

た直線はこれらのデータに最も適合するものではなく、当初の論文に示された直線の再現である。しかし、ここで示したデータへの非荷重最小二乗の当てはめとこの直線は区別できない。これらのデータについては、測定値と計算値の比の対数と傾斜距離との線形関係を否定する証拠はない。

Straume の論文以来、広島の実験中性子測定値の数はかなり増加した。現時点で放影研デ

ータベースには、広島の実験中性子測定値に関する 103 件の追加的観察値について測定値と計算値が入れている。これらのデータは静馬、岩谷ら (1993 年); 星 (1987 年、#30); 静馬、岩谷ら (1998 年); Egbert (1997 年、私信) に基づいている。利用可能な計算値が存在する測定値の同位元素分布を以下に要約する。

同位元素	Straume 1992	放影研データベース への追加データ 1998	合計
^{60}Co	16	17	33
^{36}Cl	6	3	9
^{152}Eu	54	83	137
^{154}Eu	2	0	2
合計	78	103	181

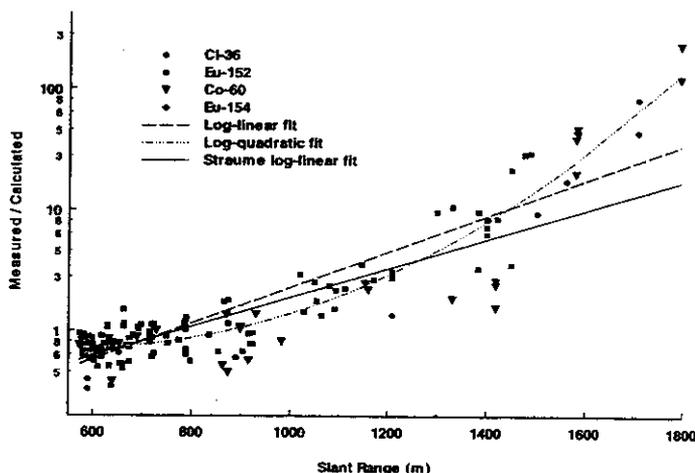


図 2. 1998 末に放影研物理学的試料・測定データベースに含まれていた広島の実験中性子測定値に関する傾斜距離に対する実測値と DS86 計算値の比。DS86 値は当初の論文と Egbert、1997 #36 から得たものである。このプロットはこれらのデータへの非荷重対数線形 (破線) 最小二乗の当てはめとノンパラメトリック平滑曲線 (点線) を示す。図 1 の対数線形の当てはめ (実線) を比較のために示す。

図 2 は広島の実験中性子データをすべて含む。多くの「新たな」測定値は爆心地に比較的近い場所から得られたが、1000 m から 1300 m の傾斜距離での新たな測定値もかな

りあり、これらは概して以前のデータと一致している。1300 m 以遠での追加的なユーロピウムおよびコバルト測定値もあり、それらは概して 1992 年に利用可能であった塩素デ

ータと一致するが、Straume の対数線形の当てはめ（図中に実線で示す）よりもかなり上にある。

1500 m 以遠の実測値対計算値 (M:C) 比が大きいため、現在のデータへの対数線形の当てはめ（破線）は 1992 年のデータよりも険しい勾配になる。しかしこの線は、M:C 比と傾斜距離の関係を適切に示してはいない。傾斜距離に二次の項を追加することにより、適合度がかなり上昇する。この対数二次の当てはめも図に示す（点線）。1000 m 以内の測定については一定の比率（約 0.8）、それ以遠の測定では M:C 比が 1400 m 辺りで 10、1750 m を超えてすぐの辺りで 100 になるような対数線形関係によって、極めてうまくデータを記述することができる。

従って、追加データは広島の中性子問題が 1992 年に提案されたものより深刻であるという証拠を示しているらしく思われる。しかし、図 1 および 2 のようなプロットは慎重

に解釈しなければならない。測定感度が限られているか、またはこれらの測定値についてバックグラウンド線量があるならば、実測値は特定の値（バックグラウンド放射化レベルおよび測定技法の感度により決定される）で安定する傾向にあるので、M:C 比は距離に伴い急速に増加すると思われる。

この問題のため、実測値と計算値を距離の関数として直接見ることが有益である。その場合の問題は、様々な同位元素について異なる測定が実施されており、8 個の ^{152}Eu 測定値の単位を残り 129 個の測定値に使われた単位（ミリグラム当たりのベクレル）に変換することができない点である。第二の問題は比較的小さな問題であるが、このような検討において遮蔽が異なる可変性を導入するかもしれないことである。遮蔽の影響に関しては（現時点で）殆どできることはないが、以下に述べる通りその影響はかなり小さいと思われる。図 3 の三つのグラフは、傾斜距離に対する実測値と計算値を示す。

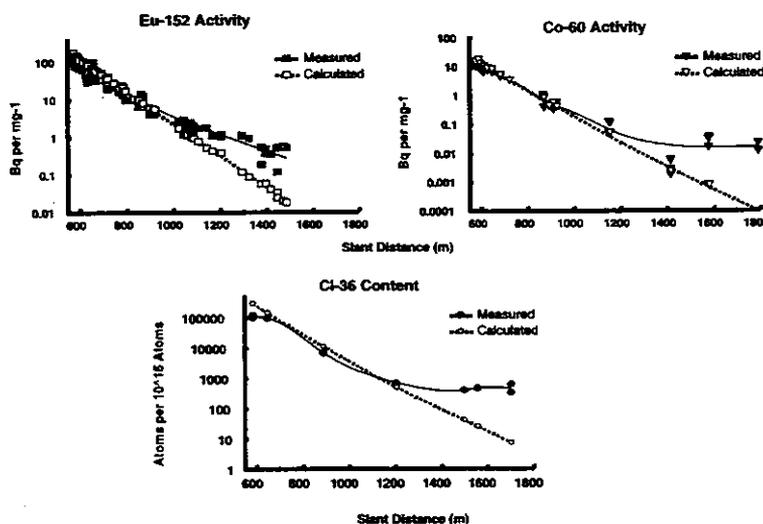


図 3. 同位元素別の距離に対応する広島 DS86 熱中性子の実測値および計算値。黒い印は実測値、白い印は DS86 計算値である。DS86 値は当初の論文と Egbert、1997 #36 から得たものである。実線は測定値のノンパラメトリック回帰、点線は DS86 計算値の同様のノンパラメトリック記述である。

ユーロピウム測定値は距離に伴い減少するが、減少率は約 1000 m 以内よりも 1000 m 以遠の測定の方が小さいと思われる。一方、コバルトおよび塩素データは、約 1200 m 以遠で距離に伴う測定値の如何なる減少を示す証拠も殆ど見られないという点で、顕著なパターンを示す。 ^{60}Co データにおける約 1400 m での低い点は横川橋の試料であり、この測定は日本（木村、高野ら、1990 年）と米国（Kerr、1990 年）の研究室で別々に実

施された。遠方の ^{60}Co と ^{36}Cl の測定値の数は少なく、個々の測定値にはある程度の不確かさがあるが、ここでみたパターンは、遠距離の測定に問題があることを示唆している。

長崎では 56 個の熱中性子測定値がありその内訳は、(三つの試料を用いた) ^{36}Cl 測定値 18 個、 ^{60}Co 測定値 3 個、 ^{152}Eu 測定値 35 個である。図 4 に示すように、特定の距離における比にはかなりばらつきがあるが、距離に伴う傾向を示す証拠はない。

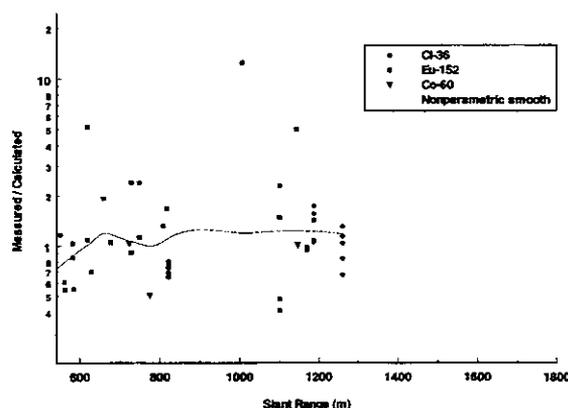


図 4. 1998 末に放影研物理学的試料・測定データベースに含まれていた長崎の熱中性子測定値に関する傾斜距離に対する実測値と DS86 計算値の比。DS86 値は当初の論文と Egbert、1997 #36 から得たものである。このプロットはこれらのデータへのノンパラメトリックな当てはめ（点線）も示す。

(2) ガンマ線量

1990 年代始め、Science Applications International Corporation (SAIC) の Steven Egbert と Dean Kaul、Los Alamos 国立研究所の Paul Whalen らが、新しい放射線の運送計算を行った。これらの計算は、エネルギー範疇のより細かい分類と放射線の空中運搬の改良モデルを可能にする最新の断面積データに基づいて行われた。1993 年の保健物理学学会の年次総会および日米の線量グループに行われた種々の発表において、Egbert、Kaul の両氏は、当該計算は長崎に関してほとんど

変化はないが、広島の実測値が約 10% の増加することを示唆していると発表した。しかし、この最新の計算では広島の中性子の食い違いは説明できない。

(3) 長崎工場労働者の生物学的線量測定

これらの作業とは別に、放影研の研究員は染色体異常のデータから、長崎工場労働者の DS86 推定線量が他の長崎の被爆者に比べて高すぎるということに注目した。DS86 推定線量が 0.5 から 2Sv の範囲では、長崎 LSS の被爆者における工場労働者の占める割合

は高いので、工場労働者の線量推定における系統的誤差は、現在この点について考慮されていないリスク推定にひずみを生じさせるだろう。

4. 現在の DS86 再評価活動

DS86 最終報告で示された懸念に応じて、米国は DS86 の問題および修正について考える委員会を DS86 が採択されてまもなくして新たに設置した。過去 10 年以上に渡り、この委員会（初代委員長は Robert Christy、Alvin Weinberg が引継ぎ、その後 Warren Sinclair が後継した）は、DS86 の現況を検討するために数回に渡り会議を開いている。

1998 年、米国学士院(NAS)はエネルギー省その他の省庁の支援を受け、DS86 線量評価システムの問題について考える NAS の委員会を拡大した。この拡大された委員会は、過去 12 ヶ月間で 2 度の会議を開いている。これまでのところ、NAS の委員会は主として既存データを検討してきた。いくつかの ^{63}Cu - ^{63}Ni 試料の初期測定結果も委員会の会議で発表されてきた。新しい測定値数は少ないが（線量評価で関心のある距離では現在の所 2 つ）、食い違いはこれまで熱中性子データにより示唆されていたよりも少ない（恐らく半分）ということ、これらの結果は示唆している。また、委員会は広島・長崎のガンマ線および中性子被曝に関連した既存の物理学的な測定値データについて精度評価を行うべきであると言っている。 ^{63}Cu - ^{63}Ni の測定が完了し、データが正しいことを確認するまでには少なくとも後 1 年は必要であり、NAS の委員会の最終報告書が出るにはそれ以上かかるであろう。今年中に広島・長崎の熱中性子放射化の測定値が更に追加されるはずである。

過去 10 年間、（特に広島中性子線量に関

する）DS86 の問題（常に的確であったとは限らない）が広く知られるところとなった。これまでに日米両国でこの問題について数多くの討議が行われ、非公式な検討も行われてきた。「修正」DS86 線量に基づいたリスク推定を提供する発表もいくつかされている。しかし DS86 の再評価に直接関わるグループの内、どれも DS86 にとって代わるシステムを提案しておらず、また問題が存在すること自体を正式に認めたグループもない。これにより、被爆者の DS86 線量推定の変更の性格、およびこれらの変更によるリスク推定への影響について漠然とした混乱を招く、またしばしば誤解を招くような様々な主張がなされる状況に至ったわけである。

5. 考え得る DS86 の主要な変更についての要約

DS86 の問題について正式な承認はされておらず、また最終的な変更自体の性質についても明確ではないが、DS86 の変更がどのような性質のものであるかを概括的に述べることは可能である。また、DS86 が改定された際の推定線量の変更にある程度の限度を定めることも可能である。

現在の結果は、広島被爆者のガンマ線および中性子の推定線量に有意な変更が見られるであろうことを示唆している。上記のように、改良した断面積の開発、基礎をなすモデルの改良、および計算能力の増大により、原爆の DS86 ガンマ（および中性子）フルエンスの特徴づけをする際に多くのエネルギーグループを使用することが可能になった。これらの変更に基づく計算は、広島ガンマ線量が 10 から 15% 増加するかもしれないことを示唆している。図 3 に示す測定値と計算値は、1300m 以遠で見られるかなり大きな比は測定値の問題を反映しているのかもしれ

ないということを示唆している。これは、1992年の熱中性子データへの線形の当てはめが、広島中性子について考え得る変更の妥当な上限として使用できるかもしれないことを示唆している。上記のように、⁶³Cuの初期測定値（約600、1000、1300mの距離で）は、中性子の変更は1992年のデータが示唆していたものの約半分でしかないかもしれないことを示唆している。

現在のところ、長崎工場労働者の推定線量の減少（恐らく約50%）以外には、長崎のガンマ線および中性子線量に系統的改变を追加して行う必要性は見られない。

6. DS86の変更による広島の遮蔽カーマおよびリスクへの影響

この章では、DS86の問題について現在のデータが示唆している種々のモデルにより、広島のDS86線量が如何に変化するかを示す幾つかの要約を紹介する。特に、3つのモデルについて、遮蔽ガンマ線・中性子カーマの修正推定値を計算し、その結果として出た遮蔽カーマ推定値を現在の推定値と比較した。最後に、推定線量の変更によりこの集団の実際のリスクが修正されるわけではないということをも更に強調するために、年齢、性、出生集団で調整した固形がん死亡率リスクを要約する。特定の臓器線量ではなく遮蔽カーマに焦点を当てる。概して、臓器別ガンマ線量は遮蔽ガンマカーマの70から85%であるが、特定の臓器に対する中性子線量は中性子カーマのほぼ30%である。ゆえに、総臓器線量への中性子の変更の影響は、以下に述べる遮蔽カーマへの影響よりも幾分小さい。

長崎の変更は工場労働者に特有なものであるため、当該報告ではこれ以上考慮しない。リスク推定の変更についてはここでは考慮していないので、線量当量については考察していない（中性子の不明確なRBEを見こんで計算した線量）。

(1) 広島DS86修正線量の計算

上記のように、広島のカーマと線量推定についてあり得る変更の3つのモデルについて考慮する。各モデルについて、（遮蔽のない）空気中(FIA)ガンマカーマは全距離で10%増加すると仮定した。ここで考慮された最も極端なモデルでは、遮蔽のないFIA中性子カーマは、図1と図2に示すStraumeの対数-線形の当てはめにより決定される距離に依存する乗法因子により増加する。このモデルをStraume中性子と呼ぶことにする。二番目のモデルでは、中性子FIAカーマを調整するために使用した因子は、Straumeの対数-線形の当てはめが指す因子かDS86中性子の30倍の小さい方に等しい。このモデルを切り捨てStraume中性子と呼ぶ。データは限られており、ごく予備的ではあるが、速中性子の初期測定値は中性子線量の変更は、現行のDS86中性子とStraume中性子のほぼ中間であることを示唆している。ゆえに、三番目のモデルは、切り捨てStraume中性子と同じ方法で切り捨てたStraume中性子の半分である対数-線形勾配を用いて計算した補正因子を使用することになる。このモデルを半Straume中性子と呼ぶ。以下の表に、特定の距離における3つのモデルの中性子補正因子をしめす。

傾斜距離 (m)	Straume 中性子	Straume 中性子 切り捨て	Straume 中性 半分
750	0.95	0.946	0.97
1000	1.9	1.9	1.4
1200	4.4	4.4	2.1
1500	10	10	3.2
2000	30	30	5.5
2500	100	30	5.5
3000	486	30	5.5
4000	7791	30	5.5

(2) 線量対距離の関係

修正 FIA カーマは、爆心地から 5km 以内の各被爆者について総 DS86FIA ガンマ・中性子カーマを修正して計算した。そしてそれを個々の観察された DS86 ガンマ・中性子透過因子を適用させて遮蔽カーマに変換した。

推定 DS86 遮蔽 FIA ガンマ (中性子) カーマが 0 の人たちには、ガンマ (中性子) 遮蔽カーマが 1 から 50mGy の間の人たち全員の平均透過因子を透過因子として用いた。

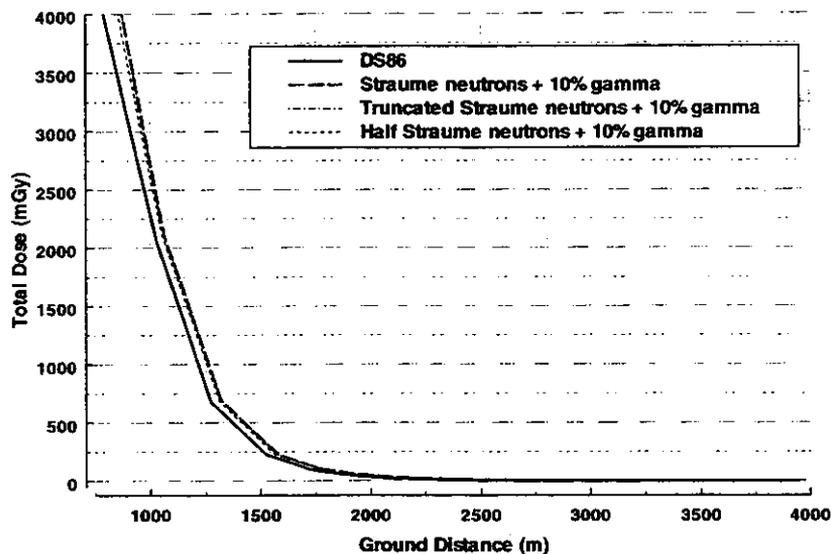


図 5. FIA ガンマカーマの 10% の増加と FIA 中性子の距離に依存した種々の増加を仮定した広島 の DS86 総遮蔽カーマおよび修正 DS86 総遮蔽カーマと距離との関係

図 5 に総 (ガンマ線と中性子) 遮蔽カーマと距離の関係を DS86 と 3 つの修正型の修正線量について示す。この図の要点は、如何に急速に線量が距離とともに減少するかを例証することである。図 6 は、同じ情報であるが線量を対数尺で表している。こちらの方

が対象距離全域に渡る変更の影響を見やすい。Straume 中性子に関連した総線量の最大増加量は、ほぼ 50% であるが、他の二つのモデルでは約 10% にすぎない (すなわち、ほとんどがもっぱらガンマ線の増加による)。

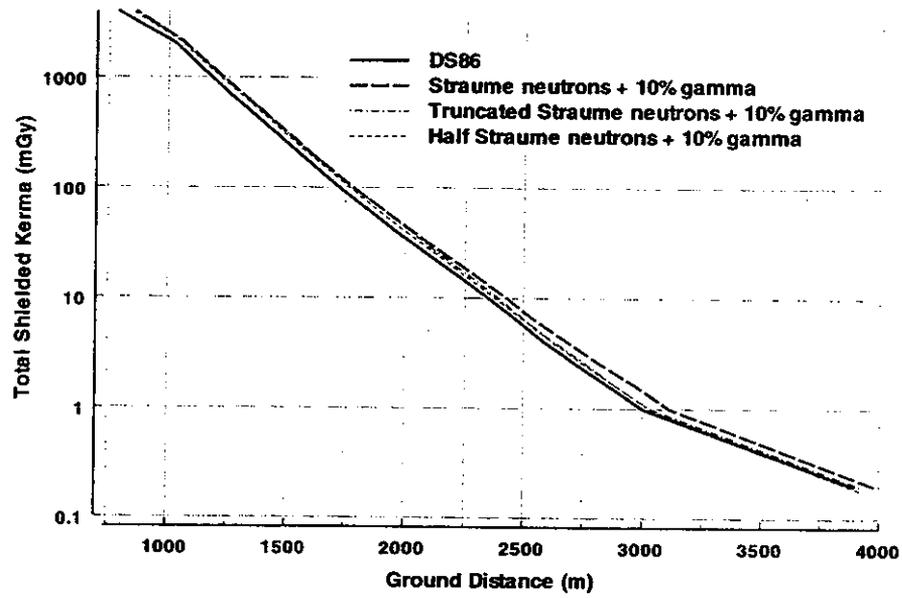


図6. FIA ガンマカーマの10%の増加とFIA中性子の距離に依存した種々の増加を仮定した広島DS86 総遮蔽カーマ (対数) および修正DS86 総遮蔽カーマ (対数) と距離の関係

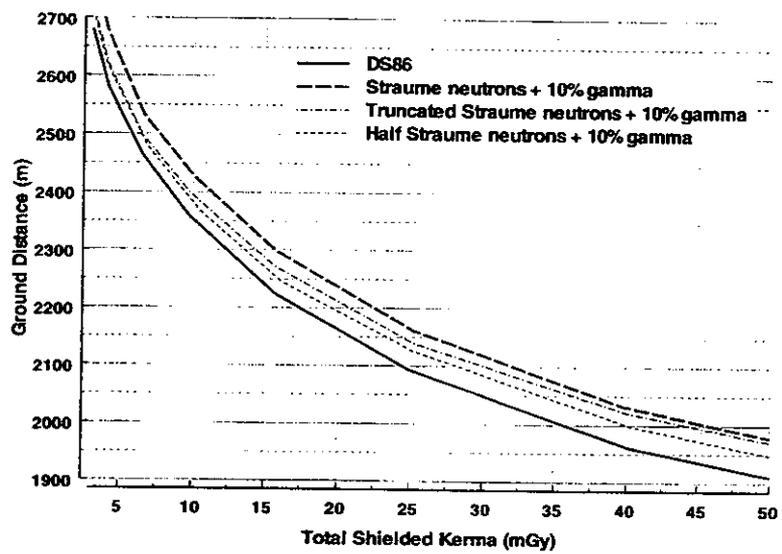


図7. 3-50mGyの総遮蔽カーマにおける距離とDS86および考え得る修正をしたDS86推定線量の総遮蔽カーマとの関係

DS86 の変更が如何に被爆者線量に影響を与えるかを考慮する上で重要な問題の一つは、測定可能な線量（総無遮蔽 FIA カーマが 5mGy から 50mGy であるような）を被爆者が受けた距離の変更についてである。（注：自然放射線源からの平均年間バックグラウンド率の約 2 倍の線量である 5mGy は、たとえばがんリスクが増加したとしても、その増加にほとんど関係していない。）図 7 および 8 がこの問題解決に役立つ。これら 2 つの図で

は軸が入れかわっており（つまり、当該図では距離が線量の関数のように表されている）、3 から 50mGy の線量範囲に焦点を当てている。この図から分かるのは、この範囲の線量では、人がある線量に被曝した距離は Straume 中性子では 80m 増加し、その他 2 つのモデルでは 30m 増加するということである。（切り捨て/半 Straume 中性子モデルの変更の多くは、ガンマ線量が 10% 増加したことによる。）

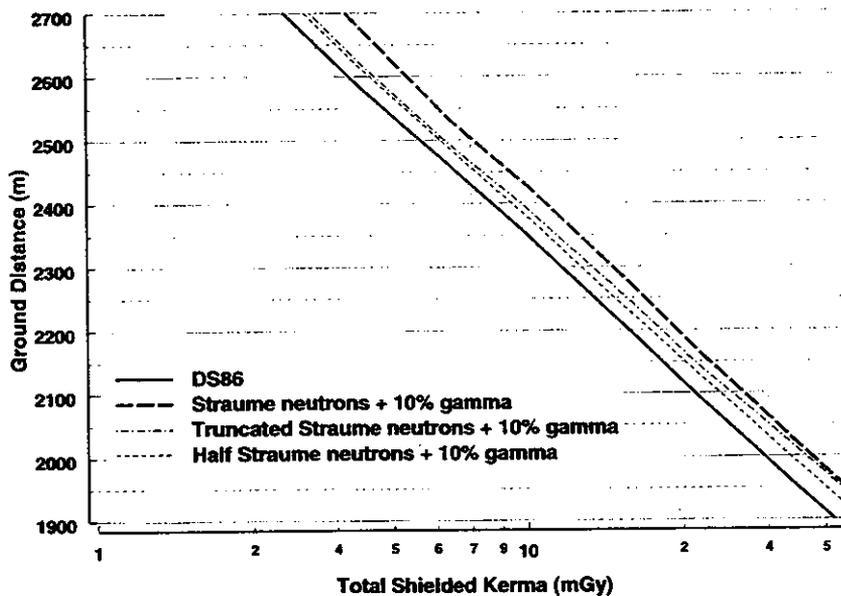


図 8. DS86 と DS86 線量の考え得る種々の修正に関する距離と総遮蔽カーマ（対数）の関係

（3）死亡リスク、距離、および線量

当該報告の中で、被爆者が経験した実際の過剰死亡/がん罹患リスクは実際に被曝した原爆放射線量に依存しているが、これらの過剰リスクは推定線量に変更しても変わらないことを述べた。これを図 9 で表す。1925 年に生まれた人たちの 70 歳時における男女を平均した率について、爆心地からの距離を関数とした性、出生集団、および年齢で調整した広島 LSS の固形がん死亡率を図にまと

めた。また、爆心地からの特定の距離における DS86、および Straume 中性子と半 Straume 中性子のモデルの平均推定総遮蔽カーマも図に示す。

図は、爆心地から 2km 以内の被爆者のリスクが線量に依存して増加していることを示している。また、より遠距離で被曝した被爆者のリスクにかなりのばらつきがあることを示しているが、このばらつきと距離の相関関係は高くない。当該図の下半分に

ある推定線量が示唆しているように、線量システムが変更されても、これが距離に依存した死亡率の変化につながることはない。図中の X は、爆心地から 4km 以遠にいた LSS の被爆者の調整バックグラウンド率と修正していない DS86 線量の線形線量反応

モデルに基づく推定相対リスクの積として計算した。これらの点は、推定相対リスクを計算するためにどの線量システムを使ったかに関係なく比較的一様である。推定個人線量が増加すれば、単位線量当たりの推定リスクは（特定線量での相対リスクも）減少する。

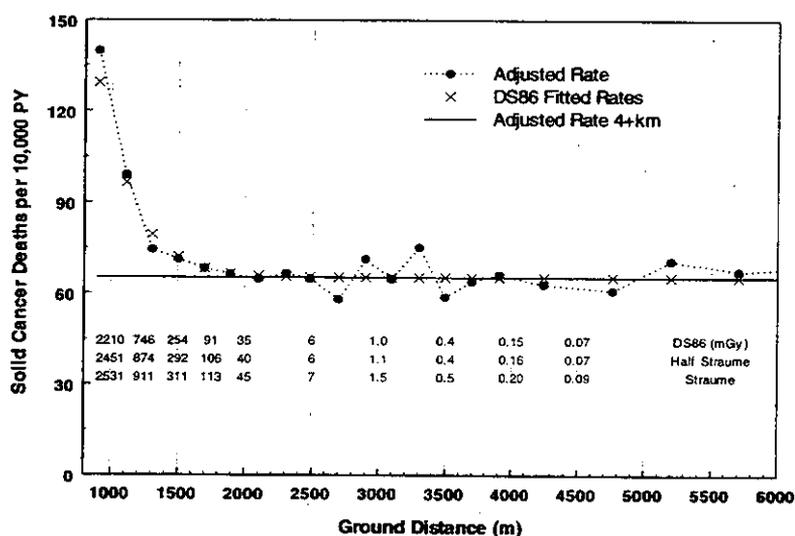


図9. 広島LSS被爆者における性、出生集団および年齢で調整した固形がん死亡率と距離の関係。座標に示す率（黒丸）は、1925年に生まれた70歳の人たちの男女を平均した値である。直線は、爆心地から4km以遠の被爆者の平均率である。DS86の当てはめ率（X）は、遠距離被爆者の平均率と（修正していない）DS86線量に基づく推定ERRの積として計算した。

謝辞

この報告で述べた考えは著者によるものであるが、報告の基となるデータは多くの人々により集められ纏められたものである。特に、ピッツバーグ大学放射線生物学研修プログラムからのCullings博士、放影研の船本女史、Grant氏は放影研の試料と測定データベースの開発に主要な役割を果たした。

参考文献

Bond, V. P. and Thiessen, J. W. (1981). *Reevaluations of Dosimetric Factors: Hiroshima and Nagasaki. Proceedings of a Symposium Held at Germantown, Maryland, September 15-16, 1981, Germantown, Maryland.*

- Egbert, S. D. (1997). SAIC sample and measurement spreadsheet and notes. *Personal Communication*
- Hasai, H., Iwatani, K., et al. (1987). Europium-152 depth profile of a stone bridge pillar exposed to the Hiroshima atomic bomb: ^{152}Eu activities for analysis of the neutron spectrum. *Health Physics* **53**: 227-239.
- Hashizume, T. (1983). Present plans for dose reassessment experiments by the Japanese. *US-Japan Joint Workshop for Reassessment of Atomic Bomb Dosimetry in Hiroshima and Nagasaki*. Radiation Effects Research Foundation. Hiroshima, Radiation Effects Research Foundation. 7-12.
- Hashizume, T., Maruyama, T., et al. (1967). Estimation of the air dose from the atomic bombs in Hiroshima and Nagasaki. *Health Physics* **13**: 149-161.
- Hoshi, M., Kato, K. (1987). Data on neutrons in Hiroshima. *US-Japan joint reassessment of atomic bomb radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki: Final Report (Vol 2)*. W. Roesch. Hiroshima, Radiation Effects Research Foundation. **2**:252-255.
- Kerr, G.D., Dyer, F.F., Pace, J.V. III, Bordzinski R. L., Marcum J. (1990). *Activation of cobalt by neutrons from the Hiroshima bomb*. (ORNL-6590). Oak Ridge, TN, Oak Ridge National Laboratory
- Kimura, T., Takano, N., et al. (1990). Determination of specific activity of cobalt ($^{60}\text{Co}/\text{Co}$) in steel samples exposed to the atomic bomb in Hiroshima. *J. Radiat. Res.* **31**: 207-213.
- Loewe, W., Mendelsohn, E., et al. (1987). Measurements of neutron fluences. *US-Japan joint reassessment of atomic bomb radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki: Final Report (Vol 1)*. W. Roesch. Hiroshima, Radiation Effects Research Foundation. **1**:185-204.
- Maruyama, T., Kawamura S. (1987). Comments on ^{60}Co measurements. *US-Japan joint reassessment of atomic bomb radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki: Final Report (Vol 2)*. W. Roesch. Hiroshima, Radiation Effects Research Foundation. **2**:335-339.
- Nakanishi, T., Imura, T., et al. (1983). ^{152}Eu in samples exposed to the nuclear explosions at Hiroshima and Nagasaki. *Nature* **302**: 132-134.
- Nakanishi, T., Kobayashi, K., et al. (1987). Residual neutron-induced radioactivities in samples exposed in Hiroshima. *US-Japan joint reassessment of atomic bomb radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki: Final Report (Vol 2)*. W. Roesch. Hiroshima, Radiation Effects Research Foundation. **2**:310-319.

Radiation Effects Research Foundation (1983). *US-Japan joint workshop for reassessment of atomic bomb radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki*. Hiroshima, Radiation Effects Research Foundation.

Radiation Effects Research Foundation (1984). *Second US-Japan joint workshop for reassessment of atomic bomb radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki*. Hiroshima, Radiation Effects Research Foundation.

Roesch, W. (1987). *US-Japan joint reassessment of atomic bomb radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki: Final report (Vol. 1)*. Hiroshima, Radiation Effects Research Foundation.

Shizuma, K., Iwatani, K., et al. (1993). Residual ^{152}Eu and ^{60}Co activities induced by neutrons from the Hiroshima atomic bomb. *Health Phys* **65**: 272-282.

Shizuma, K., Iwatani, K., et al. (1998). Residual ^{152}Eu and ^{60}Co activity induced by atomic bomb neutrons in Nagasaki. *draft manuscript*

Shizuma, K., Iwatani, K., et al. (1998). Residual ^{60}Co activity in steel samples exposed to the Hiroshima atomic bomb neutrons. *Health Physics* **75**: 278-284.

Straume, T., Egbert, S., et al. (1992). Neutron discrepancies in the DS86 Hiroshima dosimetry system. *Health Phys* **63**: 421-426.

DS86線量の物理学的小よび社会学的問題に関する文献収集

およびその要約に関する研究

分担研究者 清水由紀子 放射線影響研究所 疫学部 副部長

研究要旨

原爆放射線量の推定方式として、DS86線量体系が1986年に確立されたが、その後、遠距離では、実測値の方が推定値よりも大きいことが判明した。また、原爆放射線による健康障害の起因性を検討するためにDS86線量が参考にされているため、DS86線量の正確性が社会的問題となった。そこで、DS86線量体系確立後に発表された物理的な問題点に関する文献、および社会的な問題点に関する資料を収集し要約した。さらにDS86線量体系が修正された場合の健康影響評価に及ぼす影響についての文献も集めた。

A. 研究目的

原爆放射線の健康影響を調査するためには、被爆者個人個人について、被曝線量をできるだけ正確に推定することが重要である。放射線影響研究所では、これまで使用してきた推定被曝線量（T65線量）に問題があるとして、1986年に新しい線量体系：DS86線量体系を発表した。これが原爆放射線の健康影響調査の基礎となっている。その後、DS86線量体系にも問題があることが指摘され、さらにDS86線量から推定されるリスクを参考に被爆者の保障がなされることからDS86線量の正確性が社会的な問題にもなっている。そこで、DS86線量体系確立後に発表された物理的な問題点に関する資料、および社会的な問題点に関する資料を収集し要約した。さらにDS86線量体系が修正された場合の健康影響

評価に及ぼす影響についての文献も集めた。

B. 研究方法

DS86線量に関する物理学的小問題点およびDS86線量の修正に伴うリスク推定への影響に関する文献に関しては、日米合同原爆放射線量再評価検討委員会報告書、放射線影響研究所のUpdate、原爆放射線の人体影響1992（放射線被曝者医療国際協力推進協議会編）、および“Medline”から検索した。またDS86線量に関する新聞記事（中国新聞、朝日新聞、読売新聞、毎日新聞、西日本新聞、長崎新聞）も収集した。社会的問題については、被団協新聞、被団協ホームページおよび新聞記事（中国新聞、朝日新聞、読売新聞、毎日新聞、西日本新聞、長崎新聞）を検索した。

C. 研究結果

I. 物理学的問題点

日米合同原爆放射線量再評価検討委員会により、DS86線量体系が発表された(I-1, I-2)が、合同委員会の検討作業中にすでに残留放射能のコバルト60で、広島の中性子的実測値と推定値の違いは認識されており(I-1, I-2, I-3)、今後の課題として残されていた。その後、ユーロピウム152の残留放射線の測定の結果、被爆距離が近い場合はDS86線量の方が大きく、被爆距離が遠くなるにつれて逆に実測の方が大きくなるズレがあることがわかった。被爆距離約1.4 kmでは実測値が推定値よりも約5倍高くなっていた(I-4, I-5, I-6, I-7, I-8, I-9)。さらに、広島のガンマ線のデータが1.5 km以遠でDS86推定値よりも大きいことが被爆当時のかわらを探し、これに含まれている石英の粒子に熱を加えて可視光線を調べる熱蛍光法でガンマ線を測定してわかった(I-10, I-11)。現在(1996年から)、日米でDS86線量体系の見直しが行われている。また、爆心から2.25km以遠の遠距離被爆者に脱毛や皮下出血などの急性放射線障害を示すデータがあることから、DS86線量を見直すべきだとの意見も出されたが、このデータの不備な点が指摘され、DS86線量の訂正には役立たないことが示された(I-12)。

II. 社会的問題点

原爆放射線による健康障害の起因性の検討のために、DS86線量が参考にされていることもあり、その正確性が社会的にも取り上げられている。この点に関しては新聞記事を中心に収集した。

III. DS86線量体系の変更(広島中性子線量の遠距離での増加)のリスクへの影響

Straumeら(III-1)は、広島中性子線量が被爆距離1km以遠でDS86推定線量より実測値

の方が大きく、1 kmで2倍、1.5kmで10倍であり、これはリスク推定に大きな影響を及ぼすと報告している。中性子線量の変更によるリスクの推定への影響を1km-1.7kmにおける染色体異常に対する中性子線の寄与割合を実験データをもとに推定し、DS86線量が正しい場合は中性子線の寄与割合は小さいが中性子線を変更した場合は、その割合が大きくなる(1kmでは、中性子線とガンマ線の寄与割合はほぼ同じであるが、1.7kmでは、ほとんどが中性子線の寄与である)ことから、中性子線の変更によるリスク推定への影響が大きいと報告している。

この報告に対しPrestonら(III-2)は、人(原爆被爆者)の染色体異常のデータに実験結果をあてはめるのは適当でないこと、また、低線量で大きなRBEを仮定することは珍しいことではないが、中性子線量に変更されてもガンマ線の5%にすぎないので、放影研のデータのリスク推定値には、中性子の変更は、あまり影響がないことを報告している。実際に、Straumeらの提唱している方法で中性子を変更した場合の固形がんのリスクを計算するとDS86線量の場合よりもわずか3%しか減少しないと報告している。ガンマ線に対する中性子線のRBE= 10, 20の場合は、それぞれ、リスクが13%, 22%減少するが、この程度の違いは様々な不確定要素によっても起こり得るものであると報告している。

Rossiら(III-3)もまた、寿命調査第12報第1部で、DS86線量の変更を行っていないこと、RBEが線量の大きさにより異ならないで一定(RBE=10)であると仮定して、リスク係数を求めているのは間違いであるとコメントした。これに対し、Pierceら(III-4)は、中性子線の変更およびRBEが線量に依存することを仮定した場合の固形がんのリスク係数を算出し、変更前のリスク係数と大きく異なることを報告している。

D. 文献

I.

- I-1 Roesch WC. US-Japan joint reassessment of atomic bomb radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki, final report, Vol. 1. Hiroshima: Radiation Effects Research Foundation; 1987. 邦訳: 田島英三、重松逸造監修、DS86 翻訳事業会監訳、原爆線量再評価、広島および長崎における原子爆弾放射線の日米共同再評価。産興株式会社、1989.
- I-2 Roesch WC. US-Japan joint reassessment of atomic bomb radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki, final report, Vol. 2. Hiroshima: Radiation Effects Research Foundation; 1987.
- I-3 放射線被曝者医療国際協力推進協議会 編、原爆放射線の人体影響1992、20. 被曝線量の推定 1. DS86 pp.332-342, 1992.
- I-4 Hoshi M, Hasai H, Yokoro K. Studies of radioactivity produced by the Hiroshima atomic bomb. 1. Neutron-induced radioactivity measurements for dose evaluation. J. Radiat. Res. 32(Suppl.):20-31, 1991.
- I-5 Nakanishi T, Ohtani H, Mizuochi R, Miyaji K, Yamamoto T, Kobayashi K, Imanaka T. Residual neutron-induced radionuclides in samples exposed to the nuclear explosion over Hiroshima: Comparison of the measured values with the calculated values. J. Radiat. Res. 32 (Suppl.):69-82, 1991.
- I-6 Tatsumi-Miyajima J, Okajima S. Physical dosimetry at Nagasaki europium-152 of stone embankment and electron spin resonance of teeth from atomic bomb survivors. J. Radiat. Res.32 (Suppl.):83-98, 1991.
- I-7 Straume T, Egbert SD, Woolson WA, Finkel RC, Kubik PW, Gove HE, Sharma P, Hoshi M. Neutron discrepancies in the DS86 Hiroshima dosimetry system. Health Physics 63:421-426, 1992.
- I-8 Ellett HW. The neutron activation issue. RERF Update 1 (4) : 5-6, (1989-90) [DS86].
- I-9 Thiessen J W. Neutrons in Hiroshima - the problem that won't go away. RERF Update 4 (4) : 2, 10, (1992-93) [Perspectives].
- I-10 Nagamoto T, Ichikawa Y, Hoshi M. Thermoluminescence dosimetry of gamma rays using ceramic samples from Hiroshima and Nagasaki: A comparison with DS86 estimates. J. Radiat. Res. 32(Suppl.):48-57, 1991.
- I-11 Nagamoto T, Hoshi M, Ichikawa Y. Comparison of the measured gamma ray dose and the DS86 estimate at 2.05 km ground distance in Hiroshima. J. Radiat. Res. 33:211-217, 1992.
- I-12 Preston D. Acute effects and DS86 dose estimates for distal survivors. RERF Update 9 (1) :4-5,

7, (1998) [Issues].

[新聞]

- ・1988 9 29 中国新聞 「広島原爆の中性子、被爆距離遠くなるほど計算値より実測値が大」
- ・1988 10 4 毎日新聞 「広島 遠距離被爆者のガンマ線量、計算値より70%高い」
- ・1988 10 6 読売新聞 「原爆放射線 新計算方式にズレ」
- ・1988 10 6 中国新聞 「原爆の影響 新計算方式で論議」
- ・1988 10 6 赤旗 「広島原爆のガンマ線実測値 推定の74%増」
- ・1988 10 7 中国新聞 「計算方式見直し指摘、影響学会」
- ・1988 10 9 赤旗 「実測値と誤差、広島、学会で“再検討を”の声」
- ・1988 12 30 中国新聞 「実測値とズレ、来春から修正」
- ・1989 1 10 中国新聞 「実測値はほぼ正確 放射線量評価委が初会議」
- ・1989 3 2 中国新聞 「DS86を見直し 8日から日米合同会議」
- ・1989 3 14 中国新聞 「DS86実測値と計算値 不一致原因究明急ぐ 日米が合意」
- ・1989 3 14 毎日新聞 「新線量体系修正へ、日米専門委で一致」
- ・1989 9 6 中国新聞 「新グループ設置しさらにデータ収集、放射線評価で検討委」
- ・1990 11 25 朝日新聞 「広島原爆の中性子量 距離ごとに実測値 推定値と大きな差」
- ・1992 10 26 中国新聞 「広島・長崎の原爆放射線 中性子もっと多かった」
- ・1993 6 12 中国新聞 「年内にも見直し開始 被爆者線量推定システム」
- ・1996 9 6 中国新聞 「原爆放射線量 日米10年ぶり見直し 中性子線量に焦点」
- ・1997 8 5 朝日新聞 「被ばく線量 計算式を検討 日米合同委 原爆症巡り議論も」
- ・1997 11 24 長崎新聞 「原爆の急性放射線障害2.25キロ以遠でも発生DS86とズレ」
- ・1997 11 24 毎日新聞 「2キロ以遠でも放射線被害 政府見解DS86に疑問」
- ・1997 11 25 西日本新聞 「長崎原爆 2キロ以遠でも放射線障害 被ばく量判断影響も」
- ・1998 1 11 長崎新聞 「米軍マ調査団データ 放射線障害論議に一石 DS86見直し放影研が反論」
- ・1998 6 7 朝日新聞 「広島・長崎の被爆 爆心から2,3キロで急性症状 放射線影響研究所 8万6000人を分析」
- ・1998 6 8 西日本新聞 「爆心地から2キロでも急性症状 放影研が発表」
- ・1998 6 8 長崎新聞 「爆心地から2キロ以遠で被爆 放射線影響を示唆」
- ・1998 6 9 毎日新聞 「爆心から5キロでも脱毛DS86見直しデータに」
- ・1998 10 23 朝日新聞 「被ばく線量評価法日米が見直し検討」

II.

- II-1 澤田昭二、広島・長崎原爆の放射線とDS86 —長崎原爆松谷訴訟にかかわって 月刊保団連 No.591, pp.14-17, 1998.

[被団協新聞]

- ・1997 7月号 松谷訴訟、福岡高裁控訴審が結審
- ・1997 12月号 松谷訴訟、福岡高裁で全面勝利の判決；福岡高等裁判所の判決（抜すい）；松谷訴訟判決の意義；DS86でふるい分け、中央行動で追求
- ・1998 2月号 松谷訴訟で厚生省が上告理由書
- ・1998 3月号 原爆症認定基準明るみに；京都でも認定裁判；原爆松谷裁判 国の上告理由をきる
- ・1998 8月号 原爆松谷裁判 最高裁でのたたかいについて
- ・1991 1月号 京都原爆訴訟も勝利

[被団協ホームページ]

長崎原爆松谷訴訟

- ・判決の骨子は次のとおりです。
- ・日本被団協は判決を受けて、次のような声明を発表しました。
- ・長崎被災協と「支援する会」の厚生大臣宛の要請書は以下のとおりです。
- ・厚生省は11月20日長崎原爆松谷訴訟の福岡高裁判決を不服として福岡高裁に上告の手続きをしました。
- ・厚生省が11月20日、長崎原爆松谷訴訟について上告訴したことについて、日本被団協は21日、声明を発表し、小泉純一郎厚生大臣に送りました。
- ・松谷訴訟判決の意義 - 池田眞規弁護士が講演
- ・日本被団協が全国代表者会議・中央行動 - DS86でふるい分け - 中央行動で追求 -
- ・「原爆症」認定基準明るみに
- ・京都でも認定裁判 - 1.9キロ被爆者が独力で提訴
- ・松谷訴訟 - 国の上告理由をきる

[新聞]

- ・1993 5 21, 22, 23, 24, 25朝日新聞 長崎版 「見えない閃光 原爆訴訟の判決を前に」
- ・1993 5 20, 21, 22, 23, 24西日本新聞 長崎版 「壁に向かって 判決待つ長崎原爆松谷訴訟」
- ・1993 5 22, 23, 24長崎新聞 「戦後は終わらない 長崎松谷訴訟」
- ・1993 5 23, 24毎日新聞 「認定は今 長崎原爆松谷訴訟判決を前に」
- ・1993 5 27 中国新聞 「長崎原爆松谷訴訟 国の却下処分取り消す」
- ・1993 5 27 中国新聞 「2キロ以遠救済に道 長崎原爆訴訟判決」
- ・1993 5 27 中国新聞 「社説 被爆者行政を問い直す判決」
- ・1993 5 27 朝日新聞 「原爆症認定却下は違法」
- ・1993 5 27 朝日新聞 「認定方法の限界指摘」
- ・1993 5 27 読売新聞 「2キロ以遠の被爆 原爆症認める」
- ・1993 5 27 毎日新聞 「原爆症 立証責任を軽減」
- ・1993 5 27 朝日新聞 長崎版 「被爆の松谷さん勝訴 放射線起因の可能性」
- ・1993 5 27 長崎新聞 「長崎原爆 松谷訴訟 2キロの壁破れた」
- ・1993 5 27 長崎新聞 「松谷さん全面勝訴 障害は放射線に起因」
- ・1993 5 27 長崎新聞 「苦しんだ47年余... 松谷英子さん」
- ・1993 5 28, 29長崎新聞 「開かれた道 長崎原爆症認定訴訟」
- ・1993 6 8 中国新聞 「松谷訴訟、国が控訴 障害被曝の影響ない」
- ・1993 6 8 朝日新聞 「長崎原爆 松谷訴訟 厚生省が控訴」
- ・1993 6 8 毎日新聞 「長崎原爆 松谷訴訟 判決に不服、厚生省控訴」

- ・1993 6 19,20西日本新聞 長崎版 「壁が揺らいだ 松谷訴訟控訴審へ」
- ・1997 2 15 西日本新聞 「松谷訴訟の結審を延期 被ばく線量見直し」
- ・1997 2 16 長崎新聞 「長崎松谷訴訟 控訴審の結審延期－被ばく線量国の計算式に疑問点」
- ・1997 3 19 長崎新聞 「「松谷訴訟」の控訴審6月27日に結審」
- ・1997 6 8 朝日新聞 「原爆放射線量推定「国方式に不確実性」長崎平和研公開シンポ学者が「誤差」指摘」
- ・1997 8 5 朝日新聞 「忘れられた被爆者52年のひずみ(中)DS86放射線の影響 証明求めて」
- ・1997 10 2 長崎新聞 「松谷訴訟 来月7日に高裁判決「原爆起因性」どう判断」
- ・1997 11 4,5,6読売新聞 「松谷訴訟控訴審判決を前に 願いは届くか」
- ・1997 11 4,5,6長崎新聞 「松谷訴訟控訴審判決 原爆症認定を問う」
- ・1997 11 5 中国新聞 「放射線影響どう判断」
- ・1997 11 7 中国新聞 「長崎原爆松谷訴訟 放射線影響で後遺症 福岡高裁国の控訴棄却 認定行政を批判」「判決理由骨子」 「原爆症認定転換迫る 長崎松谷訴訟 国の控訴棄却 原告側の立証責任を緩和」
- ・1997 11 7 読売新聞 「原爆症二審も認める 長崎・松谷訴訟福岡高裁判決 国側の控訴棄却」
- ・1997 11 7 朝日新聞 「長崎原爆松谷訴訟 国側の控訴棄却」
- ・1997 11 7 毎日新聞 「原爆症認定 遠距離被爆者にも」
- ・1997 11 21 長崎新聞 「松谷訴訟で厚生省上告」
- ・1997 11 22 中国新聞 「長崎原爆訴訟 国が上告」
- ・1997 11 25 中国新聞 「2キロ以遠でも放射線障害」
- ・1998 1 31 読売新聞 「原爆症認定基準 厚生省枠づけに疑問の声 被爆状況みな違う」
- ・1998 1 31 朝日新聞 「原爆症の認定基準判明」
- ・1998 1 31 西日本新聞 「国の原爆症認定基準が判明 京都訴訟」
- ・1998 1 31 長崎新聞 「国に原爆症認定基準 初めて明らかに 京都地裁」
- ・1998 6 13 読売新聞 「原爆被害者の認定問題考える 20日、広島で講演会」
- ・1998 6 21 朝日新聞 「原爆放射線量と認定問題で沢田・名大名誉教授が講演」
- ・1998 9 26 中国新聞 「長崎の松谷訴訟 最高裁に上告棄却要請」
- ・1998 12 10 毎日新聞 「被爆と疾病、どう判断 京都地裁」
- ・1998 12 12 朝日新聞 「原爆症認定却下は違法 京都地裁判決」
- ・1998 12 12 朝日新聞 「国に制度の再考求める」
- ・1998 12 12 朝日新聞 「原爆症訴訟 機械的認定に見直し迫る」
- ・1998 12 12 朝日新聞 「原爆症認定訴訟の判決要旨」
- ・1998 12 12 毎日新聞 「被爆による発症認定 京都地裁判決」
- ・1998 12 12 毎日新聞 「京都原爆症訴訟 立証責任 緩やかに」
- ・1998 12 12 毎日新聞 「京都原爆症訴訟 判決要旨」
- ・1998 12 12 毎日新聞 「京都原爆症訴訟 被爆から53年 やっと青空」
- ・1998 12 12 読売新聞 「原爆症申請却下 別原因の証明必要 京都地裁判決」
- ・1998 12 12 中国新聞 「京都被爆者訴訟 被爆起因高ければ原爆症認定すべき」
- ・1998 12 12 中国新聞 「京都被爆者訴訟 救済へ画期的判決」

- ・1998 12 12 中国新聞 「国 敗訴は予想外」
- ・1998 12 12 長崎新聞 「原爆症認定請求認める 京都地裁判決」

III.

- III-1 Straume T. Neutron discrepancies in the dosimetry system 1986 have implications for radiation risk estimates. RERF Update 4 (4) : 3-4, (1992-93) [Issues].
- III-2 Preston DL, Pierce D, Vaeth M. Neutrons and radiation risk: a commentary. RERF Update 4 (3) :

5, (1992-93) [Issues].

- III-3 Rossi HH, Zaider M. Comment on the contribution of neutrons to the biological effect at Hiroshima. Radiat. Res. 146:590-591, 1996 [Letters to the editor].
- III-4 Pierce DA, Shimizu Y, Preston DL, Vaeth M, Mabuchi K, Response to the letter of Drs. Rossi and Zaider. Radiat. Res. 146:591-593, 1996 [Letters to the editor].

被爆者2世健康診断受診結果の解析

分担研究者 早川式彦 広島大学原爆放射能医学研究所 教授
協力研究者 伊藤千賀子 広島原爆障害対策協議会健康管理・増進センター 所長
朝長万左男 長崎大学原爆後障害研究施設 教授

はじめに)

原爆被爆者二世の中には、健康面での不安を訴え、健康診断を希望するものが多いことにより、昭和54(1976)年から財団法人日本公衆衛生協会が国の委託を受けて、被爆者二世の健康実態を把握するとともに健康管理に資するため、被爆者二世の健康に関する研究の一環としておこなわれてきたが、その検診結果の解析結果が未だ不十分との世論があり、今年度平成元(1988)年から平成10(1998)年の10年間の検診結果を解析したので報告する。

対象及び解析方法)

広島原爆障害対策協議会健康管理・増進センター(以下原対協と略す)では、広島県の委託を受け、広島市に在住の被爆者二世に対する、いわゆる被爆者二世健康診断を行ってきている。原対協においては被爆者二世検診の受診記録を保存しており、この度は平成元(1988)年から平成10(1998)年の10年間の検診結果を解析の対象とした。

解析方法は、被爆者二世検診が希望者のみであるため被爆者二世の全体を代表している資料でないことを考慮して分割表を用いた解析とした。

結果及び考察)

表1は、年次別性別に見た、二世検診受診者数と新規に受診行動を起こした、被爆者二世の人数を示したものである。平成元年は、原対協の建物が移転したため、9月よりの資料に基づいたものであるため、他の年次と違い極端に受診者数が少ないが、それ以降は、毎年、大体2,000~2,500人の受診者である。新規に受診をした被爆者二世は、平成2年は別として、700~800人であった。この10年間の実二世被爆者受診者は、9,315人(男3,398人、女5,917人)であった。