

✓ ホルミックス

科学技術・イノベーション推進特別委員会 (案)

平成23年5月20日(金) 理事会 8:50
委員会 9:00 第12委員室

(案件)

○科学技術、イノベーション推進の総合的な対策に関する件(放射線の健康影響について)

・参考人からの意見聴取(各15分)

参考人	持時間	時間帯
原子力安全委員会委員 久住 静代 君 <small>くすま けい</small>	0.15	9:00 ~ 9:15
琉球大学名誉教授 矢ヶ崎 克馬 君 <small>やがさき かつま</small>	0.15	9:15 ~ 9:30
高木学校 <small>やかこう</small> 元放射線医学総合研究所主任研究官 医学博士 崎山 比早子 君 <small>さきやま ひさこ</small>	0.15	9:30 ~ 9:45
中部大学教授 武田 邦彦 君 <small>たけだ くにひこ</small>	0.15	9:45 ~ 10:00

・参考人に対する質疑(50分)

質疑者	会派	持時間	時間帯
空本 誠喜 君	民主	0.10	10:00 ~ 10:10
松野 博一 君	自民	0.10	10:10 ~ 10:20
斉藤 鉄夫 君	公明	0.10	10:20 ~ 10:30
吉井 英勝 君	共産	0.10	10:30 ~ 10:40
阿部 知子 君	社民	0.10	10:40 ~ 10:50

・参考人に対する自由質疑(1時間10分)

※議事整理について

1. 発言は自席から行う。
2. 発言は挙手により、委員長の指名に基づき行う。
3. 1回の発言は、3分以内とする。

[散会予定 12:00]

平成23年5月20日
科学技術・イノベーション推進特別委員会
久住 参考人配付資料

平成23年5月20日

科学技術・イノベーション推進特別委員会

参考人

原子力安全委員会委員
久住 静代

1

内容

1. 原子力災害時の対応
2. 助言の活動について
3. 放射線防護に関する助言の基本的考え方

1. 原子力災害発生時の対応 ～ 緊急技術助言組織の設置 ～

原子力安全委員会では、原子力災害対策特別措置法に規定する原子力災害が発生した際には、緊急技術助言組織を立ち上げるとともに、同法に基づき、原子力災害対策本部長(内閣総理大臣)に対し、技術的助言を行うこととされています。

緊急技術助言組織とは？

【設置の目的】

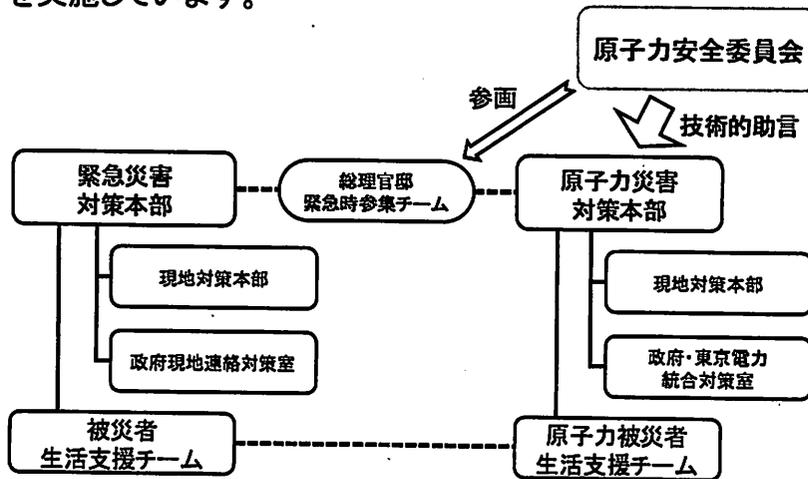
原子力災害対策特別措置法に基づく原子力安全委員会の技術的助言を的確に行うこと等

【組織の任務】

- ◆安全規制担当省庁への情報提供の要請を行うこと等により、必要な情報の収集を行うとともに、情報の分析を行う。
- ◆事態に即応して技術的側面から必要な応急対策について検討する。
- ◆原子力災害対策本部長に対し原子力安全委員会が行う技術的事項に係る必要な助言に関して検討を行う。
- ◆オフサイトセンターに派遣された組織の構成員は、原子力災害現地対策本部等が実施する緊急事態応急対策に対し必要な技術的助言を行う。

～ 原子力防災体制について ～

原子力災害が発生した場合には、原子力災害対策特別措置法等に基づき、国及び関係機関が相互に協力しつつ対応を実施しています。



～原子力安全委員会が行う技術的助言について～

- ① 緊急事態応急対策の実施に関する技術的事項
- ② 緊急事態応急対策を実施すべき区域の変更に関する事項
- ③ 緊急事態応急対策を実施すべき区域内の居住者等に対し周知させるべき事項の変更に関する事項
- ④ 原子力緊急事態の解除に関する事項

5

「原子力施設等の防災対策について」 (防災指針)

防災指針は、放射性物質の放出の態様、緊急時環境放射線モニタリング、周辺住民に対する防護対策等の原子力防災対策の技術的、専門的事項について基本的考え方を示したものです。

「原子力施設等の防災対策について」(防災指針)の内容

- ◆序(本報告書の位置付け、対象、防護対策の目的)
 - ◆防災対策一般
 - ◆防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲(EPZ)
 - ◆緊急時環境放射線モニタリング
 - ◆災害応急対策の実施のための指針
(通報基準及び緊急事態判断基準、防護対策、防護対策のための指標)
 - ◆緊急被ばく医療
- 昭和55年6月30日原子力安全委員会決定
平成22年8月23日 一部改訂

「原子力施設等の防災対策について」 (防災指針)

関連指針

環境放射線モニタリング指針

平成20年3月27日原子力安全委員会決定

平成22年4月15日 一部改訂

関連報告書

緊急被ばく医療のあり方について(平成13年、平成20年一部改訂)

原子力災害時における安定ヨウ素剤予防服用の考え方について
(平成14年)

原子力災害時のメンタルヘルス対策のあり方について(平成14年)

原子力防災対策の実効性向上を目指して(平成11年、同年一部改訂)

原子力緊急事態の解除を行う旨の公示等に係る技術的助言の基本的考え方について(平成17年)

再処理施設周辺の防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲について(平成6年)

7

2. 助言活動について

3月11日16時に、原災法10条に至ったとの認識の下、第16回原子力安全委員会臨時会が開催され、緊急技術助言組織の立ち上げが決定された。

また、地震等による交通や通信の渋滞から、関係者への情報伝達や参集困難が予測されるため以後の委員会は実効的に、かつ柔軟に開催することを決定した。

以来、原子力安全委員会は、緊急技術助言組織の調査委員や専門委員の協力を得て24時間体制で、原子力対策本部や原子力災害対策現地本部等に対して助言を発出した。

8

助言活動について

原子力安全委員会において3月11日以後に行った助言の活動について

平成23年5月9日版

平成23年3月11日の原子力緊急事態発生後、原子力安全委員会より助言を行っており、以下に整理したものを示す。

助言番号(年/月)	題名
2011/03/11	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(1)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(2)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(3)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(4)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(5)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(6)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(7)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(8)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(9)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(10)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(11)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(12)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(13)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(14)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(15)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(16)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(17)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(18)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(19)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(20)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(21)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(22)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(23)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(24)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(25)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(26)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(27)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(28)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(29)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(30)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(31)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(32)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(33)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(34)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(35)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(36)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(37)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(38)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(39)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(40)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(41)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(42)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(43)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(44)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(45)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(46)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(47)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(48)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(49)
2011/03/12	福島県に設置された原子力発電所、同地区の住民(福島県福島市福島第一原子力発電所) 放射線対策(50)

主要な助言

- ・ 避難区域の見直し
- ・ 計画的避難区域の設定
- ・ 警戒区域への一時立ち入りの実施
- ・ 食品・飲料水等の出荷制限、摂取制限等の措置
- ・ 緊急モニタリング計画
- ・ 安定ヨウ素剤の必要性と注意点

原子力安全委員会のホームページで公開された助言一覧
<http://www.nsc.go.jp/ad/advice.html>

3. 放射線防護に関する助言に関する基本的考え方について-1

平成23年5月19日 原子力安全委員会

はじめに

平成23年3月11日に発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴い、原子力安全委員会は、直ちに緊急技術助言組織を立ち上げて以降、これまで、緊急事態応急対策調査委員、専門委員等の専門家の協力を受け、政府の原子力災害対策本部や関係行政機関等への助言を行ってきた。同発電所の状況は、安定化の方向にあるとはいえ依然として予断を許さず、また事故の長期化に伴って、また、事故の影響が広い範囲に及んでいることによって、周辺住民等の放射線防護に関わりをもつ社会的課題が数多く生じている。原子力安全委員会は、今後とも必要に応じ、政府の原子力災害対策本部や関係行政機関等による総合的な判断に資するため、放射線防護に関する技術的助言を行っていくこととしているが、この際、これまでの助言について、当委員会として、いかなる考え方に基づいて行ってきたのかを広く示すことは、自らの説明責任を果たす上で意味のあることであるとの認識のもと、以下にその基本的考え方を示すこととする。

3. 放射線防護に関する助言に関する 基本的考え方について-2

1. 放射線防護を踏まえた総合的判断の必要性

東京電力福島第一原子力発電所の事故に関し、今後の周辺住民(避難を余儀なくされている方々を含む。)の生活支援、産業活動、土地利用等に向けた判断を行うに当たっては、周辺住民の生活や社会活動を過度に制限することを避けつつ、放射線被ばくによる健康影響に対する適切な防護を担保することが必要である。このためには、最新の科学的知見や国際的な基準を踏まえた放射線防護の考え方に基づき、さらに環境、健康、社会、経済、政治、倫理等に配慮した判断を行うことが重要である。

3. 放射線防護に関する助言に関する 基本的考え方について-3

2. 放射線防護の対象としての現状の特殊性: (ICRPのいう緊急被ばく状況、現存被ばく状況、計画被ばく状況*の併存と移行)

今回の事故においては、事故が収束に至らない状態が今後ともある程度の期間にわたり継続する可能性がある。また、施設の周辺では、地域によってさまざまなレベルでの環境放射線の測定結果が得られているが、これらの地域では、通常どおり、または通常に近い態様での生活や社会活動が維持されている。このことにより、汚染(contamination)レベルの異なる地域間での物流や人の移動が生じている。すなわち、状況が異なる地域が明確に隔てられることなく隣接するとともに、それぞれの状況が時間とともに変化しており、これによって問題が複雑化しているともいえるので、放射線防護に関わりをもつ判断においては、この点について十分留意することが必要である。

放射線防護に関する助言に関する 基本的考え方について-4

3. 異なる被ばく状況が併存する状況での最適化の努力

周辺住民の生活支援、産業活動、土地利用等に向けた判断においては、避難を始めとする生活や社会活動への制限と、健康に影響を及ぼすには至らないものの平常時を上回る放射線被ばくの受容という、個々人にとっての異なる負担の間のトレードオフを扱うこととなる。生活や社会活動を過度に制限することなく、放射線防護における最適化を達成するため、適切な管理や除染(decontamination)・改善措置(remediation)等による線量の低減が考慮されるべきである。今後、施設の安定化や事故収束に伴って、周辺住民にとって「通常」と考えられる生活状態が回復し、社会的・経済的活動が再開される地域が拡大されていくためには、とくに除染・改善措置が果たす役割が大きいといえる。

13

放射線防護に関する助言に関する 基本的考え方について-5

4. 利害関係者の関与、透明性、総合的判断

このような総合的な判断においては、地元自治体や地元住民との情報交換や意見交換、ならびに協議を十分に図ることが望ましい。さらに、放射線による人への健康影響(晩発影響)を考慮する一方で、防護措置や除染・改善措置を講ずることに伴う経済的影響、心理的影響および社会的影響を含めたあらゆる側面に対しての配慮が必要である。

14

緊急被ばく状況、現存被ばく状況、計画被ばく状況*について

国際放射線防護委員会(ICRP)勧告から抜粋 (ICRP Publ.103:176)

国際放射線防護委員会(ICRP)勧告には、放射線に被ばくする個人に適用されるように意図し、すべての線源およびすべての考えうる事情を扱う被ばく状況をつぎの3つに分類している。

計画被ばく状況:線源の意図的な導入と運用をともなう状況である。計画被ばく状況は、発生が予想される被ばく(通常被ばく)と発生が予想されない被ばく(潜在被ばく)の両方を生じさせることがある。

緊急時被ばく状況:計画された状況を運用する間に、若しくは悪意ある行動から、あるいは他の予想しない状況から発生する可能性がある好ましくない結果を避けたり減らしたりするために緊急の対策を必要とする状況である。

現存被ばく状況:管理についての決定をしなければならないときに既に存在する、緊急事態の後の長期被ばく状況を含む被ばく状況である。

15

参考レベルのバンドについて

国際放射線防護委員会(ICRP)勧告より
(ICRP Publ.103:236~242, Publ.109, Publ.111)

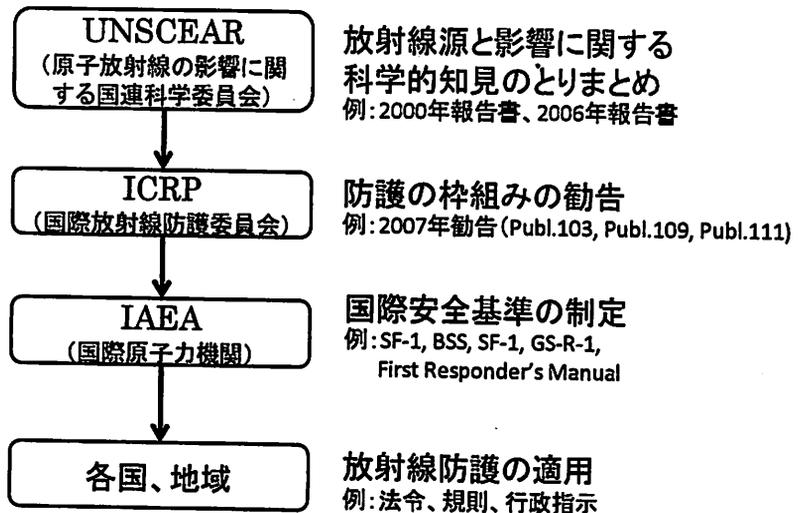
国際放射線防護委員会(ICRP)勧告には、被ばく状況に応じて、放射線防護の最適化を行うための線量拘束値や参考レベルの取り得るバンドを示している。

拘束値と参考レベルのバンド (mSv)	適用する状況	特徴
20より大きく100まで	緊急時被ばく状況	線源が制御されていない。 常に対策を必要とする。 (事故の直後など)
1より大きく20まで	現存被ばく状況	意図しない線源が存在する状況。 線量低減を目指す。 (事故後の復興段階など)
1以下	計画被ばく状況 (現存被ばく状況)	線源は制御されている。 被ばくは計画された範囲内。 (日常的に原子力や放射線利用する場合)

16

平均1 mSv/年

我が国の放射線防護に関する法令等と国際基準の関係



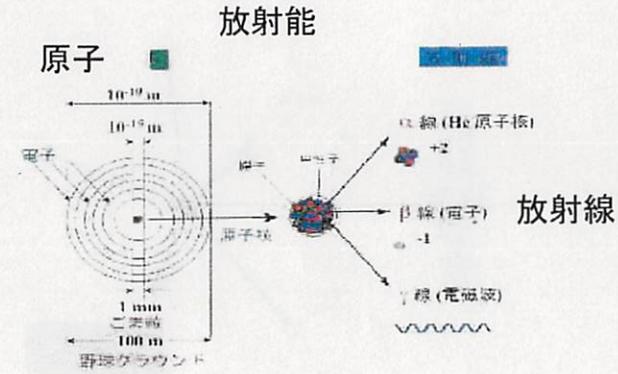
平成23年5月20日(金)

科学技術・イノベーション推進特別委員会

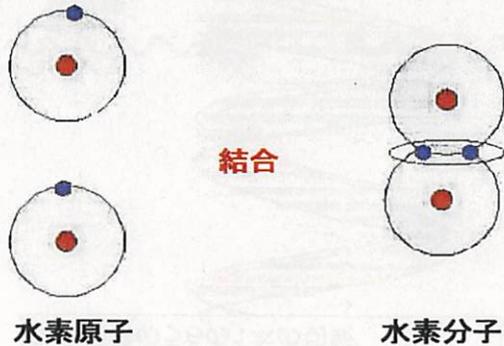
矢ヶ崎 参考人配付資料

放射線の健康影響

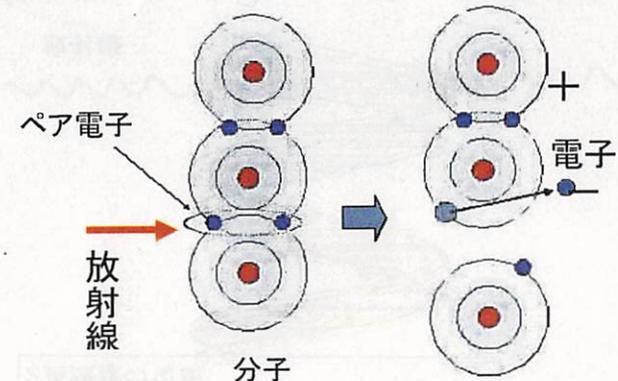
琉球大学名誉教授
矢ヶ崎克馬



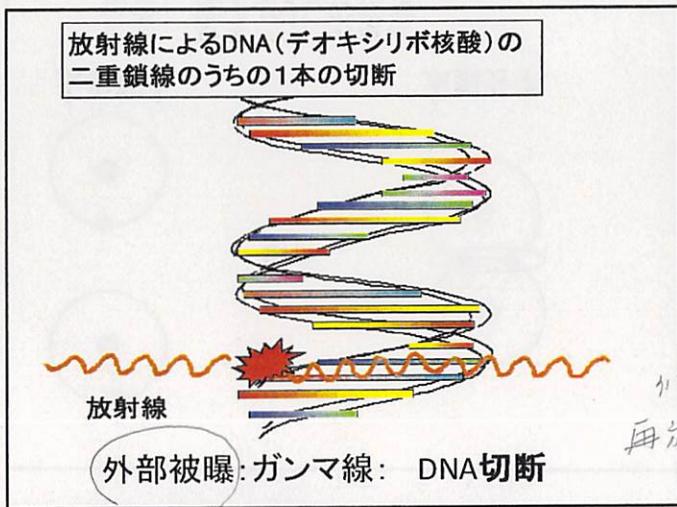
放射能
放射線(アルファ線、ベータ線、ガンマ線)



化合: 電子どうしの結合

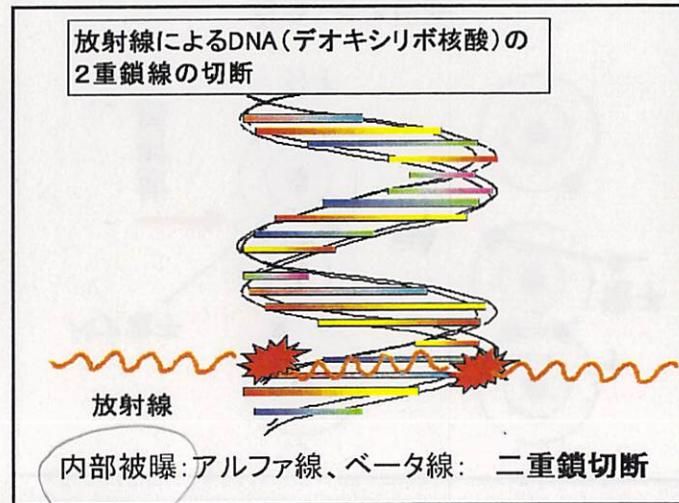


電離と分子切断



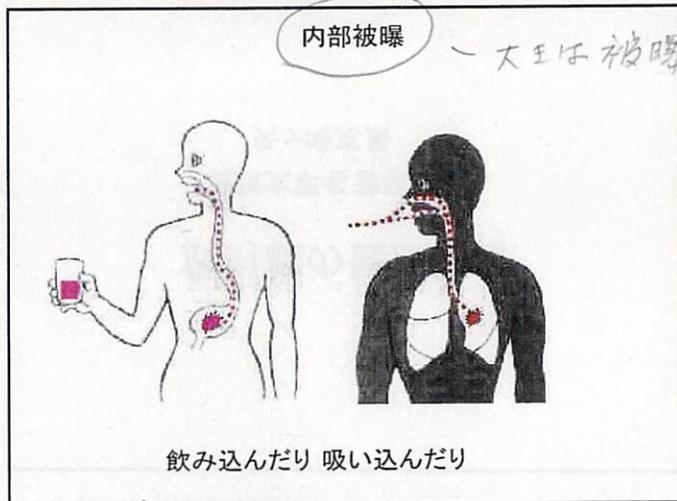
修復
再結合

相互作用小

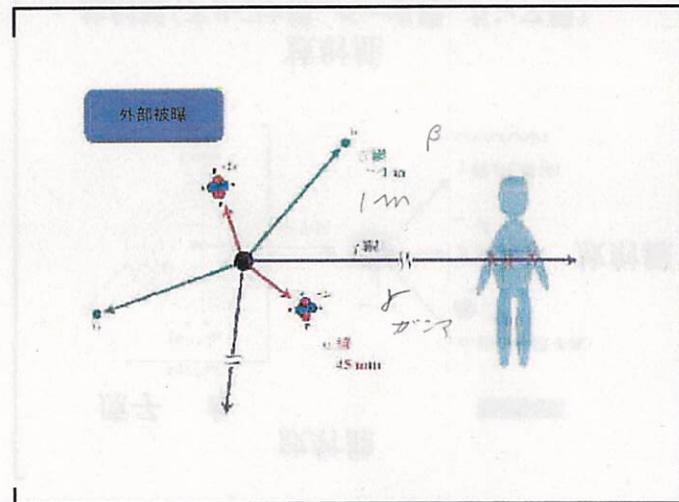


距離が短い
40μm → 103μm
→ 遺伝子の異常

相互作用大



大気は被曝の場所



放射線の健康影響について

琉球大学名誉教授 矢ヶ崎克馬

1. 放射線の作用は「電離」

一般に「放射線」と呼ばれているものは、明示的に呼ぶときには「電離放射線」と表現するものです。原子は原子核とその周りをまわっている軌道電子からなります。電離とは軌道電子が原子の外まで叩き出されてしまうことです。ほとんどの放射線の作用は、一番外側の電子を原子から弾き飛ばし、放射線自身は電離するだけのエネルギーを失うものです。

人間の体や、ほとんどの自然界では、原子が単独で存在せず原子同士が結合して分子を作っています。放射線の具体的作用は分子にどのような作用を及ぼすかを考察する必要があります。福島原発事故の場合は炉から放出された放射性埃（微粒子）が放射線を発射していますが、この場合放射線は放射性埃の中の原子の原子核から放射されます。

2. 電離は分子切断

分子を作る力は電子が対（ペア）を構成することによります。放射線が分子に当たれば、対を作っている電子のひとつを吹き飛ばしてしまうので、分子は切断されます。その様子を図1に示します。

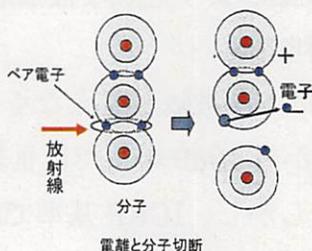


図1 分子切断

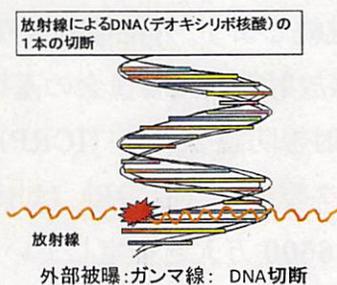


図2 二重鎖の一本切断

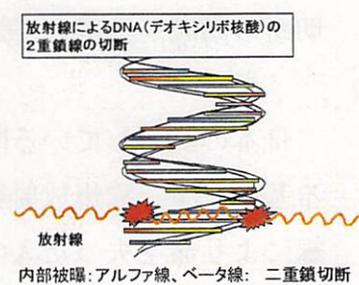


図3 二重鎖切断

3. DNAの切断はきわめて有害

放射線は様々な分子を切断いたしますが、とくに健康に直結するDNAの分子が切断される場合を論じます。DNAは細胞の細胞核に詰まっています。原子核から放射される放射線には3種類ありますが、放射性の埃が身体の外に在るときは、人体は主にガンマ線に被曝します（これを外部被曝と言います）。ガンマ線は物質との相互作用が弱く、疎らに分子切断を行い、遠くまで飛ぶものだから、在る程度離れていても人間の体まで届くのです。

図2はガンマ線が分子切断を行う場合の二重鎖の1本切断を描きます。ガンマ線は相互作用が小さいので、近くには分子切断を行いません。この場合は切断場所が孤立していますから、生物学的修復作用により間違いなく元どおりになる可能性の高いものです(外部被曝)。

ところが放射性の埃を吸い込んだり飲み込んだりした場合は事情が異なります。体内に入

った放射性埃から放射線が発射されるので、物質との相互作用が強く、飛べる距離が短いアルファ線やベータ線も体内の組織を被曝するところとなります（内部被曝）。

この場合は密に分子切断が行われますのでDNAが2本とも切断され、間違っで再結合する可能性が増大します。DNAが再結合できなかつた場合はその細胞は死滅すると言われます。元どおり修復できれば正常な細胞が維持されます。つながる先を間違えて再結合しDNAが生き延びた場合は変性されたDNAが生き延びます。健康に対して最も危険度の高い状態が出現します。被曝したその人の中で、何十回も変性が繰り返されると、がんが発生すると言われます（晩発性がん）。また、変性されて不安定となったDNAが子孫に伝わる可能性があります。放射線量が低くても、DNAの変性は動植物に危害を与える確率を持ちます。

4. 内部被曝は特に危険な被曝

放射性の埃（微粒子）を身体の中に入れてしまった場合は、アルファ線も、ベータ線もガンマ線も、全ての放射線が被曝に関与しますので、外部被曝より多量な被曝線量を与えます。さらに内部被曝ではその原子が安定に至るまでに放射する全ての放射線が被曝に寄与します。例えば、沃素 131 の場合、ベータ線を出してキセノンに換わり、同時にガンマ線を出します。キセノンはさらにガンマ線を出して安定になります。3本の放射線が関与し外部被曝の4.5倍のエネルギーが身体に吸収されます。また、放射性の埃の周りには密集した分子切断の領域が実現し、被曝が継続します。外部被曝より内部被曝がより危険な被曝形態です。

5. 国際放射線防護委員会の基準は功利主義

日本の採用している国際放射線防護委員会（ICRP）基準は内部被曝が見えなくされている基準です。欧州放射線リスク委員会（ECRR）は1945年から1989年までに世界で放射線により命を失った人の数を6500万人と推定しています。しかし、ICRP基準で試算すると117万人です。この違いは内部被曝を勘定に入れるか入れないかの違いです。

さらにこの基準の考え方は、人に対する健康と、経済的・社会的要因（原子力発電による発電の利益等）の両立を考えて限度値が設定されており、人間の健康が第一に考えられているものではありません（功利主義）。放射線による犠牲の受忍を強いているものです。

6. チェルノブイリ後には多量の健康被害が生じている

福島の場合にはチェルノブイリ事故に匹敵するあるいはそれ以上の放射性埃が放出されています。必ず晩発性の健康被害、がんによる死亡者が出ます。これに対応することが求められています。①今、住民、特に幼児、学童、妊婦、病人等の被曝を最小限にする施策が求められます。②今後長期にわたって、住民の健康を管理するきめ細かい健康診断制度が必要です。③健康被害あるいは晩発性がん等による犠牲者が出た場合に備え、医療的な補償制度を確立する必要があります。

今具体的に被曝を防護する施策を行うことは、将来必要となるであろう医療費を抜本的に軽減するものです。進行しつつある被曝を、今軽減させることが求められています。

放射線の健康影響

高木学校

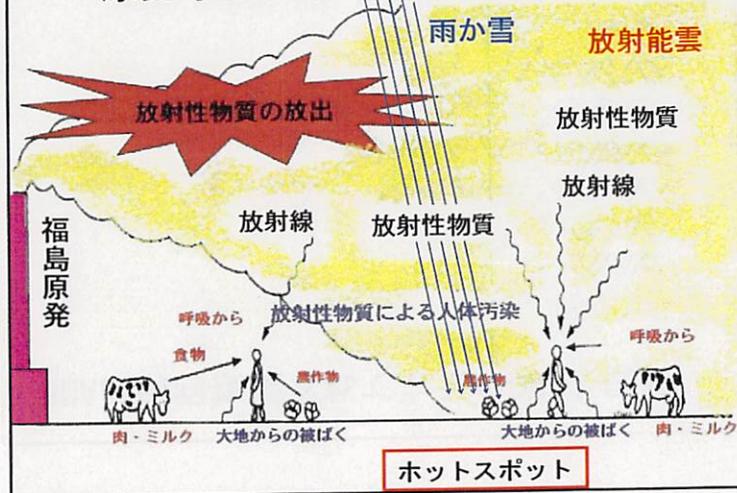
元放射線医学総合研究所主任研究官

崎山比早子

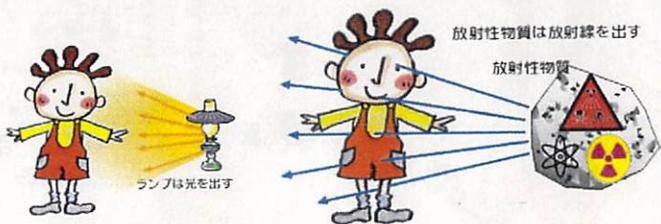
科学技術・イノベーション推進特別委員会

平成23年5月20日(金)
科学技術・イノベーション推進特別委員会
崎山 参考人配付資料

原発事故による放射性物質の拡散



放射線と放射性物質（放射能）の関係



放射能
放射性物質 は放射線を出す

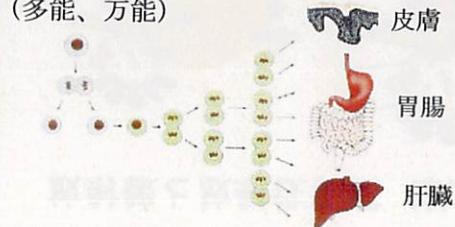
光との違い：放射線は身体を透過する
DNAに傷をつける
大量にあびれば死亡する
少量なら将来発がんの可能性

身体的设计図DNA と その複製

人の身体

1個の受精卵から
分裂、増殖、分化する

受精卵
(多能、万能)



成人

60兆個の細胞

DNAは細胞及び身体的设计図

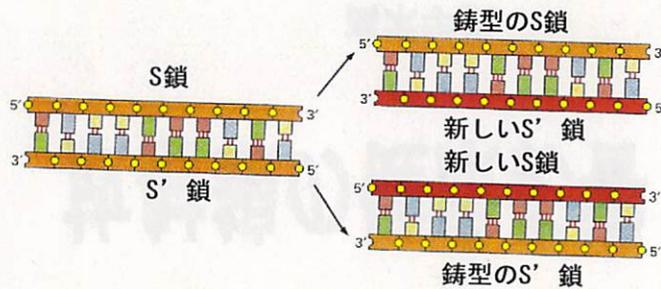
DNAの二重らせん構造



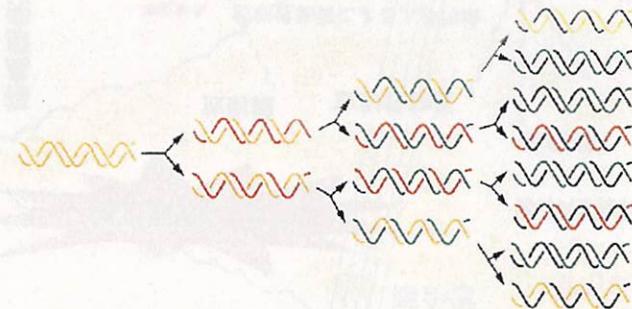
A: アデニン、T: チミン
G: グアニン、C: シトシン

DNA: 32億塩基対 遺伝子: 約22,000個
(全長: 2m) (全DNAの1.5%)

複製されたDNAは親と全く同じ



DNAは何回複製されても元のDNAと同じ

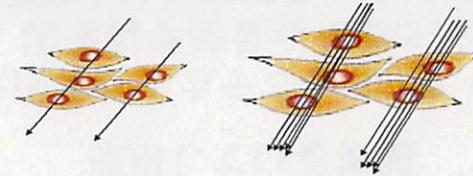


一代目 二代目 三代目 四代目

放射線によるDNA損傷 その修復とがんの発生

放射線の量を知るための単位

エックス線を1ミリシーベルト被ばくするということは？
各細胞の核に平均して1本の飛跡が通る



1ミリシーベルト

5ミリシーベルト

エックス線やガンマ線は
1ミリグレイ=1ミリシーベルト

量的は差
安全量は15m

放射線がDNAに当たると？

高線量被ばく

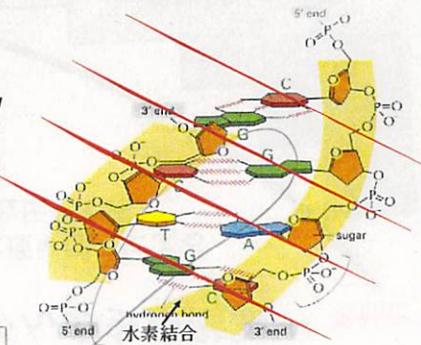
診断用エックス線の
エネルギー：100,000eV



一本鎖切断

2nm

二本鎖切断



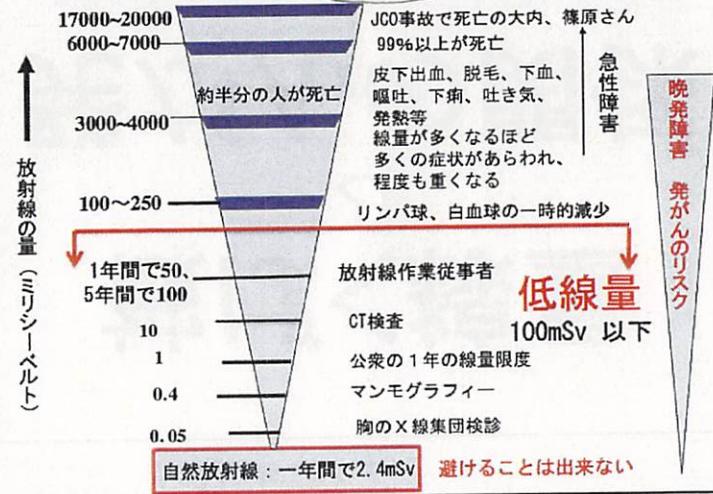
化学結合のエネルギー (5~7eV)

Int. J. Rad. Biol.
Doodhead DT,
1994

『Molecular Biology of THE CELL』より一部改変

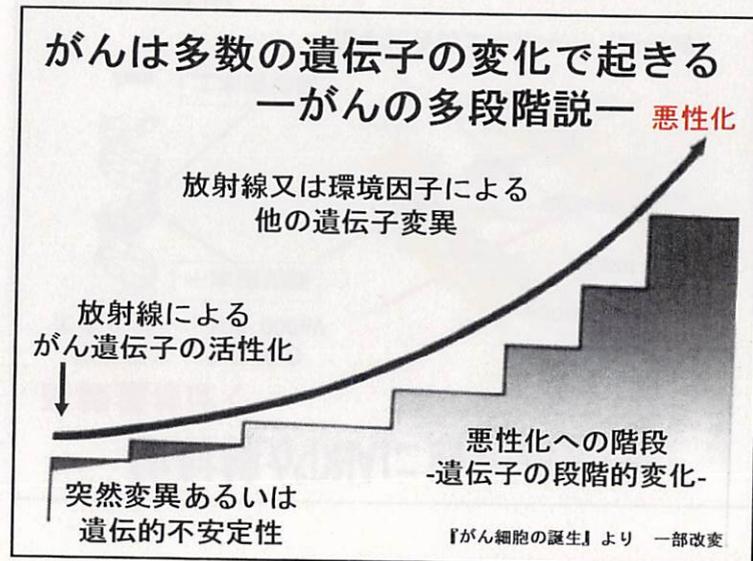
15000万~
20000万
1倍の
エネルギー

被ばくのリスク：確定的影響と確率的影響

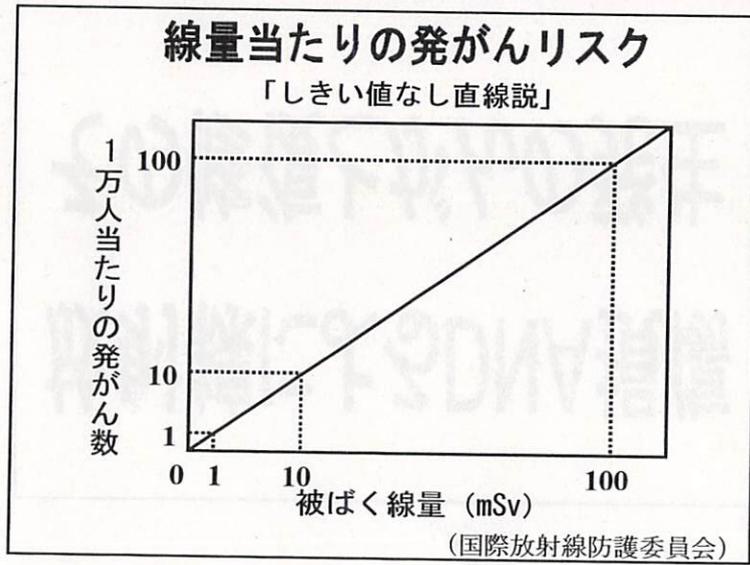


たがいに健康
に影響を
与えること
は無い
確率的に
出さ

アミ酸 変位



被ばく線量 と 発がんの関係



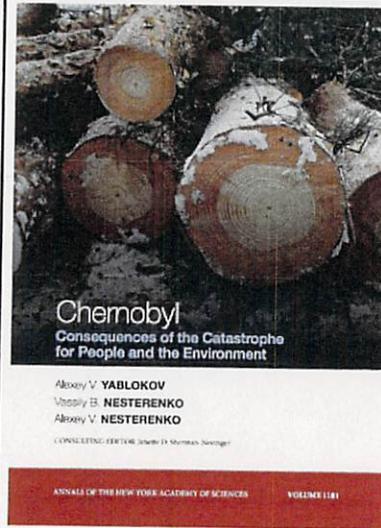
むい子広島、
長崎の被
曝アソベス

発がんの「しきい値なし直線説」を
採用している機関

- 米国科学アカデミー (BEIR VII)
- 国連科学委員会 (UNSCEAR)
- 国際放射線防護委員会 (ICRP)
- 欧州放射線リスク委員会 (ECRR)

放射線に安全量はないは
国際的な合意事項
その前提に立って防護を行う

ありがとうございました



ニューヨーク科学アカデミー
年報1181巻、+2009年
『チェルノブイリ大惨事、
人と環境に与える影響』
現在翻訳中
100万人が死亡した。

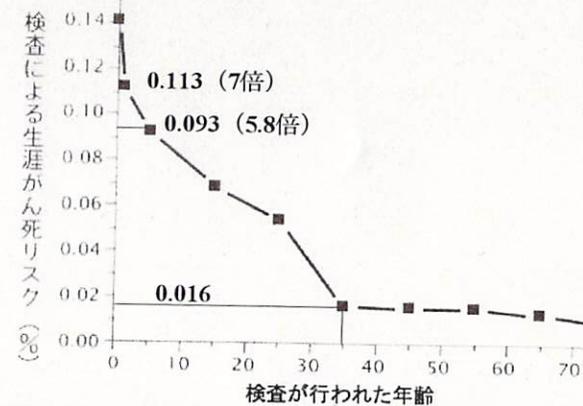
線量率：単位時間あたりの線量

高線量率：広島長崎の被爆者
低線量率：自然放射線、放射線作業従事者
放射性物質汚染地域の住民
(テチャ川流域住民)
広島・長崎のリスクの2倍

ICRPのリスクモデルは広島・長崎
のリスクに1/2をかけてある

1/2の妥当性には議論がある

胸部CT検査による年齢別がんリスク



Brenner, D.他 N.Engl.J.Med. 2007より

放射線障害

放射線は身体的设计図であるDNAに治しにくい複雑な損傷を与える。全てはここから始まる。

急性障害(確定的影響): 嘔吐、紫斑、脱毛などの症状は被ばく後短時間であらわれる。

ある線量以下の線量では起きない→「しきい値」がある

晩発障害(確率的影響): 発がんなど。「しきい値」は見つかっていない→安全量はない

がんは線量に応じて増加する。「しきい値なし直線説(LNT)説」

晩発障害のLNT説を採用している機関

米国科学アカデミー(BEIR VII)、国連科学委員会(UNSCEAR)、

国際放射線防護委員会(ICRP)、欧州放射線リスク委員会(ECRR)、

→「放射線に安全量はない」は国際的な合意事項であり、その前提に立って防護を行う

● 放射線のリスクは蓄積する→放射線作業者が累積被ばく線量を記録するのはそのため

● 若年者ほど、また同一個体では細胞分裂が盛んな組織ほど放射線に感受性が高い

子供の被ばくリスクは大人のその3倍から10倍

● 放射線障害はがんの他に心筋梗塞、脳梗塞などの血管障害、呼吸器、消化器疾患など

DNAの恒常性

成人の身体は約60兆個の細胞からできています。それらの細胞も、1個の受精卵から増えたものです。受精卵が分裂、増殖、分化して身体のいろいろな器官すなわち、皮膚、内臓、筋肉、神経、血球等々を形成します。これら最終分化した細胞はそれぞれ大きさ、形、働き等は違いますが、はじめの受精卵と全く変わらない分子を一つだけ持っています。それがDNAです。DNAは二重らせん構造をとっており、細胞が分裂する前に必ず複製されて2倍に増えます。2倍に増える時には必ず一方の鎖が鋳型になって新しい鎖ができ、間違いを起こさないようなメカニズムがあります。そのために何回分裂してもDNAは同じなのです。2倍になったDNAは娘細胞に等しく分けられ、細胞の子孫に伝わります。このように細胞が分裂してもDNAが変化しないことが身体を健康に保つためには大切なことなのです。

放射線の線量-1ミリシーベルト(mSv)とは?

身体へ与える影響を考慮した放射線の量の単位をシーベルトといいます。

1mSvは1/1000Svです。1mSvの被ばくを受けるということは身体の一つ一つの細胞の核に平均して1本の放射線が通ることです。100mSv浴びれば平均して100本通った事になります。この時に大切なことは、1本通った時にできるDNAの傷の質は100本通った時にできる傷の質と同じで、量が1/100になっただけということなのです。

放射線のDNA傷害作用

放射線はこのように大切なDNAに傷をつけます。

放射線がDNAに当たるとDNAは簡単に切れてしまいます。何故なら放射線のエネルギーはDNAをつなぎ合わせている化学結合のエネルギーの15,000倍~20,000倍もあるからです。放射線に安全量がないのはこのためです。

急性障害

一度に大量の放射線を浴びるとDNAはずたずたに切れてしまい、細胞はこれをつなぎ合わせる事ができず、死にます。これが全身に起きれば、被ばく後短時間にいろいろな症状が出て死亡します。これを急性障害と言います。急性障害は浴びた人に確実にでますからこれを確定的影響と言います。急性障害の最も軽い症状は白血球やリンパ球の一時的減少です。これは100~250mSvでおき、これ以下の線量だと症状が出ませんからこの線量を急性障害のしきい値と言います。

晩発障害

放射線によってできた傷は自然に切れた傷と違って複雑なために細胞はこれを治しにくく、また間違いを起こしやすくなります。傷の治し間違いによって変異が起きます。変異は元には戻りませんから、その細胞が生きている限り残ります。その細胞が新たに被ばくしてまた治し間違いが起きると違ったところにまた変異が起きます。このように変異が積み重なってがんなどの疾患が発症します。従って被ばくのリスクは蓄積線量に比例することになります。その前提で放射線防護を行なうようにICRPなどは勧告を出しているのです。

