

軽水炉の過酷な状況に起因する緊急事態において
公衆を防護するための措置
(翻訳資料)

Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe
Conditions at a Light Water Reactor
(Translated Document)

(監修) 本間 俊充

(訳) 高原 省五 飯島 正史 佐藤 宗平 木村 仁宣
嶋田 和真

(Supervised by) Toshimitsu HOMMA

(Translated by) Shogo TAKAHARA, Masashi IJIMA, Sohei SATO, Masanori KIMURA
and Kazumasa SHIMADA

安全研究・防災支援部門

安全研究センター

リスク評価研究ディビジョン

Risk Analysis and Applications Research Division

Nuclear Safety Research Center

Sector of Nuclear Safety Research and Emergency Preparedness

注 意

- A. 非売品
- B. 本文書は「Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor, EPR-NPP PUBLIC PROTECTIVE ACTIONS, 2013」© International Atomic Energy Agency, 2013 の翻訳である。
本翻訳は、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構により作成された。本文書の正式版は、国際原子力機関又はその正規代理人により配布された英語版である。国際原子力機関は、本翻訳及び発行物に係る正確さ、品質、正当性又は仕上がりに関して何らの保証もせず、責任を持つものではない。また、本文書の利用から直接的に又は間接的に生じるいかなる損失又は損害、結果的に発生し得るいかなる事柄に対しても何らの責任を負うものではない。
- C. 著作権に関する注意：本刊行物に含まれる情報の複製又は翻訳の許可に関しては、オーストリア国ウィーン市 A-1400 ヴァグラマー通 5 番地 (私書箱 100) を所在とする国際原子力機関に書面連絡を要する。

Disclaimer

- A. NOT FOR SALE
- B. This is translation of the “Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor, EPR-NPP PUBLIC PROTECTIVE ACTIONS, 2013” © International Atomic Energy Agency, 2013.
This translation has been prepared by Japan Atomic Energy Agency. The authentic version of this material is the English language version distributed by the IAEA or on behalf of the IAEA by duly authorized persons. The IAEA makes no warranty and assumes no responsibility for the accuracy or quality or authenticity or workmanship of this translation and its publication and accepts no liability for any loss or damage, consequential or otherwise, arising directly or indirectly from the use of this translation.
- C. COPYRIGHT NOTICE: Permission to reproduce or translate the information contained in this publication may be obtained by writing to the International Atomic Energy Agency, Wagramer Strasse 5, P. O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

軽水炉の過酷な状況に起因する緊急事態において公衆を防護するための措置
(翻訳資料)

日本原子力研究開発機構
安全研究・防災支援部門
安全研究センター リスク評価研究ディビジョン

(監修) 本間 俊充^{※1}, (訳) 高原 省五, 飯島 正史^{※2}, 佐藤 宗平⁺, 木村 仁宣, 嶋田 和真

(2016年5月19日受理)

国際原子力機関 (IAEA) は、原子力事故又は放射線緊急事態の場合における援助に関する条約 (以下、援助条約) の第 5 条 a(ii)のもと、原子力又は放射線緊急事態への対応に関連する方法、技術及び研究の結果に関する情報を収集し、締結国及び加盟国へ広める役割を担っている。本文書の目的は、この役割の一環として、軽水炉の緊急事態時に公衆を防護するための措置について、その責任者の理解を促進することにある。本文書は、緊急事態への対応において防護措置を講ずる際に必要となるであろうツールと判断基準を準備段階で開発するための根拠を提供する。本邦訳は、IAEA 安全基準の利用者の理解促進、知見活用のため、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 (以下、「機構」という) が IAEA との契約行為に基づいて発行するものである。

本文書は、“Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor, EPR-NPP PUBLIC PROTECTIVE ACTIONS, 2013”, International Atomic Energy Agency, 2013 の翻訳である。

原子力科学研究所：〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方 2-4

⁺ 原子力緊急時支援・研修センター

※1 特別研究員

※2 技術開発協力員

JAEA-Review 2016-013

Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor
(Translated Document)

(Supervised by) Toshimitsu HOMMA^{※1}

(Translated by) Shogo TAKAHARA, Masashi IIJIMA^{※2}, Sohei SATO⁺, Masanori KIMURA and
Kazumasa SHIMADA

Risk Analysis and Applications Research Division, Nuclear Safety Research Center,
Sector of Nuclear Safety Research and Emergency Preparedness
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received May 19, 2016)

Under Article 5.a(ii) of the Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency (the ‘Assistance Convention’), one function of the International Atomic Energy Agency (IAEA) is to collect and disseminate to States Parties and Member States information concerning methodologies, techniques and results of research relating to response to nuclear accidents or radiological emergency. The aim of this publication is to provide those persons who are responsible for making and for acting on decisions in the event of an emergency at a light water reactor with an understanding of the actions that are necessary to protect the public. The publication also provides a basis for developing the tools and criteria at the preparedness stage that would be needed in taking protective actions and other actions in response to such an emergency. Japan Atomic Energy Agency (JAEA) provides this translation under the contract with the IAEA to promote understanding of users of the safety standard.

Keywords: IAEA, Emergency Preparedness and Response

This document is a Japanese translation of International Atomic Energy Agency, “Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor”, EPR-NPP Public Protective Actions 2013.

⁺ Nuclear Emergency Assistance and Training Center

※1 Scientific Consultant

※2 Collaborating Engineer

序文

原子力事故又は放射線緊急事態の場合における援助に関する条約（以下、援助条約）の第5条 a(ii)のもと、原子力又は放射線緊急事態への対応に関連する方法、技術及び研究の結果に関する情報を収集し、締結国及び加盟国へ広めることが IAEA の機能の一つである。本文書は、援助条約において IAEA に割り当てられたこれらの機能の履行を促進することを意図している。

本文書の目的は、軽水炉で緊急事態が生じた場合の意志決定とその実施に責任を有する人々に公衆を防護するために不可欠な措置に関する理解を提供することである。本文書は、緊急事態への対応において防護措置を講ずる際に必要となるであろうツールと判断基準を準備段階で開発するための基礎を提供する。

本文書は、IAEA 安全基準シリーズ No. SF-1 “基本安全原則” において宣言されている安全原則に適合しており、またそれは加盟国が IAEA 安全基準シリーズ No. GS-R-2 “原子力又は放射線の緊急事態に対する準備と対応” で制定された要件を満たすことを支援する。これらの要件の適用は、あらゆる原子力又は放射線緊急事態において、人と環境への影響を最小化することを意図している。このガイダンスは、締結国における組織的な取り決め、言語、専門用語、運用の考え方及び能力を満たすように適合されるべきである。

IAEA 総会における GC(55)/RES/9 決議：

“緊急事態への準備と対応を改善し、緊急時におけるコミュニケーションを促進して、防護と他の措置に関する国の判断基準の調和に貢献するために、IAEA の安全基準と矛盾のないように、緊急事態への準備と対応の手順を実行すること、そして国家レベルで緩和方策を開発することの重要性を強調する”。

本文書は IAEA の緊急事態に対する準備と対応(EPR)シリーズとして発行される。それは 2011 年の日本の東京電力福島第一原子力発電所での事故から得られた教訓を含み、過去の緊急事態への対応から得られた教訓に加えて、研究から得られたフィードバックを考慮するものであり、一方で IAEA 安全基準シリーズ No. GS-R-2 に矛盾しないことにも留意している。

この出版物に対する責任を有する IAEA の担当者は、原子力安全セキュリティー局事故及び緊急時対応センターの T. McKenna であった。

This is a blank page.

目次

1.	はじめに	1
1.1.	背景	1
1.2.	目的	4
1.3.	範囲	4
1.4.	構成	5
2.	全体の概念	6
2.1.	運営の考え方の例	6
2.2.	対応例における防護措置と他の対応措置のまとめ	9
2.3.	被ばくした可能性のある人々に対する対応措置	14
2.4.	防護措置の意思決定を支援するためのツール	14
2.5.	他の緊急事態への対応	16
3.	緊急事態区分システム	18
4.	敷地外における緊急時重点区域及び距離	24
5.	緊急防護措置及び早期防護措置と他の対応措置	29
5.1.	安定ヨウ素による甲状腺ブロッキング (ITB)	31
5.2.	避難	32
5.3.	屋内退避	33
5.4.	移転	34
5.5.	不注意による経口摂取の防止	34
5.6.	個人の除染	35
5.7.	食物、ミルク及び飲料水の摂取制限	35
5.8.	被ばくした人の確認と医療管理	37
5.8.1.	重大な健康影響	37
5.8.2.	迅速な医学検査、診察及び治療	39
5.8.3.	医学追跡調査	39
5.9.	国際貿易及び商業的利益の保護	40
5.10.	対応措置の停止又は緩和	40
6.	モニタリング及び運用上の介入レベルとの比較	42
6.1.	運用上の介入レベル	43
6.1.1.	地上沈着の線量率に対する OIL1、OIL2 及び OIL3	43
6.1.2.	皮膚の線量率に対する OIL4	46
6.1.3.	食物、ミルク及び飲料水における標識放射性核種 ^{131}I 及び ^{137}Cs の濃度に対する OIL7	47
6.1.4.	甲状腺からの線量率に対する OIL8	48
6.2.	OIL の分かりやすい言葉での説明	49
6.2.1.	OIL1 の分かりやすい言葉での説明	49
6.2.2.	OIL2 の分かりやすい言葉での説明	49
6.2.3.	OIL3 の分かりやすい言葉での説明	50
6.2.4.	OIL4 の分かりやすい言葉での説明	51
6.2.5.	OIL7 の分かりやすい言葉での説明	51
6.2.6.	OIL8 の分かりやすい言葉での説明	52
6.3.	汚染及びホットスポット	52
6.3.1.	汚染	52
6.3.2.	ホットスポット	53
6.3.3.	沈着パターン	53

6.4.	地上沈着の OIL 超過場所の決定	57
6.5.	モニタリング結果の地図上への表示	59
7.	公衆及び意思決定者とのコミュニケーション	62
7.1.	公衆と意思決定者への情報	62
7.2.	何が安全か、公衆と意思決定者が理解するのを助ける	62
7.2.1.	安全の定義はなぜ重要か？	63
7.2.2.	何が安全か定義し、放射線による健康への危険性に見通しを与える	63
7.3.	見通しを与えるための計測された実用量	66
7.3.1.	計測された実用量を放射線による健康への危険性と関連付ける	66
7.3.2.	計測された実用量に基づいて放射線による健康への危険性に見通しを与えるためのチャート	67
7.3.3.	計測された実用量に対するチャートの利用	68
7.4.	計測された量又は計算された線量によって健康への危険性に見通しを与える際によく見られる誤り	85
7.5.	見通しを与えるための線量	89
7.5.1.	計算された線量を放射線による健康への危険性と関連付ける	89
7.5.2.	なぜ実効線量は放射線による健康への危険性に見通しを与えるために使用できないのか	89
7.5.3.	計算された線量に基づき健康への危険性に見通しを与えるためのチャート	90
7.5.4.	線量に対するチャートの使用	92
8.	実際の適用	99
8.1.	暫定的な実施	99
8.2.	これまでの文書と比較した場合の本指針の変更点	104
付属書 I	緊急時重点区域及び距離に関する提案された範囲及び範囲内での防護措置に関する根拠	105
I.1.	予防的措置区域(PAZ)及び緊急防護措置計画区域(UPZ)	105
I.1.1.	PAZ の範囲に関する線量の根拠	106
I.1.2.	UPZ の範囲に関する線量の根拠	106
I.1.3.	区域の範囲に関する計算	106
I.2.	計算結果	109
I.2.1.	PAZ	109
I.2.2.	UPZ	113
I.2.3.	サイト固有の局所的な条件を考慮した緊急時重点区域の範囲の決定	114
I.3.	区域の範囲を裏付ける追加的な分析	117
I.4.	拡大計画距離(EPD)	122
I.5.	飲食物摂取及び日用品計画距離(ICPD)	123
付属書 II	運用上の介入レベルの初期設定値に関する説明	125
II.1.	概要	125
II.2.	OIL の説明	128
II.2.1.	OIL1 と OIL2 の説明	128
II.2.2.	OIL3 の説明	131
II.2.3.	OIL4 の説明	134
II.2.4.	OIL7 の説明	136
II.2.5.	OIL8 の説明	138
付属書 III	放射線による健康への危険性に見通しを与えるための体系	139
III.1.	レベル	139
III.2.	線量に関する根拠	140
III.2.1.	健康を損なう恐れ (赤)	141

III.2.2. 健康への懸念（オレンジ）	142
III.2.3. 暫定的に安全（黄色）及び安全（緑色）	143
III.3. 計測された実用量の見通しを与えるための体系	144
III.4. 計算された線量の見通しを与えるためのシステム	144
付属書 IV 登録様式	146
付属書 V 原子力又は放射線の緊急事態における公衆の典型的な疑問と懸念	147
参考文献	149
用語定義	154
略語と記号	161
報告書案の作成と査読の協力者	162

CONTENTS

1.	INTRODUCTION	1
1.1.	Background.....	1
1.2.	Objective.....	4
1.3.	Scope.....	4
1.4.	Structure.....	5
2.	OVERALL CONCEPTS.....	6
2.1.	Example concept of operations.....	6
2.2.	Summary of protective actions and other response actions for the example response	9
2.3.	Response actions for those potentially exposed.....	14
2.4.	Tools to support protective action decision making.....	14
2.5.	Response to other emergencies	16
3.	EMERGENCY CLASSIFICATION SYSTEM.....	18
4.	OFF-SITE EMERGENCY ZONES AND DISTANCE	24
5.	URGENT PROTECTIVE ACTIONS AND EARLY PROTECTIVE ACTIONS AND OTHER RESPONSE ACTIONS	29
5.1.	Iodine thyroid blocking (ITB).....	31
5.2.	Evacuation	32
5.3.	Sheltering.....	33
5.4.	Relocation	34
5.5.	Prevention of inadvertent ingestion	34
5.6.	Decontamination of individuals.....	35
5.7.	Food, Milk and drinking water restrictions.....	35
5.8.	Identification and medical management of exposed people	37
5.8.1.	Severe health effects	37
5.8.2.	Immediate medical examination, consultation and treatment.....	39
5.8.3.	Medical follow-up.....	39
5.9.	Protection of international trade and commercial interests.....	40
5.10.	Stopping or relaxing response actions.....	40
6.	MONITORING AND COMPARISON WITH OPERATIONAL INTERVENTION LEVELS	42
6.1.	Operational intervention levels.....	43
6.1.1.	OIL1, OIL2 and OIL3 for ground deposition dose rates.....	43
6.1.2.	OIL4 for skin dose rate	46
6.1.3.	OIL7 for marker radionuclides ¹³¹ I and ¹³⁷ Cs concentrations in food, milk and drinking water	47
6.1.4.	OIL8 for dose rate from the thyroid.....	48
6.2.	Plain language explanation for OILs.....	49
6.2.1.	Plain language explanation for OIL1	49
6.2.2.	Plain language explanation for OIL2	49
6.2.3.	Plain language explanation for OIL3	50
6.2.4.	Plain language explanation for OIL4	51
6.2.5.	Plain language explanation for OIL7	51
6.2.6.	Plain language explanation for OIL8	52
6.3.	Contamination and hotspots.....	52
6.3.1.	Contamination.....	52
6.3.2.	Hotspots	53
6.3.3.	Deposition patterns	53
6.4.	Determining where ground deposition OILs are exceeded.....	57
6.5.	Displaying monitoring results on maps.....	59
7.	COMMUNICATION WITH THE PUBLIC AND DECISION MAKERS	62
7.1.	Information for the public and decision makers	62
7.2.	Helping the public and decision makers understand what is safe	62
7.2.1.	Why is a definition of safe is important?	63
7.2.2.	Defining what is safe and placing the radiological health hazard in perspective.....	63

7.3. Measured operational quantities in perspective	66
7.3.1. Relating measured operational quantities to the radiological health hazard	66
7.3.2. Charts to place the radiological health hazard in perspective based on measured operational quantities	67
7.3.3. Use of charts for measured operational quantities	68
7.4. Common errors made using measured quantities or calculated doses to place the health hazards in perspective	85
7.5. Dose in perspective	89
7.5.1. Relating calculated doses to the radiological health hazard	89
7.5.2. Why effective dose cannot be used to place the radiological health hazard into perspective	89
7.5.3. Charts to place the health hazards in perspective based on calculated dose	80
7.5.4. Use of charts for dose	92
8. IMPLEMENTATION	99
8.1. Interim implementation	99
8.2. Changes in guidance compared to earlier publications	104
APPENDIX I: BASIS FOR THE SUGGESTED SIZE AND PROTECTIVE ACTIONS WITHIN THE EMERGENCY ZONES AND DISTANCES	105
I.1. Precatutionary action zone (PAZ) and urgent protective action planning zone (UPZ)	105
I.1.1. Dosimetric basis for the size of the PAZ	106
I.1.2. Dosimetric basis for the size of the UPZ	106
I.1.3. Zone size calculations	106
I.2. Results of the calculations	109
I.2.1. PAZ	109
I.2.2. UPZ	113
I.2.3. Determining sizes of emergency zones by taking into account site-specific local conditions	114
I.3. Further analyses supporting the zone size	117
I.4. Extended planning distance (EPD)	122
I.5. Ingestion and commodities planning distance (ICPD)	123
APPENDIX II: DESCRIPTION OF DEFAULT OPERATIONAL INTERVENTION LEVELS	125
II.1. Overview	125
II.2. Description of OILs	128
II.2.1. Description of OIL1 and OIL2	128
II.2.2. Description of OIL3	131
II.2.3. Description of OIL4	134
II.2.4. Description of OIL7	136
II.2.5. Description of OIL8	138
APPENDIX III: THE SYSTEM FOR PLACING THE RADIOLOGICAL HEALTH HAZARD IN PERSPECTIVE	139
III.1. Levels	139
III.2. Dosimetric basis	140
III.2.1. Possibly dangerous to health (red)	141
III.2.2. Health concerns (orange)	142
III.2.3. Provisionally safe (yellow) and safe (green)	143
III.3. System for placing measured operational quantities in perspective	144
III.4. System for placing calculated doses in perspective	144
APPENDIX IV: REGISTRATION FORM	146
APPENDIX V: TYPICAL QUESTIONS AND CONCERNS OF THE PUBLIC IN A NUCLEAR OR RADIOLOGICAL EMERGENCY	147
REFERENCES	149
DEFINITIONS	154
ABBREVIATIONS AND SYMBOLS	161
CONTRIBUTORS TO DRAFTING AND REVIEW	162

図リスト

図 1	炉心又は使用済燃料プール内の燃料の重大な損傷に至ると予想される事象に対して講じられるステップ	13
図 2	敷地外での防護措置を正当とする大気中への放射性物質の放出に至る事故のシーケンス	23
図 3	緊急時重点区域及び距離	27
図 4	PAZ と UPZ に対する境界設定の例	28
図 5	迅速避難を可能にするため、町を除いた境界による PAZ と UPZ の例	28
図 6	移転が必要なチェルノブイリ原子力発電所から 50km を超える地点のホットスポット	54
図 7	チェルノブイリ事故後の ^{137}Cs の沈着	55
図 8	福島第一原子力発電所による放出後の ^{137}Cs の沈着	56
図 9	赤色で示した局所的なホットスポット	57
図 10	限られたデータが利用可能な場合の OIL1 適用例	58
図 11	航空機サーベイにより測定された地上線量率の例	60
図 12	地上線量率マップの凡例の例	61
図 13	モニタリング結果を表示する地図の注記/注意の例	61
図 14	公衆及び意思決定者とのコミュニケーションのために、原子力又は放射線緊急事態の間における特定の条件と公衆の行動に関連した放射線による健康への危険性の見通しを与えるための体系	65
図 15	計測された実用量に基づいて放射線による健康への危険性の見通しを与えるために必要なステップ	67
図 16	計算された線量に基づいて放射線による健康への危険性の見通しを与えるために必要なステップ	90
図 17	仮定した I-131 の時間依存の放出率	108
図 18	降雨がない場合のクラウドシャイン、吸入及びグランドシャイン 1 日間による RBE で重み付けた赤色骨髄への吸収線量 ($\text{AD}_{\text{赤色骨髄}}$)	111
図 19	降雨がある場合のクラウドシャイン、吸入及びグランドシャイン 1 日間による RBE で重み付けた赤色骨髄への吸収線量 ($\text{AD}_{\text{赤色骨髄}}$)	111
図 20	ITB 剤を服用した場合の吸入による RBE で重み付けた胎児の吸収線量 ($\text{AD}_{\text{胎児, 吸入}}$)	112
図 21	ITB 剤を服用せずに屋内退避した場合の吸入による RBE で重み付けた胎児の吸収線量 ($\text{AD}_{\text{胎児, 吸入}}$)	112
図 22	吸入による実効線量 ($\text{E}_{\text{吸入}}$)	113
図 23	ITB 剤を服用した場合の吸入による胎児への等価線量 ($\text{H}_{\text{胎児, 吸入}}$)	114
図 24	典型的な気象条件 (安定度 D) における 0.5 km 地点でのプルーム濃度に対する相対値を放出点からのプルーム移行距離の関数として図示	115
図 25	防護措置の実施を必要とするおおよその面積と発電所から境界までの距離との関係	116
図 26	定格電力が異なる発電所からの放出の際に ITB 剤を服用せずに屋内退避を行う場合の吸入による胎児の吸収線量 ($\text{AD}_{\text{胎児, 吸入}}$)	117
図 27	3000 MW(th)程度の原子力発電所における炉心熔融及び早期格納容器破損を仮定した場合に様々な防護措置に対して RBE で重み付けた赤色骨髄の吸収線量が 2.0 Gy を超過する確率	120
図 28	3000 MW(th)程度の原子力発電所における炉心熔融及び早期格納容器破損を仮定した場合に様々な防護措置に対して RBE で重み付けた赤色骨髄の吸収線量が 0.5 Gy を超過する確率	121

図 29 OIL1 及び OIL2 を策定する際に、被災地域で生活する場合の重要な被ばく経路として考慮されたもの	129
図 30 OIL 1 の初期設定値の選択に関する根拠	130
図 31 OIL 2 の初期設定値の選択に関する根拠	130
図 32 OIL3 を開発する際に考慮した経口摂取に係る重要な被ばく経路	133
図 33 OIL 3 の初期設定値の選択に関する根拠	133
図 34 OIL4 を策定する際に考慮された皮膚に付着した放射性物質に係る重要な被ばく経路	135
図 35 OIL の初期設定値 4 の選択に関する根拠	135
図 36 ^{131}I に対して選択された OIL 7 の初期設定値の選択に関する根拠	137
図 37 ^{137}Cs に対して選択された OIL 7 の初期設定値の選択に関する根拠	137
図 38 赤色骨髄に対する致死の外部被ばく、及び胎児に対する致死の外部被ばくのしきい線量 (AD_{05}) の線量率依存性	142

表リスト

表 1	緊急事態区分の説明	19
表 2	緊急時重点区域及び距離の説明	26
表 3	緊急時重点区域及び距離の推奨される大きさ	27
表 4	全面緊急事態における公衆への緊急防護措置と他の対応措置	30
表 5	医学追跡調査のための個人の確認	39
表 6	OIL1、OIL2 及び OIL3 に係るモニタリングの完了時間及び目的	43
表 7	地上沈着の線量率に対する OIL1、OIL2 及び OIL3 の初期設定値	44
表 8	皮膚の線量率に対する OIL4 の初期設定値	46
表 9	食物、ミルク及び飲料水における標識 ^{131}I 及び ^{137}Cs の濃度に対する OIL7 の初期設定値	47
表 10	甲状腺からの線量率に対する OIL8 の初期設定値	48
表 11	原子力又は放射線緊急事態に関する特定の条件と公衆の行動に関連した放射線による健康への危険性の見通しを与えるための体系の説明	66
表 12	計測された量に対するチャートの適用可能性	69
表 13	最も一般に使用されている接頭辞からチャート内で使用されている接頭辞への変換	70
表 14	よく用いられている SI 接頭辞	70
表 15	放射線被ばくにとまなう健康への危険性の評価においてよく見られる誤り	86
表 16	炉心又は使用済燃料プールからの放出後に可能性のある健康への危険性を評価し、見通しを与える際に考慮すべき線量	91
表 17	最低限の対応能力に関するチェックリスト	100
表 18	対応の現実	102
表 19	緊急時重点区域の範囲を決定するために使用される線量基準	106
表 20	放出の特徴	107
表 21	気象条件	108
表 22	公衆の行動に関する線量低減係数	109
表 23	確率的影響を低減するための早期防護措置に関する包括的判断基準	122
表 24	OIL の初期設定値に関する説明	127
表 25	炉心又は使用済燃料プールからの放出に関する健康への危険性レベルを定義するために利用された線量基準	140
表 26	チャート 5 に与えられた健康への危険性の異なるレベルを示す線量	144
表 27	「健康を損なう恐れ」を示す線量について、炉心又は使用済燃料プールからの放出の際に RBE で重み付けられた吸収線量は甲状腺等価線量及び胎児等価線量とどのように関連付けられるか	145

チャートリスト

チャート 1	LWR 又は RBMK の炉心又は使用済燃料プールからの放出後、被災地域で生活する健康への危険性と線量率の関係	73
チャート 2	LWR 又は RBMK の炉心又は使用済燃料プールからの放出後、皮膚上の放射性物質による健康への危険性と線量率との関係	75
チャート 3A	LWR 又は RBMK の炉心又は使用済燃料プールからの放出の影響を受けた食物、ミルク及び飲料水の 1 日での消費による健康への危険性と、食物、ミルク及び飲料水中の Cs-137 濃度との関係	77
チャート 3B	LWR 又は RBMK の炉心又は使用済燃料プールからの放出の影響を受けた食物、ミルク及び飲料水の 1 日での消費による健康への危険性と、食物、ミルク及び飲料水中の I-131 濃度との関係	79
チャート 4A	LWR 又は RBMK の炉心又は使用済燃料プールからの放出の影響を受けた食物、ミルク及び飲料水の 1 年での消費による健康への危険性と、食物、ミルク及び飲料水中の Cs-137 濃度との関係	81
チャート 4B	LWR 又は RBMK の炉心又は使用済燃料プールからの放出の影響を受けた食物、ミルク及び飲料水の 1 年での消費による健康への危険性と、食物、ミルク及び飲料水中の I-131 濃度との関係	83
チャート 5	LWR 又は RBMK の炉心又は使用済燃料プールからの放出後に計算された臓器線量に対する健康への危険性の把握	95
チャート 6	LWR 又は RBMK の炉心又は使用済燃料プールからの放出後に計算された実効線量の評価	97

This is a blank page.

1. はじめに

1.1. 背景

原子力発電所における炉心又は使用済燃料プール内の燃料の損傷をともなう緊急事態は、死亡、重大な健康影響¹及び心理的影響の原因となり、また、住民に経済的影響や社会的影響をもたらす。このような影響は防護措置と他の対応措置の迅速な実行によって防止又は緩和できる。

損傷した燃料から大気中に放出された放射性物質はプルームを形成するであろう。最も過酷な緊急事態において仮に防護措置が講じられないとすると、このプルームにより原子力発電所の周辺 2 から 5 km内の住民に放出後数時間内に傷害や死亡をもたらす可能性がある。これらの傷害は、プルーム中の放射性物質の吸入及び外部被ばく、また地面に沈着した放射性物質からの放射線による被ばくの結果であろう。これらの傷害を最も効果的に防止するためには、プルームの到達前に防護措置が講じられる必要がある。したがって、施設で過酷な状況²が検出されたときに開始する必要がある。環境モニタリングの結果を得るがために遅れがあってはならない。原子力発電所からさらに遠い約 15 から 30km内では、プルーム中の放射性物質の吸入が、がんの発生率を増加させる結果となる可能性がある。したがって、これらのがんを最も効果的に防止するためには、プルームの到達前に防護措置が講じられる必要がある。環境モニタリングに基づいて防護措置を実行することはできない。

効果的であるためには、原子力発電所で炉心又は使用済燃料プール内の燃料が重大な損傷に至る状況を検知したら、まず発電所から 3 から 5 km内にいる人、次に 15 から 30 km内にいる人に対して、防護措置を迅速に実行する必要がある。迅速に実行するとは、重大な放出³が始まる前に行動するということである。放出の時期は予測できないので、炉心又は使用済燃料プール内の燃料の損傷が発生した、又はこれから発生することを示すあらかじめ定められた判断基準を超えたら、原子力発電所周辺では、住民を防護する措置が最も効果的であるために、直ちに開始される必要がある。運転員は重大な放出の前に警告を与えるために少なくとも数時間、可能ならば数日の余裕を持つべきであり、それによって放出が発生する前に防護措置を開始する機会が得られる。

発電所の運転員による核燃料の損傷に至りうる状況の通報に基づいて、敷地外的意思決定者⁴が緊急防護措置（例えば、避難又は甲状腺ブロッキングのためのヨウ素剤服用）を実

¹ 「重大な健康影響」とは重篤な確定的影響と確率的影響、すなわち放射線誘発のがんである。

² 過酷な状況とは、原子力発電所で全面緊急事態（3章参照）の区分に至る事象である。

³ 「重大な放出」とは、敷地外で緊急防護措置が必要な大気中への放出である。

⁴ 協議をせずに公衆を防護する措置を直ちに実行する権限と責任をもつ敷地外の人。

行するために迅速に活動することに失敗すると、避けがたい重大な健康影響の発生に至る。どうするか決定するための会合をもつ時間はない。付属書Iに、公衆の重大な健康影響を防止又は緩和するために迅速な措置が必要なことを示す分析を載せている。しかしながら、防護措置は、それが安全にできる場合、そして特殊な施設にいる人（例えば、病院で集中治療中の患者又は療養施設の人）を含め、避難⁵又は移転している人の生命を危険にさらさない場合にのみ、着手する必要がある。

また、放出によってその場所にいる人が数日から数週間うちに国際包括的判断基準(GC)[1]を超え、放射線誘発がん（すなわち、確率的影響）のリスクを低減するために防護措置が正当化されるようなホットスポット⁶に至るような放射性物質の沈着が起り得る。このようなことは、主として原子力発電所から約 50 から 100 km以内で問題となる。したがって、放射性物質の放出後には、1日の間の避難、1週間から1ヵ月の間の移転を正当とするホットスポットを確認するためにモニタリングを行う必要がある。モニタリングの結果は、もし超えたら対応措置を発動する運用上の介入レベル(OILs)初期設定値と比べる必要があるだろう。このようなOILsは、緊急事態の開始後に作成するには時間がないので、前もって準備段階に作成される。

1979年米国のスリーマイル島、1986年旧ソ連邦のチェルノブイリ及び2011年日本の福島での事故は皆、感情が高まり、当局や科学界の信用が失われているという緊急事態の最中に、正当化された防護及び他の対応措置に対する判断基準を設定することは不可能であることを示した。さらに、この過去の経験では、あらかじめ定められた判断基準の不備が原因の遅れのため、意思決定者は防護措置を実行するために直ちに行動することができないことが示された。

原子力発電所から100 km以上の距離でのプルームからの放射性物質の沈着は、また、甲状腺がんをもたらすレベルでの食物、ミルク及び雨水の汚染をまねき、摂取制限の国際包括判断基準[1]を超える可能性がある。この沈着のパターンは非常に複雑なので、食物制限が必要となるすべての場所を効果的に確認するために、十分な地域をモニタリングすることは不可能である。したがって、必須でない⁷地域産物、野生産品（例えば、きのこや猟鳥獣類）、放牧家畜のミルク、雨水⁸、家畜飼料⁹及び商品の迅速な防護と制限は、モニタ

⁵ 5.2節で議論するように、避難が安全に実行できる場合には、放出が始まっているという理由で避難を遅らせてはならない。

⁶ ホットスポットの説明は、6.3節参照のこと。

⁷ 必須の地域産物、ミルクや飲料水の制限は、栄養不足や他の健康影響をもたらす得るので、代替品が利用できる場合のみ、必須の地域産物を制限する必要がある。

⁸ 雨水を集めて希釈しないで直接必須でない飲料水として消費する場合は、制限されよう。他の飲料水源（例えば、井戸、貯水池又は河川）は、希釈によって十分汚染レベルが低いであろう。試料分析があらかじめ定められたレベルを超えた場合は、制限する必要があるであろう。

リング又はサンプリングを行う前に実行する必要がある。

原子力緊急事態の最も重大な影響の中には、心理的、経済的及び社会的影響もあった。さらに、緊急事態において、公衆、敷地外の担当官及びその他の人¹⁰が益より害のある不適切な措置¹¹を講じた場合もある。これは、しばしば以下が原因である：(a)状況は安全で、いかなる防護又は他の対応措置も必要ない場合なのに、明確に情報を伝えていない、(b)緊急事態で起こるかもしれない健康への危険性を見通しを分かりやすい言葉で説明していない、(c)その他の人や公衆の懸念にすぐに対応しない。したがって、意思決定者は、状況は安全で、いかなる防護又は他の対応措置も必要ない場合、公衆を広範に安心させることが必要であろう。さらに、敷地外の意思決定者は、公衆やその他の人々に、分かりやすく、正確で一貫した方法で健康への危険性を説明できる必要があるだろうし、彼らの懸念に対処する用意がある必要がある。それには、緊急事態の最中に報告されるすべての情報について、健康への危険性の点から見通しを与えるような単一のメッセージを提供するために、あらかじめ準備する必要がある。

まとめると、炉心又は使用済燃料プール内の燃料の重大な損傷を含む緊急事態が生じた場合の敷地外意思決定者の目的は：

- 燃料の重大な損傷に至る状況¹²がプラントで検知された場合、迅速に活動し、重大な放出の前に3から5 km以内の公衆に対して緊急防護措置を開始することによって、傷害や死亡を防止する；
- 燃料の重大な損傷に至る状況がプラントで検知された場合、以下の活動を迅速に開始することによって、確率的影響（がん）[1]のリスクを低減し、経済的影響を低減するために防護措置及び他の対応措置が正当化される国際的なGC以下に公衆の線量を保つ：
 - 原子力発電所から約15から30 km内の公衆に対する防護措置
 - 原子力発電所から約100から300 km内の必須でない地域産物、野生産品（例えば、きのこや猟鳥獣類）、放牧家畜のミルク、雨水、家畜飼料¹³及び商品の制限；
- 避難又は移転が必要となるホットスポットの位置を確認するために、約50から100

⁹ 外に貯蔵した家畜飼料にだけ適用する。食物の代替が利用できないならば、制限は適用すべきでない。

¹⁰ 「その他の人」とは、全面緊急事態の宣言に従って、通常の仕事を行う人を指す（例えば、被災地域から又はその地域の中で人の輸送や処置を行う医療従事者）。

¹¹ 不適切な措置には、正当化されない自発的な墮胎、死の原因となるような不安全な避難、不必要な輸入制限、被災地域からの人々に汚名を着せ避ける行為、被災地域からの患者の受け入れ拒否、安定ヨウ素による甲状腺ブロッキング（ITB）の目的で適切でない形態のヨウ素を使用すること（消毒用ヨウ素液）が含まれる。

¹² 全面緊急事態条件（3章参照）

¹³ 野外の家畜飼料のみ、代替品が利用できない場合に制限する。

km の距離までモニタリングを実施することによって、確率的影響[1]のリスクを低減するための防護措置及び他の対応措置が正当化される国際的な GC 以下に公衆の線量を保つ。

- 以下の方法で、心理的、経済的、社会的影響を防止又は低減する：(a) 状況が安全で、いかなる防護又は他の対応措置も必要としない場合に、明確に情報を伝える、(b) 緊急事態で起こるかもしれない健康への危険性を見通しを分かりやすく説明する、(c) 公衆の懸念に迅速に対応する、(d) すべての貿易品は国際基準を満たしていることを保証し、そういった管理がなされていると利害関係者（例えば、他の国）を安心させる。

1.2. 目的

本書は、軽水炉(LWR)の炉心又は使用済燃料プール内の燃料、もしくは、他の使用済燃料プールの燃料の実際のあるいは予想される重大な損傷をとまなう緊急事態の発生時に意思決定し行動する責任のある人たちに、公衆の防護に必要な活動への理解を促すものである。本書は、緊急事態への対応で、防護措置及び他の措置を講ずるのに準備段階で必要となるツールや判断基準を作成するための基礎を提供する。また、緊急事態への対応に直接使用することも可能である。

1.3. 範囲

本書は、最新の IAEA 安全基準[1, 2]と 2011 年の日本の東京電力福島第一原子力発電所の事故からの教訓[3, 4]を含む過去の緊急事態からの教訓に基づいている。軽水炉(LWR)の炉心又は使用済燃料プールの重大な燃料損傷をとまなう緊急事態に対する緊急時対応の取り決めに焦点を当てる。しかしながら、ツールや判断基準は他の炉型にも適用可能である。測定量や線量と予想される健康への危険性を見通しを結び付けた OIL や図は、RBMK 炉からの放出にも使用できるが、CANDU 炉（カナダ型重水炉）には適用できないかもしれない。

本書は、(a) 熱出力 100 MW(th)以上の出力の軽水炉と、(b) 燃料の過熱と損傷を防ぐために、積極的に冷却する必要がある炉心燃料を含む使用済燃料プール、に適用される。熱出力 100 MW(th)以下の出力の原子力発電所における緊急事態では、敷地外¹⁴で緊急防護措置又は他の措置を正当とする大気中への放出の可能性に至るものは、ほとんど起こりえないと考えられる。したがって、熱出力 100 MW(th)以下の出力の原子力発電所は、本文書では考慮しない。

¹⁴ 重篤な確定的影響又は最終的に集団の中で放射線誘発がん発生の検出可能な増加に至る大気への放射性物質の放出の可能性が、敷地外における緊急防護措置及び他の対応措置を正当とする緊急事態となる。

1.4. 構成

運営の考え方の導入後、本書の主要な章は、緊急事態に関連した論理的な流れに沿って構成されている。すなわち、あらかじめ定められた緊急事態区分システムに基づいて原子力発電所の過酷な状況を検知して対策を講じ、モニタリング結果があらかじめ定められた運用上の介入レベルを超えたら、住民への情報伝達を通して、それに基づいて対策を講ずる。本書の最後には、緊急事態への準備能力の中間的な履行と全履行に関連したガイダンスを与える。付属書には、支援情報や背景を記す。

2. 全体の概念

2.1. 運営の考え方の例

運営の考え方は、緊急時対応を計画する際に用いる対応の簡単な説明である。これは、対応能力の開発に参加するすべての人が共通のビジョンを共有することを確実にするために、準備段階の初めに作成しておく必要がある。

この運営の考え方では、炉心又は使用済燃料プール¹⁵内の燃料の実際の又は予想される重大な損傷を含む過酷な緊急事態が発生したときに、1.1 節で与えた目的を満足するように講じられる対応の例が示される。この運営の考え方は出発点であって、効果的であるためには、その場の状況に適合させる必要がある。本文書ではその詳細な対応を示す。運営の考え方の例におけるステップを 2.2 節にまとめる。

緊急事態は、原子力発電所又は使用済燃料を貯蔵している施設における事象（例えば、安全系の喪失）の発生で始まり、その事象は、公衆を防護するのに効果的であるために、放出の前か直後に敷地外で緊急防護措置を正当とする状況（例えば、重大な燃料損傷）に至る。

事象（又はその兆候）の検出約 15 分以内に、原子力発電所の当直長は原子力発電所であらかじめ定められた条件や機器の読み値に基づいて全面緊急事態を宣言する。この機器の読み値は緊急時活動レベル（EALs）と呼ばれ、全面緊急事態の宣言に基づいて各対応機関はあらかじめ定められた活動を行うので、全面緊急事態の宣言がすべての対応機関によって調整された対応を発動することになる。原子力発電所職員も、放出を防止又は緩和するために、可能なすべての敷地内活動を直ちに行い、敷地内の人を防護する迅速な活動を行う。

事象（又はその兆候）の検出 30 分以内に、当直長は、あらかじめ定められた原子力発電所周辺の緊急時重点区域及び距離（すなわち、予防的措置区域(PAZ)、緊急防護措置計画区域(UPZ)、拡大計画距離(EPD)及び飲食物摂取及び日用品計画距離(ICPD)¹⁶）内の公衆のリスクを低減するために、緊急防護措置を迅速に行う必要のある場所の管轄権に責任を持つ敷地外の意思決定者に通報する。当直長は敷地外の意思決定者に、これらの地域内の公衆を防護するために必要なあらかじめ定められた緊急防護措置（例えば、避難、移転、安定ヨウ素による甲状腺ブロッキング(ITB)、食物制限）の実施を直ちに開始するよう勧告する。

¹⁵ さらに情報を得るためには、2.5 節参照。

¹⁶ 緊急時重点区域及び距離に関するさらなる情報は 4 章参照。

事象（又はその兆候）の検出 45 分以内に、敷地外の意思決定者はあらかじめ定められた緊急防護措置の実行、すなわち、PAZとUPZ内の原子力発電所周辺の人々に警告（例えば、サイレンとサイレンの意味を説明する拡声器で）し、メディア（すなわち、ラジオ、テレビ、インターネットのウェブサイト、新聞、雑誌、ソーシャルメディアを含む公衆への情報伝達手段）を通して彼らにとるべき活動を知らせることを開始する。これは迅速な意思決定の準備と事前に録音したメッセージを準備しておけば可能である。PAZ内では、公衆に直ちにITB剤¹⁷の服用を指示し、安全に¹⁸避難できる限り直ぐに避難するように指示する必要がある。避難の前には、公衆に屋内退避を指示する必要がある。UPZ内では、公衆に直ちにITB剤の服用を指示し、避難の指示があるまでは屋内退避を指示する必要がある。重大な大気放出の可能性がある場合には、UPZ内の住民には、PAZの避難に遅れない範囲で、安全¹⁸に避難できる限り直ぐに避難するように指示する必要がある。UPZ内の避難は、直ぐにリスクのある地域を最初に避難させる（例えば、予想風向を考慮する）、あるいは、最も効果的に実行可能な方法（例えば、現状の道路ネットワークを最適化して）で段階的に行うかもしれない。しかしながら、最終的には、放出中又は可能性¹⁹のある重大な放出の期間を通して風向は変化するので、すべての方向で避難が必要となるだろう。敷地外の意思決定者は、また、食物、水、ミルク又は商品の汚染がリスクとなる地域（すなわち、ICPD内）の人に以下の指示をする：(a) 放牧家畜に貯蔵（覆いをかけた）飼料を与える、(b) 雨水を直接使う飲料水供給施設を保護する、(c) 必須でない地域産物、野生産品（例えば、きのこや猟鳥獣類）、放牧家畜のミルク、雨水、家畜飼料の消費と流通を制限する、及び(d) 再評価を行うまで商品の出荷を制限する。

事象（又はその兆候）の検出 1 時間以内には、準備計画の一部として前もって指示されていたので、公衆は勧告された防護措置の実施を直ちに開始する。

放射性物質の放出に続いて、避難させていない地域は迅速にモニタリングを行う。運用上の介入レベル（OILs²⁰）と呼ばれるあらかじめ定められた運用上の判断基準に基づいて、追加の防護措置又は他の対応措置を正当とする地域を確認する。目標は、以下が必要となるあらかじめ定められたOILsを超える地域を決定することである：

- 1 日以内の避難
- 1 週間から 1 ヶ月以内の移転、及び

¹⁷ ITB 剤は、自宅、学校、職場、病院及びその他特定施設にあらかじめ配布されている場合のみ迅速な服用が可能である。

¹⁸ 安全に避難するとは、避難している人の生命に危険が及ばないことを意味する。例えば、病院又は療養所の患者は、直ぐに危険が及ぶ状況であるなら、直ちに避難する必要はない。こうした患者が安全に移動できるまでは、避難は遅らせる必要がある。

¹⁹ 全面緊急事態（3 章参照）。

²⁰ OILs に関するさらなる情報は 6 章を参照のこと。

- 食物摂取による線量が国際基準²¹を超えるような場所での、地域産物、放牧家畜のミルク、雨水、家畜飼料を数日の間に制限する。

原子力発電所の運営機関は、敷地内の人、あるいは敷地外から対応に来た人をすべての起こり得る危険性から確実に防護しなければならない。ひどく汚染又は被ばくした人、あるいは避難した人で治療が必要な人（例えば、介護施設や病院の患者）は、EPD 外にあり、あらかじめ定められた手順に従って、汚染や被ばくした個人をスクリーニングし、処置するように準備ができていた病院に連れて行く。汚染された個人を輸送し処置する人達は、躊躇なくそれを実行する。なぜなら、一般的予防策（感染源からの防護に使用される、手術用マスクと手袋）を用いれば、安全に実行できることが分かっているからである。被ばくした個人を処置する医者は、過剰被ばくを扱った経験のある国の専門家の意見を求める。汚染又は被ばくした個人の処置の支援は、参考文献[5]に従って IAEA あるいは世界保健機関を通しても得ることができる。UPZ 外に数時間後には、避難民を登録し、手順に従い、モニタリング及びスクリーニングを行い、あらかじめ定められた判断基準に基づいて、迅速な医療処置が必要かどうか、あるいはその後の医学追跡調査のための登録が必要かどうか決定するためのセンターを設立する。重篤な確定的影響の兆候を示す人は、EPD 外にあるあらかじめ定められ準備された病院で検査と治療を行う。

公衆に警告がなされて直ぐに、単独の正式な広報官による記者会見が行われる。共同会見は、公衆及び他の利害関係者に単一の分かりやすいメッセージを提供するために、原子力発電所の運営機関、地方と国の担当者の参加の下で定期的に行われる。会見では、起こり得る健康への危険性の観点から情報を把握し、公衆や他の人々の懸念に回答する。どんな場合でも、公衆や他の人々には、彼らが安全で利益は守られていることを確実にするために講じられている措置についてだけでなく、彼らにとっての危険性や自分でそのリスクを低減するために行うことのできる措置について分かりやすい言葉で説明を行う。これは、公衆あるいはメディアによって緊急事態と認識されたすべての事象に適用される。公衆や他の人々が行っている不適切な対応²²を確認し対処するため、また起こるかもしれない新たな懸念に対処するために、メディア（インターネットのウェブサイトやソーシャルメ

²¹ モニタリングは、地域産物、放牧家畜のミルク、雨水を直ちに制限する必要がある場所を確認するために用いられる。これは、食物摂取によって国際基準を超える線量に至るであろう場所に対して、時間のかかる環境試料のサンプリングと分析の結果が利用できるようになる前に制限することで行われる。しかしながら、食物摂取制限経路を防護する活動には、モニタリングの判断基準を超える場合に限定されるのではなく、(a) 管理が適切か確認し、(b) 追加の制限を課し、(c) 代替食物を提供し、(d) 制限を解除する、ために、被災地域全体でできるだけ早く、食物、ミルク、水のサンプリングと分析のプログラムを確立できるようにすることも含まれる。

²² 不適切な措置には、正当化されない自発的な避難、死の原因となるような不安全な避難、不必要な輸入制限、被災地域の人々に汚名を着せ避ける行為、被災地域の患者の受け入れ拒否、安定ヨウ素による甲状腺ブロッキング (ITB) の目的で適切でない形態のヨウ素を使用すること (消毒用ヨウ素液) が含まれる。

ディアを含め)を絶えずモニターする。

事象(又はその兆候)の検出数時間以内には、地方と国のすべての対応機関を含む全緊急時対応が活動し、単一の緊急時指揮システム(ECS)の下に運営される。ECSの詳細については、参考文献[6]²³の付録13を参照のこと。

事象(又はその兆候)の検出1日以内には、すべての貿易品が国際基準を満たしていることを確実にするために管理が実行され、そのような管理がなされていることで利害関係者(例えば、他の国)を安心させる。

1週間以内に、管理がすでに確立している場所以外で、食物、水及びミルクの管理が適切であることを検証するためのサンプリングと分析プログラムを実行し、適切に制限を解除する。

2.2. 対応例における防護措置と他の対応措置のまとめ

重大な燃料損傷(すなわち、全面緊急事態)に至る状況の確認に基づいて、図1に示すように以下のステップをとる：

ステップ1. 15分以内に、当直長は緊急事態区分システムの中で原子力発電所のあらかじめ定められた条件及び計器の読み取り値に基づいて全面緊急事態を宣言する(EAL超過)。

ステップ2. 30分以内に、当直長はPAZ、UPZ、EPD及びICPD内の公衆を防護する責任を持つ敷地外的意思決定者²⁴に通報²⁵する。

ステップ3. 45分以内に、敷地外的意思決定者は5章で詳しく述べるように、公衆に対して迅速な防護措置の実行を開始する。

- PAZ内の人に、直ちに指示する：
 - ITB剤の摂取
 - 不注意による経口摂取の低減²⁶
 - UPZを超える安全な避難^{27,28}
- UPZ内の人に、指示する：

²³ ECSは、参考文献[6]では現場指揮システム(ICS)と参照されている。

²⁴ PAZ、UPZ、EPD内の管轄権及び他の国の管轄権を含めたICPDの管轄権を含む。

²⁵ 敷地外の単一の通報拠点に連絡することで達成される必要がある。そのため、複数の通報は必要ない。

²⁶ 飲んだり食ったり喫煙しないよう、手を洗うまでは手を口から離す、地面で遊ばない、ダストを巻き上げて取り込むような活動をしないという助言を行う。

²⁷ 迅速な避難が可能でない場合(例えば、雪、洪水、あるいは輸送手段の不足、あるいは病院のような特殊な施設)、公衆は安全な避難が可能になるまで屋内退避する必要がある。

²⁸ 「安全な避難」又は「安全な移転」とは、避難又は移転している人の生命に危険が及ばないという意味である。例えば、病院や療養施設の患者は、それで直ぐに危険になるならば、直ちに避難や移転をする必要はない。これらの患者が安全に移動できるまで、避難や移転を遅らせる必要がある。患者や特別の世話が必要な人は、複数回の避難が必要ないことを確実にするためEPD外に避難すべきである。5.2節で議論するように、放出が始まっていると言う理由で、避難を遅らせない。

- 避難まで屋内に留まる（屋内退避）。
- 直ちに ITB 剤を摂取
- 直ちに不注意による経口摂取²⁶の低減
- PAZの避難に遅れがないなら重大な大気放出が続いている場合、安全に避難する。^{27, 28, 29}
- 直ちに避難できない PAZ、UPZ 内の人に、指示する：
 - ITB 剤を摂取
 - 屋内に入る（できれば、大きなビル^{30, 31}に退避）、窓とドアを閉め、今後の指示を得るためにラジオ又はTVを聞く。屋内退避は 1 日以上実施すべきでない。
 - UPZ 外への避難が安全に²⁸実施できるように準備する。
- 輸送機関の責任者に UPZ を回避するように指示
- 不注意による経口摂取を²⁶低減するための対策を EPD 内の人に指示
- ICPD 内の人に指示
 - 放牧家畜に、適切にできるだけ保護された飼料（例えば、カバーをかけた）を与える。
 - 食物と飲料水源を保護する（例えば、雨水収集管を外す）。
 - 濃度レベルを、OIL7³²を使用して評価するまでは、必須でない³³地域産物、野生産品（例えば、きのこや猟鳥獣類）、放牧家畜のミルク、雨水³⁴、家畜飼料³⁵の消費及び出荷を中止する。
 - 評価するまで商品の出荷を中止する。

ステップ 4. 1 時間以内に、公衆は勧告された緊急防護措置の実施を開始する。

ステップ 5. 数時間以内に：

- 単独の正式な広報官が記者会見を行い、広報センター³⁶で原子力発電所

²⁹ UPZ 内の避難は、直ぐにリスクのある地域を最初に避難させる（例えば、予想風向を考慮する）、あるいは、最も効果的に実行可能な方法（例えば、現状の道路ネットワークを最適化して）という、段階的なやり方があるだろう。しかしながら、放出期間中あるいは重大な放出の期間に風向が変化することがあるので、UPZ 内での避難は最終的に全方向に対して必要となる可能性がある。

³⁰ 大きなビルは、「堅固な」避難所とも呼ばれる。

³¹ 屋内退避が（特別の施設、例えば、病院に対して）最初の防護措置として準備された場合、前もって、取り決めをしておく必要がある。（5.3 節参照）。

³² 広範なオンラインの線量率モニタリングシステムによってカバーされる地域で生産された食物、ミルク、雨水の消費の制限は、あらかじめ定められた判断基準を超える線量率が検出されるまでは遅れが生じるであろう。

³³ 必須の地域産物、ミルクや飲料水の制限は、栄養不足や他の健康影響をもたらし得るので、代替品が利用できる場合のみ、必須の地域産物を制限する必要がある。

³⁴ 雨水を集めて希釈しないで直接必須でない飲料水として消費する場合だけは、制限されよう。他の飲料水源（例えば、井戸、貯水池又は河川）は、希釈によって十分汚染レベルが低いであろう。試料分析が OIL7 の値を超えた場合は、制限する必要があるであろう。

³⁵ 外に貯蔵した家畜飼料にだけ適用する。食物の代替が利用できないならば、制限は適用すべきでない。

³⁶ 住民広報センターは、緊急事態に関してメディアに公表するすべての公式情報を調整する場所である。

の運営機関、地方及び国の担当者の参加のもとで共同記者会見を開始する；

- 公衆及び他の利害関係者に、健康への危険性に関する見通しのある情報を一貫した理解できるメッセージで提供し、またどんな懸念に対しても回答する；
- 不適切な対応がとられていないかを確認、対処し、また起こるかもしれない新たな懸念に対処するため、公衆、その他及びメディア（ウェブサイト及びソーシャルメディアを含め）の行動を絶えずモニターする。

ステップ 6. 数時間以内に：

- PAZ 及び UPZ 内にいた人を登録し、皮膚又は甲状腺モニタリングの結果が OIL4 又は OIL8 を超えた人を確認するためモニターを行い、(2.3 節に従って) 医療スクリーニングを実施するため、UPZ 外にセンターを設立する；
- 汚染³⁷及び被ばくした個人の処置の準備のために病院に警告する。被ばくした個人を処置する医者は過剰被ばくや汚染患者を扱った経験のある国の専門家の相談を受ける³⁸。また、参考文献[5]に従ってIAEA又は世界保健機関を通して支援がえられるであろう。

ステップ 7. 1 日以内に OIL1 を超える場所をモニタリングし、その場所で：

- その地域に居住する住民を安全に避難^{27, 28}させる；
- 表 7 に示される他の対応措置を講ずる。

ステップ 8. 1 日以内にすべての貿易品が国際基準を満足することを確実にし、5.9 節で議論するような管理がとられていることで利害関係者（例えば、他の国）を安心させるため、管理の実施を開始する。

ステップ 9. 数日以内にICPD外でOIL3 を超える場所をモニタリングし、その場所で³⁹；

- 追加の食物制限を実施する；
- 表 7 で示されるように、地域産物、ミルク、雨水³⁴及び家畜飼料³⁵の消費と出荷を制限する。

ステップ 10. 1 週間以内に、食物、飲料水及びミルクの濃度が表 9 の OIL7 の値以下であることを確実にするために、それらの管理が適切であることを保証するサンプリング及び分析計画を実行する。

³⁷ 感染に対する一般的予防策（手袋、マスク等）は汚染した患者の処置をする人を十分防護する。

³⁸ 地元の医者は、普通このような評価を行うのに必要な専門知識を持ち合わせていない。

³⁹ 地域産物、放牧家畜のミルク及び雨水を直ちに制限する必要がある場所を確認するために、モニタリング及び OIL3 の値との比較が用いられる。なぜなら、明らかに OIL7 の値を超えるからである。しかしながら、食物摂取経路を防護する活動は、OIL3 の判断基準を超える場合に限定されるのではなく、(a) 管理が適切か確認し、(b) 追加の制限を課し、(c) 代替食物を提供し、(d) 制限を解除することを目的として、濃度が OIL7 を超えるか決定するため、被災地域全体でできるだけ早く、食物、ミルク、水のサンプリングと分析のプログラムを確立できるようにすることも含まれる。

ステップ 11.1 週間から 1 ヶ月以内に、OIL2 を超える場所をモニタリングし、その場所で：

- その地域に居住する住民を安全に移転²⁸させる；
- 表 7 に示される他の対応措置を講ずる。

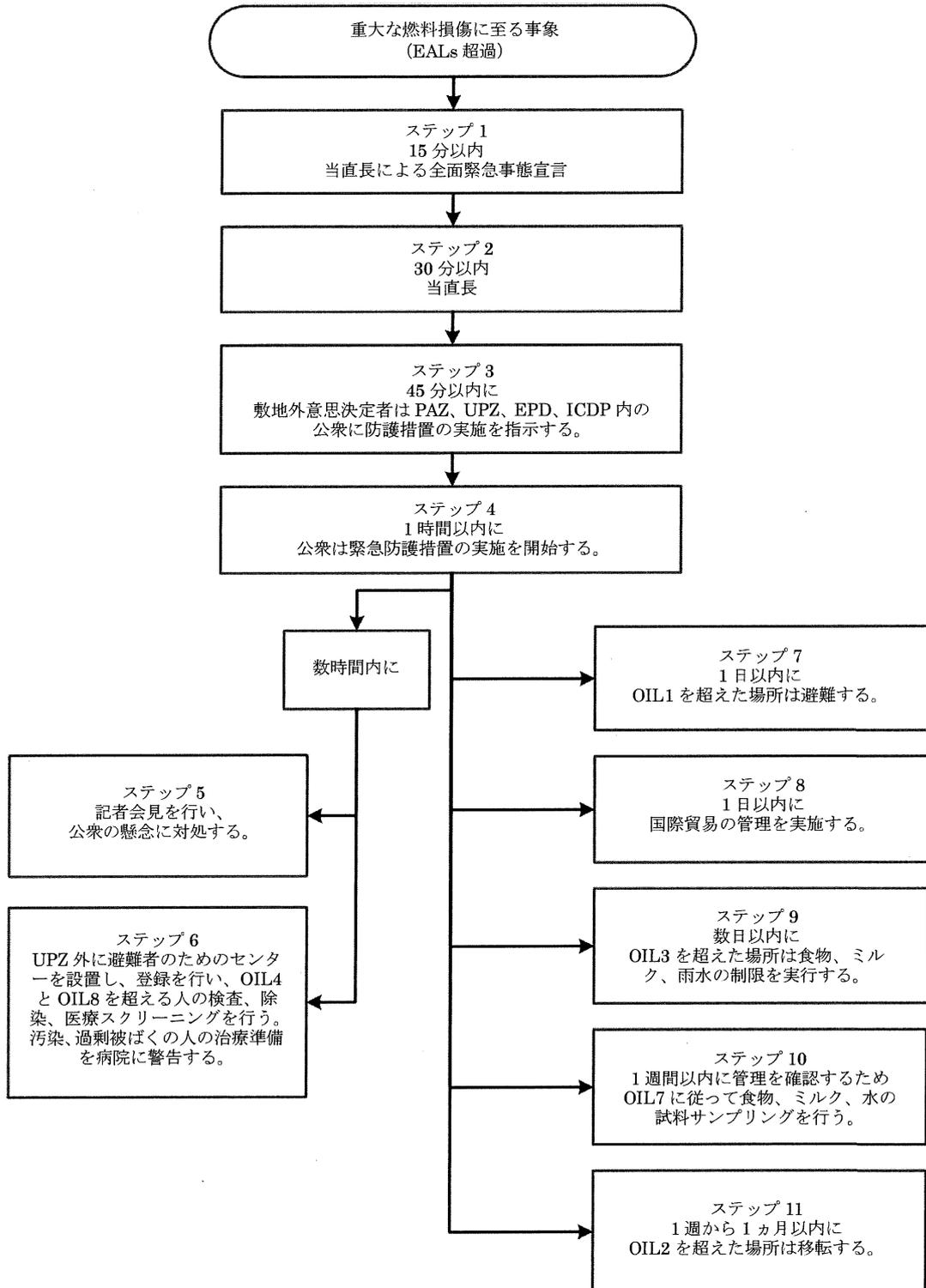


図 1 炉心又は使用済燃料プール内の燃料の重大な損傷に至ると予想される事象に対して講じられるステップ

5. 緊急防護措置及び早期防護措置と他の対応措置

炉心又は使用済燃料プールの損傷で生じた緊急事態に対応するために、2種類の防護措置及び他の対応措置が敷地外で実施される。

- 緊急防護措置及び他の対応措置が効果的であるためには、迅速(通常、数時間以内)に実施されることが必要である。実施が遅れた場合には、それらの効果は著しく低減するだろう。緊急防護措置及び他の対応措置には、安定ヨウ素による甲状腺ブロッキング(ITB)、避難、短期間の屋内退避、不注意による経口摂取を減らす対策、個人の除染、汚染された可能性のある食物、ミルク又は飲料水の摂取防止、及び医学検査を受診する必要がある人の確認が含まれる。
- 早期防護措置及び他の対応措置は、数日から数週間以内に実施されるが、それでもなお効果的である。最も一般的な早期防護措置及び他の対応措置は、移転、汚染された食物の長期間の摂取制限、医療スクリーニングを受ける必要がある人の登録である。

これらの措置は、2つの方法で開始することができる。一つ目は、全面緊急事態の宣言(表4を参照)を基に、あらかじめ定められた緊急時重点区域及び距離内で措置を開始することである。二つ目は、あらかじめ定められたOILとモニタリングの結果を比較し、OILを超える区域を確認した後で措置の実施を開始することである(6章を参照)。

表 4 全面緊急事態における公衆への緊急防護措置と他の対応措置

- 迅速に ITB 剤を服用^aし、不注意による経口摂取^bを減らし、UPZ 外に安全に避難するよう、PAZ 内の人々に指示する。
- UPZ 内の人々に対し、以下のことを指示する：
 - 避難するまで迅速に屋内に残り（屋内退避）、ITB 剤を服用^aし、不注意による経口摂取^bを減らす。
 - 重大な大気放出の可能性^dがあるならば、PAZ 内^fの公衆の避難も遅れないようにしつつ、できる限り速やかに UPZ 外に安全^eに避難するよう指示する。
- 安全^eに避難できない PAZ と UPZ 内の人々に、ITB 剤を服用^aし、屋内に入り（可能な限り、大きな建物で屋内退避^{g,h}）、窓やドアを閉め、さらなる指示をラジオやテレビで聞く、又はインターネットで確認するよう指示する。
- PAZ と UPZ を回避するように交通機関（空、陸、海）に指示する。
- EPD 内の人々に対し、沈着レベルが評価されるまで、不注意による経口摂取^bを減らすよう指示する。
- ICPD 内に以下の指示を出す：
 - 必要に応じて可能な限り、保護（例えば、覆いをかけた）飼料を家畜に与える。
 - 食物や飲料水の水源を防護する（例えば、雨水収集管を外す）。
 - OIL7 を用いて濃度レベルが評価されるまで、必須でない地域産物ⁱ、野生産品（例えば、きのこや猟鳥獣類）、放牧家畜のミルク、雨水、家畜飼料の流通や摂取を停止する。
 - 評価されるまで商品の流通を停止する。
 - すべての貿易が国際基準に適合することを保証し、利害関係者（例えば、他の国家）に安心を与えることができるような管理を行う。
- OIL4 又は OIL8 を超えているかどうか確かめるための登録とモニタリングを行い、2.3 節で示した勧告に従って除染及び医療スクリーニングを実施する。医学検査、診察及び追跡調査が正当かどうか決めるために、PAZ や UPZ 内にいた人々に対する被ばく線量を推定する。

- a もし避難を遅らせるのでなければ。
- b 飲食や喫煙をせず、手を洗うまで手を口に近づけない、そして、埃を摂取する原因となるグラウンドでの遊びやその他の活動をしないよう、助言する。
- c 「安全な避難」とは、避難する人々の生命を危険にさらさないことを意味する。患者や特別な配慮を必要とする人々は、何度も避難が必要にならないよう、EPD 以遠に避難すべきである。5.2 節で議論するように、放出が起こっていることを理由に避難を遅らせてはならない。
- d 全面緊急事態の条件（3 章を参照）。
- e 即時の避難が不可能な場合（例えば、雪、洪水、輸送手段の不足又は病院のような特別な施設）、実行可能であれば、安全な避難が可能となるまで一短期間のみ一公衆は大型建物に屋内退避する必要がある。
- f PAZ の避難は、UPZ の避難よりも優先される。もし必要なら、UPZ の避難は PAZ の避難を妨げなくなるまで、遅らせる必要がある。UPZ の避難は、差し迫ったリスクがある区域の人々が初めに避難するか（例：予想される風向きを考慮する）又は、最も効果的な方法（現在の道路網の最適化）で段階的に行われるかもしれない。しかしながら、結局のところは、UPZ では、放出期間又は重大な放出の可能性がある間に風向きが変わるので、全方向に避難する必要があるだろう。
- g 緊急事態準備のプロセスの一部として、特殊な施設（すなわち、住民が迅速に避難できない施設（例：病院や介護施設、刑務所）、対応の支援をするために必要な施設（例：通信用施設）、又はその他の危険を避けるために防護が必要な施設（例：化学施設））に配置された職員を緊急時作業員として指名し、防護することが必要となる（モニタリング及びびめやす値に対する規定(参考文献[1])の表 4 を参照のこと)。
- h 緊急時計画の取り決めを整備する場合には、屋内退避が最初の防護措置であると事前に定められた特殊な施設（例：病院）内の線量率のモニタリングに対する取り決めを、前もって策定する必要がある。
- i 地域産物とは、放出によって直接影響を受けるかもしれない土地で成長し、数週間以内に摂取される食物である（例：葉菜）。

5.1. 安定ヨウ素による甲状腺ブロッキング (ITB)

炉心燃料、あるいは炉心から最近取り出された燃料が過熱した時、大量の放射性ヨウ素が放出される。放出中にPAZ又はUPZから避難、又はこれらの区域内で屋内退避をする人々は、甲状腺を損傷するのに十分な放射性ヨウ素を吸入し、放射線誘発の甲状腺がんを生じる可能性が大きく増加する。さらに、甲状腺に放射性ヨウ素が集まるため、胎児の甲状腺の被ばくにより、胎児に重大な健康影響⁴⁶が生じるかもしれない（胎児の甲状腺は、妊娠の10週間後に活動する）。

吸入による放射性ヨウ素の甲状腺の取り込みは、安定（非放射性）ヨウ素を服用することで低減できる。これは、安定ヨウ素が甲状腺に満たされ、放射性ヨウ素の吸収を大きく減らすので、安定ヨウ素による甲状腺ブロッキング(ITB)又は安定ヨウ素予防 (stable iodine prophylaxis) と呼ばれる。効果的にするためには、取り込み前又は直後（すなわち、放射性ヨウ素の吸入又は摂取の2時間以内）に安定ヨウ素を服用する必要がある[12]。附属書Iで議論するように、PAZ 又は UPZ 内の人々の放射性ヨウ素の吸入による被ばくは、甲状腺や胎児への重篤な確定的影響をもたらすには十分であり、放出開始後に行われる避難や屋内退避は、これらの影響を防ぐには十分な防護措置ではない。それゆえ、これらの影響の可能性を減らすため、全面緊急事態（原子力発電所で放出の可能性を示す状況を検出）の宣言の直後に、PAZ 又は UPZ 内での家庭、学校、職場、病院及びその他の特殊な施設で迅速に服用できるよう、ITB 剤を使用説明書とともに事前に配布することが必要である。緊急事態において、ITB 剤を効果的に利用するために必要となる時間内に、これを配布することはできないかもしれないので、事前配布は必要である。これは、放射性物質の放出の時期は予測できず、炉心損傷後に放出はいつでも起こり得るからである。

世界保健機関 (WHO) は、保健当局の明確な反対の指示がない限り、ITB 剤を1回だけ服用すべきと勧告している[13]。ITB 剤の1回の服用は、通常、24時間の防護には十分である。長期間又は繰り返し被ばくした場合、保健当局は、何度も服用するよう勧告するかもしれない。そのような状況においても、新生児（1ヶ月未満）、妊娠又は授乳中の女性は、繰り返し服用すべきではない。

それゆえ、長期間での被ばく状況（24時間以上）に対して ITB 剤の複数回の服用は避難の代用にはならないかもしれない。ITB 剤の服用は、主に、取り決められた安全な避難を実行するまでの防護を提供するために行われる。

ITB は、安定ヨウ素を正しい用量で与えられれば、安全で効果的である。この点において、世界保健機関のガイダンス[13]に従う必要がある。

⁴⁶ 「重大な健康影響」とは、重篤な確定的影響と、確率的影響すなわち放射線誘発がんである。

5.2. 避難

放出前に行われる避難は、可能性のあるすべての経路からの被ばくを防ぐことができる。避難はまた、緊急事態の区域から人々を移動させるので、対応を管理する人々にとって、もはや喫緊の懸念とならなくなる。

付属書 I で議論するように、ITB 剤の服用と組み合わせて放出前に開始する PAZ 内での避難は、100 MW(th)以上の出力レベルのすべての原子力発電所における燃料の重大な損傷をともなう緊急事態が生じた場合の望ましい防護措置である。これは、重篤な健康影響の防止及び緊急防護措置又は他の対応措置が講じられることを要求する国際包括的判断基準 [1] を超える線量を防止するために必要とされる。

1000 MW(th)以上の出力レベルの原子力発電所に対しては、緊急防護措置又は他の対応措置を実施することを要求する国際包括的判断基準 [1] を超える線量を防ぐため、UPZ 内での避難が必要になる。

付属書 I はまた、大きな建屋での屋内退避は致死線量を防ぐことができ、すべての線量で相当な低減が得られることを示している。それゆえ、もし避難が遅れる、又は迅速な避難ができない場合（例：雪、洪水、交通手段の欠如又は病院などの特殊な施設での場合）、安全な避難ができるようになるまで、可能であれば公衆は大きな建物で屋内退避をする必要がある。

放出後に追加的な避難を行う必要がないように、患者及び特別の配慮を必要とする人々は、PAZ 及び UPZ から EPD の外側に避難させる。

PAZ 内での避難の遅れの原因となる交通渋滞又は「自主的避難」⁴⁷の可能性について、懸念が生じる。このため、段階的避難（つまり、初めに PAZ 内の人々を UPZ の外側に避難させ、その後、UPZ 内の人々を避難させる）が推奨される。

徒歩以上の速度（約 5 km/h）での避難は、プルーム内でさえ（つまり、放出の間）、屋内退避よりも効果的 [14, 15, 16] であり、放出は数日にわたり起こることがあるので、もし安全に行うことができるならば、放出中でも避難を遅らせる必要はない。

避難は安全であり、自然災害や人災にともなう緊急事態への対応で頻繁に行われている。経験から得られた知識では、地方当局は事前の計画がなくても効果的に迅速な避難を行う

⁴⁷ 「自主的避難 (shadow evacuation)」は、避難が公式に推奨される地域の外側にいる公衆が行う非公式な自発的避難である。

ことができる[17]。しかしながら、もし適切に計画されていない場合に、特別の人々（例：病院の患者）にとって避難は危険である[18]。

通過するプルームからの吸入に対する防護を行うために、避難する人は、避難を遅れさせることがないなら ITB 剤を服用する必要がある。

5.3. 屋内退避

この報告書では、異なる 2 種類の屋内退避を議論する。

- 「その場での」屋内退避は、危険の可能性のある区域にいる人々に「屋内に入り、窓やドアを閉め、今後の指示のためにテレビやラジオを聴く」ように指図するものである。
- 大きな建物（堅固な避難所とも呼ばれる[19]）で、窓から離れ、屋外への換気を停止した屋内退避。

屋内退避は短期間の措置であり、数日間のみ使用できる。屋内退避は、迅速で安全な避難ができない場合（例：迅速に避難するのに危険をとまなう特殊な施設⁴⁸、及び迅速な避難が不可能又は危険な場合にはいつでも（例：悪天候））に、主に一時的な措置として用いられる。屋内退避は、以下のための取り決めが前もって策定されていない場合には、1 日以上実施すべきではない：(a) 屋内退避を行う人々にとって必要なものを満たす（例：食物、水、公衆衛生、電力、医療援助等）、(b) 屋内退避をしている人々に継続的に情報を与える、(c) その有効性が確かであるよう線量をモニタリングするために規定を策定すべきである。屋内退避はそれ自体、損傷した原子炉又は使用済燃料プールからの放出に対して十分な防護措置とは決して考えてはならず（付属書Iに示すように）、可能であればITB剤の服用と同時にを行う必要がある。それゆえ、5.1 節で議論したように、公衆がITB剤を 1 日以上服用することは適切ではないので、屋内退避の実施は制限される必要がある。

屋内退避の効果は、施設に使われている建物の構造、及び重要なすべての被ばく経路に対してその建物が効果的に防護を行う能力に依存する⁴⁹。付属書Iで議論するように、典型的な家屋における「その場での」屋内退避や大きな建物への退避は、PAZ又はUPZ内における敷地外の防護措置を正当とする放出から十分な防護を与えないかもしれない。しかしながら、大きな建物への退避は致死線量を防ぐことができ、すべての線量でかなりの低減を与える。それゆえ、もし安全な避難がすぐにできなければ、大きな建物への退避を行う必

⁴⁸ 遠隔通信を維持するため職員を配置する必要がある通信センター、火災や爆発を防ぐために措置が取られるまで避難できない化学プラント、迅速に避難ができない患者がいる病院、及び刑務所が特殊な施設に含まれる。

⁴⁹ 被ばく経路は、人々が放射線に被ばくする様々なルート、又は経路である。

要がある。

さらに、屋内退避があらかじめ定められた緊急防護措置となっている特殊な施設に対し、施設内に退避する予定の職員は、緊急事態準備の過程において、緊急時作業者として訓練され、防護具を装備されるか、又は緊急事態時にこの助言の概要を彼らに伝えるために準備が必要である。職員は、退避した自分たちと公衆の防護効果を確認するために線量率を測定できる必要がある。

屋内退避を行う場合にはいつでも ITB 剤の服用も必要となる理由について、付属書 I に追加的な情報を示す。

5.4. 移転

地面に沈着した放射性物質からの長期にわたる被ばくを回避するために、緊急性のない移動として、移転が行われる。移転が必要となる地域は一般的にモニタリングによって同定され、線量率が OIL2 の値より大きい場所が対象となる。主要な食糧や飲料水が OIL7 を超える値で汚染され、食料や飲料水の代用を供給できないような地域に人々が居住している場合にも、移転が必要になるかもしれない。

炉心又は使用済燃料からの放出に関連する緊急事態に対し、EPD 内の地域では、ホットスポットに起因する移転が必要になるかもしれない。沈着のパターンは非常に複雑で、6.3 節で議論するように、これに対処する戦略を整備する必要がある。

移転は緊急性のない防護措置であり、それゆえ、移転する人々には、ペットに餌を与える、貴重品を集める、財産を確保する、又は、家畜に餌を与えるといった個人的に必要なものに対処するための計画措置をとることが許される時間（1 週間から 1 ヶ月）がある。移転する人々の住宅及び世話に関する準備を敷地外当局者が行う時間もある。しかしながら、公衆の被ばくを効果的に低減するために、数日から 1 ヶ月以内に移転を実施する必要がある。これは、(a) 避難を正当とする OIL1 値の 1/2 以内の線量率である地域では、重大な健康影響をもたらす被ばくを数日以内に受ける、(b) OIL2 値を超えるような場所では、移転を正当とする線量の大半を最初の 1 ヶ月間に受ける、といったためである。

5.5. 不注意による経口摂取の防止

炉心や使用済燃料プールで損傷した燃料から放出される放射性物質は、地表面やその他の表面（例：自動車）に沈着する。汚れた手で食べるような、この沈着した放射性物質の不注意による経口摂取は、敷地外での防護措置を正当とする放出の後の最初の数日間において PAZ、UPZ、EPD 内に住む人々にとって重要な被ばく線源となる。それゆえ、PAZ、