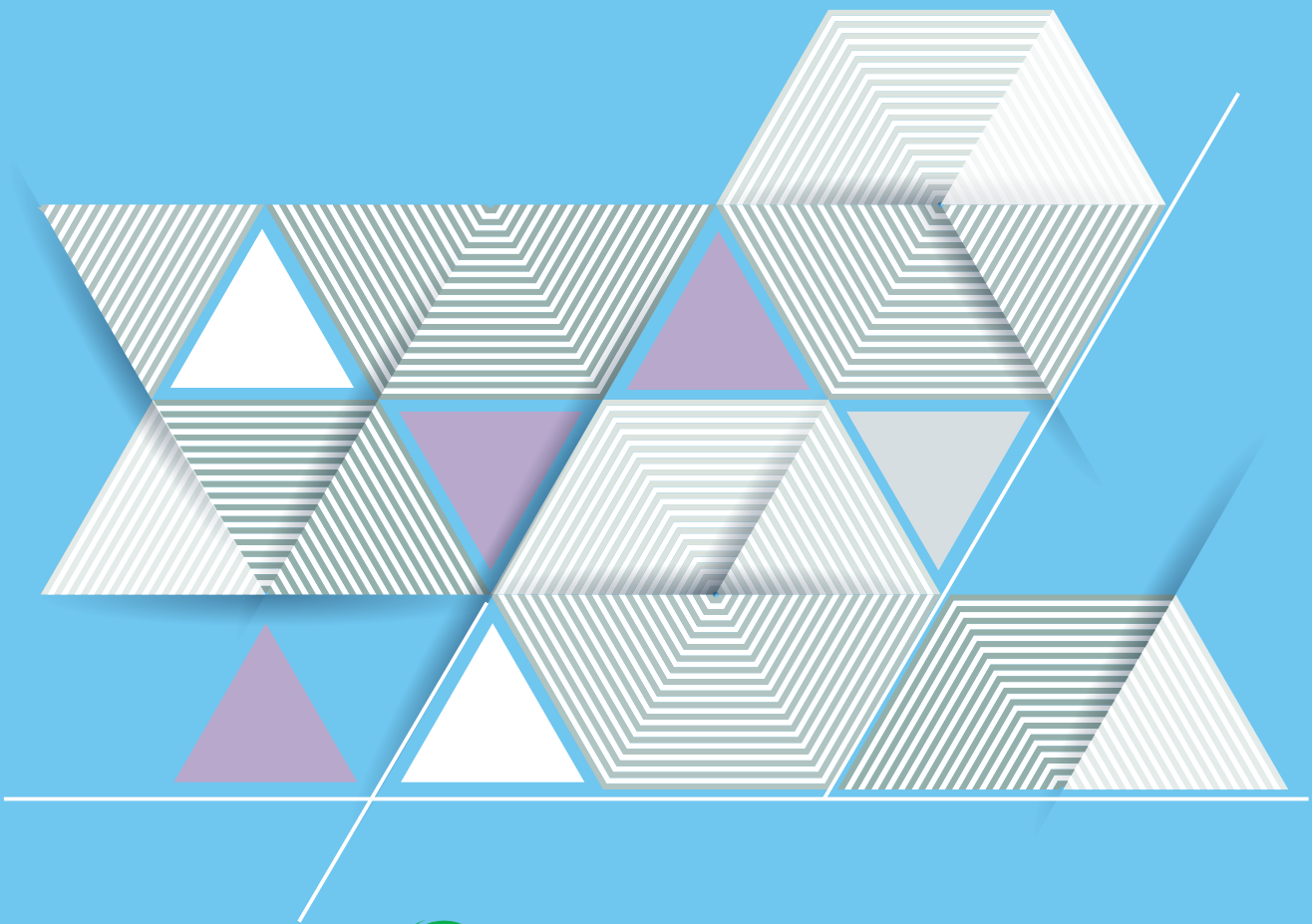


# ICRP

*Publication 146*

## 大規模原子力事故における 人と環境の放射線防護

— ICRP Publication 109と111の改訂 —



原子力規制委員会  
Nuclear Regulation Authority

# 大規模原子力事故における 人と環境の放射線防護

—ICRP Publication 109 と 111 の改訂—

2020年7月 主委員会により承認



**ICRP**

*Publication 146*

**Radiological Protection of People and the Environment  
in the Event of a Large Nuclear Accident  
Update of ICRP *Publications 109 and 111***

Editor-in-Chief

C. H. CLEMENT

Associate Editor

H. FUJITA

Authors on behalf of ICRP

M. Kai, T. Homma, J. Lochard, T. Schneider, J.F. Lecomte,  
A. Nisbet, S. Shinkarev, V. Averin, T. Lazo

---

Copyright © 2022 Nuclear Regulation Authority, Japan. All rights reserved.  
Authorized translation from the English language edition published for  
The International Commission on Radiological Protection by SAGE Publications Ltd.  
Copyright © 2020 The International Commission on Radiological Protection  
Published by SAGE Publications 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 146

Radiological Protection of People and the Environment  
in the Event of a Large Nuclear Accident  
Update of ICRP Publications 109 and 111

This translation was undertaken by the following colleagues.

Translated by

Michiaki KAI, Toshimitsu HOMMA

Editorial Board

The Japanese Translation Committee of ICRP Publications  
Translation Project of ICRP Publications,  
Nuclear Regulation Authority, Japan

working in close collaboration with Japanese ICRP & ICRU members.

---

◆ Committee members ◆

Gen SUZUKI (Chair)

Michiya SASAKI (Vice-chair)

Keiji ODA

Nobuyuki KINOUCHI<sup>3)</sup>

Yasuhito SASAKI\*

Hiroshi YASUDA

Michiaki KAI<sup>1)</sup> (Vice-chair)

Kazuko OHNO

Isao KAWAGUCHI

Sachiko SAKODA<sup>1)</sup>

Hideki HANGAI<sup>4)</sup>

◆ Supervisors ◆

Michiaki KAI (ICRP, MC)

Kotaro OZASA (ICRP, C1)

Kazuo SAKAI\* (ICRP, C1)

Jiro INABA\* (ICRP, C2)<sup>5)</sup>

Yoshiharu YONEKURA\* (ICRP, C3)

Toshimitsu HOMMA\* (ICRP, C4)

Ohtsura NIWA\* (ICRP, MC)

Yoshiya SHIMADA (ICRP, C1)<sup>2)</sup>

Tatsuhiko SATO (ICRP, C2)

Makoto HOSONO (ICRP, C3)

Hiroko YOSHIDA (ICRP, C4)<sup>2)</sup>

Norio SAITO (ICRU)

---

\* Former ICRP member.

<sup>1)</sup> From April 2021, <sup>2)</sup> From September 2021, <sup>3)</sup> Until March 2022, <sup>4)</sup> From April 2022, <sup>5)</sup> From June 2022.

## 邦訳版への序

本書は、ICRPの主委員会で2020年7月に承認され2020年12月に刊行された、ICRP *Publication 109* と *111* の改訂である大規模原子力事故における人と環境の放射線防護に関する報告書

Radiological Protection of People and the Environment  
in the Event of a Large Nuclear Accident  
Update of ICRP *Publications 109* and *111*  
(Publication 146. *Annals of the ICRP*, Vol.49, No.4 (2020))

をICRPの承諾のもとに翻訳したものである。

本書の翻訳は、ICRP主委員会委員の甲斐倫明、前ICRP第4専門委員会委員の本間俊充の両氏によって行われた。この翻訳稿をもとに、ICRP刊行物翻訳委員会において推敲を重ね、最終稿を決定した。原文の記述への疑問は原著関係者に直接確認して訂正し、また原文の意味を正しく伝えるために必要と思われた場合は、多少の加筆や修正、訳注を付した。

原子力事故は、起きてはならない事故である。しかしながら、現実には世界中で約440基の原子炉が稼働中であり、事故だけでなく戦争により核災害が引き起こされる可能性もある。原子力事故を防止するシステムを構築することはもとより大切であるが、一旦原子力事故が起きてしまったときの対策を纏めておくことも極めて重要である。これまでICRPは、ICRP *Publication 109* 「緊急時被ばく状況における人々の防護のための委員会勧告の適用」(2008年)、およびICRP *Publication 111* 「原子力事故または放射線緊急事態後の長期汚染地域に居住する人々の防護に対する委員会勧告の適用」(2008年)を出版してきた。本書は、福島第一原子力発電所事故後の様々な状況を踏まえ、原子力事故後の時間的経緯あるいは地域の広がり考慮を入れて、緊急時被ばく状況、現存被ばく状況、計画被ばく状況における委員会勧告の実践を再整理したものとなっている。

本書は、特に現存被ばく状況における人と環境の放射線防護に焦点を当てている。現存被ばく状況下で生活し、子育てし、農業・漁業・工業等の生産活動を実践する場合、

画一的な線量管理目標の提示だけでは物事は先に進まない。その理由は、原子力事故の影響は、被ばくによる狭い意味での健康影響（急性障害や発がん等）よりは、広い意味での心身の健康（well-being）に対する影響が大きいからである。被災地だけでなく、消費地も含めた多方面のステークホルダーが参画し、ステークホルダーの自立性や尊厳を最大限生かしながら、長期的な放射線影響の緩和を実践することが問われている。本書では、1986年のチョルノービリ（チェルノブイリ）\*原発事故後のベラルーシで実践されたETHOSプロジェクトやCOREプログラムの成果を取り入れ、福島で実践されてきた車座ミーティングなどのダイアログの成果を取り入れ、専門知協働の重要性に焦点を当てている。福島の復興は未だ途上である。本書には、福島原発事故後の防災・減災活動、あるいは、リスクコミュニケーションに携わってきた皆さん、これからも活動を継続する皆さん、そして誰よりも被災地の住民の皆さんと是非とも共有したい<sup>ちえ</sup>智慧が書かれている。ご一読をお勧めする。

本書の翻訳の進行と編集は、事務局の日本エヌ・ユー・エス株式会社が担当した。

当翻訳事業の成果は、すべてICRPのウェブサイトにPDF版にて公開される。また、原子力規制委員会も、令和2年度から当翻訳事業で翻訳したICRPの出版物を以下のURLで公開している（[https://www.nsr.go.jp/activity/kokusai/honyaku\\_04.html](https://www.nsr.go.jp/activity/kokusai/honyaku_04.html)）。この翻訳が、我が国の放射線防護に資することを、完成までの過程に携わったすべての方々とともに心より願うものである。

2022（令和4）年12月

ICRP 刊行物翻訳委員会  
委員長 鈴木 元

---

\*訳注 本書では、ウクライナ語読みを採用している。括弧内はロシア語読み。

原子力規制庁  
国内規制に係る国際放射線防護委員会刊行物の調査事業  
ICRP 刊行物翻訳委員会

委員長 鈴木 元\* (国際医療福祉大学クリニック)  
副委員長 甲斐 倫明<sup>1)</sup> (日本文理大学)  
佐々木道也 ((一財)電力中央研究所)  
委員 大野 和子 (京都医療科学大学)  
小田 啓二 ((一財)電子科学研究所)  
川口 勇生 ((国研)量子科学技術研究開発機構)  
木内 伸幸<sup>3)</sup> ((国研)日本原子力研究開発機構)  
迫田 幸子<sup>1)</sup> ((公社)日本アイソトープ協会)  
佐々木康人 (湘南鎌倉総合病院附属臨床研究センター)  
半谷 英樹<sup>4)</sup> ((国研)日本原子力研究開発機構)  
保田 浩志 (広島大学原爆放射線医科学研究所)

\*本書の校閲担当

監修者

---

甲斐 倫明 (ICRP 主委員会, 日本文理大学)  
丹羽 太貫 (前 ICRP 主委員会, (公財)放射線影響研究所)  
小笹晃太郎 (ICRP 第1専門委員会, 京都府立医科大学)  
島田 義也<sup>2)</sup> (ICRP 第1専門委員会, (公財)環境科学技術研究所)  
酒井 一夫 (前 ICRP 第1専門委員会, 東京医療保健大学)  
佐藤 達彦 (ICRP 第2専門委員会, (国研)日本原子力研究開発機構)  
稲葉 次郎<sup>5)</sup> (元 ICRP 第2専門委員会, 元放射線医学総合研究所)  
細野 眞 (ICRP 第3専門委員会, 近畿大学)  
米倉 義晴 (前 ICRP 第3専門委員会, 大阪大学)  
吉田 浩子<sup>2)</sup> (ICRP 第4専門委員会, 東北大学)  
本間 俊充 (前 ICRP 第4専門委員会, 原子力規制庁)  
齋藤 則生 (ICRU 委員, (国研)産業技術総合研究所)

<sup>1)</sup> 2021年4月から, <sup>2)</sup> 2021年9月から, <sup>3)</sup> 2022年3月まで, <sup>4)</sup> 2022年4月から, <sup>5)</sup> 2022年6月から





## 抄 録

本書は、チョルノービリ（チェルノブイリ）\*と福島事故の経験に基づき、大規模原子力事故における人と環境の防護のための枠組みを提供するものである。事故に対応する上で、委員会は、初期と中期を緊急時被ばく状況、長期を現存被ばく状況とみなして区別する。緊急時被ばく状況と現存被ばく状況では、人と環境に対する放射線の影響の緩和は、決定の正当化と防護の最適化という基本原則を用いて達成される。委員会は、サイト内でもサイト外でも、事故のすべての段階において、公衆と対応者の防護を最適化するための一連の参考レベルを勧告する。防護措置の実施は、放射線の要因を考慮するだけでなく、健康を守り、被災した人々の持続可能な生活環境を確保し、対応者の適切な作業環境を確保し、環境の質を維持するために、社会、環境および経済の側面も考慮しなければならない。事故の初期には、多くの場合、ほとんど情報がない中で、緊急の防護措置を取らなければならない。決定は、準備計画の時点で実際の状況に最も適していると確認された措置に依存することになる。事故の中期には、防護措置により放射線被ばくは徐々に低減される。放射線状況の特徴が十分に把握されると、対応は長期に入り、この期間に生活環境や働く環境を改善するため、さらに防護措置が実施される。当局は、事故に備える過程および事故が継続している各段階の対応に、主要な立場を代表するステークホルダーを参加させるべきである。放射線モニタリングと健康サーベイランスを実施し、個人が放射線防護文化を育み、自らの防護について十分な情報に基づいた決定を下すことができるように、情報と専門知識を共有するための条件と手段を提供することが、当局の役割である。

キーワード：チョルノービリ事故，福島第一事故，緊急時被ばく状況，現存被ばく状況，正当化，最適化，参考レベル，防護措置，ステークホルダーの参画，専門知協働プロセス，放射線防護文化

---

\*訳注 本書では、ウクライナ語読みを採用している。括弧内はロシア語読み。



## 目 次

	頁	(項)
抄 録 .....	v	
論 説 .....	xi	
要 点 .....	xvii	
総 括 .....	xix	
1. 緒 言 .....	1	(1)
1.1 背 景 .....	1	(1)
1.2 本刊行物の適用範囲と構成 .....	2	(5)
2. 全般的事項 .....	3	(10)
2.1 原子力事故の管理の時間軸 .....	3	(10)
2.2 大規模原子力事故の影響 .....	4	(15)
2.2.1 放射線誘発の健康影響 .....	4	(16)
2.2.2 動物相および植物相への影響 .....	6	(25)
2.2.3 社会的影響 .....	6	(27)
2.2.4 経済的影響 .....	7	(32)
2.2.5 心理的影響 .....	8	(36)
2.2.6 防護措置に関連する生活様式の変化による健康への影響 .....	9	(40)
2.3 人と環境の防護の原則 .....	9	(43)
2.3.1 防護に関する決定の正当化 .....	11	(51)
2.3.2 防護の最適化 .....	13	(58)
2.3.3 最適化と参考レベルの使用 .....	16	(74)
3. 初期および中期 .....	19	(80)
3.1 初期および中期の特徴 .....	19	(80)
3.2 放射線状況の特徴の把握 .....	20	(86)
3.2.1 被ばく経路 .....	20	(86)
3.2.2 環境モニタリングと個人モニタリング .....	21	(93)
3.3 初期および中期における対応者の防護 .....	23	(101)

3.3.1	サイト内の初期における対応者の防護	24	(102)
3.3.2	サイト外の初期における対応者の防護	25	(108)
3.3.3	サイト内の中期における対応者の防護	26	(112)
3.3.4	サイト外の中期における対応者の防護	27	(115)
3.3.5	初期および中期における対応者の被ばく管理	27	(117)
3.4	初期および中期における公衆と環境の防護	28	(120)
3.4.1	初期の防護措置	29	(126)
3.4.2	中期の防護措置	33	(142)
3.4.3	専門知協働プロセス	36	(158)
3.5	中期から長期への移行	39	(168)
4.	長 期	43	(176)
4.1	長期の特徴	43	(176)
4.2	放射線状況の特徴の把握	44	(182)
4.2.1	被ばく経路	44	(182)
4.2.2	放射線モニタリング	44	(184)
4.3	長期における対応者の防護	45	(188)
4.4	長期における公衆と環境の防護	46	(191)
4.4.1	長期の防護措置	48	(198)
4.4.2	健康サーベイランス	51	(214)
4.4.3	付随的な対策	52	(221)
4.5	長期的な防護措置の進展と終了	53	(226)
5	大規模原子力事故に対する準備計画	55	(228)
6	結 論	57	(234)
7	付属書の紹介：チョルノービリおよび福島原子力事故の概要	59	(241)
	参 考 文 献	61	
	付 属 書 A. チョルノービリ原子力発電所事故	67	(A1)
	A.1 はじめに	67	(A1)
	A.2 初期および中期	68	(A3)

A.2.1	放射線モニタリング	68	(A8)
A.2.2	汚染レベル	69	(A9)
A.2.3	個人の被ばくレベル	69	(A13)
A.2.4	対応者	71	(A16)
A.2.5	初期における防護措置	72	(A23)
A.2.6	中期における防護措置	73	(A29)
A.3	長期	75	(A39)
A.3.1	規制の枠組み	75	(A40)
A.3.2	放射線モニタリングと被ばく	76	(A46)
A.3.3	食品のモニタリング	77	(A50)
A.3.4	長期防護措置	77	(A53)
A.3.5	健康サーベイランス	78	(A56)
A.3.6	専門知協働プロセスの出現	79	(A61)
A.3.7	長期防護措置の進展と解除	81	(A67)
A.4	チェルノービリ事故における段階の時間軸	82	
A.5	参考文献	82	
付属書 B.	福島第一原子力発電所事故	85	(B1)
B.1	はじめに	85	(B1)
B.2	初期および中期	86	(B4)
B.2.1	放射線モニタリング	86	(B7)
B.2.2	汚染レベル	87	(B9)
B.2.3	個人の被ばくレベル	87	(B11)
B.2.4	対応者	88	(B14)
B.2.5	初期における防護措置	88	(B16)
B.2.6	中期における防護措置	91	(B26)
B.2.7	福島における ICRP ダイアログの取り組み	93	(B34)
B.3	長期	94	(B37)
B.3.1	対応者	94	(B39)
B.3.2	避難指示の解除	94	(B40)
B.3.3	食品管理	96	(B45)
B.3.4	除染と廃棄物管理	96	(B47)
B.3.5	専門知協働プロセスと自助努力による防護対策	97	(B49)
B.3.6	一般住民の健康サーベイランス	98	(B54)

x 目 次

B.4 福島事故における段階の時間軸 .....	99
B.5 参考文献 .....	99
用語解説 .....	103
謝 辞 .....	107

## 論 説

### 備 え あ れ

事故は起きるものである。航空機は墜落、船舶は沈没、列車は脱線、化学工場は爆発、ダムは決壊、そして原子力発電所は故障する。また、我々は、洪水、干ばつ、ハリケーン・台風、地震、熱波、火山噴火、竜巻、隕石落下、森林火災、氷雨を伴う暴風、土砂崩れ、津波など自然災害にも直面する。これらは一つでも、都市、地域、または国を揺るがすことができる。世界を震撼させたものもある。その影響は、政治、社会、環境、経済、そして何よりも人間に及ぶ。

事故や災害で問題の核心となるのは、個人への影響である。その最も明らかなものは、時に大きな規模で生じる、身体の傷害と死亡である。1984年12月3日、インド・ボパール農薬工場からの漏洩により、少なくとも3,000人が死亡し、10万人以上が不治の身体傷害を受けた。50万人以上の人々に傷害補償が支給された (Broughton, 2005)。

このような数字は驚くべきものだが、さらによく見れば、事故や災害の影響は明らかなものだけではない。洪水は村を破壊し、何世代にもわたって住んでいた家を流し、文化的に重要な場所を破壊し、地域社会の歴史とのつながりを壊してしまう。施設からの放出は、直ちに健康に影響を及ぼすか否かにかかわらず、地域全体を汚染する可能性がある。たとえ人々がそこで生き続けることができても、新規の人々や企業が参入をためらうので、資産価値は下がり、人口は減少し、雇用機会は消滅する。さらに身近なところに目を向けるならば、家に孫が訪れなくなる祖父母や、優先順位の違いによって離れ離れになる家族の絶望的な状況も考えられる。

事故や自然災害への対処を学ぶことは、人間の苦しみや環境への影響を軽減するために不可欠である。

誰もが2011年の日本の福島第一原子力発電所やさらに酷い1986年のソビエト連邦（ソ連）のチョルノービリ原子力発電所（現ウクライナ）で発生した規模の原子力事故が再び起こらないよう望んでいる。現在、世界には約440基の原子力発電所が電気を供給し、約15基が建設中である (WNA, 2020)。

原子力に関して、ICRPは、すべての状況に普遍的に適用される倫理原則と基本勧告を超える見解は何も持ちあわせていない。これは、倫理的には、害よりも便益が優先されなければならない、対策は十分な情報に基づき慎重に検討されなければならない、人々は公正にかつ尊厳をもって扱われなければならないことを意味する。我々は、次の4つ、善行／無危害性、慎重さ、



正義、尊厳を、中核的な倫理的価値と考えている (ICRP, 2018)。これらを実現させるために、我々は3つの放射線防護原則、すなわち正当化、防護の最適化、個人の線量制限を用いる。これにより、便益が害を上回り、防護がその状況下において最善となり、不当な線量がいずれの個人にも及ぼされないことを確実にする。要するに、ICRPの目的は、あらゆる状況において、電離放射線が関与する場合には、人と環境が防護されることを確実にすることである。

これを踏まえ、ICRPは、原子力安全を向上させるためのあらゆる努力を賞賛する (たとえば、NEA, 2016)。我々の使命は放射線防護を促進することである。原子力事故、とりわけ放射性物質が放出される事故を回避し、緩和することは、放射線への有害な被ばくから人間と環境を防護することの一部である。

しかしながら、我々は今後の事故に備えなければならない。これは、我々の仕事の重要な部分であり、原子力だけでなく、たとえば、医療における放射線の使用にも関連している (たとえば、*Publication 112*「新しい外部照射放射線治療技術による事故被ばくの予防」(ICRP, 2009a)を参照)。

本刊行物は、偶然にも *Publication 112* と同じ年、福島第一事故の2年ほど前に発行された以下の刊行物2点を更新し、置き換えるものである。

- *Publication 109*「緊急時被ばく状況における人々の防護のための委員会勧告の適用」(ICRP, 2009b)
- *Publication 111*「原子力事故または放射線緊急事態後の長期汚染地域に居住する人々の防護に対する委員会勧告の適用」(ICRP, 2009c)

理論的には、本刊行物の範囲は、*Publication 109* と *111* よりも狭く、特に大規模な原子力事故に適用される。実際には、これらの以前の刊行物は、主にこのようなタイプの事故に焦点を当てていたが、一般的な原則は、ほぼすべての規模の事故について同様である。それでも、他のタイプの事故に対する放射線防護に関する追加の勧告が検討されている。

過去の刊行物2点をまとめる利点の1つは、対応をより全体的に考えることができ、事故の初期および中期から長期への移行に、より注意を向けることができる点である。この刊行物では、緊急時対応から復旧プロセスまでの道筋を辿りやすくし、そして重要なのは長期への準備に関する助言が含まれている点である。

想像の通り、本刊行物は、福島第一事故後の10年近くにわたる経験に基づくところが大きい。しかし、事故から35年近く経っても、チェルノブイリ事故からの新たな知見も存在する。たとえば、チェルノブイリ事故の社会的影響は、福島第一事故に照らしてより明確に見ることができ、福島第一事故は、たとえ直ちに壊滅的な健康影響が広く起こらなかったとしても、甚大な影響があり得ることを我々に教えてくれた。福島第一事故に関する報告で、原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR) は、「事故による放射線に被ばくした作業者や一般

公衆の間で放射線に関連する死亡や急性疾患は観察されていない」こと、「被ばくした公衆やその子孫の間で放射線に関連した健康影響の識別可能な発生率の増加は予測されない」と述べたが、「最も重要な健康影響は、精神的にも社会的にもすべてが満たされた状態にあるかどうかについて、である」としている（UNSCEAR, 2013）。

本刊行物は世間から離れて作成されたわけではない。ICRP は、前回の基本勧告（ICRP, 2007）の策定以来、おそらく最も大規模な作業に 10 年近くにわたって取り組んできた。ICRP 主委員会は、福島第一事故直後の 2011 年 4 月、日本からの代表者と会合を持った。その後すぐに、ICRP は、ICRP の放射線防護体系に関して日本の原子力発電所事故から学んだ最初の教訓について検討するタスクグループ 84 を設置した。翌年、福島市で開催された主委員会において、タスクグループの調査結果の概要（ICRP, 2012）が承認され、その後すぐにタスクグループ 84 の委員がより詳細な論文を発表した（González et al., 2013）。

この最初の評価は、何年にもわたって ICRP の作業プログラムに影響を与えた。特に、本刊行物を作成したグループである、ICRP *Publication 109* と *111* の改訂に関するタスクグループ 93 の設立が含まれる。

これと並行して、ICRP は、福島で一連のダイアログ集会を開始し、2011 年 11 月にその第 1 回集会が開催された。ダイアログ集会の目的は、復旧プロセスにおける課題について自由に開かれた議論の場を設けること、日本の専門家や市民、ベラルーシやノルウェーなどチェルノブイリ事故で直接影響を受けた国の専門家や市民との間で経験を共有すること、今後の ICRP 勧告ができるだけ適切かつ有用であるようにするために関わった人々から直接状況について学ぶこと、そしてもちろん、非常に困難な状況に直面している人々を支援することであった（Kotoba, 2015）。「ダイアログの取り組み」として知られるようになったこの活動は、すべての点で大きな成功を収めた。2020 年時点で計 22 回のダイアログ集会が開催されており、当初は ICRP が主導していたが、今では完全に地元の人々の手に委ねられている。（Lochard et al., 2019）。

ダイアログの取り組みは、本刊行物を作成する上で重要なものであった。地域の最前線で活躍する人々との密接な交流により、より深い理解を得られただけでなく、数名の地域の参加者には本刊行物の草案作成とレビューにも参加していただいた。

ICRP はこのプロセスを通じて、多くの専門家、医療従事者、被災した住民、日本政府を含む当局、専門家組織、原子力発電所の事業者と頻りに連絡を取り、大規模原子力事故後の放射線防護のあらゆる側面が取り上げられるようにした。

多くの国際機関が本刊行物の作成にかかわった。草案作成中は多くの比較的非公式な交流を通して、プロセスの後半ではより公式なピアレビューを通して、作成にかかわった。

現在、すべての ICRP の刊行物は、完成前に公開意見募集を行っている。この重要なステップでは、誰もがウェブ上のポータルから我々の作業について意見する機会があり、我々があら

ゆる視点からの意見を聞き、検討したことを確認するために重要である。本刊行物の性質と、多くの人々が大きな関心を寄せていることから、草案への意見はこれまでの歴史の中で初めて英語と日本語で受け付けられ、さらにコメント期間も延長された。もう一つ初めて行われたのが、意見募集中に日本で開催された公開会合であり、人々は初期に出された意見に我々がどのように対応しているかを聞くことができ、また、彼らが直接意見を述べる機会を得た。全体として300件を超えるコメントを受けたが、これは、ほとんどのICRP刊行物に対するコメントの約10倍であり、現在の基本勧告（ICRP, 2007）について受けたコメントの数に次ぐものであった。このような関心の高さが、本刊行物の質を高めていると確信しており、意見交換に多くの方々が時間を割いてくださったことに感謝を申し上げたい。

最後に、2011年以降お会いできた日本の多くの方々や、チョルノービリ事故に関する経験を共有していただいた欧州の友人や同僚の親切な対応に、一個人として感謝したい。私は、彼らの忍耐力、創意工夫、そして寛容さに触れ、何度も頭の下がる思いをした。事故が起きたことは悲しく、人々がまだ苦しんでいることを知っているが、このことがなければ出会えなかったであろう人々との間で生まれた友情は一つの希望の兆しである。原子力事故の影響のより深い理解と将来のためのより良い備えがもう一つの明るい兆しとなるよう望んでいる。

CHRISTOPHER H. CLEMENT  
編集長

## 参考文献

- Broughton, E., 2005. The Bhopal disaster and its aftermath: a review. *Environ. Health* **4**, 6.
- González, A.J., Akashi, M., Boice, Jr, J.D., et al., 2013. Radiological protection issues arising during and after the Fukushima nuclear reactor accident. *J. Radiol. Prot.* **33**, 497–571.
- ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. *Ann. ICRP* **37**(2–4).
- ICRP, 2009a. Preventing accidental exposures from new external beam radiation therapy technologies. ICRP Publication 112. *Ann. ICRP* **39**(4).
- ICRP, 2009b. Application of the Commission's recommendations for the protection of people in emergency exposure situations. ICRP Publication 109. *Ann. ICRP* **39**(1).
- ICRP, 2009c. Application of the Commission's recommendations to the protection of people living in long-term contaminated areas. ICRP Publication 111. *Ann. ICRP* **39**(3).
- ICRP, 2012. Report of ICRP Task Group 84 on Initial Lessons Learned from the Nuclear Power Plant Accident in Japan vis-à-vis the ICRP System of Radiological Protection. Ref 4832-8604-9553. ICRP, Ottawa. Available at: <http://www.icrp.org/docs/ICRP%20TG84%20Summary%20Report.pdf> (last accessed 23 September 2020).
- ICRP, 2018. Ethical foundations of the system of radiological protection. ICRP Publication 138. *Ann. ICRP* **47**(1).
- Kotoba, 2015. A Web Documentary on the Fukushima Dialogue Initiative. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, Fontenay aux Roses. Available at: <http://www.fukushima-dialogues.com> (last accessed 26 October 2020).
- Lochard, J., Schneider, T., Ando, R., et al., 2019. An overview of the dialogue meetings initiated by ICRP in Japan after the Fukushima accident. *Radioprotection* **54**, 87–101.
- NEA, 2016. Five Years after the Fukushima Daiichi Accident: Nuclear Safety Improvements and Lessons Learnt. NEA No. 7284. Nuclear Energy Agency of the Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris.
- UNSCEAR, 2013. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly. United Nations, New York.
- WNA, 2000. Nuclear Power in the World Today. World Nuclear Association, London. Available at: <https://www.world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/nuclear-power-in-the-world-today.aspx> (last accessed 7 July 2020).



## 要 点

- 大規模原子力事故は、個人やコミュニティの生活のあらゆる側面に影響を与え社会の崩壊を引き起こす。それは、社会、環境および経済に甚大で長期にわたる影響を及ぼす。
- サイト内とサイト外の放射線状況の特徴を把握することは、防護措置を適切に進めるために不可欠であり、可能な限り迅速に実施されるべきである。
- 委員会は、事故の初期、中期、長期の各段階での防護措置の実施を導くために、参考レベルを使用することを勧告する。
- 放射線防護の目的は、人と環境に対する放射線の影響を緩和することであると同時に、被災した人々の持続可能な生活環境、対応者の適切な作業環境、環境の質の維持を確保することでもある。
- 対応者は、最も被ばくする可能性が高いので、サイト内およびサイト外での対応の要件を考慮して、適切な防護が提供されるべきである。
- 責任ある組織は、地域の状況のより良い評価、適切で実践的な放射線防護文化の発展、および影響を受ける人々間での情報に基づいた意思決定の達成を支援するために、専門家との協力プロセス（専門知協働プロセス）への地域のコミュニティの参加を促進すべきである。
- 大規模原子力事故の各段階で、その影響を緩和するためには、準備計画が不可欠であり、準備段階からステークホルダーを参画させる必要がある。



## 総 括

(a) 環境への放射性物質の重大な放出を伴う大規模原子力事故が起きると、広範囲の地域に影響を与え、広範囲の人々に影響を与える。これは、個人、社会、環境に大きな影響を与える予期せぬ出来事である。事故は、望ましくない放射線源の存在によって影響を受けるすべての人々にとって、複雑な状況と、特に健康に関する正当な懸念を生じさせる。これらの状況に対処するためには、膨大な人的・財政的資源を長期的に動員することが必要である。放射線防護は不可欠ではあるが、影響を受けるすべての個人や組織が直面している問題に対処するために準備する必要がある貢献の一要素に過ぎない。

(b) これらの事象に対処するために、委員会は、事故の初期および中期を緊急時被ばく状況とみなし、長期を現存被ばく状況とみなして区別する。また、委員会は、損傷を受けた施設と被災した地域での活動を区別するために、サイト内とサイト外を区別する。本勧告は、原子力事故と他の種類の放射線緊急事態との間に必然的に存在する違いを十分に考慮すれば、それらの緊急事態にも適用可能である。

(c) サイト内およびサイト外の放射線状況の特徴を把握することは、防護措置を適切に進めるために不可欠であり、放射性物質の汚染の程度、期間および範囲に関する不確かさに対処するために、可能な限り迅速に行われるべきである。

(d) 緊急時および現存被ばく状況において、放射線防護の目的は、正当化と最適化の基本原則を用いて達成される。正当化の原則は、防護措置の実施に関する決定が重大な混乱を引き起こす可能性があるため、被災した人々や環境に利益をもたらすことを保証するものとなる。参考レベルを用いて適用される防護の最適化の原則は、個人の被ばくの分布における不公平さを制限し、社会、環境および経済の要因を考慮に入れて、すべての被ばくを合理的に達成可能な限り低く維持または低減させることを目的としている。

(e) 正当化と最適化は、事故のすべての段階において、人と環境への放射線影響の緩和に適用されるものであり、人並みの生活と生計を含め、影響を受けたすべての人々の生活環境と働く環境を維持または回復するために、すべての放射線以外の要因を慎重に考慮しなければならない。

(f) 原子力発電所事故の影響を直接管理する関係者は、その経歴、身分、準備の程度、放射線防護に関する訓練等の点で多様である。これらの人々には、緊急事態対応チーム（消防士、警察官、医療従事者など）、作業員（職業的に被ばくしているかどうかに関わらず）、その他、



選ばれた代表者やボランティアとして活動する市民などが含まれる。これらのカテゴリーをすべて、委員会は「対応者」とみなしている。これらの人々は、適切に防護され、適切な作業環境が提供されるべきである。

(g) サイト内の対応者の防護のために、初期の参考レベルは、一般的に 100 mSv を超えるべきではないが、人命を救うため、あるいは壊滅的な状況につながる施設のさらなる劣化を防ぐために、例外的な状況で数百 mSv \* の範囲内で、対応者により高いレベルが許される可能性があることを認めている。事故の過酷度に応じて、状況に基づいてより低い参考レベルが選択されてもよい。中期では、参考レベルは 100 mSv を超えるべきではない。長期に対しては、期間を制限した特別の取決めは可能であるが、参考レベルは年間 20 mSv を超えるべきではない。委員会は、初期と中期の両方に関与した対応者の不必要な被ばくの蓄積を避けるために、責任ある組織があらゆる実際的な対策をとるべきであることを勧告する。

(h) サイト外の対応者の防護のために、初期には 100 mSv を超えない参考レベルを、中期には年間 20 mSv を超えない参考レベルを選択することを委員会は勧告する。長期では、参考レベルはこれまで勧告されている年間 1～20 mSv のバンドの下半分の範囲内で選択されるべきである。

(i) 公衆を防護するために、初期と中期の両方の期間中、参考レベルは一般的に 100 mSv を超えるべきではない。委員会は、責任ある組織が可能な限り低い参考レベルを採用すべきであることを勧告する。長期では、参考レベルは、集団における実際の線量分布や被ばく状況に影響を与える社会、環境および経済の要因を考慮して、年間 1～20 mSv という現存被ばく状況について勧告されているバンドの下半分の範囲で選択されるべきである。防護の最適化の目標は、バンドの下端に向かって、あるいは可能であればそれを下回るレベルまで被ばくを徐々に低減させることである。

(j) いくつかの原子力事故のシナリオでは、放射性ヨウ素の放出は、吸入または摂取により高い甲状腺被ばくをもたらし可能性がある。特に子どもや妊婦の放射性ヨウ素の摂取を避けるか、少なくとも減らすための特別な努力をすべきである。事故の直後または初期は、放射性ヨウ素の被ばくの可能性があるため、それを検出するために被ばくした人を測定すべきである。

(k) 中期および長期における被災地の人々の防護の管理は、放射線の要因だけでなく、社会、環境および経済の要因についての考慮も含めた複雑なプロセスである。このプロセスには、国や地方の当局が実施する対策と、被災地の住民の自助努力による防護対策が含まれる。これらの段階では、被災地で生活し、働いている人々の放射線被ばくは、個人の生活様式に大きく依存する。委員会は、当局、専門家およびステークホルダーが経験と情報を共有し、地域のコ

---

\*訳注 a few hundred millisieverts の訳

コミュニティへの参加を促進し、人々が十分な情報に基づいた意思決定を行えるように実践的な放射線防護文化を発展させるため、いわゆる「専門知協働プロセス」において協力すべきであることを勧告する。このプロセスの実施には、適切な装置を用いた個人測定と関連情報が非常に有用である。

(1) 環境防護のために、委員会は、標準動物と標準植物に基づく枠組みと誘導考慮参考レベルを用いて、動物相と植物相を防護すべきであることを勧告する。また、持続可能な開発、保護、保全、生物多様性の維持の観点から防護措置が環境に与える影響に対処するのと同様に、ペットや家畜に与える影響についても対処する必要がある。

(m) 委員会は、原子力事故後の深刻で長期的な影響を回避するための計画を事前に準備すべきであると勧告する。このような準備計画は、事故の影響とその対応に影響を与える社会、環境および経済の要因を考慮に入れて、原子力施設のある地域の条件に適応させた一連の一貫した防護措置で構成されるべきである。



# 1. 緒 言

## 1.1 背 景

(1) 原子力事故は、初期、中期および長期の防護措置に関するガイダンスに従って管理される。委員会は、過去に、このような状況で防護措置を実施するための一般原則を定めている。最初のガイダンスは *Publication 40* (ICRP, 1984) で公表されたが、初期および中期的な対策に限定されていた。このガイダンスは、その後 1990 年勧告 (ICRP, 1991a) を受け、*Publication 63* (ICRP, 1991b) において改訂と補完がなされた。*Publication 82* (ICRP, 1999) で、委員会は、長期的な放射線被ばく状況における公衆の防護を扱った。

(2) 欧州でのチェルノブイリ事故の管理の経験を踏まえ、委員会は、*Publication 109* (ICRP, 2009a) において初期および中期的な対策に関するガイダンスを、*Publication 111* (ICRP, 2009b) において長期的な対策に関するガイダンスを公表した。後者の刊行物は、原子力事故後の長期的な対策を取り上げた初めての包括的な ICRP 勧告であった。両刊行物は、2007 年勧告 (ICRP, 2007) に基づくものであった。

(3) 委員会は、2011 年 3 月に発生した福島第一原子力発電所事故を受けて、大規模原子力事故における人と環境の放射線防護体系の実施に関わる暫定的課題を明確にした (ICRP, 2012b)。これらの課題には、被ばくの定量化に関する難しさ、潜在的な放射線誘発の健康影響についての解釈、対応者に対する特別な防護、人々の避難の社会的影響、心理的影響の重要性の認識、汚染地域の生活環境の回復に関連する問題が含まれる。本刊行物は、事故から 10 年の間に学んだ教訓とともに、これらの課題を取り上げることを目的としている。

(4) 2011 年 11 月、委員会は日本の組織と協力し、福島県において地域住民、専門職、村、町、福島県、政府機関および非政府団体などの代表者、ならびにベラルーシとノルウェーの専門家や住民と、福島第一事故後の生活環境の回復に関して対話を行う福島ダイアログを開始した (ICRP, 2016; Lochard et al., 2019; NPO Fukushima Dialogue, 2020)。一連の対話集会の目的は、ステークホルダー間の議論を促進し、チェルノブイリ事故で被災したコミュニティから経験を伝え、事故後の復旧に関与するすべての人々を支援するための課題について理解を深め、将来の ICRP 勧告を改善することであった。対話集会では、事故による人と環境への影響の多様な広がり、間接的な社会的・経済的影響、初期決定が状況の進展に及ぼす影響、避難者の帰還と農業や漁業活動の再開をめぐる複雑さ、放射線規制による日常生活の混乱、関与しているステークホルダーの果たす重要な役割、被災した人々の尊厳を尊重することの重要性などが明らかにされた (Ando, 2016)。

## 1.2 本刊行物の適用範囲と構成

(5) 本刊行物では、大規模原子力事故の際の人と環境の防護に焦点を当てている。チェルノブイリと福島の原子力事故の経験を踏まえて、大規模事故による健康、社会、環境および経済的影響を見直し、この種の状況において委員会が勧告する放射線防護原則を適用すべき方法を更新する。環境への放射性物質の重大な放出を伴う大規模原子力事故が起きると、広範囲な地域、広範な人々に影響を与える結果を招く (IAEA, 2008)。本刊行物の勧告の多くは、大規模原子力事故と他の種類の放射線緊急事態の間に必然的に存在する相違点を考慮すれば、悪意のある行為を含む他の種類の放射線緊急事態にも適用可能である。委員会は、放射線を伴う悪意のある行為の際の人々の防護を *Publication 96* (ICRP, 2005) において取り上げている。

(6) 本勧告では、大規模原子力事故の影響を管理する上で、放射線および放射線以外の両方の要因が重要な役割となることを認識している。本勧告は、原子力事故の初期の防護措置の決定における正当化の重要性を強調しており、これはとりわけ住民の避難や対応者の防護のような難しい課題に関連するものである。本勧告はこれらの初期対策の終了についても言及し、さらに、中期および長期を管理するために放射線状況の特徴を把握することの重要な役割について取り上げる。

(7) 本勧告は、中期および長期における被災地の生活環境と働く環境の回復に関する防護の最適化の重要性もまた強調している。これらは、被災した住民自らの防護について情報に基づく決定を促進するために、専門知協働プロセスにおける当局、専門家および被災住民の間の協力の役割を強調している。このプロセスは、地域のコミュニティに放射線防護文化が生まれることを助長する。さらに、本勧告では、防護措置を実施する際に考慮すべき倫理、社会、環境の側面を明確にしている。

(8) 2章では、大規模原子力事故の時間軸、潜在的な放射線および放射線以外の影響、ならびに人と環境の防護のための放射線防護原則に関する全般的事項を取り上げる。3章では初期および中期に適用される委員会の勧告について述べる。4章では長期に適用される勧告について説明する。5章では事故に対する準備計画の短い概要を示し、6章では結論を述べる。付属書Aと付属書Bでは、本勧告との関連において、チェルノブイリと福島の事故の初期、中期および長期において、防護措置がどのように実施されたかを記載する。

(9) この刊行物は、*Publication 109* と *111* (ICRP, 2009a,b) を更新して、これらに置き換わるものである。また、過去の *Publication 40, 63*, および *82* (ICRP, 1984, 1991b, 1999) の勧告も本刊行物によって置き換わる。

## 2. 全般的事項

### 2.1 原子力事故の管理の時間軸

(10) 大規模原子力事故を管理するためには、初期、中期、および長期を区別すると便利である。2007年勧告（ICRP, 2007）において、委員会は、現存、計画、緊急時という3つのタイプの被ばく状況を導入した。原子力事故における放射線防護体系の運用にあたり、委員会は、初期および中期を緊急時被ばく状況、長期を現存被ばく状況と考える。委員会は、さまざまな国際機関や国の機関が、事故の時期とその管理を表すため、異なる表現または区分を採用していることを認識している（IAEA, 2018）。各国の検討事項に応じて最も適切な用語を選択するのは実施機関に任されている。

(11) 事故の初期は、「急性期」、「緊急対応期」、または単に「緊急時対応」と呼ばれることもあり、事故発生の宣言から始まる。この段階では、環境中へ大量の放射性物質が放出される。放出は、数時間から数週間持続することがある。事故の種類に応じて、事故発生の宣言と放射性物質の放出の開始との間に一定の時間がある場合もある。放射線被ばくを避ける、または低減するために、さまざまな防護措置を迅速に講じる必要があるのは、この初期の間である。

(12) 時には「移行期」とも呼ばれる事故の中期は、放出の線源が安定化し、さらなる重大な事故的放出の可能性が低くなった時に始まる。この段階では、初期に実施された幾つかの防護措置を終了し、放射線被ばくをさらに低減するために追加の対策が実施される。また、人と環境を防護する最善の対策を決定するため、サイト内およびサイト外の放射線状況の特徴を把握することに焦点が当てられる。この段階は、数か月から1年以上続くことがある。

(13) 事故の長期は、しばしば「復旧期」と呼ばれるが、サイト内では放射線源の安全性が十分に確保され、損傷した設備の解体の作業を開始できるよう被ばく状況の特徴が適切に把握された時点から始まる。サイト外では、長期は、被災地の将来に関する当局の決定を支援するため、各地域の放射線状況の特徴が十分に把握されたとき、また、人々が留まることが認められた場所、または戻ることが予想される地域における生活環境の回復に伴う長期の防護措置が実施された時に始まる。生活環境には、健康、社会、環境、および経済に関する考慮が含まれる。大規模事故の長期は、数年から数十年に及ぶことがある。

(14) ある段階から次の段階への移行は、多くの要因に左右される決定の問題である。実際は当局の公式な宣言によって一般に正式なものとなる。図 2.1 は、大規模原子力事故における時間軸をまとめたものである。緊急時被ばく状況から現存被ばく状況への移行は、必ずし



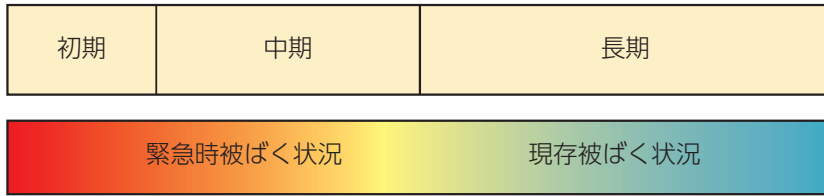


図 2.1 大規模原子力事故に対処するための各段階

もすべての被災地で同時に起こるとは限らない。

## 2.2 大規模原子力事故の影響

(15) 大規模原子力事故は、個人および社会生活のあらゆる側面に影響を及ぼす。何よりもまず、放射線の潜在的な健康影響を考えると、放射線の存在は人々にとって主な懸念の原因であり、その特徴が不明であることで懸念が一層強くなる。また、状況によっては、放射線以外の影響が直ちに、かつ深刻なリスクをもたらすこともある。過去の経験から、すべての社会経済活動を含め、住民の日常生活と環境のあらゆる側面が影響を受け、非常に複雑な状況が生じることが明らかになっている (UNDP/UNICEF, 2002)。これらの状況は、放射線防護を考慮するのみでは管理できず、事故の結果に関連する社会、心理、環境、教育、文化、倫理、経済、政治的要因も考慮しなければならない。この点に関し、チェルノブイリと福島事故は、特に妊婦、子ども、定期的／特別な治療を受けている人々、高齢者といった一部の脆弱な集団の防護に特別な注意を払うことの重要性を示している。

### 2.2.1 放射線誘発の健康影響

(16) 委員会は、放射線による2つの健康影響の重要なカテゴリーとして、組織／臓器損傷に至る組織反応（「確定的健康影響」とも呼ばれる）と、がんおよび遺伝性疾患（「確率的健康影響」とも呼ばれる）を考慮する。

#### 2.2.1.1 組織反応

(17) 放射線被ばくに関連した組織／臓器損傷は、しきい値を超えると影響の重篤度が被ばくレベルと共に増加し、しきい値を下回るレベルでは1%未満の発生率で反応が起ると仮定されることが特徴である。このような損傷は、被ばく後すぐに（数時間～数か月）、またはかなりの時間の経過後（数年または数十年）に生じうるもので、被ばくした個人の生活の質を著しく損なう可能性がある。表 2.1 に、一部の組織反応のしきい線量を示す。さらなる詳細は、*Publication 118* (ICRP, 2012a) に示されている。

(18) 約 100 mGy までの急性臓器線量では、直ちに組織の機能障害は生じない。しかし、

**表 2.1 代表的な組織／臓器損傷に関するしきい線量**  
括弧内の情報は影響が発生するまでの時間を表す。

影 響	しきい値
致死（数週間以内）	手厚い治療下で全身への急性線量が2～3 Gy 1週間に4～8 Gyの遷延被ばく 手厚い治療の仮定の下で1～3か月間に10～14 Gy
広範囲の皮膚の熱傷（2～3週間）	皮膚への急性線量が5 Gy
永久不妊（男性）（3週間）	生殖腺への急性線量が6 Gy
永久不妊（女性）（<1週間）	卵巣への急性線量が3 Gy
循環器疾患のリスク増加（>10年）	心臓または脳へ0.5 Gy
白内障誘発（>20年）	眼の水晶体へ0.5 Gy

500 mGy を超える急性線量または累積線量では、被ばくから非常に長い時間が経過した後、特に眼の水晶体および循環器系で組織反応の重篤度はさらに重大になる。より高い線量では、チオルノーベリ事故で示されたように、組織反応の重篤度が一層重大になり、深刻な損傷が起こる可能性がある。

(19) 放射線治療を受けた患者のコホート、広島と長崎の原爆被爆生存者、原子力作業員など、いくつかの疫学研究では、心臓へ数百 mGy あるいは数千 mGy の線量を受けることに伴う循環器疾患による死亡リスクの増加が示されている (Little et al., 2012)。この傾向は、より低い線量になると不明瞭になる。委員会は、放射線誘発の循環器疾患から防護するためには、500 mGy のしきい線量が適切であると勧告している (ICRP, 2012a)。

### 2.2.1.2 がんおよび遺伝性疾患

(20) がんおよび遺伝性影響は、線量に比例して発生確率が増加するのが特徴で、その重篤度は受けた線量とは関係しない。放射線防護のため、委員会は、これらの影響の発生確率は被ばくのレベルに比例する（すなわち、小さな被ばく線量でもリスクがわずかに増加する可能性がある）と仮定している (ICRP, 2007)。

(21) がんリスクの増加は、広島と長崎の原爆被爆生存者、ならびに環境、医療、職業上の放射線被ばくの調査など、多くの被ばく集団に関する疫学調査で報告されている。これらの調査から、がんリスク（すなわち、がん症例の頻度）は、類似した特徴を持つ被ばくしていない人々と比較すると、被ばくした人々の方が高いことが示された (UNSCEAR, 2006)。

(22) 放射線被ばくが被ばくした集団のがん発生確率を増加させることを示す信頼できる科学的根拠がある。低線量および低線量率の放射線被ばくに伴う健康影響については大きな不確かさが残されているが、特に大規模な研究から、100 mSv を下回る線量－リスク関係の疫学的証拠が増えてきている。現在、入手可能なデータの多くは、直線しきい値なしモデルを広く支持している (NCRP, 2018a; Shore, 2018)。自然バックグラウンドレベルに加えて 100 mSv の



線量を受けた場合では、疫学調査の結果に基づくと、全世界の集団の典型的な致死性がんの生涯リスク 25%が約 0.5%高まると推定されている (ICRP, 2007; Ogino and Hattori, 2014)。

(23) 甲状腺は、外部線源から照射されること (外部被ばく) があるが、吸入または経口摂取によって放射性ヨウ素を蓄積すること (内部被ばく) もある。原子力事故は、大量の放射性ヨウ素の放出をもたらし、住民における相当な甲状腺被ばくにつながる可能性がある。チェルノブイリ事故後、放射性ヨウ素に被ばくした幼児や小児の集団では、甲状腺がんの罹患率が増加した。事故後約 3 年目から増加が見られ、事故当時幼児または小児として被ばくした人々の間では、現在も甲状腺がんの過剰が見られている (UNSCEAR, 2018)。

(24) 人の放射線への被ばくが過剰な遺伝性疾患につながるという直接的な証拠はないが、動物では遺伝性 (遺伝学的) 影響がみられている。したがって、委員会は引き続き、慎重を期すため、遺伝性影響のリスクを放射線防護体系に含めている。

### 2.2.2 動物相および植物相への影響

(25) 原子力事故により環境中へ深刻な放射性物質の放出があった場合、施設周辺の隣接地域のヒト以外の生物相に対し有害な放射線被ばくを及ぼす可能性がある。チェルノブイリ事故後、森林の枯死や土壌無脊椎動物数の減少から、一部の種の遺伝学的変化の報告まで、動物相と植物相への被害が見られた (UNSCEAR, 2000, 2011; IAEA, 2006)。時間の経過とともに、人間の活動の欠如を含むさまざまな要因に関連し、生物多様性に変化が生じている。原子力事故後の環境中における放射性物質の存在は懸念材料だが、ほとんどの場合、環境への直接観察可能な影響は、放射性物質の沈着が最も多かった地域に限定される傾向がある (UNSCEAR, 2013)。

(26) また、事故による人への影響を緩和するための防護措置を実施することにより、ある種の植物相と動物相の被ばくを減らす可能性もある。さらに、表土や森林被覆の除去、または土壌改良剤の使用など、防護措置の実施によって生態系への環境影響が生じることがある。委員会は、さまざまな被ばく状況における環境防護に関する勧告 (ICRP, 2014) において、原子力事故の初期には、環境影響は喫緊の優先事項ではないかもしれないが、中期および長期に人を防護するための選択肢から選ぶ際には、防護措置の環境への影響を考慮すべきであると述べている。

### 2.2.3 社会的影響

(27) 放射性物質の汚染の突然の出現は、望ましくなく、違法であり、危険であると認識され、それを取り除きたいという欲求を生じさせる。人間の生活環境における放射性物質の汚染の存在は、個人の幸福なくらしと被災したコミュニティの生活の質を大きく狂わせる。多くの疑問、懸念、恐怖を引き起こし、多数の意見を生み、対立を悪化させる。認められれば被災

地に留まることを選択する住民もいれば、去っていく住民もいるであろう。退去した住民のうち、帰還する人もいれば、恒久的に移転する人もいるであろう。これは、コミュニティの生活と人口動態に大きな影響を及ぼし、チェルノブイリと福島の事故後に見られたように、住民、特に若者の数の顕著な減少を伴う可能性がある。

(28) サイト内およびサイト外での事故の管理は、必然的に、被災した人々の生活様式や人々の関係性に影響を及ぼす。これにより、対応者の作業環境と生活環境の整備、避難した人々の宿泊施設、地域の区域設定、防護措置の実施に関連するさまざまな制限、除染による副次的な影響、補償制度の実施などの社会的影響がもたらされる。

(29) すべての個人は、多くの葛藤を引き起こす複雑な状況に直面し、彼らの反応は、そのコミュニティの一般的な状況と個人的な状況に左右される。教育、輸送、保健医療、地域社会支援、公共空間、情報、公衆安全、スポーツ、レクリエーション、芸術、文化などの社会基盤や活動はすべて影響を受ける。

(30) チェルノブイリと福島の原子力事故は、被災地における放射性物質の汚染の存在が招く社会的影響について同様の影響をもたらした。住民のすべての活動範囲に広がる放射線への恐怖以外にも、社会学的研究からは、専門家や当局への信頼の崩壊、家族や社会とのつながりの分断、特に子どもたちの将来への不安、日常生活のコントロールを失うという徐々に強まる感覚も生じることが明らかにされている。これらすべての結果が人々の幸福に影響を及ぼし、彼らの自律性と尊厳を脅かすものとなる。

(31) 長期的には、被災した人々が放射線状況に対処する方法を理解し、自律性と生活を取り戻した場合でも、当局と国の他の地域から見捨てられることへの恐れ、および被災地の負のイメージは、社会の活動力を制約する問題であり続ける。また、原子力事故は、汚染によって直接影響を受けない地域にも社会的影響を及ぼす。避難者の受入れの管理は、特に初期において、組織的および人間的な課題を生じさせる。過去の経験から、原子力事故により、被災地やそこに住む人々、そこで生産された物品に対して、拒絶の態度が生まれることがわかっている。この態度は、特に若者に対して差別を引き起こすことが観察されている (Sawano et al., 2018)。このような状況では、被災した人々と、国内の他の地域や世界とのつながりを立て直し、維持していくことが重要である。

#### 2.2.4 経済的影響

(32) 大規模原子力事故の後、被災地の経済構造全体が直接的または間接的に影響を受ける。たとえば、農業部門は土壌と家畜の汚染により著しくかき乱され、食品生産、その流通および消費に影響を及ぼす。事故はまた、被災地の産業部門およびサービス部門にも影響を及ぼす。グローバルな性質をもつ経済では、国内および国際的に影響が見られることがある。

(33) 放射性物質の汚染は、公共施設、公共交通機関、通信システム、食料と水の供給な

どの重要なインフラに直接影響を及ぼす可能性が高い。これは、地域のビジネスや雇用、ならびに行政サービス、セキュリティ機関、医療施設、金融システム、公衆衛生サービス、教育施設などの主要な公共サービスに影響を与える。

(34) 被災地で経済活動の維持を望む企業や新たに事業を開始する企業は、汚染の存在に関連してさらなる障害に直面するかもしれない。従業員、職場、製品、そしてこれらの企業のイメージはすべて影響を受ける可能性がある。経験上、事故対応情報やモニタリングを提供する際は、従業員とその家族の両者が関わるのが重要である。地域の人口動態の変化も、被災地の経済全体に影響を与えるもう一つの要因である。

(35) 事故による経済的影響は、被災地内の、または被災地に関連するすべての経済活動にさらなる技術的および財政的制約を引き起こす可能性がある。活動の維持や再開、新たな活動の展開には、数年にわたる地方自治体や政府の支援が必要である。人々が望むならば永住を認めると当局が決定した地域での全体的な目標は、被災した領域における社会経済活動の持続可能な再展開である。

### 2.2.5 心理的影響

(36) 大規模原子力事故は、即時の対応においても、また被災地の生活環境と働く環境の回復に焦点が移る長期の対応においても、人々の生活に非常に混乱をもたらすことが予想される。事故は多くの懸念とかなりの恐怖を生み出す。人々は状況の複雑さによって不安定になり、多くの疑問を抱く。事故の直接的な影響に加えて、社会と経済の混乱による人々の精神的な幸福感への影響もある。さらに、原子力事故により被災した人々は、苦悩、失望、落胆、無力感、不満、欲求不満および怒りを感じることもある。多くの被災した人々は、個人の生活環境と働く環境に対するコントロールの喪失を感じていると報告している。これは高いレベルの心理的ストレスに結びついている。チョルノービリと福島原子力事故後のいくつかの研究によって報告されているように、この状況は、実際の放射線被ばくの大きさとは相関せず、一部の人々に心理的障害および心身症を誘発する可能性がある (Yasumura et al., 2012; Kunii et al., 2016; Oe et al., 2016a,b)。

(37) これらの研究では、生命が脅かされる可能性がある災害現場に直接向き合った対応者において、抑うつおよび心的外傷後ストレス障害の発生率が上昇することが報告されている。また、わずかであっても日常生活で放射性物質の汚染に直面する人々や明確な将来の展望がなく劣悪な生活環境に直面している避難者は、不安、ストレス、抑うつにさらされやすいとの報告もある (Bromet et al., 2011; Bromet, 2014; Harada et al., 2015; IAEA, 2015a; Suzuki et al., 2015; Maeda and Oe, 2017)。

(38) 小さい子どもを持つ親で、子どもや家族に健康への悪影響の可能性について長引く懸念を持っていると、心理的障害を特に発生しやすい。日常生活における汚染の存在によって

生じる母親の不安は、不適切な行動（感受性の欠如または暴力も）を誘発し得る強力なストレス因子であり、これは、子どもの情緒・社会的発達を妨げる可能性があることが研究から明らかになっている（Maeda and Oe, 2014）。

(39) 経験によると、心理的レベルでの各個人の反応は、その人の状況に大きく依存し、時間の経過とともに次のように進展することが示されている。一部の人々はうつ病に苦しむことがあり、他の人々はその状況に身を任せ、最終的に無関心または拒絶の態度をとることがある。また、自分自身および他人のため状況を改善するよう反応し、対策に関与する人もいるかもしれない。原子力事故の心理的影響は、被災した人々に長期間影響を及ぼし続ける可能性がある。

### 2.2.6 防護措置に関連する生活様式の変化による健康への影響

(40) 事故後の放射線誘発の健康影響に加え、放射性物質の存在に起因する生活様式の変化や、放射線被ばくを避けるためにとられる対策により、健康に関連する他の影響が起きる可能性がある。チョルノーピリと福島原子力事故を受けて実施された多くの研究は、初期だけでなく、中期および長期の間にとられた防護措置に関連して生じたさまざまな身体的および心理的障害を報告している（Hasegawa et al., 2015; Luccioni et al., 2016）。

(41) 避難の直後、病院の患者や介護施設の高齢者のような脆弱な集団は、低体温や脱水になりやすく、持病が悪化しやすい。これらは死亡率の増加につながり得る（Morita et al., 2017）。一方、避難所で生活する子どもたちは、不十分な施設から生じる過密やストレスのため、感染症を起こしやすい。彼らはまた、心理的に影響を受け、その後、情緒的な問題に発展する可能性がある（Oe et al., 2018）。避難した子どもたちに対する言葉による虐待といじめは、ストレスのさらなる原因を形成する可能性がある（Sawano et al., 2018; Oe et al., 2019）。

(42) 中期および長期には、汚染地域に留まる人々ならびに一時的な移転を行った人々は、食生活の悪さ（たとえば果物や野菜不足）や運動不足、薬物乱用、さらには医療施設へ行く手段あるいは治療を求める機会が制限されるなどの生活様式の変化により、肥満、糖尿病、心血管および循環器疾患、高血圧や慢性腎臓病を含む長期にわたるさまざまな身体的な健康影響を被る可能性がある。さらに、放射線の存在により子どもが屋外で遊ぶことを制限されることは、より重度の肥満につながり得る（Nomura et al., 2016; Ono et al., 2017; Tsubokura, 2018）。

## 2.3 人と環境の防護の原則

(43) 大規模原子力事故に関する委員会の勧告の目的は、人と環境に対する放射線防護の適切なレベルを確保するためにとられるべき対策について助言することである。これは、重篤な組織／臓器損傷を防止し、がんおよび遺伝性疾患のリスクを合理的に達成可能な限り低減し、



ヒト以外の生物相に対する有害な放射線影響を防止またはその発生頻度を低減するように人間の被ばくを管理することを意味する。これらの目的は、人間、動物相、植物相への放射線被ばくによる潜在的な悪影響、ならびに事故とその管理による社会、環境および経済の影響を考慮しつつ追求されるべきである。これは、すべての被災した個人の健康と幸福なくらし、対応者の適切な作業環境、被災したコミュニティの生活の質、および被災地の生物多様性を可能な限り維持することを意味する。

(44) 緊急時被ばく状況および現存被ばく状況において、放射線防護の目的は、最初の2つの放射線防護の基本原則、すなわち、正当化および最適化の原則を用いて達成される(*Publication 103* (ICRP, 2007) の203項を参照)。防護措置は潜在的に重大な混乱を引き起こす可能性があり、正当化の原則は、防護措置の実施に関する決定が被災した人々と環境に便益をもたらすことを保証するものとなる。防護の最適化の原則は、参考レベルを用いて適用されるが、個々人の被ばく線量分布の不公平さを制限し、社会、環境、経済の要因を考慮して、すべての被ばくを合理的に達成可能な限り低く維持または低減することを目的とする。

(45) 第3の放射線防護の基本原則、すなわち線量限度の適用は、事故後の緊急時被ばく状況および現存被ばく状況においては適切ではない。この原則は、線源が計画的に導入され、被ばくが完全に制御され管理されている計画被ばく状況にのみ適用される。これを踏まえ、委員会は、線量限度を設定するためにリスクの考慮に基づく枠組みを定義した(ICRP, 1991a)。線量限度は、対象とする線源を用いた通常の操業において、いかなる合理的な根拠に基づいても超えるべきではないリスクのレベル(すなわち、被ばくのレベル)に相当する。限度を超えることは、操業管理に失敗があったことを意味し、是正される必要があることを示すものである。

(46) 線源の制御を回復することが目的である緊急時被ばく状況、そして線源が意図してではなく存在する現存被ばく状況では、被ばくのレベルは、計画被ばく状況に設定された限度よりも高くなる可能性がある。これは、これらの被ばく状況の管理に失敗が生じていることを示すとみなすべきではない。線量限度を用いたアプローチを使用する代わりに、経験に基づき、委員会は、放射線誘発リスクと状況を制御できる実現可能性を考慮して、被ばくの一般的バンドの中から選択されるべき参考レベルを定義した(ICRP, 2007)。

(47) ひとたび緊急事態が宣言されれば、サイト内およびサイト外の防護措置に関する決定は、効果を上げるため初期に迅速に行われるべきである。対応する時間が短く、不確かさが多いことを考えると、これらの対策は、可能性の高いシナリオに基づいて事前に準備され、可能な限り実際の状況に合わせるべきである。初期の管理には、特に国民の防護、国境をまたぐ課題、食品の制限および必要に応じた支援に対応するため、被災した国々との適切な交流と国際協力が必要である(IAEA, 2015b)。中期には、防護措置を開始、継続または終了する意思決定を導くために、徐々にサイト内およびサイト外の放射線状況の特徴を把握していくことが不可欠

である。長期には、サイト内およびサイト外での放射線状況は、より理解が進み、被災地における地域の多様な特性に合わせた防護措置を実施することによって改善することができる。

(48) 初期には、環境の防護についての検討は喫緊の優先事項ではないかもしれない (ICRP, 2014)。しかし、飼育動物に関しては、ペットおよび家畜を防護するために適切な対策をとるべきであり、それらの健康を維持し、病気や汚染の拡大を防止するために、準備計画段階において具体的な取決めを策定すべきであると、委員会は勧告する。

(49) 中期には、人の被ばくに対する懸念が主である場合でも、動物相および植物相への放射線被ばくの影響、ならびに、防護措置による環境への影響を考慮すべきである。特に、環境（たとえば、土壌）を除染するための対策の選択に関しては、長期的には土壌の有機ミネラルの肥沃さと生物多様性に影響を及ぼす可能性があるため、これらへの影響を考慮すべきである。

(50) 長期には、長く続く汚染によって脅かされる可能性のある生物種を防護するための対策を検討することが可能であるはずである。また、防護措置の実施により影響を受ける環境の質を維持するための特別な対応が必要となることがある。これらの対策は、絶滅危惧種の個体数および多様性、影響の空間的範囲、および環境の内在的価値を含む、全体的な取り組みの中で検討されるべきである (NCRP, 2018b)。

### 2.3.1 防護に関する決定の正当化

(51) 正当化の原則は、被ばく状況を変更するような決定は害よりも多くの益をもたらすべきであると述べている。これは、可能な限り害を及ぼさない（無危害性）ようにしながら益になることを行う（善行）倫理的価値の一部であり、*Publication 138* (ICRP, 2018) で説明されている善行と無危害性の倫理的価値と一致する。緊急時被ばく状況と現存被ばく状況では、正当化の原則は、潜在的または実際の被ばくを避ける、あるいは低減するための対策をとるかどうかを決定する際に適用される。原子力事故の場合においては、被ばく影響の低減を目的とするすべての決定により、サイト内の作業環境および被災地の日常生活に追加的な制約が生じ、関係する個人とコミュニティに多かれ少なかれ負の影響を及ぼす。決定は、サイト内ならびにサイト外の状況について避けられない不確かさを考慮し、潜在的な負の影響を念頭に置き、合理的に現実的であるが慎重な手法に基づくべきである。

(52) 正当化は、単に被ばくを避ける、または低減するだけでなく、放射線以外による健康影響、ならびに社会、経済、および環境に関する考慮も含む放射線防護の一部である。正当化は、個人の幸福なくらし、被災したコミュニティの生活の質、将来世代のための環境の質の保存に貢献するという社会全体の倫理目標に合致している。個人の幸福なくらしに貢献するために、正当化には、脆弱な集団または先住民のような特定のコミュニティに対する特別な配慮も含まれるべきである。

(53) 防護の正当化に関する意思決定は、通常、当局と責任を持つ組織の役割である。そ

の目的は、必ずしも一人ひとりの便益ではなく、広い意味で、社会全体に便益をもたらすことである。しかし、決定の正当化では、当局以外の組織や個人からの情報が有益となり得る側面を多くもっている。したがって、委員会は、決定の正当化に関する公開プロセスにおいては、可能な限り、主要なステークホルダーを参画させるよう勧告する（NEA, 2006）。

(54) 委員会は、事故から生じる状況が全体的に進展するにつれて、決定の正当化は定期的に再評価されるべきであると考え。したがって、正当化は、計画または事故の管理の間に考慮される「1回限りの」検討事項ではない。既に行われた決定が、広い意味で、害よりも多くの益をもたらしているか否かを問うべきである。また、委員会は、全体的な防護戦略の正当化は、単一または組み合わせで適用される防護措置の害と益についても考慮すべきであると考え。最終的には、被災した人々が受けるであろう残存被ばくのレベルと、社会、環境および経済の影響とのバランスをとることによって判断されるべきである。

(55) 初期には、被ばくを避ける、または低減するために迅速な対策をとるか否かの決定に正当化が適用される。そのような状況において、人々の避難と屋内退避は最も難しい決定である。これらの対策は、小さなコミュニティを防護するためには効果的で比較的わかりやすいものだが、長期にわたり大規模に実施するには、混乱をもたらす、困難である可能性がある。たとえば、福島事故から学んだ教訓は、介護施設からの高齢者や医療の管理下にある人々の事前計画のない避難は、これらの人々に益よりも多くの害をもたらした可能性があることを示唆している（Tanigawa et al., 2012）。同様に、厳格な屋内退避は、1日か2日を超える期間では正当化されない（詳細については3章を参照）。迅速に行動する必要性から、ステークホルダーの参画にはつなげられない。しかしながら、ステークホルダーは、事前計画および訓練において参画しているべきである。

(56) 中期には、さらなる防護措置の組み合わせにより一貫した防護戦略が構成されるという見通しをもって、これらの防護措置を実施するかどうかの決定に正当化を適用する。正当化は被災地の将来に関する当局の基本的な決定にも適用され、それが行われて長期の始まりとなる。この決定は、放射線状況の特徴がより良く把握できるようになった時点で、既に実施された防護措置の結果を考慮に入れつつ、被災した個人および地域のコミュニティと協力して行われなければならない。また、この決定には、社会的および経済的活動の持続可能性について入手可能な情報を考慮に入れるべきである。とりわけ決定する必要があるのは、被ばくの残存レベルが高く、適切な生活環境と働く環境を維持することが困難であることから、住民が留まることが許可されない地域、ならびに、被ばく状況を踏まえ人々が希望する場合には恒久的に住むことが許される地域である。予想される被ばくのレベルに応じた取り組み法（グレーデッド・アプローチ）、ならびに社会、環境および経済に関する考慮に従って、特例的な防護措置が実施できるいくつかの地理上の地域を定義することができる。これはチョルノービリと福島の原子力事故後、当局によって採用された取り組み法であった。

(57) 大規模かつ長期にわたる汚染につながった原子力事故や他の産業事故、あるいは自然災害後の世界の経験は、国や個人が被災地を容易に放棄する意思がないことを示している (Bonaiuto et al., 2016)。ただし、被災地に留まることの許可は、特に潜在的な健康影響に対する防護や持続可能な生活様式と暮らしを含む、適切な生活と働く環境条件の達成など、必要条件が満たされている場合に限り決定すべきである。過去の経験では、意思決定プロセスを改善するため、これらの決定に、ステークホルダー、特に地域当局の代表者、専門職、被災したコミュニティの住民を参画させることの重要性とメリットが示されている。

### 2.3.2 防護の最適化

(58) ひとたび人および／または環境を防護するための決定がなされたなら、委員会は防護の最適化の原則に従って防護措置を実施すべきであると勧告する。この放射線防護体系の中心的な原則は、社会、環境および経済の要因を考慮し、すべての個人の被ばくが合理的に達成可能な限り低く保たれるべきであることを意味する。

(59) 防護の最適化原則の実施は、特別な状況を踏まえ最良の防護措置を選択するため、その時点で重要なさまざまな要因と被ばく状況を特徴づける放射線関連情報やデータを含めて、被ばく状況に関する十分な理解を必要とするプロセスである。さらに、ステークホルダーの見解や懸念、放射線防護に適応される倫理的価値を反映すべきである（すなわち、不必要な被ばくを避け〈慎重さ〉、被ばくを受ける個人の被ばく分布が公正であるように配慮し〈正義／公平性〉、人々を敬意をもって扱う〈尊厳〉）。慎重さ、正義／公平性、尊厳は、放射線防護体系、特に最適化の原則を支える中核となる倫理的価値である (ICRP, 2018)。

(60) 最適化原則の実施は、被ばく状況の特徴を踏まえ、最良の防護措置を選択することを目的とした段階的なプロセスである (図 2.2 を参照)。

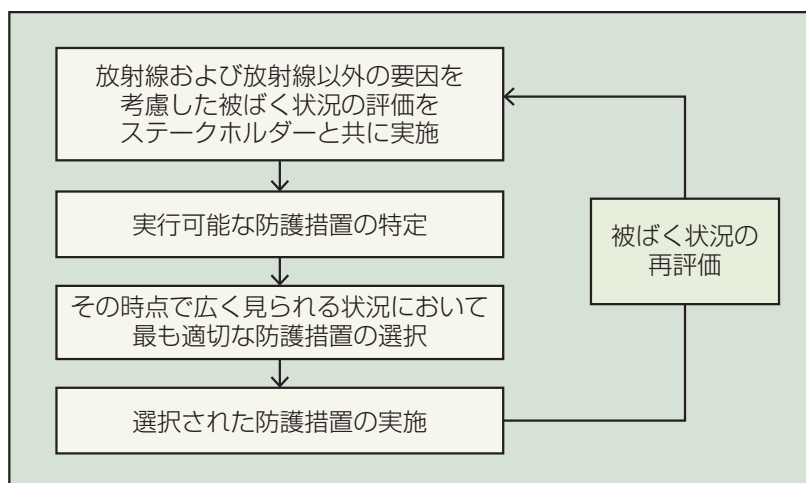


図 2.2 最適化のプロセス



(61) 正当化された防護措置の選択肢間の比較は、最適化プロセスの主要な特徴であり、状況のすべての特徴を注意深く考慮しなければならない。防護措置の選択を導くため、意思決定支援手法が用いられることもある。これらの手法の適用に関する助言は、*Publication 37, 55*, および *101* (ICRP, 1983, 1990, 2006) で提供されている。最適化には、判断によるというその性質上、透明性および被ばく状況に関わるステークホルダーの直接的な参画が強く求められる。この透明性は、放射線影響および放射線以外の影響に関するすべての入手可能な関連情報、前提条件および判断が被災した人々に提供されること、さらに意思決定プロセスのトレーサビリティが適切に文書化され、この文書が十分な説明を受けたうえでの決定のための根拠となることを前提としている (ICRP, 2006, 34 項)。

(62) 最適化は、その時点で広く見られる状況において一連の正しい対策が講じられているかどうか、ならびに合理的に達成可能な限り低く被ばくを維持または低減するために合理的なすべての対策が尽くされているかどうかを問う心構えである。防護の実践に関わる組織（たとえば、農業および工業部門）および個人（責任を有する者または関係する市民）に対して、良いガイダンスと十分な支援を提供することは、当局の責任である。したがって、政府または責任当局は、それらの実施を適切に支援するため、地域または個人レベルでとられる防護措置を含め、常に実施されている防護措置の有効性を評価する必要がある。

(63) 決定の正当化と同様に、初期における現実の最適化の実践は、サイト内とサイト外の放射線状況に関する不確かさと情報の欠如が妨げとなる。その時点での仮定には、インフラの状態や住民の反応や行動などの不確かさを踏まえ、放射線以外の影響も考慮に入れるべきである。これらの理由のため、最初に実施されるのは準備計画において正当化されると考えられた防護措置である。放射線状況の特徴の把握が進むにつれ、実施するさまざまな防護措置の最適化プロセスを、サイト内およびサイト外両方の被ばく状況の特殊性をさらに適切に考慮に入れて、再度検討することが可能である。

(64) 原子力事故に起因する社会経済状況の複雑さのため、初期、中期および長期の最適化の実施においては、脆弱な集団、または特定の集団の防護、または社会経済活動の重要性や優先度に関する多くの価値判断があることを認識しておくべきである。これには、たとえば、妊婦、小児、および病弱な高齢者に十分な注意を払うことが含まれる。また、戦略的な社会経済活動は、最適化のプロセスの実施において特定の防護措置の対象とすべきである。

(65) 最適化プロセスでは、ステークホルダー間の利益相反に対処し、異なる希望や需要を調和させなければならない。たとえば、商品、サービス、食品の生産者は生産の継続を望むが、それが実現するかは、消費者がこれらの品目を購入する意思があるかによって影響を受ける。また、他の例として、被災した人々が観光などを通じて国内および海外の人々と交流を継続することを望む一方で、国内および海外の人々はそれを望まないということもある。それゆえに、防護措置は、被災地に関わるすべての人々の信頼につながるものでなければならない。

(66) 事故における放射線被ばくの特徴の1つは、対応者および被災地で生活し働く人々の被ばくの分布が幅広いことである。過去の経験では、大部分の人々は比較的低い被ばくを受けるが、被災した一部の個人の線量が高くなり得ることが示されている。初期には、防護措置が迅速に実施されなければ、放射線による重篤な健康影響を引き起こす可能性のある高い被ばくを受ける人もいるかもしれない。したがって、委員会は、被災した人々のグループにおける被ばく分布の公平性に特に注意を払い、事故が発生した場合には、最も被ばくした個人の被ばくを減らすことを優先して、防護の最適化を実施すべきであると勧告する。

(67) 事故の際には、脆弱な人々の防護も懸念される。特に、妊婦や小児は、放射性ヨウ素への被ばくに対する感受性が高い。また、高齢者、ならびに病気の人および／または入院している人の健康状態は、その事故と防護措置による混乱によって特に影響を受け得る。ホームレスの人々も、生活環境が悪いことから、より多くの被ばくを受ける可能性がある (Sawano et al., 2019)。したがって、委員会は、最適化の原則の実施において、脆弱なグループを特定し、彼らに対して配慮することを勧告する。

(68) 個人被ばくを低減し、被ばくの分布における不公平さを制限するために、委員会は、原子力事故に続く各段階で防護の最適化を導くため、参考レベルを使用することを勧告する。参考レベルは、サイト内の対応者、サイト外の対応者、およびサイト外の公衆の構成員の被ばくを区別することによって、事故のさまざまな段階に適応させなければならない (3.3節を参照)。委員会はまた、実施された防護措置の有効性を評価するために残存線量を使用することを勧告する。この残存線量は、自然バックグラウンドの被ばくを含まず、事故によって追加された線量から、防護措置によって低減された部分を除いた残りの線量に相当する\*。最善の防護措置は常に被ばく状況に特有のものであり、最適化のプロセスを止めるべき線量レベルを先験的に決定することは適切でない (ICRP, 2007, 218 項)。ただし、防護の最適化は被ばくの最小化ではない。これは、被ばくの低減と関連する社会、環境および経済の影響について慎重にバランスをとったプロセスの結果である。これは、必ずしも個人にとって最低の残存線量レベルをもたらすとは限らない。

(69) 中期が終了し、放射線状況の特徴が把握されると、放射線状況が進展するにつれ、地域の状態を考慮し、放射線の状況の進展を踏まえた防護措置を適用し、個人と地域のコミュニティの懸念と希望を取り入れたより詳細な最適化プロセスを段階的に実施することができる。環境中の放射性物質と個人の被ばくの測定回数が増加するにつれて、最も被ばくを受け続けている人々、およびその被ばくに寄与する要因を特定することができるようになる。対象を絞った防護措置を実施することは、最も高い被ばく、ならびに集団の平均的な被ばくの低減に

---

\*訳注 防護措置によって低減された部分は、回避線量と呼ばれる。参考レベルと比較されるのは残存線量である。

徐々に貢献する。長期的には、人々が生活することが認められた地域では、被災地ではない地域において許可された人工の放射線源による公衆被ばくとして耐容できると考えられるレベルと同等のレベルまで大多数の人々の被ばくを一般的に低減できることが経験上示されている。

(70) 中期および長期では、個人の被ばくは、個人が居住し作業をする地域に残存している放射線の状況だけでなく、個人の行動と生活様式（たとえば、食事、レジャー活動など）にも大きく依存する。行動と生活様式は、個人の状況、利用可能な資源、変化を起こす個人の意欲と能力に大きく依存する。ひとたび何が自らの被ばくに寄与しているかについて適切な情報が個人に与えられると、彼らは自分たちの生活様式および習慣について選択を行い、対策をとり、自分たちの被ばくをさらに減らすことができる。委員会は、このようなタイプの対策を「自助努力による防護対策」と呼び、その実施は極めて効果的であり、当局や専門家によって支持され奨励されるべき最適化プロセスの不可欠な部分であると考ええる。

(71) 放射線防護では、確率的影響の生じる確率は被ばくに比例すると仮定して考えるため、長期における個人のジレンマは、自助努力による防護対策を取り入れることの努力とその結果と、存在するかもしれない残存放射線リスクとのバランスを取ることである。さらに、一般的に、個人の行動を合理的な理由なしに変えたり、要望を抑えたりすることなく個人が達成できることには限界がある。このような防護対策の決定は、放射線状況に関する関連情報および個人測定を利用することでのみ行うことができる。

(72) 住民や地域のコミュニティが自助努力による防護対策を定め、最適化し、適用することを望み、かつ行えるのであれば、当局と専門家は、質問に回答し、測定とその結果の解釈を助け、情報および支援を提供することにより、その対策の実施を可能にするプロセスを促進すべきである（専門知協働プロセスについては3.4.3項を参照）。しかし、自助努力による防護対策は、混乱をもたらす可能性もある（たとえば、内部被ばくおよび外部被ばくを低減するために、消費する食物や訪問する場所に絶えず注意を払う点）。

(73) 防護措置を実施するための戦略は、国の事故への備えと計画の方策の一環として、当局により策定されるべきである。これらの計画では、自助努力による防護対策を、住民がそのような対策を取ることができる条件を含めて考慮に入れるべきである。被ばくを低減するための防護対策の成否を予測し、そのような対策を計画するよう人々に求めるのは困難であるが、委員会は、当局がこれらの計画の準備に代表的なステークホルダーを参画させるべきであると勧告する。

### 2.3.3 最適化と参考レベルの使用

(74) 緊急時被ばく状況および現存被ばく状況における人の防護のため、委員会は、個人の実効線量（mSv）で表される参考レベルを使用して、被ばく分布の不公平さを抑制し、すべての被ばくを合理的に達成可能な限り低く維持または低減することを勧告する。事故が発生す

前の準備計画では、参考レベルは、特定のタイプの事故シナリオについて初期、中期および長期に実施されるべき防護措置を選択し、その規模を決めるためのめやすとなる値として用いられる。したがって計画段階では、それらは超えるべきではない被ばくレベルを表す。緊急時被ばく状況が発生した場合、または現存被ばく状況が宣言された場合、参考レベルは防護措置の有効性を評価するためのベンチマークとなる。初めのうちは、これらの措置から生じる被ばくの分布に、状況に応じて参考レベルを超える被ばくが含まれてもよいが、含まれない場合もある。参考レベルを用いる目的は、参考レベルを超える被ばくをそれを下回るレベルに減らすことに重きを置き、被ばくをさらに低減することである。

(75) 参考レベルは、超えるべきでないあらかじめ定められた規制上の限度を表すものではないという立場を、委員会は維持している。実際には、参考レベルは、最適化プロセスの初めまたはその過程において一部の個人で超える可能性があるが、これは規制違反にならない。このように、参考レベルは実践的な最適化の原則の実施を導き、国際的ガイダンスや国内のガイダンスに組み込むことができるツールである。*Publication 103* (ICRP, 2007) は、考慮される被ばく状況の特徴を踏まえ、一般的な参考レベルのバンド（範囲）を提供しており、そこから具体的な参考レベルを選択することができる。

(76) 図 2.3 は、原子力事故のすべての段階において、参考レベルがどのように最適化プロセスを導いていくかを図で表したものである。それぞれの段階の開始時には、一部の個人の被ばくが当局により選択された参考レベルを上回っていることもある。（潜在的または実際に）最も被ばくしている人々の被ばくを防止または低減するために、これらの人々の特定を優先すべきである。その後の段階において実施される防護措置によって、参考レベルを上回る被ばくを受ける人数を徐々に減少させるべきである。

(77) 状況が進展し、線量分布が変化した場合、参考レベルを再評価することが適切であろう。放射線状況の改善に伴い、参考レベルを超える線量、あるいはそれに近い線量を受ける個人が少なくなるにつれ、参考レベルを下げるができる。効果的であるためには、参考レベルの値の選択・再評価プロセスは状況に適応させるべきである。さらに、委員会は、実現可能な場合には、特定の参考レベルを選択することで達成されるべき目標レベルを決定するため、すべての関連するステークホルダーの見解を含めることを勧告する。

(78) 環境の防護に関し、委員会は、被災地の動物相と植物相への有害な影響を防止またはその発生頻度を低減させるために誘導考慮参考レベル (DCRL) の使用を勧告する (ICRP, 2008)。DCRL は、標準動物および標準植物 (RAP) の線量率のバンドで定義される。このバンド内では考慮される RAP に対し何らかの有害な影響が起こる可能性が高い。事故の初期には、一般的に動物相と植物相の防護は最優先事項ではない。しかしながら、DCRL は動物相と植物相への潜在的影響を理解するのに有用であろう。中期および長期において、放射線状況の特徴がさらに良く把握できた時には、委員会は、社会、環境および経済の要因を考慮して、特

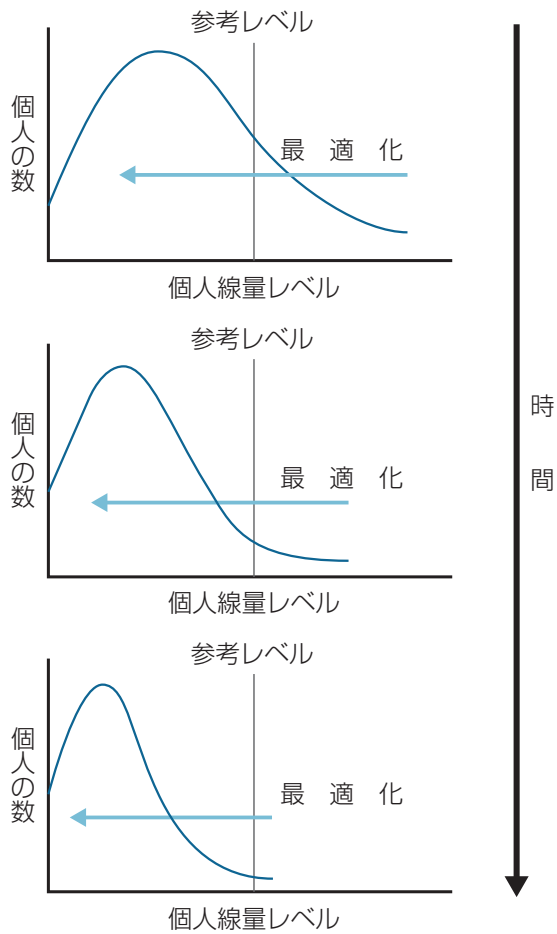


図 2.3 参考レベルを用いた最適化プロセスの実施により時間とともに進展する個人被ばくの分布の概略図

に被ばくした RAP の被ばくを低減させるように配慮すべきであると勧告する。

(79) 本刊行物において、委員会は、大規模原子力事故の初期、中期および長期におけるサイト内とサイト外での人の防護のため、最適化の原則の実施および適切な参考レベルの選択について、ならびにヒト以外の生物相の防護について勧告を行う。詳細は、それぞれ、3章および4章に記載されている。



### 3. 初期および中期

#### 3.1 初期および中期の特徴

(80) 委員会は、緊急時被ばく状況に適用される放射線防護原則に従って、大規模原子力事故の初期および中期を管理することを勧告する。これらの状況は、放射線源の制御の喪失、または線源の意図的な悪用から生じるものとして定義され、望ましくない被ばくを回避または緩和し、線源の制御を取り戻すために、緊急かつタイムリーな対策を必要とする。緊急時被ばく状況は、以下のいずれか1つ、または複数の要因によって特徴づけることができる：線源の現在および将来の状態に関する大きな不確かさ、高いレベルの被ばくの可能性を伴う被ばくの経路およびレベルに関する不確かさ、ならびに放射線および放射線以外の状況の急速な変化。

(81) 大規模原子力事故から生じる緊急時被ばく状況は、対応者の被ばくや公衆の被ばくに至る。これは、チェルノブイリと福島の事故に見られるように、数週間、さらには数か月という長期間持続する可能性がある。大規模原子力事故は、1つの施設、同じサイトの複数の施設、あるいは重大な外部事象が関与する場合には、複数のサイトが関わることもある。初期においては、放射性物質の放出の影響を緩和するために迅速に対応する必要がある。初期および中期において徐々に、放出は制御を取り戻し、放射線の状況の特徴をより把握できるようになる。サイト外では、被ばくと被災地の将来についての不確かさが依然として存在する。したがって、中期は、サイト内よりもサイト外で長く続く可能性がある。

(82) 大規模原子力事故の場合、最も高い被ばくは通常、線源が制御されていない初期の間に発生するであろう。委員会は、最初に優先すべきことは、サイト内およびサイト外の両方で、直接の重篤な組織／臓器損傷の発生を避けることであると勧告する。初期において考慮すべき主な緊急防護措置は、避難、屋内退避、ヨウ素甲状腺ブロック、地域の食品と水の供給制限、ペットと家畜の防護である。これらの対策は迅速に実施されなければならないので、特に実施する上での取決めや地理的範囲の概要について事前に準備しておく必要がある (Callen and Homma, 2017)。

(83) 重大な放出の前にとられる防護措置は、重篤な放射線障害の発生を避けるように、また、通常、放射線被ばくも防止するか大きく低減するように策定されるべきである (IAEA, 2015b)。これらの措置について決定する際には、生じる可能性のある放射線以外の影響も考慮に入れ、それに応じて適合させることも重要である。実際の状況は、事前に計画されたシナリオとは大きく異なったり、急速に進展したりする可能性があるため、対応中に防護措置を適

合させる必要もあり得る。

(84) 中期において放射線状況に関するより多くの情報が入手可能になるにつれ、最初の防護措置の地理的または時間的な範囲を修正し、一時的移転、食品管理、環境の除染、および事業活動の管理などの新しい防護措置を導入する必要があるかもしれない。この段階の間、人々がいつ、どこで、どのように被ばくし、将来も被ばくする可能性があるのかを特定するために、被ばく状況の特徴をより良く把握するためのさらなる対策が取られるべきである。

(85) 初期および中期においては、被災した人々は、ラジオ、テレビ、文書、電子メール、ソーシャルメディアを含むすべての利用可能な手段により、状況とその進展について情報が与えられるべきである。この情報は、迅速かつ継続的に広められ、常に更新されるべきである。過去の原子力事故の経験から、正確な情報を広めるだけでは十分でないことが示されている。したがって、委員会は、被災した人々の懸念に対応し、被災した人々が情報に基づいて決定するのを助けるため、専門知協働プロセスにおける当局、専門家、および地元のステークホルダー間の協力を促進することを勧告する。

## 3.2 放射線状況の特徴の把握

### 3.2.1 被ばく経路

(86) 大規模原子力事故の場合、外部被ばくおよび／または内部被ばくは、さまざまな経路から生じる。外部被ばくは、損傷した施設によって放出されたプルーム中に存在する大気浮遊放射性物質、およびプルームから地表面、建物、衣服、ならびに皮膚に沈着した放射性物質から生じる。内部被ばくは、プルームまたは汚染された物の表面からの再浮遊による放射性物質の吸入、汚染された食品と水の摂取、ならびに地表面または物品に付着した放射性核種の意図しない摂取から生じる。

(87) 事故による大気放出の場合、プルーム中に存在する短寿命の放射性核種を吸入することによって、最初の被ばくは比較的高くなるであろう。その後、通常、数日または数週間は、放射性ヨウ素が作物の直接汚染とミルクへの移行によって内部被ばくの主な要因となり、また、環境に沈着した汚染から外部被ばくが生じる。中期においては、外部放射線が、放射性セシウムによる食品の長期汚染とともに、主要になる可能性が高い。

(88) 沈着のパターンは、事故の規模、および放出時の支配的な気象条件、特にプルームの通過時の風向、降雨または降雪に依存する。長時間にわたる放出の場合、風向は時間とともに変化することが予想される。長期的には、降雨とウェザリングによって、土壌中の放射性核種の分布が変わり、他所への移動が引き起こされる。土壌からの放射性核種の植物への取込みは、土壌の物理的および化学的特性（たとえば、水分や肥沃度）に応じて変化し、一般に時間とともに減少する。また、沈着レベルも場所によって大きく変わる可能性がある。たとえば、

チヨルノービリ事故後、地表面汚染は、同じ村の中で最大10～100倍の範囲で変動があった。長期の場合には一般に、1つまたは少数の放射性核種が、人およびヒト以外の生物相の両方に対する被ばくを支配する。

(89) 人による放射性核種の摂取は、汚染された農地の野菜、肉、ミルク、汚染された河川、湖、海からの魚類、汚染された森林からの野生のベリー類やキノコ類の摂取から主に生じる。動物およびその由来製品への移行は、飼料の汚染、ならびに管理技術に依存する。食品中の放射性核種濃度は、土壌と栽培される作物の種類に依存する一方で、住民による摂取は食習慣に依存しており、時間とともに著しく変わる可能性がある。農耕地域に比べて、ある特定の地域では、特定の食品（たとえば、森林のベリー類やキノコ類、牧草地で放牧される家畜）へのより高いレベルの移行が現れるかもしれない。このような食品の摂取は、一部の個人において、摂取による線量を増加させる可能性がある。

(90) 過去の事故の経験から、海水や地表水への液体放射性物質の放出、海水や地表水への直接の放射性物質の沈着、海水や地表水への流出による水系からの放射線被ばくの可能性があることが示唆されている。海への放射性物質の直接または間接的な放出のために、人は、海中または海底堆積物中の放射性核種から外部被ばくを受けるであろう。これらの経路からの線量は、全体的な被ばくに有意な寄与をもたらすとは思えない。逆に、海産物への放射性物質の移行は、一部の公衆にとって、内部被ばくの主要な原因となり得る。

(91) 動物と植物は、外部被ばくおよび内部被ばくの両方を受けるであろう。人と同様に、外部被ばくは、プルーム中に存在する大気浮遊放射性物質、および損傷した施設から排出された放射性物質の水系への放出、ならびにプルームから地表面や生物相に沈着した放射性物質から生じる。内部被ばくは、プルームまたは汚染表面から再浮遊した放射性物質の吸入、汚染された水または動植物の摂取、ならびに地表面の放射性核種の不注意な摂取から生じる。

(92) 放射性核種の汚染レベルと組成は、経時的に、そしてさまざまな場所で変化するはずであり、その結果、ヒト以外の生物相へのさまざまな被ばくがもたらされる。また、影響を受けた集団の大きさと共に、その動物が汚染された地域でどのように時間を過ごすかを理解することも重要であろう。

## 3.2.2 環境モニタリングと個人モニタリング

### 3.2.2.1 環境モニタリング

(93) 環境モニタリングは、サイト内およびサイト外の放射線状況の正確な全体像を提供するために必要とされる。被ばくの予測は、気象情報、環境モニタリングデータ、および計算モデルを用いて行うことができる。放射線の懸念があり得る地域（すなわち、原子力施設の近くから沈着物が居住地域または農地に影響を及ぼす可能性のある周辺地域まで）の気象条件の特徴を把握するためには、十分な数の気象観測所が利用可能でなければならない。訓練を受け



た操作者が固定式や携帯式の放射線モニタリング装置を用いることで、より高い精度で被ばくを評価することができる。また、広域に影響が及んだ場合には、航空機モニタリングも環境汚染の程度や範囲に関する有用な情報を提供する (Saito et al., 2019)。

(94) 周辺線量率の環境モニタリングに加えて、大気中の放射性核種濃度の測定も行うべきである。この種の情報は、放射性物質の吸入による内部被ばくの推定を可能にする。環境中に沈着した放射性物質に起因する内部および外部被ばくへの懸念に対しては、表土や飲料水中の放射性核種濃度の測定計画が必要であり、それによって食品と水の制限と防護措置の拡大(たとえば、一時的な移転)の実施に関する決定が支援される。土壌、食品および水のモニタリングは、中期を越えて長期においても継続される可能性が高い。

(95) 詳細な環境モニタリングは、広範囲にわたる汚染地域の放射線状況を把握するためや、初期に実施された緊急防護措置を終了するために不可欠である。放射性物質の放出が収まり、被災地でより詳細なモニタリングが可能になるにつれて、環境測定データの利用可能性が増大する。初期と中期の管理に責任を有する組織によって行われた公式な測定に加え、被災したステークホルダーは、購入した放射線検出器、あるいは地域の機関(たとえば、大学、地域の研究所など)から提供された放射線検出器を使用して、自らの放射線状況を地図にすることを望むかもしれない。ステークホルダーによるデータ収集は中期から始まるかもしれないが、長期においてより重要とみなされるであろう。ステークホルダーによるそのようなデータ収集を支援するために、特に、被災した人々がそのようなデータと自らの放射線状況との関連を理解するのを援助することによって、彼ら自身の防護についての意思決定を行うことを支援するために必要な資源を事前に検討しておくべきである。

### 3.2.2.2 個人モニタリングおよび健康サーベイランス(観察)

(96) 初期には、被ばくのレベルにより処置(除染、診療)が必要な人や健康サーベイランスが必要な人を特定するトリアージが大切である。これらの決定は、限られたモニタリング情報に基づいているので、治療が緊急に必要な人の特定に全力が注がれる。最初の数時間は、たとえば、手持ち式モニタまたは携帯型モニタを用いた初期スクリーニング測定を行うことしかできないかもしれない。その後、ホールボディカウンタや甲状腺モニタのような可搬型生体内モニタリング装置を用いて、より正確な測定を行うことができるようになる。数日後には、被ばくを決定するために、生物試料のインビトロ測定(たとえば、尿中の放射性核種、血中の細胞遺伝学的測定)や遡及的な物理学的線量評価(たとえば、携帯電話の画面のガラス、家庭内の塩による)ができるであろう。

(97) 放射性ヨウ素の放出の場合、小児と妊婦に対する甲状腺線量のモニタリングが初期において重要となる。環境モニタリングでは、個人の甲状腺被ばくの正確な推定ができない。したがって、小児(被ばく時年齢が約15歳まで)および妊婦の甲状腺の放射性ヨウ素の量を

迅速に測定し、甲状腺線量の現実的な推定値を得るための具体的な取り組みを行うべきである。甲状腺の測定は、訓練を受け適切な装置を配備された職員によって、避難所や健康サーベイランスのために設置される事故対応センターで行うことができる。放射性ヨウ素の半減期は短いので、被ばくから2～3週間以内に、理想的には被ばく後可能な限り早く、このような測定を行うことが重要である。委員会は、甲状腺被ばくを臓器線量で表すことを勧告する。測定された人々には、甲状腺線量の情報とともにその数値が個人の健康にとってどのような意味があるのか明確な説明がなされるべきである。

(98) 中期においては、サイト内およびサイト外で被災した人々が吸入または摂取した汚染物質の測定を行うために、ホールボディカウンタを用いることができる。これにより、内部被ばくの評価が可能になり、特に注意を払うべき、主に食品からの経路の確認に役立てることができる。乳児を含む小児の内部被ばくの測定によって、母親が子どもの状況を理解するための有用な情報や食事を調整するための選択肢の提供につながる (Hayano et al., 2014)。時間とともに被ばくの経路が変わる可能性があるため、ホールボディ測定の人々の優先順位を決める際には、このことを考慮する必要がある。

(99) 初期および中期の管理を担うすべての関連組織の防護に関する決定を支援するために、測定データは一元的に収集し、可能な限り早く利用できるようにすべきである。説明責任と透明性のため、委員会は、個人情報の保護を尊重しつつ、この情報を明確な説明も加えて公衆と共有すべきであると勧告する。

(100) 初期に放射線により影響を受けた人々に焦点を当てた医療モニタリング計画では、臨床症状を発現した人々と、被ばくしたことが分かっても症状を示していない人々の2つの対象グループを考慮すべきである。最初のグループのフォローアップは、長期合併症の診断と治療を目的とする。第2のグループのフォローアップは、放射線被ばくに関連する可能性のある有害な影響または疾患の発見を目的とする。

### 3.3 初期および中期における対応者の防護

(101) 事故の対応に関与する可能性のある個人は、緊急時チーム（たとえば、消防士、警察官、医療従事者）、作業員（職業的に被ばくするかどうかに関わらず）、専門職および当局、軍人、ならびにボランティアとして援助に当たる市民など、その身分はさまざまである。これらの個人を分類するために、国の機関や国際機関ではさまざまな用語が使用されてきた。委員会は、本刊行物においては、これらの個人のすべてを指すのに「対応者」という用語が適切であると考えている。事故により生じた放射線状況は、施設の通常の操業条件とはまったく異なるので、対応者の防護は、被ばく源がもはや制御されておらず、作業環境が通常ではないことを考慮に入れた特別な方法で管理されるべきである。初期と中期では被ばくレベルの幅が広い

ので、グレーデッド・アプローチが必要とされる。さらに、事故から生じた状況は予測不可能であるので、このアプローチが効果的であるには、慎重でありながらも十分に柔軟であるべきである。初期と中期における対応者の防護を整理するために、委員会は、サイト内（損傷した施設）とサイト外（被災地）の活動を区別し、初期と中期の2つの期間を区別することを勧告する。

### 3.3.1 サイト内の初期における対応者の防護

(102) サイト内で最初に関与する対応者は、緊急時チームを待つ、損傷した発電所の作業員である。彼らの役割は事故に対応するための初期活動を実施し、施設を安定化させ、サイト外への影響を緩和することである。この初期活動を行う際に、一部の者が高い被ばくを受ける可能性がある。これらの対応者は依然として操業管理者の責任下にあるが、事故前にあった通常の計画被ばく状況に従った管理はもはやできない放射線状況にある。対応に関与していない作業員は、特に、避難や屋内退避、必要に応じてヨウ素甲状腺ブロックによって、サイト外の住民と同じ方法で防護されるべきである。これに対して、初期の対応に関与する者は、決定の正当化および防護の最適化の原則を適用して、対応者として管理されるべきである。状況によっては、外部から他の対応者が、施設の作業員を支援するために参加する可能性がある。これには、それぞれの組織の責任下で通常活動する専門チーム、あるいは、損傷した施設の管理責任の下で通常活動する他の施設からの作業員が含まれる。また、ある場合には、軍人が軍事組織内での特別な立場で動員されることもある。

(103) 対応者の被ばくに影響を及ぼす可能性のある決定の正当化は、損傷した施設の状態とその起こり得る進展、およびサイト外の住民の被ばくと環境汚染の回避または低減の点から期待される便益に照らして行われるべきである。全体として、これらの決定は、害よりも多くの益をもたらすことを目指すべきであり、言い換えれば、関係する個人と社会全体に対する便益が、対応者に対し引き起されるかもしれない害を補うのに十分であることを確実にすべきである。施設の状態とサイト外の環境を特徴づける不確かさを考慮すると、これらの便益を評価することは難しく、決定の正当化は必然的に操業管理者による価値判断に基づくものになる。

(104) 初期における施設の放射線状況は、大部分が不明かつ不安定である可能性があるため、対応者の防護の最適化の実施は複雑である。多くの作業は、関与する対応者への潜在的影響を先験的に推定することができないまま行われる。さらに、被ばくの原因となる線源の制御は大部分失われ、あるいはまったく制御されていないので、対応者が受ける被ばくを十分な精度で予測し、予め確立された放射線防護基準内で作業が遂行されることを保証するのは困難である。このような状況では、線量限度の原則の適用は、対応者の被ばくの管理に適していない。その代わりに、委員会は、個人線量を管理するために参考レベルを用いた防護の最適化の原則を適用することを勧告する。参考レベルは、変化する状況の特徴および対応者の種類を考慮して

選択されるべきである。

(105) 18項および22項で言及されているように、がんのリスクは線量とともに増加し、100 mSvを超える被ばくでは確定的影響の可能性が高くなる (ICRP, 2007)。このため、委員会は、急性あるいは1年間のいずれかで受ける100 mSvよりも高い被ばくは、極端な状況においてのみ正当化されるであろうと考える。したがって、初期には、委員会は、対応者の被ばくを制御するため、100 mSvまたは、それを下回る参考レベルを勧告する。数百 mSv<sup>\*</sup>の被ばくは、人命を救うため、あるいは施設がさらに劣化して壊滅的な状態に陥るのを防ぐためという例外的な状況においてのみ正当化されるであろう。これに加えて、放射性ヨウ素の大量の摂取が起こる可能性がある。この場合は、別途考慮されるべきであり、必要に応じて具体的な防護措置を実施すべきである (3.4.1.3項を参照)。

(106) 初期における対応者の被ばくは、評価され記録されるべきである。必要に応じて、個人防護具が使用されるべきである。特に確定的影響を誘発する可能性が高い被ばくの場合には、必要に応じて、治療とその後の健康サーベイランスが提供されるべきである。妊婦および18歳未満の若年者は、初期においてサイト内で作業する対応者チームに入れるべきではない。

(107) 委員会は、対応者の防護に関する決定は、被ばく状況のすべての特徴に基づき、存在する可能性のある他の危険を踏まえて行うべきであると勧告する。また、一部の原子力施設の作業員は、事故が起きる前に、操業管理者の責任の下、各サイトまたは国レベルのいずれかで、専任の緊急時チームに参加するための訓練を受け、備えるべきであると勧告する (Ohsuga, 2012)。このようなチームの参加者は、事故の場合の放射線リスクを十分に認識し、インフォームドコンセントを正式に提示しておくべきである。

### 3.3.2 サイト外の初期における対応者の防護

(108) 消防士、警察官、救助および医療従事者、そして軍人を含む、いくつかのカテゴリーの対応者が、初期にサイト外で介入する可能性がある。一部の国では、サイト外で原子力事故に対処するための専門チームが設置されている。また、避難時のバス運転手、選出された代表者、ボランティアなど、特定の技能を持つ作業員も関与することがある。これらの対応者はすべて、直接または間接的に対応組織の責任下にある。その役割は、人と環境に対する緊急防護措置の実施を支援することである。彼らが受けそうな被ばくは高くなるであろうが、サイト内より低いと予想される。

(109) 誰がこれらの対応者になるか、事前に (すなわち、緊急時チーム)、または、その関与の直前に (たとえば、市民、バス運転手などの作業員) 明確にしておくべきである。緊急時チームのメンバーには、放射線下で作業するための準備と訓練が行われるべきである。事前

---

<sup>\*</sup>訳注 a few hundred millisieverts の訳



に決められておらず、訓練を受けていない対応者は、放射線および関連リスクの存在下で行われるべき作業に関する情報を受け取るべきであり、また、(たとえば、防護具によって)十分に防護されるべきであると委員会は勧告する。これらの対応者は、承知の上で、かつインフォームドコンセントを提示して介入すべきである。

(110) 損傷した施設付近に位置する原子力または原子力以外の施設にいる人の中には、どのような状況にあっても、重要な活動やネットワークの運用を維持するために、職場に留まる必要がある人もいるかもしれない。このような作業員も、対応者として扱うことができる。特に、可能な限り事前に対応者となる人々を確認し、原子力事故の際に何をすべきかについて情報を提供し、適切な防護のもとで業務を遂行できるよう訓練すべきである。

(111) 初期におけるサイト外の対応者の防護のため、委員会は、状況に応じて、被ばくを制御するため、100 mSv または、それを下回る参考レベルを用いることを勧告する。サイト内での防護と同様に、サイト外の対応者の参考レベルを上回る被ばくは、人命を救うため、あるいは一部の住民や動物に対する重篤な放射線影響を防止するためなど、例外的な状況においてのみ正当化されるであろう。線量は、可能な限り個人ごとに評価と記録がなされるべきである。確定的影響を誘発する可能性がある被ばくの場合には、必要に応じて、治療とその後の健康サーベイランスを提供すべきである。妊婦および18歳未満の若年者は、初期においてサイト外で作業する対応者チームに入れるべきではない。

### 3.3.3 サイト内の中期における対応者の防護

(112) 中期の開始は、サイト内では、線源が安定化された(すなわち、放出がない、またはわずかで、線源がさらに劣化するリスクは限定的)と宣言された時点である。中期の終了は、線源が安全であると宣言され、制御された作業環境下で損傷した設備の解体作業を始めることができるよう、放射線状況の特徴が十分に把握された時点である。この段階では、発電所や請負の作業員が、状況の特徴の把握および線源の制御の回復作業に動員されるであろう。必要に応じ各雇用主の責任も継続するが、すべての作業員は、通常、損傷した施設の運営管理者の責任下にある。サイトは損傷を受け、汚染され、脆弱になっているため、作業環境は前例のない難しいものとなる可能性がある。不適切な行動や不測の事態が、新たな緊急事態を引き起こす可能性がある。それにもかかわらず、作業の組織化と被ばくの管理は徐々に改善されるべきである。このような状況では、作業員の被ばく管理が、もはや初期と同じ放射線防護上の制限を受けなくなったとしても、作業員は依然として対応者とみなされる。

(113) 委員会は、サイトに入る新規対応者を確認し、彼らに訓練を受けさせ、割り当てられた作業のための装備を身に付けさせ、そして新規対応者は正式にインフォームドコンセントを提示すべきであると勧告する。これらの対応者の多くは、土木工学など通常、放射線の存在下では行われない仕事に雇用されているので、損傷した施設に留まる期間は彼らの仕事の生涯

のごく一部であろう。彼らの訓練は、特定の状況に適応させる必要があり、放射線防護の知識や文化の欠如を克服するために、運営管理者によって特別な研修が開かれることもある。これらの対応者は困難でストレスの多い状況で作業するため、適切な作業条件や居住環境を確保するために、特別な注意を払わなければならない。対応者の個人線量の監視と記録を行い、各対応者には受けた被ばくについて情報提供がなされるべきである。

(114) 中期では、委員会は、100 mSv または、それを下回る参考レベルを用いることを勧告し、線量限度の適用は適切でないと考えている。施設における線源の制御と被ばく状況の回復の進捗に応じ、中期において参考レベルは引き下げられるかもしれない。必要に応じて医療を受け、その後の健康サーベイランスを行うべきである。妊婦および18歳未満の若年者は、中期においてサイト内の対応者チームに入れるべきではない。

### 3.3.4 サイト外の中期的対応者の防護

(115) サイト外での中期は、放射源が安定した時点で開始され、住民と被災地の被ばく状況の特徴が十分に把握され、当局が被災地の将来を決定できるようになった時点で終了する。対応者が行うべき主な作業は、放射線状況の特徴の把握、食品の放射線管理と住民の健康サーベイランスのための基盤整備、建物と環境の除染である。これらの作業に関与するのは、作業員（職業的に被ばくしているかどうかに関わらず）とボランティアの混合集団である。この状況は依然として緊急時被ばく状況であるが、これらの対応者の被ばくは比較的良く制御することが可能である。

(116) 委員会は、可能な限り日常活動において、サイト外の対応者の防護を準備することを勧告する。作業に関与する対応者は、登録され、放射線が存在する場で行う必要な作業や関連するリスクについて情報を与えられるべきである（知る権利）。線量は評価され、その情報は対応者に伝えられ、可能な限り個人ベースで管理されるべきである。委員会は、状況に応じて個人の被ばくを制御するために、年間20 mSv または、それを下回る参考レベルを用いることを勧告する。中期のサイト外の対応者には、サイト内に比べより低い参考レベルが勧告されるが、これは彼らの活動の実施において、より高い被ばくを受ける必要がないためである。放射線状況が良好に推移した場合には、この段階で参考レベルを引き下げることができる。

### 3.3.5 初期および中期における対応者の被ばく管理

(117) 対応者の中には、初期と中期の両方に関与する者もいるかもしれない。このような対応者については、両段階の総被ばく量を100 mSvを下回るレベルに保つという目標を指針とすべきである。しかしながら、特に初期においては、サイト内やサイト外でさえ、介入条件が困難で予測不可能である可能性を考えると、限られた数の対応者については、合計100 mSvを超える、あるいは例外的に数百 mSv \* の範囲の被ばくを受ける可能性があることに留意する

\*訳注 原文は a few hundred millisieverts

ことが重要である。委員会は、対応者の初期の被ばくによって、中期の関与を必ずしも制限すべきものではないと勧告する。また、累積被ばくが100 mSvを超える対応者に対しては、適切かつ持続可能な医療サーベイランスを提供すべきであると勧告する。

(118) 放射線業務従事者が対応者として関与する場合、対応中に受けた被ばくは、計画被ばく状況で受けた被ばくとは別と見なされて記録されるべきであり、職業被ばくの線量限度の遵守に対してはその被ばくは考慮されるべきではない。対応者の線量記録に関する取決めは、責任当局、事業者、雇用主、および作業者間の合意に基づいて、原子力施設の事故を想定した計画の一部として、準備段階で事前に決めておくべきである。

(119) 委員会は、放射線業務従事者が、中期の終了した時点で、通常の活動や職業への復帰を望む場合、それを禁止すべきではないと勧告する。その決定は、事故前および事故対応中に受けた被ばくの履歴の詳細なレビューと徹底した医学検査後に、ケースバイケースで施設に責任を有する当局によりなされるべきである。

### 3.4 初期および中期における公衆と環境の防護

(120) 初期および中期における人の防護は、参考レベルを用いて正当化され最適化されるべき一連の防護措置の実施に依拠している。その目標は、被災地に住み、働く個人やコミュニティの生活を形成する社会、環境および経済の要因を考慮して、すべての被ばくを合理的に達成可能な限り低く維持および／または低減することである。防護措置は、特に、脆弱なグループや先住民族のような特定のコミュニティを防護することを目的として、個人の被ばく分布の不公平さを制限するため、参考レベルに基づく判断基準を用いて実施されるべきである。

(121) *Publication 109* (ICRP, 2009a)において、委員会は、緊急時被ばく状況の参考レベルは、典型的には、20～100 mSvのバンドに設定されるべきであり、選択された参考レベルは、潜在的または実際の事故シナリオに適合させるべきであると勧告した。この勧告では、1年以上緊急時被ばく状況が続く可能性については考慮されていなかった。

(122) 本勧告では、委員会は、初期と中期の間、最も高い被ばくを受けた個人が、両段階の全期間で100 mSvを超えないことを確実にするため、すべての合理的な防護措置がとられるべきであると定めている。これは、急性被ばくを緩和し、確定的影響を防ぐためである。委員会は、状況次第で、これらの段階の期間が1年未満、あるいは1年以上になるかもしれないことを認識している。また、委員会は、可能な場合には、初期および中期における最も適切な参考レベルは20 mSvより低くなることを認識している(表6.1を参照)。なお、放射性ヨウ素の大量摂取の可能性がある場合は、特定の防護措置を講じる必要があることに留意すべきである。

(123) 初期において、サイト外の放射線状況がまだほとんど分かっておらず、状況が急速

に進展している場合には、準備計画中に該当するシナリオについて設定された参考レベルを防護措置の実施に反映すべきである。この参考レベルは、特定の防護措置を実施する上で容易に判別できる発動因子（トリガー）となる運用上の判断基準を設定するために用いられる（IAEA, 2011, 2015b）。しかしながら、状況が予想通りに進展せず、防護措置が講じられても、一部の被ばくが参考レベルと同程度か、それ以上のことさえあり得る。反対に、特に事故が事前に計画されたシナリオよりも過酷ではない場合、すべての被ばくが参考レベルよりも低くなる可能性がある。そのため、モデル化や環境における初期測定を行い、被ばくの特徴を可能な限り早く把握することが重要である。これにより、当局は必要に応じて、防護措置の範囲および／または参考レベルの値を調整し、防護を最適化することができる。

(124) 中期において、放射線状況の特徴がより把握された時点で、参考レベルを再評価し、低減する必要があるかもしれない。たとえば、チョルノービリ事故の中期において、ソ連当局は参考レベルを徐々に引き下げている（Kryuchkov et al., 2011）。

(125) 環境の防護については、委員会は、初期および、おそらく中期においても、影響を受けた環境に沈着した放射性物質の濃度または量を大幅に低減させることは、困難または実行不可能であると認識している。初期には、一部の動植物の被ばくのレベルはDCRLよりも大きい可能性がある。動物相や植物相への潜在的影響を評価するためにICRPが勧告する枠組みは、特に影響を受けた可能性のある種を確認し、さらなる措置の必要性を検討するために用いることができる。

### 3.4.1 初期の防護措置

#### 3.4.1.1 屋内退避

(126) 一部のグループは、大気中に浮遊する放射性ブルームが住宅の上空を通過する場合、被ばくを低減するために緊急防護措置を必要とすることがある。これらのグループには、避難しない場合、屋内に留まり、窓やドアを閉め、可能であれば換気システムを切り、さらなる指示を待つ、屋内退避が勧告されるべきである。

(127) 堅牢な建物は、大気浮遊ブルームによる被ばくを大幅に低減し、地表面に沈着した放射性物質からの放射線を減衰させることができる。しかし、住民の屋内退避は、潜在的な重篤な健康影響を防ぐのに十分ではない可能性があり、可能であればヨウ素甲状腺ブロックと併せて行うべきである。

(128) 安全な状態で迅速に避難することが困難である特定の施設（たとえば、高齢者や重篤な患者がいる医療施設）では、初期には屋内退避が望ましい措置となり得る。屋内退避した人々を世話するために留まる職員は、緊急事態準備の一環で対応者として訓練され、装備を整える必要がある。これらの志願者職員は、訓練終了時にインフォームドコンセントを提示する必要があるが、可能であればリアルタイムで、放射線状況の進展を知らされ、必要があれば、



測定や適切な防護措置をとるための装備が与えられるべきである。

(129) 数日間\*以上の嚴重な屋内退避は、退避している住民の健全なくらしに大きな影響を与えることなく維持することが困難であろう。治療を受けたり医療に必要な物品を手に入れる必要性、農家が家畜の世話をする必要性、あるいは単に家族と一緒にいたいという正当な欲求などの問題は、微妙な状況を生み出し、ストレスを引き起こす可能性がある。数日間\*の嚴重な屋内退避後、重大な被ばくの可能性が持続する場合には、人々の避難を検討すべきである。また、放射性物質の放出が続く間も避難を行うべきであり、避難者の外部被ばくおよび内部被ばくを可能な限り防止するように注意を払うべきである。屋内退避から避難に移行することは、慎重を要する運用であり、準備と計画段階で事前に特定しておくべき追加の防護措置の策定を必要とする。

(130) 屋内退避の解除は、比較的短い時間枠のことなので、屋内退避している人々とコミュニケーションを取る仕組みは不可欠ではあるが、ステークホルダーがほとんど参画せずに実行される可能性が高い。屋内退避の解除とは、制限付きあるいは制限なしで自宅に留まり日常生活に戻ることを許されるか、留まることを許されず避難または移転させられることを意味する。しかし、屋内退避が解除される前に、外部被ばくや地表面に沈着し再浮遊する物質の吸入が、屋内退避解除後に放射線被ばくの点で懸念される可能性があるかどうかを判断するため、モニタリング情報が必要になる。サンプリング・測定チームの動員・配備には時間がかかるので、個々の状況を考慮して優先順位を付けることが不可欠である。放射線状況から見て、相応な時間内で屋内退避の解除が可能であると確信できない場合、屋内退避を継続することで許容できないリスクあるいは的確に明示されていないリスクがもたらされる可能性のあるグループについては、十分に計画された避難を考慮すべきである。

#### 3.4.1.2 避難と一時的移転

(131) 避難とは、重篤な組織／臓器の損傷（確定的健康影響）や、がんおよび遺伝性疾患（確率的健康影響）の長期リスクの増加に至る可能性のある十分高い短期的な放射線被ばくを回避または低減するために、サイト外の領域から住民を迅速かつ一時的に退去させることを意味する。放射性物質の重大な放出が起こる前に予防的措置として講じることができれば、放射線被ばくを回避する点では最も効果的である。しかしながら、放出の発生後または状況によっては放出時でさえも、避難が実施される可能性がある。

(132) 避難は、短期間の防護措置であるが、たとえば、放出源の制御が不可能な場合、さらなる事故や放出の重大なリスクが存在する場合、または環境中に高いレベルの放射線被ばくが継続する場合など、避難の継続が必要で正当化される場合もある。放射線状況により、住民

---

\*訳注 原文は a few days

が約1週間以上の長期間、自宅から離れなければならない場合には、最初の避難に続いて、一時的または恒久的な移転が必要となる可能性がある。

(133) 過去の経験から、自然災害や人為的災害に伴う緊急事態の対応として、避難は効果的であり、頻繁に行われていることが明らかになっている。しかしながら、避難計画が不十分な場合、病院や介護施設の患者、高齢者などの特定の住民にとって有害な場合がある (Tanigawa et al., 2012)。

(134) また、正式な避難勧告が発令されているか否かに関わらず、自主避難が行われる可能性があることが経験により示されている。当局は、初期の準備計画を実施する際に、住民のこのような自主避難の負の側面と正の側面を考慮しておくべきである。

(135) 避難所は通常、公共施設など短期的な宿泊の設備しか準備されていないため、住民がひとたび避難すると、帰宅の可否と時期を決定する必要がある。この決定は、被災地の放射線状況と、住民に適切な生活環境と働く環境を提供できるかどうかの両方に基づいて行われる。委員会は、初期の対応を所管する当局が、避難者、被災したコミュニティの当局や専門職と共に、避難区域へ帰還するかどうかの複雑な意思決定プロセスに密接に関与することを勧告する。この意思決定プロセスは、帰還が想定されている地域の生活環境と働く環境の質を含め、放射線状況について入手可能なすべての情報に基づいて、透明性のある方法で行われるべきである。

(136) 避難区域の放射線状況の把握は、環境汚染の測定、ならびに放射線状況の進展とそれを改善する能力の予測に基づくべきである。放出核種の組成、汚染パターンの複雑さ、および影響を受ける地域の大きさにより、どの程度迅速に評価を行うことができるかが決まる。人々が過ごす場所や、被災地で生活するであろう人々の将来の被ばくの評価に焦点を当てて、さまざまな環境について測定を行うべきである。

#### 3.4.1.3 ヨウ素甲状腺ブロック

(137) ヨウ素甲状腺ブロックは、安定ヨウ素剤（通常、ヨウ化カリウム）を投与し、非放射性ヨウ素で甲状腺を飽和させることにより、放射性ヨウ素の吸入および経口摂取による甲状腺への被ばくを防止するか低減させることを基礎としている。安定ヨウ素は、放射性ヨウ素から甲状腺を防護する場合にのみ有効であるため、屋内退避や避難に伴って行うべきである。甲状腺ブロックのための安定ヨウ素剤の有効性は、タイムリーな投与に依存する。放射性ヨウ素に被ばくする直前または被ばく時点で安定ヨウ素剤を投与するのが最も効果的な防護となる。安定ヨウ素剤の投与が早すぎたり遅すぎたりすると、甲状腺を効果的に防護できる可能性が低くなる。放射性ヨウ素の放出が長期にわたる場合、ヨウ化カリウムを繰り返し摂取することが推奨されることがある (Benderitter et al., 2018)。放射性ヨウ素の取り込みは、特に若年層において、甲状腺がんのリスクを高める可能性があるため、初期の安定ヨウ素剤の投与は特に妊婦や小児に対し重要である (WHO, 2017)。

(138) 対応に使える時間が短いため、安定ヨウ素剤の配布は、特に大きな住民グループが関わる場合、実施の上で問題があるかもしれない。したがって、国の当局は、影響を受ける可能性のある集団が安定ヨウ素剤を確実に入手できるようにするため、事前配布を含む最も効果的な方法を慎重に検討すべきである。世界保健機関が推奨する用量では、初期におけるヨウ化カリウムによる甲状腺ブロックの全体的な便益は、全年齢層で副作用のリスクを上回っている(WHO, 2017)。

#### 3.4.1.4 人の除染

(139) 個人の除染とは、意図した物理的・化学的プロセスによって、人から放射性物質を完全にまたは部分的に除去することである。衣服、髪、皮膚の汚染からの外部放射線被ばくを低減し、そのような汚染による不注意な摂取を防止するため、緊急に個人の除染が勧告される可能性がある。この対策は、対応者を防護するために特に有効であろう。避難が勧告されている地域の外側では個人の除染が必要になることはほとんどない。個人を除染するための対策によって、住民避難が遅延されるべきではない。

#### 3.4.1.5. 食品の予防的制限

(140) 汚染された食物の摂取は、被災地に居住する人々にとって、事故直後の重要な被ばく経路である可能性がある。これらの地域以外の消費者も、汚染された生産物が市場に出回っているのではないかと懸念するかもしれない。したがって、人々と生産物のイメージを守るため、被災地や影響を受ける可能性のある地域では、初期に可能な限り早く対策を講じることが賢明である。この段階での防護措置には、主に農水産物と飲料水の摂取制限、狩猟や野生の食物の採取禁止が含まれる。これらの地域からのすべての食品のモニタリングが必要である可能性があり、これを実施するのに数日から数週間\*かかることがある。食品の摂取を禁止または制限する場合には、当局は、これらの地域に居住または働く人々に対し、汚染されていない食品と水の供給を確保すべきである。

(141) ほとんどの国で子どもの主要な食事のひとつであるミルクの放射性物質の汚染モニタリングは、ミルクが放射性ヨウ素による甲状腺被ばくの潜在的原因であるので、事故の初期に特に重要である。このような制限が必要な場合、汚染された牧草地で放牧されていた牛や山羊のミルクを飲まないよう住民に指示すべきである。さらに、放射性物質の放出で汚染された可能性がある生鮮野菜、果物や他の食品を食べないよう指示すべきである。

---

\*訳注 原文は a few days to a few weeks

### 3.4.2 中期の防護措置

#### 3.4.2.1 一時的移転

(142) 一時的移転とは、すでに避難しているか、あるいは自宅から直接来た人々を、すべての基本的ニーズを満たすことができ、生活環境を適切に支援することができる一時的な宿泊施設に移動させることである。一時的移転は、汚染の特徴や範囲に応じて、数週間、数か月、または数年続くことがあり、高すぎると考えられる被ばくを避ける、あるいは必要な食物と水が著しく汚染され容易に代替品が入手できないような状況を避けることを目的とする。一時的移転は、急がず、関係者と対話する十分な時間をもって実施することができるので、この対策に伴う身体的リスクは避難の時のリスクと比べると比較的小さい。しかし、一時的移転は心理的影響を伴う (Oe et al., 2017; Ohto et al., 2017)。

(143) 一時的移転に耐えられる最長期間は、さまざまな社会的・経済的要因によって異なる。たとえば、一時的な宿泊施設や生活環境への不満の高まりが生じる、あるいは単に自宅で落ち着いた社会生活を築きたいという要望があるかもしれない。逆に、残存被ばくの持続、雇用機会の不足、残してきた家屋の修理・再建の必要性、学校・病院・商店などのインフラ不足など、帰還に関する懸念もある。

#### 3.4.2.2 食品の管理

(144) 中期には、季節や環境特性などによる放射性核種濃度の変動を理解するとともに、食品の放射線状況の特徴を把握することで、食品管理のためのより詳細で状況に適合した戦略を策定することができる。これには、食品の放射線および放射線以外に関わる品質、消費者の信頼回復、持続可能な経済活動の維持の可能性を考慮に入れるべきである。この目的のためには、防護措置の地域のコミュニティに対する全体的な影響を考慮する必要がある。委員会は、当局が全体的な状況を比較的良好に理解できるように特徴の把握が十分に進んだ時点で、参考レベルに基づき、食品中の放射性核種の測定可能なレベル ( $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$  または  $\text{Bq} \cdot \text{L}^{-1}$ ) で表される、食品の消費に関わる放射線防護の判断基準を設定すべきであると勧告する。これらの判断基準に基づく食品の放射線モニタリングは、人の防護を確保しつつ、被災地内外での取引を促進するために重要である。

(145) 委員会は、このような放射線防護の判断基準の設定は複雑であり、地域、国、国際レベルで生産者、小売業者、消費者の利益を考慮して、多くの検討事項のバランスを取る必要があることを認めている。委員会は、関連するステークホルダーが意思決定プロセスに参画すべきであると勧告する (Kai, 2015)。国内での連帯を保つためには、国レベルで深い議論が必要である。

(146) ガイドラインレベルは国際貿易のために Codex 委員会によって策定されている (FAO/WHO Codex Alimentarius Commission, 2006)。これらのレベルは、飲食物の最大 10%

を汚染された食物が占めると想定した上で、年間 1 mSv という線量判断基準に基づいている。この想定は妥当でない場合があるので、地域のコミュニティによって別の割合がより適している可能性がある。したがって、食品の放射線の判断基準は、Codex ガイドラインレベルを下回るレベルに定められるかもしれない。逆に、汚染した食品が食事に占める割合がより小さければ、放射線防護の判断基準はより高く定められていることになる。また、伝統に深く組み込まれていたり、地域社会全体の経済にとって必要不可欠である地域の生産物を保護するため、放射線防護の判断基準が高めに設定されることもある。このような決定は、チョルノービリ事故後のノルウェーのサーミ人によって生産されたトナカイの肉の場合のように、当局、専門家、地元の専門職、および被災したコミュニティの間で緊密に協力して下さなければならない (Skuterud et al., 2005)。その結果、地域の状況を管理するために設定される食品の放射線防護の判断基準は特別なものとなり、国際貿易で採用されるものとは異なる可能性がある。地域の状況を管理するための放射線防護の判断基準は、食品の放射線に関わる品質をさらに改善するインセンティブとして発展する可能性がある。

(147) 中期においては、生産から消費までの食物連鎖における放射性核種の移行の低減を目的とする多くの防護措置により、食品の放射性物質の汚染を改善することができる (Nisbet et al., 2015)。これらの措置には、たとえば、表土の除去、土壌の耕起や化学処理、家畜への非汚染飼料や飼料添加物の給餌、汚染を取り除くための産業規模の食品加工などがある。選択される措置は、放出された放射性核種の物理的・化学的特性、季節、土壌や土地利用の種類によって異なる (Bogdevitch, 2012)。

(148) 食品管理に加えて、中期においては定期的に水の供給をモニタリングし、影響を受けた地域で流出により汚染が徐々に蓄積していないか確認する必要がある。

#### 3.4.2.3 その他の商品の管理

(149) 原子力事故後、食品以外の商品も汚染される可能性がある。車、梱包、輸送容器など、屋外に保管されるすべての製品が汚染されている可能性がある。これは木材や採石場からの鉱石などの原材料にも当てはまる。これらの商品の汚染は、被ばくに大きく寄与しないかもしれないが、ステーキホルダーからは重大な懸念事項であると見なされ、商品を管理する必要があるかもしれない。管理の種類は、汚染のレベル、商品の種類と数、使用状況によって異なる。さらに、汚染の可能性のある商品の放射線に関わる品質の証明プロセスを時には実施する必要がある。

#### 3.4.2.4 環境の除染

(150) 中期においては、表面や土壌の汚染の除去は、被ばくを低減するための非常に効果的な対策となる。建物や道路の表面、土壌、植生を除染するために適用できる多くの技術があ



る (Nisbet et al., 2015)。しかし、環境の除染は、多くの場合、大量の汚染された廃棄物の発生につながる可能性がある。汚染された廃棄物については、適切な特性評価、分別、一時保管 (長期にわたる可能性もある)、処分ルートが必要である。また、このような汚染の除去は、環境自体に大きな損傷を与える可能性もある。

(151) 建物 (公共および私有)、道路や舗装された区域、空き地、レクリエーションエリア、農地の除染は、中期に始まり、影響を受けた地域の大きさによっては、長期まで継続する可能性がある。人々が最も時間を過ごす場所や人々の被ばくに最も寄与する場所を優先すべきである。地域の状況に合わせた現実的な被ばく評価は、個人の被ばくに主に寄与するものを確認するのに役立つ。これらの除染対策に関し、委員会は、個人の被ばくを効果的に低減するために、参考レベルを用いた最適化の原則を適用することを勧告する。これは、負の影響が意図した便益を上回らないように、被ばく状況の実際の特徴や、関連する社会、環境および経済の要因を考慮して、被災した住民と密接に協議して行われるべきである。

#### 3.4.2.5 事業活動の管理

(152) さまざまな企業の経済活動は、原子力事故によって影響を受ける可能性がある (2.2.4 項を参照)。中期には、被災地に所在する企業は、従業員の家族の懸念や要望を考慮して、従業員の防護措置を確立する必要があるであろう。また、製品の放射線モニタリングや企業イメージを保つために、事業を維持するための専用の対策を設定する必要があるであろう。企業によっては、移転を余儀なくされる場合もある。

(153) 企業にとっての最初のステップは、放射線状況の特徴の把握である。ほとんどの企業は放射線防護の問題に精通していないという事実を考慮すると、専門家の支援と、特定の放射線防護の判断基準を含む適切なガイドラインの提供が必要である。特徴把握の目的は、誰が被ばくし、何が汚染され、それらがどこで、いつ、どのように起こるかを明確に示すことである。

(154) 汚染のレベルにもよるが、特定の除染活動の有無にかかわらず、一部の企業や経済活動は被災地で維持される可能性がある。いずれにせよ、雇用主は、従業員と生産のための適切な作業環境を確保し、汚染の進行の可能性を考慮しなければならないであろう。

(155) 被災地で維持される経済活動における作業中の被ばくは、作業の性質上この残存汚染からの著しく高い被ばくにつながる特別な場合を除き、環境の残存汚染に起因するもので、活動自体から生じるものではない。したがって、委員会は、関係する作業者は公衆の構成員として防護されるべきであると勧告する。しかしながら、雇用主は従業員の防護を確実にする責任をもっており、特に、放射線リスクに関する適切な情報を提供し、希望する場合には従業員自身と場合によっては家族のためにもモニタリングプログラムの実施を支援し、自己防護策を実施することによっていかに自らの被ばくを低減できるかを検討する。委員会は、林業従事者

や森林地帯の製材所の従業員など、特定の被ばく状況を伴う活動に従事する作業者については、職業上の被ばくとみなすべきであると勧告する。

(156) また、多くの産業は、製品に実際に影響を及ぼしたり、影響を及ぼす可能性のある放射性物質の存在による課題を抱えている。これらの産業の中には、特に輸出のために、製品の放射線に関わる品質を証明しなければならないものもある。製品や活動自体が影響を受ける可能性のある他の産業（たとえば、採石場、森林活動、観光）については、経済活動を維持するか否かの判断が必要となる。

(157) 被災地の経済活動については、放射線防護文化を発展させ、作業者やその家族、消費者が情報に基づき自らを防護するための決定を下すことを支援できるよう、さまざまなステークホルダーとの対話を確立するための仕組みの導入を確実にする必要がある。

### 3.4.3 専門知協働プロセス

(158) 委員会は、中期において専門知協働プロセスを採用することを勧告する。専門家、専門職、地域のステークホルダーが協力しあうこのプロセスは、放射線状況の評価と理解を深め、人と環境を防護するための防護措置を策定し、生活環境と働く環境を改善するために、地域の知識と科学的な専門知識を共有することを目的としている。専門知協働プロセスは、ステークホルダーの参画とエンパワメント\*に基づく最適化原則の実践に不可欠な要素である。これは、国レベルや地域レベルの責任ある組織が推進する防護措置を補完することにつながる、被災した住民が実施する自助努力の仕組みの開発に寄与する（ICRP, 2009b, 2016）。チョルノーベリと福島事故の経験は、このプロセスの有効性を実証している（Liland and Skuterud, 2013; Lochard, 2013; Ando, 2018; Takamura et al., 2018; Yasutaka et al., 2020）。

(159) 倫理的観点から見ると、専門知協働プロセスは、放射線防護体系の中核的価値の一つである人間の尊厳の回復と維持に焦点を当てている（ICRP, 2018）。具体的には、このプロセスは、ステークホルダーの参画という概念の背後にある手続き的価値である包括性を反映していると見ることができる。さらに、このプロセスは共感する（すなわち、専門家に、他者の経験、視点、文脈のなかに身を置き、それらを熟考する機会を提供する）ことを可能にし、その結果、適切で持続可能な防護措置を見つける助けとなる。

(160) 専門知協働プロセスは、時間がかかり、地域や個人の放射線モニタリングのための専用の資源を必要とするもので、長期にわたり住民と一緒に取り組むことに専心する放射線防護の専門家や専門職の支援があって初めて想定することができる（Gariel et al., 2018; Schneider et al., 2019）。専門知協働プロセスは、参画するすべてのステークホルダーの間で放射線防護文化の発展を促す段階を踏みながらすすむ取り組み（段階的なアプローチ）である（図 3.1 を参照）。

\*訳注 一人ひとりに潜在する活力や可能性を湧き出させること。

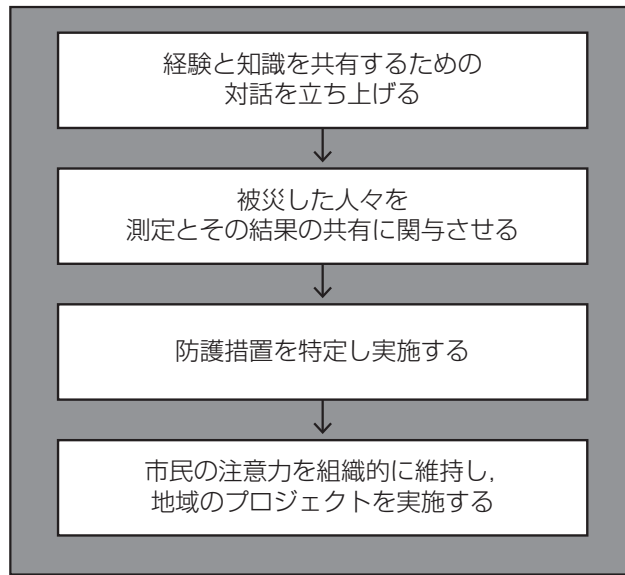


図 3.1 専門知協働プロセス

### 3.4.3.1 専門知協働プロセスの各段階

#### (a) 対話の構築

(161) 第1段階は、事故の影響を受けたコミュニティの人々と経験と知識を共有するために対話を行うことである。この対話の中で、被災した人々は自身の生活環境や地域の知識を、専門家は放射線の科学に関する知識や放射線防護の実施に関する経験を持ち寄る。また、専門家や被災した人々は、疑問、懸念、期待など、日常生活における環境とその影響についての認識を共有する。住民の間で、放射線に関する知識が欠如していたり、専門家や当局に対して不信感がある状況においては、すべての人々が心を開き、相互に敬意を払い続けることが真の課題である。

#### (b) 放射線状況の協働による特徴把握

(162) 第2段階では、日常生活において、いつ、どこで、どのように被ばくしているかという気づきを高めるため、放射性物質を「見える化」する測定に人々を参加させることを目的とする。この目的のため、当局および／または被災した人々が行う測定（自己モニタリング）に基づいて、包括的なモニタリングアプローチを策定すべきである。測定は、個人やその地域のコミュニティの被ばくの特徴がより把握されるよう、被ばくの線源から始め、次第に拡大し、さまざまな被ばく経路を通じて人々が受ける被ばくを含むよう、段階的に行われなければならない。これまでの経験から、個人の状況を議論し、比較する目的で測定結果を共有することは、被災した人々の放射線防護を改善する機会を確認する強力な手段であることが示されている。この協働による特徴把握により、地域の状況をより良く理解し、放射線防護の判断基準や他の



放射線被ばく状況との比較を考慮して、見通しを立てることができる。

#### (c) 防護措置の特定と実施

(163) 第3段階では、回避可能な個人の被ばくを低減するため、地域の人々と専門家の両者で地域の状況に適した可能な防護措置を確認することを目的とする。これにより、被災した人々が実施できる自助努力による防護対策を確認することができ、当局が推進する防護措置を評価し、必要に応じて、それらを適合させることが可能となる。また、このプロセスを通して得られた経験は、対応する放射線防護の判断基準をレビューするのにも役立てられる。専門知協働プロセスにより、地域のステークホルダーが自らの防護のために情報に基づいた決定を下すことができる。防護措置の実施には、必然的に技術的、人的、財政的資源が必要であり、専門家や当局の支援が求められる。

#### (d) 市民の注意を促す仕組みづくりと地域プロジェクトの実施

(164) 専門知協働プロセスの第4段階では、放射線状況について確実に市民が注意するために、地元のコミュニティにおいて放射線モニタリングプログラムを組織し、また、被災したコミュニティのレベルで地域プロジェクトを確認し実施することを目的とする。これらのプロジェクトは、非常に多様な性質（教育、社会、記憶、文化、環境、経済など）をもっているが、放射線および放射線以外の要因を考慮し、人と環境の防護、人々の幸福なくらしやコミュニティの生活の質の向上を目的として実施されるべきである。当局、専門家、地元の専門職の支援を得てこれらのプロジェクトに地域住民が参画することは、その効果と持続可能性を左右する要因となる。地域プロジェクトの実施にあたっては、意思決定プロセスの正当性、透明性、公平を確保するために、ステークホルダーが参画する適切なガバナンスをもった構造を確立する必要がある。

### 3.4.3.2 放射線防護文化

(165) 専門知協働プロセスは、放射線の影響を受けた個人や地元のコミュニティに、自らを防護する方法を知り、それにより原子力事故の影響と向き合うために必要な実践的な放射線防護文化を育むためのエンパワメントに効果的である。委員会は、放射線防護文化を、潜在的または実際の電離放射線被ばくを伴う状況において、市民が十分な情報に基づいて選択を行い、賢明な行動をとることを可能にする知識と技能と定義している（ICRP, 2018）。

(166) 放射線防護文化は、人々が日常生活における懸念に対処するのを助けるために実践的であるべきである。これにより彼らは以下を行うことが可能になる。

- 測定結果（例：周辺線量率、内部および外部線量、食品の汚染）を解釈する。
- どこで、いつ、どのように被ばくしているかを理解することで日常生活における放射性物質

の存在に対処する。

- 自分が直面する放射能のレベルについて自分なりの基準をつくる。
- 自分の防護について情報に基づき決定を下し、行動（自助努力による防護）をとるために、関連情報を収集する。
- 自らが実施する防護措置と当局が実施する防護措置の適切性と有効性を判断する。

(167) 実践的な放射線防護文化の発展は、放射線防護を支える科学的知識と日常生活の行動を結びつける学習プロセスに基づいている。これにより、事故の際に著しく損なわれた、自分に影響を及ぼす決定に関する自律性を回復させることができる。さらに、人と人とのつながりを取り戻すことに寄与し、連帯を育むことを助け、より自信を持って将来を見据える機会を提供する。

### 3.5 中期から長期への移行

(168) 当局やステークホルダーが、初期と中期の間に実施された防護措置が期待した効果を達成したと判断した場合、あるいは、その適用を継続することがもはや正当化されない場合（すなわち、広義には益よりも大きな害をもたらす場合）、これらの防護措置は、解除、適応、または補完されるべきである。しかしながら、経験上、実際には、初期と中期の間に実施された防護措置の解除は難しい決定である。それには、これらの措置がもはや必要でないと思われ、その評価が共有される必要がある。措置の解除は、多くの場合、状況により適した他の代替あるいは補完措置の実施を意味する。実際には、この動きは、状況の管理に関与するさまざまな組織の調整と支援を必要とする。また、さまざまなステークホルダーに適切に情報を提供し、参画させるための効果的な仕組みも必要である。

(169) 被災地の残存汚染レベルが、防護措置によって健康、社会、経済および環境の持続可能な状態を達成できない程度である場合、当局は、過去に避難または一時的移転の対象となった人々が自宅に戻ることを許可しないことがある。このような被災地への帰還を禁止する決定は、困難で重大性をもつこと、一部の人々にとって取り返しのつかない性質であることを十分に認識して正当化されるべきである。汚染のレベルがより低い被災地では、当局は、予想される被ばくレベルと、合理的な期間内に持続可能で適切な生活環境と働く環境を回復させる能力を考慮して、人々が避難先に留まるか、または自宅に戻りそこで恒久的に生活することを認める決定をすることができる。このような決定は、放射線状況に関する入手可能なすべての情報とこれらの地域におけるインフラとサービスの状態に基づいて正当化されるべきである。

(170) 実際には、人々が自宅に戻り恒久的に生活することを許可するには、彼らの将来の被ばくや関連するリスクの評価が必要である。この評価は、周辺線量率や環境と食品の汚染の測定、個人の被ばくの進展の予測、放射線状況の改善能力に基づくべきである。環境や食品の

モニタリングデータを現実的なモデリングと組み合わせて使用することで、将来の被ばくを予測することができる (Takahara et al., 2020)。

(171) 一時的に移転した人々の帰宅を許可するかの決定には、被災した人々と彼らの地元コミュニティの当局や専門職との広範にわたる対話が必要である。住民には、自宅に戻ることを選択した場合に直面する生活環境や働く環境、そして彼らを取り巻く環境の質について、十分詳細な情報を提供することが重要である。彼らには、専門知協働プロセスの専門家の支援を期待し、適切な医療サービスや教育を受ける権利がある (Miyazaki, 2017)。

(172) 委員会は、将来について決定する基本的権利は個人にあることを強調する。自主的避難者を含め、被災地に留まる、離れる、あるいは自宅に戻るか否かに関する個人のすべての意思決定は、尊厳の問題として尊重され、当局によって支援されるべきである。また、自宅に戻ることが望まない、あるいは許可されない人々の移転のための戦略も策定されるべきである。

(173) ある地域から人を恒久的に退去させ、(少なくとも予見可能な将来において) その土地の利用を禁止することは、難しい決定である。そのような地域の境界を定めるために、既存の地理的あるいは管轄上の境界も社会的な理由から考慮されるかもしれないが、放射線防護上の検討が用いられるであろう。

(174) 避難した人々の帰還を認める決定には、当局が設定する放射線防護の判断基準を伴うかもしれない。その基準を超えると住民を恒久的に移転させることが義務付けられ、それを下回れば、初期と中期から生じる放射線状況を維持し、可能ならば改善するための防護措置を実施することを条件に、住民が留まることを認められる。委員会は、そのような放射線防護の判断基準に関して特定の値は勧告しない。値を選択する場合は、現存被ばく状況の管理に関するガイダンスとの整合が取れているべきである (4章を参照)。整合性を確保するために、人々の被災地での生活を認めるための放射線防護の判断基準の選択は、長期において適用される参考レベルの値の選択とともに議論され、決定されるべきである。

(175) 委員会は、人々が被災地で恒久的に生活することを認める当局の決定は、少なくとも以下の条件と手段が満たされた場合に、地域のコミュニティの代表者およびその他すべてのステークホルダーとの緊密な協議の下に行われるべきであると勧告する。

- 被災地の環境、食品、物品および人々の放射線状況の特徴が十分に把握されていて、人と環境を防護し、生活環境と働く環境を改善するために効果的な決定を行うことができること。
- 地域のステークホルダーが意思決定プロセスに参画するための仕組みが確立されていること。これらの仕組みは、透明性があり、すべての関連するステークホルダーによって理解されるべきである。
- 環境の放射線モニタリングおよび個人の外部線量と内部線量の測定システム、また、データの収集、保存および利用のための適切な仕組みを含む健康サーベイランスシステムが確立されていること。

- 地域当局や地元の専門職の支援を得て、被災した人々の幸福なくらしや地域のコミュニティにおける生活の質の向上に彼らを参画させる適切な仕組み（たとえば、専門知協働プロセス）が導入されていること。



## 4. 長 期

### 4.1 長期の特徴

(176) 長期は、サイト内では、事故の管理に責任を持つ当局が、損傷した施設の安全が確保されているとみなした際に始まる。サイト外では、長期は、当局が被災地の将来について決定し、また希望する住民がこれらの地域に恒久的に留まることを認める決定をした際に始まる。これらの決定は、委員会が現存被ばく状況とみなす長期の開始を示すものであり、決定の正当化と参考レベルを用いた防護措置の最適化の原則を適用して管理される。

(177) チョルノービリと福島事故の経験から、大規模原子力事故後の生活環境と働く環境の回復は、放射線の側面以外に、あらゆる個人とコミュニティの生活が関与し、相互に関連し合う複雑なプロセスであることが示されている。社会的に大きな混乱を招いたこれら2つの事故は、放射線防護の原則と判断基準のみに基づいた長期の管理では、被災地の個人やコミュニティが直面する課題に対応するには不十分であることが示されている。そのような管理は、住民の生活環境の回復には適切ではなく、また、個人の幸福なくらや被災したコミュニティの生活の質に影響を及ぼす不必要な分断を引き起こすことが経験により示されている (Ando, 2016)。したがって、放射線防護の原則と判断基準は、長期の管理に不可欠な情報であるが、被災した個人およびコミュニティの生活環境と働く環境の回復のため、適切に柔軟性をもって用いられるべきである。

(178) 多くの現存被ばく状況のように、被災地に居住する人々の被ばくのレベルは、個人の行動によって大きく左右され、一般に、非常に不均一な個人の被ばく分布が生じる。被ばくの範囲は、以下を含む多くの要因によって影響を受ける可能性がある。

- 汚染地域における住居および職場の位置。
- 職業または仕事、ならびにその結果として汚染の影響を受けた特定の地域内での作業に費やされた時間。
- 個々の習慣、特に食習慣。これは社会経済状況に大きく依存する可能性がある。

(179) 食習慣、生活様式および職業によって、隣接する地域社会との間、同じ地域社会で生活する家族の間、あるいは同じ家族の中でさえ、被ばくのレベルに大きな差異が存在し得ることが、経験によって示されている。このような差異は一般に、少数の個人が平均よりも大きな被ばくを受ける歪んだ線量分布をもたらす。

(180) 一時的であっても、被災地に居住し、作業する人々は、放射線状況について適切に



知らされるべきである。彼らは、放射線に対する十分な防護を確保するためだけでなく、適切な生活様式と生計を含む持続可能な生活環境と働く環境を保証するために、当局や専門家からの支援を受けるべきである。

(181) 住民が自らをどう防護するかについて、また効果的な防護を実施するための条件、手段、資源について、適切なガイダンスを提供することは国の責任である。したがって、どのように長期的な防護を確保し、状況をさらに改善するかについて適切な支援を提供するために、政府または責任当局は、ステークホルダーと共に、地域コミュニティまたは個人レベルで実施される自助努力による防護対策を含め、適切な防護措置の有効性を定期的に評価すべきである。

## 4.2 放射線状況の特徴の把握

### 4.2.1 被ばく経路

(182) 長期における被ばく経路は、初期の放射性物質の沈着のレベルと範囲、環境の除染のため実施された対策の結果、および放射性壊変に影響を受ける。さまざまな被ばく経路の重要性は、拡散し沈着した放射性物質の種類に依存する。降雨とウェザリングは、沈着した放射性核種の土壌への浸透、および一部は水系または再浮遊を通じた移行に影響を及ぼす可能性がある。高山牧草地、森林、高地など特定の地域では、農業地域に比べて土壌中での残留期間が長くなる可能性がある。植物による汚染の吸収は、種に依存する。特定の食品（たとえば、森林のベリー類やキノコ）に高いレベルで移行すると、体内摂取量の増加につながる可能性がある。魚類や野生動物とは異なり、家畜の汚染はその飼料に依存するため制御することができる。動物への移行は、さまざまな放射性核種の摂取と代謝に依存する。

(183) 長期的には、1つまたは少数の放射性核種が、個人の被ばくへの主要な寄与因子となる。沈着した放射性核種による外部被ばくは、周辺線量率、および自宅、職場やレクリエーションなど、さまざまな場所で個人が過ごす時間に依存する。内部被ばくは、汚染物質の飲食または吸入による摂取から生じる。人による放射性核種の摂取は、野菜、ミルク、肉や魚の飲食によって生じるであろう。住民による放射性核種の摂取は、季節や季節毎の農業の実際、土壌や植生の種類、そして個人の食習慣によって異なるため、時間の経過とともに著しく変わることがある。

### 4.2.2 放射線モニタリング

(184) 長期の開始時点では、被災地での放射線状況の特徴の把握が行われ、汚染の空間的分布について理解が得られているべきである。人々が住むことを許された被災地では、必要に応じて防護措置を適応させるために、放射線状況の進展を追跡することが重要である。これは、当局ならびに個人やコミュニティによって実施される個人の外部および内部被ばくのモニタリ

ングプログラムを維持し、必要に応じて適応させることで実施される。

(185) このプログラムは、被災地における汚染の進行に関するデータを提供するだけでなく、食品中の放射性核種濃度を制御するのにも役立つ。外部周辺線量率については、さまざまな場所の値を表示する機器を用いることで情報が提供される。モニタリングプログラムによって、各々の個人が自らの被ばくの情報を得て、自分がいつ、どこでそしてどのように被ばくしているかを知ることができる。この情報は、専門知協働プロセスの実施に不可欠である。実際には、これにより、被災したコミュニティに、周辺線量レベル、個人の外部被ばく、食品および環境中の放射性核種濃度、ならびに個人の内部被ばくを測定するための手段（測定機器および資格を持つ人員）が提供されるであろう。また、このモニタリングによって提供されるデータを理解し解釈するための支援を提供することも重要である。動物相および植物相の環境モニタリングも考慮すべきである。

(186) モニタリングプログラムの有効性は、被災地の特異性に対処する能力に依存しており、これは潜在的にリスクのあるグループを決定するために特に重要である。このような計画の持続には、国や地域当局が継続して保守・訓練を行う必要がある。

(187) 放射線モニタリングプログラムの実施に関与する組織の多様性（当局、専門家団体、地方および国立研究所、非政府組織、民間機関、大学、地元のステークホルダー、原子力事業者等）は、放射線状況の評価を強化する上で重要な要因であることが経験から示されている。これはまた、測定に対する被災した住民の信頼性を向上する上でも貢献する。

### 4.3 長期における対応者の防護

(188) 長期においては、サイト内の目標は、関連する廃棄物の管理を含め、損傷した施設を解体することである。被ばく状況の主な特徴が把握され、線源はほぼ制御可能な状態であるが、一部の技術的な課題が残ることがあり、常に予期しない状況が起こる可能性がある。委員会は、サイト内の対応者の管理のために、年間 20 mSv を下回る参考レベルを設定し、必要に応じて職業被ばくの要件を適用することを勧告する。委員会は、一部の当局およびステークホルダーが線量限度の適用を望むことがあることを認識している。これは、線源の状態が十分に把握され、制御されている状況では適切かもしれないが不可欠ではない。多くの対応者は、土木工事のような、通常放射線がある場所では行われたい作業のために雇用されている。そのため、訓練には、放射線リスクと放射線防護原則に関する基本的な情報だけでなく、彼らが作業しなければならない特定の作業環境に関する情報も含めるべきである。サイト内の状況により、参考レベルよりも高い被ばくを計画する必要があるかもしれない。そのような場合、委員会は、防護の最適化を目的として、関係者間での検討後、期間を定めた特別措置を、細心の注意をして準備すべきであると勧告する。

(189) サイト外において、長期に対応者によって行われる作業の目的は、初期と中期に開始された建物と環境の浄化および除染を継続し、完了することである。また、対応者は、被ばくの維持および／または低減、ならびに被災地に居住し、働く人々の生活環境の改善のために、長期的な防護措置の実施を支援することにも関与する。サイト外に対応者は、高い被ばくにつながる状況に直面することは予想されない。中期では、住民自身を含め、多くの人々のグループが防護措置の実施に関与する可能性がある。これらの住民の被ばくは公衆被ばくとみなされ、被災地の一般住民と同じ要件を用いて管理される。

(190) 長期において、浄化または除染作業や防護措置の実施に関与する対応者については、委員会は、被ばくのレベルに見合う、状況に適したアプローチを勧告する。公衆に開放されていない制限区域で防護措置を実施する場合には、年間 20 mSv を下回る参考レベルを用いて防護上の管理をすることが勧告される。しかし、公共の場所で防護措置が実施される場合、委員会は、参考レベルが年間 1 ~ 20 mSv のバンドの下半分の範囲内にあるべきであると勧告する。

#### 4.4 長期における公衆と環境の防護

(191) 長期の管理は、初期および中期に実施された対策を継続し補完する一連の防護措置を実施することに依存する。人の防護については、防護を最適化すること（すなわち、すべての被ばくを合理的に達成可能な限り低く維持および／または低減すること、ならびに個人の被ばく分布の不公平さを抑えること）が目標である。これは、被災地に居住し、働く個人やコミュニティの生活を形成する社会、環境および経済の要因を考慮して行われるべきである。防護措置には、国および地域レベルで当局によって実施される防護措置、ならびに専門知協働プロセスを支援するために当局によって提供される枠組みの下で実施される、被災した住民による自助努力による防護対策が含まれる（3.4.3 項参照）。

(192) *Publication 111* (ICRP, 2009b) では、委員会は、汚染地域内に居住する人の防護の最適化のための参考レベルは、状況に応じて、年間 1 ~ 20 mSv のバンドの下方部分から選択されるべきであると勧告し、さらに、長期の事故後の状況における代表的な値は年間 1 mSv であると述べた。これは、被ばくした個人および当局が、「正常」と考えられる状況の線量の範囲内になるように被ばくレベルを引き下げることが望んでいることと一致する (ICRP, 2007)。

(193) 委員会は、今回、年間 1 ~ 20 mSv のバンドの下半分から選択された参考レベルを用いて、長期における最適化を実施すべきであるとともに、被ばくを徐々にバンドの下端に向かって、あるいは可能であればそれを下回るレベルに低減することを目標とすべきであると勧告する。参考レベルを選択する際は、集団における被ばくの実際の分布およびそれらの低減の優先順位を考慮に入れるべきである。また、*Publication 111* (ICRP, 2009b) に述べられているように、委員会は、参考レベルの選択プロセスは、社会生活や経済活動の持続可能性、ならび

に環境の質を含む多くの相互に関連する要因について注意深くバランスを取った結果であるべきであり、関連するすべてのステークホルダーの見解を適切に取り入れるべきであると改めて述べておく。

(194) 委員会は、被災した住民の大部分が参考レベルを上回る被ばくを受けている場合には、長期の間、いくつかのタイプの防護措置を維持すべきであると勧告する。汚染地域で生活し働く人々の被ばくは習慣や生活環境に大きく依存し、これらを厳しく制御することはできないため、事故のシナリオによっては、参考レベルを上回るこの状況は数年間または数十年間続く可能性もある。従って、すべての個人線量が長期的でも参考レベルを下回るように保たれることを保証するのは不可能である。*Publication 111* (ICRP, 2009b) で示された過去の経験では、居住が許可された地域に生活し働く大多数の人々において、数年経つと、ウェザリング、放射性壊変、および適切な防護措置の実施を組み合わせた結果、年間 1 mSv を下回る被ばくになることを示している。年間数 mSv を超える被ばくを受ける可能性があるのは、ごくわずかな集団のみであると思われる。

(195) 当局が被災地の将来について決定する中期の終わりに選定される公衆の防護のための参考レベルは、有効であるためには、放射線状況を正しく反映するものでなければならない。これは、関連する社会、環境および経済の要因を考慮しつつ特徴を把握するプロセスに基づいている。参考レベルは、最適化の取り組みを導くことを意図しているため、高すぎる値を選択すると、住民やコミュニティの生活環境の回復に当局や他のステークホルダーを関与させる動機付けにはならない。同様に、低すぎる値を選択することは、社会状況に影響を及ぼし、地域の経済活動を損ない、逆効果となる可能性がある。長期を管理するための参考レベルの選択は、社会的および倫理的価値判断の情報を踏まえた複雑な決定である (ARPANSA, 2017)。この複雑さのために、委員会は、参考レベルの値を選択する際は、状況に直面する可能性のあるステークホルダーをできる限り参画させるべきであると勧告する。

(196) ヒト以外の生物相の防護については、生物多様性と種の繁殖を維持することを目的として、被ばくを合理的に達成可能な限り低減し、人のために採用された防護措置と両立できることが目標である。事故によって大きく影響を受けた地域、および高度に汚染された物質が処分または貯蔵されている場所では、委員会が勧告する枠組みを用いて、ヒト以外の生物相を防護するための具体的な状況の特徴の把握を実施すべきである (ICRP, 2014) (2.3.3 項参照)。ヒト以外の生物相への影響は、決定の正当化と防護の最適化の際に考慮されるべきである。

(197) 長期の管理は、汚染レベルならびにその空間および時間分布に従って、多数の側面 (社会、経済、健康、環境などの要因) を取り扱う回復プログラムの実施に依存している。このプログラムには、被災したコミュニティの被ばく状況の特定の課題に対応する一連の専用の防護措置を組み合わせた防護戦略が含まれるべきである。また、被災した人々の健康状態を追跡調査するための健康サーベイランスや、特に市民が主導する活動や地域プロジェクトの発展



を支援するための付随的な対策、ならびに、状況の管理で得られた経験を周知し伝えていくことなども含まれるべきである。

#### 4.4.1 長期の防護措置

(198) 長期に実施できる防護措置は、環境中に存在する汚染の除去（除染および廃棄物管理）から、外部および内部被ばくを制御するための集団的または自助努力による防護対策（食品の管理、食事に関する助言）の実施に至るまで、その数は多く、さまざまである。それらは、農業分野におけるように、単独またはより広範な防護戦略の一部として組合せて用いることができる（Bogdevich, 2012）。家畜に汚染されていない飼料を与えるなどの一般的な対策は、被災地全体で共通して体系的に適用することができるが、たとえば土壌改良など他の対策は、被ばくの条件に基づき、特定の場所にも適用可能であろう。例を挙げれば、ある防護措置は一つのタイプの土地利用または土壌にのみ有効であるかもしれない。他の選択肢は、大量の廃棄物を発生させることがあり、または特定の季節や特定の条件下でのみ有効である可能性がある。防護措置の評価、選択、組合せは、潜在的影響の現実的な評価と、幅広いステークホルダーからの意見に基づくべきである。それらの実施は、放射線状況の進展に伴って変化する動的なプロセスである。

(199) 自助努力による防護対策は、防護の持続可能性と、被災地における実践的な放射線防護文化の普及および将来世代への伝達のための鍵である。経験上、市民の注意を維持することは難しいことが示されている。これを成功させるためには、当局は、専門知協働プロセスの構築および自助努力による防護対策の実施のための技術的なガイダンスを提供し、継続的な支援を行うべきである。

##### 4.4.1.1 除染および廃棄物管理

(200) 建物と公共の場所（たとえば学校）、ならびに住居に近い環境の除染は、中期に始まり、長期のある期間（数年）にわたって継続する可能性がある。委員会は、被ばくへの寄与が大きい地域、または住民にとって主な懸念である地域を特定するため、住民および住居、建物、庭園、公共の場およびレクリエーション場所の利用者と密接に協議しながら、除染対策を実施すべきであると勧告する。

(201) 除染対策は、特に外部被ばくを低減するのに役に立つ（Tsubokura et al., 2019）。実際には、専門知協働プロセスへの参画を通じた人々へのエンパワメントにより、人々が住み、働き、リラックスする場所の線量率の地図を整備することで、自身の外部被ばくをより良く管理できるようになる。そうすることで、より高い周辺線量率が記録される場所、および／または特定の場所で過ごす時間が外部線量に大きく寄与する場所を特定することができる。いずれの場合においても、これらの場所で過ごす時間を可能な限り短くするよう努力することが可能

である。

(202) 廃棄物の問題は、どの除染対策を採用するか決定する際に考慮されるべきである。被災地の廃棄物の大半は、建物、道路および舗装地域の浄化と除染から生じる物質、土壌と植生、汚染された農産物、その他の家庭および商業廃棄物、ならびに廃棄物処理（たとえば、焼却灰、水処理のスラッジ）から生じる。元々の汚染レベルおよび処理のタイプに応じて、低・中・高の放射能濃度になり得る。

(203) 除染に伴う放射性廃棄物の発生は、利用可能な処分方法および考えられる代替策を考慮に入れて、慎重に検討されるべきである。長期においては、持続可能な選択肢を見つけることを目的として、放射性廃棄物を管理すべきである。経験によれば、大規模原子力事故の後、通常の操業での放射性廃棄物処理に使用されていた原則や選択肢は、大量の廃棄物、放射線状況の特徴、および除染プロセスにより生じる廃棄物の性質を考慮して適用される必要がある。正当化と最適化の原則に基づき、事故の状況（すなわち、事故の種類と過酷度）、汚染の程度、発生する廃棄物の種類と量、廃棄物管理に関与する者の放射線被ばくなどを考慮して、具体的な廃棄物管理の選択を行い実施されるべきである。放射線防護の観点だけではなく、事故後の状況を特徴づける社会、環境および経済にも配慮して検討されるべきである。

(204) 除染対策により発生する放射性廃棄物の管理については、委員会は、放射性廃棄物を被ばくの線源の1つと考え、公衆または環境被ばくのために設定する参考レベルを考慮すべきであると勧告する。除染廃棄物の管理（特に保管場所）および関連する防護措置の選択（特にサイトのサーベイランス、ならびに潜在的な再利用および再生利用）に関連する決定には、関係するステークホルダーが可能な限り参画すべきである。

(205) 委員会は、廃棄物の貯蔵・処分サイトのサーベイランスは、必要な限り実施すべきであると勧告する。経験によれば、除染廃棄物のサーベイランスに地元の住民が参画することは、貯蔵・処分サイトの持続可能性を確保するために効果的なアプローチである。

#### 4.4.1.2 農業、漁業および食品管理

(206) 長期においては、土壌中の汚染物質が継続的に移動する可能性がある場合には、農業に関する防護措置が依然として必要であることを意味する（3.4.2.2項を参照）。食品の生産と消費が長期的に継続して制限される場合は、被災地の持続可能性に影響を及ぼす可能性がある。可能な限り、地元の生産を維持するための防護措置を実施すべきである。しかしながら、農家は経済的に存続を維持できるよう、生産のタイプの変更（たとえば、食品の代わりに飼料、放射性物質の濃縮が少ない作物、種子、食品以外の生産）を検討しなければならない状況もあり得る。または、農業以外の土地利用への変更を検討する必要さえあるかもしれない。

(207) 福島の事故では、海洋環境の重大な汚染とそれが漁業活動に及ぼす影響が顕在化した。海産魚の汚染レベルを制御することは可能ではない。汚染レベルは種と漁場の位置に依存



する。これら2つのパラメータに基づき、十分にモニタリングすることで漁業活動を管理することはできる。また、直接販売するのではなく、漁業資源を主に加工に使うことも可能である。チヨルノービリと福島事故では、湖沼や河川への放射性物質の直接沈着および汚染土壌からの流出により淡水魚も汚染された。

(208) 摂取経路のモニタリングは、公衆の防護の重要な部分である。経験によれば、長期において食品の放射線モニタリングを継続することは、被災地の内外の食品流通業者、小売業者、および消費者の信頼を徐々に回復させるのに有効であることが示されている (Strand et al., 1992; Skuterud and Thorring, 2012)。さらに、専門知協働プロセスに合わせて、地域の農産物、家庭菜園からの食物、自然の中で採取・捕獲された食品（たとえば、森林のキノコ、野菜、野生の捕獲鳥獣、淡水魚など）の放射線レベルを個人がモニタリングするためのモニタリング装置を地域のコミュニティに提供することは、自助努力による防護対策の実施に役立つであろう。

(209) 実際には、地元の人々は、毎日消費する食品の放射線に関わる品質に基づき対策をとることができる。これは、家庭菜園を含む地元の産品の測定値を入手できることが前提である。これらの測定の結果に基づいて、通常他のものよりも汚染されているもの（たとえば、キノコは、野菜や果物よりも汚染されやすい）を同定することができる。このような状況では、汚染された食品の摂取の割合を減らすために食習慣を適応させることが可能である。被災した人々の食事の変化の有効性を評価するにはホールボディ測定が役に立つ。

(210) 汚染された地域から食品を購入するかどうかを最終的に決定するのは消費者である。これは市場に重大な影響を及ぼす。食料生産および漁業活動のための持続可能な戦略を策定する際、食品の（放射線に関するおよびそれ以外の）品質を確保し、消費者の信頼を回復することが重要である。委員会は、関連するステークホルダー（当局、農業組合や漁業組合、食品産業および食品流通業者、小売業者、消費者団体など）および一般住民の代表者が、食品の品質に関する消費者の期待を考慮して、農業と漁業の維持および適応に関する意思決定プロセスに参画すべきであると勧告する。国内である程度連帯するためには、地域および国レベルで徹底した対話を行う必要がある。

#### 4.4.1.3 経済および事業活動

(211) 長期においては、経済活動の進展と持続可能性には、従業員、作業環境および製品の放射線モニタリングを継続し、残存汚染の程度およびさまざまなステークホルダーの期待に応じて適応させることが必要である。このモニタリングは、長期の注意を促すことに寄与するはずであり、したがって、追加あるいは変更されるべき防護措置を必要に応じて特定することができるであろう。

(212) 初期または中期に避難または移転した一部の企業は被災地での営業再開の検討を望む可能性があり、また、これらの地域での新たな経済活動の開始を検討する企業もあるであろう。

う。これらの企業の活動に応じて、上述した通り、専用のモニタリング計画を実施することができる。また、消費者でもある従業員のために、放射線防護文化を維持し、さらに発展させるための手段を提供することも不可欠である。

(213) 3.4.2.5 項で述べたように、委員会は、被災地でさまざまな経済活動のために雇用されている人々は、公衆の構成員として扱われるべきであると勧告する。

#### 4.4.2 健康サーベイランス

(214) 長期において、被災地では被ばくレベルに関わらず、住民の間で汚染の有無とその潜在的な健康影響が広く懸念されることが経験により示されている。初期および中期に実施された健康サーベイランスを継続し、状況に適応させることによって、この懸念に対応することが不可欠である。これは、放射線の影響に関する慎重さと被災した人々の自律性の尊重を考慮して行われるべきである (Oughton et al., 2018)。

(215) 長期における健康サーベイランスは、3つの主要な要素から構成される (Oughton et al., 2018; WHO, 2006)。

- 初期および中期に臨床的に有意な組織または臓器の損傷（たとえば、皮膚熱傷、白内障など）をもたらす被ばくを受けたか、予防的サーベイランスが正当化されるような十分に高いレベルの被ばくを受けた少数と予想される人々の医学的追跡調査。
- 潜在的に有害な影響（放射線誘発がんの罹患のほか、生活様式の変化による健康影響）および事故の心理的影響に対する住民全体の健康モニタリング。健康モニタリングのサブカテゴリーのうち潜在的に脆弱な集団（たとえば、子どもや妊婦）に対する追跡調査。
- 被ばく集団に対して長期的に起こりうる放射線の健康影響に関する情報を提供するための特定の疫学的研究。

(216) 1つ目の要素については、必要な診療に加えて、定期的な健康診断を確立し、一般的な健康状態の進展に特に注意を払うべきである。

(217) 2つ目の要素については、被ばくした住民に特化した健康モニタリング計画が策定されるべきであり、それには、初期の医学的評価、線量評価、必要に応じた診療、健康状態の追跡調査、住民の社会的・心理的状态に関する問診および適切な支援の構築などが含まれる。この計画の主な目標は、被ばくした住民の健康と生活環境の特徴を把握し、改善することである。この計画を実施するためには、健康調査、健康データベース、および情報提供と健康支援を受けるための仕組みを構築する必要がある。

(218) チョルノービリ事故後に被ばくした小児の間で放射線誘発の甲状腺がん発症のリスクの増加が観察されたことから (UNSCEAR, 2018)、可能な限り早期に重度の甲状腺障害を発見するためには、特定の甲状腺のモニタリング計画が有用である場合がある。ただしそのようなモニタリングは、住民のレベルで益が害を上回るように計画されるべきである (Togawa et

al., 2018)。体系的なスクリーニングは、甲状腺がんの過剰診断 (Katanoda et al., 2016; Ohtsuru et al., 2019) および心理的な悪影響 (Midorikawa et al., 2017, 2019; Midorikawa and Ohtsuru, 2020) につながる可能性がある。これを踏まえ、長期的な甲状腺の健康モニタリング計画は、甲状腺の吸収線量が 100 ~ 500 mGy またはそれ以上を胎内で、あるいは小児期または青年期に被ばくした個人に対して主に実施されるべきである (IARC, 2018)。

(219) 健康サーベイランスの3つ目の要素については、被災した住民の懸念に対応することを踏まえ、疫学的研究の展開を考えるべきである (WHO, 2006)。

(220) 委員会は、健康サーベイランス計画の設計と追跡調査に可能な限りステークホルダーを参画させ、学際的アプローチを構築することを勧告する。このような状況には倫理行動規範に則ることが適切であろう。また、住民の健康状況の予期せぬ変化に対処するために、適切な対策をとるための準備が必要であると勧告する。

#### 4.4.3 付随的な対策

(221) 人々が居住することが認められた被災地において、個人の幸福なくらしとコミュニティの生活の質を回復させるためには、防護措置そのものだけではなく、付随的な対策を展開する必要がある。第一の目的は、技術的ネットワーク (水道、電気、電話など)、インフラ (道路、鉄道の線路など)、および生活に必要な公的サービス (学校、病院、郵便局、銀行、店、社会活動など) を再構築することである。また、対象となる地域の全体的な社会経済的発展 (工業地帯の設置、農業・工業・商業活動の維持・確立のための支援など) を確保することが重要である。

(222) 回復プロセスの課題に取り組むため、特に、健康、社会経済および環境影響、農業・漁業・林業活動の分野において、また除染、廃棄物管理および損壊した施設の解体についても、特別な研究計画が検討されるべきである。

(223) 当局は、放射線状況の制御を取り戻すことを目的とした市民主導の活動 (専門知協働プロセス、自助努力による防護対策、地域プロジェクトなど) を支援すべきである。また、被災した住民の代表者および関連する専門家 (たとえば、健康、放射線防護、農業当局等) が参加する対話の確立を推進すべきである。これらの対話は、情報の収集と共有を目的とし、住民と当局が推進する戦略の有効性をともに評価することが可能になろう。こうした市民が主導する活動には資源が必要であることから、資源配分のための意思決定プロセスの正当性、透明性、公平性を確保するため、適切な仕組みを確立する必要がある (Eikelmann et al., 2016)。

(224) 過去の経験から、回復プロセスに参加したコミュニティは、しばらくすると、記憶、文化、教育の分野でプロジェクトを立ち上げる必要性を感じることを示されている。この記憶は、事故の記念のためだけでなく、意識を高め、注意を継続し、経験を伝承することで未来を築くために思い起こさせてくれる生きた証拠としての役割もある。これについて教育制度 (学

校および大学)の関与は、次世代へ経験を伝えていくための重要な方法である。

(225) 記憶、文化および教育の分野における市民主導の活動やプロジェクトは、現在と将来の世代の適切で持続可能な生活環境に役立つものであるため、委員会は、これらを支援するための付随的な対策の策定には十分な注意を払うべきであると勧告する。

## 4.5 長期的な防護措置の進展と終了

(226) 長期においては、人々および動物相や植物相の被ばくは、防護措置と放射性壊変のような自然のプロセスが組み合わさった効果により、時間とともに次第に低減する。その結果、原子力事故の数年後（あるいは過酷事故の場合は数十年後）、防護措置を維持、変更、または終了するかどうかを検討することが望ましい。そのような決定は、関連するステークホルダーの参画を得て行われるべきである。長期においては異なる時間軸でさまざまな防護措置を実施することができるため、必ずしもすべての対策を同時に終了する必要はない。1つの対策がその目的を達成した時に、または継続的に適用することで広い意味で益より害が多くもたらされる場合には、終了することができる。

(227) 被ばくが参考レベルを下回ることが長期の終了を自動的に意味するわけではなく、最適化の原則に従い、さらに被ばくを減らす可能性はあり、被ばくの増加を避けるため注意を継続することが望ましい。委員会は、たとえ防護措置が終了した場合でも、残留放射線の状況とその進展について継続的な注意を促すために、適切な長期モニタリング計画を継続し、実践的な放射線防護文化を伝えていくことを勧告する。



## 5. 大規模原子力事故に対する準備計画

(228) 原子力事故の際の人と環境の防護のための戦略を準備する上で、準備計画は重要なプロセスである。初期および中期では、この準備はハザード評価に基づき想定されるシナリオに対して事前に計画された防護措置の策定に依存している。長期においては、準備の目的は影響を受ける可能性のある被災地の社会、環境および経済の脆弱性を特定し、現実で何が起ころうと対応するのに十分な柔軟性を備えたガイドラインを策定することである (Schneider et al., 2018)。

(229) 準備の前提条件は、原子力事故が発生する可能性を認識すること、および、一般市民とまではいかなくても、事故後の各段階の管理に関与する可能性のあるすべての組織は、少なくとも事故に対する意識を高めておく必要性を認識することである。原子力事故が起こる前に住民の準備がなされることを想定することは困難であるが、委員会は、主要な代表的ステークホルダーは、事故のすべての段階に対する準備計画に参加すべきであると勧告する。

(230) 準備計画では、さまざまな組織の責任者が、組織間のコミュニケーションと調整のための仕組み、ならびに意思決定プロセスを導く枠組みを作ることに参画する必要がある。国境を越えた事故の影響の可能性を考えると、近隣諸国における同様の組織および国際機関との調整を準備しておくことも重要である。

(231) 実際には、準備計画には、参考レベルを含む一連の適切な防護措置およびそれらを実施するための取決めが含まれるべきである。放射線状況の特徴の把握のために必要な設備の整備、ならびに専門知識協働プロセスの実施に関しても検討されるべきである。さらに、公衆やその他のステークホルダーに情報を提供するための具体的な広報計画、および、対応に関与する人の訓練のための準備も策定すべきである。これらの計画は、さまざまなステークホルダーが参画する定期的な演習の対象とすべきである。

(232) 準備計画は、現実の状況に応じて対応するために必要な柔軟性を念頭に置きながら、予測されるシナリオの範囲に適した計画の詳細を取り上げるべきである。これはまた、放射線と放射線以外の要因を考慮すべきである。初期については、屋内退避、避難、および安定ヨウ素剤の配布のような、迅速に実施しなければならない防護措置に関する、あらかじめ定められた放射線防護の判断基準を含むべきである。

(233) 事故および事故後の管理のための詳細な計画を準備するのは国の責任である。さらに、詳細な要件、実践的ガイダンス、共同訓練の策定に反映される各国間と国際レベルでの協力もある (IAEA, 2015b; Duranova et al., 2016; NEA, 2018; Schneider et al., 2018)。委員会は、最終的には国の機関および国際機関が本刊行物の勧告を用いることを期待する。





## 6. 結 論

(234) 大規模原子力事故は、個人と社会を非常に不安定にし、複雑な状況を生み出し、膨大な人的・財政的資源の動員を必要とする予期せぬ出来事である。影響を受けたすべての人々の放射線被ばくによる健康への悪影響に関する正当な懸念を超えて、大規模原子力事故がもたらす社会、環境および経済への影響および事故への対応は多大なものであり、非常に長い間続く可能性がある。事故が生み出した状況の複雑さとその影響の大きさを考えると、放射線防護は不可欠ではあるが、影響を受けるすべての個人や組織が向き合う問題に対処するために動員が必要とされるであろう貢献の一つの要素に過ぎない。

(235) このような状況において、放射線防護の第一の目的は、放射線による組織や臓器への重篤で早発の損傷の発生を防止し、社会、環境および経済に対する要因を考慮に入れて、将来のがんや遺伝性影響のリスクを合理的に達成可能な限り低くすることである。これは、初期の最初に開始され、数十年にわたって継続する可能性のある一連の補完的な防護措置によって達成される。防護措置は、放射線および放射線以外の事項を考慮して選択される。

(236) 過去の原子力事故の経験から、正当化と最適化の原則に従って害よりも善を行い、放射線被ばくを合理的に達成可能な限り低く維持し低減したいという要望にもかかわらず、初期、中期および長期で採用された防護措置が負の結果を招き、複雑さを加える原因となり得ることが示されている。

(237) 運用に際しては、放射線による健康と環境への潜在的影響を緩和するための委員会の主たる勧告は、参考レベルに基づく判断基準を使用した最適化の原則に依拠し、防護措置を選択し実施する。これは、サイト内とサイト外の被ばく状況の特徴や被ばくする人のカテゴリーを考慮して行われる。人々の防護の最適化のために委員会が本刊行物で勧告する参考レベルを表 6.1 にまとめている。ヒト以外の生物相の防護のために委員会が勧告する関連した参考レベル（誘導考慮参考レベル）は、*Publication 124* (ICRP, 2014) に示されている。

(238) 本刊行物に記載されている勧告は、過去の原子力事故から得られた経験と、放射線の健康と環境への影響に関する最新の科学的知見を考慮に入れて作成されている。また、本勧告は、被災したコミュニティの生活環境と働く環境、また生活の質の回復に放射線防護を役立てることを目的として策定されている。この目的を達成するために、委員会はステークホルダーの参画が極めて重要であることを強調する。

(239) チョルノービリと福島事故の経験から、初期、中期および長期に関与する放射線防護の専門家や専門職は、放射線防護の科学的基礎とその実践的な履行を習得するだけでなく、

表 6.1 原子力事故が継続している段階における対応者と公衆の防護の最適化の手引きとなる参考レベル

	初 期	中 期	長 期
対 応 者 サイト内	100 mSv または、そ れを下回る線量*  例外的な状況では超 過できる†	100 mSv または、そ れを下回る線量*  状況と共に変わって いく（低減）可能性 がある*†‡	年間 20 mSv または、それを下回る線 量
対 応 者 サイト外	100 mSv または、そ れを下回る線量*  例外的な状況では超 過できる†	年間 20 mSv または、 それを下回る線量‡  状況と共に変わって いく（低減）可能性 がある	公衆に開放されていない制限地域では、 年間 20 mSv または、それを下回る線量  その他のすべての地域において、年 間 1 ~ 20 mSv のバンドの下半分 <sup>¶</sup>
公 衆	初期および中期の全期間について、 100 mSv または、それを下回る線量 <sup>§</sup>		年間 1 ~ 20 mSv のバンドの下半分で、 徐々にバンドの下端に向かって、あ るいは可能であればそれ以下に被ば くを低減することを目標とする <sup>¶</sup>

\* 従来、委員会は、緊急時被ばく状況に対して、20 ~ 100 mSv のバンドから参考レベルを選択することを勧告していた。今回の勧告では、状況によっては、最も適切な参考レベルがこのバンドよりも低くなる可能性があることを認識している。

† 委員会は、人命を救うため、あるいは壊滅的な状況につながる施設のさらなる劣化を防ぐために、数百 mSv<sup>¶</sup>の範囲内でより高いレベルが対応者に許される可能性があることを認めている。

‡ 対応者の中には初期と中期の両方に関与している者もいるため、これらの段階での総被ばく量を 100 mSv を下回るレベルに抑えることを目標に、被ばくの管理を行うべきである。

§ 以前、委員会は、緊急時被ばく状況に対して、20 ~ 100 mSv のバンドから参考レベルを選択することを勧告していた。今回の勧告では、状況によっては、最も適切な参考レベルが 20 mSv を下回る可能性があることを認めている。

¶ これは、*Publication 111* で使用されている「下方部分 (lower part)」という表現を明確にするものである。

※訳注 原文は、a few hundred of millisieverts

放射線防護体系を支える中核である手続き上の倫理的価値観に従って、専門知協働プロセスの下で被災した人々と協力すべきであることが示されている (ICRP, 2018)。

(240) このために、専門家や専門職は、被ばくを管理する上で慎重なアプローチを採用し、被ばくの不公平さの低減を図り、脆弱な集団に配慮し、人々の選択の自律性を維持しつつ、個人の決定を尊重すべきである。また、専門家や専門職は、その限界を認識しながら保有する情報を共有し (透明性)、どのような行動をとるべきかを影響を受けた人々とともに熟慮して決定し (包括性)、それらを正当化できるようにしなければならない (説明責任)。問題の核心は、人々にリスクを受け入れさせることではなく、彼らの防護と人生の選択について十分な情報に基づいた意思決定ができるように支援すること (すなわち、彼らの尊厳を尊重すること) である。

## 7. 付属書の紹介：チヨルノービリおよび福島原子力事故の概要

(241) 次の2つの付属書では、チヨルノービリと福島原子力事故の経緯の概要が示される。その意図は、これら2つの重大事故のさまざまな側面を詳細に説明することではなく、放射線防護の観点から最も重要な側面を明らかにすることである。それぞれの事故は、初期、中期、長期という連続する段階に沿って本文に対応して表されている。この目的は、何年にもわたりこれら2つの事故の管理を特徴づけ、本勧告の策定の参考となった事象と決定を明らかにすることで、事故後の各段階を説明することである。

(242) より詳しい情報に興味がある読者は、チヨルノービリと福島事故の事象および影響の分析に大きく貢献した主な国際機関が作成した文書を参照できる (IAEA, 1991, 2015a; WHO, 1995, 2012, 2013; UNSCEAR, 2000, 2011, 2013, 2018; NEA, 2002, 2013)。読者の助けとして、これらの文書は付属書において参照されるほか、参考文献の全リストの中にも記載されている。



## 参考文献

- Ando, R., 2016. Measuring, discussing, and living together: lessons from 4 years in Suetsugi. *Ann. ICRP* **45**(1S), 75–83.
- Ando, R., 2018. Trust – what connects science to daily life. *Health Phys.* **115**, 581–589.
- ARPANSA, 2017. Guide for Radiation Protection in Existing Exposure Situations. Radiation Protection Series G-2. Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, Yallambie. Available at: <https://www.arpansa.gov.au/sites/g/files/net3086/f/rpsg-2-existing-exposure.pdf> (last accessed 28 August 2020).
- Benderitter, M., Pourcher, T., Martin, J.C., et al., 2018. Do multiple administrations of stable iodine protect population chronically exposed to radioactive iodine: what is PRIODAC research program (2014–22) teaching us? *Radiat. Prot. Dosimetry* **182**, 67–79.
- Bogdevitch, I., 2012. Fertilization as a remediation measure on soils contaminated with radionuclides <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr. In: *Fertilizing Crops to Improve Human Health: a Scientific Review. Volume 3, Risk Reduction*. IPNI, Norcross, GA, pp. 275–290.
- Bonaiuto, M., Alves, S., De Dominicis, S., et al., 2016. Place attachment and natural hazard risk: research review and agenda. *J. Environ. Psychol.* **48**, 33–53.
- Bromet, E.J., Havenaar, J.M., Guey, L.T., 2011. A 25 year retrospective review of the psychological consequences of the Chernobyl accident. *Clin. Oncol.* **23**, 297–305.
- Bromet, E.J., 2014. Emotional consequences of nuclear power plant disasters. *Health Phys.* **106**, 206–210.
- Callen, J., Homma, T., 2017. Lessons learned in protection of the public for the accident at the Fukushima Daiichi nuclear power plant. *Health Phys.* **112**, 550–559.
- Duranova, T., Raskob, W., Schneider, T. (Eds.), 2016. Innovative integrated tools and platforms for radiological emergency preparedness and post-accident response in Europe. Key results of the PREPARE European research project. *Radioprotection* **51**, HS2.
- Eikermann, I-M., Heriard Dubreuil, G., Baudé, S., et al., 2016. Local Populations Facing Longterm Consequences of Nuclear Accidents: Lessons from Fukushima and Chernobyl. Mutadis. Available at: [https://archive.iges.or.jp/en/fairdo/pdf/MUTADIS\\_BROCHURE\\_E.pdf](https://archive.iges.or.jp/en/fairdo/pdf/MUTADIS_BROCHURE_E.pdf).
- FAO/WHO Codex Alimentarius Commission, 2006. Codex Guideline Levels for Radionuclides in Foods Contaminated Following a Nuclear or a Radiological Emergency for Use in International Trade. General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed, CXS 193–1995.
- Gariel, J.C., Rollinger, F., Schneider, T., 2018. The role of experts in post-accident recovery: lessons learnt from Chernobyl and Fukushima. *Ann. ICRP* **47**(3/4), 254–259.
- Harada, N., Shigemura, J., Tanichi, M., et al., 2015. Mental health and psychological impacts from the 2011 Great East Japan Earthquake Disaster: a systematic literature review. *Disast. Milit. Med.* **1**, 1.
- Hasegawa, A., Tanigawa, K., Ohtsuru, A., et al., 2015. Health effects of radiation and other health problems in the aftermath of nuclear accidents, with an emphasis on Fukushima. *Lancet* **386**, 479–488.
- Hayano, R.S., Yamanaka, S., Bronson, F.L., et al., 2014. BABYSCAN: a whole body counter for small children in Fukushima. *J. Radiol. Prot.* **34**, 645.
- IAEA, 1991. The International Chernobyl Project. Assessment of Radiological Consequences and Evaluation of Protective Measures. Technical Report. International Atomic Energy Agency, Vienna.



- IAEA, 2006. Chernobyl Forum: Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socioeconomic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine. Second revised version. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2008. The International Nuclear and Radiological Event Scale. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2011. Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. IAEA Safety Standards Series No. GSG-2. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2015a. Non-radiation effects: mental health. The Fukushima Daiichi accident. In: Radiological Consequences. Tech. Vol. 4. International Atomic Energy Agency, Vienna, Chapter 4.4.6.
- IAEA, 2015b. Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 7. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2018. Arrangements for the Termination of a Nuclear or Radiological Emergency. IAEA Safety Standards Series No. GSG-11. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IARC, 2018. Recommendations on Thyroid Monitoring after Nuclear Accidents. IARC Technical Publication 46. International Agency for Research on Cancer, Lyon.
- ICRP, 1983. Cost-benefit analysis in the optimization of radiation protection. ICRP Publication 37. *Ann. ICRP* **10**(2/3).
- ICRP, 1984. Protection of the public in the event of major radiation accidents – principles for planning. ICRP Publication 40. *Ann. ICRP* **14**(2).
- ICRP, 1990. 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, 1999. Protection of the public in situations of prolonged radiation exposure. ICRP Publication 82. *Ann. ICRP* **29**(1/2).
- ICRP, 2005. Protecting people against radiation exposure in the event of a radiological attack. ICRP Publication 96. *Ann. ICRP* **35**(1).
- ICRP, 2006. The optimization of radiological protection: broadening the process. ICRP Publication 101. *Ann. ICRP* **36**(3).
- ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. *Ann. ICRP* **37**(2–4).
- ICRP, 2008. Environmental protection: the concept and use of reference animals and plants. ICRP Publication 108. *Ann. ICRP* **38**(4–6).
- ICRP, 2009a. Application of the Commission's recommendations for the protection of people in emergency exposure situations. ICRP Publication 109. *Ann. ICRP* **39**(1).
- ICRP, 2009b. Application of the Commission's recommendations to the protection of people living in long-term contaminated areas after a nuclear accident or radiation emergency. ICRP Publication 111. *Ann. ICRP* **39**(3).
- ICRP, 2012a. ICRP statement on tissue reactions and early and late effects of radiation in normal tissues and organs – threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context. ICRP Publication 118. *Ann. ICRP* **41**(1/2).
- ICRP, 2012b. Report of ICRP Task Group 84 on Initial Lessons Learned from the Nuclear Power Plant Accident in Japan Vis-à-vis the ICRP System of Radiological Protection. International Commission on Radiological Protection, Ottawa. Available at: <http://www.icrp.org/docs/ICRP%20TG84%20Summary%20Report.pdf> (last accessed 2 September 2020).
- ICRP, 2014. Protection of the environment under different exposure situations. ICRP Publication 124. *Ann. ICRP* **43**(1).

- ICRP, 2016. Proceedings of the International Workshop on the Fukushima Dialogue Initiative. *Ann. ICRP* **45**(2S).
- ICRP, 2018. Ethical foundations of the system of radiological protection. ICRP Publication 138. *Ann. ICRP* **47**(1).
- Kai, M., 2015. Experience and current issues with recovery management from the Fukushima accident. *Ann. ICRP* **44**(1S), 153–161.
- Katanoda, K., Kamo, K., Tsugane, S., 2016. Quantification of the increase in thyroid cancer prevalence in Fukushima after the nuclear disaster in 2011 – a potential overdiagnosis? *Jpn. J. Clin. Oncol.* **46**, 284–286.
- Kryuchkov, V.P., Kochetkov, O.A., Tsoviyanov, A.G., et al., 2011. Chernobyl Accident: Doses to the Emergency Responders, Accidental Monitoring, Dose Reconstruction. FMBC Publishing House, Moscow.
- Kunii, Y., Suzuki, Y., Shiga, T., et al., 2016. Severe psychological distress of evacuees in evacuation zone caused by the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident: the Fukushima Health Management Survey. *PLoS One* **11**, e0158821.
- Liland, A., Skuterud, L., 2013. Lessons learned from Chernobyl accident in Norway. In: Oughton, D., Hansson, S.O. (Eds.), *Radioactivity Social and Ethical Aspects of Radiation Risk Management in the Environment*, Vol. 9. Elsevier, Amsterdam, pp. 159–176.
- Little, M.P., Azizova, T.V., Bazyka, D., et al., 2012. Systematic review and meta-analysis of circulatory disease from exposure to low-level ionizing radiation and estimates of potential population mortality risks. *Environ. Health Perspect.* **120**, 1503–1511.
- Lochard, J., 2013. Stakeholder engagement in regaining decent living conditions after Chernobyl. In: Oughton, D., Hansson, S.O. (Eds.), *Social and Ethical Aspects of Radiation Risk Management, Radioactivity in the Environment*, Vol. 9. Elsevier, Amsterdam, pp. 311–331.
- Lochard, J., Schneider, T., Ando, R., et al., 2019. An overview of the dialogue meetings initiated by ICRP in Japan after the Fukushima accident. *Radioprotection* **54**, 87–101.
- Luccioni, C., Kornevich, O., Rozhko, A., et al., 2016. Health check-ups of children living in a Belarus district contaminated after the Chernobyl accident. *Radioprotection* **51**(2), 91–99.
- Maeda, M., Oe, M., 2014. Disaster behavioral health: psychological effects of the Fukushima nuclear power plant accident. In: Tanigawa, K., Chhem, R. (Eds.), *Radiation Disaster Medicine: Perspective from the Fukushima Nuclear Accident*. Springer, New York, pp. 79–88.
- Maeda, M., Oe, M., 2017. Mental health consequences and social issues after the Fukushima disaster. *Asia Pac. J. Publ. Health* **29**, 36S–46S.
- Midorikawa, S., Ohtsuru, A., Suzuki, S., et al., 2017. Psychosocial impact on the thyroid examination of the Fukushima Health Management Survey. In: Yamashita, S., Thomas, G. (Eds.), *Thyroid Cancer and Nuclear Accidents: Long-term After-effects of Chernobyl and Fukushima*. Academic Press, Elsevier, pp. 165–173.
- Midorikawa, S., Murakami, M., Ohtsuru, A., 2019. Harm of overdiagnosis or extremely early diagnosis behind trends in pediatric thyroid cancer. *Cancer* **125**, 4108–4109.
- Midorikawa, S., Ohtsuru, A., 2020. Disaster-zone research: make participation voluntary. *Nature* **579**, 193.
- Miyazaki, M., 2017. Four and a half years of experience of a clinician born and raised in Fukushima: discrepancy found through dialogues and practices. *Ann. ICRP* **45**(2S), 23–32.
- Morita, T., Nomura, S., Tsubokura, M., et al., 2017. Excess mortality due to indirect health effects of the 2011 triple disaster in Fukushima, Japan: a retrospective observational study. *J. Epidemiol. Commun. Health* **71**, 974–980.
- NCRP, 2018a. Implication of Recent Epidemiological Studies for the Linear Nonthreshold Model and Radiation Protection. Commentary No. 27. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, MD.
- NCRP, 2018b. Management of Exposure to Ionizing Radiation: Radiation Protection Guidance for the United States, No. 180. National Council on Radiation Protection and Measurements,

- Bethesda, MD.
- NEA, 2002. Chernobyl. Assessment of Radiological and Health Impacts. 2002 Update of Chernobyl: Ten Years On. Nuclear Energy Agency, Paris.
- NEA, 2006. Stakeholders and Radiological Protection: Lessons from Chernobyl 20 Years After. NEA No. 6170. Nuclear Energy Agency, Paris.
- NEA, 2013. The Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident: OECD/NEA Nuclear Safety Response and Lessons Learnt. NEA No. 7161. Nuclear Energy Agency, Paris.
- NEA, 2018. Experience from the Fifth International Nuclear Emergency Exercise (INEX-5). NEA No. 7379. Nuclear Energy Agency, Paris.
- Nisbet, A., Watson, S., Brown, J., 2015. UK Recovery Handbooks for Radiation Incidents 2015. Version 4. PHE-CRCE-018. Public Health England, London. Available at: <https://www.gov.uk/government/publications/uk-recovery-handbooks-for-radiation-incident-2015> (last accessed 2 September 2020).
- Nomura, S., Blangirido, M., Tsubokura, M., et al., 2016. School restrictions on outdoor activities and weight status in adolescent children after Japan's 2011 Fukushima nuclear power plant disaster: a mid-term to long-term retrospective analysis. *BMJ Open* **6**, e013145.
- NPO Fukushima Dialogue, 2020. Records of Dialogues (FY2011-FY2018). NPO Fukushima Dialogue. Available at: [https://fukushima-dialogue.jp/index\\_e.html](https://fukushima-dialogue.jp/index_e.html) (last accessed 2 September 2020).
- Oe, M., Fujii, S., Maeda, M., et al., 2016a. Three-year trend survey of psychological distress, post-traumatic stress, and problem drinking among residents in the evacuation zone after the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident [The Fukushima Health Management Survey]. *Psychiatr. Clin. Neurosci.* **70**, 245–252.
- Oe, M., Maeda, M., Nagai, M., et al., 2016b. Predictors of severe psychological distress trajectory after nuclear disaster: evidence from the Fukushima Health Management Survey. *BMJ Open* **6**, e013400.
- Oe, M., Takahashi, H., Maeda, M., et al., 2017. Changes of posttraumatic stress responses in evacuated residents and their related factors: a 3-year follow-up study from the Fukushima Health Management Survey. *Asia Pac. J. Publ. Health* **29**, 182S–192S.
- Oe, M., Maeda, M., Ohira, T., et al., 2018. Trajectories of emotional symptoms and peer relationship problems in children after nuclear disaster: evidence from the Fukushima Health Management Survey. *Int. J. Environ. Res. Publ. Health* **15**(1), 82.
- Oe, M., Maeda, M., Ohira, T., et al., 2019. Parental recognition of bullying and associated factors among children after the Fukushima nuclear disaster: a 3-year followup study from the Fukushima Health Management Survey. *Front. Psychiatry* **10**, 283.
- Ogino, H., Hattori, T., 2014. Calculation of background lifetime risk of cancer mortality in Japan. *Jpn. J. Health Phys.* **49**, 194–198.
- Ohsuga, Y., 2012. Safety review of worldwide nuclear power plants after the Fukushima Daiichi accident. *Nucl. Saf. Simul.* **3**, 17–30.
- Ohto, H., Yasumura, S., Maeda, M., et al., 2017. From devastation to recovery and revival in the aftermath of Fukushima's nuclear power plant accident. *Asia Pac. J. Publ. Health* **29**, 10S–17S.
- Ohtsuru, A., Midorikawa, S., Ohira, T., et al., 2019. Incidence of thyroid cancer among child and young adults in Fukushima, Japan, screened with 2 rounds of ultrasonography within 5 years of the 2011 Fukushima Daiichi nuclear power station accident. *JAMA Otolaryngol. Head Neck Surg.* **145**, 4–11.
- Ono, A., Isojima, T., Yokoya, S., et al., 2017. Effect of the Fukushima earthquake on weight in early childhood: a retrospective analysis. *BMJ Paediatr. Open* **2**, e000229.
- Oughton, D., Albani, V., Barquinero, F., et al., 2018. Recommendations and Procedures for Preparedness and Health Surveillance of Populations Affected by a Radiation Accident. SHAMISEN Project. ISGlobal Publisher, Barcelona. Available at: <https://www.isglobal.org/en/-/recommendations-and-procedures-for-preparedness-and-health-surveillance->

- of populations affected by a radiation accident (last accessed 2 September 2020).
- Saito, K., Mikami, S., Andoh, M., et al., 2019. Temporal change in radiological environments on land after the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident. *J. Radiat. Protect. Res.* **44**, 128–148.
- Sawano, T., Nishikawa, Y., Ozaki, A., et al., 2018. The Fukushima Daiichi nuclear power plant accident and school bullying of affected children and adolescents: the need for continuous radiation education. *J. Radiat. Res.* **59**, 381–384.
- Sawano, T., Kambe, T., Seno, Y., et al., 2019. High internal radiation exposure associated with low socio-economic status six years after the Fukushima nuclear disaster: a case report. *Medicine* **98**, e17989.
- Schneider, T., Andronopoulos, S., Camps, J., et al., 2018. The work programme of NERIS in post-accident recovery. *Ann. ICRP* **47**(3/4), 221–228.
- Schneider, T., Maitre, M., Lochard, J., et al., 2019. The role of radiological protection experts in stakeholder involvement in the recovery phase of post-nuclear accident situations: some lessons from the Fukushima-Daiichi NPP accident. *Radioprotection* **54**, 259–270.
- Shore, R.E., Beck, H.L., Boice, J.D., et al., 2018. Implications of recent epidemiologic studies for the linear nonthreshold model and radiation protection. *J. Radiol. Prot.* **38**, 1217–1233.
- Skuterud, L., Gaare, E., Eikelman, M., et al., 2005. Chernobyl radioactivity persists in reindeer. *J. Environ. Radioact.* **83**, 231–252.
- Skuterud, L., Thorrying, H., 2012. Averted doses to Norwegian Sami reindeer herders after the Chernobyl accident. *Health Phys.* **102**, 208–216.
- Strand, P., Selnaes, TD., Bøe, E., et al., 1992. Chernobyl fallout: internal doses to the Norwegian population and the effect of dietary advice. *Health Phys.* **63**, 385–392.
- Suzuki, Y., Yabe, H., Yasumura, S., et al., 2015. Psychological distress and the perception of radiation risks: the Fukushima Health Management Survey. *Bull. World Health Organ.* **93**, 598–605.
- Takahara, S., Iijima, M., Watanabe, M., 2020. Assessment model of radiation doses from external exposure to the public after the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident. *Health Phys.* **118**, 664–677.
- Takamura, N., Orita, M., Taira, Y., et al., 2018. Recovery from nuclear disaster in Fukushima: collaboration model. *Radiat. Prot. Dosimetry* **182**, 49–52.
- Tanigawa, K., Hosoi, Y., Hirohashi, N., et al., 2012. Loss of life after evacuation: lessons learned from the Fukushima accident. *Lancet* **379**, 889–891.
- Togawa, K., Ahn, H.S., Auvinen, A., et al., 2018. Long-term strategies for thyroid health monitoring after nuclear accidents: recommendations from an expert group convened by IARC. *Lancet Oncol.* **19**, 1280–1283.
- Tsubokura, M., 2018. Secondary health issues associated with the Fukushima Daiichi nuclear accident, based on the experiences of Soma and Minamisoma Cities. *J. Natl. Inst. Publ. Health* **67**, 71–83.
- Tsubokura, M., Murakami, M., Takebayashi, Y., et al., 2019. Impact of decontamination on individual radiation doses from external exposure among residents of Minamisoma City after the 2011 Fukushima Daiichi nuclear power plant incident in Japan: a retrospective observational study. *J. Radiol. Prot.* **39**, 854–871.
- UNDP/UNICEF, 2002. The Human Consequences of the Chernobyl Nuclear Accident: a Strategy for Recovery. United Nations Development Programme, New York.
- UNSCEAR, 2000. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Vol. II. Effects. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2000 Report to the General Assembly. Annex J. United Nations, New York.
- UNSCEAR, 2006. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Vol. I. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2006 Report to the General Assembly. Annex A. United Nations, New York.

- UNSCEAR, 2011. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Vol. II. Effects. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2008 Report to the General Assembly. Annex D. United Nations, New York.
- UNSCEAR, 2013. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Vol. I. Effects. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2013 Report to the General Assembly. Annex A. United Nations, New York.
- UNSCEAR, 2018. Evaluation of Data on Thyroid Cancer in Regions Affected by the Chernobyl Accident. A White Paper to Guide the Scientific Committee's Future Programme of Work. United Nations, New York.
- WHO, 1995. Report of the International Project for the Health Effects of the Chernobyl Accident. World Health Organization, Geneva.
- WHO, 2006. Health effects of the Chernobyl accident and special health care programmes. In: Bennett, B., Repacholo, M., Carr, Z. (Eds.), Report of the UN Chernobyl Forum, Expert Group 'Health'. World Health Organization, Geneva, p. 160.
- WHO, 2012. Preliminary Dose Estimation from the Nuclear Accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami. World Health Organization, Geneva.
- WHO, 2013. Health Risk Assessment from the Nuclear Accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami, Based on a Preliminary Dose Estimation. World Health Organization, Geneva.
- WHO, 2017. Iodine Blocking: Guideline for Use in Planning for and Responding to Radiological and Nuclear Emergencies. World Health Organization, Geneva.
- Yasumura, S., Hosoya, M., Yamashita, S., et al., 2012. Study protocol for the Fukushima Health Management Survey. *J. Epidemiol.* **22**, 375–383.
- Yasutaka, T., Kanai, Y., Kurihara, M., et al., 2020. Dialogue, radiation measurements and other collaborative practices by experts and residents in the former evacuation areas of Fukushima: a case study in Yamakiya District, Kawamata Town. *Radioprotection* **55**(3), 215–224.

## 付 属 書 A. チョルノービリ原子力発電所事故

### A.1 はじめに

(A1) チョルノービリ (チェルノブイリ)\*の事故は、1986年4月26日1時23分、チョルノービリ市から約15 km、キーウ (キエフ) 市から約110 kmのドニエプル川の支流に位置するチョルノービリ原子力発電所 (正式名称: レーニン原子力発電所) 4号機において発生した。当時、発電所は旧ソ連のウクライナ・ソビエト社会主義共和国にあった (図 A.1 を参照)。低出力工学試験中に安全システムを停止させて原子炉の不適切な運転が行われたため、制御不能な出力の増加につながり、数回の蒸気爆発により原子炉建屋に深刻な損傷を与え、原子炉は完全に破壊された (UNSCEAR, 2000)。この事故は、国際原子力事象評価尺度では最高レベル7に分類された (IAEA, 2013)。

(A2) 損傷を受けた原子炉からの放射性核種の放出は、放出率を変動させながら主に10日間にわたった。地表面への放射性物質の沈着は、原子炉周辺のベラルーシ、ロシア、ウクライ



図 A.1 チョルノービリの位置\*

\*訳注 ウクライナの地名は『ウクライナ語読み (ロシア語読み)』で表記。



ナの領土に大きな影響を与えたが、実質的には北半球のすべての国で何らかの放射性物質が見出された (UNSCEAR, 2000)。

## A.2 初期および中期

(A3) 初期は、1986年4月26日に事故と共に始まった。1986年5月初め、環境中への放射性核種の放出は数桁減少した。1986年5月中に、引き続き放出を制限するための対策が実施された (IAEA, 1991)。これが初期の終了と中期の始まりと考えられる。

(A4) 1986年4月26日、ソ連政府はチョルノービリ事故影響緩和委員会を設置した。本委員会は、旧ソ連副首相を議長とし、さまざまな専門家 (医師、緊急事態および放射線防護の専門家など) や官僚が参加した。委員会の活動には、緊急事態のあらゆる側面の専門家が関与したが、決定権は官僚のみにあった。

(A5) サイト内では、1986年11月に石棺が完成し、放射線源が封じ込められ、安全が確保されたことにより、中期が終了したと考えられる。サイト外では、1991年2月～5月の間に長期の管理に関する法律が採択され、中期が終了したと考えられる。

(A6) 当局は、初期には、屋内退避、避難、安定ヨウ素剤配布、および食品制限を実施した。中期には、移転、除染、廃棄物管理などのさらなる措置が実施された。しかし、いずれの時期においても、すべての被災地で常にタイムリーかつ体系的に実施されたわけではない。

(A7) 初期と中期には、多くの民間および軍の対応者がサイト内とサイト外での事故の影響の緩和に関与した。これらの人々の一部は、かなりのレベルの被ばくを受け、初期に重度の組織／臓器損傷を誘発し、長期的にはがんを発症した。

### A.2.1 放射線モニタリング

(A8) 事故後の最初の数日間\*に、チョルノービリ原子力発電所周辺で広範な線量率測定プログラムが実施された。その結果、1986年5月1日付で最初の線量率マップが作成された。チョルノービリ事故後にソ連で実施された放射線モニタリング計画には、空間線量率、食品汚染、土壌および牧草試料の汚染など広範な測定が含まれた。放射線防護上重要な放射性核種であるヨウ素、セシウム、ストロンチウム、およびプルトニウムの同位体に焦点が当てられた。初期には、モニタリング計画の開始が遅れたため、土壌試料中の放射性ヨウ素の測定値が得られなかった。機器や専門家が不足しており、モニタリングすべき地域は広大で、放射線状況の詳細な特徴の把握には数年を要した。ソ連の被災地以外に、影響を受けた多くの欧州諸国も独自の測定を行った (EC, 1992)。

---

\*訳注 原文は a few days

### A.2.2 汚染レベル

(A9) 1986年4月26日から5月中旬にかけて、放射性ヨウ素や放射性セシウムなどのさまざまな放射性核種が放出され、北半球のほとんどの国に拡散した。

(A10) ウクライナ、ベラルーシ、およびロシアが、フォールアウトによって最も影響を受けたソビエト連邦の共和国であった。これらの影響を受けた広大な地域（約150,000 km<sup>2</sup>）に放出された総放射性物質の約60%が沈着し、セシウム137（Cs-137）は平均で37,000 Bq・m<sup>-2</sup>を超え、しばしば1 m<sup>2</sup>当たり数十万 Bqに達した（図A.2を参照）。放射性物質は、欧州全域で、線源からの距離とその時点で支配的な気象条件に従って不均一に沈着した（図A.3を参照）。

(A11) これらの国では、当局はCs-137が37,000 Bq・m<sup>-2</sup>を超える地域を、汚染地域とし、防護対策の対象とみなした。この判断基準に基づくと、被災した地域はベラルーシで46,500 km<sup>2</sup>、ロシアで57,700 km<sup>2</sup>、ウクライナで41,900 km<sup>2</sup>であった。プルトニウム汚染のある地域は、主に損傷した施設の周辺に限られたが、ストロンチウムについては、発電所周辺の最大100 kmの地域まで広がった（UNSCEAR, 2000）。

(A12) 欧州では、スカンジナビア（フィンランド南部、スウェーデン中央部・東部、ノルウェー中央部）、中央ヨーロッパ（特に、ルーマニア南部、チェコ共和国とポーランドの国境付近）、オーストリア、ギリシャ北部と、英国・スイス・ドイツ（主にババリア）・イタリアの狭い地域で、37,000 Bq・m<sup>-2</sup>を超えるセシウムの沈着が確認された。

### A.2.3 個人の被ばくレベル

(A13) 初期においては、公衆の主な被ばく経路は、放射性ヨウ素の摂取によるものであ

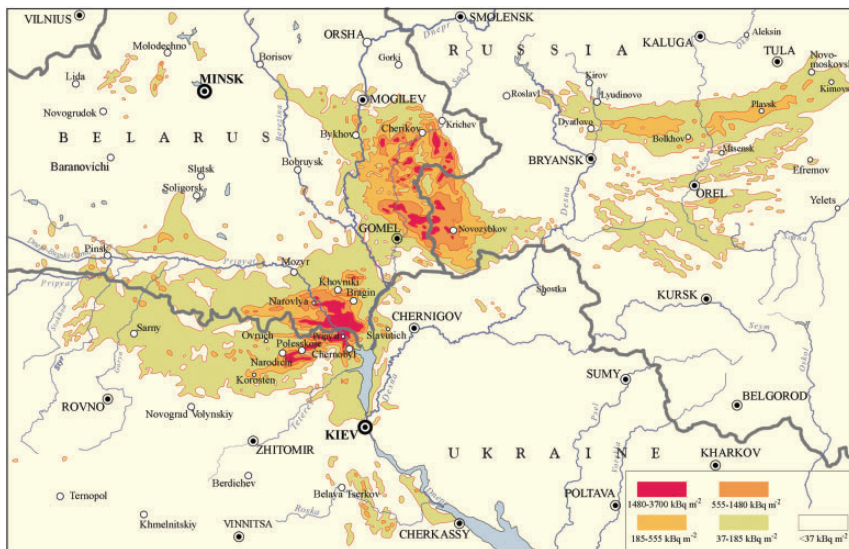


図 A.2 事故サイト近郊のベラルーシ、ロシア、ウクライナの領域における Cs-137 の表土への沈着 (IAEA, 1991)

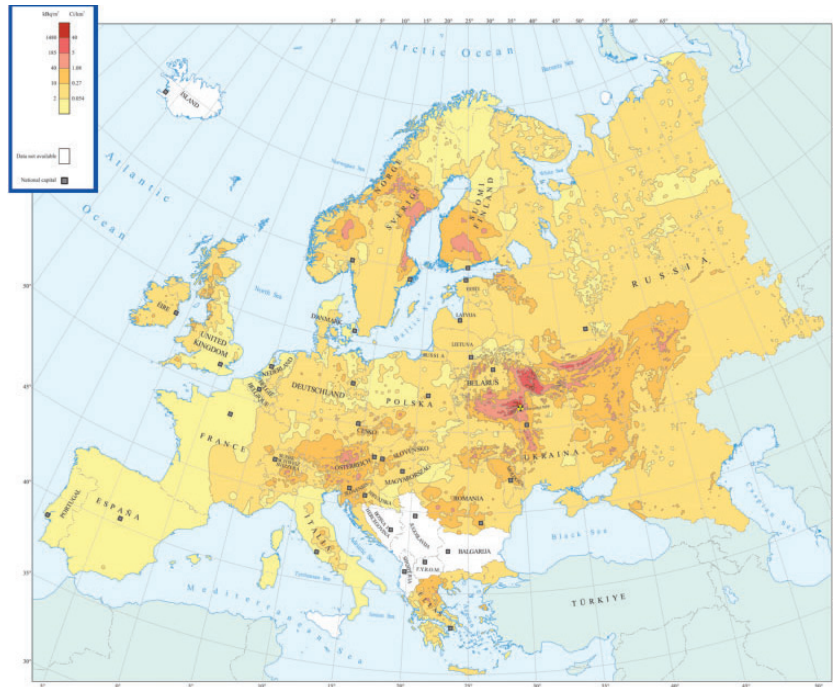


図 A.3 チョルノービリ事故後の欧州全域にわたる Cs-137 の沈着を示す地図  
出典 : European Atlas EC / IGCE 1998。バルカン諸国に関するデータは入手不可。

た。1986年5月～6月にかけて、ベラルーシ、ロシア、ウクライナで甲状腺のヨウ素含有量に関する大規模なモニタリング調査が行われた。1986年6月末までに、全部で400,000人以上の甲状腺の直接測定が行われた (Zvonova and Balonov, 1993; Likhtarev et al., 1996; Stepanenko et al., 1996; Gavrilin et al., 1999)。

(A14) 大多数の人々にとって、事故以前に放牧されていた家畜からの新鮮なミルクの消費が放射性物質の取り込みの主な経路であった。これは、特に損傷した原子炉付近の農村地域に住む子どもたちに大きな甲状腺線量をもたらした。ベラルーシのゴメリ州南部の3つの地域で、避難した村と避難しなかった村の3歳未満の子どもの約95%が、0.25 Gyを超える甲状腺線量を受けた。そのうちかなりの人数が2.5 Gyを超える甲状腺線量を受けた (Savkin and Shinkarev, 2007)。甲状腺の直接測定から得られた子どもの甲状腺線量の最も高い推定値は50 Gyであった (Shinkarev et al., 2008)。

(A15) 放射性ヨウ素の被ばくに加えて、初期および中期に被災地域の住民が受けた線量は、主に地表に沈着した放射性セシウムによる外部被ばく、および汚染した食品の摂取による内部被ばくによるものである。被災地の住民が受けた平均実効線量は、約数十 mSv<sup>\*1</sup>と推定されている。実効線量の中央値は、約数 mSv<sup>\*2</sup>であった。約10,000人が100 mSvより高い実効線

訳注\*1 原文は a few tens of millisieverts

\*2 原文は a few millisieverts

量を受けたと推定されている (UNSCEAR, 2000)。

#### A.2.4 対応者

(A16) 初期には、発電所の職員、初期対応に関わった消防士、警備員、地域の医療施設の職員を含む約 600 人の対応者が、事故の日の夜に発電所内にいた。その後、約 60 万人の対応者、いわゆる「事故処理作業員」(民間人や軍人)が、放射性がれきの除去、石棺の建設、原子炉職員と対応者のための居住地の建設に関与した。これらの対応者には、輸送とセキュリティを担当する人、科学者や医療従事者も含まれていた (UNSCEAR, 2000)。

(A17) 最も著しい被ばくは外部照射によるものであった。134 人の対応者に急性放射線症が確認された。このうち 41 人の対応者は 2.1 Gy 未満の外部照射による全身線量を受けた。93 人の対応者はより高い線量 (50 人は 2.2 ~ 4.1 Gy, 22 人は 4.2 ~ 6.4 Gy, 21 人は 6.5 ~ 16 Gy) を受け、より重度の急性放射線症の症状を示した。彼らの線量は、主に臨床的線量評価方法 (すなわち、血液成分および/または血中リンパ球の細胞遺伝学的パラメータに基づく) を用いて推定した。合計 28 人が事故から数か月以内に死亡した (UNSCEAR, 2000)。

(A18) 作業員の線量基準は、事故以前は、平常時では年間 50 mSv であり、事象/事故の場合には、対象の職員からインフォームドコンセントを得て 250 mSv まで引き上げることができた (SRS 76, 1977)。1986 年の事故時はこの規制が対応者に適用された。

(A19) 1987 年には、対応者の最大年間線量基準が 100 mSv に引き下げられた。しかし、極めて重要な介入の実施のため、限られた対応者に対しては、保健省により 250 mSv までの線量が認められた。1988 年、線量基準は、石棺内部の主循環ポンプ室の除染に関与した者を除き、対応者を含むすべての作業員に対し 50 mSv まで引き下げられた。主循環ポンプ室の除染の対応者については、100 mSv の年間線量基準が維持された。1989 年以降は、例外なく、すべての対応者について、線量基準が 50 mSv に設定された (Kryuchkov et al., 2011)。

(A20) 特に、軍の対応者については、1986 年 5 月 21 日まで、戦時中に許容される放射線被ばくに相当する 500 mSv の線量基準が適用された。その後、国防省によって 250 mSv に引き下げられた (Chvryev and Kolobov, 1996)。1987 年以降は、軍と民間の対応者は同じ線量基準であった。

(A21) すべての対応者は、1986 年に確立した公式登録に登録された。この登録には、被ばくの主要な経路であった外部照射による被ばくの推定値が含まれた。登録データでは、記録された平均的な被ばくは、1986 年の約 170 mSv から 1987 年に 130 mSv, 1988 年に 30 mSv, 1989 年には 15 mSv へと減少したことが示された (UNSCEAR, 2000)。これらの値には関連する不確かさが含まれていることが認識されている。

(A22) 原子炉周辺には放射性ヨウ素が多く存在していたため、事故後の最初の数週間にサイト内にいた対応者は、内部照射によりかなりの甲状腺線量を受けていた可能性がある。1986



年4月30日～5月7日の間に600人以上の対応者を対象に実施された限られた数の測定に基づいて、彼らの甲状腺線量は平均0.21 Gyと推定された。しかし、1986年5月以降に受けた外部線量と比べると、放射性ヨウ素の摂取による内部線量は小さかったことに留意する必要がある(UNSCEAR, 2000)。

## A.2.5 初期における防護措置

### A.2.5.1 屋内退避

(A23) 事故当日(1986年4月26日)、原子力発電所の作業者の大半がその家族と住んでいた原子炉サイトから約3 kmの所に位置するプリピャチの住民に対し、政府委員会から屋内退避の勧告が発表された。プリピャチの住民5万人の約25%は、屋外で過ごす時間を制限した(Likhtarev et al., 1994)。原子力施設付近の農村部の住民は事故について公式に通知されず、その結果、屋内退避の必要性についての公式な情報がなかった。

### A.2.5.2 避難

(A24) 1986年4月27日、事故後37～40時間の間、キーウ州の当局は、プリピャチのすべての住民のバス、鉄道、車による避難を組織した。これは、損傷した原子炉からの放射性核種の放出が続き、町のさまざまな場所で空間線量率が増加したためである。約9,000人の住民が自主避難した(Alexakhin et al., 2004)。避難者は、限られた期間のみプリピャチから離れると想定され、書類やペットのような僅かな所持品のみを持って行くことが許された。避難者は、ウクライナのさまざまな地域や居住地に移動したが、主にキーウ州であった。事故後、チョルノービリ原子力発電所の職員約5,000人がプリピャチに残り、その後、周辺地域の各地に移転した。

(A25) 1986年5月1日に公表された情報によれば、発電所の近くに住む大部分の人々にとって、予想される被ばくは避難を必要とするようなものではなかった。しかし、炉心に残っていた燃料温度の大幅な上昇が観察され、モスクワのクルチャトフ研究所の専門家によると、燃料が炉心の底を破り、さらに重大な放射性物質の放出につながる可能性があった。被ばくの推定では、損傷した原子炉から30 km地点まで、重篤な確定的影響の発症の可能性あることが示された。

(A26) 1986年5月2日、政府委員会は、原子炉やその時点で支配的な気象条件の不確かさのため、30 km圏内に住むすべての住民を避難させることを決定した。この避難(住民約5万人)は、1986年5月2日から7日の間に行われた。同時に、約50,000頭の牛、13,000頭の豚、3,300頭の羊、および700頭の馬を30 km圏内から避難させた(Nadtochiy et al., 2003)。避難させなかった猫や犬を含む20,000匹以上の家畜やペットは殺処分され埋められた。

### A.2.5.3 安定ヨウ素剤

(A27) チョルノービリの原子力発電所に隣接する地域に住む人々には、安定ヨウ素剤は事前に配布されていなかった。そのため、1986年4月26日から27日にかけて、医療従事者らがプリピャチの住宅、学校、幼稚園に行き、市民に安定ヨウ素剤を提供した。安定ヨウ素剤を服用した住民は、1986年4月27日午後までに62%に達したと推定されている（Likhtarev et al., 1994）。プリピャチは、安定ヨウ素剤の投与と使用が有効であった唯一の居住地であった。30 km 圏内の村における安定ヨウ素剤の配布は、避難とほぼ同時に開始された。30 km 圏内に住む人々からの聞き取りの結果によると、安定ヨウ素剤の配布は主に、ベラルーシで1986年5月1～4日に、ウクライナで1986年5月2～7日に行われた（UNSCEAR, 2000）。しかし、これは実際の効果を得るためには遅すぎた。30 km 圏外の農村地域では、事故の初期には安定ヨウ素剤は使用されなかった（Uyba et al., 2018）。

### A.2.5.4 食品の摂取制限

(A28) 事故の最初の数日間（1986年5月5日まで）は、公衆は放射線状況について知られていなかったため、事故の初期には、汚染された食品の摂取が制限されなかった。被災地の住民は放射性ヨウ素で汚染されたミルクを摂取し、そのため、特に幼児の甲状腺の線量が高くなった。

### A.2.6 中期における防護措置

(A29) 1986年5月、ソ連の国家主任衛生医は、最初の年（1986年4月26日から1987年4月25日まで）の公衆の被ばくを制限するために、100 mSvの線量基準を採用した。この線量基準は、1987年4月23日に、事故後2年目の線量基準として30 mSvに引き下げられた。その1年後、1988年7月18日には、事故後3年目と4年目の年間線量基準として25 mSvにさらに引き下げられた。

(A30) また、国家主任衛生医は、線量率に基づき、事故後の最初の年の外部被ばくが制限される3つの地域（区域）を定義した。

- 立入禁止区域：恒久的な移転の対象となる地域
- 一時的避難区域：移転した住民が放射線状況の「正常化」後に帰還できる地域
- 厳戒管理区域：1986年夏に子どもや妊婦が立ち入りを禁止された地域である。

#### A.2.6.1 移 転

(A31) 1986年5月中旬から8月中旬にかけて、30 km 圏外のベラルーシとウクライナの40の村の住民約9,000人が、比較的高い線量率を理由に村が立入禁止区域に指定されたため、



移転した (Alexakhin et al., 2004)。

(A32) 1986年8月、政府委員会は、立入禁止区域の南部および西部にある47の影響の小さい居住地について、住民が自宅に戻ることができるか決定するため、詳細な放射線モニタリング調査を実施するよう、ソ連邦水文気象委員会、公衆衛生省および国防省に命じた。モニタリング結果により、石棺が完成すれば、27の農村部の居住地（ベラルーシでは12か所、ウクライナでは15か所）は、住民が戻ることができることが示された。1987年のこれらの住民の総被ばく量（外部被ばくと内部被ばく）は、30 mSv未満であると推定された。ベラルーシの12か所の居住地の住民は、1986～1987年の冬までに帰還することが許された。これに対し、ウクライナ当局は、30 km圏内の15か所の居住地に住民を帰還させることは経済的社会的に不適切であると考えた。

#### A.2.6.2 食品の摂取制限

(A33) 中期の始めにおいても、食品、特にミルクの摂取による放射性ヨウ素の取り込みは、依然として公衆の内部被ばくの主な線源であった。その結果、1986年5月6日、ソ連の国家主任衛生医は、食品と飲料水中の放射性ヨウ素を制御するために、ミルクと水、乳製品、および葉物野菜の放射線防護の判断基準を導入した。判断基準を超えるミルクは、放射性壊変の利点を利用してバターやチーズなどに加工された。1986年5月30日、国家主任衛生医は、関連するすべての放射性核種について新しい判断基準を導入し、これらは定期的に改訂された (Alexakhin et al., 2004)。

#### A.2.6.3 除 染

(A34) 除染作業は、1986年5月末に被災した居住地で開始された。この作業には、汚染土壌の除去と「クリーン」な土壌への置き換え、浄化できなかった物の解体、街路、道路、舗道のアスファルトでの舗装、屋根の張り替え、一時保管地域で発生する廃棄物の埋設などが含まれた。除染作業は、主にソ連軍の化学部門および民間の防衛団によって行われた。除染すべき場所を選定するための放射線防護の判断基準が設定され、これらは定期的に改訂された (Alexakhin et al., 2004)。

(A35) 除染に関する意思決定では、放射性物質の汚染のレベルだけでなく、影響を受けた場所と物の社会的および経済的重要性も考慮された。1986年から1987年にかけて、居住地で頻繁に訪れる場所における放射能レベルの大幅な低減により、放射線状況の大きな改善が達成された。その結果、さまざまな専門職や一部の年齢層（子どもなど）の外部線量が平均30%減少した。1989年までに、居住地の完全な除染はほぼ完了した。全体として、除染の平均的な効率は、10%を超えないと推定された (Alexakhin et al., 2004)。

#### A.2.6.4 農業に関する防護措置

(A36) 中期には、被災地において、牧草地の深耕、表土の除去、汚染土壤への肥料や化学物質の添加、畜牛の屠殺の禁止、家畜への非汚染飼料の給餌、高いレベルの放射能を持つ穀物の除外、土地利用の変更など、あらゆる農業に関する防護措置が徐々に実施された (IAEA, 1991)。

(A37) ロシアにおける農業生産は、土壤の汚染が  $1,480,000 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-2}$  を超えた地域では中止された。

#### A.2.6.5 情報提供

(A38) チョルノービリ事故後の放射線状況について、公衆への早期の通知は行われなかった。それどころか、線量率、さまざまな放射性核種の汚染レベルなどの測定結果も機密扱いされた。これは、事故に関する国および地方当局から提供された情報に対する国民の不信の一因となった。放射線データは、事故から1年後にようやく公開された。しかし、国民の信頼を回復するには十分ではなかった。

### A.3 長 期

(A39) 概要を説明すると、1990年代初頭に採用された防護措置は、被災地での人の居住をさらに制限し (強制的または自発的な移転)、食品の汚染レベルと個人の全身汚染を厳しく制御することにあつた。多くの防護措置は、集団農場における農産物の放射性物質の汚染の管理と改善に重点を置いた。民間の生産は、品質を管理・監視することが難しいため、できる限り制限された。

#### A.3.1 規制の枠組み

(A40) 1988年11月22日、ソ連国家放射線防護委員会は、長期に備えるため、1986年の事故時の被ばくも含めそれ以降、公衆の70年の生涯被ばくに対して  $350 \text{ mSv}$  の線量基準を勧告した (Ilyin, 1995)。この勧告は、国および共和国のレベルで当局と専門家の間の活発な議論を引き起こし、ソ連政府はIAEAに専門知識の提供を要請することとなった (IAEA, 1991)。1990年から1991年にかけて、ソ連政府から独立した、ソ連以外の専門家チームがソ連を訪問し、チョルノービリ事故の放射線影響を評価した。

(A41) 専門家は、ソ連の科学者が提示した概念、方法論、推定被ばくをレビューした。IAEAは、提案された線量基準は「放射線防護の観点から厳密に必要とされる基準を概ね超過している」と結論づけた。また、「多くの社会的および政治的要因が考慮されるべきであり、最終的な決定は責任当局に委ねられなければならないと認識する」とした (IAEA, 1991)。最

終的に、ソ連政府は、公衆やマスメディアからの圧力を受けて、その年に前記の勧告を放棄した。

(A42) 1991 年末までにソ連は 15 か国に分かれた。ベラルーシ、ロシア、ウクライナの各政府は、放射線モニタリングと健康サーベイランスを計画し、被災地に居住する住民の社会経済的な生活環境を改善するための国内法を採択した。これらの法律の目的は、主に放射線防護の判断基準に基づいて計画された一連の防護措置と補償体系によって、長期的な課題に対処することであった。

(A43) たとえば、ベラルーシでは、被災した住民の社会的保護と被災地の法的地位を規定する原則を定める 2 つの法律が公表された。1991 年 2 月に採決された 1 つ目の法律は、「チョルノービリ原子力発電所での災害により被災した市民の社会的保護」に関するもので、事故によって影響を受けた人々の地位：「事故処理作業員（対応者）」、住民、被災地の作業員、と各々に配分される補償を明らかにした。1991 年 11 月に採決された 2 つ目の法律は、「チョルノービリ原子力発電所での災害により被災した地域の法的地位」に関するもので、これらの地域における社会経済活動を組織するための条件と手段、ならびに付随する科学的プログラムを定めた。この法律はまた、ベラルーシ地域の「区域」設定も定めている。どちらの法律も約 200 万人のベラルーシの人々に適用され、ベラルーシ領土の 20%（約 40,000 km<sup>2</sup>）が著しく汚染されていることが認められた。

(A44) 2001 年、「チョルノービリ原子力発電所での災害により被災した市民の社会的保護」に関するベラルーシの法律が修正され、明確化された。そして、生活環境や働く環境に何の制限も課されていない地域では、住民の（外部および内部の）平均総被ばく線量は年間 1 mSv（バックグラウンドを除く）を超えるべきではないと定められた。

(A45) ウクライナとロシアで採用された防護スキームは、国と地域の状況に関連するいくつかの特例はあるものの、全体的にベラルーシで採用されたものと類似している。

### A.3.2 放射線モニタリングと被ばく

(A46) 長期において、個人の放射線モニタリングは、個人の外部および内部被ばくを評価するために、それぞれ熱ルミネセンス線量計およびホールボディカウンタの使用を基に、被災地で広く採用された。

(A47) 公衆の外部被ばくのデータでは、居住地間の大きなばらつき、個人線量の幅広い分布および時間依存性が認められた。その結果、同レベルの放射性物質の汚染地域に住む農村部の住民と比較して、都市部の住民はおよそ 2 分の 1 の外部被ばくをしていることがわかった。内部被ばくのデータでは、平均より 2～3 倍高い被ばく（甲状腺への線量を含まない）を受けた人々は、農村部の 1 階建の住宅に住み、捕獲鳥獣の肉、キノコ、ベリー等の野生の食品を大量に摂取した者であったことが示された（IAEA, 2006）。

(A48) ドイツの研究において、ベラルーシ、ロシア、ウクライナで1991年から1993年にかけて、約30万人の全身被ばくの測定が行われた(Hill and Hille, 1995)。測定を受けた人々の90%で、放射性セシウムによる内部被ばくが年間0.3 mSv未満であったことがわかった。2000年代初めにベラルーシで実施されたフランスの研究では、2,500人の学校児童のうち、平均全身汚染は $25 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ の範囲であり、また、体重1 kg当たり最大数百 Bqの汚染があった児童もいたことが明らかにされた(Bataille et al., 2008)。線量に換算すると、内部被ばくは年間0.05 mSvの範囲であり、グループの1%が約1 mSv以上の被ばくをしていた(ICRP, 2009)。

(A49) 2000年代初頭にベラルーシ、ロシア、ウクライナの被災地に居住していた500万人の大多数は、年間1 mSv未満の被ばくを受けたと推定されている。最も被害の大きかった3か国の被災地で、年間1 mSv以上の被ばくを受けた住民は約10万人と推定される(IAEA, 2006)。

### A.3.3 食品のモニタリング

(A50) 長期には、食品のモニタリングは継続され、さらに農業部門(集団農場、民間農場)、住民の自家生産品、ならびにキノコ、ベリー、捕獲鳥獣などの野生産品も対象とするべく拡大された。測定データから、野生産品を除き、農業部門において食品中の汚染レベルが徐々に減少したことが示された。

(A51) たとえば、ベラルーシでは、2001年から2005年の間に、放射線に関する食品の基準を超えるミルクの測定値が検出された集団農場の数は5分の1に減少した。2000年から2010年の間には、民間農場でミルクの測定値がこの判断基準を超えた村の数は、ほぼ20分の1に減少した。野生産品の測定では、大きな季節変動が示されたが、年間の汚染レベルに大きな減少はなかった(Belarusian Ministry for Emergency Situations, 2011)。

(A52) 食品の管理に関する限り、当局は、状況の改善に合わせて放射線の判断基準を引き下げるという実用的なアプローチを採用した。

## A.3.4 長期防護措置

### A.3.4.1 恒久移転

(A53) 1991年5月12日、ソ連では「チヨルノーベリ災害によって被災した市民の社会的保護に関する法律」という特別な連邦法が制定されたが、以下のとおり、地表面の汚染レベルに基づいた被災地の地位の改正が含まれた。

- 立入禁止区域：1986年にすべての住民が移転した被災地に相当する。住民の永住が禁止され、経済活動や自然管理が制限される。
- 移転区域：住民の年平均被ばく線量が5 mSvを超える可能性があり住民を移転させなければならない被災地と、住民が自主的に移動するか、または相応の補償を受けてその地に留まることを決めなければならないその他の被災地に分けられる。





図 A.4 牛舎でフェロシンをなめる牛（ベラルーシ）

- 移転権付居住区域：年平均被ばく線量が 1 mSv を超える可能性があり、自主的に移動することを決めた者は、相応の補償を受ける権利を有する。
- 社会経済的に優遇される居住区：当該居住区に居住する住民に対する年平均被ばく線量は 1 mSv を超えるべきではない。

(A54) この法律に基づき、1990 年代にベラルーシとウクライナを中心として、最も被災した地域で大規模な移転が行われた。たとえば、ベラルーシでは、約 14 万人の移転が義務化され、約 20 万人が自主的に被災地を離れた (Belarusian Ministry for Emergency Situations, 2011)。

#### A.3.4.2 農業に関する防護措置

(A55) 中期に実施された農業に関する防護措置の多くは、長期にも継続した。しかし、農芸化学分野の研究、特に 1990 年代に行われた研究により、地域の状況に応じて土壌への施肥を最適化することで効率を改善することができた。これにより、農場の近代化と再専門化、作物と品種の選択、土地の代替利用が可能になった。乳牛にセシウムに結合するフェロシン（プルシアンブルー）\*を濃縮した混合飼料（図 A.4 参照）を使用し、畜齢に応じて別々に飼料を使用することにより、牛乳および肉の品質を大きく改善することができた (Bogdevitch, 2003; Belarusian Ministry for Emergency Situations, 2011)。

#### A.3.5 健康サーベイランス

(A56) チョルノービリ事故後、ソ連政府は、対応者と最も影響を受けた地域の子どもを含

\*訳注 セシウムに結合するフェロシン（プルシアンブルー）は、セシウム除去剤として使用される。

む住民の強制登録および継続的な健康モニタリングプログラムを開始した。1991年末までに、全ソ連分散臨床線量登録（All-Union Distributed Clinico-Dosimetric Registry）に約66万人の情報が記録された。ソ連が独立国家群に崩壊後、国のチョルノービリ登録は運用を続けたが、データの比較可能性はより限られた。甲状腺がんおよび血液悪性腫瘍を含む多くの専門的な住民ベースの登録が、ベラルーシ、ロシア、ウクライナで設定された。

(A57) 国際協力は1990年に開始され、それ以来チョルノービリ事故の健康影響を評価する上で重要な役割を果たしてきた。ベラルーシ、ロシア、ウクライナでは、避難者、被災地の住民、対応者に関する多くの疫学的研究が実施された。ほとんどの研究は、子どもの甲状腺がん、白血病、およびその他のがんに焦点を当てていたが、一部は心血管疾患、白内障、または先天性形態異常を対象としたものもあった。

(A58) 最も重要な知見の1つは、チョルノービリ事故において、事故当時乳児または幼児として被ばくした公衆において、甲状腺がんの比率が劇的に増加したことである。1990年から2005年にかけて被災した地域（ベラルーシとウクライナ全体、およびロシアの最も汚染された4つの州）で入手可能なデータをレビューしたところ、1986年に18歳未満であった者の甲状腺がんの症例数は約7000件に近かった（UNSCEAR, 2011）。1991年から2015年の期間を対象としたより最近の調査では、甲状腺がんの総症例数はほぼ3倍であったことが示された（UNSCEAR, 2018）。

(A59) 対応者のグループで白血病の発生率が増加するという証拠がいくつかある（UNSCEAR, 2011; Zablotska et al., 2013）。その他の健康影響の頻度の増加については、決定的な研究は出ていない。事故から35年、被災地の住民と避難者の間で、受けた線量と白血病および結腸がん、肺がん、乳がんなどの固形がんの増加との間に明確な関連性は示されていない。しかし、これらのがんの種類では、事故後の期間が依然として短すぎて、頻度の増加を検出できていない可能性を排除できない。同様に、先天性形態異常や心血管疾患などのがん以外の疾患についても、実施された研究では結論は出ていない。

(A60) いくつかの研究では、事故処理作業者の特定のグループにおいて、受けた線量とともに白内障や心血管・脳血管疾患の頻度の増加が観察されている。現在の研究結果では、結腸がん、肺がん、乳がんなどの固形がんの頻度が、事故処理作業者の間で増加しているという結論は認められていない。最後に、事故から10年以上経ってから行われた調査では、被災住民において放射性物質の存在による生活様式の変化が原因で、自殺を含む社会心理的問題の増加も明らかにされた（Bromet et al., 2011）。

### A.3.6 専門知協働プロセスの出現

(A61) 1991年にソ連が崩壊し、ベラルーシ、ロシア、ウクライナの社会経済状況は急激に悪化した。1990年代初頭に当局が放射線状況に関する情報を発信し、より開かれた方法で活動するよう努力したにもかかわらず、放射性物質の存在と特に子どもたちの健康への潜在的





図 A.5 ETHOS プロジェクトにおける住民による自宅での測定

影響に対する国民の懸念が高まった。当局や専門家に対する全般的な信頼の喪失も加わり、次第に被災地の人々の間で無力感が広がった。

(A62) このような状況の中で、フランスの専門家グループは、国および地域当局の支援を得て、1990年代半ばにベラルーシで試験的な ETHOS プロジェクトを開始した。その目的は、被災した住民やその他のステークホルダーを、放射線状況の管理に参画させ、彼らの防護と生活環境の両方を改善することであった (Hériard Dubreuil et al., 1999)。

(A63) 5年間、専門家は村民らと協力して、子どもの内部汚染を減らし、村で生産されたミルクや肉の放射線に関する品質をとり戻し、周辺の森林からの木材の利用による放射性灰を管理し、子どもと若者の間に実践的な放射線防護文化を作り出した。これらすべての分野で見える成果が得られ、ETHOS プロジェクトは、環境教育を含む地域社会ベースのプログラムを推進する重要なモデルとして、国連開発計画から認められた (UNDP, 2002)。

(A64) ETHOS プロジェクトで得られた経験は、2004年から2008年までベラルーシで実施された CORE プログラム (COoperation for REhabilitation of living conditions in Chernobyl affected areas of Belarus; チョルノービリ事故でのベラルーシの被災地における生活環境の回復に関する協力) の基礎となった。このプログラムは、ベラルーシのチョルノービリ委員会によって実施された国際的な取り組みであり、特に UNDP やその他の国際機関によって支援され、保健、教育・記憶、経済開発、放射線に関する品質の4つの活動分野でベラルーシの4つの被災地域の現地プロジェクトを支援することが目的であった (Trafimchick, 2005)。

(A65) 放射線に関する品質のプロジェクトの1つは、ブラギン地域 (ゴメリ州) で実施された放射線モニタリングプロジェクトであった。それは、住民、特に子どもたちの全身汚染を減らし、自助努力による防護対策を促進することを目的とした。ブラギンプロジェクトでは、被災した人々

を復興プロセスへ参画させ、彼らを力づけて自分たちの防護に関し情報に基づいた決定を下せるようにするために、測定が重要な役割を果たすことが示されている（図 A.5 参照）。また、さまざまなステークホルダーとの関わりにおける対話の役割も強調された（Bataille et al., 2008）。

**(A66)** ETHOS プロジェクトと CORE プログラムは、日々の放射線状況の管理に地域のステークホルダーが直接参画可能であることを実証した。また、それが持続可能であるためには、ステークホルダーによる放射線状況の管理が、何よりも国内や国際的な専門家と連携した地域の参加者の個々の取り組みに依存する経済的発展のダイナミクスに頼るべきであることを実証した。これらのアプローチは、その 10 年後に福島第一事故で被災した地域のコミュニティでさらに発展することになった専門知協働プロセスの契機となった。

### A.3.7 長期防護措置の進展と解除

**(A67)** 2010 年代初頭から、住民への事故からの追加的な被ばくが年間 1 mSv を下回るレベルに低下した地域においては、被災地における防護措置の解除が大きな課題となった。これは、長期の初めに開始された補償制度の終結を意味するため、慎重さを要する問題である。

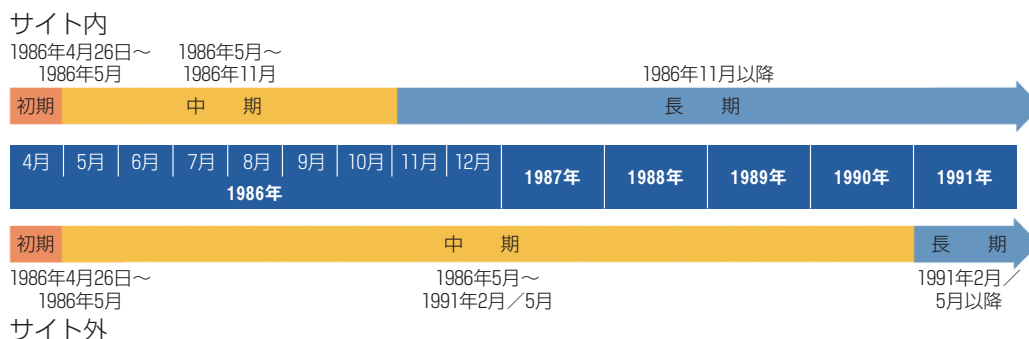
**(A68)** これに関連して、被災した居住地における長期防護措置の解除を可能にするための判断基準と要件に関する勧告が、サンクトペテルブルク放射線衛生研究所の科学者グループにより策定された（Barkovskii et al., 2012; Romanovitch et al., 2016）。これらの勧告は、長期防護措置を終了させ、放射線防護に関して制限のない状態に移行するために満たすべき放射線および放射線以外の判断基準を提供している。

**(A69)** 放射線防護の判断基準によると、対象とする居住地における最も被ばくした 10% の住民の線量が、年間 1 mSv を下回るべきとされている。これは、自然バックグラウンド被ばくを含まない、事故に関連する線量である。放射線以外の判断基準によれば、対象とする居住地域の農業活動が、いかなる制限や防護措置なしに実施できるべきとされている。さらに、勧告では、地域当局が対象とする居住地の住民と協議をしながら、長期防護措置の解除の実施と見直しのための計画を策定する必要性についても述べられている。

**(A70)** しかし、ロシアでは、長期防護措置の解除に関する勧告は、現在でも実現していない。それらは依然として勧告事項にすぎない。「汚染された居住地」として公式に指定された地域の当局は、社会からの反発を恐れ、この法的立場の終了に抵抗している。したがって、ロシアでは、被災地における防護措置の解除を決定する法的規制文書は存在せず、このような解除は現在まで行われていない。

**(A71)** 防護措置の解除は取り扱いの難しい問題であることから、執筆時点では、上記の勧告はまだ実施されていない。

## A.4 チョルノービリ事故における段階の時間軸



## A.5 参 考 文 献

- Alexakhin, R.M., Buldakov, L.A., Gubanov, V.A., et al., 2004. Large radiation accidents: Consequences and protective countermeasures. Ilyin, L.A., Gubanov, V.A. (Eds.). IzDAT Publishing House, Moscow.
- Barkovskii, A.N., Bruk, G.Ya., Kaduka, M.V., et al., 2012. Criteria and Requirements to Provide the Procedure for Transition of the Settlements Contaminated Due to the Chernobyl Accident from the Recovery Phase to Normal Living Conditions of the Residents. Methodical Recommendations. MP 2.6.1.0055-11. Rospotrebnadzor, Moscow [in Russian].
- Bataille, C., Crouil, P., Lochard, J., 2008. Rehabilitation of living conditions in the post-Chernobyl context: implementation of an inclusive radiation monitoring system in the Bragin district in Belarus. In: Proceedings of the International Conference on 'Radioecology and Environmental Radioactivity' (Part 2), 15–20 June 2008, Bergen, Norway, pp. 129–132.
- Belarusian Ministry for Emergency Situations, 2011. A Quarter of a Century After the Chernobyl Catastrophe: Outcomes and Prospects for the Mitigation of Consequences. National Report of the Republic of Belarus. Belarusian Ministry for Emergency Situations, Minsk.
- Bogdevitch, I., 2003. Remediation Strategy and Practice on Agricultural Land Contaminated with  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in Belarus. Environment and Radiation Protection. Seminar 4, 25–26 November 2003. Eurosafe, Paris, pp. 83–92.
- Bromet, E.J., Havenaar, J.M., Guey, L.T., 2011. A 25 year retrospective review of the psychological consequences of the Chernobyl accident. *Clin. Oncol.* **23**, 297–305.
- Chvyrev, V.G., Kolobov, V.I., 1996. Organization of the radiation-hygiene operations conducted by the military personnel to decontaminate the Chernobyl reactor after the 1986 accident. *Milit. Med. J.* **4**, 4–7 [in Russian].
- Gavrilin, Yu. I., Khrouch, V.T., Shinkarev, S.M., et al., 1999. Chernobyl accident: reconstruction of thyroid dose for inhabitants of the Republic of Belarus. *Health Phys.* **76**, 105–119.
- Hériard Dubreuil, G., Lochard, J., Girard, P., et al., 1999. Chernobyl post-accident management: the ETHOS project. *Health Phys.* **77**, 361–372.
- Hill, P., Hille, R., 1995. Personal dose measuring campaign of the Federal Republic of Germany

- Results of whole-body measurements in Russia, Belarus, and the Ukraine over the period from 13 May through 6 October 1992. Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich, Germany. (In German language). Available at: <http://www.opengrey.eu/item/display/10068/241407>.
- IAEA, 1991. The International Chernobyl Project. Assessment of Radiological Consequences and Evaluation of Protective Measures. Technical Report. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2006. Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and their Remediation: Twenty Years of Experience. Report of the Chernobyl Forum Expert Group. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2013. The International Nuclear and Radiological Event Scale User's Manual. 2008 ed. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- ICRP, 2009. Application of the Commission's recommendations to the protection of people living in long-term contaminated areas after a nuclear accident or radiation emergency. ICRP Publication 111. *Ann. ICRP* **39**(3).
- Ilyin, L.A., 1995. Realities and Myths of Chernobyl. Alara Ltd, Moscow.
- Kryuchkov, V.P., Kochetkov, O.A., Tsoviyanov, A.G., et al., 2011. Chernobyl Accident: Doses to the Emergency Responders, Accidental Monitoring, Dose Reconstruction. FMBC Publishing House, Moscow.
- Likhtarev, I.A., Chumack, V.V., Repin, V.S., 1994. Analysis of the effectiveness of emergency countermeasures in the 30-km zone during the early phase of the Chernobyl accident. *Health Phys.* **67**, 541–544.
- Likhtarev, I., Sobolev, B., Kairo, I., et al., 1996. Results of large scale thyroid dose reconstruction in Ukraine. In: Karaoglou, A., Desmet, G., Kelly, G.N., Menzel, H.G. (Eds.), The Radiological Consequences of the Chernobyl Accident. Proceedings of the First International Conference, 18–22 March 1996, Minsk, Belarus, pp. 1021–1034.
- Nadtochiy, P., Malinovskiy, A., Mogar, A.O., et al., 2003. Experience of Liquidation of the Chernobyl Accident Consequences. Svit, Kiev [in Ukrainian].
- Radioactivity measurements in Europe after the Chernobyl accident Part 2: Fallout and deposition, 1992. Report EUR 12800 EN. Commission of the European Communities. Brussels, Luxembourg. Available at: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ebf6ce9a-89d2-4ca7-812b-c8a91234cb77/language-en/format-PDF/source-search>.
- Romanovich, I.K., Bruk, G.Ya., Barkovskiy, A.N., et al., 2016. Justification of the concept of transition of settlements related to the contamination zone as a result of the Chernobyl accident, to normal living conditions of the population. *Radiat. Hyg.* **9**, 6–18 [in Russian].
- Savkin, M.N., Shinkarev, S.M., 2007. Prospective use of individual emergency monitoring of the public – lessons from Chernobyl. *Int. J. Emerg. Manag.* **4**, 408–420.
- Shinkarev, S., Voillequé, P., Gavrilin, Yu., et al., 2008. Credibility of Chernobyl thyroid doses exceeding 10 Gray based on in-vivo measurements of <sup>131</sup>I in Belarus. *Health Phys.* **94**, 180–187.
- SRS-76, 1977. USSR Ministry of Health Standards of Radiation Safety. SRS-76. Atomizdat, Moscow [in Russian].
- Stepanenko, V., Gavrilin, Yu., Khrouch, V., et al., 1996. The reconstruction of thyroid dose following Chernobyl. In: Karaoglou, A., Desmet, G., Kelly, G.N., Menzel, H.G. (Eds.), The Radiological Consequences of the Chernobyl Accident. EC Report EUR 16544 EN. Proceedings of the First International Conference, 18–22 March 1996, Minsk, Belarus, pp. 937–948.
- Trafimchick, Z., 2005. The CORE Programme in Belarus: a New Approach to the Rehabilitation of Living Conditions in Contaminated Areas. Chernobyl Forum, Vienna. Available at: [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/37/009/37009800.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/37/009/37009800.pdf) (last accessed 3 September 2020).
- UNDP/UNICEF, 2002. The Human Consequences of the Chernobyl Nuclear Accident: a Strategy for Recovery. United Nations Development Programme, New York.
- UNSCEAR, 2000. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Vol. II. Effects. United Nations

- Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 2000 Report to the General Assembly. Annex J. United Nations, New York.
- UNSCEAR, 2011. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Vol. II. Effects. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2008 Report to the General Assembly. Annex D. United Nations, New York.
- UNSCEAR, 2018. Evaluation of Data on Thyroid Cancer in Regions Affected by the Chernobyl Accident. A White Paper to Guide the Scientific Committee's Future Programme of Work. United Nations, New York.
- Uyba, V., Samoylov, A., Shinkarev, S., 2018. Comparative analysis of the countermeasures taken to mitigate exposure of the public to radioiodine following the Chernobyl and Fukushima accidents: lessons from both accidents. *J. Radiat. Res.* **59**(S2), ii40–ii47.
- Zablotska, L., Bazyka, D., Lubin, J.H., et al., 2013. Radiation and the risk of chronic lymphocytic and other leukemias among Chernobyl cleanup workers. *Environ. Health Perspect.* **121**, 59–65.
- Zvonova, I.A., Balonov, M.I., 1993. Radioiodine dosimetry and prediction of consequences of thyroid exposure of the Russian population following the Chernobyl accident. In: *The Chernobyl Papers Vol. I. Doses to the Soviet Population and the Early Health Effects Studies*. WA Research Enterprises, Richland, WA, pp. 71–126.

## 付 属 書 B. 福 島 第 一 原 子 力 発 電 所 事 故

### B.1 はじめに

(B1) 2011年3月11日、地震とそれに続く津波の結果、東京から北東約220 kmの日本の東海岸に位置する、東京電力の運転する福島第一原子力発電所（図B.1を参照）の6基の原子炉のうち4基に大規模な損傷が生じた。

(B2) 2011年3月11日14時46分、マグニチュード9.0の東日本大震災で一連の大規模な津波が発生し、日本の東海岸を襲った。この地震と津波は、日本の広い範囲に壊滅的な被害をもたらし、約1万6,000人が死亡し約2,500人が行方不明者となった。

(B3) この地震により原子力発電所への外部電源がすべて失われ、津波により6号機のディーゼル発電機を除き、すべての非常用電源系統が浸水した。その結果、1～3号機および4号機の使用済燃料プールの冷却が失われた。1～3号機では、原子炉圧力容器への注水を継続



図 B.1 福島第一原子力発電所の位置



することができなかつたため、各原子炉の温度の上昇により核燃料が溶融し、2011年3月12日に1号機、13日に3号機の原子炉建屋において一連の水素爆発が発生した。これらの事象の結果、1号機、2号機、3号機から大気中に大量の放射性物質が放出され、陸地や海に沈着した。この事故は、国際原子力事象評価尺度で最も高いレベル7に分類された。

## B.2 初期および中期

(B4) 初期は、日本政府により緊急事態が発表された2011年3月11日に始まった。大気中への放射性物質の主な放出は爆発中に起こり、2011年3月末まで続いた。2011年7月中旬には、これらの放出の線源は安定化したと考えられ、政府と東京電力は、損傷した原子炉の安全を確保するために策定されたロードマップの第1段階が達成されたことを発表した(NERHQ, 2011c)。これが中期の始まりと考えられる。

(B5) 初期には、サイト内で対応者の防護を確実にするための例外的な取決めが採用された。サイト外では、事故の初期において、屋内退避、避難および一時的移転、安定ヨウ素剤の服用、人々の除染、食品と飲料水の摂取制限を含む、公衆のための一連の防護措置が実施された。また、初期において、当局は放射線状況を住民に知らせるために、被災地で一連の集会を開催した(Takamura et al., 2019)。

(B6) 中期においては、人々が被災地においてどこで、いつ、どのように被ばくし、また将来被ばくする可能性があるのかについて十分な情報が収集できるよう、被ばく経路の特徴を把握するためのいくつかの活動が実施された。この特徴の把握により、2011年8月には、これらの地域の除染と放射性廃棄物の管理のための計画が策定された。2011年11月、ICRPは、地域のステークホルダーが被災地の現状と将来の課題に関する知識や情報を交換できるように、福島ダイアログを開始した。

### B.2.1 放射線モニタリング

(B7) 2011年3月11日の電源喪失により、サイト境界のすべてのモニタリングポストが使用できなくなった。モニタリング活動は2011年3月11日夕方にモニタリング車両を用いて開始され、2011年3月15日午前、敷地境界南西部で $12 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ の最大値を測定した。地震と津波の結果、発電所から約5 km圏内の23か所のモニタリングポストのうち、1か所のみが稼働していた。2011年3月13日以降、福島県と政府は、モニタリング車両を用いて、周辺線量率、大気中の粉じん、環境と土壌の試料などのモニタリング活動を協同で行った。しかし、地震による道路状況の悪化や燃料不足のため、初期のモニタリング活動は想定通りには実施できなかった(ICAFN, 2011)。

(B8) 中期には、放射線測定は、政府、政府機関、地方自治体、事業者、非営利団体、国

際機関などのさまざまな組織によって実施された。収集情報の一貫性を確保するため、政府は、モニタリング活動の調整のための枠組みを確立した。最初の包括的なモニタリング計画は、被災地に及ぼす事故の全体的な影響を評価し、採用される可能性のある将来に向けた防護措置を準備するために2011年8月に開始された。また、発電所周辺の環境の質の向上、子どもの健康、国の防護と安全に対する国民の要望に応じて、詳細なモニタリングを実施した（NERHQ, 2011b）。

### B.2.2 汚染レベル

**(B9)** 2011年5月、日本政府と米国エネルギー省が共同で、航空機による発電所から半径80 km以内の周辺線量率測定のための最初の地図を作成した。地図には地表1 mの高さの線量率が示された（NERHQ, 2011a）。政府は、被災地における周辺線量率の分布の変化を把握するため、定期的な航空機モニタリングを継続している。

**(B10)** 2011年6月から7月にかけて、原子力発電所から約100 km圏内の約2,200か所から採取された土壌試料の放射性核種の分析が実施された。試料採取と同じ場所で、周辺線量率の測定も行われた。放射性セシウムの沈着密度と周辺線量率分布の詳細な地図が2011年8月に作成された。発電所付近のいくつかの場所で300万  $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}$  を超える密度の放射性セシウムの沈着が測定された（NERHQ, 2011b）。

### B.2.3 個人の被ばくレベル

**(B11)** 2011年6月、福島県立医科大学の協力の下、福島県で「県民健康調査」が開始された。福島県の被災した住民の健康状態を、特に脆弱なグループに焦点をあてて、過去にさかのぼって、また将来に向けて全体的に把握することを目的とした。この調査には、(i) 18歳未満の子どもに対する甲状腺検査、(ii) 包括的な血液検査も加えた健康診査、(iii) 妊産婦に関する調査、(iv) こころの健康度と生活習慣に関する調査の4つの部分が含まれた。調査の一部では、アンケート調査回答による住民の移動情報と、日々の周辺線量率マップに基づき、事故後4か月間の外部被ばくが推定された。その結果、99.4%の住民が3 mSv未満の線量を受けたと推定され、平均値は0.8 mSv、最大値は25 mSvであった（Ishikawa et al., 2015）。

**(B12)** 県民健康調査の一環として、警戒区域と計画的避難区域の住民を対象に、ホールボディカウンタと尿のバイオアッセイにより内部被ばくが測定された。Cs-134とCs-137による推定内部線量は、1 mSv未満であると報告された（Momose et al., 2012）。

**(B13)** 2011年3月26日から3月30日にかけて、いわき市、川俣町、飯館村で乳児と小児の甲状腺被ばく調査が実施された。15歳未満の子ども1,080人の結果によると、1歳児の甲状腺吸収線量100 mGyに相当する、 $0.2 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ のスクリーニングレベルを超える者はいなかった（NERHQ, 2011a）。これは、甲状腺線量の再構築に関するさらなる研究によっても確認

されている (WHO, 2012; UNSCEAR, 2013; IAEA, 2015a; Kim et al., 2020)。

#### B.2.4 対 応 者

(B14) サイト内の緊急時対応者は、損傷した施設の制御の回復に関与した。彼らには、東京電力や下請会社が雇用した発電所職員、自衛隊から派遣された隊員、消防士、警察官などが含まれていた。サイト外の対応者には、さまざまな対応機関やサービスからの職員が含まれていた。彼らは避難者への支援、医療、モニタリング、試料採取に携わった。

(B15) 事故に伴う過酷な放射線状況により、当局および事業者は、サイト内および 30 km 圏内の対応者の防護を確保するための例外的な取決めを採用するようになった。2011 年 3 月 14 日、彼らの防護に対する規制上の放射線基準が、一時的に 100 mSv から 250 mSv に引き上げられた。6 名の対応者がこのレベルを超える線量 (最高線量 678 mSv) を受けたが、これは主に適切に利用できる防護対策の不足と訓練の不足によるものであった。2011 年 3 月の約 4000 人の対応者の外部被ばくは平均約 14 mSv であった (ICAFN, 2011; TEPCO, 2012)。甲状腺への吸収線量は、最も被ばくした作業者のうち 12 人については、2 ~ 12 Gy の範囲であった (UNSCEAR, 2013)。250 mSv という規制上の線量基準は、2011 年 11 月から 2012 年にかけて段階的に撤回された。

#### B.2.5 初期における防護措置

(B16) 原子力事故に対する準備計画では、防護措置の決定は、シミュレーションモデル (ERSS / SPEEDI) (NAIIC, 2012) から推定された公衆の被ばくレベルに基づいていた。政府が 2011 年 3 月 11 日夕方に原子力緊急事態宣言を発表した後、公衆に対する防護措置は、主に発電所の実際の状況と事故の初期に行われた環境放射線モニタリングに基づいて実施された。

##### B.2.5.1 屋 内 退 避

(B17) 2011 年 3 月 11 日に最初の屋内退避指示が発電所から半径 3 ~ 10 km 圏内の住民に対し発令されたが、この指示は 2011 年 3 月 12 日には避難指示に変更された。2011 年 3 月 15 日、2 号機の発煙、4 号機の爆発・火災などの発電所のさらなる故障により、図 B.2 に示すように、発電所から半径 20 ~ 30 km 圏内に居住する住民の屋内退避が命じられた。

(B18) 屋内退避は、主にプルーム中の大気浮遊放射性物質による被ばくを低減することを目的とする短期のものであるが、自主的に避難した人々以外の住民は 10 日間の継続的な屋内退避が求められた。政府は、食料の供給および許容できる生活環境の維持が困難であったため、2011 年 3 月 25 日、20 ~ 30 km の屋内退避区域における住民に対し自主避難を勧告した (NAIIC, 2012)。

### B.2.5.2 避難

(B19) 福島第一原子力発電所周辺からの避難は、2011年3月11日夕方から始まり、避難区域は、発電所の半径2 km から3 km、その後10 km に徐々に拡大した。2011年3月12日夕方、1号機での水素爆発後、図B.2に示すように、避難区域は半径20 km（住民約78,000人）にまで拡大した。これらの決定はすべて、1号機～4号機の各状況と原子力発電所全体の潜在的リスクの分析に基づいて下された。さらに、多くの人々が、影響を受けた県から日本各地へ自主的に避難した。

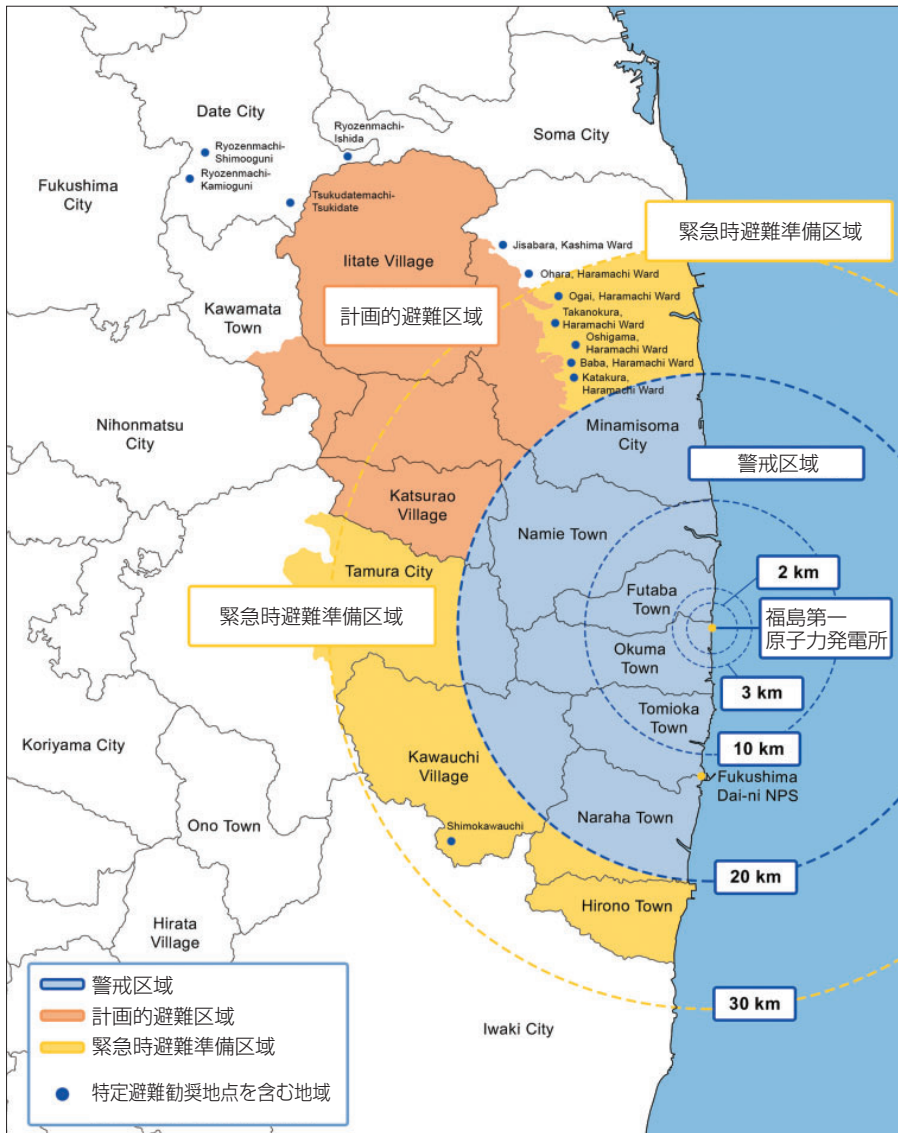


図 B.2 2011年に緊急防護措置が発令された地域と場所（2011年8月3日時点）  
 [http://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/roadmap/pdf/evacuation\_map\_a.pdf（2020年9月30日時点）]

(B20) 地震や津波による被害、またそれによって生じた情報伝達や輸送の難しさにより、避難プロセスは複雑なものになった。また、避難区域が拡大するにつれて、多数の住民が複数回、別の場所に再移動することを余儀なくされた。さらに、避難指示が発令された際には、多くの住民は事故の深刻さや予想される避難期間についての正確な情報を得られなかった。また、20 km の避難区域内の病院の患者や介護施設の高齢者を避難させることは非常に困難であり、結果として 60 人以上が死亡した (NAIIC, 2012)。

### B.2.5.3 安定ヨウ素剤

(B21) 福島県は、事故直後から市町村への安定ヨウ素剤の配布の手配を開始したが、政府と福島県知事は、住民に対し、有効な期間内にその錠剤を服用するよう指示しなかった。2011年3月16日、20 km 圏から避難中の人々に対し、安定ヨウ素服用が指示された。しかし、国が20 km 圏内の避難が既に完了していることを確認していたため、福島県はこの指示に従わなかった。甲状腺ヨウ素ブロックは、主に国と地方自治体の間の詳細な取決めがなかったため、一律には実施されなかった (ICAFN, 2011; NAIIC, 2012)。しかしながら、福島県は安定ヨウ素剤の服用を指示しなかったが、いくつかの市町村は住民に対し服用を指示していた。これらの市町村の1つ (三春町) を対象とした遡及的研究では、配布率が非常に高い (94.9%) にもかかわらず、母親が錠剤の服用による副作用の可能性について懸念し、子どもの間での摂取率はわずか 63.5% であったことが示されている (Nishikawa et al., 2018)。

### B.2.5.4 人の除染

(B22) 福島県の被災地では、住民の体の表面汚染を調べるためのスクリーニング調査が行われた。事故直後に使用した初期スクリーニングレベルは、毎分 13,000 カウント (cpm) であった。しかし、原子力安全委員会は、IAEA が勧告した  $1 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  の判断基準に基づいて、2011年3月20日、レベルを 100,000 cpm に引き上げることを勧告した。調査した 20 万人のほとんどの人は、体の表面汚染が 100,000 cpm を下回った。スクリーニングレベルを超えた約 100 人が全身除染を必要としたことが報告された (ICAFN, 2011)。

### B.2.5.5 食品の予防的制限

(B23) 政府は、20 km 圏内を越えて、水道水、牛乳、葉物野菜のサンプルに高濃度の放射性核種が検出された時点で、特定の食品や飲料水の流通と摂取の制限を開始した。このため、2011年3月21日に、原子力安全委員会の規制指針の判断基準が、厚生労働省の暫定規制値として採用された。2011年4月、政府は、被災した住民への食料の流通を許可する計画を策定し、そこでは、食料と飲料水の制限の設定と解除方法についてのガイドラインも提供した (NERHQ, 2011a)。



### B.2.5.6 移転および学校

(B24) 2011年4月22日、半径20 km圏外で、事故発生後1年目の推定予測線量が20 mSvに達する可能性のある区域は「計画的避難区域」に指定された。政府は、この地域からの人々の移転を約1か月の期間で実施すべきであるとの指示を発出した。政府による移転の判断基準は、ICRPが勧告する緊急時被ばく状況の参考レベルである年間20～100 mSvのバンドを考慮して選択された。計画的避難区域を除く半径20～30 km圏内で屋内退避の対象となった区域は「緊急時避難準備区域」、既存の20 km避難区域は再入域が管理される「警戒区域」に指定された (NERHQ, 2011a)。

(B25) 学校の休暇終了と同時期に、政府は、校庭で高いレベルの放射線が検出された避難区域外の学校の再開について決定しなければならなかった。2011年4月19日、政府は、校庭の線量率が推定年間線量20 mSvに相当する $3.8 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ を超える可能性のある学校において、屋外活動を制限することを決定した。この判断基準は、ICRPが勧告する現存被ばく状況の管理のための参考レベルである年間1～20 mSvのバンドを考慮して選択された。公衆は、子どもの安全を確保するために設定された判断基準は、計画的避難区域に設定された判断基準と同じであると主張し、強く抗議した。2011年5月、政府は福島県に対し、2011年4月から2012年3月にわたる就学児の線量を年間1 mSvに低減するよう通知した。これは、*Publication 111* (ICRP, 2009)で勧告されている長期目標である。国の当局は、 $1 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ を超える線量率が測定された学校の除染のための財政支援を提供した (ICAFN, 2011; NAIIC, 2012)。

## B.2.6 中期における防護措置

### B.2.6.1 高いレベルの被ばくがある特定の場所からの避難

(B26) 警戒区域と計画的避難区域外で、モニタリング結果によって、事故から1年以内に住民への予想される被ばくが20 mSvを超える可能性のある特定の場所が確認された。2011年6月、政府は、これらの場所を「特定避難勧奨地点」と指定することを開始し、2011年11月までにいくつかの住宅が特定された。政府は、被災した住民に対し放射線被ばくレベルについて注意喚起するための情報を提供し、避難を希望する場合には支援を行った (ICAFN, 2011; NERHQ, 2011b)。

### B.2.6.2 緊急時避難準備区域における避難の解除

(B27) 2011年8月、政府は、原子力発電所の損傷した炉の安全性、空間線量率の低減、公共サービスやインフラの復旧の観点から、避難区域の見直しを行った。被災地におけるモニタリング活動や市町村により実施されたさまざまな活動に基づいて、政府は、緊急時避難準備区域の避難解除の条件がすべて満たされていると判断した。政府と自治体の協議を経て、2011年9月30日にこれらの地域の避難指示の解除が発せられた (ICAFN, 2011)。



### B.2.6.3 ペットや家畜の避難

(B28) 多くのペットや家畜は人々が避難した際に放棄された。2011年5月から警戒区域内で許可された短期的な一次立ち入りによって、区域内に残っているペットを避難させる機会が与えられた。このペットの避難は、さまざまな組織の支援を受け長期にわたって続けられた(MOE, 2012)。また、2011年5月の政府の決定により放棄された警戒区域内の家畜を除き、被災地の牛の多くも避難させられた。放棄された家畜は、所有者の許可を得て殺処分が行われた(MAFF, 2011)。

(B29) 環境省は、2013年に「災害時におけるペットの救護対策ガイドライン」を策定した。このガイドラインは、原子力事故を含む災害が発生した場合、ペットは飼い主とともに避難させるべきであるという原則に従って、地方自治体が取決めを行い規則を制定するのに役立つものである。

### B.2.6.4 廃棄物管理

(B30) 事故後、サイト外で発生した汚染廃棄物は、地震と津波によるがれき、あるいは修復活動を含む防護措置の実施による副産物のいずれかに分類された。事故以前には、放射性物質で汚染された災害廃棄物の公共の場所における処分を規制する法律はなかった。したがって、政府は、このような廃棄物の処理・処分について、他の関係機関と協議の上、特別に判断基準を設定した。

(B31) 2011年8月に放射性物質汚染対処特措法が公布され、2012年1月から全面施行された(MOE, 2011)。この法律は、被災地におけるすべての修復活動、および関連する放射性廃棄物を取り扱うための主要な法的文書となった。この文書は、汚染地域の管理について概説し、国や地方自治体、事業者、公衆に責任を割り当てた。また、除染対策と放射性物質で汚染された土壌や廃棄物の指定・処理・保管・処分についても定めた。

### B.2.6.5 除染プログラム

(B32) 政府は、除染が喫緊の課題であったことから、2011年8月に除染作業の基本方針を策定し、除染を行う具体的な目標と作業の原則を定めた。政府は、(事故による)追加の放射線量が年間20 mSvを超える地域を段階的に減らすため、迅速な除染プログラムを実施したいと考えた。追加の放射線量が年間20 mSv未満と想定される地域では、政府は、市町村や地域住民と連携して除染作業を実施し、長期的な目標として、追加放射線量を年間1 mSv以下に低減することを目指した(NERHQ, 2011b)。

(B33) 被災地の除染は、放射性物質の物理的壊変やウェザリングの影響を考慮し、2年後までに、追加放射線量を一般公衆で約50%、子どもで約60%低減することを目標とした。長期目標は、「原子力事故後の長期汚染地域に居住する人々の防護に関するICRPの勧告(ICRP,

2009)」に従い、追加の年間線量を 1 mSv を下回るレベルに低減することであった。除染作業の指針として、政府は、自然バックグラウンドを含む  $0.23 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  の線量率基準を採用した (NERHQ, 2011b; IAEA, 2015b)。

### B.2.7 福島における ICRP ダイアログの取り組み

(B34) 2011 年の末にかけて、被災した人々、特に、自宅に戻れない避難民の状況は、国と地方当局が実施した防護措置にもかかわらず、依然として不安定であった。日常生活の困難な問題に加えて、放射線への被ばくに対する懸念が続き、個人の幸福なくらしと被災したコミュニティの生活の質が大きく低下した。このような状況の中で、ICRP は 2011 年 11 月に、国の当局と福島県の当局の代表者、地元の専門職、被災したコミュニティ、メディア、チヨルノーベリ事故の長期的な影響に直接対応した経験を持つベラルーシとノルウェーの代表者との間の対話の取り組みを開始した (図 B.3 を参照)。その目的は、ステークホルダー間の議論を促進するとともに、チヨルノーベリ事故で被災したコミュニティ、特にベラルーシのコミュニティの経験を日本国民と共有することであった。これを行うことで、福島第一原子力事故で被災した地域の生活環境の長期的な回復がもたらす課題に対応する方法を見出すことが期待された。ICRP にとっては、将来の ICRP 勧告の改善ができるよう日本人から直接学ぶ機会でもあった。

(B35) 2019 年の末までに、福島県内のさまざまな場所で、地域のステークホルダーの支援の下 20 回以上の対話集會が行われた。これらの集會では、特に汚染食品の処理、子どもの



図 B.3 第 2 回福島ダイアログの集會 (2012 年 2 月, 伊達市)

教育、被災地に留まるか、避難先から帰還するかの問題、測定の役割など、難しい課題に取り組んだ。また、多くの市町村の生活環境の回復の課題にも取り組んだ。放射線の問題に関する教育方法やツールを検討するために教師が参集するなど、具体的な成果が得られている。国内全体に展開している大手食品小売業者の購買・販売方針までも変化した (Kotoba, 2015; ICRP, 2016; Lochard et al., 2020)。

(B36) この対話集会の結果、福島地域において多数の小規模な集会が開かれた。さらに、日本、ベラルーシ、ノルウェーの被災した人々の間で交流訪問が行われ、自らの経験を共有し、被災地の生活環境の回復に関する長期的な課題について、検討することができた。最後に、福島ダイアログは、いくつかのコミュニティで専門知協働プロセスを推進し、実践的な放射線防護文化の発展と多くの地域住民の自助努力による防護対策の実施を促した (3.5 節を参照)。

## B.3 長 期

(B37) サイト内の長期は、国が「1～3号機で制御が回復し冷温停止状態に到達した」と発表した、つまり放射線源は十分に安全性が確保されたと考えられた、2011年12月16日に始まった。しかし、これは法的文書では確認されなかった。

(B38) 2011年12月26日、政府は、防護措置が実施されているサイト外の地域を見直すプロセスを開始した。その結果、警戒区域と避難指示の発令された区域の見直しが2012年4月に開始された。これがサイト外の長期の始まりと考えることができる (ICAFN, 2012)。

### B.3.1 対 応 者

(B39) 政府は、2011年8月に採択された除染作業に関する基本方針およびガイドラインに従い、除染活動に従事する対応者の放射線防護を確実にするための通達を発出した。すべての雇用主は、除染作業に従事する各対応者の防護を確実にする責任を負った。原則的には、除染作業、修復作業、廃棄物処理に従事するすべての対応者に、通常作業での職業被ばくの要件が適用された。地元で除染作業を行う自営の対応者、住民、ボランティアは、国当局から除染作業に従事する対応者のガイドラインの該当箇所に従うよう求められた。

### B.3.2 避難指示の解除

(B40) 政府は、地方当局と協議の上、避難指示解除のための一連の条件を策定した。これにより、避難指示が出された区域の状況を見直すことができた。

(B41) 避難指示の解除条件は、以下のとおりである：(i) 年間累積線量が20 mSv 以下であることの確認、(ii) 必要なインフラ・社会サービス、特に子どものために、その復旧が充分に進んでいることの確認、(iii) 地方自治体と住民との間で広範な協議が行われていることの

確認 (NERHQ, 2011d)。

(B42) これらの条件に基づき、新たに3つの区域が決定された。

- 区域1：避難指示が解除される準備ができていない区域（推定される年間累積線量が20 mSv以下の区域）
- 区域2：住民の居住が許可されない区域（推定される年間累積線量が20 mSvを超える区域）
- 区域3：住民が長期間帰還することが難しいと予想される区域（推定される年間累積線量が50 mSvを超える地域、または推定される年間累積線量が今後5年にわたって20 mSvを超えると予想される区域）

(B43) 福島県と関係する市町村において協議と調整が行われた。初めに2012年4月に3つの市町村が区域の見直しを決定した。図B.4に示すように、2013年8月までに、被災した11の市町村すべてで避難指示が出された区域に関する提案が用意された。最初の避難指示の解除は、2014年4月に区域1で行われた。区域1と区域2の両区域での避難指示解除は2017

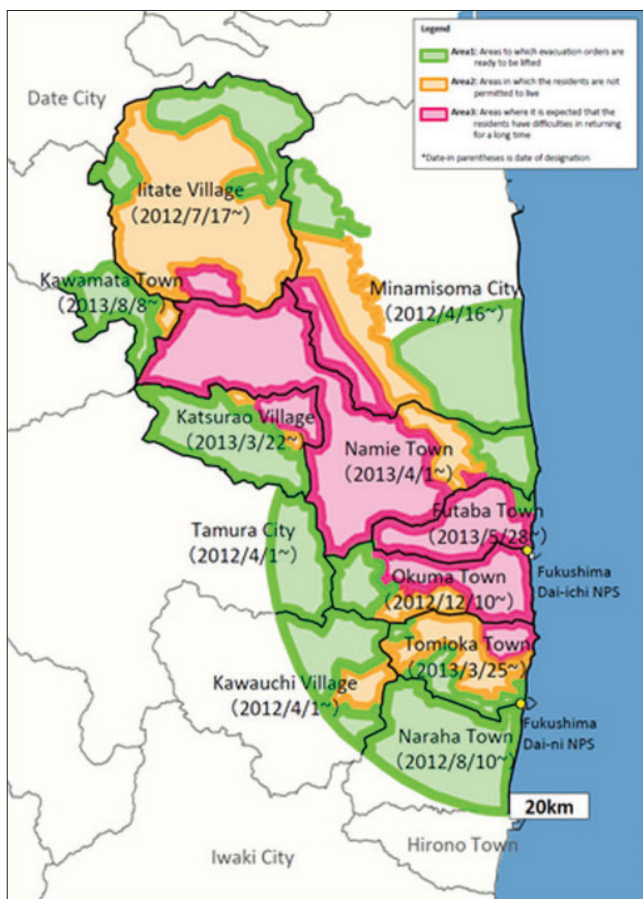


図 B.4 避難指示が出された地域の取決めの完了 (2013年8月7日時点)  
 [https://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/roadmap/pdf/20130807\_01.pdf (2020年9月30日時点)]



年4月までに完了した。区域3については、2018年に6つの市町村の一部の特定復興再生拠点区域において、重要なインフラの回復と除染活動が開始された。

(B44) 2020年初めの時点で、自宅に戻った人の割合は、自治体によって10%未満から約80%と大きくばらつきがあるが、30%未満である(Fukushima Prefecture, 2020)。これらの値は、一部は避難指示の解除の時期に依存した。上記の3つの区域について、政府は、住民がこれらの区域の自宅に戻って生活した場合に、追加で受ける個人線量として、年間1 mSv未満という長期目標を設定した(NRA, 2013)。避難指示が解除された市町村における被ばくは、個人線量計によるモニタリングでは、2019年末までに外部被ばくで年間1 mSvの範囲であると推定されている(Nomura et al., 2020)。

### B.3.3 食 品 管 理

(B45) 2012年4月には、責任当局は、年間被ばく1 mSvに基づき、食品中の放射性セシウムの新しい放射線防護の判断基準を設定し(ICAFN, 2012; MHLW, 2012)、この基準が2011年3月に設定された暫定規制値に取って代わった。

(B46) 内部被ばくをより良く制御するために、責任当局は、新しい放射線防護の判断基準を超える食品を避けるための広範な食品モニタリング計画を策定した。厚生労働省から提供された情報によれば、福島県産の食品が判断基準を超える割合は、2014年8月には1%未満であった(Merz et al., 2015)。たとえば、福島県産のすべてのコメ袋を対象に放射性セシウムのレベルが測定され、約1,000万袋のうち100 Bq・kg<sup>-1</sup>の基準を超えたのは100袋未満であった(Nihei et al., 2015)。

### B.3.4 除 染 と 廃 棄 物 管 理

(B47) 被災地における主たる被ばく経路である遷延した外部被ばくを低減するため、2012年以降、「放射性物質汚染対処特措法」に基づき、被災地において除染活動が広く実施された。効率的かつ安全で費用対効果の高い除染プログラムを計画し、実施するための経験、ツール、ガイドラインを提供するために、試験的な除染プロジェクトが最初に実施された。

(B48) 除染活動は、大量の汚染土壌と廃棄物を発生させ、政府は、この廃棄物を福島第一原子力発電所に近接する中間貯蔵施設に移す前に、市町村の仮置場に置くことを決定した。最終処分場は、まだ決定されていない。しかし、仮置場の選定にかかる合意が困難な場合には、汚染廃棄物の一部は、除染が行われた場所の近くで可搬式コンテナバッグに一時的に保管されている。2016年に国の当局は、減容後に土壌の再生利用を可能な限り促進し、最終処分の土壌の容量を削減するため、「減容・再生利用技術開発戦略」を策定した(MOE, 2018)。



図 B.5 専門家と村の住民の対話

### B.3.5 専門知協働プロセスと自助努力による防護対策

(B49) 当局によって実施された防護措置に加えて、自助努力による防護対策の展開を望むいくつかのコミュニティにおいては、専門知協働プロセスが採用された。この専門知協働プロセスは、ICRP ダイアログから着想を得たか、独自に考案され、市長村長、住民、医療従事者、研究者など、地域の状況に応じてさまざまなステークホルダーによって開始された (ICRP, 2016)。専門家のボランティアの助けを得て地元の人々が行ったプロセスの一部は非公式のまま継続されたものもあれば、地方当局と専門家組織あるいは大学との間の正式な協力をもたらしたのもあった (Ando, 2016; Naito et al., 2017; Takamura et al., 2018; Yasutaka et al., 2020)。

(B50) これらの専門知協働プロセスの経験は、専門家と被災した人々との定期的な対話の重要な役割を明らかにした。グループ形式または対面式で行われたこれらの対話により、被災した人々は、放射線誘発の健康リスク、仕事の将来、事故による家族構成や結びつきへの影響、森林への立ち入り、除染活動や関連する廃棄物の管理などに関する懸念を表出することができた。専門家にとってこの対話は、被災したコミュニティが直面する問題について考えるとともに、知識や経験を共有する機会となった (図 B.5) (Miyazaki, 2017)。これらの対話では、語られる言葉に耳を傾け、共感するということが根底にあり、徐々に専門家と当局に対する信頼を取り戻した (Ethos in Fukushima, 2019)。

(B51) 専門知協働プロセスは、被災した人々がどこで、いつ、どのように被ばくしたかを理解するために、被災した人々が放射線状況の特徴の把握に直接参画することを支援した。事故後数年間の周辺線量率、外部被ばく、食品汚染を測定するための適切で使いやすい装置を提供することで住民の関与が大きく促された (Naito et al., 2015; Brown et al., 2016)。また、内部



被ばくモニタリングもより利用しやすくなった。専門家の支援の下で個人の被ばく測定値とその解釈を共有することで、専門知協働プロセスに乗り出したステークホルダーの間で、徐々に実践的な放射線防護文化が創り出されることを可能にした (Tsubokura et al., 2020)。

(B52) この実践的な放射線防護文化の発展は、多くの被災した人々とその愛する人々のための自助努力による防護対策を実施することにつながっただけでなく、地域のコミュニティの専門家の支援を得て、さまざまな集団的防護対策の実施を支援した。これらのさまざまな対策は、除染廃棄物の一時保管場所の放射線モニタリングから、キノコの放射線のレベルを調べるための採集までとさまざまであった (Orita et al., 2017; Lochard et al., 2020)。

(B53) 福島の被災地で実施された専門知協働プロセスは、関与するコミュニティの復旧に貢献する地域プロジェクトの発展にもつながった。これらのプロジェクトは、個人の起業家または地方当局によって開始され、放射線防護の専門家や研究者の科学的支援、および国の当局の財政支援を受けてきた。しかしながら、良い成果がいくつかあったにも関わらず、福島の被災地における専門知協働プロセスの普及は依然として限定的である。

### B.3.6 一般住民の健康サーベイランス

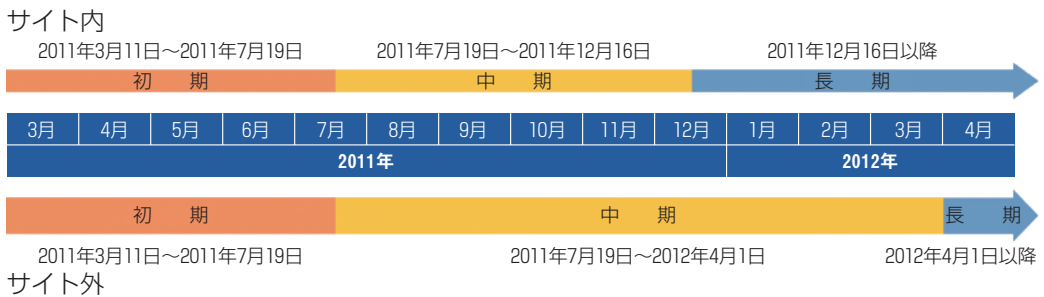
(B54) 県民健康調査の一環として、4回の甲状腺超音波検査が実施された。2019年6月までに、約300,000人の住民で220例以上の甲状腺がんの症例が確認された (FMU, 2019)。このような高い頻度の小児甲状腺がんの症例は、甲状腺がん登録で予想されるものよりも明らかに高い。この観察結果は、系統的な超音波スクリーニングに起因するものと考えられるが、さらなる調査が必要である (Ohtsuru et al., 2019)。さらに、子どものスクリーニング検査によりいくつかの倫理的問題も生じている (Midorikawa and Ohtsuru, 2020)。

(B55) 従来から行われてきた健康診断やがん検診など、避難区域内外の住民双方を対象とした総合的な健康診断では、循環器疾患のリスク因子の増加が明らかにされている (FMU, 2019)。

(B56) こころの健康と生活習慣の調査では、事故以降、抑うつ等の情動障害または不安障害の疑いのある人々は減少してきてはいるが、支援を必要とする人々の割合は依然として一般の国民に比べて高い。

(B57) 妊婦と小さな子どもを持つ母親の不安に取り組むための特定の調査が実施され、同じような結果が得られている。この調査では、未熟児、低出生体重、先天異常の発生率は、一般の国民で報告されている結果と同等であることが示された (FMU, 2019)。

## B.4 福島事故における段階の時間軸



## B.5 参考文献

- Ando, R., 2016. Measuring, discussing, and living together: lessons from 4 years in Suetsugi. *Ann. ICRP* **45**(1S), 75–83.
- Brown, A., Franken, P., Bonner, S., et al., 2016. Safecast: successful citizen-science for radiation measurement and communication after Fukushima. *J. Radiol. Prot.* **36**: S82–S101.
- Ethos in Fukushima, 2019. Regaining Confidence after the Fukushima Accident, the Story of the Suetsugi Community. Ethos in Fukushima. Available at: <http://ethos-fukushima.blogspot.com/2019/03/videoregaining-confidence-after.html> (last accessed 3 September 2020).
- FMU, 2019. Report of the Fukushima Health Management Survey. Fukushima Medical University, FY 2019. Available at: [https://fukushima-mimamori.jp/outline/uploads/report\\_r1.pdf](https://fukushima-mimamori.jp/outline/uploads/report_r1.pdf) (last accessed 3 September 2020).
- Fukushima Prefecture, 2020. Status of evacuation instruction area, Details of 12 municipalities in evacuation areas (in Japanese). Available at: <https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/list271-840.html> (in Japanese, last accessed 3 September 2020).
- IAEA, 2015a. The Fukushima Daiichi Accident, Technical Volume 4/5 Radiological Consequences. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2015b. The Fukushima Daiichi Accident, Technical Volume 5/5 Post-accident Recovery. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- ICAFN, 2011. Interim Report of Investigation Committee on the Accident at the Fukushima Nuclear Power Stations of Tokyo Electric Power Company. Cabinet Secretariat of the National Government of Japan, Tokyo.
- ICAFN, 2012. Final Report of Investigation Committee on the Accident at the Fukushima Nuclear Power Stations of Tokyo Electric Power Company. Cabinet Secretariat of the National Government of Japan, Tokyo.
- ICRP, 2009. Application of the Commission's recommendations to the protection of people living in long-term contaminated areas after a nuclear accident or a radiation emergency. ICRP Publication 111. *Ann. ICRP* **39**(3).
- ICRP, 2016. Proceedings of the International Workshop on the Fukushima Dialogue Initiative. *Ann. ICRP* **45**(2S).
- Ishikawa, T., Yasumura, S., Ozasa, K., et al., 2015. The Fukushima Health Management Survey: estimation of external doses to residents in Fukushima Prefecture. *Sci. Rep.* **5**, 12712.

- Kim, E., Yajima, K., Hashimoto, S., et al., 2020. Reassessment of internal thyroid doses to 1,080 children examined in a screening survey after the 2011 Fukushima nuclear disaster. *Health Phys.* **118**, 36–52.
- Kotoba, 2015. Web Documentary. Available at: <http://www.fukushima-dialogues.com> (last accessed 3 September 2020).
- Lochard, J., Ando, R., Takagi, H., et al., 2020. The post-nuclear accident co-expertise experience of the Suetsugi community in Fukushima Prefecture. *Radioprotection* **55**(3), 225–235.
- MAFF, 2011. Regarding Disposition of Livestock Animals with Mercy Killing in the Area of the No-entry Zone in the Consequence of the Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station of Tokyo Electric Power Company (as of May 12). Press release. Available at: [https://web.archive.org/web/20110522194417/http://www.maff.go.jp/e/quake/press\\_110517-2.html](https://web.archive.org/web/20110522194417/http://www.maff.go.jp/e/quake/press_110517-2.html).
- Merz, S., Shozugawa, K., Steinhauser, G., 2015. Analysis of Japanese radionuclide monitoring data of food before and after the Fukushima nuclear accident. *Environ. Sci.* **49**, 2875.
- Midorikawa, S., Ohtsuru, A., 2020. Disaster-zone research: make participation voluntary. *Nature* **579**, 193.
- MHLW, 2012. New Standard Limits for Radionuclides in Foods. Ministry of Health, Labour and Welfare, Tokyo. Available at: [http://www.mhlw.go.jp/english/topics/2011eq/dll/new\\_standard.pdf](http://www.mhlw.go.jp/english/topics/2011eq/dll/new_standard.pdf) (last accessed 3 September 2020).
- Miyazaki, M., 2017. Using and explaining individual dosimetry data. *Asia Pac. J. Publ. Health* **29**, 110S–119S.
- MOE, 2011. Act on Special Measures Concerning the Handling of Environmental Pollution by Radioactive Materials Discharged by the Nuclear Power Station Accident Associated with the Tohoku District – Off the Pacific Ocean Earthquake that Occurred on March 11, 2011. Act No. 110. Ministry of the Environment, Tokyo. Available at: [http://josen.env.go.jp/en/policy\\_document/pdf/special\\_act.pdf?20130118](http://josen.env.go.jp/en/policy_document/pdf/special_act.pdf?20130118) (last accessed 3 September 2020).
- MOE, 2012. Press release. Ministry of the Environment, Tokyo. Available at: <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=16026> (last accessed 3 September 2020).
- MOE, 2018. Decontamination Projects for Radioactive Contamination Discharged by Tokyo Electric Power Company Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident. Ministry of the Environment, Tokyo. Available at: [http://josen.env.go.jp/en/policy\\_document/](http://josen.env.go.jp/en/policy_document/) (last accessed 3 September 2020).
- Momose, T., Takada, C., Nakgawa, T., et al., 2012. Whole-body Counting of Fukushima Residents After the TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident, Reconstruction of Early Internal Dose in the TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident (Proc. 1st NIRS Symp.). National Institute of Radiological Sciences, Chiba, pp. 67–82.
- NAIIC, 2012. The Official Report of the Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission, the National Diet of Japan. Nuclear Accident Independent Investigation Commission, Tokyo.
- Naito, W., Uesaka, M., Yamada, C., et al., 2015. Evaluation of dose from external irradiation for individuals living in areas affected by the Fukushima Daiichi nuclear power plant. *Radiat. Prot. Dosimetry* **163**, 353–361.
- Naito, W., Uesaka, M., Kurosawa, T., et al., 2017. Measuring and assessing individual external doses during the rehabilitation phase in Iitate village after the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident. *J. Radiol. Prot.* **37**, 606–622.
- Nishikawa, Y., Kohno, A., Takahashi, Y., et al., 2018. Stable iodine distribution among children after the 2011 Fukushima nuclear disaster in Japan: an observational study. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **104**, 1659–1666.
- NERHQ, 2011a. Report of the Japanese National Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety – the Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. Nuclear Emergency Response Headquarters, Tokyo.
- NERHQ, 2011b. Additional Report of the Japanese National Government to the IAEA – the

- Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations – Second Report. Nuclear Emergency Response Headquarters, Tokyo.
- NERHQ, 2011c. Roadmap Towards Settlement of the Accident at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station, TEPCO – Step 2 Completion Report. Government of Japan – TEPCO Integrated Response Office, Tokyo. Press release. Available at: [http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/betu11\\_e/images/111216e4.pdf](http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/betu11_e/images/111216e4.pdf) (last accessed 3 September 2020).
- NERHQ, 2011d. Basic Concept and Issues to be Challenged for Rearranging the Restricted Areas and Areas to which Evacuation Orders have been Issued where Step 2 has been Completed. Nuclear Emergency Response Headquarters, Tokyo. Available at: [http://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/roadmap/pdf/20111226\\_01.pdf](http://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/roadmap/pdf/20111226_01.pdf) (last accessed 3 September 2020).
- Nihei, N., Tanoi, K., Nakanishi, T.M., 2015. Inspections of radiocesium concentration levels in rice from Fukushima Prefecture after the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident. *Sci. Rep.* **5**, 8653.
- Nomura, S., Murakami, M., Naito, W., et al., 2020. Low dose of external exposure among returnees to former evacuation areas: a cross-sectional all-municipality joint study following the 2011 Fukushima Daiichi nuclear power plant incident. *J. Radiol. Prot.* **40**, 1–18.
- NRA, 2013. Practical Measures for Evacuees to Return to Their Homes. Nuclear Regulation Authority, Tokyo. Available at: <https://www.nsr.go.jp/data/000067234.pdf> (last accessed 3 September 2020).
- Ohtsuru, A., Midorikawa, S., Ohira, T., et al., 2019. Incidence of thyroid cancer among children and young adults in Fukushima, Japan, screened with 2 rounds of ultrasonography within 5 years of the 2011 Fukushima Daiichi nuclear power station accident. *JAMA Otolaryngol. Head Neck Surg.* **145**, 4–11.
- Orita, M., Nakashima, K., Taira, Y., et al., 2017. Radiocesium concentrations in wild mushrooms after the accident at the Fukushima Daiichi nuclear power station: follow-up study in Kawauchi village. *Sci. Rep.* **7**, 674.
- Takamura, N., Orita, M., Taira, Y., et al., 2018. Recovery from nuclear disaster in Fukushima: collaboration model. *Radiat. Prot. Dosimetry* **182**, 49–52.
- Takamura, N., Orita, M., Taira, Y., et al., 2019. Experiences in Communication Response: from Crisis Communication in the Initial Phase After an Accident to Risk Communication. Amazon Services International, Inc.
- TEPCO, 2012. Fukushima Nuclear Accident Analysis Report. Tokyo Electric Power Company, Inc., Tokyo.
- Tsubokura, M., Nabeshima, Y., Murakami, M., et al., 2020. Usefulness of the whole-body counter for infants and small children (BABYSCAN) as a risk communication tool after the Fukushima Daiichi nuclear power plant incident. *Proc. Jpn. Acad. Ser. B Phys. Biol. Sci.* **96**, 70–78.
- UNSCEAR, 2013. Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2013 Report to the General Assembly with Scientific Annexes. Volume I, Scientific Annex A. United Nations, New York.
- WHO, 2012. Preliminary Dose Estimation from the Nuclear Accident After the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami. World Health Organization, Geneva.
- Yasutaka, T., Kanai, Y., Kurihara, M., et al., 2020. Dialogue, radiation measurements and other collaborative practices by experts and residents in the former evacuation areas of Fukushima: a case study in Yamakiya District, Kawamata Town. *Radioprotection* **55**(3), 215–224.



## 用語解説

見出し語は五十音順で配列。  
原著の配列順による見出し語訳は本項末尾を参照。

### 汚染 [Contamination]

建造物、地域、物品、生物相、または人々の外部または内部に望ましくないレベルの放射性物質が存在すること。

### 緊急時被ばく状況 [Emergency exposure situation]

制御を喪失した線源、または意図的に悪用された線源に起因する被ばく状況であり、被ばくを避ける、または緩和するために緊急かつタイムリーな対策を必要とする。

### グレーデッド・アプローチ [Graded approach]

リスクの大きさと可能性、被ばく状況の複雑さ、およびその時点で広く見られる状況に見合った方法で防護体系を実施するために勧告される方策。

### 計画被ばく状況 [Planned exposure situation]

放射線の特性に応じて使用される放射線源の意図的な導入と運用から生じる被ばく状況。このタイプの被ばく状況では、線源の用途が分かっているため、被ばくは最初から予想され、制御され得る。

### 健康サーベイランス [Health surveillance]

健康への悪影響の早期発見、および被災した個人の健康管理と治療に必要な健康関連データの継続的かつ系統的な収集、分析および解釈。

### 現存被ばく状況 [Existing exposure situation]

現存被ばく状況は、被ばくを管理する決定が行われる時点において、すでに存在する線源に起因する被ばく状況である。これらの線源には、自然線源（宇宙放射線、ラドンおよびその他の自然起源の放射性物質）および人工線源（過去の行為、事故、または放射線事象による長期被ばく）が含まれる。被ばくの特徴の把握は、それらの管理の前提条件である。

### 最適化の原則 [Principle of optimisation]

被ばくする可能性および個人線量の大きさは、社会、環境および経済の要因を考慮し、合理的に達成可能な限り低く維持されるべきである。被ばくの不公平な分布を避けるため、被ばくする人数や個人線量の制限を考慮しなければならない。



**参考レベル** [Reference level]

現存および緊急時被ばく状況における最適化プロセスを導くために用いられる線量基準。参考レベルの値は、一般的に個人の年間線量 (mSv / 年) として表され、適切な時間枠、被災した人々の個人線量分布、およびその状況におけるリスクの耐容性を考慮して選択されるべきである。目標は、防護の取り組みが優先されるべき人々の特定を促すことである。

**残存線量** [Residual dose]

特定の線源から個人が被った、または被ると予想される線量。これは、線源、経路、または個人に講じられた防護措置を考慮に入れて、推定または測定することができる。残存線量は、緊急時被ばく状況または現存被ばく状況において適用される。

**自助努力による防護** [Self-help protection]

個人が、自分自身を、自分の家族を、そしてコミュニティを守るために、十分な説明 (情報) に基づいて講じる対策。

**実践的な放射線防護文化** [Practical radiological protection culture]

一般市民が十分な説明 (情報) に基づいて選択を行い、実際に電離放射線被ばくを伴う、またはその可能性のある状況において賢明な行動をとるための知識と技能。

**修復** [Remediation]

汚染そのものを除去 (除染) するなど、被ばく経路に影響を与える対策を通じ、汚染からの放射線被ばくを低減するプロセス。

**職業被ばく** [Occupational exposure]

操業管理者の責任であることが当然と見なされ得る状況で、作業中に受ける放射線被ばく。

**除染** [Decontamination]

物理的、化学的、または生物学的プロセスによる意図的な汚染の完全または部分的な除去。

**知る権利** [Right to know]

自分がどのような危険に曝されており、いかに自分自身を守るべきかについて情報を得る個人の権利。

**ステークホルダー** [Stakeholder]

問題に対し、関心または懸念を有する人、グループ、または組織。

**ステークホルダーの参画** [Stakeholder involvement]

関係する当事者すべてが放射線防護に関わる意思決定プロセスに参加すること。「ステークホルダーの関与」とも呼ばれる。

**生活環境の回復** [Rehabilitation of living conditions]

長期間汚染された地域に住む人々のために、持続可能で適切な環境を維持するためのプロセス。

**正当化の原則** [Principle of justification]

放射線被ばくの状態を変える（たとえば、導入する、低減する、または取り除く）決定は、全体として、害よりも多くの益をもたらすべきである。これは、新しい放射線源を導入するとき、あるいは現存または緊急時の被ばくを減らすとき、それにより、人間および環境への放射線損害（デトリメント）を含む、いかなる害も相殺されるよう、個人または社会の十分な便益を達成すべきであることを意味する。

**専門知協働プロセス** [Co-expertise process\*]

放射線の状況を理解し、自らまたは他者が生活環境を改善するための対策を立てることを目的として、地域の知識および科学的な専門知識を活用するために専門家と地元のステークホルダーが協力するプロセス。

**被ばく経路** [Exposure pathway]

放射線や放射性核種が人およびヒト以外の生物相に達し、被ばくを引き起こす経路。

**復旧** [Recovery]

事故前に広く見られた状況など、適切な状況を可能な限り反映するための修復および復興のプロセス。

**防護戦略** [Protection strategy]

特定の被ばく状況およびその時点で広く見られる状況に対して、合理的に達成可能な限り被ばくを低く保つまたは低減するために実施される一連の防護措置の組み合わせ。

**防護措置** [Protective action]

被ばくを低減または防止するために緊急時または現存被ばく状況で講じられる対策。対策は、線源、被ばく経路上の点、時には被ばくした個人の場所、習慣、または作業環境を修正することによってとることができる。

**放射線損害（デトリメント）** [Radiation detriment]

放射線への特定の被ばくにより、被ばくした集団およびその集団の子孫が被る健康への一般的な害。

**放射線防護の判断基準** [Radiological criteria]

放射線防護体系を適用するための定量的な値。線量または導き出した数値で表す。この一般的な用語は、さまざまな設定で使用され、すべての被ばく状況で同じように適用できる。

**予測線量** [Projected dose]

防護措置が講じられない場合に、個人が受けると予想される線量。

\*訳注 原文には process がないが、解説内容に合わせて訳した。

## 用語解説の見出し語

〈原著配列順〉

Co-expertise process	専門知協働プロセス	Protection strategy	防護戦略
Contamination	汚染	Protective action	防護措置
Decontamination	除染	Radiation detriment	放射線損害（デトリメント）
Emergency exposure situation	緊急時被ばく状況	Radiological criteria	放射線の判断基準
Existing exposure situation	現存被ばく状況	Recovery	復旧
Exposure pathway	被ばく経路	Reference level	参考レベル
Graded approach	グレーデッド・アプローチ	Rehabilitation of living conditions	生活環境の回復
Health surveillance	健康サーベイランス	Remediation	修復
Occupational exposure	職業被ばく	Residual dose	残存線量
Planned exposure situation	計画被ばく状況	Right to know	知る権利
Practical radiological protection culture	実践的な放射線防護文化	Stakeholder	ステークホルダー
Principle of justification	正当化の原則	Stakeholder involvement	ステークホルダーの参画
Principle of optimisation	最適化の原則		
Projected dose	予測線量		

## 謝 辞

タスクグループ 93 (TG93) のメンバーは、本刊行物の準備中に貴重な意見をいただいた Ralph Andersen, Marcel Lips, Miroslav Pinak の各氏に感謝の意を表したい。また、ICRP 福島ダイアログの常連の参加者として、彼らの洞察を分かち提言をくださるために、TG93 メンバーと数回の会合を行った、安東量子、後藤あや、半澤隆宏、早野龍五、菅野クニ、黒田佑次郎、宮崎真、多田順一郎、坪倉正治の各氏に対し、お礼を申し上げたい。

他にも多くの組織や個人（300 以上！）から、委員会が設けた公開意見募集プロセスの間にフィードバックが寄せられた。これらの意見によって、本刊行物のさまざまな部分が大いに改善された。また TG93 は、福島ダイアログに参加したすべての人々の貢献や、日本の組織と連携し開催された会議に参加した多くの専門家からのインプットにも恩恵を受けた。これらの組織と個人のすべての貢献に感謝する。

TG93 のメンバーは、本刊行物の準備中に開催された多数の会議に参加し、今回発表された勧告の発展に大きく貢献した Christopher Clement 氏に特別な感謝の意を表したい。

最後に、TG93 のメンバーは、ICRP の同僚で日本のステークホルダーとの交流を大きく促していただいた丹羽太貫と伴信彦の両氏、ならびに我々を長年にわたり継続的に支援していただいた佐々木道也、浜田信行、荻野晴之、藤田博喜の各氏に感謝したい。

タスクグループ 93 のメンバーは以下のとおりであった（2013～2020 年）。

M. Kai (委員長)	T. Lazo	T. Schneider
T. Homma (副委員長)	M. Lips	S. Shinkarev
R. Andersen	A. Nisbet	
V. Averin	M. Pinak	

第 4 専門委員会の批評的査読者は以下のとおりであった。

E. Gallego	J. Takala
------------	-----------

主委員会の批評的査読者は以下のとおりであった。

J. Harrison	C-M. Larsson	S. Romanov
-------------	--------------	------------

編集メンバーは以下のとおりであった。

C.H. Clement (科学秘書官, *Annals of the ICRP* 編集長)

H. Fujita (科学秘書官補佐, *Annals of the ICRP* 共同編集者)

本刊行物の作成期間における第4専門委員会のメンバーは、以下のとおりであった。

(2013 ~ 2017 年)

D.A. Cool (委員長)	M. Doruff	A. Nisbet
K-W. Cho (副委員長)	E. Gallego	D. Oughton
J-F. Lecomte (書記)	T. Homma	T. Pather
F. Bochud	M. Kai	S. Shinkarev
M. Boyd	S. Liu	J. Takala
A. Canoba	A. McGarry	

(2017 ~ 2021 年)

D.A. Cool (委員長)	A. Canoba	Y. Mao
K.A. Higley (副委員長)	D. Coplestone	N. Martinez
J-F. Lecomte (書記)	E. Gallego	A. Nisbet
N. Ban	G. Hirth	T. Schneider
F. Bochud	T. Homma	S. Shinkarev
M. Boyd	C. Koch	J. Takala

本刊行物承認時の主委員会のメンバーは、以下のとおりであった。

委員長 : C. Cousins (英)

副委員長 : J. Lochard (仏)

科学秘書官 : C.H. Clement (加) ; sci.sec@icrp.org<sup>†</sup>

K.E. Applegate (米)	S. Bouffler (英)	K.W. Cho (韓)
D.A. Cool (米)	J.D. Harrison (英)	M. Kai (日)
C-M. Larsson (豪)	D. Laurier (仏)	S. Liu (中)
S. Romanov (露)	W. Rühm (独)	
名誉メンバー		
R.H. Clarke (英)	F.A. Mettler Jr (米)	R.J. Pentreath (英)
R.J. Preston (米)	C. Streffer (独)	E. Vañó (西)

<sup>†</sup> 科学秘書官は、1988年以降正式なメンバーではないが、主委員会に欠くことのできない役割をもつ。

ICRP Publication 146

大規模原子力事故における人と環境の放射線防護  
—— ICRP Publication 109 と 111 の改訂 ——

---

2022年12月8日 初版第1刷発行

翻 訳 甲 斐 倫 明  
          本 間 俊 充

編 集 ICRP 刊行物翻訳委員会

発 行 原子力規制委員会

連絡先 〒106-8450 東京都港区六本木1-9-9  
六本木ファーストビル16F  
原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ  
放射線・廃棄物研究部門

電 話 03-5114-2225 (部門代表)

翻訳公開URL [https://www.nsr.go.jp/activity/kokusai/honyaku\\_04.html](https://www.nsr.go.jp/activity/kokusai/honyaku_04.html)

© Nuclear Regulation Authority, Japan, 2022

Printed in Japan

---

DTP 株式会社フォレスト

【非売品】