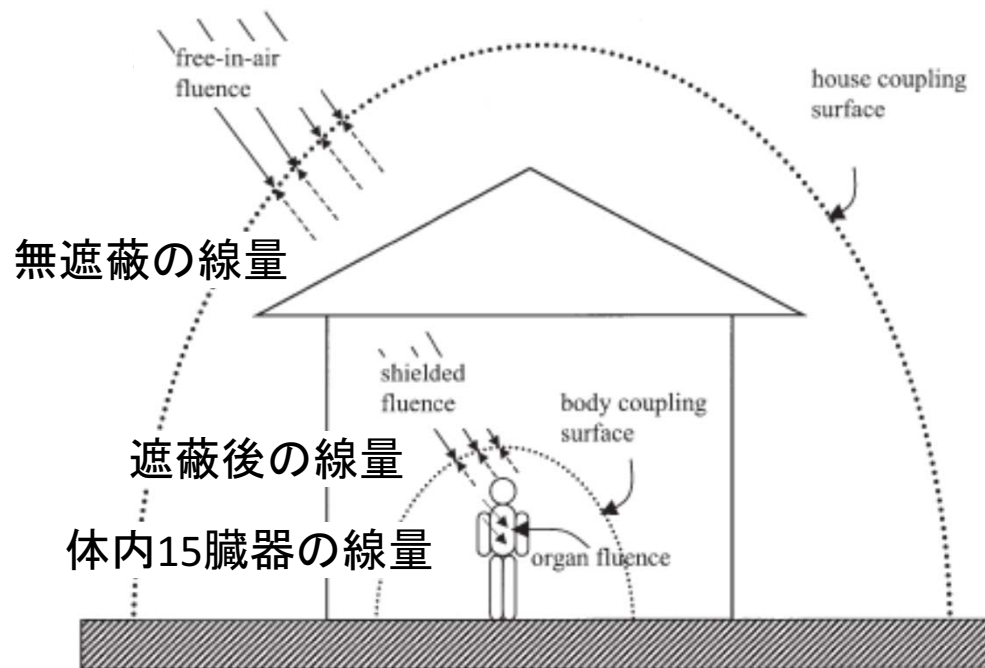
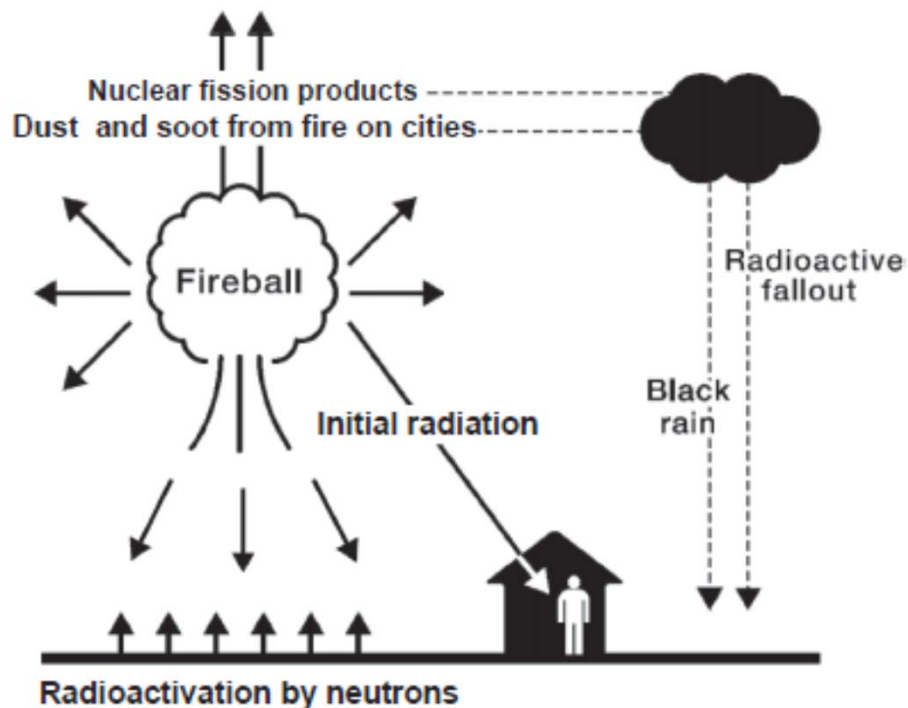


放射線の健康影響について

被ばく放射線量の推定

個人が被ばくした線量の推定方法



原爆からの放射線は初期放射線と残留放射線で構成される。初期放射線は火球から直接に放出され、ガンマ線と中性子線が地上の人々に到達した。残留放射線は中性子により放射化された物質および核分裂生成物から放出された。核分裂生成物は火球とともに上昇して上空で冷却され凝縮された。一部の放射性降下物は、原爆直後の雨とともに降下した。雨はしばしば火災のほこりやすすを含んでいたため「黒い雨」と呼ばれた。

- 個人の初期放射線 (initial radiation) 被ばく線量に影響する因子
 - 爆発中心点からの距離
 - 遮蔽状況 (建物など)
 - 個人の状況 (体格、体位、方向)
 - 体内15臓器について個人線量を推定
 - 重み付け吸収線量 (中性子線量 × 10 + ガンマ線量)

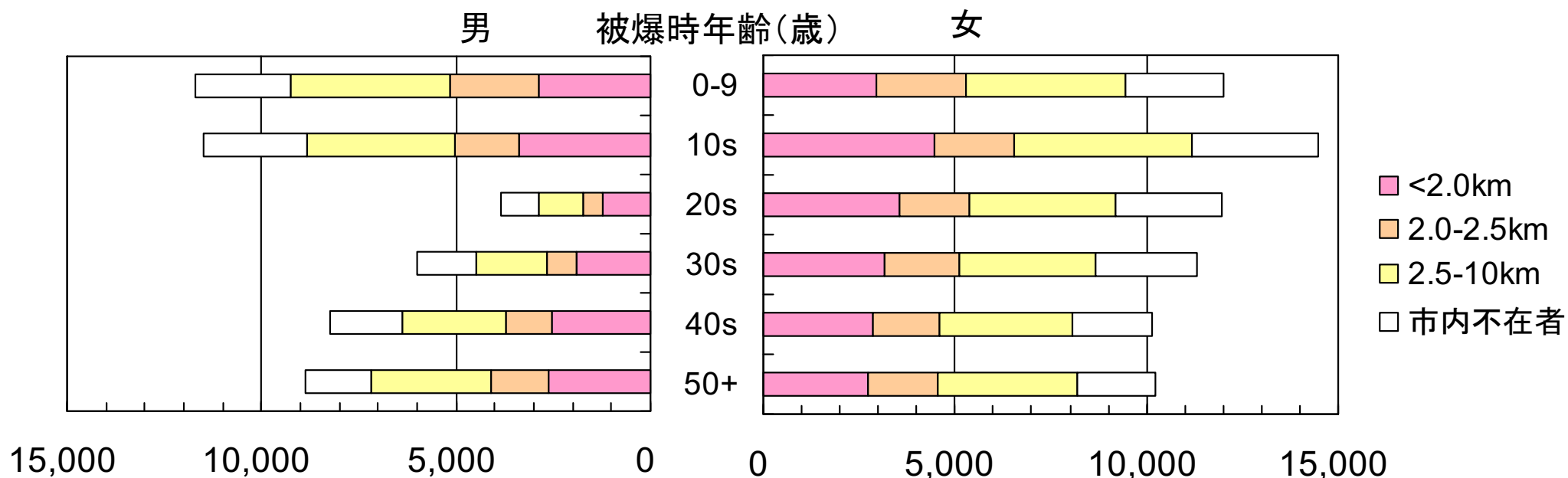
爆心からの距離別の無遮蔽でのDS02空中線量

爆心からの 距離(m)	広島		長崎	
	中性子線 (mGy)	ガンマ線 (mGy)	中性子線 (mGy)	ガンマ線 (mGy)
1000	260	4,220	125	8,620
1500	9	527	5	983
2000	0.4	76	0.2	138
2500	<0.1	13	<0.1	23

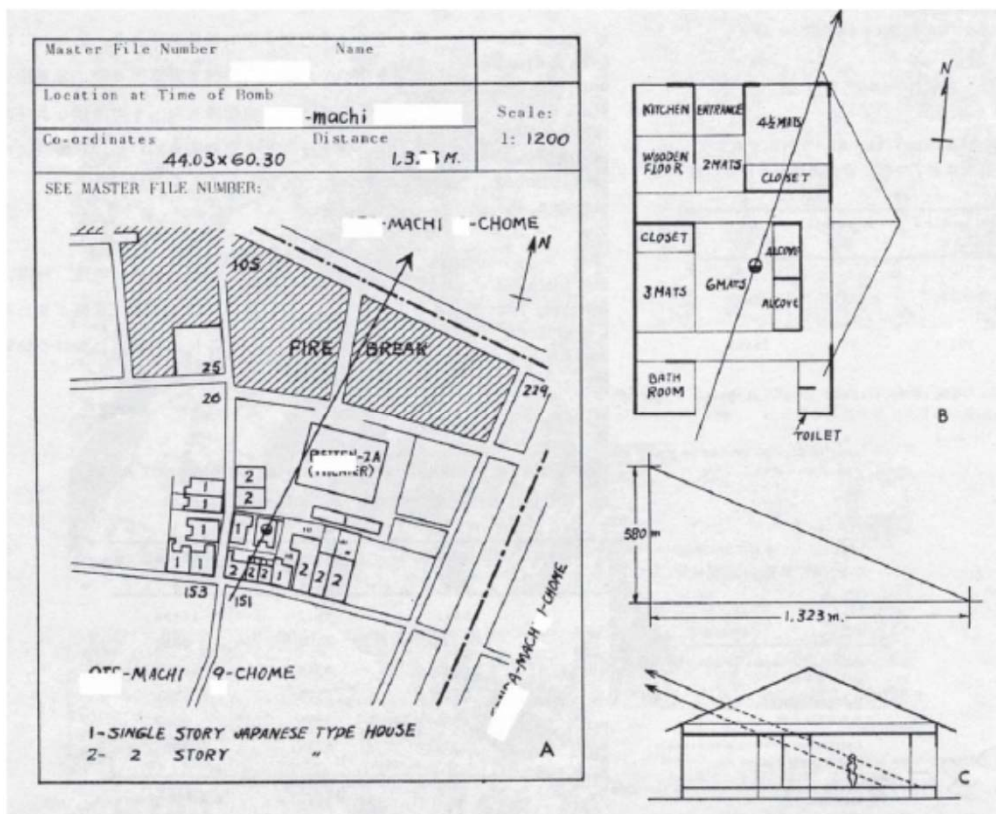
Young WY, Kerr GD. Reassessment of the Atomic Bomb Radiation Dosimetry for Hiroshima and Nagasaki-Dosimetry System 2002 (DS02). Hiroshima, Japan: RERF; 2005.

被爆者追跡調査(寿命調査 Life Span Study: LSS)対象者

- 1950年国勢調査付帯調査
 - 原爆時に広島市内・長崎市内にいた人(全国で約28万4千人)
 - 1950年に広島市または長崎市に居住していた人(約19万5千人)
 - ✓ 爆心地 から2.5 km以内: 約5万4千人
 - ✓ 2.5 km~10 km以内: 約4万人
- 原爆時には市内にいなかった人(爆心地より10km以遠): 約2万7千人
- 合計約12万人

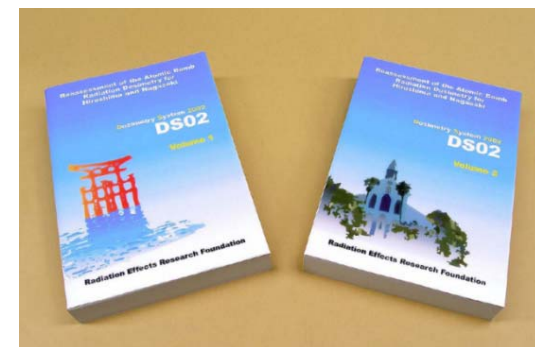


遮蔽調査



- 近距離被爆者(概ね<2km)約2万人に調査実施
 - 面接により地図上で被爆時点の位置を同定する
 - 建物の場合、見取り図を作成する
 - 屋内での位置を同定する
 - 遮蔽状況を評価する
 - 個人被曝線量を推定する
- 遠距離被爆者では、日本家屋での平均透過率等を適用して推定

- T57D 暫定的な線量体系
- T65D(R) 暫定的な線量体系
- DS86 総合的な線量体系
- DS02 総合的な線量体系、DS86の改訂
 - DS02R1 個人の遮蔽状況の精細評価による個人線量の改訂

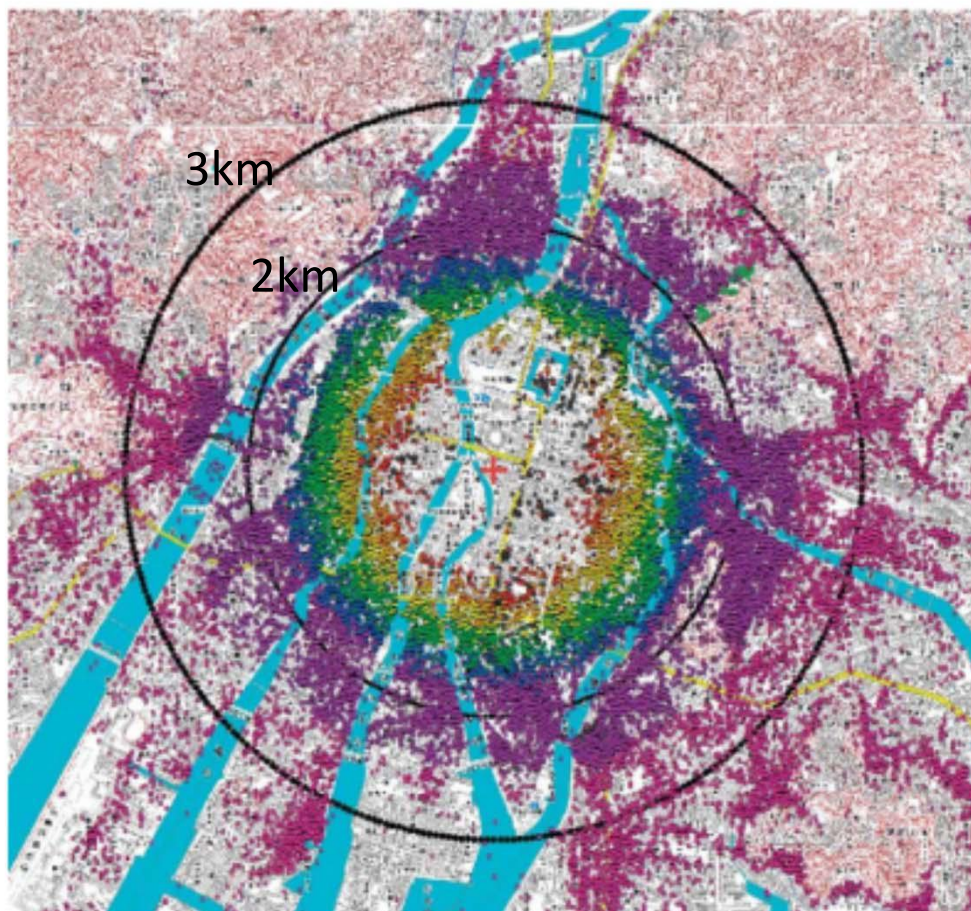


LSS対象者における個人被ばく線量(重み付け結腸線量)の分布

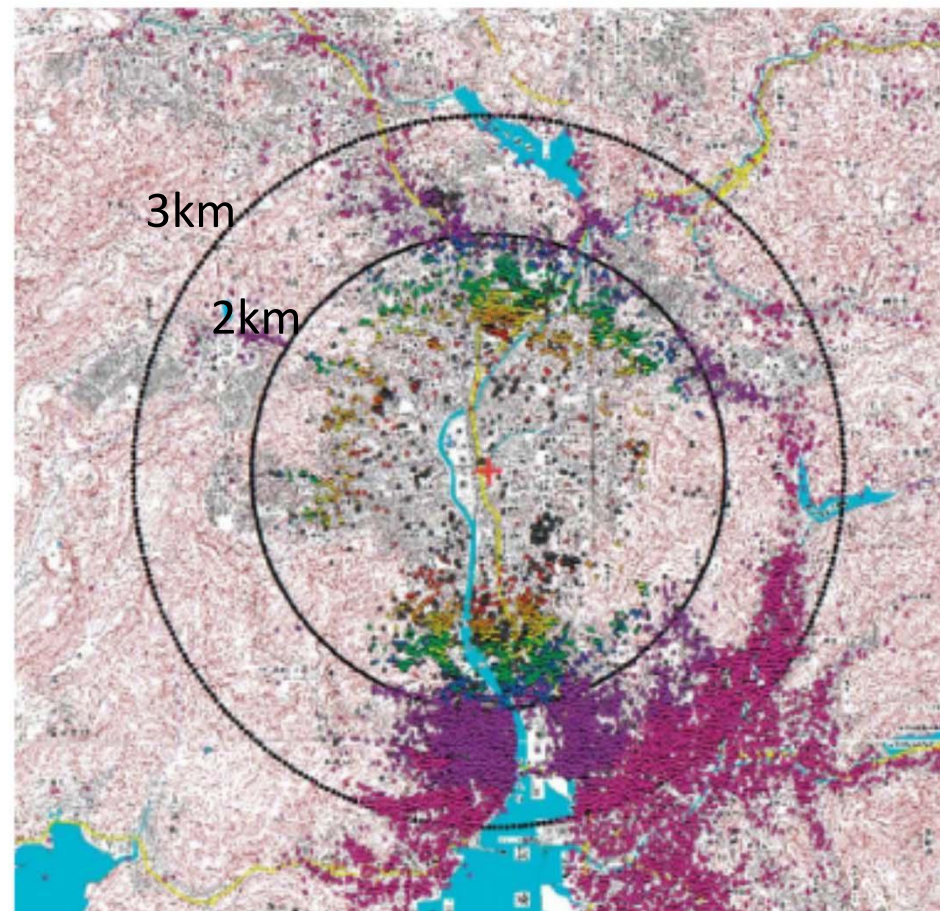
	DS02				DS02R1		
	広島	長崎	合計		広島	長崎	合計
市内不在者	20,230	6,350	26,580		20,227	6,353	26,580
<5 mGy	21,714	16,824	38,538		21,790	17,234	39,024
5-49 mGy	17,210	6,228	23,438		17,105	5,902	23,007
50-99 mGy	5,536	1,003	6,539		5,644	1,025	6,669
100-499 mGy	10,115	2,227	12,342		10,181	2,222	12,403
500-999 mGy	2,373	1,053	3,426		2,295	1,091	3,386
1Gy-2Gy未満	1,152	612	1,764		1,132	551	1,683
2Gy以上	435	189	624		386	162	548
線量不明	3,449	3,621	7,070		3,454	3,567	7,021
合計	82,214	38,107	120,321		82,214	38,107	120,321

被曝線量別のLSS対象者の地理的分布(DS02R1)

Hiroshima



Nagasaki



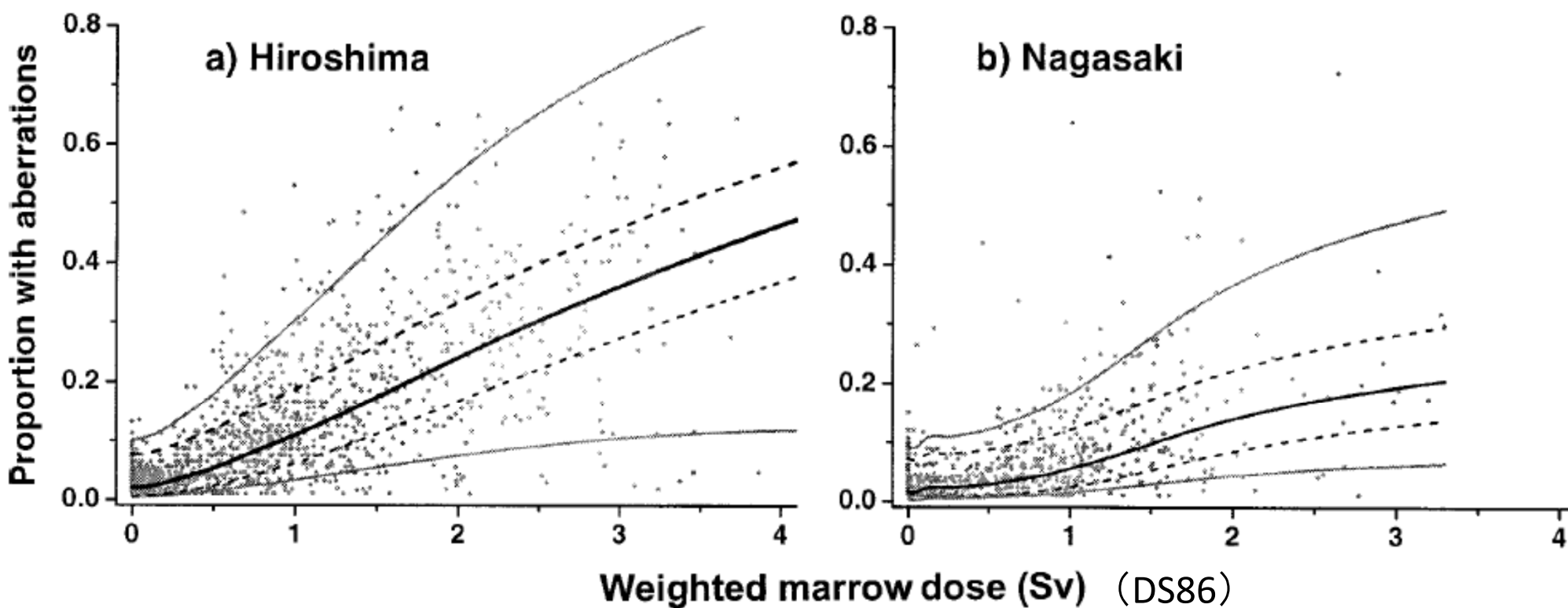
地図上の点は、LSS対象者の被曝地点を示す。重み付け結腸線量のカテゴリー、ピンク:5 mGy未満, 紫:5~100 mGy, 青:100~200 mGy, 緑:200~500 mGy, 黄色:500~1,000 mGy, オレンジ:1,000~2,000 mGy, 赤:2,000 mGy以上, 灰色:線量不明

被ばく放射線量推定値は「正しい」のか？

- 初期放射線量推定値と、他の方法(生物学的線量推定法)による推定値を比較する
 - ✓ 一致性をみる
 - ✓ 初期放射線以外の付加的な放射線被ばくの所見がみられるかを検証する

染色体異常頻度との比較

- 3,000人以上の原爆被爆者に関して得られた安定型染色体異常頻度を用いて線量効果関係の特性について解析を行った。
- 用いた指標は、各人について約100個の培養リンパ球に検出されたギムザ染色による転座や逆位を1個以上持つ細胞の割合である。
- 有意な非線形の線量効果関係が観察された。線量効果関係の形状は、1.5 Sv以下では凹状であったが、高線量では飽和する傾向が見られた。
- 個人のばらつきは大きいですが、初期放射線被ばく推定線量の低い人で染色体異常の割合の異常に高い人はほぼいない。
(広島と長崎の差は観察者の差によることがわかっている)



ESRによる歯のエナメル質被ばく線量推定値との比較

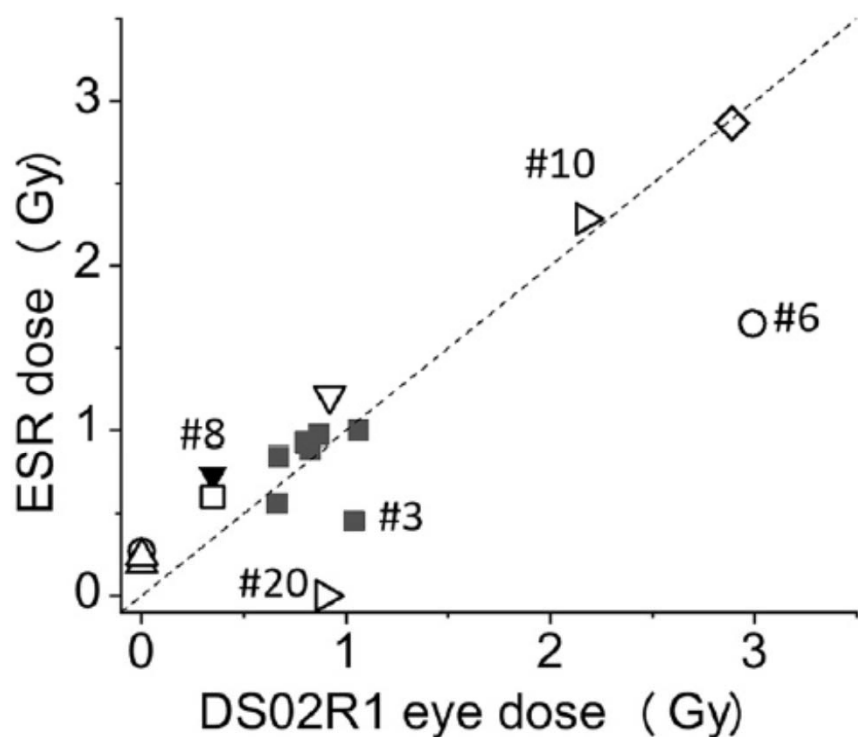


Figure 2. ESR-estimated doses plotted against DS02R1 eye doses. Different symbols indicate different shielding conditions and calculation methods (see Table 1). ■ factory, ○ other house, △ other outside, ▼ in open, ◆ globe, ▷ Japanese house, ▽ other house and, □ premolar of donor 8. The broken line represents $y = x$.

➤ 長崎の被爆者24人について、歯のエナメル質の被ばく線量を電子スピン共鳴法(ESR)で推定し、DS02R1推定値と比較した

➤ 両者はよく相関している

両者が合わない人

→ ESR線量がDS02R1線量より少ない人

#3: 工場で被爆した人であり、ESR線量はDS02R1推定線量の約1/2であった。工場内の重機によって部分的に遮蔽されていたと考えられるが、染色体異常頻度の検査が行えなかったため、部分遮蔽によるものかは不明である。

#6: 木造家屋内で被爆した人であり、詳細な遮蔽情報が不明であった。生物学的線量はESRで1.6 Gy、染色体異常で2.0 Gyと推定され、比較的良好一致したが、DS02R1推定線量(眼の水晶体で3.0 Gy、骨髄で2.8 Gy)よりも大幅に少なかった。爆心地から940 mで被爆したため、無遮蔽線量推定値は12.5 Gyであった。被爆位置や遮蔽状況の推定に何らかの誤差があった可能性がある。

#20: 「親知らず」を測定したが、被爆時(11歳)にはまだ生えていなかった。

残留放射線の影響

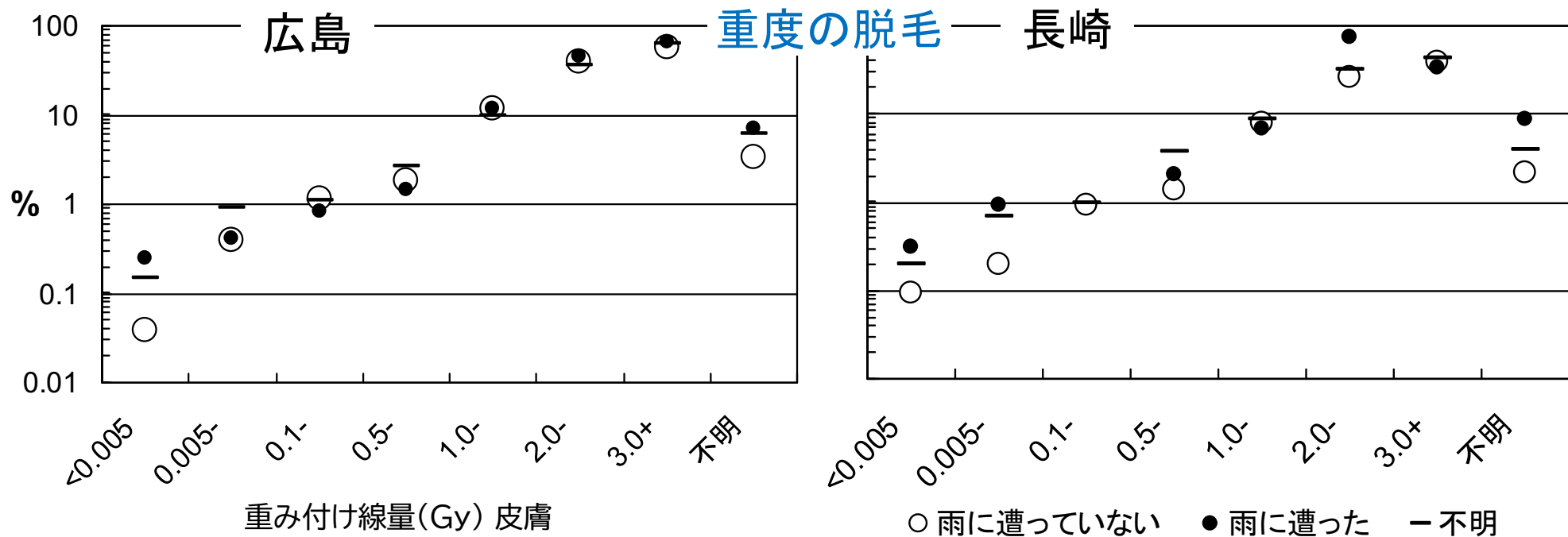
- 被爆時状況の調査(1949年～1961年)の中には、原爆直後の降雨に遭ったか否かの質問を含むものがある。
- これらの回答(雨に遭ったか否か)と、
 - 1) 急性症状の発症との関連、
 - 2) 追跡調査における死亡リスクとの関連、を検討する。

被爆者追跡調査(寿命調査: LSS)対象者における「雨」に関する回答の分布

「雨」に遭ったか	広島	長崎
はい	12,250	853
いいえ	30,569	26,285
不明(情報なしを含む)	19,165	4,619
合計	61,984	31,757

急性症状の発現頻度、LSS

(初期放射線量および「雨」に遭ったかとの関連)



- 急性症状の発症頻度は原爆からの初期放射線量の水準によって大きく異なる。
- 初期放射線量が同じ水準の場合には、雨に遭わなかったと回答した人よりも、雨に遭ったと回答した人で、急性症状を発症したと回答した人の割合が若干多い傾向がみられた。
- しかし、初期放射線量が5 mGy未満で雨に遭ったと回答した場合に急性症状の発症を回答した頻度は、初期放射線量が100~500 mGyで雨に遭わなかったと回答した場合に発症を回答した頻度より有意に低かった。
- このことは、雨が数百mGy水準の放射線被ばくを与えるほどの放射性物質を含んでいたとは考えにくいことを示す。
- また、放射線特異性の弱い症状(軽度を含む脱毛、出血等)でも、雨に遭ったこととの関連が同等または強くみられた。
- 被爆後時間が経過してから、同時期に聴取しているので、思い出しによる偏り(recall bias)の可能性は残る。
- 個別に高残留放射線被曝を受けた人のいる可能性は残る。

「雨に遭った」ことの追跡調査、死亡リスク、LSS、1962-2005

死因	「雨」に 遭ったか	広島			長崎		
		対象者	死亡数	ERR 0 0.2	対象者	死亡数	ERR 0 0.4
全死因	遭わない	29,254	15,997	0	23,664	10,865	0
	遭った	11,661	6,381	0.1	733	349	0.1
	不明	17,577	7,941	0.1	3,720	1,348	0.1
固形がん	遭わない	29,254	3,573	0	23,664	2,654	0
	遭った	11,661	1,483	0.1	733	106	0.1
	不明	17,577	1,892	0.1	3,720	353	0.1
白血病	遭わない	29,254	89	0	23,664	65	0
	遭った	11,661	49	0.1	733	2	0.1
	不明	17,577	47	0.1	3,720	13	0.1

雨に遭ったと回答した人での死亡リスクの明らかな増加は示されなかった。

ありがとうございました