

疾病と放射線との関係 (長期的影響)について

晩発障害

発がん、
遺伝的影響



急性障害

50 Gy

← 中枢神経死(数10Gy)

10 Gy

← 腸管死(8Gy)

1 Gy

← 骨髓死(3-10Gy)

← 皮膚紅斑 脱毛

100 mGy

← リンパ球一時的減少
(0.5Gy)

10 mGy

環境等からの被曝線量

← 職業被ばく / 年

1 mGy

← CT Scan / 回

← 環境放射線被ばく

0.1 mGy

← 胃X線 / 回

← ジェット機海外旅行 / 回

0.01 mGy

← 胸部X線 / 回₂

※ 1Gy=1Sv=1,000mSv

1mGy=1mSv

※ 平成19年11月12日 第4回原爆症認定
の在り方に関する検討会

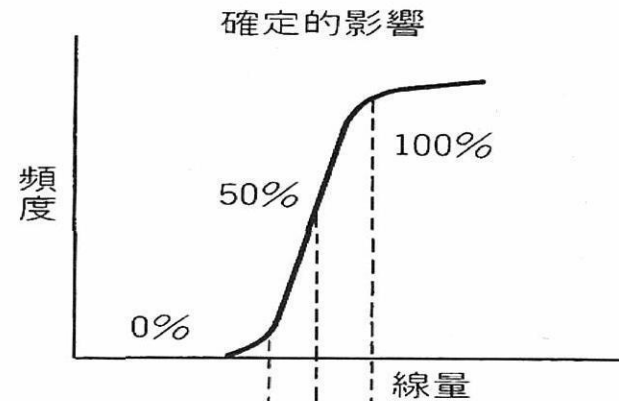
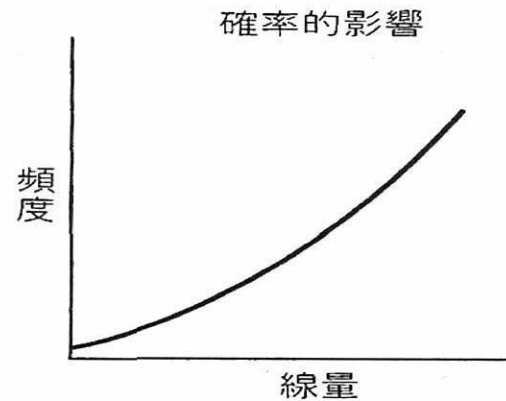
広島大学原爆放射線医科学研究所 神谷
研二参考人 提出資料を改変

確定的影響と確率的影響

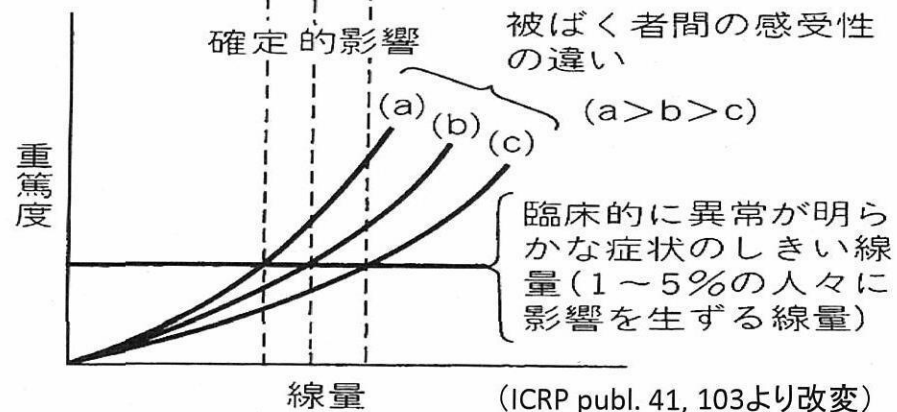
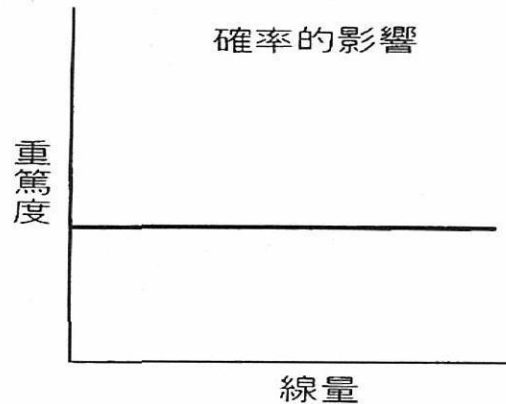
確率的影響・・・放射線による影響の起こる確率が線量の関数となっていて、しきい線量が存在しないと仮定されている影響。がんなど。

確定的影響・・・しきい線量以下の被ばくでは症状や影響が検出されないが、しきい線量を超えて被ばくすると、被ばく線量の増加と共に障害の発生率が増加し、症状の程度も重くなると考えられている影響。白内障、急性放射線症候群等。

〔線量反応関係〕



〔線量影響関係〕



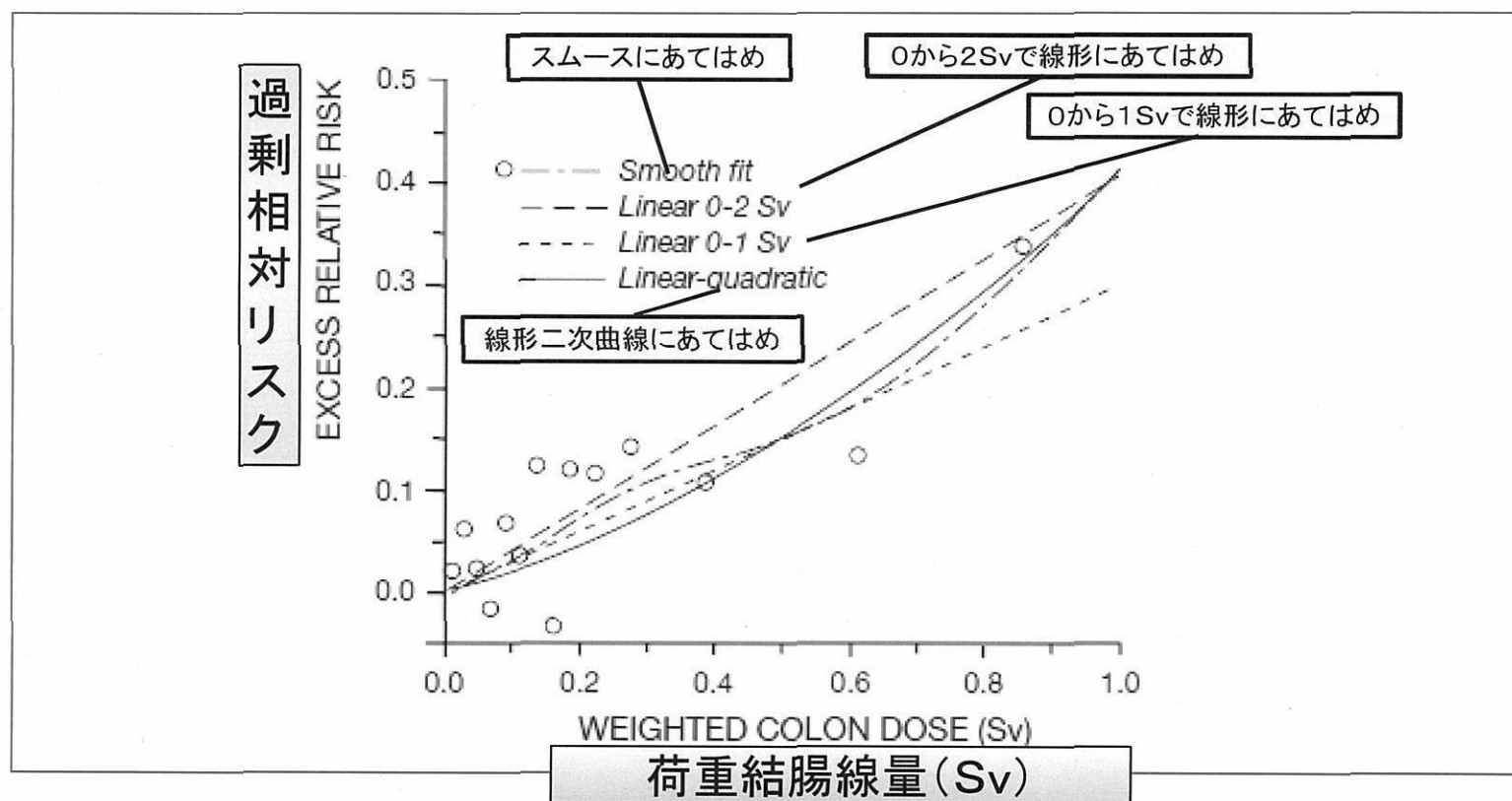
(ICRP publ. 41, 103より改変)

放射線によるがんの発生

- 放射線量が増えるとがん死のリスクも増加。
- ただし、100mGy(0.1Gy)未満のリスクは統計学的には有意ではない。

(国連科学委員会2010年報告)

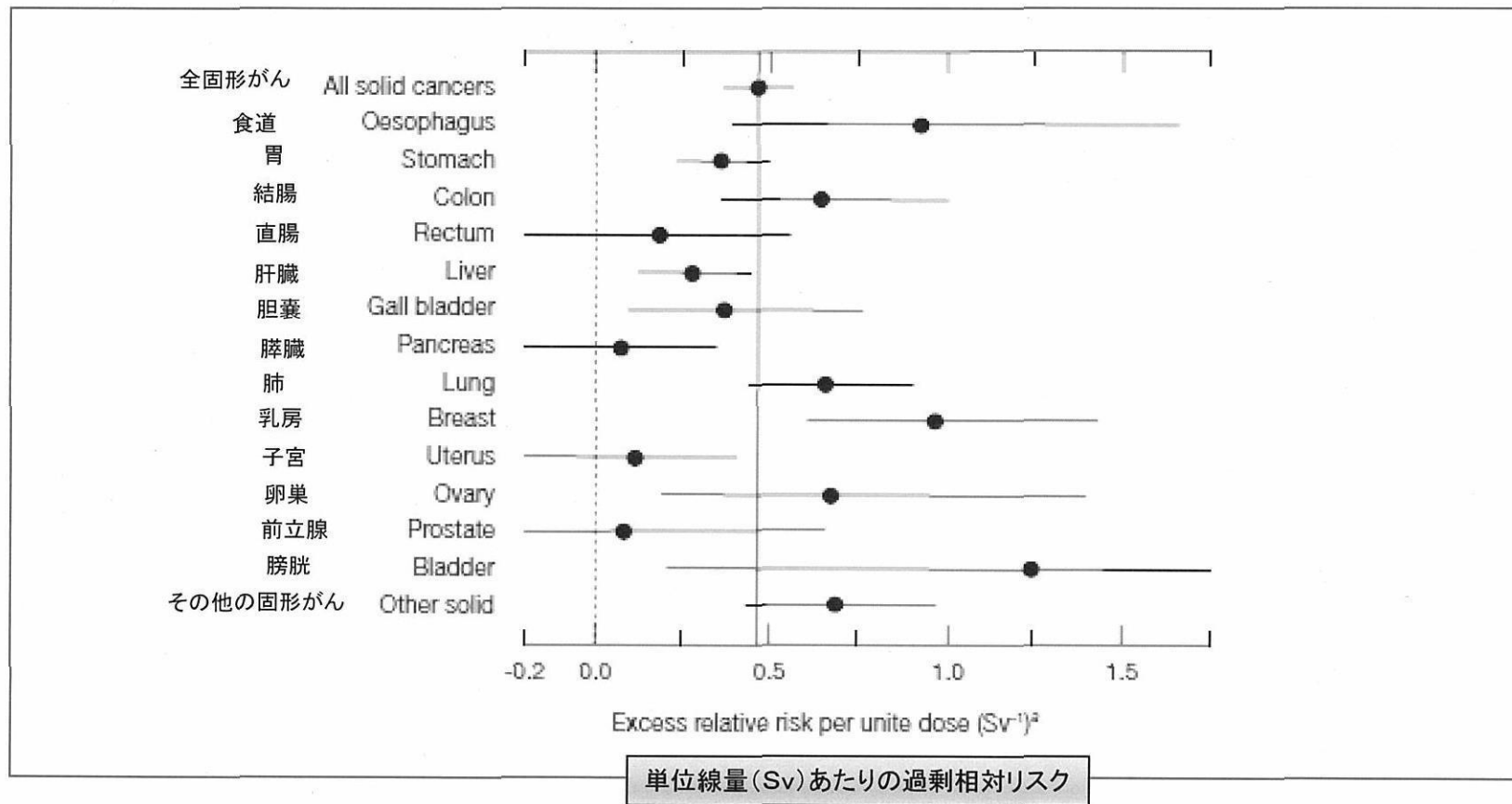
＜原爆被爆者の2002年研究に基づく固形がん死の線量反応＞



放射線によるがんの発生

- 臓器ごとに放射線により誘導されるがんのリスクはかなり異なる。
(国連科学委員会2010年報告)

＜原爆被爆者の研究に基づく、異なる臓器の固形がん死リスクの推定＞

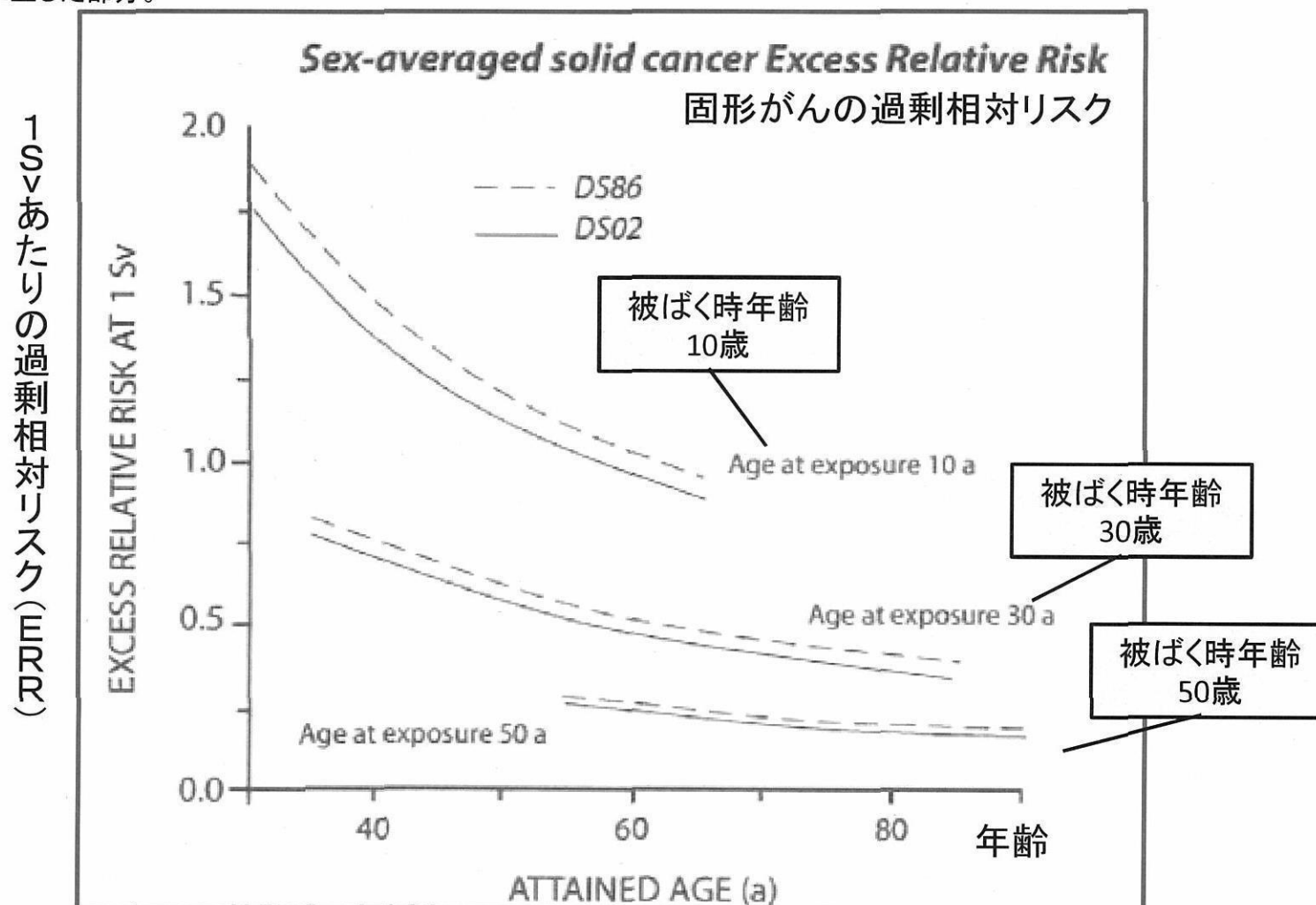


放射線によるがんの発生

○ 被ばく時年齢が高くなるほど、過剰相対リスク(ERR)※は小さくなる。

(国連科学委員会2010年報告)

※ 過剰相対リスク:対象群に対して被曝群のリスクが何倍になるかを表す数値である相対リスクから1を引いた値。放射線により過剰に生じた部分。



放射線によるがん以外の疾患の発生

臓器・組織	影響	しきい線量 (Gy)	最小潜伏期間
眼の水晶体	白内障	0.5	数年
睪丸	一時的な不妊	0.1	3 - 9週
	永久不妊	6	3週
卵巣	永久不妊	3	<1週
骨髄	造血機能低下	0.5	3 - 7日
皮膚	主紅斑	<3 - 6	1 - 4週
	放射線熱傷	5 - 10	2 - 3週
	一時的脱毛	4	2 - 3週

ICRP「国際放射線防護委員会の2007年勧告」 日本アイソトープ協会 2009、ICRP118

放射線の健康影響に関する国際的な合意の仕組み(悪性腫瘍の例)

科学的合意→国際的合意→防護→国の防護政策

ある程度合意された科学的知見

線量とリスクの関係は、ある線量以上で直線性があり

UNSCEAR (国連科学委員会)

国際連合の下に設置、参加国21カ国、オブザーバー6カ国の科学者100余名で科学的知見を報告書にまとめる

ICRP (国際放射線防護委員会)

UNSCEAR報告書の知見に基づき放射線防護基準を勧告
→ 防護のため低線量でも直線閾値無し仮説でリスク評価

国ごとに放射線防護基準を策定

原爆症認定審査における判断について(これまでの経緯と現状)

(旧)原爆症認定に関する審査の方針(平成13年5月)

I 放射線起因性の判断

基本的な考え方

原因確率及びしきい値を目安として、疾病の放射線起因性に係る「高度の蓋然性」の有無を判断。

※原因確率

- ・疾病の発生が、原爆放射線の影響を受けている蓋然性があると考えられる確率
(固形がん、白血病、副甲状腺機能亢進症に適用)
- ・性別、被爆時年齢、被曝線量により疾病ごとに算出
- ・原因確率50%以上 → 一定の健康影響を推定
原因確率10%未満 → 可能性が低いものと推定
- ・ただし、機械的に適用して判断するのではなく、申請者の既往歴、環境因子、生活歴等も総合的に勘案。

※しきい値

- ・一定の被曝線量以上の放射線を被曝しなければ、疾病等が発生しない値(放射線白内障に適用)

※原因確率・しきい値が設けられていない疾病については、申請者の被曝線量、既往歴、環境因子、生活歴等を勘案して個別に判断。

原爆放射線の被曝線量の算定

被曝線量の算定は、1)の値に、2)及び3)を加えて得た値とする。

1) 初期放射線による被曝線量

※ 被爆地及び爆心地からの距離の区分に応じて定める

2) 残留放射線による被曝線量

※ 残留放射線による被曝線量は、申請者の被爆地、爆心地からの距離及び爆発後の時間経過の区分に応じて定める

3) 放射性降下物による被曝線量

※ 原爆投下直後に特定の地域に滞在し、又はその後、長期間に渡って当該特定の地域に滞在していた場合に定める



II 要医療性の判断

当該疾病等の状況に基づき、個別に判断

原爆症認定制度に関する経緯

	原爆症認定制度に係る経緯	訴訟等に係る経緯
昭和32年	原子爆弾被爆者の医療等に関する法律施行 原子爆弾被爆者医療審議会設置	
平成7年	原子爆弾被爆者に対する援護に関する法律の施行 疾病・障害認定審査会原子爆弾被爆者医療分科会設置	
平成12年		松谷訴訟に対する最高裁判所判決
平成13年	「原爆症認定に関する審査の方針」による審査開始	
平成15年		原爆症認定集団訴訟提起(17地裁、306名) ■ 平成18年5月以降 原爆症認定集団訴訟において、国が一部又は全部敗訴
平成19年	健康局長の下設置された「原爆症認定の在り方に関する検討会」による報告とりまとめ(従前の原因確率に基づいた報告)	与党原爆被爆者対策に関するプロジェクトチームより、原爆症認定問題に関する提言とりまとめ(3.5km、100時間以内等の入市を認定対象)
平成20年	・「新しい審査の方針」による審査開始 ・原子爆弾被爆者医療分科会に第一～四部会を設置 ・与党PTの提言に基づき、肝機能障害、甲状腺機能低下症の追加の検討を開始	・平成20年5月30日 甲状腺機能低下症等の放射線起因性を認める高裁判決 ・平成20年8月与党PTにより、肝機能障害を追加する提言
平成21年	「新しい審査の方針」を改定	原爆症認定集団訴訟の終結に関する基本方針に係る確認書締結
平成22年	原子爆弾被爆者医療分科会に第五、六部会を設置	

新しい審査の在り方

(1) 被曝線量の評価について

- 初期放射線については、DS86に替えて、DS02を導入する。
- 残留放射線については、誘導放射線及び放射性降下物について、可能な限り、個人毎の移動経路及び滞在時間に基づく線量計算の導入を検討する。

(2) 放射線起因性の判断について

- がん、白血病及び副甲状腺機能亢進症については、被曝線量及び原因確率による評価とともに、急性症状等も考慮して、総合的に判断を行うこととする。
- 心筋梗塞については、しきい値などの設定を検討する。その他の疾病については、今後とも知見の集積に努め、後日改めて評価を行うこととする。

(3) 審査の迅速化及び審査の取扱いについて

- 原因確率が例えば50%を超える場合には、分科会の審査を省略し、迅速に認定を行うこととする。
- 原因確率が10%以上50%未満である場合には放射線起因性を推認するに足る相応の資料があれば総合判断の対象とする。
- 原因確率が10%未満の場合においても、過去の資料等に基づき急性症状を考慮に入れるなど、総合判断の対象とすることとする。しかし、日常生活で自然界から浴びる放射線にも満たない被曝である場合はこの限りではない。
- 経験則も踏まえた個別の認定を充実することができるよう、分科会の審査体制を整備するとともに、審査については、今後新たに得られる科学的知見も取り入れて、適宜見直しを行える体制を整備する。

原爆症認定問題のとりまとめ

平成19年12月19日 与党原爆被爆者対策に関するプロジェクトチーム

- 対象疾患についての考え方のいわゆる典型症例については、被爆状況に該当する場合については、格段の反対すべき事由がなければ合理的推定により積極的かつ迅速に認定を行うものとする。

被曝状況

- ・一定区域内(約3.5km前後を目安とする)の被爆者
- ・一定の入市した被爆者(爆心地付近(約2km以内)に約100時間以内に入市下被爆者および約100時間程度経過後、比較的直ちに約1週間程度滞留したもの)

対象疾患についての考え方

対象疾患については、裁判例、放影研研究結果等を参考にし、以下の放射線起因性が認められるものにつき対象とすべき。

＜具体的な疾病＞

- ・造血機能障害については、白血病・骨髄異形成症候群(MDS)のみ
- ・細胞増殖機能障害については悪性新生物(がん)のみ
- ・内分泌腺機能障害については副甲状腺機能亢進症など
- ・水晶体混濁による視機能障害については老人性を除く白内障
- ・また、その他、「小頭症」「熱傷・外傷」については医療を受けている場合、対象となりうると考える。
- ・その他、放射線起因性が認められるもの(心筋梗塞など)

※がんおよび白血病に関しては、放射線起因性が極めて高いことから、全てにおいて、最大限の配慮を行うものとする。

- 上記以外の被爆者(いわゆる原爆手帳保持者)についても個別審査の上、総合的判断を加え、認定の判定を行うものとする。

新しい審査の方針(平成20年3月策定)による原爆症認定の仕組み

I 放射線起因性の判断

1 積極的に認定する範囲

- ① 被爆地点が爆心地より約3.5km以内である者
- ② 原爆投下より約100時間以内に爆心地から約2km以内に入市した者
- ③ 原爆投下より、約100時間経過後から約2週間以内の期間に、爆心地から約2km以内の地点に1週間程度以上滞在した者



これらの者については、以下の**7疾病**に罹患した場合は、**積極的に認定**

- 1) 悪性腫瘍(固形がんなど)
- 2) 白血病
- 3) 副甲状腺機能亢進症
- 4) 放射線白内障(加齢性白内障を除く)
- 5) 放射線起因性が認められる心筋梗塞
- 6) 放射線起因性が認められる甲状腺機能低下症 (※)
- 7) 放射線起因性が認められる慢性肝炎・肝硬変 (※)

(※)21年6月の「新しい審査の方針」の改定により追加

2 総合的に判断

「積極的に認定する範囲」に該当する場合以外の申請の場合



起因性を**総合的に判断**

(申請者の被曝線量、既往歴、環境因子、生活歴等を総合的に勘案)



II 要医療性の判断

当該疾病等の状況に基づき、個別に判断

放射線起因性を積極的に認定する範囲(被爆状況及び疾病の要件を満たす場合)

I 放射線起因性の判断

1 積極的に認定する範囲

被爆状況の3つの要件のうちいずれかに当てはまる。

- 1) 悪性腫瘍(固形がんなど)
- 2) 白血病
- 3) 副甲状腺機能亢進症
- 4) 放射線白内障(加齢性白内障を除く)
- 5) 放射線起因性が認められる心筋梗塞
- 6) 放射線起因性が認められる甲状腺機能低下症(※)
- 7) 放射線起因性が認められる慢性肝炎・肝硬変(※)

(※)21年6月の「新しい審査の方針」の改定により追加

2 総合的に判断

「積極的に認定する範囲」に該当する場合以外の申請は被爆状況その他を総合的に判断。

他に原因があることが明らかなものを除き、
疾病の状態にあることが確認できれば
放射線起因性を認める。

科学的知見や年齢、リスクファクター、
その他放射線による障害に特徴的な所見な
どを総合的に判断。

II 要医療性の判断

当該疾病等の状況に基づき、個別に判断

白内障に関連する放射線の影響

＜主な確定的影響のしきい線量＞ (ICRP Publ.118 2012)

臓器・組織	影響	しきい線量(Gy)	最小潜伏期間
眼の水晶体	白内障	0.5	数年
睪丸	一時的不妊	0.1	3－9週
	永久不妊	6	3週
卵巣	永久不妊	3	<1週
骨髓	造血機能低下	0.5	3－7日
皮膚	主紅斑	<3－6	1－4週
	放射線熱傷	5－10	2－3週
	一時的脱毛	4	2－3週

ICRP2007年勧告では、白内障は、しきい値のある「確定的影響」とされ、しきい線量は1.5Gyとされていた。これを踏まえ、放射線関連業務従事者の職業被ばくにおける線量限度を150mSv/年としていた。また、混濁は後囊下に特徴的に見られるとしていた。

ICRP2011年声明では、眼の水晶体のしきい線量を0.5Gyに引き下げ、職業被ばくにおける線量限度を5年を平均した1年あたり20mSvとした。混濁は後囊下、皮質に見られるとされた。なお、放射線により核白内障が発症するとの確立した知見はない。

※初期混濁も含めると白内障は50歳代で37～54%、60歳代で66～83%、70歳代で84～97%、80歳以上では100%にみられることが報告されている(厚生科学研究班ガイドライン 2002)。

心筋梗塞に関連する放射線の影響

UNSCEAR2006年報告

- ・放射線治療に伴う心臓への高線量被ばくにより、循環器系疾患のリスクが上昇する。
- ・1－2Gy以下の放射線被ばくと致死的な心疾患の関連の証明となるデータは、原爆被爆者調査のみであり、その他のデータからは明らかな関連は示されていない。そのため、報告書では、1－2Gy以下での電離放射線と心血管系疾患の因果関係を証明するには十分な科学的データがないと結論している。
- ・循環器系疾患について、1－2Gy以下の被ばくに関連して比較的わずかなリスクの上昇が見られるが、死亡に関する疫学的調査のみで明らかな証明となるかは不明である。
- ・1－2Gy以下の被ばくによるがん又は循環器系の疾患以外の死亡については、更にデータが少なく、原因や病理、リスクファクターの幅が非常に広いことを考えると、因果関係の評価は困難である。

ICRP声明(平成23年4月)

- ・不確実さは残るとしながらも、心臓及び脳の循環器疾患について、しきい線量を0.5Gyとしている。

※心筋梗塞の危険因子としては、高脂血症、高血圧、糖尿病、喫煙が4大危険因子とされているほか、年齢、性、肥満、家族歴(遺伝)等も危険因子とされている。

※心筋梗塞を含む心疾患の死亡数は10万人あたり154.5人/年で、死因の15.6%を占め、悪性腫瘍に次いで死因の第2位である。(平成23年人口動態統計)

甲状腺機能低下症に関連する放射線の影響

世界的に合意された知見

- ・甲状腺は一般的に放射線に抵抗があると言われている。
- ・甲状腺機能低下症のしきい線量は、IAEA(1994)、WHO(1999)により5Gy以上の線量で起こり得ることが示唆されている。
- ・ICRPによると、45Gy以上の線量で1～5%の者に甲状腺機能低下症を生じるとされている。

※甲状腺機能低下症の頻度は、型、性、年齢によって異なるが、一般論として女性に多く、年齢が高くなるほど頻度も増すとされている。

慢性肝炎に関連する放射線の影響

世界的に合意された知見

- ・肝機能不全のしきい線量はおよそ35Gy(ICRP1984)
- ・放射線により慢性肝炎又は肝硬変がおこることは世界的には認められていない。

原爆被爆者における調査結果

- ・肝疾患の1Gyにおける相対リスクは
1.15($p=0.001$, 95%CI:1.06-1.25)
(放射線影響研究所 成人健康調査)

※わが国では、B型肝炎ウイルス(HBV)とC型肝炎ウイルス(HCV)が慢性肝障害の90%を占めている。
ウイルス性肝炎の中ではHCVによるものが最も多く80～85%を占める。

※我が国のB型肝炎ウイルス保有者(キャリア)は約130～150万人、C型肝炎ウイルス保有者(キャリア)は約150～200万人と推定されている。

図 12. 被曝線量 1 Gy の AHS 対象者におけるがん以外の疾患発生の相対リスク (1958-1998 年)¹⁷
Figure 12. Relative risk for AHS incidence of non-cancer diseases at 1-Gy exposure (1958-1998)¹⁷

