

はじめに

平成 23 年 3 月 11 日の東京電力福島第一原子力発電所の事故により放出された放射性物質による健康不安は、私たちが今後数十年にわたり向き合っていかなければならない問題で、正確でタイムリーな情報提供が極めて重要です。このため、関係府省庁と一体となり、放射線の基礎知識と健康影響、事故の状況と放射能放出、環境モニタリングと汚染状況、食品中の放射能濃度、事故からの回復に向けた取組と除染の考え方、放射線被ばくと県民健康調査結果と 6 章に分けて、有識者の先生方に監修をいただき、国の統一的な基礎資料としています。

環境省放射線健康管理担当参事官室では、平成 24 年に国立研究開発法人放射線医学総合研究所に委託する形で、放射線の基礎知識、放射線による健康影響に関する科学的な知見と関係省庁の情報について収集整理を行い、「統一的な基礎資料」をまとめました。監修にご協力いただいた先生方に深く感謝いたします。

成果物は、環境省ホームページ* 上で公開しており、ダウンロードして研修や授業等にお使いいただけます。また、2 分冊のハンドブックとして、無償配布することといたしました。ぜひ、参考図書として、ご活用ください。

平成 27 年 7 月 1 日

環境省 放射線健康管理担当参事官室
国立研究開発法人 放射線医学総合研究所

* 放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料を掲載している URL
<http://www.env.go.jp/chemi/rhm/kisoshiryo-01.html>

目次

第1章 放射線の基礎知識と健康影響

1. はじめに	
放射線・放射能・放射性物質とは	1
放射線と放射性物質の違い	2
放射線と放射能の単位	3
被ばくの種類	4
2. 放射性物質	
原子の構造と周期律	5
原子核の安定・不安定	6
さまざまな原子核	7
自然由来・人工由来	8
壊変と放射線	9
半減期	10
半減期と放射能の減衰	11
長い半減期の原子核	12
3. 放射線	
放射線はどこで生まれる?	13
放射線の種類	14
放射性物質から放出される電離放射線	15
電磁波の仲間	16
放射線の電離作用－電離放射線の性質	17
放射線の種類と生物への影響力	18
放射線の透過力	19
放射線の体内での透過力	20
透過力と人体での影響範囲	21
4. 被ばくの経路	
外部被ばくと内部被ばく	22
体外から・体内から	23
さまざまな被ばく形態	24
外部被ばくと皮膚	25
内部被ばく	26
内部被ばくと放射性物質	27
5. 原子力災害の影響	
国際原子力事象評価尺度	28
放射能汚染の態様	29
原子炉事故による影響	30
原子炉内の生成物	31
原発事故由来の放射性物質	32
6. 放射線の単位	
ベクレルとシーベルト	33
シーベルトの由来	34
単位間の関係	35
グレイからシーベルトへの換算	36
さまざまな係数	37

等価線量と実効線量の計算	38
線量概念：物理量、防護量、実用量	39
実効線量と線量当量	40
“シーベルト”を単位とする線量	41
7. 線量測定と計算	
さまざまな測定機器	42
外部被ばく測定用の機器	43
外部被ばく線量の特徴	44
外部被ばく(測定)	45
環境放射能の計測	46
遮へいと低減係数	47
事故後の追加被ばく線量(計算例)	48
内部被ばく線量の算出	49
預託実効線量	50
実効線量への換算係数	51
食品からの被ばく線量(計算例)	52
摂取量の推定のための放射能測定法	53
体内放射能の評価法の比較	54
内部被ばく測定用の機器	55
内部被ばく量の体外計測のデータ	56
体内放射能と線量評価	57
8. 身の回りの放射線	
自然・人工放射線からの被ばく線量	58
時間当たりの被ばく線量の比較	59
年間当たりの被ばく線量の比較	60
自然からの被ばく線量の内訳(日本人)	61
大地の放射線(世界)	62
大地の放射線(日本)	63
屋内ラドン	64
ラドン及びトリウムの吸入による 内部被ばく	65
体内、食品中の自然放射性物質	66
放射線検査による被ばく線量	67
診断で受ける放射線量	68
被ばく線量の比較(早見図)	69
目で見る放射線	70
大気圏核実験による放射性降下物の影響	71
9. 人体への影響	
影響の種類	72
被ばくの形態と影響	73
放射線影響の分類	74
確定的影響と確率的影響	75
10. 人体影響の発生機構	
放射線による電離作用	76

放射線による DNA の損傷	77	がんのリスク (放射線と生活習慣)	116
DNA → 細胞 → 人体	78		
被ばく後の時間経過と影響	79	16. こころへの影響	
確定的影響	80	災害被災者のストレス要因	117
臓器・組織の放射線感受性	81	放射線事故と健康不安	118
確率的影響	82	子どもの精神医学的影響	119
線量反応関係	83	福島第一原発事故対応と地域社会 (1/2)	120
11. 確定的影響		福島第一原発事故対応と地域社会 (2/2)	121
全身被ばくと局所被ばく	84	健康影響の総括	
急性放射線症	85	− チェルノブイリ原発事故 −	122
さまざまな影響のしきい値	86	世界保健機関 (WHO) による総括	
12. 胎児への影響		− チェルノブイリ原発事故 −	123
確定的影響と時期特異性	87	専門家グループの見解	
精神発達遅滞	88	− チェルノブイリ原発事故 −	124
13. 遺伝性影響		世界保健機関 (WHO) 2006 年報告書と異なる見解 − チェルノブイリ原発事故 −	125
被爆二世における染色体異常	89	奇形誘発に関する知見	
ヒトでの遺伝性影響のリスク	90	− チェルノブイリ原発事故 −	126
14. がん・白血病		子どもへの影響	
発がんのしくみ	91	− チェルノブイリ原発事故 −	127
放射線感受性の高い組織・臓器	92	欧州での人工流産の増加	
年齢による感受性の差	93	− チェルノブイリ原発事故 −	128
低線量率被ばくの影響	94	一般的なこころのケアに関する参考資料 (1/3)	
固形がんによる死亡と線量との関係	95	こころのケアに関する全般的な情報	
白血病と線量反応相関	96	一般的なこころのケアに関する参考資料 (2/3)	
白血病の発症リスク	97	災害時における子どものケア	130
被ばく時年齢と発がんリスクの関係	98	一般的なこころのケアに関する参考資料 (3/3)	
固形がん発生のリスク係数	99	災害時における疾患毎のこころのケア	131
被ばく年齢ごとの生涯リスク	100		
被ばく時年齢とがんの種類	101	17. 防護の原則	
被ばく時年齢別発がんリスク	102	放射線防護体系	132
がん種類別被ばく時年齢とリスク	103	国際放射線防護委員会 (ICRP)	133
原爆被爆者における甲状腺がんの発症	104	勧告の目的	134
		被ばく状況と防護対策	135
低線量率長期被ばくの影響	105	生物学的側面	136
チェルノブイリ原発事故による		LNT モデルをめぐる論争	137
セシウムの内部被ばく	106	防護の三原則	138
チェルノブイリ原発事故避難集団の被ばく	107	防護の正当化	139
		防護の最適化	140
小児甲状腺がんの発症時期	108	参考レベルを用いた被ばくの低減	141
甲状腺線量の比較	109	線量限度の適用	142
甲状腺がんと線量との関係	110		
甲状腺がんとヨウ素摂取	111	18. 線量限度	
15. リスク		国際放射線防護委員会 (ICRP) 勧告と国内法令の比較	143
確率的影響のリスク	112	国際放射線防護委員会 (ICRP) 勧告と我が国の対応	144
相対リスクと寄与リスク	113	食品の暫定規制値と基準値	145
低線量率被ばくによるがん死亡リスク	114		
発がんに関連する因子	115		

食品の規制値の比較	146
流通食品の摂取による被ばく線量	147
被ばく線量と健康リスクとの関係	148

19. 線量低減

外部被ばくの低減三原則	149
内部被ばく	
－原子力災害直後の対応－	150
食品からの被ばく	
－原子力災害直後の対応－	151

20. 長期的影響

植物への移行	152
土壌中の分布	153
核実験フォールアウトの影響（日本）	154
森林中の分布	155
海洋中の分布	156
海産生物の濃縮係数	157

21. 国際機関による評価

WHO 福島報告書と UNSCEAR2013年報告書(1/3)	
評価の比較（1/2）全体概要	158
WHO 福島報告書と UNSCEAR2013年報告書(2/3)	
評価の比較（2/2）公衆の線量評価と 主な不確かさ	159
WHO 福島報告書と UNSCEAR2013年報告書(3/3)	
「保守的な評価」と「現実的な評価」	160
WHO 福島報告書（1/4）	
WHO 線量評価の概要	161
WHO 福島報告書（2/4）	
実効線量推計方法	162
WHO 福島報告書（3/4）	
住民の健康リスク評価のまとめ	163
WHO 福島報告書（4/4）	
不確かさの評価	164
UNSCEAR2013年報告書（1/9）	
報告書の目的	165
UNSCEAR2013年報告書（2/9）	
公衆の被ばく線量評価の概要	166
UNSCEAR2013年報告書（3/9）	
公衆の被ばく線量評価に使われたデータ	167
UNSCEAR2013年報告書（4/9）	
4 グループ毎に公衆の線量を推定	168
UNSCEAR2013年報告書（5/9）	
公衆の被ばく線量評価 被ばく経路	169
UNSCEAR2013年報告書（6/9）	
公衆の被ばく線量評価 線量評価の結果	170

UNSCEAR2013年報告書（7/9）	
公衆の健康影響についての評価	171
UNSCEAR2013年報告書（8/9）	
公衆の被ばく線量評価 不確かさ	172
UNSCEAR2013年報告書（9/9）	
直接測定との比較	173

索引

あ行

アララ (ALARA) …………… 140
アルファ (α) 線 … 4,6,8,12,13,14,15,17
18,19,20,21,25,27,36
37,43,45,49,65,76
移行 (環境,食品) …… 65,71,87,151,152
155,156,169
遺伝性影響 …… 37,41,74,78,79,82,87,89
90,112,136,138,163
エルエヌティー (LNT) …… 136,137,138

か行

外部被ばく …… 4,18,20,21,22,23,24,25
29,30,33,36,42,43,44
45,49,58,61,73,95,96
97,98,99,100,101
102,103,104,107
121,149,159,161
162,167,169
壊変 …………… 3,6,9,12,32,35,64,65,172
確定的影響 …… 28,72,74,75,78,79,80,83
84,85,86,87,133,134
136,148,163
確率の影響 …… 72,74,75,78,79,82,83,87
112,134,136,137
カリウム …………… 7,8,12,26,27,32,56
61,63,66,70,71
がん …… 24,27,36,37,38,41,58,62,72,74
75,77,78,79,82,87,89,90,91,92
93,94,95,96,97,98,99,100,101
102,103,104,105,106,107,108
109,110,111,112,114,115,116
117,123,135,136,137,138,141
148,163,171
ガンマ (γ) 線 … 4,6,8,13,14,15,16,17,18
19,20,21,25,27,32,36,37
38,40,42,43,45,46,48,49
53,54,55,56,59,66,70,76
86,87,96

吸収線量 … 34,35,36,37,39,41,49,76,86
87,92,127,136,166,170,171
172,173
急性被ばく …………… 73,94,100,105
急性放射線症 …………… 72,74,79,85
局所被ばく …………… 4,24,33,41,73,84
空間放射線量 (率) …… 42,43,45,46,47,48
54,59,62,63
149,150
グレイ …… 34,35,36,37,38,39,41,44,62
63,67,77,84,85,86,87,88,89
90,92,94,96,99,101,102
103,107,110,111,136
原子核 …………… 3,5,6,7,9,10,12,13,14,15
16,18,19,20,33,35,39
原爆 …………… 37,88,89,90,92,94,95,96,97
98,99,100,101,102,103,104
105,114,116,133,136
甲状腺 …… 24,26,32,37,38,53,55,81,92
93,101,103,104,107,108
109,110,111,119,127
159,163,164,170
171,172,173
高線量 (率) …………… 73,90,92,94,98,105
国連科学委員会 (UNSCEAR) ……………
58,60,62,64,69,94,97,107,108,109
132,158,159,160,165,166,167,168
169,170,171,172,173
国際放射線防護委員会 (ICRP) ……………
34,37,51,52,69,75,86,87,90,92,93
94,114,120,121,132,133,134,135
136,137,138,141,142,143,144
148,164,172
骨髄 …… 37,38,72,81,84,86,92,93,96,97

さ行

サーベイメータ …… 3,39,40,41,42,43
45,47,48,109
最適化 …………… 138,140,141,142
参考レベル …… 67,135,140,141,144,148

シーベルト・・・1,3,33,34,35,36,37,38,39
 40,41,44,45,46,47,48,49
 50,51,52,58,59,60,61,62
 63,67,68,69,75,77,87,93
 95,97,98,100,104,105
 107,109,114,116,128
 133,135,136,137,141
 142,143,144,145,146
 147,148
 しきい値・・・72,86,87,88,95,136,137
 138,163
 自然放射線・・・58,59,60,62,63,65,105
 137,148,170
 実効線量・・・35,36,37,38,39,40,41,49,50
 51,52,57,61,62,63,65,67,68
 93,107,142,143,159,162
 164,166,170,173
 実用量・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39,40
 遮へい・・・19,47,54,59,63,70,149,164
 職業(被ばく)・・・86,94,115,133,135,142
 143,144
 ストロンチウム・・・・・・・・・・7,8,26,31,32,51
 145,154
 生殖腺・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 37,90,92
 正当化・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 138,139,142
 セシウム・・・6,7,8,11,26,27,29,30,31,32
 41,50,51,52,55,56,57,71
 106,145,146,147,150
 151,152,153,154,155
 156,157,164,167,173
 世界保健機関(WHO)・・・・・・・・・・
 122,123,125,129,132,146,158
 159,160,161,162,163,164,166
 染色体・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 89,90,136
 線量係数・・・49,51,52,57,93,159,164
 線量限度・・・86,133,135,138,141,142,143
 144,145,146,147,148
 相対リスク・・・92,95,97,98,99,100,101
 102,103,105,110,111
 113,116

組織加重係数・・・・・・・ 36,37,38,39,40,90
 92,93

た行

胎児(影響)・・・72,74,78,79,87,88,119
 123,124,127,128
 143,171
 大地放射線・・・・・・・ 46,58,59,60,61,62,63
 チェルノブイリ・・・24,28,71,106,107,108
 109,110,111,117,119
 120,122,123,124,125
 126,127,128,153
 158,171
 中性子・・・・・・・・・・ 5,6,7,8,13,14,15,18,19,31
 36,37,49,96
 ディーエヌエイ(DNA)・・・18,74,77,78
 79,90,91
 低線量(率)・・・73,75,94,96,98,105,114
 135,136,137,138
 電子・・・・・・・・・・ 5,13,14,15,17,18,20,76
 電磁波・・・・・・・・・・ 13,14,15,16,18,19
 電離作用・・・・・・・・・・ 14,17,76
 等価線量・・・35,36,37,38,39,40,41,49
 51,86,93,104,109
 136,143
 透過力・・・・・・・・・・ 18,19,20,21,25,45
 突然変異・・・74,78,79,82,83,89,90,136

な行

内部被ばく・・・4,18,20,21,22,23,24,26
 27,29,30,33,36,41,49
 50,51,53,55,56,57,58
 61,64,65,66,73,106
 107,108,109,110
 111,121,143,147
 150,159,161,162
 164,167,169
 172,173
 乳腺・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 67,92,93

年齢……49,50,51,52,93,98,99,100,101
102,103,114,161

は行

バイオアッセイ …………… 53,54
白内障 …………… 72,74,75,78,79,84,86
半減期 …………… 8,10,11,12,27,32,49,50
57,65,70,152,159,172
皮膚 …………… 18,20,21,23,25,26,37,38,40
72,73,74,75,78,81,84,85,86
92,93,143
ベータ (β) 線 …… 4,5,6,8,12,13,14,15
17,18,19,20,21,25
32,36,37,43,45,66
70,76
ベクレル …… 1,3,9,28,33,34,35,39,43,44
45,46,49,51,52,57,64,66
71,93,106,145,146,147
154,157,164,172
放射線加重係数 …………… 36,37,38
ホールボディカウンタ …… 53,55,56,57,106
167,173

ま・や・ら・わ行

慢性被ばく …………… 57,73,94,105
陽子 …………… 5,6,7,13,14,15,18,19,37
ヨウ素 …… 7,8,11,24,26,29,30,31,32,41
51,52,55,93,107,108,109,
110,111,159,164,167
172,173
預託実効線量 …… 41,49,50,51,52,57,93
ラドン …………… 8,58,59,60,61,64,65,69

図説ハンドブック

放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 第 I 編 放射線の基礎知識と健康影響

平成 26 年 2 月 13 日 初 版 発行
平成 26 年 7 月 7 日 改訂版 発行
平成 27 年 7 月 1 日 第 3 版 発行

発行 環境省 放射線健康管理担当参事官室
東京都千代田区霞が関 1-2-2

国立研究開発法人 放射線医学総合研究所
千葉県千葉市稲毛区穴川 4-9-1
