

放射線リスクに関する 基礎的情報



内閣府
消費者庁
復興庁
外務省
文部科学省
厚生労働省
農林水産省
経済産業省
環境省
原子力規制庁



＜本資料の位置づけ＞

本資料は、福島における放射線の状況や、放射線の健康リスクを考えるための知識・科学的知見、被ばく低減にあたっての国際的・専門的な考え方などの基礎的な情報をコンパクトにまとめたものです。

これまでも関係省庁等が、それぞれ担当する分野について放射線に関する情報をまとめてきておりますが、本資料は、そうした情報に共通する基礎的な内容を整理し、全体を俯瞰しやすくすることを目指しています。

実際のリスク・コミュニケーション活動においては、その対象者や関心事項にきめ細かく対応した資料を用意する必要がありますが、本資料は、その際のベースとして、用語の使い方を含めた基礎的な情報をできるだけわかりやすく正確に説明するための材料として活用いただくことを期待しています。

なお、本資料は、わかりやすさと情報の正確さを向上させる観点から、専門家・有識者の方々から助言などをいただき、それらを参考に関係省庁で検討のうえ、とりまとめたものです。

※本資料は復興庁などのHPにおいても掲載しており、記載データなどが更新された場合は、HPに掲載の資料に反映いたします。よって、最新の情報につきましてはHPにおいてご確認ください。

(目次)

■ ■ 福島における放射線の状況 ■ ■

<u>1. 空間線量率の経年変化</u>	 1
○航空機モニタリング	
<u>2. 事故直後4ヶ月間の外部被ばくの状況</u>	 2
○行動記録からの外部被ばく線量の推計	
<u>3. 個人線量計による外部被ばくの状況</u>	 3
○個人線量計による測定結果	
<u>4. 初期の内部被ばくの状況</u>	 4
○事故直後の小児甲状腺スクリーニング調査	
<u>5. 「甲状腺検査」の状況</u>	 5
○県民健康調査「甲状腺検査」	
<u>6. 現在の内部被ばくの状況</u>	 8
○ホールボディ・カウンタ検査	
<u>7. 食品中の放射性物質</u>	 9
○福島県を含む17都県(水産物は全国)における食品中の放射性物質の検査	
○福島県を含む13都道府県(15地域)における食品中の放射性物質から受ける放射線量の調査結果	
<u>8. 各種環境モニタリングの実施状況</u>	 11
○モニタリングの主な項目	
<u>9. WHO、UNSCEARの健康影響評価</u>	 12
○世界保健機関報告書	
○原子放射線の影響に関する国連科学委員会報告書	

■ ■放射線の健康リスクを考えるための知識・科学的知見 ■ ■

<u>10. 身の回りの放射線</u>	 13
○自然放射線や人工放射線など	
<u>11. 日常生活における放射線被ばく</u>	 15
○世界と日本の比較	
<u>12. 世界の自然放射線の状況と健康影響</u>	 16
○自然放射線レベルと人口分布	
○インドのケララ地方の例	
<u>13. 福島県内の空間線量率の現状(世界との比較)</u>	 17
<u>14. 放射線の健康への影響</u>	 18
○放射線と生活習慣によってがんになるリスク	

■ ■被ばく低減にあたっての国際的・専門的な考え方 ■ ■

<u>15. 放射線防護を講じる際のICRPの基本的考え方</u>	 19
○放射線防護を考える際の仮定と推定(LNTモデル)	
○「計画被ばく状況」、「緊急時被ばく状況」、「現存被ばく状況」	

■ ■我が国における対応 ■ ■

<u>16. 今回の原子力災害に対する我が国の対応</u>	 21
○避難指示、解除	
○帰還後の外部被ばく評価	
○食品の放射性物質に関する規制	

(参考1)被ばく低減策の実践【福島県伊達市における事例】	 24
------------------------------	----------

(参考2)チェルノブイリ原発事故との比較 【放射性物質の放出量の比較等】	 25
---	----------

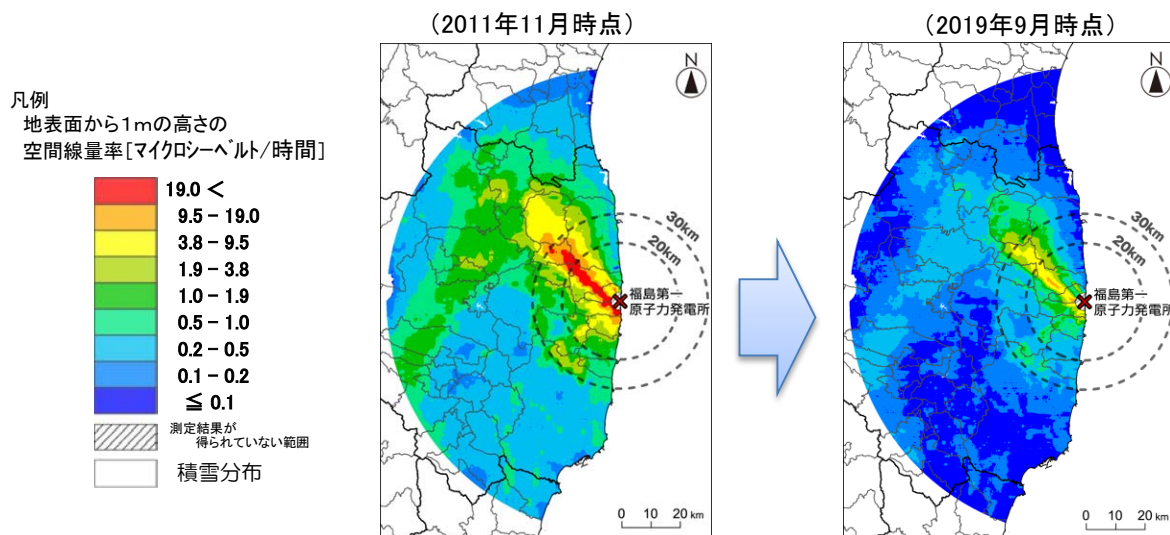
(参考3)「計画被ばく状況」の事例 【放射線診療従事者等にみる被ばく管理の状況】	 26
---	----------

1. 空間線量率の経年変化

- 東京電力福島第一原発事故以降、航空機モニタリングにより、地表面から1 mの高さの空間線量率（※用語解説参照）の状況を面的に把握しています。
- モニタリングの測定結果を2011年11月と2019年9月で比較したところ、測定地域により違いはあるものの、半径80 km圏内の空間線量率は平均すると約78%減少しています。
- この期間における放射性セシウムの物理学的半減期（※用語解説参照）から計算した空間線量率の減衰は約69%であることから、残りの約9%は、風雨などの自然要因（ウェザリング効果）等により減少しているものと考えられます（除染による低下も含まれます）。

<空間線量率マップ>

（東京電力福島第一原発から80km圏内の地表面から1m高さの空間線量率）

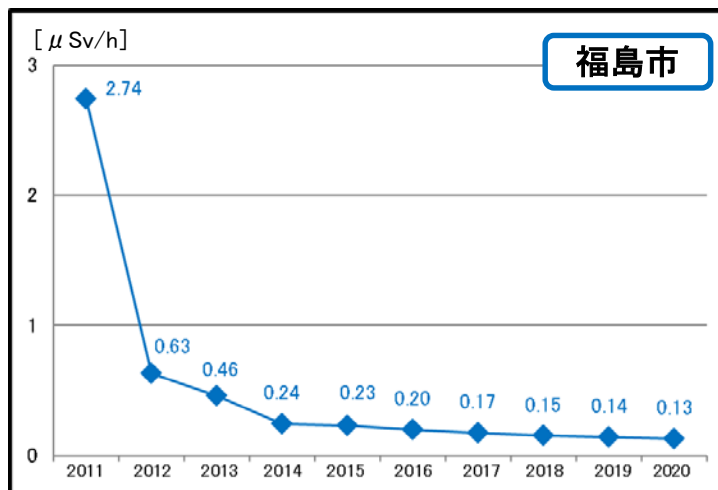


※ 天然核種による空間線量率を含む。

【出典】原子力規制委員会「福島県及びその近隣県における航空機モニタリングの測定結果について」（2020年2月13日）

<空間線量率の推移>

[単位: $\mu\text{Sv/h}$]



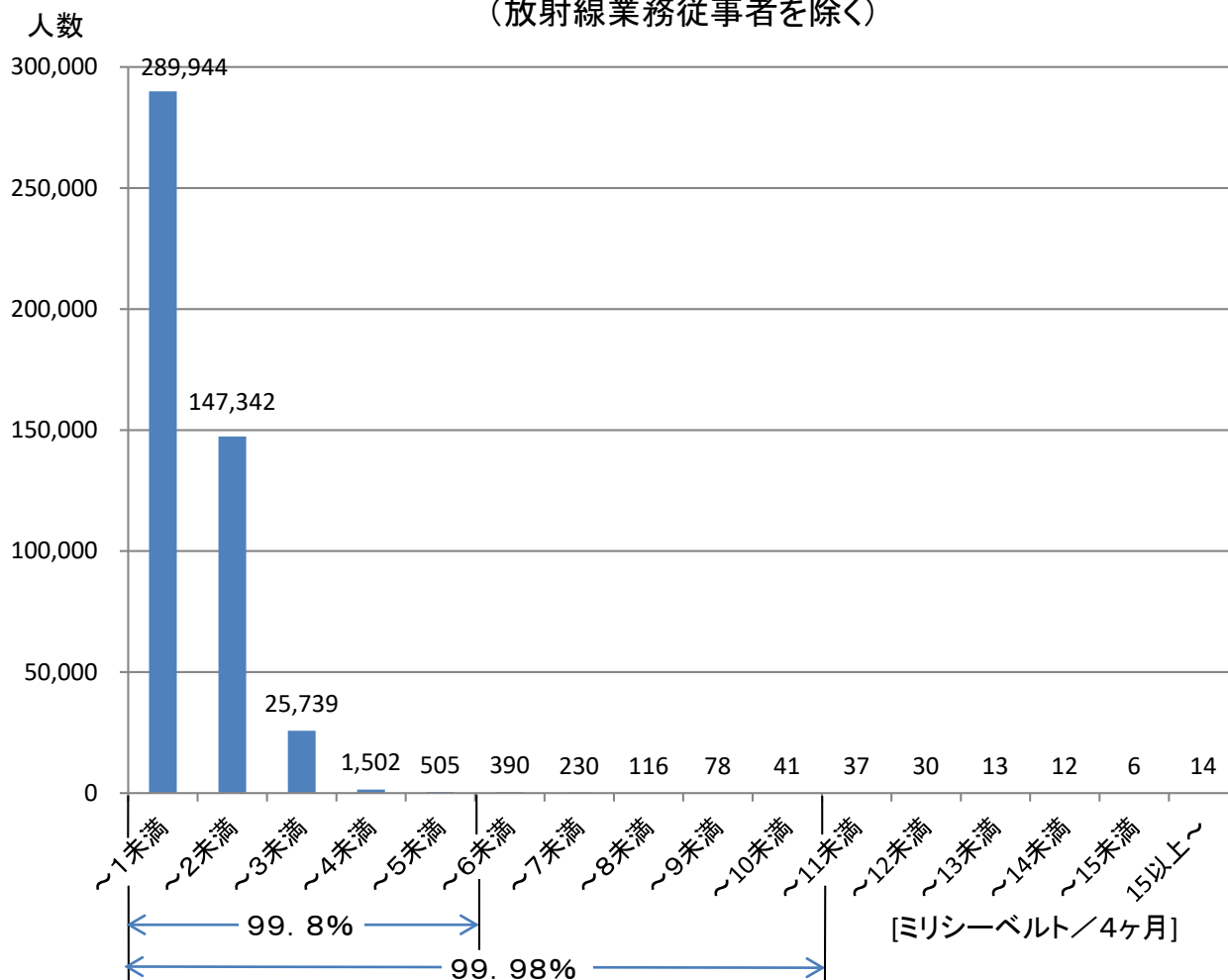
	福島市 県北保健福祉事務所	会津若松市 合同庁舎	いわき市 合同庁舎
震災前の平常時	0.04	0.04~0.05	0.05~0.06
2011年4月1日	2.74	0.24	0.66
2012年3月1日	0.63	0.1	0.17
2013年3月1日	0.46	0.07	0.09
2014年3月1日	0.24	0.07	0.08
2015年3月1日	0.23	0.06	0.07
2016年3月1日	0.20	0.06	0.07
2017年3月1日	0.17	0.06	0.07
2018年3月1日	0.15	0.05	0.07
2019年3月1日	0.14	0.05	0.06
2020年3月1日	0.13	0.05	0.06

* 調査地点の下欄の数値は各日付の零時の値
【出典データ】福島県 県内7方部 環境放射能測定結果

2. 事故直後4ヶ月間の外部被ばくの状況

- 福島県「県民健康調査」基本調査において、2011年3月11日から7月11日まで「いつ」、「どこに」、「どのくらいいたか」などの行動記録から、事故直後の外部被ばく線量（※用語解説参照）の推計を行っています。
- 事故後4ヶ月間の外部被ばくによる実効線量推計値は、2019年3月31日までに推計が終了した放射線業務従事経験者を除く約47万人の方のうち、93.8%の方が2ミリシーベルト未満、99.8%の方が5ミリシーベルト未満、99.9%以上の方が10ミリシーベルト未満（最高値は25ミリシーベルト）という結果でした。
こうした結果から、福島県「県民健康調査」検討委員会では、「放射線による健康影響があるとは考えにくい」と評価しています。

県民健康調査「基本調査」の行動記録から推計した
外部被ばくによる実効線量の分布
推計期間 4ヶ月間(2011.3.11～7.11)
(放射線業務従事者を除く)



【出典】福島県「県民健康調査」検討委員会(第35回)※1より作成

※1 2019年3月31日までに回答のあった問診票を基に推計を行った結果が報告されている。

3. 個人線量計による外部被ばくの状況

- 福島県では、2011年度から一部の市町村により子ども・妊婦を中心として個人線量計による被ばく線量の把握が行われています。
- 年間個人線量（市町村内平均）の公表結果は下表のとおりであり、2013年度以降の調査結果では、年間1mSv以上の市町村は見られません。

＜個人線量計による外部被ばく線量測定結果＞ [2020年4月20日まで]

自治体	測定期間	対象	測定人数 (A)	1mSv/年 以上の人数 (B)	1mSv/年 以上の人数の比率 (B)÷(A)	年間個人線量 (平均) [mSv/年]
相馬市	2018年度の2週間	市民	963	0	0.0%	
	2015年9月～11月	妊婦、乳幼児から中学生	1,949	0	0.0%	
	2011年10月～12月	妊婦、乳幼児から中学生	4,010	556	13.9%	
南相馬市	2018年7月～9月	年齢を限らない全市民	5,132	95	1.9%	0.32
	2016年4月～6月	年齢を限らない全市民	5,786	183	3.2%	0.40
	2013年6月～8月	年齢を限らない全市民	9,619	2,262	23.5%	0.80
福島市	2019年9月～11月	年齢を限らない全市民(うち、15歳以下の子ども)	2,682(1,158)	6	0.2%	0.08 (0.04)
	2015年9月～11月	年齢を限らない全市民(うち、15歳以下の子ども)	24,667 (5,973)	427	1.7%	0.28 (0.2)
	2012年11月～2013年1月	15歳以下の子ども	16,223	1,830	11.3%	0.56
	2011年9月～11月	妊婦及び15歳以下の子ども	36,767	17,651	48.0%	1.04
本宮市	2019年6月～8月	妊婦及び中学生以下の子ども	1,370			0.16
	2016年6月～8月	妊婦及び中学生以下の子ども	2,619			0.32
	2014年6月～8月	妊婦及び中学生以下の子ども	3,755			0.48
田村市	2018年8月～12月	中学生以下の子ども	849	0	0.6%	0.13
	2015年9月～12月	中学生以下の子ども	3,138			0.20
	2011年9月～2012年1月	妊婦及び中学生以下の子ども	4,559			0.50
郡山市	2019年11月～2020年1月	未就学児童及び妊婦	1,187	0	0.0%	0.07
	2015年6月～9月	未就学児童及び妊婦	7,142	13	0.2%	0.319
	2012年5月～7月	未就学児童及び妊婦	7,847	3,556	45.3%	1.00
	2019年11月～2020年1月	小中学生	3,020	0	0.0%	0.10
	2015年6月～9月	小中学生	4,816	7	0.1%	0.31
	2011年10月～11月	小中学生	25,551	17,188	67.3%	1.3
須賀川市	2018年9月～11月	18歳以下の子ども(平均値は一般を含む)	3,211	1	0.03%	0.18
	2014年9月～11月	18歳以下の子ども(平均値は一般を含む)	5,950	32	0.5%	0.36
	2011年9月～11月	妊婦及び18歳以下の子ども	11,461	2,991	26.1%	0.90
白河市	2018年7月～9月	中学生以下の子ども	794	0	0.0%	0.12
	2015年7月～9月	中学生以下の子ども	2,966	2	0.1%	0.20
	2014年7月～9月	中学生以下の子ども	7,016	25	0.4%	0.28
	2011年8月～10月	妊婦及び中学生以下の子ども	9,737	1,509	15.5%	0.72

※ 市町村における測定結果として公表されている値を集計した。未記入の欄は該当する値が公表されていない。

※ 「1mSv/年以上の人数(B)」は、測定期間内の被ばく線量を年換算推計をした値に基づくもの。

※ 市町村ごとの方法で実施されており、必ずしも測定時期・期間、線量計の配布対象者数、測定機器等が統一されたものではないため、市町村間及び時点でデータ比較を行う際には注意が必要。なお、白河市については、自然放射線を含むデータで整理している。

※ 年齢を限らず、全住民を測定対象とした場合、一般的に長時間の屋外移動を行う者が含まれることにより、測定値が高くなる傾向にある。

4. 初期の内部被ばくの状況 (事故直後の小児甲状腺スクリーニング調査)

- 原子力災害現地対策本部では、2011年3月23日の緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム(SPEEDI)のヨウ素131に関する試算を踏まえ、小児への健康影響を把握するため、原子力安全委員会緊急助言組織からの依頼に基づき、小児甲状腺スクリーニング調査を実施しました。
- 2011年3月26日から30日にかけて、いわき市、川俣町、飯舘村において、小児を対象に甲状腺の簡易測定^(※1)を行ったところ、調査対象となった1,080人^(※2)が、原子力安全委員会がスクリーニングレベルとしている毎時0.2マイクロシーベルト^(※3)を下回っていました。
⇒原子力安全委員会「小児甲状腺被ばく調査結果に対する評価について」(2011年9月9日)
- なお、甲状腺に蓄積する可能性があるヨウ素131は、物理学的半減期(※用語解説参照)が8日であるため早期に消失しており、現在では新たに被ばくすることはありません。



内部被ばく臓器等価線量

日時=2011/03/12 06:00 - 2011/03/24 00:00 の積算値

領域 : 92km × 92km
核種名 = ヨウ素合計
対象年齢 = 1歳児
臓器名 = 甲状腺

【凡例】

線量等値線[ミリシーベルト]

1=10000
2= 5000
3= 1000
4= 500
5= 100

【出典】SPEEDIを活用した試算結果

※1 甲状腺から出てくる放射線の空間線量率を測定。

※2 調査した1,149人のうち、測定場所の空間線量率(※用語解説参照)が高くて簡易測定による適切な評価が困難であった66人と年齢不詳の3人を除いた1,080人。

※3 ここで言うスクリーニングとは、吸入による内部被ばく(※用語解説参照)に係るものを指し、放射性ヨウ素による内部被ばくの対策の必要性を判断する基準値をスクリーニングレベルと言う[原子力安全委員会「スクリーニングに関する提言」(2012年2月24日)]。また、毎時0.2マイクロシーベルトは、1歳児の甲状腺等価線量(※用語解説参照) 100ミリシーベルト(屋内退避及び安定ヨウ素剤予防内服の基準)に相当。

5. 「甲状腺検査」の状況

○ 子どもたちの健康を長期に見守るために、福島県では、「県民健康調査」において、震災時概ね18歳以下であった全県民等を対象に、超音波を用いた「甲状腺検査」を実施しています。

○ 具体的には、甲状腺の状態を把握するための「先行検査」（2011年10月より実施）や継続して確認するための「本格検査」（2014年4月から2016年3月までに全員を検査。その後は20歳を超えるまでは2年ごと、それ以降は25歳、30歳等の5年ごとの節目に検査（※））を実施しています。

※ただし、25歳時の検査までは5年以上空けないこととする。

○ 現在、先行検査、本格検査（検査2回目）が完了しており、2020年度からは本格検査（検査5回目）が開始されています。

<甲状腺検査の結果>

検査実施状況 ※	先行検査 (検査1回目) (平成23～27年4月) (平成30年3月末分まで)	本格検査 (検査2回目) (平成26～27年度) (平成30年3月末分まで)	本格検査 (検査3回目) (平成28～29年度) (令和元年9月末分まで)	本格検査 (検査4回目) (平成30～令和元年度) (令和元年9月末分まで)	本格検査 (25歳の節目の検査) (平成29年度～) (令和元年9月末分まで)
検査対象者数	367,637人	381,244人	336,669人	294,183人	44,542人
一次検査受診者数	300,472人	270,540人	217,904人	136,942人	4,277人
悪性ないし悪性疑い (がん/悪性疑い/良性)	116 (101/14/1)	71 (52/19/0)	30 (24/6/0)	16 (8/8/0)	4 (1/3/0)

悪性ないし悪性疑い : 237名
手術の結果がん確定 : 186名

※【出典】福島県「県民健康調査」検討委員会（第37回）より作成
検査1・2回目は確定値（2018年3月末）。
検査3・4回目及び節目の検査（2019年9月末）は実施中のため暫定値。

参考：県民健康調査「甲状腺検査（先行検査）」の結果と三県調査の比較

	県民健康調査 「甲状腺検査（先行検査）」 (2018年3月31日末時点)	三県調査 (青森、山梨、長崎) (2012年度実施)
調査受診者	300,472人(100.0%)	4,365人(100.0%)
年齢層	事故当時0～18歳	3～18歳
A1判定	154,605人(51.5%)	1,853人(42.5%)
A2判定	143,573人(47.8%)	2,468人(56.5%)
B判定	2,293人(0.8%)	44人(1.0%)
C判定	1人(0.0%)	0人(0.0%)

【判定結果】

A1：結節やのう胞を認めなかったもの
A2：5.0mm以下の結節や20.0mm以下の
のう胞を認めたもの
B：5.1mm以上の結節や20.1mm以上の
のう胞を認めたもの。
C：甲状腺の状態等から判断して、
直ちに二次検査を要するもの。

○ 環境省では2012年度に、青森、山梨、長崎の3県において、甲状腺結節性疾患有所見率 等調査を実施しました。

○ この結果について、環境省の専門家会議では「一次検査の結果は、対象とした母集団の数は少ないものの、三県調査の結果と比較して大きく異なるものではなかった。」と評価しています。

5. 甲状腺検査の状況

(続き)

「甲状腺検査(先行検査)で発見された甲状腺がんに関する国内の評価の概要

＜環境省「東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う住民の健康管理のあり方に関する専門家会議」中間取りまとめ(2014年12月)＞

- ・「先行検査」で発見された甲状腺がんについて、以下の点(※1)を考慮すると、原発事故由来のものであることを積極的に示唆する根拠は現時点では認められない。
- ・専門家会議は、県民健康調査「甲状腺検査」が実施されてきたことは適切な対応であり、今後も継続していくべきものであると評価する。

(※1) 評価理由

- i) 今回の原発事故後の住民における甲状腺の被ばく線量は、チェルノブイリ事故後の線量よりも低いと評価。
- ii) チェルノブイリ事故で甲状腺がんの増加が報告されたのは事故から4～5年後のことであり、「先行検査」で甲状腺がんが認められた時期(原発事故後約3年)とは異なる。
- iii) チェルノブイリ事故で甲状腺がんの増加が報告されたのは主に事故時に乳幼児であった子どもであり、「先行検査」で甲状腺がん又は疑いとされている者に、乳幼児(事故当時5歳以下)はいない。
- iv) 一次検査の結果は、対象とした母集団の数は少ないものの三県調査の結果と比較して大きく異なるものではなかった。
- v) 成人に対する検診として甲状腺超音波検査を行うと、罹患率の10～50倍程度の甲状腺がんが発見される。

＜福島県「県民健康調査」検討委員会中間取りまとめ(2016年3月)＞

これまで(先行検査)に発見された甲状腺がんについては、以下のようなこと(※2)から総合的に判断して、放射線の影響とは考えにくいと評価する。但し、放射線の影響の可能性は小さいとはいえ現段階ではまだ完全には否定できず、影響評価のためには長期にわたる情報の集積が不可欠であるため、検査を受けることによる不利益についても丁寧に説明しながら、今後も甲状腺検査を継続していくべきである。

(※2) 評価理由

- ・被ばく線量がチェルノブイリ事故と比べて総じて小さいこと
- ・被ばくからがん発見までの期間が概ね1年から4年と短いこと
- ・事故当時5歳以下からの発見はないこと
- ・地域別の発見率に大きな差がないこと

東京電力福島第一原子力発電所事故に関する国際的な健康影響評価の概要

＜原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR) 2013年福島原発事故報告書(2014年4月公表)及び2017年白書(2017年10月公表)＞

(2013年報告書)

- ・線量が大幅に低いため、チェルノブイリ原発事故後に観察されたような多数の放射線誘発性甲状腺がんの発生を考慮に入れる必要はない。
- ・福島県県民健康調査(FHMS)で既に観察されていた相当量の症例は、放射線の影響ではなく、集団検診の感度による可能性が高いとみなされた。
- ・現在のプロトコルに基づき、福島県での健康調査および小児の継続的な超音波検査を続ける。

(2017年白書)

- ・2013年報告書における福島第一原発事故による放射線被ばくの健康影響に関する知見は引き続き有効であり、それ以降に発表された新規情報の影響をほとんど受けていないとの結論に達した。
- ・福島県で実施されたFHMSおよびその他の情報源に基づいて報告された、事故による健康影響について継続している研究および調査に注目し、今後も遅滞なく状況を把握する予定である。

5. 甲状腺検査の状況

(続き)

「甲状腺検査(本格検査)で発見された甲状腺がんに関する国内の評価の概要

＜福島県「県民健康調査」検討委員会における本格検査(検査2回目)に対する評価の概要(2019年7月)＞

福島県「県民健康調査」検討委員会の下に設置する甲状腺検査評価部会において、以下の点を考慮し、「現時点において、本格検査(検査2回目)^(※1)に発見された甲状腺がんと放射線被ばくの間の関連は認められない」とまとめられ、検討委員会にてこの報告が了承された^(※2)。

- ・国連科学委員会(UNSCEAR)が出している甲状腺吸収線量の推計値と甲状腺がん発見率との関連を解析した結果、線量の増加に応じて発見率が上昇するといった一貫した関係(線量・効果関係)は認められない。
- ・超音波検査等の結果での甲状腺がん疑いの発見率は、事故時等の年齢が高いほど高く、チェルノブイリ事故後に甲状腺がんが多く発見された年齢層(主に低年齢の子ども)と異なる。

(※1) 甲状腺検査は各対象者に原則2年に1回実施しており、本格検査(検査2回目)とは、2014～2015年度に実施された検査。
これまでは、2011～2013年度に実施された先行検査(検査1回目)の結果について、国内外の専門家による評価がなされている。

(※2) 【検討委員会の見解】

- ・「現時点において」「検査2回目の結果に限定」されたものであること、将来的な見通しに言及したものではない点に留意する必要がある。
- ・放射線線量と甲状腺がんの関係に関する今回の解析が妥当であったこと、線量が低い値であること等について、県民へ分かりやすく伝える努力をする必要がある。
- ・甲状腺検査及びその評価について、引き続き検討委員会において検討していく必要がある。

＜今後の評価の視点＞

- 検査3回目、4回目の結果を蓄積した解析を行う必要がある。
- 地域がん登録及び全国がん登録を活用し、甲状腺検査対象者のがん罹患状況を把握し分析を行う必要がある。
- 将来的により詳細な推定甲状腺被ばく線量を用いて、交絡因子等を調整した症例対照研究や前向き研究として、線量と甲状腺罹患率との関連を検討する必要がある。

6. 現在の内部被ばくの状況 (ホールボディ・カウンタ検査)

- 福島県が実施しているホールボディ・カウンタ（WBC）検査では、現在、食品摂取などによる放射性セシウム（セシウム134とセシウム137）による内部被ばく（※用語解説参照）の状況を検査・調査（※1）しています。
- 2020年3月末までに約34万人の方に対して検査を実施したところ、99.99%の方が、預託実効線量（※用語解説参照）で1ミリシーベルト未満と推計されました。福島県では、検査を受けた全ての方の内部被ばく線量は、「健康に影響が及ぶ数値ではありません。」と説明しています。

＜福島県におけるWBCの測定結果＞

① 測定を実施した自治体

福島県内全59市町村（現在は、福島県内7箇所を実施）

② 県外へ避難された方を対象としたホールボディ・カウンタによる内部被ばく検査 [常設機関における検査]

弘前大学医学部附属病院、東海村産業・情報プラザ、新潟県立がんセンター新潟病院被ばく医療センター、金沢医療センター、大津赤十字病院、愛媛大学医学部附属病院、広島大学病院、長崎大学病院（2020年4月28日現在）

③ 測定結果（預託実効線量）（2020年3月分まで：2020年4月28日発表）

	2011年6月27日 ～ 2020年3月31日	
	(参考) 2011年6月27日～ 2012年1月31日	
1 ミリシーベルト未満	15,384人 (99.84%)	344,736人 (99.99%)
1 ミリシーベルト	13人 (0.08%)	14人 (0.00%)
2 ミリシーベルト	10人 (0.06%)	10人 (0.00%)
3 ミリシーベルト	2人 (0.01%)	2人 (0.00%)
合 計	15,409人 (100%)	344,762人 (100%)

【出典データ】福島県「ホールボディカウンタによる内部被ばく検査」から作成

※1 検査は2011年6月から始まっており、物理学的半減期（※用語解説参照）が短いヨウ素131は検出されていない。

7. 食品中の放射性物質

(福島県を含む17都県(水産物は全国)における食品中の放射性物質の検査)

- 食品中の放射性物質に関する基準値^(※1)は、食品安全委員会の食品健康影響評価及びコーデックス委員会^(※2)における食品に関する国際規格を踏まえ、食品の摂取に伴う被ばく線量が年間1ミリシーベルトを超えないように設定されています。この基準は世界で最も厳しいレベルとなっています。
- 地方自治体においては、原子力災害対策本部が決定したガイドライン^(※3)に従って検査計画を策定し、基準値に基づくモニタリング検査を計画的に実施しています。検査の結果、基準値を超過した食品があった場合には回収・廃棄が、基準値を超過する食品に地域的な広がりがある場合には出荷制限^(※4)が行われ、それらが市場に出回ることがないように取り組んでいます。
- 食品中に含まれる放射性物質について、基準値超過割合は年々減少しており、麦は2012年度、野菜類、果実類、茶、畜産物では2013年度、米、豆類は2015年度以降の検査では基準値を超えたものではありません。

<食品中の放射性物質の検査結果について>

品目	震災以降、 2011年度末まで			2014年度			2015年度			2016年度			2017年度			2018年度			2019年度 (～2019年12月25日)		
	基準値 超過 点数	超過 割合	検査 点数	基準値 超過 点数	超過 割合	検査 点数	基準値 超過 点数	超過 割合	検査 点数	基準値 超過 点数	超過 割合	検査 点数	基準値 超過 点数	超過 割合	検査 点数	基準値 超過 点数	超過 割合	検査 点数	基準値 超過 点数	超過 割合	検査 点数
米	592	2.2%	26,464	2	0.00002%	1,102万	0	0%	1,050万	0	0%	1,027万	0	0%	998万	0	0%	925万	0	0%	914万
麦	27	4.8%	557	0	0%	383	0	0%	323	0	0%	239	0	0%	189	0	0%	207	0	0%	171
豆類	16	2.3%	689	4	0.12%	3,459	0	0%	1,813	0	0%	957	0	0%	499	0	0%	234	0	0%	62
野菜類	385	3.0%	12,671	0	0%	16,712	0	0%	12,205	0	0%	10,810	0	0%	8,275	0	0%	6,728	0	0%	3,954
果実類	210	7.7%	2,732	0	0%	3,302	0	0%	2,783	0	0%	2,155	0	0%	1,579	0	0%	1,296	0	0%	856
茶	192	8.6%	2,233	0	0%	206	0	0%	127	0	0%	102	0	0%	85	0	0%	43	0	0%	31
その他地域 特産物	16	3.2%	498	0	0%	1,049	1	0.1%	723	0	0%	480	0	0%	332	0	0%	248	0	0%	142
原乳	8	0.4%	1,919	0	0%	1,846	0	0%	1,414	0	0%	1,420	0	0%	770	0	0%	610	0	0%	372
肉・卵(野生 鳥獣肉除く)	1,058	1.3%	79,181	0	0%	188,304	0	0%	225,911	0	0%	212,086	0	0%	211,897	0	0%	210,480	0	0%	132,640
きのこ・山 菜類	779	20.2%	3,856	103	1.2%	8,557	87	1.0%	8,433	69	0.7%	9,241	54	0.7%	7,885	133	1.8%	7,571	89	1.8%	5,001
水産物	1,476	17.2%	8,576	100	0.5%	20,922	14	0.07%	18,801	11	0.06%	18,166	11	0.06%	16,929	6	0.04%	13,922	6	0.06%	10,075

- ・厚生労働省及び自治体等が公表したデータ等に基づき作成。「検査計画、出荷制限等の品目・区域の設定・解除の考え方」(原子力災害対策本部決定)で対象自治体としている17都県の検査結果。水産物については全国を集計。米、豆類は生産年度で集計。
- ・比較のため、2014年度時点の基準値(2012年4月1日～)に揃えて超過点数を計上。食品中の放射性セシウムの基準値設定についてはP23「16.今回の原子力災害に対する我が国の対応(食品の放射性物質に関する規制)※2」を参照。
- ・茶の基準値は2012年度以降は飲用に供する状態で10 Bq/kg、2011年度は生茶葉・荒茶・製茶の状態で500 Bq/kg(飲用に供する状態での放射性セシウム濃度は、荒茶の概ね50分の1)として計上。
- ・福島県産米については、令和2年度より「全量全袋検査」から「モニタリング(抽出)検査」に移行する。ただし、避難指示があった区域等については、全量全袋検査を継続する。

※1 食品、添加物等の規格基準(昭和34年厚生省告示第370号)第1のAの12及び厚生労働大臣が定める放射性物質を定める件(平成24年厚生労働省告示第129号)

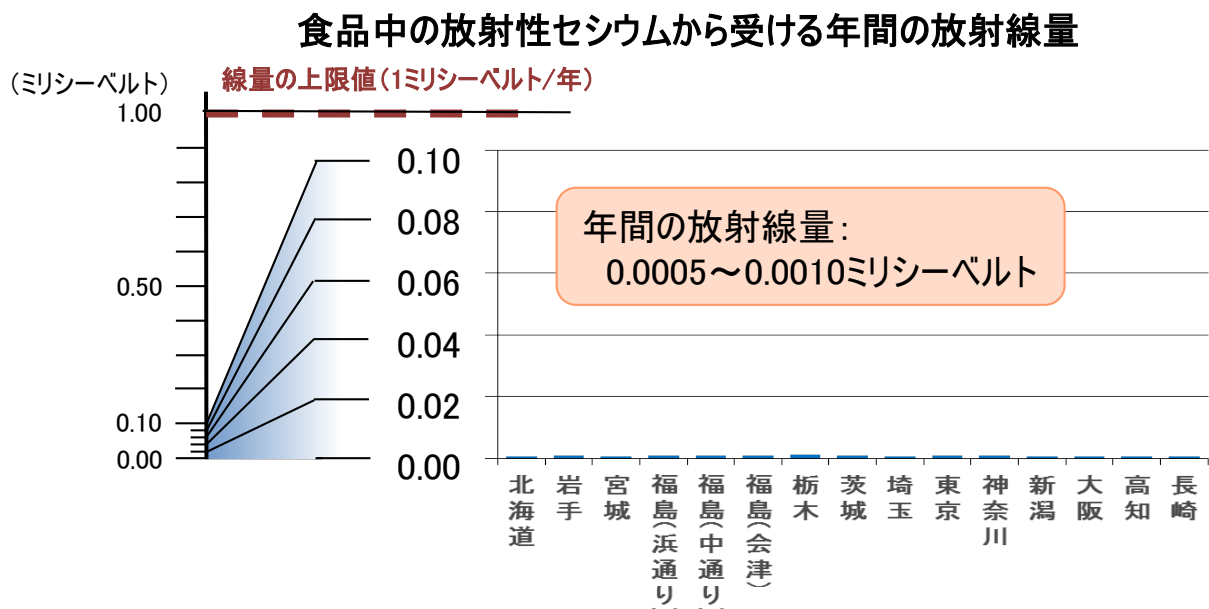
※2 国際連合食糧農業機関と世界保健機関により設立された政府間組織(P23 ※2参照)

※3 検査計画、出荷制限等の品目・区域の設定・解除の考え方(原子力災害対策本部 平成23年4月4日制定/最終改正令和2年3月23日)

※4 原子力災害対策特別措置法(平成11年法律第156号)第20条第2項の規定に基づく都道府県知事宛て原子力災害対策本部長指示によるもの

7. 食品中の放射性物質 (福島県を含む13都道府県(15地域)における 食品中の放射性物質から受ける放射線量の調査結果)

- 厚生労働省は、国立医薬品食品衛生研究所に委託して、2019年2月から3月に、全国15地域で、実際に流通する食品を購入し、食品中の放射性セシウムから受ける年間放射線量を推定しました。
- 調査(※¹)の結果、食品中の放射性セシウムから人が受ける放射線量は、年間0.0005～0.0010ミリシーベルトと推定され、これは現行基準値の設定根拠である年間上限線量1ミリシーベルトの0.1%程度であり、極めて小さいことが確かめられました。



【出典】厚生労働省「食品中の放射性物質の調査結果(平成31年2～3月調査分)」より作成

(調査の方法)

- 調査は、マーケットバスケット調査方式(※²)により実施
- 調査対象地域: 福島県(浜通り、中通り、会津)、北海道、岩手県、宮城県、茨城県、栃木県、埼玉県、東京都、神奈川県、新潟県、大阪府、高知県、長崎県の13都道府県(15地域)

【測定・計算の方法】

- 2019年2～3月に、各調査対象地域のスーパーマーケット等で市販された食品を購入。購入に当たっては、可能な限り地元産品あるいは近隣産品等となるよう配慮。
- 購入した食品をそのままの状態、あるいは必要に応じて調理した後、食品摂取量の地域別平均の分量に従って合計14の食品群に分別し、食品群ごとに混合・均一化したものをマーケットバスケット試料とした。
- マーケットバスケット試料の放射性セシウムの濃度をゲルマニウム半導体検出器を用いて22時間測定し、測定値($Cs-134$ と $Cs-137$ の合計)と預託実効線量係数(※³)を用い、平均的な食事を1年間摂取したと仮定した場合の預託実効線量を計算。

※ マーケットバスケット試料は、210試料を作製(15地域×14食品群)

食品群の内訳: (1群)米、(2群)雑穀・芋、(3群)砂糖・菓子、(4群)油脂、(5群)豆、(6群)果実、(7群)有色野菜、(8群)その他の野菜・漬物・きのこ・海藻、(9群)嗜好飲料、(10群)魚介、(11群)肉・卵、(12群)乳、(13群)調味料、(14群)飲料水

※¹ 食品・添加物等規格基準に関する試験検査「食品中の放射性物質の摂取量等調査」(国立医薬品食品衛生研究所)

※² マーケットバスケット調査方式は種々の化学物質の摂取量を推定するための調査方式の1つ

※³ ICRP Publication 72 の成人の預託実効線量係数(※ 用語解説参照)

8. 各種環境モニタリングの実施状況

- 東京電力福島第一原子力発電所の事故によって広範囲な地域に放射性物質が放出されたため、関係府省及び自治体等が、陸域や海域、食品等について、放射線の線量や放射性物質の濃度など様々なモニタリングを実施しています。モニタリングで得られたデータは、一括してポータルサイトにおいて情報提供を行っています。

（ポータルサイト：<https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/>）



- 周辺住民の健康管理等の基礎資料として継続して長期にわたり収集・蓄積し、分かりやすい情報提供に努めていきます。

<モニタリングの主な項目>

福島県全域の環境一般

- ・モニタリングポストや航空機モニタリング等による空間線量率の測定
- ・大気浮遊じん（ダスト）等の継続的測定

全国的な環境一般

- ・モニタリングポストや航空機モニタリング等による空間線量率の測定
- ・月間降下物（雨やほこり等）や上水（蛇口）の測定

水環境

- ・河川、湖沼・水源地、地下水、沿岸等における水質、底質、環境試料の放射性物質の濃度及び空間線量率の測定

海域

- ・海水、海底土及び海洋生物の放射性物質の濃度の測定

学校、保育所等

- ・学校等における空間線量率の測定
- ・屋外プールの水の放射性物質の濃度の測定

港湾、空港、公園、下水道等

- ・下水汚泥中の放射性物質の濃度の測定
- ・港湾、空港、都市公園等の空間線量率の測定

野生動植物、廃棄物、除去土壌等

- ・野生動植物の採取・分析
- ・廃棄物処理施設等の放流水中の放射性物質濃度、敷地境界における空間線量率等の測定

農地土壌、林野、牧草等

- ・農地土壌の放射性物質の濃度の推移の把握
- ・森林土壌、枝、葉、樹皮及び木材中の放射性物質の濃度を測定

水道

- ・浄水場の浄水及び取水地域の原水や水源別の水道水における放射性物質の濃度の測定

食品

- ・食品中に含まれる放射性物質の濃度の測定

9. WHO、UNSCEARの健康影響評価

- 世界保健機関(WHO)が2013年2月に公表した「2011年東日本大震災後の原発事故に関する予備的被ばく線量推計に基づく健康リスクアセスメント」では、2011年までの限られた情報に基づき、全体的に過大評価になるように線量を推計しており、健康影響については、

被ばく線量が最も高かった地域の外側では、福島県においても、がんの罹患のリスクの増加は小さく、がん発生の自然のばらつきを越える発生は予測されない。

としています(※1)。

【出典】 World Health Organization, Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan earthquake and tsunami, based on a preliminary dose estimation, 2013.

- 原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)では、その後の情報も取り入れ、より現実的な線量評価を行っており、2014年4月2日に「2011年東日本大震災後の原子力事故による放射線被ばくのレベルと影響」と題する報告書が発表されました。同報告書においては、被ばく線量の推計、健康リスクの評価を行い、結論としては、
- ・ 東京電力福島第一原発事故による放射線被ばくに起因する可能性がある急性の健康影響(すなわち急性放射線症や他の確定的影響)は観察されていない。
 - ・ 事故後の甲状腺吸収線量がチェルノブイリ事故後の線量よりも大幅に低いため、福島県では、チェルノブイリ原発事故後に観察されたような多数の放射線誘発性甲状腺がんの発生を考慮に入れる必要はない。福島県で進行中の超音波検査では比較的多くの甲状腺異常(がんを含む)が発見されるとみられているが、これらは通常、そうした集中的な検診をしなければ検出されなかったと考えられる。
 - ・ 本委員会は、福島第一原発での事故による出生前被ばくが原因で、自然流産や流産、周産期死亡率、先天的な影響または認知障害の発生率が上昇するとは予測していない。さらに、本委員会は福島第一原発事故で被ばくした人の子孫に遺伝的な疾患が増加するとも予測していない。また、放射線による乳がん、小児白血病または他の小児がんの発生率の上昇が識別可能なレベルになるとは予測していない。
 - ・ 短期間において、原子力事故の最も重大かつ顕著な健康影響は、精神衛生や社会福祉に関するものであったと考えられる。さらに、事故後の避難が、社会的弱者の(健康への)状況の悪化を即時に引き起こした。

と報告されました。

【出典】 UNSCEAR, Levels and effects of radiation exposure due to the nuclear accident after the 2011 great east-Japan earthquake and tsunami, UNSCEAR 2013 Report, Vol. I, 2014.

※1 WHOリスク評価報告書は、健康リスクの過小評価を防ぐため、過大であっても過小とにならないように、被災地の食品を主として食べ続けたなどの仮定のもと、リスクを高めに出したものである。そのような仮定をおいたとしても「最も被ばくした地域の限られたグループの人達では、ある種のがんの生涯リスクがいくらか上昇するかもしれない。」との評価。なお、本報告書の健康リスク評価は、健康管理を行うべき対象者及び疾患の範囲を検討することを目的としており、将来の健康影響を予測するものではないとされている。現在、福島県で行われている県民健康調査が継続して実施されることが健康管理に有効との見解を示している。

10. 身の回りの放射線

- 宇宙には誕生時からたくさんの放射線が存在し、今でも常に地球に降り注いでいます。また、地球が誕生した時から大地や空気中に放射性物質が存在し、それを体内に取り込んだ植物や動物体内にも放射性物質があります。
- 私たちは日常的に、宇宙からの放射線、空気中のラドンや大地などから出る放射線、食品として摂取した放射性カリウムなどから出る放射線などの自然放射線を受けています。
- また、放射線診断や検診のためのX線撮影（CTスキャン、胃透視等）などによる放射線も受けることがあります。
- このように、放射線はふだんから身の回りにあり、ゼロにはできませんが、その量はわずかなので健康への影響はありません。
- 放射線の健康への影響は、放射線のある・なしではなく、受ける放射線の「量」が問題となります。

<身の回りの放射線>

自然放射線 (日本)

宇宙から
0.3mSv



空気中の
ラドンから
0.48mSv

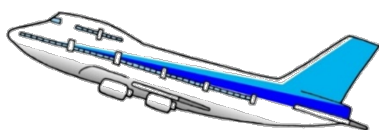


食物から
0.99mSv



大地から
0.33mSv

自然放射線による年間線量（日本平均）2.1mSv
自然放射線による年間線量（世界平均）2.4mSv



東京～ニューヨーク
航空機旅行（往復）

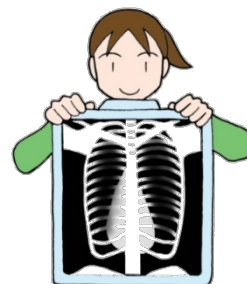
0.11～
0.16mSv

人工 放射線



胸部CT検査
(1回)

2.4～
12.9mSv



胸部X線検査（1回）

0.06mSv

mSv：ミリシーベルト

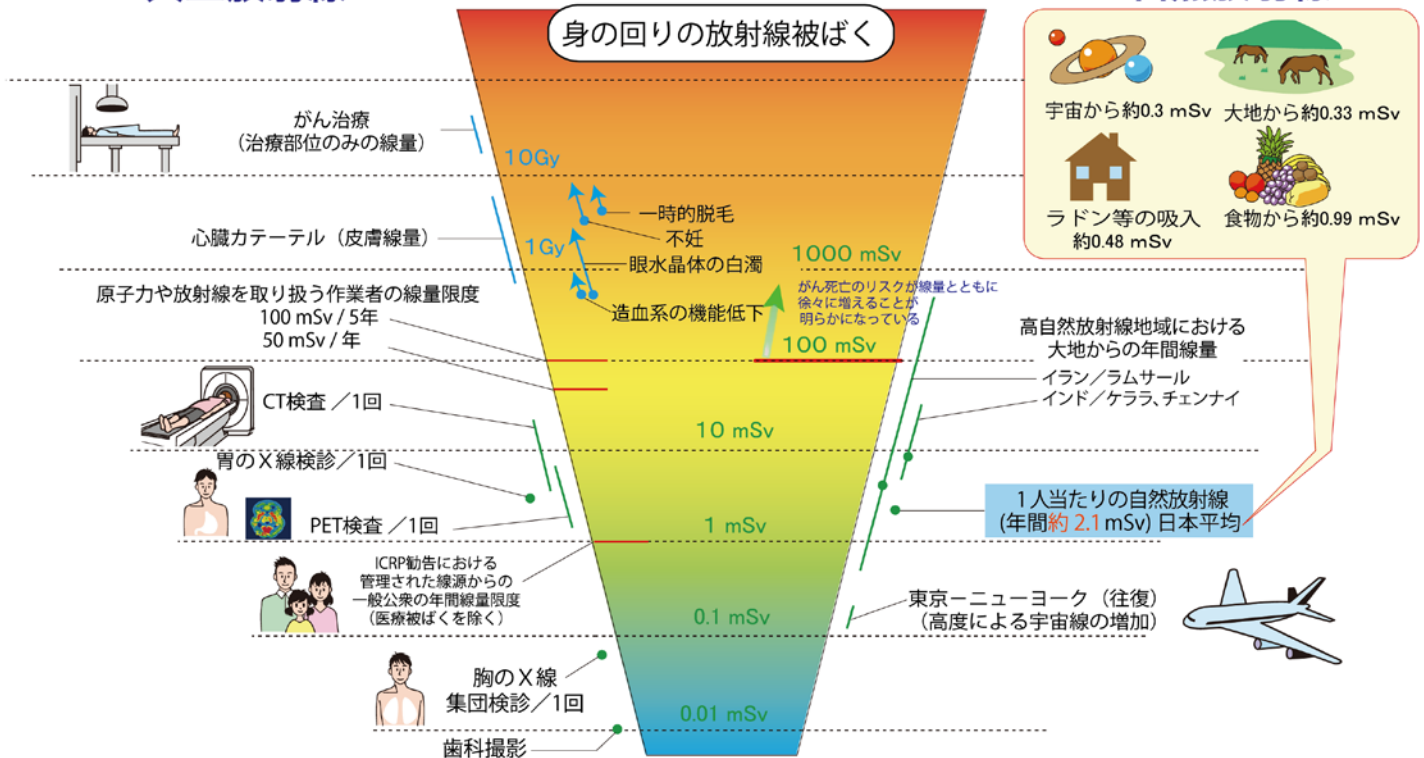
出典：国連科学委員会（UNSCEAR）2008年報告、
原子力安全研究協会「新版生活環境放射線（平成23年）」、ICRP103 他より作成

10. 身の回りの放射線 (続き)

放射線被ばくの早見図

人工放射線

自然放射線



【線量の単位】

各臓器・組織における吸収線量: Gy (グレイ)
放射線から臓器・組織の各部位において単位重量あたりにどれくらいのエネルギーを受けたのかを表す物理的な量。

実効線量: mSv (ミリシーベルト)
臓器・組織の各部位で受けた線量を、がんや遺伝性影響の感受性について重み付けをして全身で足し合わせた量で、放射線防護に用いる線量。

各部位に均等に、ガンマ線1Gyの吸収線量を全身に受けた場合、
実効線量で1000mSvに相当する。

～ 詳しくは用語解説P32,33を参照 ～

- ・ UNSCEAR2008年報告書
- ・ ICRP2007年勧告
- ・ 日本放射線技師会医療被ばくガイドライン
- ・ 新版 生活環境放射線 (国民線量の算定)
- など等により、放医研が作成 (2018年 5月)

【ご注意】

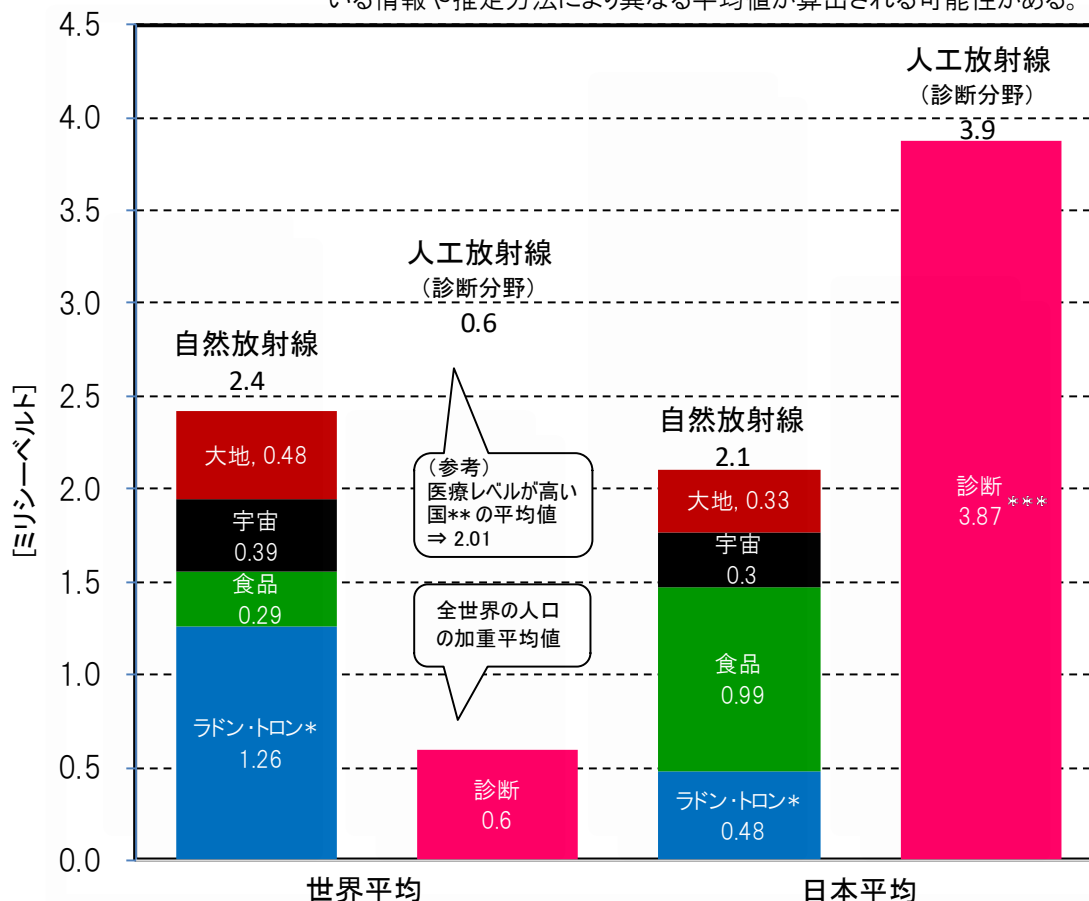
- 1) 数値は有効数字などを考慮した概数です。
- 2) 目盛 (点数) は対数表示になっています。
目盛がひとつ上がる度に10倍となります。
- 3) この図は、引用している情報が更新された場合
変更される場合があります。

11. 日常生活における放射線被ばく

- 自然放射線からの被ばく実効線量は、世界平均で年間2.4ミリシーベルト、日本では平均で年間約2.1ミリシーベルト（※1）です。
- 日本の自然放射線の内訳を世界平均と比較すると、ラドン等空気中からの被ばくが少なく、食品からの被ばくが多い傾向という特徴があります。
- 医療による便益を得るために個人が被ばくする実効線量は、その種類や回数などにより個人差はありますが、平均すると日本人の被ばく量は多いことが知られています（※2）。

<日常生活における被ばく実効線量（年間）>

※ これらの線量の平均値は限られた情報から求めた推定値であるので、用いている情報や推定方法により異なる平均値が算出される可能性がある。



- * ラドン(^{222}Rn)とトロン(^{220}Rn) 天然に存在する放射性希ガス。岩石や土壌などに含まれるウランやトリウムが変遷して大気中に散逸。
- ** 人口1,000人当たり少なくとも1名の医師を有するレベルの国としてUNSCEARが割り当てている国。
- *** 日本のデータには、歯科検診、核医学検診等も含む。

【出典データ】(世界平均): UNSCEAR報告書(2008年)

(日本平均): 原子力安全研究協会「新版 生活環境放射線」(平成23年)

※1 東日本大震災による東京電力福島第一原発事故の影響は含まれていない。

※2 世界でも医療の進歩・普及が進み、被ばく量が増加傾向にあると言われている。

12. 世界の自然放射線の状況と健康影響

- 自然放射線は国や地域によりばらつきがあり、また、国や地域の中でも差があります。さらに、世界（例えば、インドや中国）には、自然放射線が日本の数倍に達する地域もあり、欧州には屋内ラドン濃度が高い国もあります。
- 自然放射線による線量が高い地域の1つであるインドのケララ地方の疫学調査(長期被ばくの例)では、総線量が500ミリシーベルトを超える集団であっても、発がんリスクの増加は認められないと報告（Nair *et al.*, Health Phys 96, 55, 2009）されています。
- また、放射線を長期間にわたって継続的に受けた場合は、短時間で同じ線量の放射線を受けた場合よりも健康影響が小さいと推定されており、線量・線量率効果（※1）と言います。

＜各国の自然放射線レベルに対する人口分布＞

（外部被ばく、内部被ばくを含む）

〔万人〕

地域・国		実効線量〔ミリシーベルト/年〕					
地域	国	1.5未満	1.5～3.0	3.0～5.0	5.0～7.0	7.0～10.0	10以上
東アジア	日本	6,021	6,455				
	中国(香港)		550	93	6	1	
	マレーシア	1,249	424				
北ヨーロッパ	デンマーク		360	130	25	8	2
	フィンランド	22	341	100	24	15	12
	リトアニア	168	162	36	4	2	1
西ヨーロッパ	ベルギー	28	780	184	22	5	3
	オランダ	1,402	148	8			
東ヨーロッパ	ブルガリア		704	184			
	ハンガリー	56	543	269	102	35	15
	ルーマニア		1,337	826	107		
ヨーロッパ	ロシア	8,094	5,203	971	271	147	124
	アルバニア	5	270	60	15		
	イタリア	15	4,093	1,200	320	80	20
	ポルトガル	365	407	156	15		
割合		39%	48%	9%	2%	1%	1%

【出典】UNSCEAR報告書(2000年)

＜高自然放射線の地域例＞

地域・都市	屋外の平均空間線量〔ミリシーベルト/年〕	地域の特徴
インド/ ケララ、チェンナイ(旧マドラス)	9.2 (5.2～32.3)	モザナイト砂海岸地域
中国/ 広東省陽江	2.3	モザナイト砂海岸地域
イラン/ ラムサル	4.7 (0.49～613)	泉水

* 空間線量への換算には、0.7シーベルト/グレイを使用。
* 各地域の線量は、UNSCEARが個別の文献等から引用しているものであり、時点が異なるなど厳密な地域間比較を行うことは適当ではない。

【出典データ】UNSCEAR報告書(2008年)

＜屋内ラドン濃度が高い地域例＞

国	屋内ラドン濃度〔ベクレル/m ³ 〕	年間実効線量〔ミリシーベルト/年〕
モンテネグロ	184	4.6
フィンランド	120	3
チェコ	118	3
ルクセンブルグ	110	2.7
スウェーデン	108	2.7

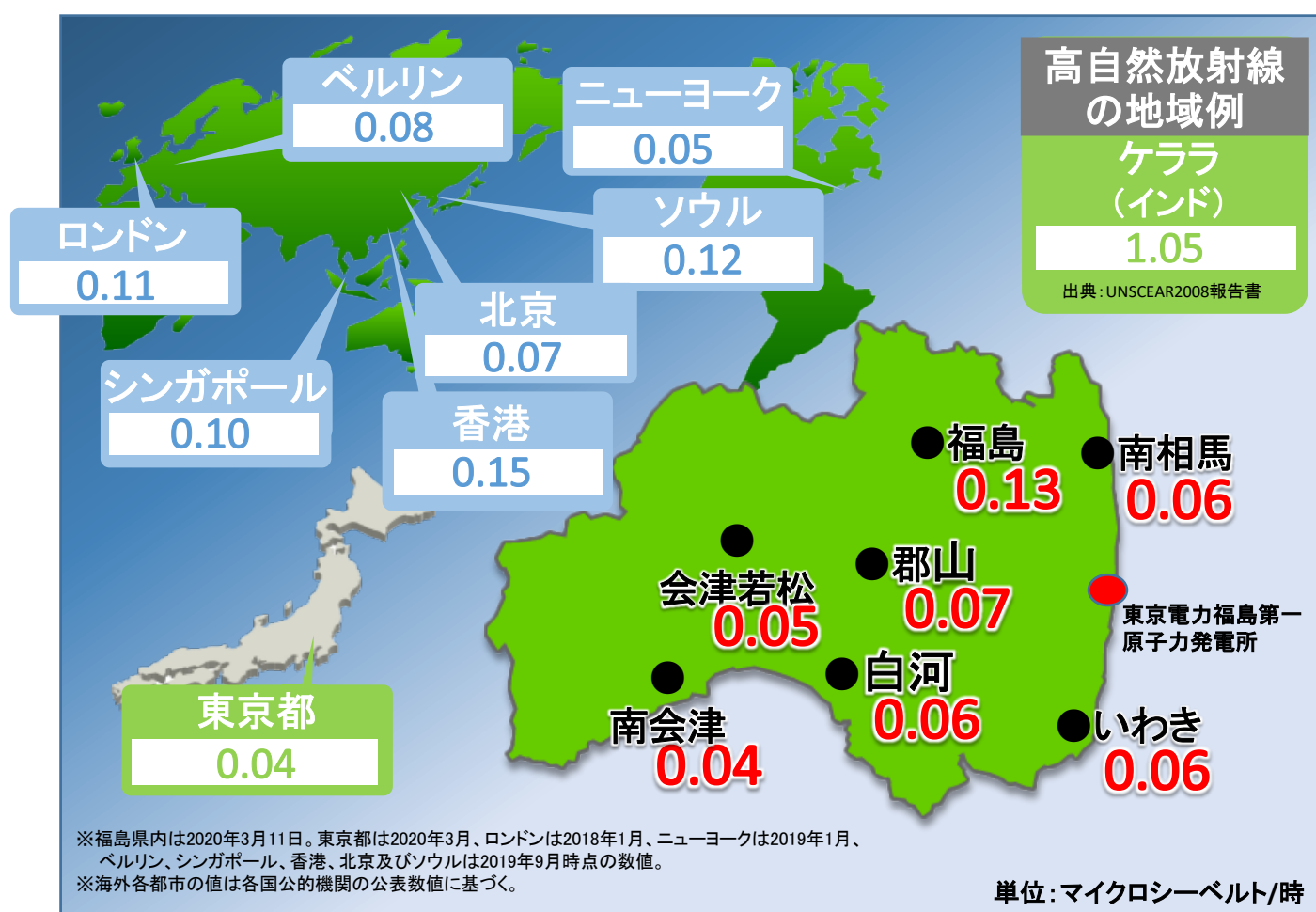
* 屋内ラドン濃度は各国の平均値。トロンは含まない。
* 年間実効線量は、UNSCEARが採用している平衡係数0.4、居住係数0.8、線量換算係数「9ナノシーベルト/(ベクレル・時間/立方メートル)」を適用して算出。

【出典データ】UNSCEAR報告書(2006年)

※1 低い線量率の環境で長期間にわたり継続的に被ばくした場合は、原爆被ばくのように短時間に被ばくした場合に比べ、線量の積算量が同じでも、健康影響が小さいと推定されており、この効果は動物実験においても確認されている。〔国際放射線防護委員会(ICRP) 2007年勧告Publication103〕

1 3. 福島県内の空間線量率の現状 (世界との比較)

- 福島県内の主要都市の放射線量は、事故時から大幅に低下しており、国内外の主要都市とほぼ同水準になっています。



出典:「福島県風評・風化対策強化戦略(第4版)」を基に復興庁作成

14. 放射線の健康への影響

- 広島・長崎の原爆被爆者約12万人規模の疫学調査※¹では、原爆による放射線の被ばく線量が100ないし200ミリシーベルト(短時間1回)を超えたあたりから、被ばく線量が増えるに従ってがんで死亡するリスクが増えることが知られています。一方、それ以下の線量域では、得られたデータの統計学的解析からは放射線の被ばくによってリスクが実際に増加しているかどうか確認できません。
- これは、100ミリシーベルト以下の被ばくによる発がんリスクは極めて小さく、生活環境中の他の発がん要因の中に隠れてしまい、放射線が原因と認識されないことを意味します。このことは国際的な認識となっています。

＜放射線と生活習慣によってがんになるリスク＞

放射線の線量 [ミリシーベルト/短時間1回]	がんの相対リスク* [倍]	生活習慣因子
1000 - 2000	1.8 1.6 1.6	喫煙者 大量飲酒(毎日3合以上)
500 - 1000	1.4 1.4	大量飲酒(毎日2合以上)
200 - 500	1.19 1.29 1.22 1.15-1.19 1.11-1.15	やせ(BMI<19) 肥満(BMI≥30) 運動不足 高塩分食品
100 - 200	1.08 1.06 1.02-1.03	野菜不足 受動喫煙(非喫煙女性)
100 以下	検出不可	

【出典データ】国立がん研究センター

* 相対リスクとは、図にある生活習慣因子を持つ集団のがん発生率を因子を持たない集団の発生率で割ったものであり、因子を持たない人に比べて持っている人ががんになる割合が何倍高いかという数値。

*この表は、成人を対象にアンケートを実施した後、10年間の追跡調査を行い、がんの発生率を調べたもの。例えば、アンケート時に「タバコを吸っている」と回答した集団では、10年間にがんになった人の割合が「吸っていない」と答えた集団の1.6倍であることを意味している。

- なお、原爆の事例を含め過去の調査では、放射線被ばくによる人間への遺伝性影響を示す根拠は報告されていません※²。
また、東京電力福島第一原子力発電所の事故当時に胎児であった子供において、出生時異常の発生率の上昇は見られていません※²。

※¹ 広島・長崎の原爆被爆者の疫学調査については、UNSCEAR2010年報告書及び国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくQ&A」参照

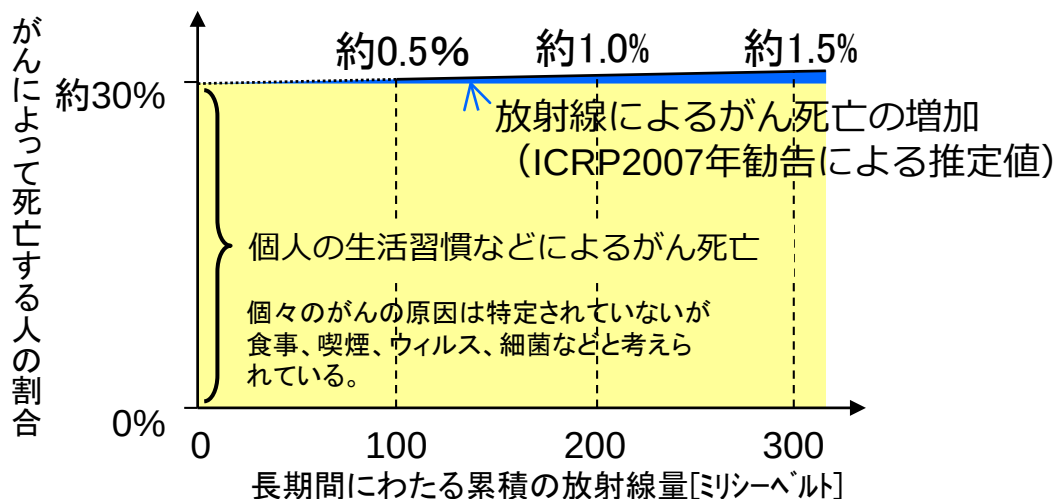
※² 遺伝性影響についてはUNSCEAR2001、出生時異常についてはUNSCEAR2017白書参照

15. 放射線防護を講じる際のICRPの基本的考え方

- 国際放射線防護委員会（ICRP）では、「放射線防護の立場から、年間100ミリシーベルトを下回る放射線量においては、放射線による影響の増加を明確に示すデータのない低線量域であっても、がんや遺伝性影響（生殖細胞が変異して子孫に伝わる遺伝的な影響のこと）のリスクはあるものとし、バックグラウンドの線量を超えた放射線量の増加に比例する」と仮定（LNTモデル）して、放射線防護を考えるよう勧告しています。（※1、2）
- また、ICRPでは、これまでの原爆被爆者などの調査研究の結果をもとに、LNTモデルを用い、線量・線量率効果係数を2（※3）として、線量が低い環境で長期間にわたり被ばくした場合の生涯においてがんで死亡するリスク（※4）の増加分を1シーベルトあたり約5%（100ミリシーベルトあたり約0.5%）であると推定しています。

（参考）

2009年の死亡データでは、日本人の約30%ががんで死亡している。原爆被爆者に関する調査の結果「1シーベルトの放射線に被ばくした場合、がんで死亡するリスクがおよそ10%増加する」に、線量・線量率効果係数2を適用すれば、長期間にわたり累積100ミリシーベルトを被ばくすると、生涯のがん死亡のリスクが約0.5%増加すると試算される。他方、我が国でのがん死亡率は都道府県の間でも10%以上の差異がある。



※1 勧告では、人の健康を防護するため「確定的影響(有害な組織反応)を防止し、確率的影響(がん又は遺伝性影響)のリスクを合理的に達成できる程度に減少させること」を目的にしている。

※2 ICRPはLNTモデル(直線しきい値なしの仮説)にも不確実性を伴うことも言及している。

※3 低線量・低線量率(長期間)の放射線被ばくの効果(影響)は、高線量・高線量率(短時間)における被ばくの効果(影響)と比較して通常低いと判断される。線量・線量率効果係数は、単位線量あたりの健康影響の発生率として定義される係数であり、ICRPでは不確実性を認識しながらも動物実験その他の研究をもとに2を選択するが、1.5を選択しているケースもある。(低線量・低線量率のリスク) = (高線量・高線量率のリスク) / (線量・線量率効果係数)となり、線量・線量率効果係数=2の場合は、低線量・低線量率のリスクは、高線量・高線量率の0.5つまり半分になるとしている。

※4 リスクとは、その有害性が発現する可能性を表す尺度であり、“安全”の対義語や単なる“危険”を意味するものではない。

15. 放射線防護を講じる際のICRPの基本的考え方 (続き)

- 国際放射線防護委員会(ICRP)は、被ばくの種類を職業被ばく、公衆被ばく、患者の医療被ばくに分類し、それぞれに防護の三原則、正当化、最適化、個人の線量限度を適用する防護体系を勧告しています(ただし、必要な検査や治療を受けられないケースが生じ、患者の便益を損なうおそれがあるため患者の医療被ばくには「線量限度」は適用されません)。

また、人が受ける被ばくを

- ①線源の計画的導入・運用を伴う日常的状況 (計画被ばく状況)
- ②事故や核テロなどの緊急の対策が必要な状況 (緊急時被ばく状況)
- ③事故後の長期にわたる回復・復旧の時期の被ばく状況等 (現存被ばく状況)

の3つの状況に分けて、防護の基準を定めています。

- 計画被ばく状況では、公衆被ばくについて追加で年間1ミリシーベルト(※1)、職業被ばくについて5年間の年平均20ミリシーベルトの「線量限度」が適用されます。線量限度は管理の対象となるあらゆる線源からの個人の被ばく線量(合計)を管理するための基準値です。個人が個々の線源(一つの線源の場合や施設全体の全ての線源を一つの線源とする場合もある)から受ける線量の制限値を「線量拘束値」(※2)と言います。

 「参考3「計画被ばく状況」の事例」参照

- 事故などによって被ばく源が制御できなくなってしまった場合には、緊急時被ばく状況として、年間又は1回の被ばくで20~100ミリシーベルトの範囲で、状況に応じて適切な「参考レベル」(※3)を設定し、防護対策の計画・実施の目安とすることとされています。参考レベルは、全ての住民の被ばく線量が参考レベルを直ちに下回らなければならないものではなく、そのレベルを下回るように対策を講じ、被ばく線量を漸進的に下げていくためのものです。

- その後、回復や復旧の時期(現存被ばく状況)に入ると、公衆被ばくを通常と考えられるレベルに近いあるいは同等のレベルまで引き下げるため、年間1~20ミリシーベルトの範囲の下方部分から、状況に応じて適切な「参考レベル」を選択し(※4)、長期目標として参考レベルを年間1ミリシーベルトとすることとされています。

(参考)

「線量拘束値」や「参考レベル」は、経済的及び社会的要因を考慮し、被ばく線量を合理的に達成できる限り低くする「最適化」の原則に基づいて措置を講じるための目安とされている。

※1 公衆被ばくの線量限度(実効線量)である追加の年間1ミリシーベルトは、健康に関する「安全」と「危険」の境界を示すものではなく、線源を導入・運用する者に対して厳格な管理を求める趣旨から、公衆への被ばく線量を可能な範囲で最大限低減させるために採用されているもの。我が国の法令においても、例えば、原子力発電所のような放射線を使用する施設では、当該施設の外側で公衆が被ばくする実効線量について年間1ミリシーベルトを超えないよう管理することを放射線を使用する事業者に求めている。

※2 線量限度の一部を個々の線源に割当てることから、線量拘束値は線量限度より小さい値となる。

※3 人命救助の目的では100ミリシーベルトを超える参考レベルも許されている。

※4 状況を段階的に改善する指標として、中間的な参考レベルも設定できる。

16. 今回の原子力災害に対する我が国の対応 (避難指示、解除)

- 政府は、東京電力福島第一原発事故において、国際放射線防護委員会（ICRP）の緊急時被ばく状況における放射線防護の「参考レベル」^{（※1）}のバンド（年間20～100ミリシーベルト）等を考慮し、このうち最も厳しい値に相当する年間20ミリシーベルトを避難指示基準の1つとして採用し、避難指示を行いました。^{（※2）}

$$\text{年間20ミリシーベルト} = \frac{\text{一日の被ばく線量}}{\text{ }} \times 365\text{日}$$



屋内での被ばく線量〔3.8マイクロシーベルト×16時間×0.4（低減効果）〕

屋外での被ばく線量〔3.8マイクロシーベルト×8時間〕

- ※ 木造家屋の低減効果0.4は、IAEAがまとめた“Planning For Off-Site Response to Radiation Accidents in Nuclear Facilities”（IAEA TECDOC 255）によるもの。
- ※ 上記計算式では、①内部被ばく、②放射性物質の物理減衰やウェザリング効果を考慮していない。これは、①による線量増加分と、②による線量減少分が相殺されると仮定しているため。

- 一方、避難指示解除においては、次の3要件が充足された区域について、順次避難指示を解除していきます。
- ①空間線量率で推定された年間積算線量が20ミリシーベルト以下になることが確実であること
 - ②電気、ガス、上下水道、主要交通網、通信など日常生活に必須なインフラや医療・介護・郵便などの生活関連サービスがおおむね復旧すること、子どもの生活環境を中心とする除染作業が十分に進捗すること
 - ③県、市町村、住民との十分な協議
- 2020年3月までに、田村市、川内村、楡葉町、葛尾村^{（※3）}、南相馬市^{（※3）}、川俣町、浪江町^{（※3）}、飯舘村^{（※3）}、富岡町^{（※4）}、大熊町^{（※4）}、双葉町^{（※4）}において避難指示が解除され、住民の帰還に向けた取り組みが行われています。
- 避難指示区域の面積は、福島県全体の面積の約2.4%にまで縮小しています。

※1 参考レベルとは、経済的及び社会的要因を考慮し、被ばく線量を合理的に達成できる限り低くする「最適化」の原則に基づいて措置を講じるための目安。

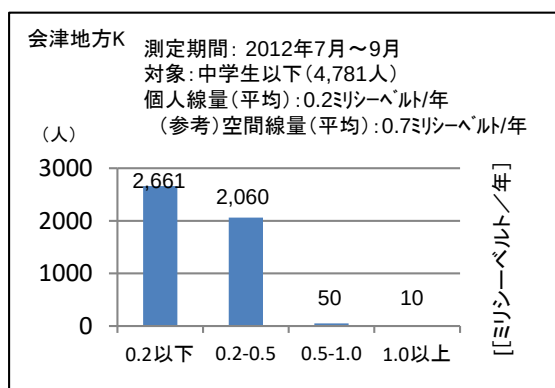
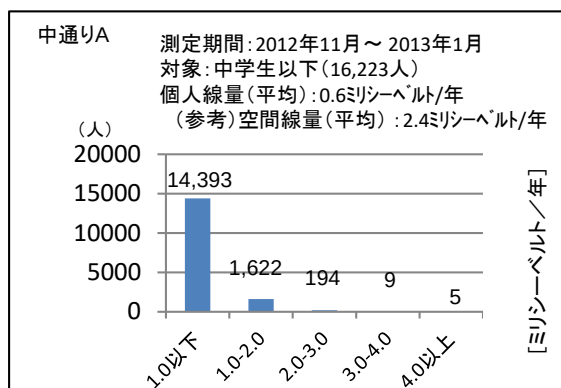
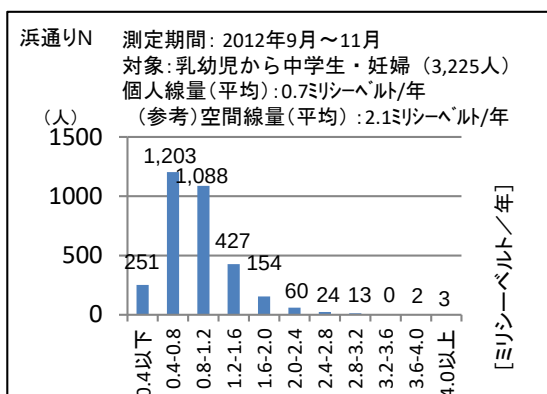
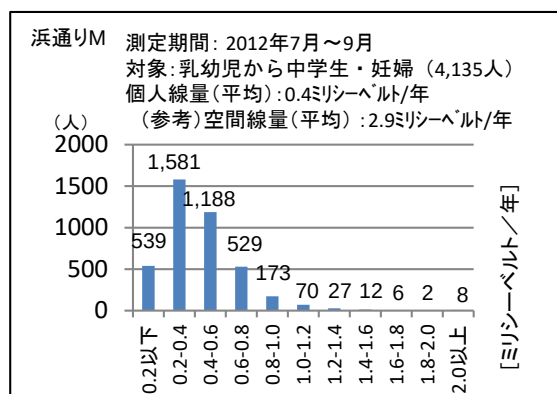
※2 避難指示区域は、事故発生後1年間の被ばく線量を空間線量率（※用語解説参照）の測定値から推計し（屋外8時間、屋内16時間滞在、家屋の遮へい効果による被ばく低減係数0.4、その時点以降減衰しないという保守的な推計）、年間20ミリシーベルトに達するおそれのある地域を設定。

※3 帰還困難区域を除く。

※4 特定復興再生拠点区域の一部区域（双葉町は避難指示解除準備区域も含む）

16. 今回の原子力災害に対する我が国の対応 (帰還後の外部被ばく評価)

- 事故発生初期においては、個人線量計を用いて測定する個人の被ばく線量の測定が困難であったため、安全側の評価が可能な空間線量率から推定された個人の被ばく線量の結果も用いて避難指示区域の設定などを行っています。
- 定点測定を中心とする空間線量率から推定される被ばく線量は、住民の行動様式や家屋の低減率を一律で仮定していることなどにより、実際の生活実態が反映される個人線量計を用いた被ばく線量の測定結果とは異なることが知られています。
- これまでに各市町村で測定された個人線量計による被ばく線量は、空間線量率から推定される被ばく線量に比べて低い値となる傾向ではあるものの、個々の住民の生活や行動によってばらつきがあることが確認されています。
- 原子力規制委員会は、「帰還に向けた安全・安心対策に関する基本的考え方」を取りまとめ、帰還後の住民の被ばく線量の評価は、空間線量率からの推定ではなく、個人線量計を用いて測定する個人毎の被ばく線量を用いることを基本とすべきであるとしています。



※ 「個人線量(平均)」については測定値を単純に年換算。バックグラウンドは除く。

※ 「空間線量(平均)」については、測定期間と同じ期間における航空機モニタリングによる空間線量率の市町村毎(森林等の非居住圏も含む)の平均値を用いて、8時間屋外、16時間木造家屋に滞在することと仮定して、年間の被ばく線量を推定した値。

【出典データ】原子力規制委員会「帰還に向けた安全・安心対策に関する検討チーム」(第2回会合)
原子力災害対策本部関係省庁説明資料「個人線量把握の重要性について」

16. 今回の原子力災害に対する我が国の対応 (食品の放射性物質に関する規制)

- 東京電力福島第一原発事故の後、食品中の放射性物質の暫定規制値を設定（※1）し、暫定規制値を超える食品が市場に流通しないよう出荷制限などの措置を取りました。
- 2012年4月1日から、より一層の安全・安心を確保するため、事故後の緊急的な対応としてではなく、長期的な観点から、食品の摂取により受ける追加の預託実効線量の上限を年間1ミリシーベルトとし、これに基づいて、食品中の放射性セシウムの基準値を設定しています。
この基準は世界で最も厳しいレベルとなっています。
- 検査の結果、基準値を超える食品には廃棄・回収等の措置をとるほか、地域的な広がり認められる場合には出荷制限等を行い、それらが市場に出回ることのないよう取り組んでいます。

＜食品中の放射性物質に関する基準等 [単位:ベクレル/kg]＞

	日本 食品衛生法の 基準値	コーデックス※2 CODEX STAN 193-1995	EU Council Regulation(Eur atom)2016/52	米国 Guidance Levels for Radionuclides in Domestic and Imported Foods (CPG7119.14)
核種:放射性 セシウム ^{1,2}	飲料水 10 牛乳 50 乳児用食品 50 一般食品 100	乳児用食品 1,000 一般食品 1,000	飲料水 1,000 牛乳 1,000 乳児用食品 400 一般食品 1,250	全ての食品 1,200
追加線量の 上限設定値 ²	1mSv	1mSv	1mSv	5mSv
放射性物質を 含む食品の 割合の仮定値 ²	50%	10%	10%	30%

1: 本表に示した数値は、この値を超えた場合は食品が市場に流通しないように設定されている基準等の値です。数値は、食品から受ける線量を一定レベル以下に管理するためのものであり、安全と危険の境目ではありません。また、各国で食品の摂取量や放射性物質を含む食品の割合の仮定値等の影響を考慮してありますので、単に数値だけを比べることはできません。

2: コーデックス、EUと日本は、食品からの追加線量の上限は同じ1mSv(ミリシーベルト)/年です。日本では放射性物質を含む食品の割合の仮定値を高く設定していること、年齢・性別毎の食品摂取量を考慮していること、放射性セシウム以外の核種の影響も考慮して放射性セシウムを代表として基準値を設定していることから、基準値の数値が海外と比べて小さくなっています。

【出典】 風評対策強化指針をもとに復興庁作成

※1 放射性セシウムの預託実効線量（※用語解説参照）（放射性ストロンチウムの寄与を含む。）年間5ミリシーベルトに基づき設定。

※2 国際連合食糧農業機関（FAO）と世界保健機関（WHO）が1963年に設立した、食品の国際基準（コーデックス基準）を作る政府間組織。その目的は、消費者の健康を保護するとともに、食品の公正な貿易を促進すること。2018年8月現在、188の国と1つの機関（欧州連合）が加盟しています。

（参考１）被ばく低減策の実践

【福島県伊達市における事例】

- 福島県伊達市では、空間線量率（※用語解説参照）が3マイクロシーベルト/時間（年間の外部被ばく線量（※1）にして約15.8ミリシーベルト）を超える地域から、0.5マイクロシーベルト/時間（年間の外部被ばく線量にして約2.6ミリシーベルト）を下回る地域まで、汚染の状況にかなりのばらつきがありました。そのため、除染を行う際には、市内を3つのエリアに区分し、放射線量に応じた手法により、線量が高いエリアから優先的に除染（※2）を進めました。

Aエリア（特定避難勧奨地点を含む比較的線量の高い地域。）

- ・・・面的除染（宅地、道路、林縁部）（2011年10月本格開始。2013年8月終了）

Bエリア（Aエリアに隣接し、比較的線量が高い地域。空間線量率から推計した年間の外部被ばく線量が5ミリシーベルト以上の地域。）

- ・・・面的除染とミニホットスポット等のスポット除染の組み合わせ（宅地、道路）（2012年10月本格開始。2014年3月終了）

Cエリア（比較的線量が低い地域。空間線量率から推計した年間の外部被ばく線量が1ミリシーベルト以上の地域。）

- ・・・マイクロホットスポット等のスポット除染（宅地、道路）（2013年3月本格開始。2015年8月終了）

注）A、B、Cの各エリアは、2012年3月の空間線量率に基づいて設定しており、現在は、除染が進むなどして空間線量率は低減している。

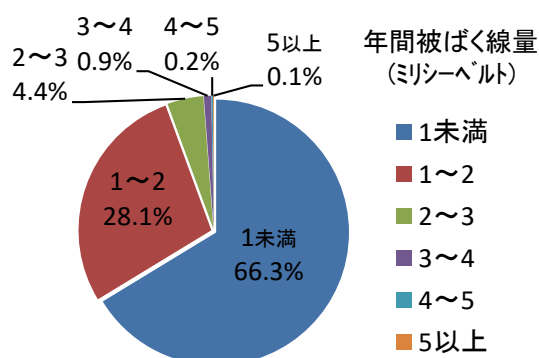
【出典】伊達市除染実施計画（第2版、平成24年8月）

- また、市民全員に個人線量計（ガラスバッジ）を配付し、測定結果をもとに健康への影響を市民に説明するなど、放射線防護の観点からリスクコミュニケーションを積極的に実施し、市民理解が得られるよう対応しました。

＜全市民を対象としたガラスバッジ測定結果＞

- 対象者／52,783人（全市民のうち、1年間継続して測定した人）
- 基準日／2013年10月1日（全体の約81.2%）
- 実施期間／2012年7月～2013年6月（3ヶ月毎に4回測定）

- ⇒ 1）市民全体の年間被ばく線量の平均値：0.89ミリシーベルト
⇒ 2）市民全体の年間被ばく線量（分布）
：年間1ミリシーベルト未満が66.3%と最も多く、
次いで1～2ミリシーベルト未満が28.1%、
2～3ミリシーベルト未満は4.4%。



※平均空間線量率が0.23マイクロシーベルト/時間の地区では年間0.521～0.572ミリシーベルト。

【出典】だて復興・再生ニュース第8号（平成25年11月28日発行）

※1 1日の滞在時間を屋外8時間、屋内16時間、家屋の遮へい効果による被ばく低減係数0.4、その時点以降減衰しないという仮定で推計。

※2 学校等はエリアに関わらず優先。

（参考2）チェルノブイリ原発事故との比較

【放射性物質の放出量の比較等】

- チェルノブイリ原発事故(1986年)では、飲食物は自家消費中心であったため、汚染された食品の摂取を通じた内部被ばく(※用語解説参照)、特に放射性ヨウ素に汚染された牛乳の摂取等により、甲状腺への被ばく線量が高くなりました。一方、今回の事故では、ストロンチウム90やプルトニウム239の放出がほとんどなく、ヨウ素131は早期に消失し、2016年現在では、主に放射性セシウムの影響について調査等を行っています。

(参考①)

迅速な対応策が欠如していたため、放射性ヨウ素131に汚染された牛乳を飲んだ子どもや青年6,000人以上に甲状腺がんが観察され、2005年までに15人が死に至った。周辺の住民に対するそれ以外の放射線被ばくに起因しうる健康影響については説得力のある証拠はない。
[UNSCEAR報告書(2008)]

(参考②)

弘前大学が行った福島県地域住民への甲状腺検査の結果、地域住民の甲状腺等価線量(※用語解説参照)の平均(中央値)は、19歳以下で年間4.2ミリシーベルト、成人で年間3.5ミリシーベルトであり、チェルノブイリ原発事故の1/100(チェルノブイリ原発事故の避難者の甲状腺等価線量の平均値は年間490ミリシーベルト[UNSCEAR報告書(2008)])という評価結果もある。

- 我が国では、住民の避難指示や農産物等の出荷制限など事故後の対応が速やかに行われ、住民の体内に取り込まれた放射性物質は少量でした。

また、国際的にみて厳しい基準値を設定し、きめ細かな検査の実施等により、基準値を超える食品が市場に出回ることのないよう取り組んでいます。その結果、内部被ばく線量は1ミリシーベルトより遙かに低レベルに抑えられています。

- チェルノブイリ原発事故では、骨に蓄積されやすいストロンチウムや物理学的半減期(※用語解説参照)が2.4万年のプルトニウムなどの放射性物質も広範囲に放出されました。この結果、広域を立入禁止区域としています。東京電力福島第一原発事故では、こうした核種はほとんど放出されていません。

- チェルノブイリ原発事故の最大の被害は、放射性物質による健康被害ではなく、避難等による精神的ストレスであったと、チェルノブイリフォーラム(国連8機関<IAEA、WHO等>)で報告されています。

<放射性物質の大気中への放出量の比較>

[単位:京ベクレル(=10¹⁶Bq)]

放出した放射性物質 【 】内は物理学的半減期	東京電力福島第一 原発事故	チェルノブイリ 原発事故	チェルノブイリ原発事故 ／東京電力福島第一原発事故
総放出量(ヨウ素換算)注1	77 注2	520	6.8
ヨウ素131【8日】	16	180	11.3
セシウム134【2年】	1.8	4.4	2.4
セシウム137【30年】	1.5	8.5	5.7
ストロンチウム90【29年】	0.014	0.8	57
プルトニウム239【2.4万年】	0.0000003	0.003	10,000

注1:ヨウ素131とセシウム137のみを対象にしている。(例:180京ベクレル+8.5京ベクレル×40(換算係数)=520京ベクレル)

注2:2012年2月に原子力安全保安院(当時)から48京ベクレルという数字も報告されているが、現実には生じた事象かどうかは確定できていない仮定に基づく試算であるため、本資料では上記の数字を掲載。

【出典データ】IAEA報告書(2001)及び「原子力安全に関するIAEA閣僚会議に対する日本国政府の報告書」(2011年6月)等

（参考3）「計画被ばく状況」の事例

【放射線診療従事者等にみる被ばく管理の状況】

- 放射線診療従事者等は放射線測定器を使用して、定期的に外部被ばく（※用語解説参照）線量を測定しています。
- 個人線量測定機関協議会の集計（※1）では、医療業種に従事している者（約41万人）の約9割は年間被ばく線量が1ミリシーベルト未満であり、残りの約1割は年間1ミリシーベルト以上の線量を受けています。（このうち、年間5ミリシーベルト以上は約4千人）
- 放射線診療従事者等は、個人ごとに被ばく線量を測定・記録し、被ばく低減のための適切な管理が行われています。

（参考）

日本の法律では、国際放射線防護委員会（ICRP）の1990年勧告（Publ.60）を取り入れ、線量限度を設けている。ICRPでは、線量限度は“安全”と“危険”の境界線ではなく、これを超えることで個人に対する影響は容認不可と広くみなされるようなレベルの線量として設定している。日本では、放射線診療従事者等の職業被ばくの線量限度は、5年間で100ミリシーベルトかつ1年間では50ミリシーベルトが上限。また、一定の女性については、この限度にかかわらず、3月間につき5ミリシーベルトの限度が定められている。

＜業種別の被ばく線量＞

（2018年度）

〔人〕

実効線量 (mSv/年)	一般医療	歯科医療	獣医療	合計
～1mSv/年	337,425	24,807	17,036	379,268
	91.8%	99.4%	99.3%	92.5%
1～5mSv/年	26,315	142	119	26,576
	7.2%	0.6%	0.7%	6.5%
5～10mSv/年	2,930	13	7	2,950
	0.8%	0.1%	0.0%	0.7%
10mSv/年～	1,084	4	2	1,090
	0.3%	0.0%	0.0%	0.3%
合計	367,754	24,966	17,164	409,884
	100%	100%	100%	100%

【出典データ】個人線量測定機関協議会

※1 個人線量測定機関協議会のメンバー各社の個人線量サービスを利用し、個人線量を報告した者を集計。

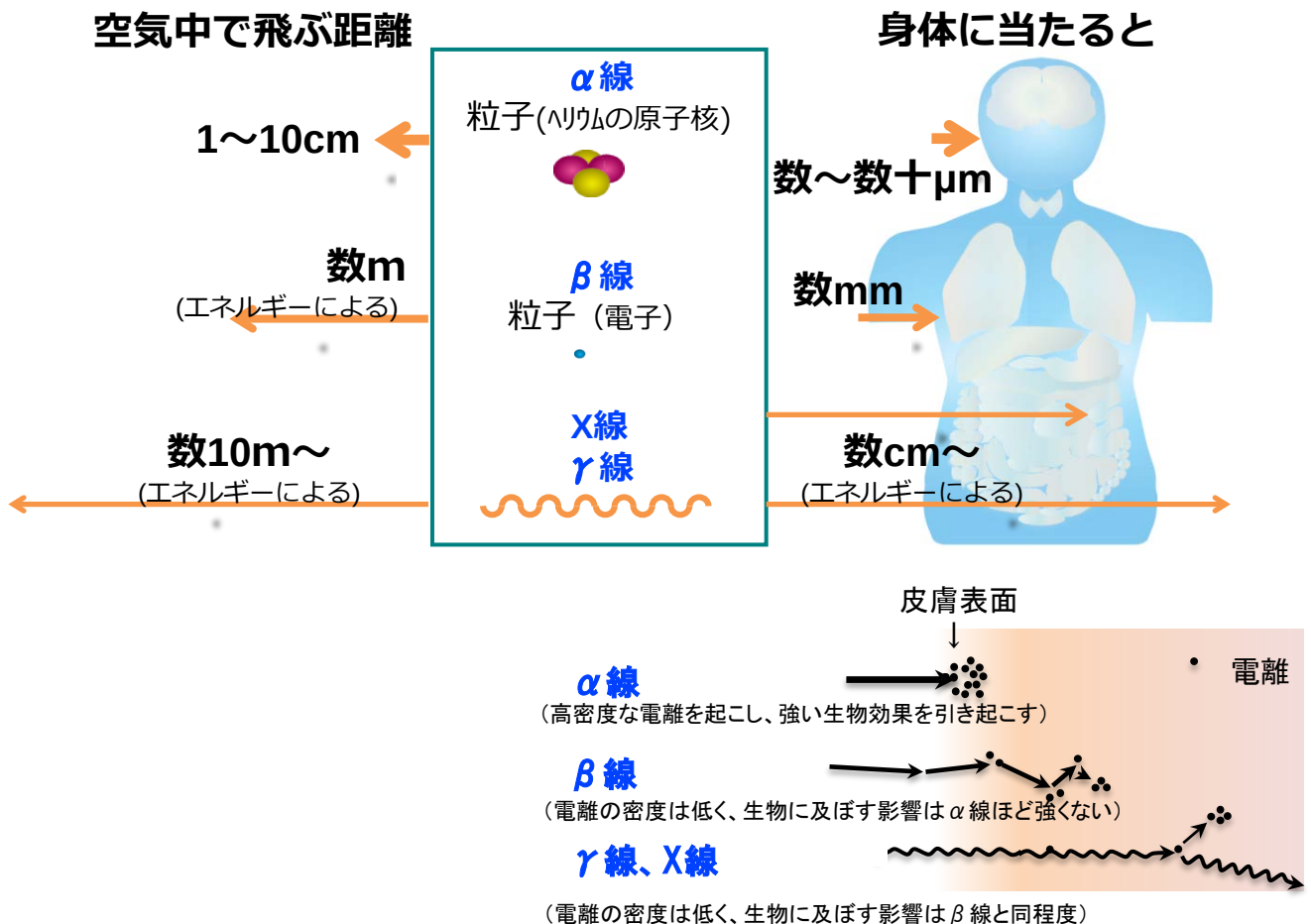
用語解説

<目次>

- 放射線の飛距離(飛程) . . . 28
- 放射線の透過力 . . . 29
- 放射性物質の半減期 . . . 30
- 外部被ばくと内部被ばく . . . 31
- 放射線に関する単位
(ベクレル、グレイ、シーベルト) . . . 33
- シーベルトを用いる様々な量
 - ・ 等価線量と実効線量 . . . 34
 - ・ 空間線量と個人線量 . . . 35
 - ・ 預託実効線量 . . . 36
- 確定的影響と確率的影響 . . . 37
- 放射線によるDNAの損傷と修復 . . . 38
- 放射線に関する海外の機関 . . . 40

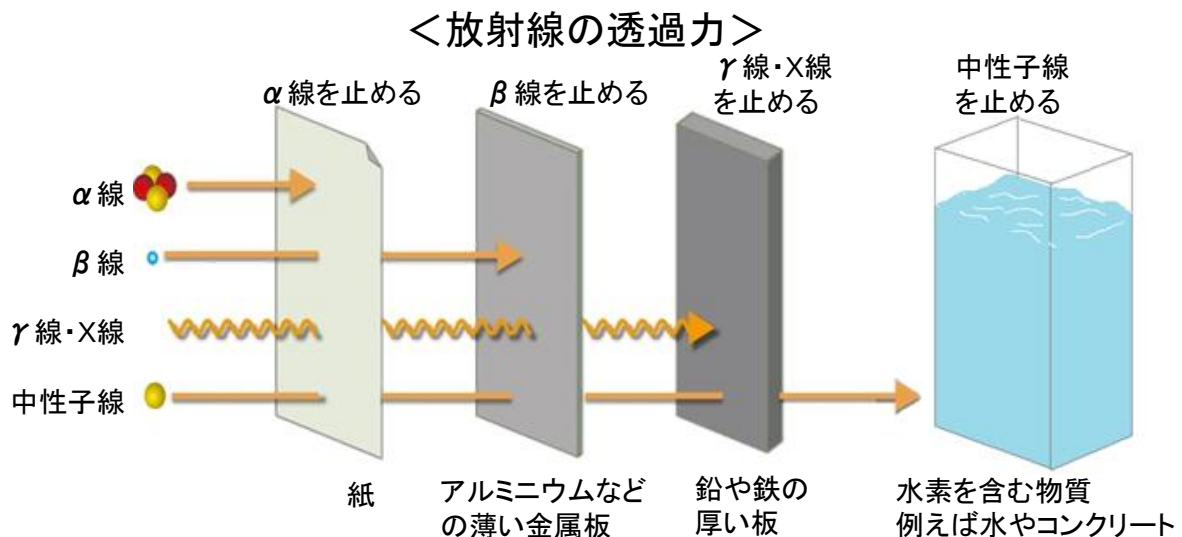
放射線の飛距離(飛程)

- 放射線の種類とエネルギーによって、空気中を飛ぶ距離や人体内での透過力が異なります。そのため、外部被ばくと内部被ばくでは、問題となる放射線(α (アルファ)線、 β (ベータ)線、 γ (ガンマ)線)や放射性物質(核種)が異なります。
- α 線は空気中を数cm程度しか飛ぶことができず、紙一枚で止めることができます。外部被ばくに関しては、皮膚表面の死んだ細胞の層(角質層)より深く到達しないので、影響が現れることはありません。しかし、体内に入った場合には、近傍にある細胞に集中的にエネルギーを与えます。
- β 線が空気中で飛ぶ距離は数mなので、線源が体から離れたところにある分には、 β 線はほとんど被ばくに寄与しません。体表面については皮膚と皮下組織に、体内に入った場合は、周囲数mmの範囲にエネルギーを与えます。
- γ 線・X線は透過力が強く、空気中を数十m以上先まで飛びます。体に当たった場合でも、通り抜けてしまうこともあります。



放射線の透過力

- 電荷を持つ粒子や電磁波は、電磁力で物質と相互作用し、エネルギーを失った結果、透過力が下がり、最終的には止まります。
- α (アルファ) 線は電離密度が高いので空気中で数cmしか飛ばず、紙1枚で止めることができます。 β (ベータ) 線は、エネルギーによりますが、大体空気中で数m、プラスチック1cm、アルミ板2-3mm 程度で止まります。 γ (ガンマ) 線・X線は α 線や β 線よりも透過力が高く、これもエネルギーにもよりますが、空気中を数10mから数100mまで透過することもあります。 γ 線は、鉛や鉄の厚い板など密度が高いもので遮へいでき、コンクリートや土、水などでも厚くすることなどにより遮へいできます。
- X線や γ 線と中性子の遮へいは質的に異なります。電荷を持たない中性子は、物質を構成する粒子と直接衝突することで運動エネルギーを失い、止まります。中性子の運動エネルギーを奪うためには、陽子(水素の原子核)と衝突させることが最も効果的です。

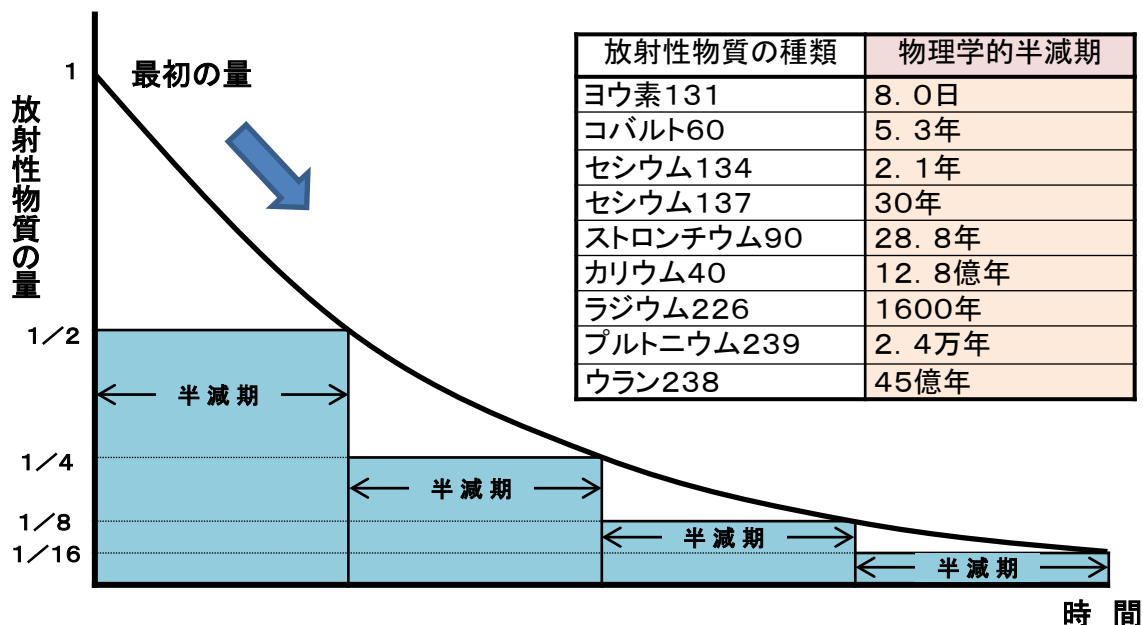


【出典データ】(独)日本原子力研究開発機構「埋設処分における濃度上限値評価のための外部被ばく線量換算係数」(2008年)

放射性物質の半減期

○「物理学的半減期」とは、ある放射性物質の原子核が、放射線を放出して別の原子核に変化し、元の放射性物質が半分に減るまでの時間のことです。物理学的半減期は放射性物質の種類によって異なります。

＜物理学的半減期＞



○「生物学的半減期」とは、体内に取り組み込まれた放射性物質が、代謝などにより体外に排出され、半分に減るまでの時間のことです。放射性物質の種類等によって異なり、また年齢によっても異なります。

＜生物学的半減期＞

	ヨウ素 131	セシウム 137
生物学的半減期	乳児：11日 5歳児：23日 成人：80日	1歳まで：9日 9歳まで：38日 30歳まで：70日 50歳まで：90日

【出典データ】アルゴンヌ国立研究所(米国)「Radiological and Chemical Fact Sheets to Support Health Risk Analyses for Contaminated Areas」(2007年3月)
V.N.Korzum et al.,「チェルノブイリ：放射能と栄養」(1994年)

○「実効半減期」とは、物理学的半減期と生物学的半減期の両方が関与し、体内の実際の放射性物質の量が半分に減るまでに要する時間のことです。

外部被ばくと内部被ばく

- 外部被ばくとは、地表にある放射性物質や空気中に浮遊する放射性物質、あるいは衣服や体表面についた放射性物質などにより、体外から放射線を受けることです。

この放射線被ばくの大きさは、人と放射線源との距離が遠いほど(γ(ガンマ)線の場合、線源からの距離の2乗に反比例。)、また、そこでの滞在時間が短いほど小さくなります(滞在時間に比例)。人と放射性物質との間に、放射線をさえぎる遮へい物があればさらに減少します。

< γ 線による外部被ばくの特徴 >

個人積算線量計で計測
(各個人が長時間に受ける放射線の積算量が表示される。)



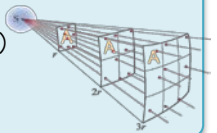
放射性物質

サーベイメータで計測
(その場の空間線量率(マイクロシーベルト/時間)が表示されるため、これに滞在時間を掛ける。)

- 1) **距離**: 線量率は距離の2乗に反比例

$$I = \frac{k}{r^2}$$

I : 放射線の強さ(線量率)
 r : 距離
 k : 定数



例えば、1つの線源から1cmと1mの地点での放射線の強さは1万倍違う。(実際に、いろいろな場所に複数の線源がある場合には単純には計算できない。)

- 2) **時間**: 線量率が同じなら、浴びた時間に比例
(総)線量(マイクロシーベルト) =
線量率(マイクロシーベルト/時間) × 時間

🏠 「シーベルトを用いる様々な量(空間線量と個人線量)」

- 内部被ばくとは、放射性物質が体の内部にあり、体内から放射線を受けることです。内部被ばくは、

- ①呼吸により空気中の放射性物質を体内に吸い込んだ場合、
- ②食事により飲食物中の放射性物質を体内に取り込んだ場合、
- ③傷口から放射性物質を体内に取り込んだ場合

に起こります。

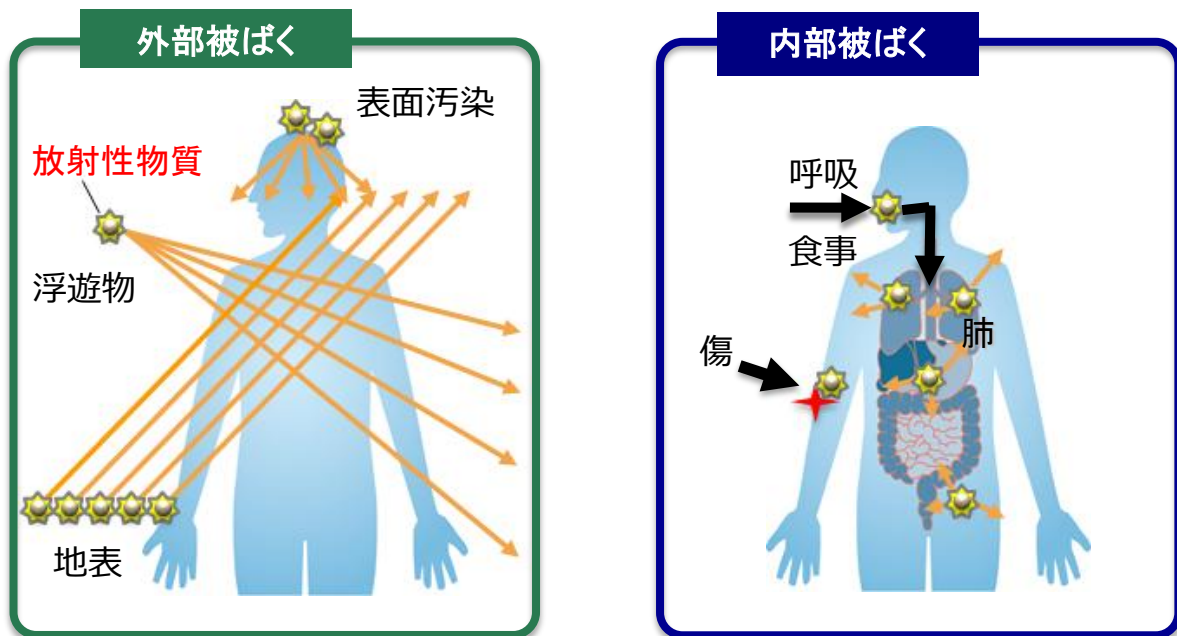
放射性物質が体内に入ると、時間の経過とともに放射線は減りますが、排泄物と一緒に体外に排泄されるか又は壊変によりほとんど無くなるまで、人体は放射線を受けることになります(※1)。

※1 放射性ヨウ素は甲状腺に、ストロンチウムは骨に蓄積しやすい性質がある。セシウムには特定の臓器に蓄積する性質はない。

外部被ばくと内部被ばく (続き)

- 外部被ばくと内部被ばくの違いは、放射線を発する線源が存在する場所の違いであり、体が放射線を受けるという点では同じです。
- また、同じ値の実効線量であれば、受ける影響も同じですが、外部被ばくでは透過力の大きい γ 線、 X 線が、内部被ばくでは透過力の小さい α 線、 β 線の寄与が大きくなります。

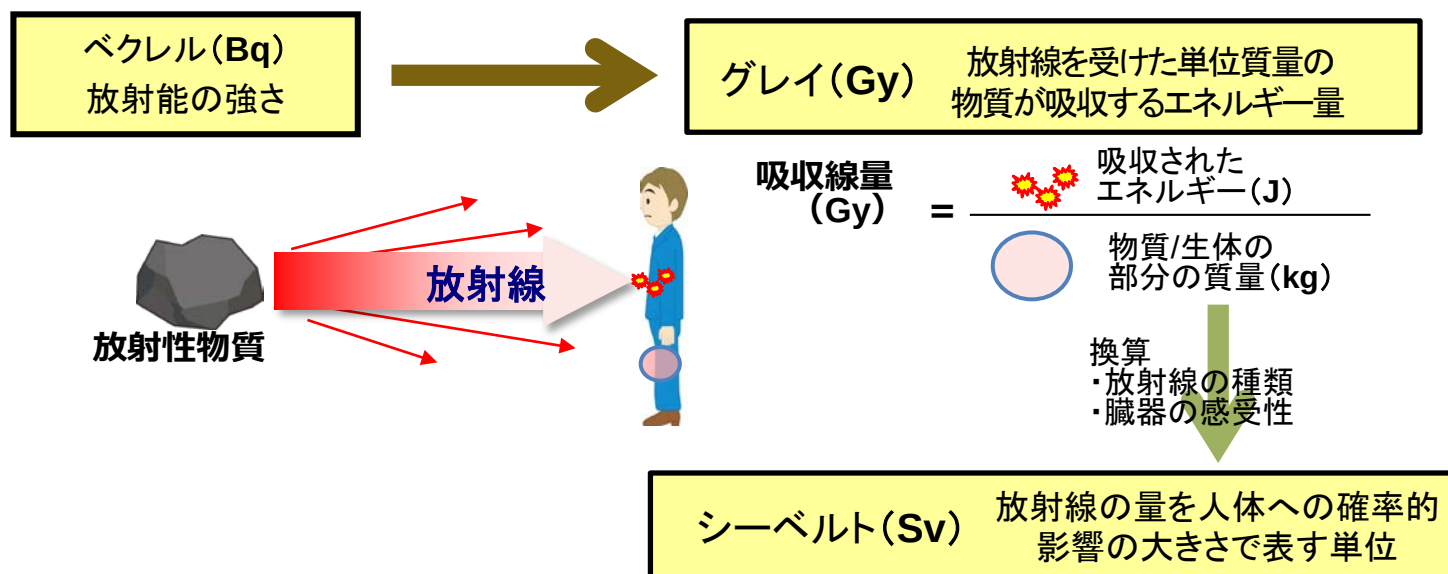
<外部被ばくと内部被ばく>



* 被ばくした人から放射線がうつるといった誤解がまれにありますが、放射線はウイルスのように人から人にうつることはありませんし、ばい菌のように増殖もしません。

放射線に関する単位 (ベクレル、グレイ、シーベルト)

- 放射線に関する単位は、放射線を出す側の単位と受ける側の単位に大別することができます。放射能の強さの単位である「ベクレル」は放射線を出す側の単位です。一方、放射線を受ける側の単位には「グレイ」(吸収線量に用いる)と「シーベルト」(等価線量、実効線量、周辺空間線量等に用いる)があります。
- 「ベクレル」は土や食品、水道水などに含まれる放射性物質の量（放射能の強さ）を表す時に使われます。放射性物質の原子核が1秒間に1壊変する量が1ベクレルです。
- 「グレイ」は放射線が通ったところの物質が吸収するエネルギー量（吸収線量）を表します。物質1 kgに1ジュールのエネルギーが吸収された場合の吸収線量が1グレイです。
- 「シーベルト」は人が受ける被ばく線量(人体への確率的影響のリスク)を表す時に使われます。吸収線量としては同じ量でも、被ばくの様態(外部、内部、全身、局所など)や放射線の種類の違いなどにより、確率的リスクの大きさは異なるため、確率的影響の大きさの比較ができるように考えられたものです。
- 「ベクレル」と「グレイ」で表されるものは物理的な量であり、測定可能です。一方、「シーベルト」で表されるものは標準人についてモデル計算で求められ、直接測定することは出来ないため、実効線量の大きめの近似値である実用量(線量当量)が測定器の目盛に使われています※。不確かさはありますが、被ばくのレベルを把握する目的には有用なため、防護計画の策定や防護基準が順守されたかどうかの判断に使用されます（注：サーベイメータや個人線量計等に「シーベルト」という単位で表示されるものは、測定可能な量(放射線によって生じるイオンの量や光の強さ等)から換算されたもの）。



※ 「シーベルト」の単位は、防護量と実用量のいずれにも使用されており、詳しくは、環境省「放射線による健康影響等に関する統一的基礎資料」P40-43をご参照ください。

シーベルトを用いる様々な量 (等価線量と実効線量)

- 人が受ける被ばく線量(人体への確率的影響のリスク)を表す時に「シーベルト」という単位が使われます。
- 放射線が臓器や組織を通過するとき、放射線のエネルギーの一部が吸収されます。臓器や組織、あるいは人体1kg当りの吸収エネルギー量(熱量)[単位:ジュール]を吸収線量[単位:グレイ]と言います。
吸収線量が同じでも、放射線の種類によって、受ける影響は異なります。そこで、こうした影響の大きさに応じた重みづけをして、臓器や組織が受ける線量として変換したものが「等価線量」[単位:シーベルト]です。 γ (ガンマ)線の場合、変換係数^(※1)は1であり、吸収線量の値と等価線量の値は同じになります。
- 全身の臓器や組織について、それぞれの臓器や組織のがん又は遺伝性影響(生殖細胞が変異して子孫に伝わる遺伝的な影響のこと)に対する感受性の違いを重み付け(組織加重係数)した上で、全ての臓器について足し合わせたものが「実効線量」[単位:シーベルト]です。
- 内部被ばくも外部被ばくも実効線量の数値が同じであれば、体への影響(発がんリスク(以下同様))も同じです。また、実効線量はLNTモデルを用いることで異なる被ばく様式を足し合わせることができ、体への影響を評価する際には、内部被ばくと外部被ばくの実効線量を足し合わせて考えます。実効線量を用いると、被ばくした部位が異なっても同じ物差しで被ばくによる影響の大小を比較することができます。

(混同しがちな例)

被ばく箇所が頭部のみであり、その被ばく量が50ミリシーベルト(等価線量)である場合、実効線量は、甲状腺、脳、唾液腺といった頭部に存在する組織のそれぞれの組織加重係数を50ミリシーベルトに乗じて足し合わせた値が実効線量となります。一方、全身が被ばくし、全身の臓器や組織それぞれが50ミリシーベルト(等価線量)である場合、実効線量は50ミリシーベルトとなります。同じシーベルトという単位を使っている、等価線量なのか実効線量なのかで内容が異なります。

● 実効線量(シーベルト) = Σ (組織加重係数 × 等価線量(シーベルト))

組織	組織加重係数(A)	組織数(B)	Σ 組織加重係数(A × B)
骨髄(赤色)、結腸、肺、胃、乳房、残りの組織*	0.12	6	0.72
生殖腺	0.08	1	0.08
膀胱、食道、肝臓、甲状腺	0.04	4	0.16
骨表面、脳、唾液腺、皮膚	0.01	4	0.04
合計			1.00

* 14 臓器(副腎、胸郭外気道、胆嚢、心臓、腎臓、リンパ節、筋肉、口腔粘膜、脾臓、前立腺(♂)、小腸、脾臓、胸腺および子宮/子宮頸(♀))の平均線量に対して0.12を与える。

【出典】国際放射線防護委員会2007年勧告

※1 γ 線、X線、 β 線は1、陽子線は2、 α 線は20、中性子線はエネルギーにより2.5～21を用いる。

シーベルトを用いる様々な量 (空間線量と個人線量)

- 実効線量は直接測定できないため、外部被ばく管理のためには、実際に測定できる「周辺線量当量(空間線量)」が用いられています。この単位もシーベルトです。放射線管理用のサーベイメータ等では、単位時間当たりの周辺線量当量(空間線量)である周辺線量当量率(空間線量率)が表示され、その場の放射線の強さを表しています。
- 空間線量率から個人の年間外部被ばく線量を推計することもできますが、1日の屋内外の滞在時間や、家屋の遮へい効果による被ばく低減率、放射性物質の物理減衰やウェザリング効果を考慮するか否かの前提の置き方により推計値は異なります。
- 個人線量計では、ある期間に被ばくした個人線量当量(単位:シーベルト)が表示されます。個人線量計を常に携帯することで、各個人の行動等を反映した外部被ばく線量の積算値が把握でき、個人毎の外部被ばく管理が可能になります。

(参考1)

サーベイメータや個人線量計の読み値にもシーベルトが使われ、等価線量や実効線量(これらを防護量という)のシーベルトの近似値として使われている(これを実用量という)。防護量は人体の臓器や組織の線量から計算される量であり、測定器を使って容易に直接測定できるものではないが、実用量は線量測定のために定義された量であり、実際に遭遇する多くの外部被ばく形態において、防護量の保守的な(安全側の)評価を与えるように、防護量より少し大きな数値が出るようになっている。

(参考2)

周辺線量当量(空間線量)は、人体の代わりとなる直径30cmの球(ICRU球と呼ばれる)の表面から1cm深さ位置における線量(1cm線量当量)で表され、実効線量の評価対象となる臓器の多くは人体表面から1cmより深く位置していることから、 γ (ガンマ)線の場合には結果的に周辺線量当量(空間線量)は常に実効線量より高い値となる。これにより、安全側に被ばく管理ができるようになっている。

(サーベイメータ)



NaIシンチレーション
サーベイメータ



GM型サーベイメータ

(個人線量計)



OSL線量計



ガラス線量計



ポケット線量計

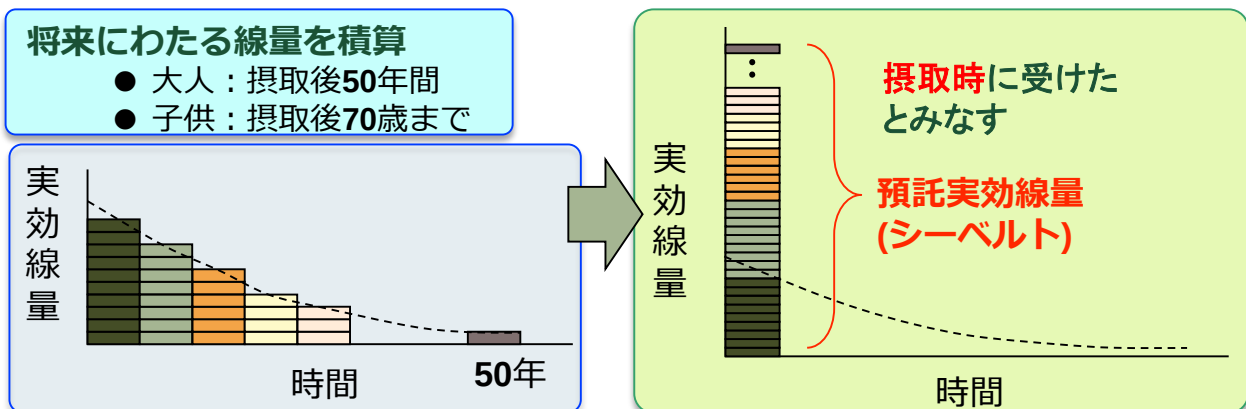
シーベルトを用いる様々な量 (預託実効線量)

- 放射性物質が体内に摂取された場合、長期間体内に留まります。その間、体は放射線を受け続けることになります。そのため内部被ばくによる線量は、1回に摂取した放射性物質の量から、将来にわたって受ける放射線の総量を考えます。これを「預託線量」[単位:シーベルト]と言います。
- 取り込んだ放射性物質は、時間とともに体内から減少します。その要因の一つは放射性物質の「物理学的半減期」に従った壊変によるものです。もう一つは、尿や便などにより排泄されることによるものであり、放射性物質が半分に減るまでの時間を「生物学的半減期」と呼びます。
- 体からの排泄の速度は、元素の種類やその化学形態によって異なり、また年齢によっても異なります。預託線量はこのような違いを考慮して放射性物質により人体が受ける放射線量の大凡一生分^(※1)を積算した量です。実際には、実効半減期の比較的短い核種では、早期にほとんどの線量を受けてしまう事になります。
- 特に、実効線量に着目して一生分を積算した線量を「預託実効線量」[単位:シーベルト]と呼びます。

(参考)

例えば、セシウム137を1,000ベクレル一度に経口摂取した場合、最初の1年で預託実効線量(約0.013ミリシーベルト)の約9割を被ばく。(成人の場合)

<内部被ばくの計算>



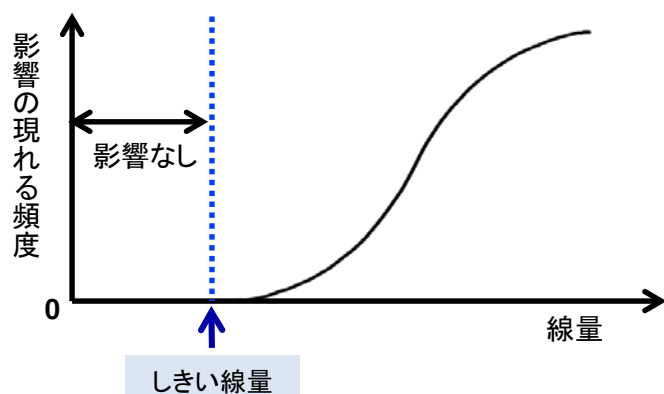
※1 この時の一生分とは、計算上大人は50年、子どもは70歳になるまでの年数で平均的なモデルを使って算出。

確定的影響と確率的影響

- 放射線の人体への影響には、影響が生じるメカニズムの違いにより、「確定的影響」(※1)と「確率的影響」があります。
- 確定的影響は、臓器や組織を構成する細胞が大量に死んだり、変性したりすることで起こる症状で、脱毛、白内障、皮膚障害などがこれにあたります。細胞死があるレベルに達するまでは、生存している細胞が臓器や組織の機能を代替するため、症状が現れませんが、そのレベルを超えると影響が生じることから確定的影響と呼ばれています。
- 確定的影響の特徴は、これ以下なら影響が生じない、これ以上なら影響が生じるという「しきい線量」が存在することです。このしきい線量は生じる症状や臓器や組織によって異なります。
- 確率的影響は、細胞の遺伝子に変異することで起こる影響で、がんや白血病といった障害がこれにあたります。理論的には、例え1つの細胞に変異が起きただけでも長期間に更なる変異が何段階も重なることにより、将来、発がんなどの確率が増加することから確率的影響と呼ばれています。
- 国際放射線防護委員会(ICRP)は、確率的影響に着目し、「どんなに低い線量でもリスクはあり(「しきい線量」はない)、そのリスクは放射線量の増加に比例する」と仮定して、放射線防護を考えるよう勧告しています。

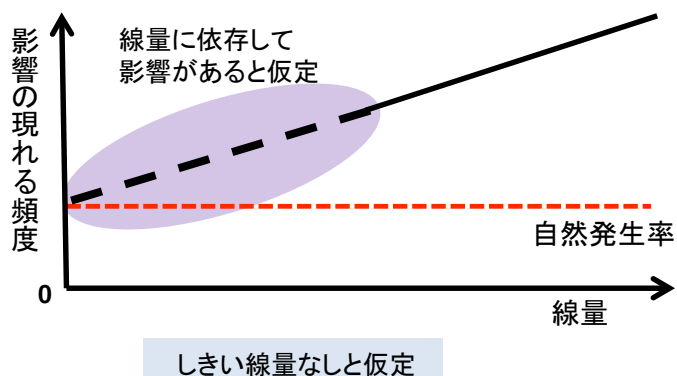
確定的影響 (脱毛・白内障・皮膚障害等)

同じ線量を多数の人が被ばくしたとき、全体の1%の人に症状が現れる線量を「しきい線量」としている。(ICRP2007年勧告)



確率的影響 (がん・白血病等)

一定の線量以下では、喫煙や飲酒といった他の発がん影響が大きすぎて見えないが、ICRP等ではそれ以下の線量でも影響はあると仮定して、放射線防護の基準を定めることとしている。



【出典】環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料」を一部改変

※1 確定的影響(deterministic effect)は、最初の原因事象(線量)により結果(影響)が決まってしまうことを意味しますが、近年の研究より、被ばく後の治療で発症が抑えられる場合があることが明らかとなったため、組織反応(tissue reaction)という言葉が使われるようになりました。

放射線によるDNAの損傷と修復

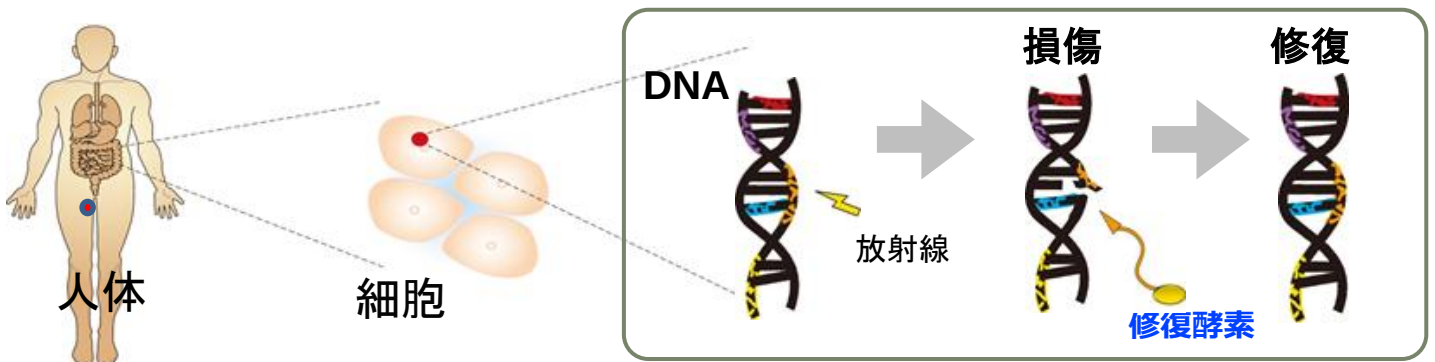
- 細胞の中の核には生命の設計図であるDNAが収められています。DNAは4種類の異なる「塩基」が鎖のように幾つも繋ぎ合わされていて、その並び方が固有の遺伝情報になっています。DNAの鎖は通常、2本が互いに結びつき、縄のように編まれています。このDNA鎖に放射線が当たると、線量に応じてDNAの一部が傷つきます。

(参考)

仮に、1ミリグレイのX線で細胞が被ばくした場合、1つの細胞の中で、DNAの一本鎖の切断が起こるのは平均1か所、DNAの二本鎖の切断が起こるのは、これより少なく、平均0.04か所であると言われている。これは、100個の細胞が均一に1ミリグレイのX線を被ばくした場合、そのうち4個の細胞に1つのDNA二本鎖切断が起こる計算になる。

- DNAを傷つける原因は、放射線以外にも私たちの日常にごく当たり前に存在します。例えば、食物中の発がん物質、タバコや環境中の化学物質、活性酸素などがあります。また、細胞が分裂して増える過程においても、DNA鎖の損傷が起きます。こうしたDNAの損傷は、全ての種類の損傷を足し合わせると、1日1細胞当たり、1万から100万個の頻度で起こっていると言われている。
- こうしたDNAの損傷に対して、細胞にはDNA損傷を修復する機能(修復システム)が備わっています。DNAが損傷すると、その修復に関わる幾つもの修復酵素が損傷部位に集まり、DNAを迅速に修復します。

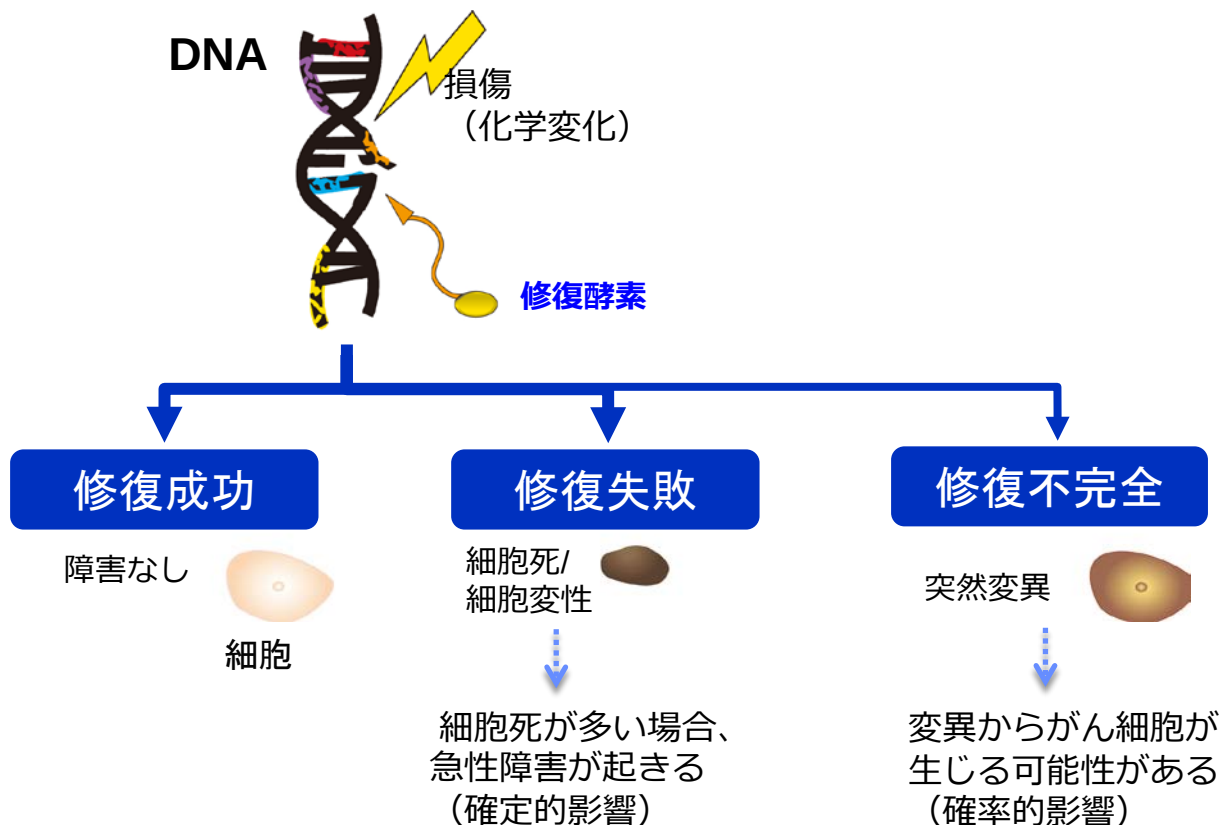
<DNA修復システム>



放射線によるDNAの損傷と修復

(続き)

- 修復システムが対応出来る範囲の少しの傷であれば修復が可能で、基本的には元通りに戻ります。
- 傷が多すぎると修復システムの能力では対応しきれず、細胞自体が死んでしまいます。少しの細胞が死んだ場合には、周りの他の細胞が補い合っ、その臓器や組織の機能障害を未然に食い止めることが出来ますが、細胞レベルで起こる甚大な細胞死が、個体レベルでは出血、脱毛などの急性影響として現れることとなります
- 一方、修復の際にエラーが起こり、細胞が不完全な遺伝子を持ったまま生き長らえる場合もあります。こうした遺伝子の突然変異に発がんを促進する遺伝子変異が何回も重なって起こると、細胞ががん化することがあると考えられています。
- しかし、細胞死が起これば必ず急性影響がおこるというものではありません。同様に、突然変異が起これば必ずがんが起こるというものでもありません。DNA損傷の量や質、さらには個人の資質など、多くの要因が複合的に急性影響や発がんに関係しています。



【出典】環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料」を一部改変

放射線に関する海外の機関

○原子放射線の影響に関する国連科学委員会

(United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation : UNSCEAR)

UNSCEARは、1955年第10回国連総会決議に基づいて設置された国連の組織に属する委員会であり、科学的・中立的な立場から放射線及び放射性物質の観測値、放射線の環境及び人の健康への影響を調査・評価し、国連加盟国に対して報告書の形で提供することを目的としており、2019年時点で27ヶ国が参加している。

UNSCEARの報告書は、国連加盟各国における放射線防護・安全に関する様々な検討の基礎データとなっており、ICRP勧告等においても活用されている。

○国際原子力機関

(International Atomic Energy Agency : IAEA)

IAEAは1953年の国連総会において米国大統領により提唱され、1957年にIAEA憲章が発効し、発足した。2019年時点の加盟国は171ヶ国である。

IAEAは、原子力の平和的利用を促進するとともに、原子力が平和的利用から軍事的利用に転用されることを防止することを目的とする。また、IAEAは経済協力開発機構原子力機関(OECD/NEA)と共同して「国際原子力事象評価尺度(INES, International Nuclear Event Scale)の運用に当たっている。

○国際放射線防護委員会

(International Commission on Radiological Protection : ICRP)

ICRPは、公衆の利益のために科学としての放射線防護を推進し、放射線防護に関する勧告と指針を提供することを目的に、放射線影響に関する科学的データや、放射線防護・安全に関する技術的水準、社会の価値基準等を考慮して、放射線防護の理念や概念に関する基本的考え方、線量限度等の基準値を含めた規制の考え方等を検討し、その結果を委員会勧告、あるいは委員会報告書として、ICRP刊行物(ICRP Publication)の形で公表している。

これらの勧告や報告書は、放射線防護の専門家や各国の規制当局に読まれることを意図しており、世界各国の放射線安全基準を作成するための基礎として取り扱われている。

○世界保健機関

(World Health Organization : WHO)

WHOは、1946年、ニューヨークで開かれた国際保健会議が採択した世界保健憲章(1948年4月7日発効)によって設立された。「すべての人々が可能な最高の健康水準に到達すること」(憲章第1条)を目的に掲げている。

＜ご確認やご助言をお願いした専門家・有識者の皆様＞

本資料は、下記の専門家・有識者の皆様に「情報の正確性や妥当性」、「内容が最新の知見・情報を反映できているか」という視点でのご確認やご助言をお願いして、作成しています。

専門家・有識者から寄せられた助言は、可能な限り反映し、また直ちに資料に反映できないような内容でも、今後、本資料の更新をする機会に見直していくことも含めて、有効活用させていただく予定です。

専門家・有識者の皆様

青石遠大笠熊作杉高中丹藤松山渡	木口藤山井谷美浦村西羽原井下辺	芳恒啓ハル清敦紳準太佐史俊雄	朗男吾ミ美史明之昇子貫一郎	明石大越神黒佐鈴立中林細松吉	石樽塚智谷田木木崎西田野田	眞信泰小研佑康英友直尚光	言人正枝二郎人元夫子美眞樹明	赤稲大津留斐木玉田江倉村野口松永	羽葉留斐木玉田江倉村野口松永	恵次倫英和義友正龍逸康信	一郎晶明明紀貞孝治典五子行治	飯岩大柿神酒島高中西伴前安米	本崎野沼田井田橋川川田原	武民和志玲一義千恵美信和仲英	志子子子子夫也太郎一和彦彦宏典
-----------------	-----------------	----------------	---------------	----------------	---------------	--------------	----------------	------------------	----------------	--------------	----------------	----------------	--------------	----------------	-----------------

（敬称略・五十音順）

