線を受けたかもしれない人々への潜在的な健康影響を軽減させる治療法が数多く利用できることを付記しておく (US DHS, 2003 a)。前に示したように、付属書 B は放射線攻撃から生じる放射線影響の直後の経過予想と治療の関連情報を紹介している。これには、急性放射線症候群の前駆期、急性全身被ばくの線量に依存する急性放射線症候群の最初の数日におけるリンパ球数の変化、急性放射線症候群の潜伏期、全身被ばく後の急性放射線症候群の重要段階の所見、急性放射線症候群の程度による主な治療の方策、及び、受けた線量に依存する皮膚傷害の臨床徴候の発症時期が含まれている。治療の選択は被ばくのタイプと重篤度に依存し、また短いガイダンスも付属書 B に掲載した。

(171) 内部被ばくした人々の処置に利用できる治療法は、付属書 B の最後の節に述べられている。遮断薬としての KI を除いて、放射性物質の摂取量が多くなければ、内部汚染に対する他の治療法は一般集団の治療には勧められない。一般的に、摂取量が年摂取限度 (ALI) 以下ならば治療は通常必要でなく、またもし摂取量が年摂取限度の 10 倍より多ければ、治療が通常必要となる。これらの治療は、このような問題に経験のある医師の指示のもと行われるべきであり、個々の患者の要因も考慮すべきである。

(172) 治療において考慮すべき他の重要な要因は、以下の節にまとめられている。

6.2 他の重要な医学的問題

6.2.1 核種の同定

(173) 人々が被ばくした放射線のタイプについて即座に利用できるデータがあれば、治療

をより効果的に行うことができる。データは基本的なもので、例えば、放射線がアルファ線、ベータ線、ガンマ線、中性子線又はX線のどれであったのか、あるいはもっと複雑であるのかということ、また特定の核種の知識を含むこともある。最大 300 核種まで同定可能な携帯用スペクトロメータが市販されている。もしこれらの機器を病院の救急室で特に熟練した職員か又は初期対応者が使用できれば、それらの機器は被ばくした人々の治療の効果を改善するばかりでなく、この事象の性質と範囲に関連した迅速なデータを当局に提出するために利用できるかもしれない。

6.2.2 二次治療センター

(174) 放射性物質の散布を伴った事故の経験は、実際に負傷、被ばく、又は汚染していない多くの人々がそれでもやはり心配になり、評価のために病院に行こうとすることを示している。これらの人々は優に数千人にもなり、救急車が緊急の手当てを要する被害者を搬送する前であっても、自家用車やタクシーで病院に着くかもしれない。病院はこれらの「非常に不安な人々」を診るため「二次評価センター」を設置し職員を配置する必要があると、長らく認識されてきていた。このような二次評価センター又はその区域は、少なくとも、検出装置、患者の名前と個人識別情報の登録機能を備えている必要があり、大ざっぱな医学的評価ができる必要がある。その必要性は長らく認識されてきているが、大部分の病院はまだ適当な計画を準備していない。

6.2.3 生物学的線量評価

(175) 極めて初期の対応段階では、高線量 (>1000 mSv) に被ばくし、医療が必要な人の決定は、前に述べたように進めるべきである。患者の反応を記録し、線量の推定に使用できる有用な道具は多数存在するが、医療は推定線量によるのではなく、実際の患者の反応に基づくべきである。二次的な対策として、かなりの線量を被ばくしたかもしれないが、急性又は亜急性期において治療を必要としない人の線量を推定する必要があるであろう。歴史的には、それは様々な染色体及び小核のアッセイを利用してなされてきたが、これらの方法は時間と労力がかかる；ここ 10 年間に多くの有能な研究室がなくなった。これらの研究室が復活するか又は迅速自動技術が開発されなければ、これらの個人に対する線量推定は既往の環境データでのみなされるかもしれない (5.3.2 「生物学的アッセイ」も参照)。

6.2.4 熟練した要員

(176) 緊急事態への備えと対応のインフラがよく発達した国々においては、小規模又は中規模の悪意ある放射線事象は、その場所の、又は地域あるいは国の諸資材を用いて対処することができそうであるが、一方、都会で核兵器が使用された場合、比較的小型であっても国際的

な医療支援が必要になるかもしれない。1キロトン (kT) の爆発で7000人以上が即死し、約20,000人が集中治療を必要とすると推定されている。地方の救急医、放射線科医、核医学医、放射線腫瘍医、医学物理士、及び保健物理士は全て極めて早期に携わるであろう。必要な専門技術をもつ医師は少ないので、もし事象が発生したならば、他の医師を認定し動員する必要があるだろう。追加の人的資源も専門の学会を通じて得られるかもしれない。これらの問題は、計画段階で考慮される必要がある。非常に大きな事象には国際的な支援が必要であろう。これは、当事国の政府が、原子力事故の早期通報に関する条約 (Convention on Early Notification of a Nuclear Accident) の下で、IAEA又はWHOを通じて援助を要請する国の政府に応じて派遣される。この両機関は過去にも放射線事故後の支援を提供している。

6.2.5 医療職員の訓練

(177) 教育と訓練は明らかに必要である。不幸なことに、医師は、放射線攻撃のほかに、多くの分野における訓練の必要性に直面している。彼らが訓練に参加する程度は、起こりうる攻撃の規模と可能性に関わっている。今日必要とされるのは、未知の、しかしたぶん生物学的、化学的あるいは放射線関連の汚染に対応できることであるので、放射線異常事象に対する特定の訓練は恐らく時代遅れである。加えて、医師は彼らの専門学会を通じて訓練の大部分を受けている。したがって、彼らは毎年の会合に出席し、より広範な教育課程の一部として、テロ攻撃の対処方法の訓練を受けるかもしれない。

6.2.6 長期の経過観察

(178) 放射線攻撃は、はっきりとした明確なエンドポイントを持つと恐らく考えられているかもしれない、医学的フォローアップが必要そうだという事も認識されている。医学的フォローアップには、少なくとも、線量推定とその線量に関連するかもしれないリスクの情報の提供が最初には含まれるであろう。それ以外にまた特別な必要性があるかもしれない。例えば、多量の放射性ヨウ素が放出され、KIがすぐに投与されなかったならば、少なくともその後約10年間、甲状腺がんの可能性を評価するために、幼児、小児、及び青年を検査する必要があるかもしれない。被ばくした人の登録又は医学的なモニタリングの必要性を考慮すべきである。

7. 情報の伝達

(179) 確実に正確な情報の伝達と普及は、放射線攻撃の影響下における放射線防護の取り組みを成功させる重要な要素である。多くの勧告が、この目的のために公開されている文献（例えば ANS, 2003 ; US DHS, 2003 b ; Van Tuyle ら, 2003）から入手可能であり、委員会は、国の当局がこの入手可能な参考資料を各国の情報伝達戦略の策定において参照することを勧告する。

(180) 広報の専門家は、複雑な技術データを含め、異常事象と対応活動の両方に関する情報の収集、処理及び迅速な普及に関与すべきである。被害管理のための信頼できかつ成功する情報伝達のプログラムは、リスクの低減のための伝達アプローチを基本的な目的として始めるべきであり、災害により影響を受けた人々がその範囲を理解し、情報に基づいた決断ができるようにすべきである。こういうプログラムは、根拠のない恐怖を起こすことなしに、時宜にかなった、正確かつ明瞭で一貫した情報を普及させなければならない。緊急時計画の立案者と対応者は、公衆、メディア関係者、及び対応者集団の短期と長期の情報ニーズを認識し、その理解を彼らの計画と行動に組み込まなければならない。

(181) 対応の初めの数時間や数日においては、情報伝達者は重大な技術的情報を公衆に対して迅速にかつわかりやすい言葉で伝達するという難題に挑まれることになる。放射線情報の公開は、防護活動のガイダンスと同時でなければならない。情報の欠落は、恐怖と憶測を助長するだけである。放射線又は放射性核種による汚染の量と影響を受けた地域についての基本情報は、たとえ初期推定という条件が付いていても、提供すべきである。情報の収集、取りまとめ、そして公表するまでの時間は決定的なものとなりうる。

(182) 情報担当職員は、情報提供をするかしないかに関して、また、情報提供をする場合にはどのように知らせるかに関してガイダンスを与えるであろう。一方では、公衆に知らせることにはいくつかの長所があるかもしれない。すなわち——危険の認識と回避；悪意ある行為を知らせる公衆の情報網の設置；回避できるより良い機会；及び、その行為の犯人を逮捕する確率の向上——である。他方では、あまり多くの情報を早期に与えることは、過度の心配を引き起こすかもしれない。管理された情報戦略においては、ニーズ、制限、及び、異なる対象の視聴者が危険をどのように見るか、そしてその結果、彼らがその情報をどのように受け取ることになるか、に影響する他の要素も考慮すべきである。

(183) したがって、メディアと広報の計画立案は、悪意ある放射線攻撃の可能性を考慮しなければならない。放射線攻撃に対する準備は、タイプの異なる攻撃に対応するために存在す

る取り決めに基づくべきであり、いつ、どのようにそのような情報をメディアと公衆に提供すべきかに関する明確な指針を制定する必要性に対し特別な配慮を伴うべきである。

(184) 放射線攻撃が起こる前に、メディアと良好な仕事上の関係を築いておくことは極めて重要である。そのような関係を築くためには、その事象における相互対応を計画する上でメディア関係者も含めることが必要である。シミュレーションと訓練への情報とメディア関係者の参加は、対応における信頼の向上にも役立つ。

付属書 A. 可能性のあるシナリオ

A.1 悪 意

(A1) 放射性物質は脅迫に使われることがありうるし、また脅迫者はそのような物質を用いると脅迫するかもしれない。加害者はそのような攻撃を試みるために、放射性物質を保有している必要さえないであろう。実体のない放射線攻撃を行う意図は、実際の放射線インパクトがないという点で、他の全ての可能性のあるシナリオと異なっている。その動機は、金銭的な利益、強要、脅迫、又は、物理的・心理学的な害を与えることかもしれない。それでも、もしその脅威が十分重大であると考えられるならば、この状況自体が放射線緊急事態であり、その行為がもし行われたとき、可能性のあるインパクトを防ぎ、又は最小限にするために対応するだけでなく、状況を確認し、分類し、そして評価するために特別な準備が必要である。もし犯行の意図に関する情報あるいは諜報が得られたら、責任当局はあらかじめ計画された対策を履行する準備をすべきである。

A.2 予告のない事象

(A2) 放射線攻撃のシナリオのいくつかは、人にわからない被ばくや放射性物質の散布に基づいている。ある事象が実際に起きたという最初の徴候は、放射線症、熱傷、又は他の症状を訴えて来院する人々であるかもしれない。したがって、医学的な計画は、医師や施設に対する放射線被ばくの症状についての情報と、電離放射線の被ばくによって生じたかもしれない傷害に苦しむどんな患者についても早期に報告する必要性を意識した、効率的で集中化されたモニタリングネットワークの設置を含むべきである。

A.3 盗 難

(A3) 金銭的な利益に気づいて、あるいは悪意ある攻撃の起こりうる前段階として、放射性物質が盗まれることがある。どのような場合でも、これらの行為は、それが信憑性のある脅威を意味するかどうかを決めるために評価すべきであり、もしそうであれば準備を強化し、又は、悪意ある攻撃の前に加害者を逮捕するための対応を計画すべきである (IAEA, 2002 d)。危険な線源による障害を公表することは、時として盗まれた線源の回収をもたらす情報につな

がるかもしれない。公衆に知らせることはまた不安を起すかもしれないこと、及び、それについて当局は準備をしておくべきであることにも言及すべきである。外見上合法的なビジネスが確立されているかもしれず、このようにして放射性物質が入手され悪用されることも同じく可能であることに留意すべきである。

A.4 放射線照射装置 (RED*)

(A4) 安全に保管されていない線源が、故意に1人あるいは複数の人々を被ばくさせるために使われることがある。このタイプの緊急事態は、単独の個人や標的となったグループに焦点を合わせるか、又は複数の個人を無差別に攻撃するように計画されるかもしれない。その可能性としては、例えば、標的とする個人の衣服、荷物、家、仕事場、又は車に、あるいは公衆や公共交通機関が行き交う場所に、非密封の放射性線源を隠すことが含まれるかもしれない。そのような悪意ある行為の主な結果には、放射線被ばく影響による死亡や傷害；放射性物質が隠された場所の放射性汚染の可能性；及び、経済、輸送及び医療インフラの混乱につながる社会不安がある。

* Radiation exposure devices ; RED

A.5 放射性物質散布装置 (RDD)

(A5) 医療や産業に一般的に使用されるような通常の放射線源を覆ったごく普通の爆発物の爆発は、メディアなどでは「汚い爆弾」(dirty bomb)と呼ばれてきたが、より正しくは「放射性物質散布装置」(Radioactive dispersion devices ; RDD)と呼べるであろう。更に、その物質が飛散可能か又は飛散可能なように線源が処理してあれば、線源容器を開けることによって、爆薬なしでも環境への放射性物質の撒布は達成されるかもしれない。

(A6) 爆発性のRDDからの主な危険は、爆風の直接の影響による。爆発性のRDDにより直接引き起こされる影響には——建物の崩壊と人々の閉じこめ；爆発地点直近における火災；爆風の影響や破片による死傷者；及び、近傍の地域の電力、ガス、及び上水道、並びに通信回線の崩壊——がある。主な放射線影響は、異常事象の周囲における放射性汚染物の吸入又は不注意な経口摂取であることが多く、また爆発地点のすぐ近辺に残留する線源の断片からの直接被ばくであることもある。事実、ほとんどの場合、放射性物質は爆発地点のすぐ近傍にあり、残存している線源と線源の断片からの直接被ばくは、重要な被ばく経路である。風下では、近傍の人々、乗り物、及び他の物体は放射性物質で汚染され、汚染が近傍のエリアを越えて拡がるかもしれない。放射線の影響は、含まれている放射性核種の性質と量によって非常に異なる可能性がある。従来の爆弾攻撃と比較して、緊急時対応要員には更なる危険があり、放射線の

危険について知らせるための放射線検知器の装備がなければ、放射性物質により被ばく又は汚染するかもしれない。

A.6 場所に特有の放射性汚染

(A7) もう1つのシナリオは、特定の場所又は環境を放射性物質で汚染する故意の行為である。そのような事象の結果は——その場所、設備、あるいは会社の長期間使用不能；重要なインフラの崩壊；及び、広範囲に広がる一般の人々の不安や苦痛——を含むであろう。犯人は、取り壊して残骸を除去せずにはその場所が再び使用できなくなるようなやり方で放射性物質の使用を企てるかもしれない。可能な方法には、空調設備か換気設備への放射性物質の導入、車両の後ろから放射性物質を漏出する容器を輸送する車の使用；及び、物質の散布に通常の気流を利用し放射性物質を大気中へ散布するための高層建築の使用がある。

(A8) ブラジルのゴイアニアの事故（IAEA, 1988）で示されたように、比較的限られた量の放射性物質の離散でさえ、地域に重大な汚染を引き起こすことが可能である。主な放射線影響には——その地域の広範囲の放射性汚染；特に、すぐにその状況を把握できないか又はかなりの量の放射性物質を人々が摂取したときの、放射線被ばくによる死亡又は傷害の発生；及び、放射性物質で汚染された人々、物、又は乗り物のその場所から離れた場所への移動が放射性汚染の拡大を引き起こすこと——が挙げられる。

A.7 食料と上水道の放射性汚染

(A9) 更に、放射線攻撃のもう1つのシナリオは、放射性物質による食物又は上水道の汚染である。これは、経口摂取の経路へ攻撃を集中させる。その目標は——汚染された食料を消費するか又は汚染された水を飲んだ人々を被ばくさせ；公衆への食糧又は上水の提供を止め；広範囲の苦痛と人々の不安を引き起こすこと——であろう。放射線の影響には——水処理プラント、給水用貯水池、配水タンク及び給水システムの汚染；食品、食物卸売市場、スーパーマーケット、又は食品加工施設の汚染；それに、水及び／又は食物供給網の損失あるいは崩壊——も含まれるかもしれない。放射線ではなく化学物質を用いたこのシナリオの例としては、医薬品 Tylenol（タイレノール）の汚染が挙げられる。1982年、シカゴで7人がシアン化物で故意に汚染されたタイレノールカプセル（*日本での商標名カロナール®）を服用した後に死亡した（Wolnikら, 1984）という事象である。血中で十分高濃度に到達するには極めて多量の放射性物質を必要とするため、摂取経路を介した放射線被ばくの影響による急死者又は傷害者の発生は非常に低いと考えられ、たとえこのようなことが起きたとしても多くの人々に影響を及ぼす可能性は極めて低い。

A.8 核施設への攻撃

(A 10) 1つの重要なシナリオは、核分裂生成物や放射化生成物、並びに放射性廃棄物を含む放射性物質を大量に保有している核施設の安全システムへの攻撃、又は妨害工作である。原子力発電所、研究用原子炉、核燃料再処理工場、及び放射性廃棄物管理施設を含むこれらのタイプの核施設へのうまく計画された攻撃は、環境への深刻な放射性物質の放出をもたらすことも考えられるであろう。更に、もしもそれらの攻撃により核反応を維持する施設に混乱が生じた場合、エネルギーの制御不能な放出が起こることも考えられるので、核分裂生成物の重大な放出につながる可能性がある。しかしながら、これらの施設には通常、高性能の安全システムが備わっており、重大な事故に続く環境への放射性物質の放出を防止できることにも留意すべきである。特に、原子力発電所と研究用原子炉、並びに民間で用いられているその他の燃料サイクル施設は、事故時に放射性物質の放出を防ぐための適切な緊急システムを通常備えており、攻撃を受けた場合でも、放射性流出物が施設外に放出される可能性を大いに低減させることができる。

(A 11) 委員会は、稼働している核施設は全て適切に以下の両方を備えていると推測している：(i) 放射線攻撃を成功させない嚴重な安全対策；及び、(ii) 過去の特別な勧告 (ICRP, 1991 b) に基づいた放射線緊急事態の取り決め。そのような施設における放射線緊急事態の専門的事項は、それらの施設の現存の緊急時対応の一部として予想され、計画されているものと概ね異ならないかもしれない。

A.9 即製核爆発装置 (IND)

(A 12) 最後に、極端ではあるが可能性のあるシナリオは、核物質、特に特殊核分裂性物質⁶⁾ (^{235}U や ^{239}Pu など) の転用と、通常、即製核爆発装置 (小型核爆弾) (Improvised nuclear devices ; IND) として知られている純度が低い核兵器の開発、製作、及び使用である。IND の核出力が低くても、爆風は破滅的な結果をもたらすであろう。加えて、このような事象では、環境に大量の放射性の核分裂生成物を撒き散らすであろう。注目すべきは、低い核出力の IND は燃焼していない核分裂物質も撒き散らすことであろう。

⁶⁾ 特殊核分裂性物質は次の物質を含む。プルトニウム (ただし、 ^{238}Pu の同位体濃度が 80% を超えるものを除く)、 ^{233}U 、及び、 ^{235}U 又は ^{233}U の濃縮されたウラン。

付属書 B. 医学的な問題

B.1 公衆衛生と医学的介入の計画

B.1.1 放射線攻撃の脅威

(B1) 放射線攻撃の脅威に対する医学的対応の計画は、他のタイプの攻撃、例えば化学的あるいは生物学的攻撃に対するものと何ら異ならない。特に、事故により放射性核種で汚染された人々を管理するための標準的手法が適用できる (NCRP, 1980)。地方当局によって作成された準備計画に依って、医療機関は、実際にその事象が起きたならば準備できるように、あるタイプの脅威が生じたとの通知を受けることになっている。脅威が実際に起こらない限り、特別な医学的準備は必要ないかもしれない。

B.1.2 予告のない事象

(B2) 放射線攻撃のシナリオのいくつかは、人にわからない被ばくや放射性物質の散布に基づいている。ひそかに放射線攻撃が起きたことの最初の徴候は、放射線症、熱傷又は他の症状を訴えて病院に来る人々かもしれない。それゆえ、高線量の放射線被ばくの症状が見分けられ、適切な治療ができるように、医療計画には医師や施設への放射線の健康影響についての事前の情報を含めるべきである。更なる被ばくを防ぐため、一般的な対応が迅速に開始されるように、効率的な通報の手はずが整えられていることが重要である。また、電離放射線の被ばくによって生じたかもしれない傷害をもつ患者の報告が早く行えるように、効率的で集約されたモニタリングネットワークの設置も必要かもしれない。

B.1.3 照 射

(B3) 医学的観点から最も困難な状況は、非常に多数の人々が知らないうちに電離放射線に被ばくしてしまった場合と、放射性物質が集団の中に散布されている可能性のある場合である。もし被ばくの可能性のある個人の身元が同定され、しかも少数であれば、放射線や原子力の緊急事態を扱うための現存の国の医療インフラで十分であるはずである。しかし、被ばくした可能性のある人の数は、現存の能力を大きく超え、またその集団の大部分を選別する必要があるかもしれない。更に、その報道によって生じた公衆の不安により、現存のインフラの能力を超えうるかもしれない。この難問の一部は、高線量被ばくの多くの前駆症状がよくある病気の症状、すなわち吐き気、下痢といったものと同じであることから来る。低線量の放射線被

ばくでは身体の症状がなく、誰もが自分は被ばくしたと信じるようになる可能性がある。したがって、計画策定の努力には以下が必要であることを認識しなければならない：(i) 過剰被ばく者の同定と治療における、様々な程度の能力をもった施設による国レベルのネットワークの設置；(ii) 多数の汚染した可能性のある人々に対する汚染のモニタリングシステムを立ち上げるための、放射線専門家との密接な協力；(iii) 過剰に被ばくした可能性のある人々に対する集団トリアージの手順；(iv) 潜在的な健康影響について、全ての医療専門家が調和のとれた意見を述べるようにすること；(v) 医療インフラが適切に利用されるように、人々に何をすべきか、どこに行くべきかを知らせる報道機関との協力；及び (vi) 集団パニックの回避。

B.1.4 食料と上水道の汚染

(B4) このタイプの事象は、大量生産又は大量頒布される生活必需品が高レベルの汚染に達するのに必要な放射性物質の量は莫大であるため、大勢の人々の重大な内部汚染にはつながりそうにない。しかし、過去の事例が示すように（例えばタイレノールのシアン化合物による極めて強い汚染、1982）、このような行為によって起こされた公衆の不安は、当局に重要な課題を提起することもある。内部汚染について大勢の人々の緊急モニタリングの必要性はなさそうである（可能性がないわけではない）が、そのような行為の医学的なインパクトの可能性を早急に評価し、影響を受けた可能性のある公衆の恐怖を軽減する情報公開のために、放射線専門家とメディアの専門家が協力する必要がある。また、健康リスク評価を確認し、公衆を安心させるために、影響を受けた可能性のある集団の代表となる人々をモニタする国レベルの計画を立てる必要がある。

B.1.5 放射性物質散布装置 (RDD)

(B5) このタイプの緊急事態はどこでも起こりうるので、このタイプの事象の放射線学的な性質に対処できる国レベルの医療ネットワークが必要である。更に、この計画は緊急事態のセキュリティの側面、及び治安機関との密接な協力のもとで行動する必要性を認識しなければならない。しかし、もし事態が事故あるいは犯罪的性質のものであっても、この計画は、爆発及び／又は化学的危険を含む通常の事故に対応するのに必要な計画立案のタイプと基本的に異なる。

B.1.6 核施設への攻撃

(B6) 医療計画と準備対策が核施設の緊急事態に対応するために作られたことを想定すると、このタイプの事象には実質的な追加の計画は必要ないはずである。その原因は異なるかもしれないが（故意 対 無作為の事故）、医学的な結末は、現存の計画において予想されているはずのものとはほぼ同じであろう。

B.2 外部放射線に起因する放射線影響の、直後の 医学的な経過予想と初期治療の関連情報

(B7) この節は、放射線攻撃から生じる外部放射線による影響の直後の医学的経過予想と初期治療の関連情報について述べる。総括の (e) 項の考察に従って、このタイプの情報は、正しくは吸収線量で記し、したがってグレイ (Gy) で表すべきであるが、次の表の線量は簡略化のためにミリシーベルト (mSv) の全身被ばく線量で表す。この簡略化は、ガンマ線やベータ線等の低 LET 放射線の場合には重大な問題ではない。しかし、もし即製核爆発装置 (小型核爆弾) (IND) のような高 LET 外部放射線が含まれるならば、表中の情報は適用できない。表 B.1 は急性放射線症候群の前駆期を、表 B.2 は急性全身被ばくの線量に依存する急性放射線症候群の最初の数日におけるリンパ球数の変化を、表 B.3 は急性放射線症候群の潜伏期を、表 B.4 は全身被ばく後の急性放射線症候群の重要段階の所見を、表 B.5 は程度に応じた急性放射線症候群の主要な治療法を、また表 B.6 は、受けた線量に依存する皮膚傷害の臨床症状の発症時期を示している (IAEA, 1998 d より改作)。

表 B.2 急性全身被ばくの線量に依存する急性放射線症候群 (ARS) の
最初の数日におけるリンパ球数の変化

ARS の程度	線量 (mSv)	最初の被ばくから 6 日後のリンパ球数 ($10^9/L$)
前臨床期	100~1000	1.5~2.5*
軽度	1000~2000	0.7~1.5
中等度	2000~4000	0.5~0.8
重度	4000~6000	0.3~0.5
極めて重度	6000~8000	0.1~0.3
致死的	>8000	0.0~0.05

* この範囲の値は正常であることがあり、必ずしも放射線被ばくを示すものではない。

表 B.6 受けた線量に依存する皮膚傷害の臨床症状の発症時期

病期/症状	線量範囲 (mSv)	発症時期 (日)
紅斑	3000~10,000	14~21
脱毛	>3000	14~18
乾性落屑	8000~12,000	25~30
湿性落屑	15,000~20,000	20~28
水疱形成	15,000~25,000	15~25
潰瘍 (皮膚)	>20,000	14~21
壊死 (深部の浸潤)	>25,000	>21

表 B.1 急性放射線症候群の前駆期

症状と医学的対応	急性放射線症候群 (ARS) の程度と急性全身被ばく (WBE) のおよその線量 (mSv)				
	軽度 (1000~2000)	中等度 (2000~4000)	重度 (4000~6000)	極めて重度 (6000~8000)	致死的* (>8000)
嘔吐	被ばく後2時間以降 10~50	被ばく後1~2時間 70~90	被ばく後1時間以内 100	被ばく後30分以内 100	被ばく後10分以内 100
発現時期 発生率 (%)	なし	なし	軽度 3~8時間	重度 1~3時間	重度 1時間以内
下痢	—	—	<10	>10	ほぼ100
発現時期 発生率 (%)	—	—	中等度 4~24時間	重度 3~4時間	重度 1~2時間
頭痛	わずか	軽度	50	80	80~90
発現時期 発生率 (%)	—	—	影響なし	恐らく変化あり	意識不明 (恐らく 数秒/数分持続)
意識	影響なし	影響なし	影響なし	—	—
発現時期 発生率 (%)	—	—	—	—	100 (50 Sv 以上で)
体温	正常	上昇	発熱	高熱	高熱
発現時期 発生率 (%)	—	1~3時間 10~80	1~2時間 80~100	<1時間 100	<1時間 100
医学的対応	外来での観察	総合病院での観察, 必要ならば専門病院で の治療	専門病院での治療	専門病院での治療	緩和治療 (対症治療のみ)

ARS：急性放射線症候群 (acute radiation syndrome), WBE：全身被ばく (whole body exposure)

* 適切な支持療法により、患者は12,000 mSv ぐらいの全身線量を受けたのち6~12か月生存するかもしれない。

表 B.3 急性放射線症候群の潜伏期

	急性放射線症候群 (ARS) の程度と急性全身被ばく (WBE) のおよその線量 (mSv)			
	軽度 (1000~2000)	中等度 (2000~4000)	重度 (4000~6000)	極めて重度 (6000~8000)
リンパ球 ($10^9/L$) (被ばくから3~6日後)	0.8~1.5	0.5~0.8	0.3~0.5	0.1~0.3
顆粒球 ($10^9/L$)	>2.0	1.5~2.0	1.0~1.5	≤0.5
下痢	なし	なし	稀	6~9日目に出現
脱毛	なし	中等度, 15日以降に開始	中等度, 11~21日目に開始	11日以前に完了
潜伏期間 (日)	21~35	18~28	8~18	7日以下
医学的対応	入院は必要ない	入院を勧める	入院が必要	緊急入院が必要 対症治療のみ
				致死的 (>8000)

表 B.4 全身被ばく (WBE) 後の急性放射線症候群 (ARS) の重要段階の所見

	急性放射線症候群 (ARS) の程度と急性全身被ばく (WBE) のおよその線量 (mSv)			
	軽度 (1000~2000)	中等度 (2000~4000)	重度 (4000~6000)	極めて重度 (6000~8000)
症状の発現時期	>30日	18~28日	8~18日	<7日
リンパ球 ($10^9/L$)	0.8~1.5	0.5~0.8	0.3~0.5	0.1~0.3
血小板 ($10^9/L$)	60~100	30~60	25~35	15~25
	10~25%	25~40%	40~80%	60~80%
臨床症状	倦怠感, 脱力感	発熱, 感染, 出血, 脱力感, 脱毛	高熱, 感染, 出血, 脱毛	高熱, 下痢, 嘔吐, めまいと見当識障害, 低血圧
死亡率 (%)	0	0~50	20~70	50~100
医学的対応	予防	6~8週で発現	4~8週で発現	1~2週で発現
		14~20日目から特別な予防処置; 10~20日目から隔離	7~10日目から特別な予防処置; 最初から隔離	初日から特別な処置; 最初から隔離
				致死的 (>8000)

* 非常に重篤な場合 (線量 > 50,000 mSv) では血球減少より先に死亡する。

表 B.5 重症度による急性放射線症候群の主な治療法

全身線量 (mSv)	1000～2000	2000～4000	4000～6000	6000～8000	>8000
ARS の重症度	軽度	中等度	重度	極めて重度	致死性的
医学的管理	最大1か月間の外来での観察	入院と治療；可能な限り早期に隔離			
	可能な限り早期（あるいは最初の1週以内）に G-CSF あるいは GM-CSF の投与		IL-3 と GM-CSF の投与		
	広域スペクトル活性の抗生物質（潜伏期の終わりから）、抗真菌剤及び抗ウイルス剤の準備（必要に応じて）				
	成分輸血：血小板，赤血球（必要に応じて）				
	完全非経口栄養（第1週），代謝の補正，解毒（必要に応じて）				
				HLA 一致アロジーン BMT*（第1週）	対症療法のみ

BMT：骨髄移植，G-CSF：顆粒球コロニー刺激因子，GM-CSF：顆粒球マクロファージコロニー刺激因子，IL-3：インターロイキン3。
* 以下の節にある骨髄移植についての更なる議論を参照。

B.3 内部汚染の治療

(B 8) 体内に放射性物質が急性に沈着した人々の治療に推奨される処置では、放射線量を低減し、それにより彼らの健康に影響するかもしれない潜在的な将来の影響のリスクを減らすことが意図される。これらの目標は2つの一般的なプロセスで達成できる：(i) 吸収と体内沈着の低減、(ii) 取り込まれた放射性核種の除去又は排泄の促進。両方とも、被ばく後できるだけ早く開始したほうがより効果的である。それゆえ、治療における最も重要な考慮は、与えられた放射性核種に対して適切な薬剤を選択し、被ばく後タイミングよく投与することである。放射線攻撃の場合に使用された放射性核種により、適用できる主な医療処置は、(i) 遮断薬、希釈剤、及び置換剤の投与、(ii) 消化管吸収の低減、及び (iii) 可動化剤の投与が含まれる。これらの処置に使用される主な治療薬のリストと簡単な説明を以下に示す。KIの投与を除いて、これらの治療は医師の監督下で個々の患者の事情に基づいてなされるべきである。

B.3.1 遮断薬、希釈剤、置換剤

安定ヨウ素

(B 9) 遮断薬は特定の組織の代謝過程を安定元素で飽和させ、それによってその放射性核種の体内取込みを減らす。安定ヨウ素の投与は、吸入あるいは経口で摂取された放射性ヨウ素の取込みを抑制あるいは低減する実用的処置であり、これは、第5章に公衆の防護として記載されている。健康な成人では、放射性ヨウ素を摂取後、甲状腺での濃度はおよそ6時間以内に最高値の50%に達し、1~2日で最高値に達する。したがって、甲状腺の放射線量を最大限に減少させるには、安定ヨウ素を放射性ヨウ素の摂取前か又はその後でもできる限り早く投与すべきである。もし安定ヨウ素が放射性ヨウ素の摂取前6時間以内に投与されるならば、得られる防護は約98%であり、摂取時に投与されれば約90%である。その効率は、摂取から時間が経過すると共に減少するが、甲状腺内の放射性ヨウ素は、吸入後4~6時間以内に安定ヨウ素を投与すれば、それでも約50%に減らすことができる。1錠のヨウ素剤は投与後約36時間有効な防護を与える。ほとんどの攻撃において、悪意による環境の汚染の前に予測してヨウ素剤を配布するのは困難であろう。これが、予防薬の配布の決定とその配布を可能な限り迅速に行わなければならない理由である。この責任を果たす難しさは、治療が必要な人々の数と地理的分布に直接関連している。安定ヨウ素が得られるかどうか、またどのようにして利用可能にするかの決定は、緊急時計画の策定段階でなされなければならない決定である。それでも、核施設事故の場合における緊急時計画とは異なり、放射線攻撃のリスクにさらされた集団の特定は非常に困難で、大きな不確かさを免れないことを認識すべきである。これらのパラメータは、攻撃の標的が核施設であるか又は攻撃が即製核爆発装置 IND による場合を除いて、悪意ある

攻撃の後に大きな集団に安定ヨウ素を配布するいかなる試みも、非常に困難にするであろう。このことが、国の当局が避難や屋内退避のような他の防護措置を考えるべき理由である。

(B 10) 成人の公衆構成員に推奨される安定ヨウ素の投与量は、1回 100 mg (KI 130 mg あるいはヨウ素酸カリウム 170 mg に相当 (*日本では 1回 76 mg)) であり、この投与量は妊婦及び 3 歳から 12 歳の小児には 50 mg (*日本では 38 mg)、3 歳未満の小児には 25 mg (*日本では新生児に 12.5 mg) に減量されるべきである。公衆の構成員に対する 1回 100 mg の安定ヨウ素投与に関連するリスクは、食事によるヨウ素摂取が高い国では非常に少ないが、食事に著しくヨウ素が欠乏している国や地域においては、リスクは高くなる。副作用のリスクは、非常に若い人では比較的小さいが、高齢者では多少高くなる。

(B 11) 安定ヨウ素投与の介入レベルは第 5 章で論じられている。委員会は、この介入は甲状腺に対して 500 mSv (あるいはそれ以上) の線量が回避される時、ほとんどいつも正当化されるであろうと述べており、最適化されたレベルはもっと低く、ただし、10 分の 1 (すなわち 50 mSv) 以下ではないだろうと付け加えている。BSS は、100 mSv の等価線量に相当する最適化された介入レベルを勧告している。いずれにせよ、この 2 つの勧告は概ね一致している。この報告書では、100 mSv のレベルを推奨されたガイダンスとして用いる (*日本では小児の甲状腺で 100 mSv)。

希釈、置換

(B 12) 同位体の希釈は、例えば、トリチウムの排泄を増加させる多量の水の取込みのような、化学的に放射性元素と対応する安定元素の多量投与によって達成される。置換療法は希釈療法の特別な型であり、異なった原子番号の非放射性元素が、取込み部位において放射性核種とうまく競合する。置換剤の例として、放射性ストロンチウムの尿中排泄を増加させるためのカルシウムの投与がある。しかしながら、予想された放射性核種が使用される放射線攻撃の場合に、これらの治療法が大いに役立つことはまずありえない。

B.3.2 消化管吸収の低減

プルシアンブルー

(B 13) 消化管吸収は、洗浄を行うか又は特定の放射性核種に対する薬剤を選択使用することで減らすことが可能である。これらの薬剤は放射性核種と結合することで消化管からの吸収を低減し、放射性核種は便中に排泄される。簡単な方法の 1 つは胃洗浄であり、これは、例外的な事情の下で、ある経口摂取された放射性核種がまだ胃に残り、その結果高線量になる場合に有用かもしれない。フェロシアン化鉄、通称「プルシアンブルー」は、セシウムの除去を促進するのに有効である。経口投与により、プルシアンブルーは消化管内でセシウムを捕捉し、胃腸管からの再吸収を遮り、それによって便中排泄を増加させる。プルシアンブルーは基

本的に胃腸管から吸収されず、毒性も少ない。プルシアンブルーの古典的投与量である1日当たり3gは、 ^{137}Cs の生物学的半減期を1/2～1/3に短縮できる。プルシアンブルーはブラジルのゴイアニア事故に使用され、そこでは数人が致死量もしくは致死量に近いレベルの ^{137}Cs を経口摂取していた(1987)。この治療は1ALI以下の摂取をした人には通常推奨されず、たいていは10ALI以上の摂取をした人に推奨される。プルシアンブルーはセシウムに汚染されたチェルノブイリ周辺の村の一般集団には使用されなかった。この事故の場合、集団の生涯線量の90%以上が土壌表面のセシウムからの外部放射線によると推定された。食品や水の供給がいったん規制されると、内部汚染による一般集団の生涯線量はわずかに1～2%のオーダーであった。たとえ一般集団が被ばく後の当初4年間をプルシアンブルーで治療されたとしても、これは最終的な被ばくを1%足らずしか低減できなかったであろう。ごく微量のセシウムを摂取した一般公衆に対して、プルシアンブルーを使用する上でのもう1つの問題は、現時点では、プルシアンブルーの世界的な供給不足である。

B.3.3 キレート剤

(B 14) 可動化剤は自然の代謝回転を促進する化合物であり、それにより身体組織から放射性核種が効果的に除かれる。これらの薬剤は被ばく直後に投与されるとより効果的であるが、数日以内に投与されても効果を発揮するものがある。キレート剤は特別なクラスの可動化剤と考えられるかもしれない。キレート化とは、有機化合物(リガンド)がより弱い結合をしているイオンを、別の無機化合物と交換し、相対的に安定な非イオン性環状化合物を形成する過程である。この可溶性の錯化合物は容易に腎臓から排泄される。したがって、適切に選択され投与されたキレート剤は、ある特定の放射性核種の排泄を促進し、したがって、個体内でのその滞留時間を短縮する。キレート剤は細胞内に浸透できないので、治療が被ばく直後に開始され、放射性物質のイオンが骨や肝臓等の標的臓器の細胞に取り込まれる前で、まだ血液循環中に存在する時であれば、その使用は最も効果的である。DTPAは人に使用される最も一般的な形のキレート剤で、プルトニウム、アメリシウム、及びキュリウムのような超ウラン元素による汚染の治療においてその効果が示されている。

ジエチレントリアミン五酢酸 (Ca-DTPA)

(B 15) カルシウム塩のジエチレントリアミン五酢酸 (Ca-DTPA) は、DTPAの最もよく使われている形である。Ca-DTPAの反復投与により、体内の亜鉛や、ごくわずかではあるが、マンガンや他の微量元素を減少させるかもしれない。Zn-DTPAは亜鉛塩の類似体である。Ca-DTPAとZn-DTPAによる治療は、治療が摂取後数時間以内に開始されれば、硝酸塩や塩化物等の可溶性プルトニウム塩(純粋な化学形であれば)による内部汚染の治療に有効である。線量は80%まで低減できる。しかしながら、これらの治療法は、高燃焼度酸化物のような極め

て不溶性の化合物によって汚染された患者の治療,あるいは放射性物質の汚染が他の粉塵と結合している場合には効果がない。難溶性のプルトニウムで内部汚染をした人々の長期間の治療は、20%未満の線量低減にしかならないことがしばしばある。Ca-DTPAは初期の超ウラン元素のキレート化に対してはZn-DTPAより効果があると考えられている。したがって、多量の超ウラン元素の摂取が関与している場合は、禁忌でない限り、特に初期にCa-DTPAを使用すべきである。被ばく後の約24時間は、Zn-DTPAはCa-DTPAと同様に有効である。この同等の有効性から、より低い毒性と併せて、長期の治療に対してはZn-DTPAのほうが好ましい作用剤である。Ca-DTPAは小児、妊婦、及びネフローゼ症候群あるいは骨髄不全の患者には禁忌である。どちらの集団においてもデータは不十分であるが、臨床的に適応があれば、Zn-DTPAは小児及び妊娠期間の全てにおいて妊婦に投与可能かもしれない。プルシアンブルーと同様に、DTPA療法は、摂取が少量あるいは量が特定されていない一般公衆には勧められない。これは通常、10 ALI以上の摂取のある人に対しては勧告され、1 ALI以下の摂取の人には勧告されない。この中間の値の摂取量では自由裁量の要素が入り、年齢、健康状態、及び治療効果の見込みに応じて異なる対応がとられる。放射線攻撃のほとんどのシナリオにおいて、超ウラン元素は恐らく難溶性の形と思われる。また、現在のところ、大規模な悪意ある事象に対応するにはCa-DTPAとZn-DTPAの世界的な供給は不足している。更に、特定の機関又は個人に限定することによって、DTPAの使用を制限している国もあり、DTPAの人への使用をまだ承認していない国もある。

重炭酸ナトリウム

(B 16) 重炭酸ナトリウム (*炭酸水素ナトリウム)は、天然ウラン、劣化ウラン、又は濃縮ウランのいずれかの化学形のウランに被ばくした人々にとって有用な医学的治療薬である。重炭酸ナトリウムによる治療は、より腎毒性の低い重炭酸ウラニル錯体を尿細管中に形成する。この錯体は生体媒質中では安定で、腎臓によって迅速に排泄される。ウランの吸入被ばくにおける化学形と粒子サイズは、重炭酸ナトリウム治療の臨床的有効性の決定において重要な因子であるが、ウランが濃縮²³⁵Uでない限り、その危険は放射線学的であるよりも化学的である。例えば、急性尿細管壊死のような腎臓損傷は、通常酸性である尿のpHにおいて UO_2^{2+} イオンが尿細管に結合するので、約4 mgのウランの被ばくによって起こりうる。はるかに低いレベルのウラン被ばくに対する治療は正当化されない。

B.4 外部被ばくの治療

(B 17) 急性放射線症候群の患者の医学的治療は、必要であればトリアージと迅速な救命活動とともに始まる。被ばく1日目は、全身過剰被ばくの治療は症状に向けられ、被ばくの大

きさの程度と身体中の被ばくの分布の推定が試みられるべきである。それは、これら2つのパラメータが予後と、したがって最適な治療の特性付けを可能にするであろうからである。ほとんどのケースにおいて線量分布は大きな不均等であるが、この線量は一般的なガイダンスを提供するのである。最初の線量は、呈している症状及び検査所見（リンパ球数、好中球数、及び血小板数）といった様々な方法によって推定されるであろう。2000～15,000 mSvの線量による全身被ばく後では、骨髄が死亡の原因となる第1の臓器である。したがって、全ての試みは主として骨髄の機能の回復に向けられ、輸血（基本的に血小板と赤血球）のような適切な代替物を与える場合もある。

B.4.1 感染の予防と治療

(B 18) どのようなタイプの治療でも、被ばく者にとってより悪化につながるリスクは、免疫防御の喪失による局所あるいは全身の感染の進展である。患者には感染症に対する積極的な治療が必要である。免疫不全患者における予防策は現在、非常に良く確立されており、これらのタイプの患者にも適用される。治療の第1段階は、外因性の感染の予防である。現行の予防策とは関係なく、患者の隔離は必須である。第2の段階は、どのような患者にも通常存在する微生物の除去である。経口の、非吸収性抗菌物質の投与は嫌気性菌を残存させるであろう。抗ウイルス薬は予防的な意味で処方されるであろう。皮膚、開口部、尿、もしあれば創傷の組織を通常の手順で培養しておく、発熱した場合には適切な抗生物質による迅速な治療が可能であろう。

B.4.2 体液の維持と電解質平衡

(B 19) 致死的范围の線量の全身被ばくは、重篤な栄養失調症候群を誘発するのである。栄養とカロリーのバランスは不均衡の最初の兆候が現れるのを待たずに維持されるべきである。カロリーの投与は、タンパク質、糖質、及び脂質間の平衡を保ちながら、2000から3000カロリーの間でプラトーに達するべきである。水分補給の量は、下痢、嘔吐、胃内容の吸引、行われるかもしれないドレナージによる喪失量に依存する。適切な水分補給がなされなければ、この不均衡が、例えば大量の嘔吐あるいは下痢の後、被ばく者の死亡の原因となるかもしれない。

B.4.3 骨髄抑制の特異的治療

(B 20) 線量が全ての未熟な細胞（幹細胞及び前駆細胞を含む）を破壊するのに十分でなかったか、骨髄のある領域が防護されていた場合（活性骨髄の約10%が遮蔽されている場合、LD_{50/60}前後の線量の人々は生存できる）には、骨髄は回復することが予測され、古典的な輸血でも、一過性の抑制に関連する重篤な合併症を回避するのに十分かもしれない。骨髄抑制が

容認できない期間持続するか、自発的な回復には抑制が強すぎると予測される場合は、骨髄移植、サイトカイン、臍帯血移植、又は幹細胞移植等の別の処置がとられてきた。

骨髄移植

(B 21) 骨髄移植は、線量が自己回復を妨げるほど十分高かった場合、当初は恐らく論理的な治療と思われていたであろう。今日まで、放射線被ばく事故後に骨髄移植を受けた生存者は5%以下である。骨髄移植は適応が非常に限られており、8000 mSv以上の線量範囲のみである。成功率は信頼できず、一般的な合併症の関連要因がなくても、高い死亡のリスクのある移植片対宿主疾患 (GVHD) のようないくつかの合併症は避けられないかもしれない。経験から、骨髄移植は事故による高線量被ばくにおいてほとんど有用でないことが認められているが、もし末期の多臓器不全やその他の合併症が克服されれば、これは変わるかもしれない。

サイトカイン

(B 22) 造血は増殖と分化に作用する因子によって制御されており、結果としてそれ自身の応答を調節することにより、生体の新しい状態への適応を可能にしている。これらの因子のいくつかはよく確認されており、形成不全の治療に使用するために十分な量をバイオテクノロジーにより生産することが可能である。顆粒球コロニー刺激因子 (G-CSF) 及び顆粒球マクロファージコロニー刺激因子 (GM-CSF) は、造血の回復率を増加させ、もしいくつかの幹細胞がなお生き残っているならば、骨髄移植の必要性を回避できるかもしれない。過去数十年の間に、両方の因子は放射線事故で使用され、好中球減少の期間と生存期間のどちらにもいくらかの影響があるようであった；また、骨髄移植と併用され、よい効果があったようである。これらはしばしばもう1つの因子インターロイキン3 (IL-3) と併用され、IL-3はリンパ組織系にも影響し、GM-CSFとの相乗効果がある。これら3つの因子には、発熱、頭痛、疼痛、及び血小板減少を含む、無視できない副作用がある。他の造血成長因子、すなわち、エリスロポエチン、トロンプオエチン、IL-6、IL-11、及びサイトカイン単独より高い特異的な活性を有するGM-CSFとIL-3の融合タンパク質 (PIX-321)などは、骨髄抑制の患者に使用されている。近年、幹細胞と前駆細胞を多く含む培養未熟細胞の注入とサイトカインを組み合わせたことが提案された。この技術は移植のGVHDのリスクを低下させ、移植組織の「正着」をより早めることを可能にするであろう。しかしながら、放射線攻撃に続いて発生することも考えられる多数の被害者の集団に対応するには、これらのサイトカインの供給が現時点では不十分であることを強調しておくべきである。攻撃後の放射線による好中球減少症に対するこれらの薬物の使用は適応外であろう。これらの使用には、プロトコール、制度化した管理、適切なモニタリング、及び、インフォームドコンセントの手続きあるいは十分な特例の確立が必要である。

胎児臍帯血移植

(B 23) 適合する移植組織の利用の可能性は、骨髄移植におけるしばしば大きな課題である。いかなる事前の計画も中止させる事情（事故あるいは悪意ある攻撃）による、比較的急を要する緊急性が、適切な移植臓器を見つけるために遅れが避けられないことと相まって、状況を悪化させるかもしれない。胎児臍帯血移植は、これらの問題を回避する機会を提供する。加えて、ヒト臍帯血は幹細胞と前駆細胞の生きた供給源で、リンパ球もほとんど未成熟である。最初の臍帯血移植は1988年に行われた。ヒト白血球抗原（HLA）の型が一致しない移植が行われても、GVHDのような移植片による反応はほとんど見られなかった。それ以降、臍帯血専用バンクが設置され、稀なHLA型にとっては特に有用となっている。移植片の幹細胞数は成人にとっても十分であったが、このタイプの移植は小児に対して準備されていた。高線量被ばくした成人の救命を試みるための最初の臍帯血移植は、1999年の東海村事故後に日本で実施された。この患者の死亡はこの特別な治療とは関係なく、多臓器の合併症と広範囲の放射線皮膚傷害によるものであった。彼の移植片（XX染色体）は患者自身の骨髄（XY染色体）の再生によって拒絶された。

(B 24) 更に、重篤な骨髄損傷あるいは機能不全を起こす程度の放射線レベルは、通常同時に他の臓器、特に肺と消化管に致命的の傷害を生じる。放射線誘発の骨髄不全になった患者あるいは被害者の介護は、これらの他の傷害によって複雑化し、骨髄機能が回復した患者でもしばしば血液学的傷害以外の傷害で死亡する。今日まで、放射線被害者に対する移植の成功は、たとえあったとしても極めてわずかであり、致死的な被ばくをした患者で、骨髄あるいは臍帯血移植により生存率の改善が示されたものはない。移植は高リスクの手法であり、型が一致した兄弟姉妹や型が一致した非血縁者ドナーから提供された骨髄又は幹細胞、あるいは最良の臍帯血を使って、技術が確立された移植センターで施行すべきである。

(B 25) 要約すると、放射線傷害への事故対応において、骨髄あるいは幹細胞移植の役割は、現時点では限定的である。造血幹細胞の回復力、骨髄での幹細胞の広範囲な分布、残存幹細胞が全造血システムを再生する能力、及び事故による被ばく時の放射線の不均一照射の可能性により、4000～8000 mSvの線量の範囲にある多くの人々は、骨髄移植なしに造血が回復するかもしれない。肺とその他の臓器の深刻な放射線傷害、並びに熱傷や身体の外傷は、骨髄傷害より重大な結末となる。しかしながら、骨髄移植は慎重に選ばれた被害者に実施されるものでなければならず、その将来の適用は移植手技の改善とともに変わるかもしれない。

B.4.4 放射線防護剤

(B 26) 放射線防護剤は、軍事とがん治療への適用において関心がもたれている。かなりの数の薬剤が試され、アミフォスチン（エチオール®）は有望と考えられている。これらの薬剤は被ばく前に吸収される必要がある。これらは低血圧、吐き気、及び嘔吐等の重大な副作用

を引き起こし、現在は初期対応要員に使用することは厳しく制限されているか又は使用不可能である。被ばく後に与えられた場合、放射線防護剤が防護効果をもつという臨床的証拠がないため、放射線攻撃が起こった後では何の価値もない。しかし、非常に高い線量の被ばくをしそうなエリアに入る前に救命に当たる救助者に薬剤を投与することには、リスクを低減させる理論的な可能性がある。

付属書 C. 心理学的な問題

(c 1) 悪意ある行動は、その名が示すとおり、一般公衆に深刻な心理的反応を引き起こそうとする。放射線の放出が心配される場所では苦悩が広まり、悲しみ、怒り、恐怖、不眠、集中力の低下、及び不信として現れるであろう。放射線異常事象後の心理的苦悩は非特異的な身体的愁訴 [時に多発性特発性身体症状 (multiple idiopathic physical symptoms ; MIPS) と呼ばれる症状] としても現れることがある。一般医療サービス提供者はこれらの人々に対処すべきである。人々のなかには、旅行に行かなくなる、家に引きこもる、子供を学校に行かせるのを拒否する、また、薬物の使用が増え乱用に至るなどの行動の変化を示す者がいるかもしれない。幸い、大部分の人々にとって、衝撃的事象にさらされたことによる苦悩と心理学的・行動学的な症状は、時間が経つにつれて軽減するであろう。

(c 2) しかしながらそうでない人々については、症状が持続し、家庭や職場での働きに影響を及ぼし、精神疾患に至るかもしれない。また、急性ストレス障害と心的外傷後ストレス障害 (posttraumatic stress disorder ; PTSD) は、心的外傷に関連して起こる疾患であると大抵の人々は考えるが、重いうつ病、薬物使用の増加、家族内の衝突、及び一般的不安障害も見受けられる。

(c 3) 精神疾患の既往歴のない人々が、悪意による被ばくの後、精神疾患に弱いことを覚えておくのは重要である。オクラホマシティ連邦政府ビル爆破事象の後に、PTSD とうつ病を発症した人々の 40% 近くは精神疾患の既往歴がなかった。精神疾患を発症するリスクの高い人々は：(i) 直接被ばくした人々（例えば、爆発の近傍にいた人々や救助及び遺体の回収作業に参加した人々）；(ii) 既存の精神疾患のために、事象前にはもっと傷つきやすかった人々；そして、(iii) 事象後に資財を失い、社会的支援の途絶に苦しむ人々、である。

(c 4) 悪意ある事象に続いて、人々は情報とガイダンスを求めて医療サービス提供者に頼るであろう。例えば、2001 年の炭疽菌攻撃の後、標本として抽出されたアメリカ人の 77% は、信頼できる情報源を求める際に彼らのかかり付け医師を最も信じるであろうと報告した。一般公衆がどのように悪意ある放射線事象に対処するかを決める際に、医療サービス提供者は恐らく重要な役割を果たすであろう。よく組織化された効果的な医学上の対応は、希望と信頼を植えつけ、恐怖と不安を減少させ、基本的な地域社会の機能維持を支援するであろう。

(c 5) 放射線攻撃に続く心理的問題と行動の問題に取り組むことは、影響を受ける人々の数から考えて、被災した集団の放射線被ばくの影響に取り組むよりもはるかに難問であるかもしれない。抑うつ症状、死別、家族内の衝突、及び症状の身体化 (* 精神病症状の身体的症状

への転換；somatization)は、PTSDよりずっと一般的であろう。少なくとも短期間、喫煙量及び飲酒量の増加が予想できる。睡眠障害、過度の警戒心、集中力低下、及び先行き不安も、心理的苦悩のその他の早期の兆候である。複数の身体的不満のある人々は、身体的疾患をもつか又は疲労感、抑うつ、そして士気喪失を示すことがある。

(c 6) 地域社会全体の精神衛生に対する需要に応えることは、多くの難題を提起する。事象の直後には、影響を受けた地域社会はまとまるように思われるが、時間が経つにつれて、汚染された地域社会は、精神的苦痛又は経済的損失による怒りや結束の低下、士気の低下、及び社会福祉の減少を示すかもしれない。ストレスと恐怖にうまく対処する技術及び活動に関する資料が配布のために準備されているべきである。食糧の放射性汚染には、長期の教育と潜在的な健康影響の監視が必要である。高齢者は精神的苦痛による社会的な引きこもりが多くなるかもしれないので、彼らに対して公衆衛生活動の手を差し伸べることが重要であろう。このグループや慢性的な医学上の必要で在宅している人々のための戸別訪問プログラムが必要であろう。臨床登録と適切な健康監視の設置は、影響を受けた地域社会に対して重要な精神的便益を与えるであろう。連絡先をデータベースに記録された人々は、フォローアップが得られることに落ち着きを感じるであろう。

(c 7) 退去地域からの家族の移転は複雑であり、家族の要求と社会的公正に関して、特別の注意が必要となる。家族の移転に関する選択を可能な限り広げることが重要である。ある人々（10%程度）は、どのような事情の下でも移住を望まないであろう。移転を勧告されていない人々の多くは、自発的にその地から離れるであろう。更に、移転を望む人であっても、雇用や、低迷する住宅市場で家を売却できないなどの理由のため移転できない人もいるであろう。これらやその他の事情における不公平感は、社会の断層に圧力を加え、地域社会を分裂させるかもしれない。

C.1 医療介護担当者と患者との意思の疎通

(c 8) 低レベルの放射線被ばくは感知できないことから、多くの人は永続的に健康への関心を持ち続けたり、あるいは特発性の症状を害のない被ばく又はありえない被ばくに自己判断で関連付けたりするかもしれない [通常の事情下でさえ、プライマリーケア（一次医療）に携わる人の1/3は、医学的に説明のつかない身体症状（例えば、特発性の倦怠感や疼痛）を診ている]。一般集団の90%以上は毎年一次医療提供者を受診しており、疑わしい放射線被ばくの後に正確な健康リスク情報を地域社会に広める上で、一次医療は極めて重要な場となっている。

(c 9) 放射線放出の影響において、一次医療提供者は理由の如何を問わず、その診療所に受診に来る全ての人々が被っている放射線被ばくの程度を決定する努力をすべきである。事情

によっては、この決定に生物学的線量推定を用いることが助けとなるであろうが、もっと普通には、それは単に、事件現場の近傍にいたかどうかと、その後の被ばくの重要な時期にどこにいたかということに基づくであろう。この最初の一次被ばく評価、症状の有無、及び疾患（身体的あるいは精神的）の有無に基づいて、人々は治療、経過観察、及び教育のカテゴリーに割り当てられるであろう。カウンセリングが、リスク、症状、又は臨床所見についてなされるかもしれない。PTSD の評価では、抑うつや不安、及び飲酒量や喫煙量の変化が重要である。

(c 10) 放射線の放出後、実際に起こった被ばくとは別に、定期的に放射線被ばく関連疾患への懸念の程度を評価することは、一次医療クリニックにとって有益かもしれない。診察の始めに毎回、「あなたの今日の受診は、テロ又は放射線被ばくの懸念に関するものですか？」と尋ねることによって、このプロセスを容易にすることができる。この質問に対して「はい」又は「たぶん」と答える人々、又は放射線被ばくに関連する疾患についての懸念を示す人々は、彼らの期待と受診目的の種類を明確にするために別の一次医療評価を受けるべきである。これらの懸念と期待が次に、医療トリアージとリスクコミュニケーションの努力の強さの指針となりうる。

(c 11) 一次医療の提供者は、以下のような人々との意思疎通に最も困難を感じるがよくある：(i) 被ばくした可能性はあるが、無関心で、症状や疾病がない；あるいは、(ii) 被ばくの有無を問わず高いレベルの懸念を持つが、無症状（症状や疾病がない）か説明のつかない症状がある。症状のある後者のグループは、しばしば、多発性の原因不明の身体症状を持つとして分類される。被ばくした可能性はあるが、症状も疾病もなく無関心な人々は、個人診療の必要性を否定するか又は無視するであろう。医療の必要性が重急性であると仮定して、人々が傷害や被ばくに対して適切に診療を受けることを確実にするための追跡調査が容易にできるように、地域登録に情報を入力すべきである。被ばくの有無を問わず、高いレベルの懸念を持つが無症状の人々は、懸念を増幅させ、臨床医の再々にわたる大丈夫だと言う保証に対して繰り返し抵抗するであろう。大量の被害者のある状況下では、これらの人々は重要な医療の準備を混乱させることがありうる。それゆえ、彼らの世話に専念する職員とその場所を設けることにより、この事態に対応する計画を立てることが役立つかもしれない。経過観察のための連絡と医療を提供するための献身的な努力を伴う連絡登録（contact registry）の作成は、リスクを伴いまた不必要な検査に圧倒されることなしに、思いやりや気遣いを伝える1つの方法である。検査結果が陰性であっても一時的な安心しか得られず、時には、特に結果が擬陽性の場合には、病気への懸念を増加させることが研究から示されている。人々の懸念の根拠を話し合い、どの検査を彼らが必要と考えるかを調べることは、多くの人々がそのような不安が無視されたと感じるのを防ぐ。決められた時間間隔での経過観察（必要に応じてではなく、定期的な検診）は、疾病への不安を和らげ、介護の満足度を増加させ、またその後の訴訟への流れと懸念を緩和するかもしれない。無症状の人々と同じように、懸念する人々、被ばくがあるかない

かのいずれかで、高いレベルの懸念と説明できない症状を持つ人々又は原因不明の症状を訴える人々は、重要な医療提供を混乱させることがありうる。これらの人々は、懸念のみを示す人々と異なり、しばしば目に見えるほど苦しみ、彼らの症状（例えば、胸痛と発汗）は破局的に思えるかもしれないので、より臨床医を不安にさせるであろう。

(c 12) 専用の区域、職員の配属、連絡用の登録、及び強化された一次医療の経過観察努力に加えて、説明できない症状を懸念する人々への治療処置には、パンフレット、ファクトシート、及び医学的に説明のつかない症状に対する自己管理方策に関する文献を含むべきである。重大な危機においては、これらの人々を重病者の介護に使う区域とは異なった場所へトリアージすることは有用であるが、その区域を「病気を気にしている健康人」のための「精神科診療」区域として標示したり又は受け取られたりすると、そのような標示は汚名を着せる意味があるので、そうすべきではない。したがって、説明できない症状のある人々は、症状は重要なものであって速やかにかつ慎重に経過観察されるという確認を、臨床医から早めにかつ頻繁に受けるべきである。

C.2 報告聴取

(c 13) 公衆と救護作業者の身体上の安全とセキュリティは最優先されなければならない。安全が保証された後に、報告聴取などの他の介入が始まるであろう。報告聴取は災害に続く一般的な早期の介入であり、災害に関わった救助作業者などの小グループの人々が、個々の印象と経験を共有するために、単一の長時間続く会議に集まる。これらの問題のうちいくつかは計画段階で考慮されるかもしれない。

参考文献

- ANS, 2003. Communication about Events involving Radiological Dispersion Devices. Report to US Department of Homeland Security. American Nuclear Society.
- Codex Alimentarius, 1991. Levels for Radionuclides, vol. 1, Section 6.1. Codex Alimentarius Commission Joint Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization Food Standards Programme. World Health Organization, Geneva.
- Codex Alimentarius, 2004. Proposed Draft Revised Guideline Levels for Radionuclides in Foods following Accidental Nuclear Contamination for Use in International Trade (CAC/GL 5-1989), including Guideline Levels for Long-term Use. CX/FAC 04/36/35. Committee on Food Additives and Contaminants of the Codex Alimentarius Commission.
- Gusev, I., Guskova, A., Mettler, F., 2000. Medical Management of Radiation Accidents. CRC Press, Boca Raton, FL.
- HPS, 2004. Guidance for protective actions following a radiological terrorist event. Position Statement. Health Physics Society, Mclean, VA 22101.
- IAEA, 1986. Optimization of radiation protection. In: Proceedings of a Symposium, Vienna, 10–14 March 1986, jointly organised by IAEA and NEA (OECD). International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 1988. The Radiological Accident in Goiânia. STI/PUB/815. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- 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.
- IAEA, 1991a. The International Chernobyl Project. Technical Report. International Atomic Energy Agency, Vienna. Available from: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub_885_e_web.pdf (also available in Russian).
- IAEA, 1991b. The International Chernobyl Project. Assessment of radiological consequences and evaluation of protective measures summary brochure. International Atomic Energy Agency, Vienna. Available from: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/PiA_32_e_web.pdf.
- IAEA, 1991c. The International Chernobyl Project: An Overview. International Atomic Energy Agency, Vienna. Available from: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub_884_e_web.pdf (also available in Russian and Spanish).
- IAEA, 1991d. The International Chernobyl Project In: Proceedings of an International Conference, Vienna, 21–24 May 1991. International Atomic Energy Agency, Vienna. Available from: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub_894_web.pdf.
- IAEA, 1996a. 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.
- IAEA, 1996b. Lessons Learned from Accidents in Industrial Irradiation Facilities. STI/PUB/1015. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 1997a. Application of Radiation Protection Principles to the Cleanup of Contaminated Areas. TECDOC-987. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 1997b. Method for the Development of Emergency Response Preparedness for Nuclear or Radiological Accidents. TECDOC-953. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 1997c. Generic Assessment Procedures for Determining Protective Actions during a Reactor Accident. TECDOC-955. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 1998a. The Radiological Accident in Tammiku. STI/PUB/1053. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- 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.
- IAEA, 1998c. The Safety of Radiation Sources and the Security of Radioactive Materials. GC(42)/RES/12. International Atomic Energy Agency, Vienna.

- IAEA, 1998d. Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries. Safety Report Series, No. 2. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 1999a. International Conference on the Safety of Radiation Sources and the Security of Radioactive Materials, Dijon, France, 14–18 September 1998.
- IAEA, 1999b. Generic Procedures for Monitoring in a Nuclear or Radiological Emergency. TECDOC-1092. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2000a. The Radiological Accident in Yanango. STI/PUB/1101. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2000b. The Radiological Accident in Lilo. STI/PUB/1097. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2000c. The Radiological Accident in Istanbul. STI/PUB/1102. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2000d. Generic Procedures for Assessment and Response during a Radiological Emergency. TECDOC-1162. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2001a. Cytogenetic Analysis for Radiation Dose Assessment. Technical Report No. 405. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2001b. Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources. CODEOC/2001. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2001c. International Conference of National Regulatory Authorities with Competence in the Safety of Radiation Sources and the Security of Radioactive Materials, Buenos Aires, Argentina, 11–15 December 2000. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2002a. The Radiological Accident in Samut Prakarn. STI/PUB/1124. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2002b. The Radiological Accident in Gilan. STI/PUB/1123. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2002c. Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. Safety Standards Series No. GS-R-2, jointly sponsored by FAO, IAEA, ALO, OECD/NEA, PAHO, UN-OCHA, and WHO. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2002d. Response to Events Involving the Inadvertent Movement or Illicit Trafficking of Radioactive Materials. TECDOC-1313. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2002e. Handbook on the Physical Protection of Nuclear Materials and Facilities Restricted. TECDOC-1276. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2003a. Security of Radioactive Sources. Proceedings Series. STI/PUB/1165. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2003b. Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency. EPR-METHOD. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2004a. Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources. CODEOC/2004. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2004b. Measures to Strengthen International Cooperation in Nuclear, Radiation and Transport Safety and Waste Management: Radiological Criteria for Radionuclides in Commodities. Document GOV/2004/54-GC (48)/8. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2004c. Generic Procedures for Medical Response during Nuclear and Radiological Emergency. EPR-MEDICAL 2004. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2004d. Measures to Strengthen International Cooperation in Nuclear, Radiation and Transport Safety and Waste Management. Resolution of the IAEA General Conference GC (48)/RES/10 under A., 4., pt. 23; Radiological Criteria for Radionuclides in Commodities. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2004e. Measures to Strengthen International Cooperation in Nuclear, Radiation and Transport Safety and Waste Management, Resolution of the IAEA General Conference GC (48)/RES/10, under D., 4., pt. 8.; Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources: Guidance on the Import and Export of Radioactive Sources. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- ICRP, 1959. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 1. Pergamon Press, Oxford.
- ICRP, 1964. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 6. Pergamon Press, Oxford.
- ICRP, 1966. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 9. Pergamon Press, Oxford.
- ICRP, 1973. Implications of Commission Recommendations that Doses be Kept as Low as Readily Achievable. ICRP Publication 22. Pergamon Press, Oxford, UK.

- ICRP, 1977. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 26. *Ann. ICRP* **1** (3).
- ICRP, 1983. Cost-benefit analysis in the optimization of radiation protection. ICRP Publication 37. *Ann. ICRP* **30** (2/3).
- ICRP, 1985. Radiation protection principles for the disposal of solid radioactive waste. ICRP Publication 46. *Ann. ICRP* **15** (4).
- ICRP, 1989. Optimization and decision-making in radiological protection. ICRP Publication 55. *Ann. ICRP* **20** (1).
- ICRP, 1991a. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. *Ann. ICRP* **21** (1-3).
- ICRP, 1991b. Principles for intervention for protection of the public in a radiological emergency. ICRP Publication 63. *Ann. ICRP* **22** (4).
- ICRP, 1993a. Protection from potential exposure: a conceptual framework. ICRP Publication 64. *Ann. ICRP* **23** (1).
- ICRP, 1993b. Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides. Part 2. ICRP Publication 67. *Ann. ICRP* **23** (3/4).
- ICRP, 1995a. Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides. Part 3. ICRP Publication 69. *Ann. 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. *Ann. ICRP* **25** (3/4).
- ICRP, 1996. Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides. Part 5. Compilation of ingestion and inhalation dose coefficients. ICRP Publication 72. *Ann. ICRP* **26** (1).
- ICRP, 1997a. General principles for the radiation protection of workers. ICRP Publication 75. *Ann. ICRP* **27** (1).
- ICRP, 1997b. Protection from potential exposures: application to selected radiation sources. ICRP Publication 76. *Ann. ICRP* **27** (2).
- ICRP, 1997c. Radiological protection policy for the disposal of radioactive waste. ICRP Publication 77. *Ann. ICRP* **27** (Suppl.).
- ICRP, 1998. Radiation protection recommendations as applied to the disposal of long-lived solid radioactive waste. ICRP Publication 81. *Ann. ICRP* **28** (4).
- ICRP, 1999. Protection of the public in situations of prolonged radiation exposure: the application of the Commission's system of radiological protection to controllable radiation exposure due to natural sources and long-lived radioactive residues. ICRP Publication 82. *Ann. ICRP* **29** (1/2).
- ICRP, 2003. Biological effects after prenatal irradiation (embryo and fetus). ICRP Publication 90. *Ann. ICRP* **33** (1/2).
- Kelly, H., 2002. Testimony of Dr. Henry Kelly, President Federation of American Scientists before the Senate Committee on Foreign Relations, 6 March 2002.
- Lloyd, D., Edwards, A., Moquet, J., Guerrero-Carbajal, C., 2000. The role of cytogenetics in early triage of radiation casualties. *Appl. Radiat. Isotopes* **52**, 1107-1112.
- NCRP, 1980. Management of Persons Accidentally Contaminated with Radionuclides. NCRP Report No.65. National Council on Radiation Protection Measurements.
- NCRP, 2001. Management of Terrorist Events Involving Radioactive Material. NCRP Report No.138. National Council on Radiation Protection Measurements.
- UNSCEAR, 2001. Hereditary Effects of Radiation (2001 Report to the General Assembly, with Scientific Annex), United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UN, New York, NY.
- US DHS, 2003a. US Department of Homeland Security Report of Subgroup on Medical. US Department of Homeland Security.
- US DHS, 2003b. US Department of Homeland Security Report on the Scientific Basis for Communication about Events Involving Radiological Dispersal Devices. US Department of Homeland Security.
- USACHPPM, 2003. Personal Protective Equipment Guide for Military Medical Treatment Facility Personnel Handling Casualties from Weapons of Mass Destruction and Terrorism Events. Technical Guide 275. US Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine.
- Van Tuyle, G.J., Strub, T.L., O'Brien, H.A., Mason, C.F.V., Gitomer, S.J., 2003. Reducing RDD Concerns Related to Large Radiological Source Applications. LA-UR-03-6664. Los Alamos National Laboratory (available at <http://www.lanl.gov/worldview/contacts.shtml>).
- WHO, 2004. Guidelines for Drinking-water Quality, third ed (available at the WHO website). World Health Organisation, Geneva.

ICRP Publication 96
放射線攻撃時の被ばくに対する公衆の防護

2011年4月29日 初版第1刷発行

翻訳 社団 日本アイソトープ協会
発行 法人

〒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
E-mail syuppan@jrias.or.jp
U R L <http://www.jrias.or.jp>

発売所 丸善出版株式会社

© The Japan Radioisotope Association, 2011 Printed in Japan

印刷・製本 株式会社 恵友社

ISBN 978-4-89073-216-6 C3340

