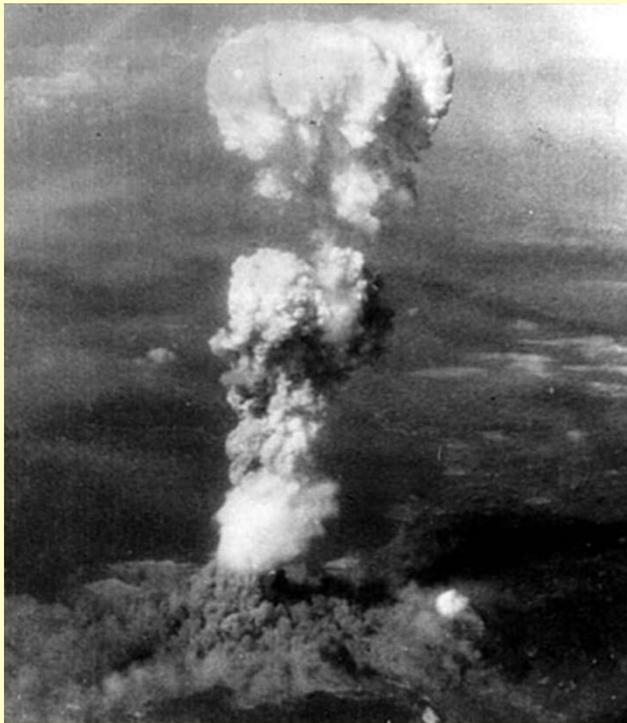


広島平和記念資料館資料調査研究会  
研究発表会

# 日米の科学者によって原爆直後に 実施された広島・長崎の残留放射 能測定に関する文献調査報告

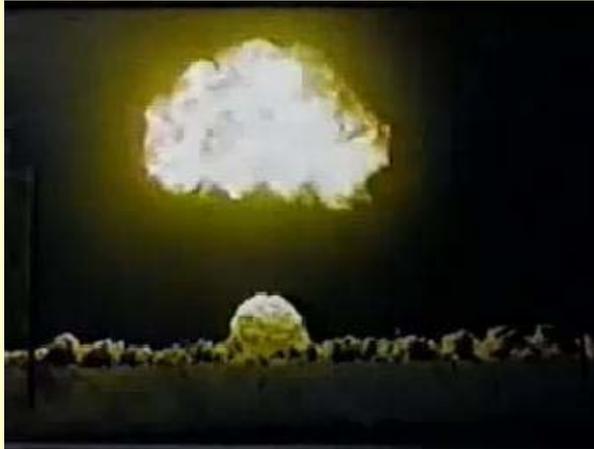


エノラゲイの後部銃座より

今中哲二  
京都大学原子炉実験所

2013年12月8日 平和記念資料館

# 広島原爆に似た規模のネバダ核実験



**Buster-Jangle Charlie: 1951.10.30**

**Airdrop 14kt、HOB:345m**



# 爆発プロセスのシミュレーション計算(DS86)

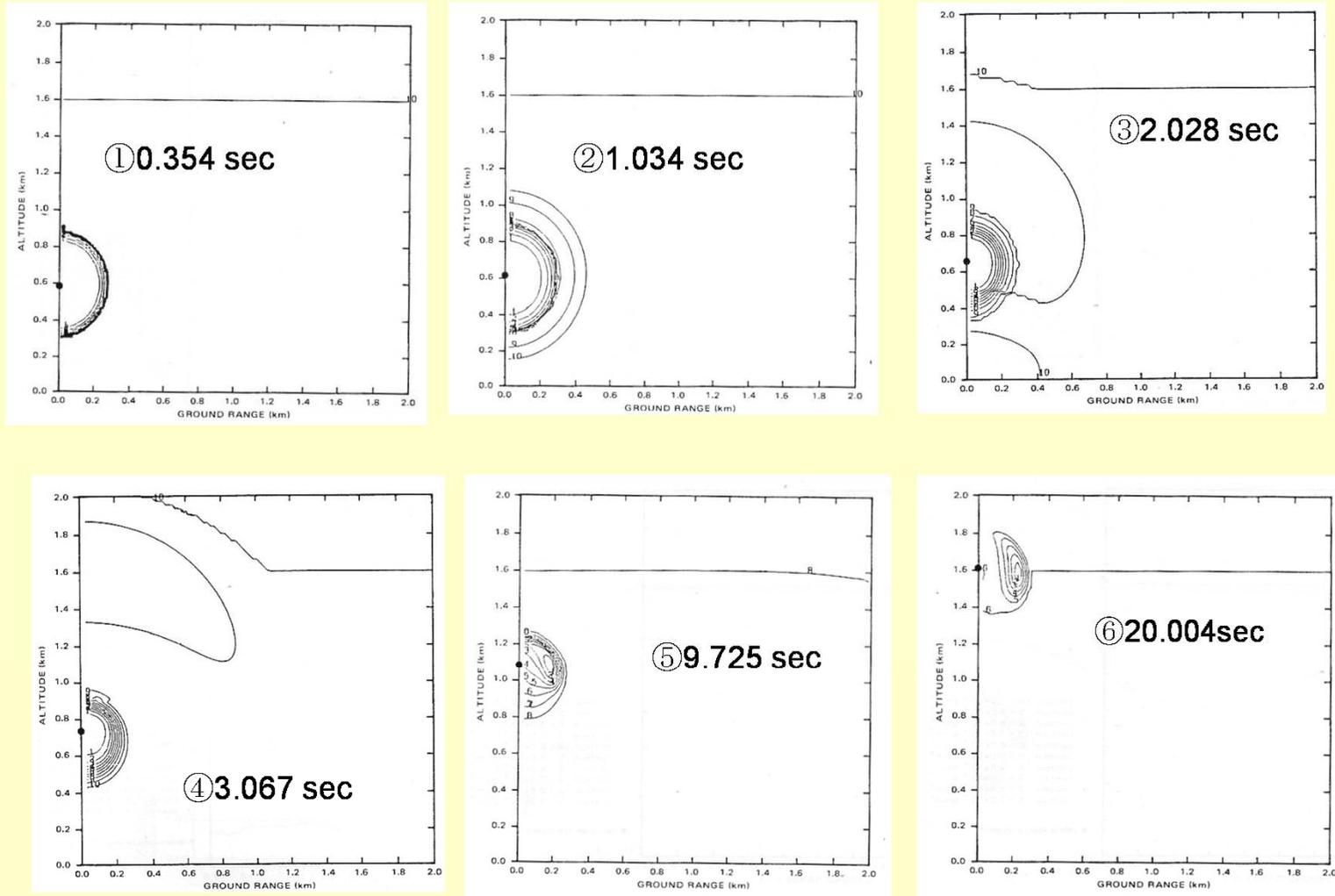
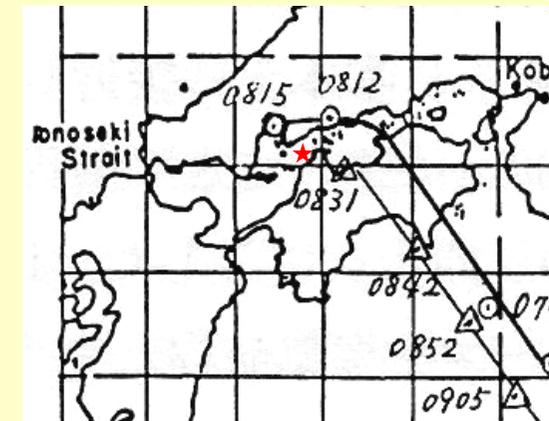


Fig. 1 DS86 での Little Boy STLAMB 計算結果. Air density contour.

DS86報告書より

# この写真は1～2時間後と思われるが、撮影者と撮影時刻が不明



**エ/ラゲイの飛行経路**

# そして、黒い雨が降った

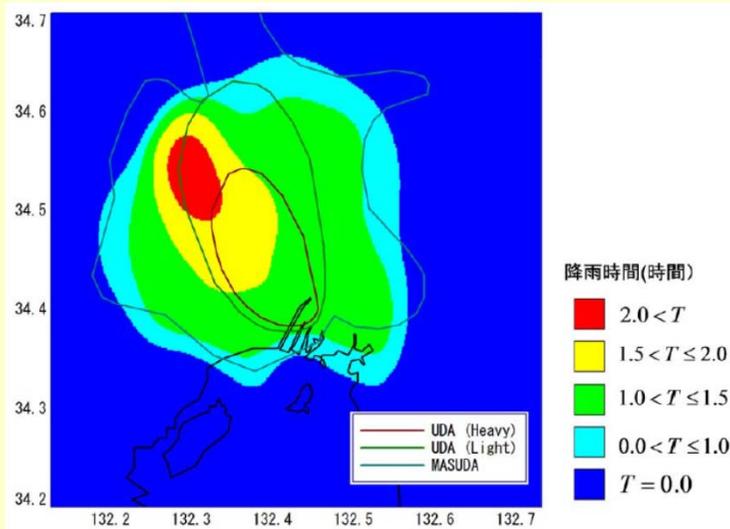


図5. 推定された広島黒い雨の降雨時間の地理分布

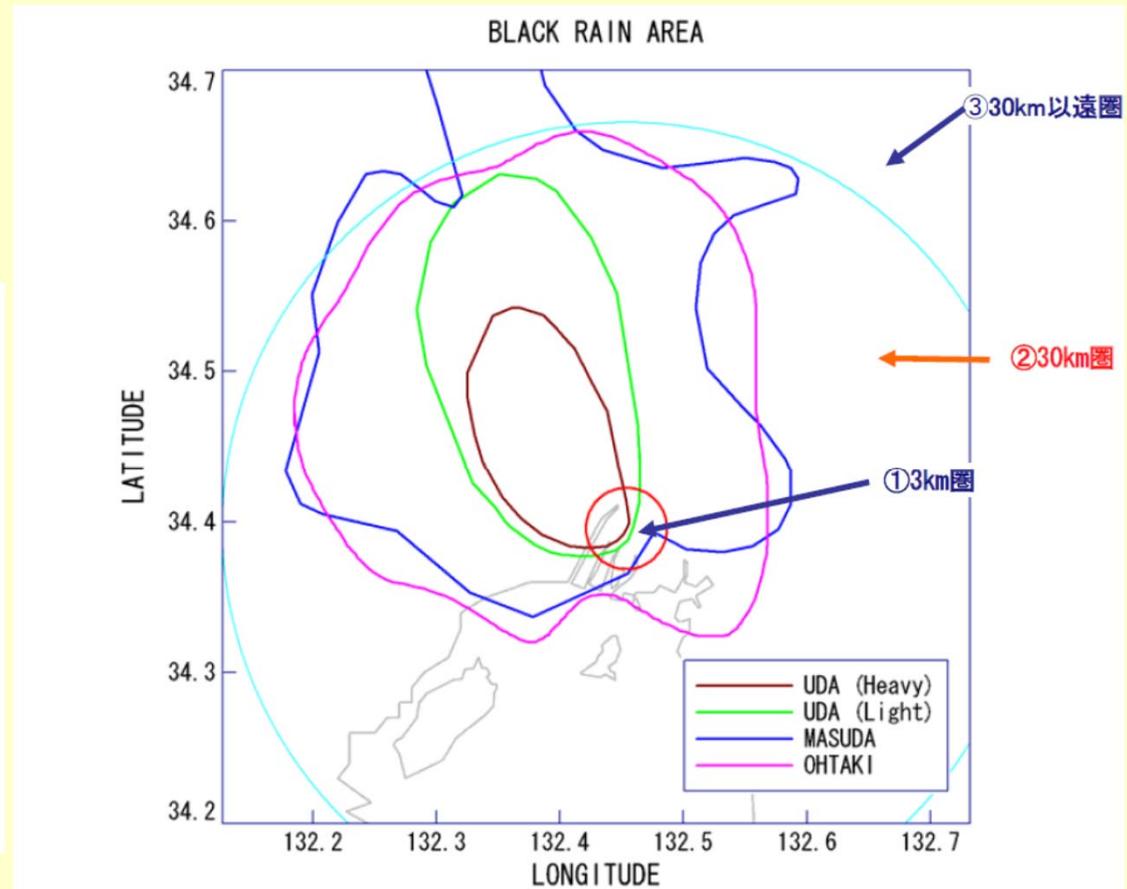


図1. 黒い雨の雨域(宇田雨域、増田雨域、大瀧雨域)と研究対象地域(30km圏).

## 3つの推定雨域の比較

# 原爆による放射線被曝の分類

- **初期放射線：炸裂30秒以内**
  - － 原爆が炸裂したとき、核分裂反応と同時に出るガンマ線と中性子線
  - － 上昇する“火球”の中の“死の灰”から出るガンマ線
- **残留放射線：段々弱くなりながら数カ月継続**
  - － 中性子誘導放射能（早期入市者の被曝）
  - － 黒い雨にともなう放射性降下物
    - ・ 死の灰を含む黒い雨
    - ・ 誘導放射能を含む黒い雨

## 文献調査のきっかけ

- (DSQ2の仕事が終わったあと) 原爆残留放射能による被曝量の計算に取り組むにあたって、まず原爆直後に行われた放射線調査活動の詳細を承知しておく必要があった。



# 広島原爆直後の残留放射能調査

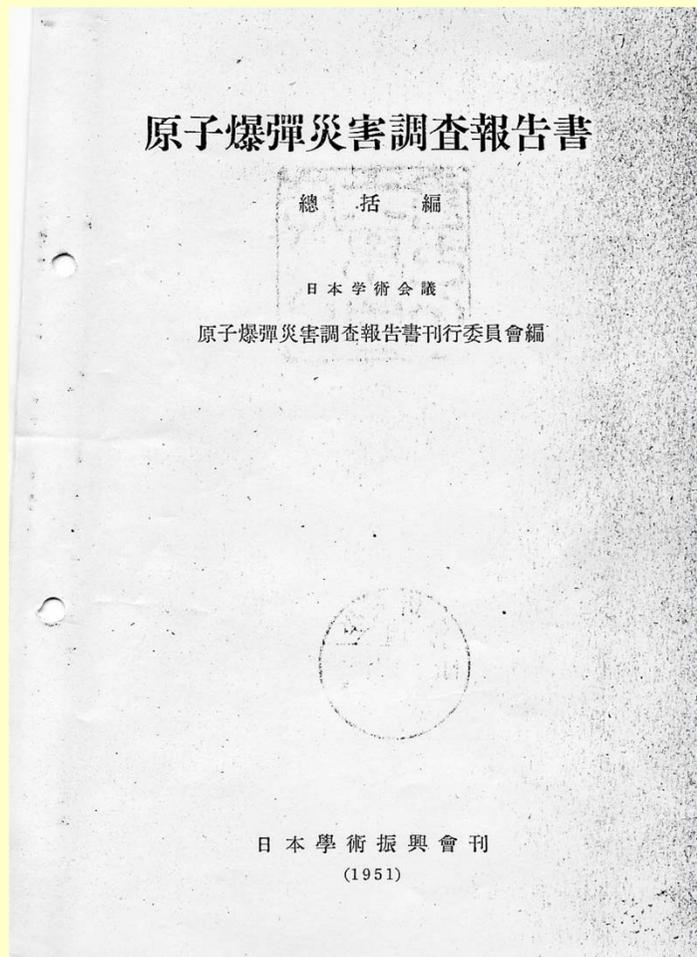
## ＜日本側科学者グループ＞

- 理化学研究所 仁科芳雄グループ
- 京都帝国大学理学部 荒勝文策研究室
- 大阪帝国大学理学部 浅田常三郎研究室
- 広島文理大・広島工専 物理学教室

## ＜米国側科学者グループ＞

- マンハッタン計画 (MED) 調査調査団 Tyboutら
- 米海軍医学研究所調査団 PaceとSmith

# 「原子爆弾災害調査報告書」



● 総括編  
(127ページ、1951)

● 本報告  
(2分冊、約1600ページ、  
1953)

- 理工学編 38報
- 生物学編 6報
- 医学編 130報

# 阪大グループ

- 浅田教授らは、海軍の要請を受け、箔検電器とガイガーカウンターをもって8月10日朝に呉に到着。11日に広島市内各所で砂を採取し、呉で測定した。護国神社、西練兵場入口、己斐駅近くの橋あたりで、有意な放射能を検出した。

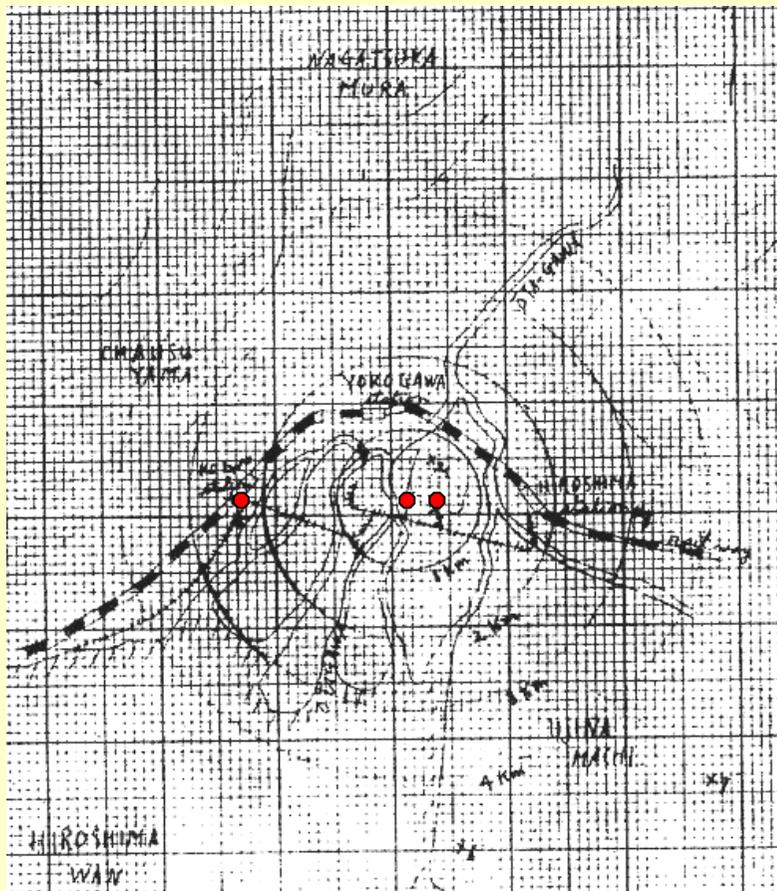


Table 1. Radioactivity measurement in Hiroshima by Osaka University group

(Sampling and measurement on Aug 11. Natural BG: 27 cpm)

No.	Location	Counts/min
1	Gokoku shrine	120
2	Chugoku army headquarters	40
3	Entrance of the west parade ground	90
4	Hatchbori	37
5	Near Koi-station (bridge)	90
6	Ujina	37
7	Mukainada station	Slightly less than natural
8	East parade ground	//
9	Yokogawa bridge	//
10	Near Koi station	//

原災報より作成

# 京大グループ

- 荒勝教授は京都からの夜行で10日朝に広島入り. 市内10数カ所から土壌や金属などを採取した. 11日に京大研究室のガイガーカウンターで放射能を検出した.

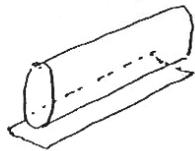
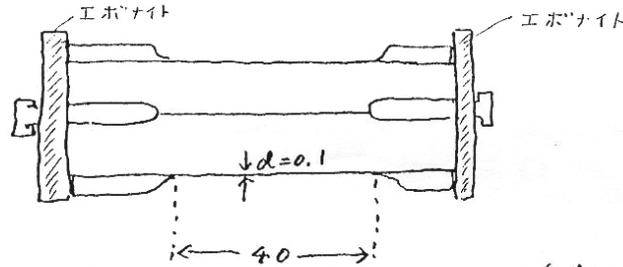
オギノ 柰

石割

実験に使った GMカウンターは ジョージン製 の

直径 12mm. 長さ 40mm の部分が厚さ 0.1mm

にありて  $\beta$ -線を通すものです.



fast neutron の  
石片子の中の  $P^{32}$  はかなりの分は、  
図のように counter の  
下に長方形の sample  
を置いて、全立体角の  
何%が counter に入る  
かを計算しています.

## 京大グループが使った ガイガーカウンター

## 第2次調査隊に参加した石割氏による硫 黄の測定メモ (昭和20年11月19日)

S = 測定計算 (20-11-19) (石割) 提出

Sample 中 = 出芽  $\beta$ -active element n. fast neutron = 検出.

$^{32}S(n, p)^{32}P$

相互に作り作り  $^{32}P$  テキスト

3個の Sample (407, 411, 510) = 測定 data の 決定.

試料番号	計数値	中心距離 (cm)	質量 (gr)
407	35	25.0	1.5
411	33	35.0	2.2
510	23	80.0	2.6

# 京大第2次調査隊

- 8月13日に広島入りし、2日間で土、金属、碍子、骨などのサンプルを採取。

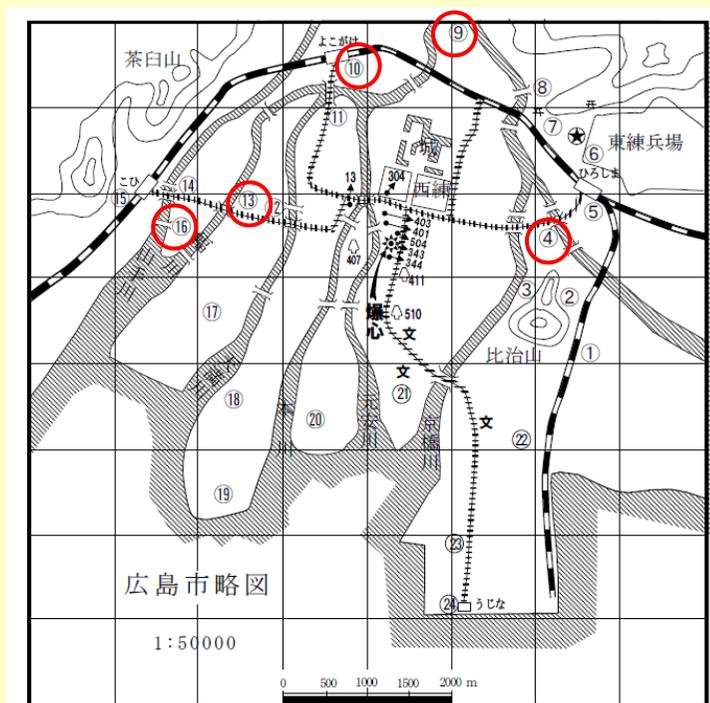


Fig. 1. Sample points of 2nd team from Kyoto University: Number in ○

原災報より作成

Note: “no” means natural level of about 18 counts/min.

No	Direction and distance from the hypocenter	β-ray activity
1	SE~2.5km	no
2	SE2.5 km	no
3	E2.0 km	no
4	ENE2.5 km	Weak 11~13
5	NE2.5 km	no
6	NE2.5 km	no
7	ENE2.0 km	no
8	NNE2.0 km	no
9	N2.5 km	Weak 8~10
10	NNW2.5 km	Weak 8~10
11	NNW2.5 km	no
12	W1.5 km	no
13	W2.5 km	Weak 12~14
14	W3.0 km	no
15	W3.5 km	no
16	W3.5 km	Strong 106
17	SW2.5 km	no
18	SSW2.2 km	no
19	SSW3.0 km	no
20	SSW2.5 km	no
21	S2.0 km	no
22	SSE2.0 km	no
23	SSE4.0 km	no
24	SSE4.5 km	no

# 京大第3次調査隊

## 枕崎台風(1945.9.17)により11名殉職:大野陸軍病院

### 枕崎台風による遭難

京都大学調査班

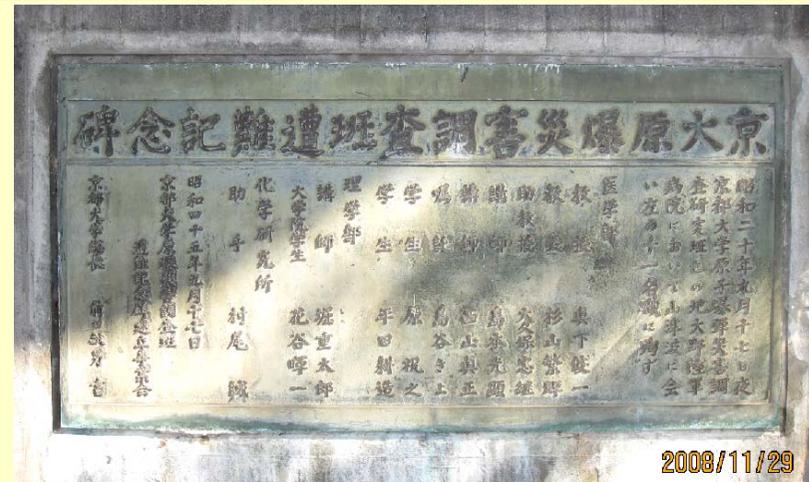
敗戦の年は気象異変の多い年でもあった。中でも9月17日四国・中国地方を襲った「枕崎台風」は広島県下にも大きな被害を及ぼし、広島県の被害は死者1,199名、行方不明897名、流失家屋1,297戸、全壊家屋2,101戸の記録を残した。この台風による山津波で大野陸軍病院は、本館、病棟などが押し流され、多くの遭難者を出した。

回 想

木村 毅一



90 山津波に潰滅した大野陸軍病院(左端の山より決壊した)



2008/11/29

「原子爆弾:写真と記録」仁科記念財団(1973)

# 理化学研究所グループ

- 大本営の要請により、仁科博士は8月8日の夕方に吉島の飛行場に到着。翌日市内でサンプルを採取し東京に空輸。8月10日に理化学研で木村一治氏が放射能を検出。
- 8月14日、理研の第2陣がローリツェン検電器を携えて広島に到着。15日～17日に広島市内で現場測定を実施。
- 8月30日、理研の第3陣が広島に到着。



ローリツェン検電器



ネイヤ型宇宙線計

# 平和記念資料館企画展 2003年度

2003(平成15)年度 第1回企画展

原爆投下後に行われた被爆調査の軌跡を追う



広島平和記念資料館

写真上  
爆心地付近で放射線を測定する平沢君  
写真中  
被爆調査に協力した原子爆弾被害調査研  
究資料館員倉田英三  
写真下  
重慶の孤児院で養育された少女



37

爆心地付近の放射線を測定する  
物理・化学・地学科会班の宮崎友  
喜雄・池田正雄調査員1945(昭和20)  
年10月6日撮影



38

広島市信用組合屋上監視哨(猿猴橋町)  
の板に焼きついた影を調べる物理・化学・  
地学科会班の田島英三調査員 1945(昭  
和20)年9月24日撮影

# 理研グループによる広島市内現場測定

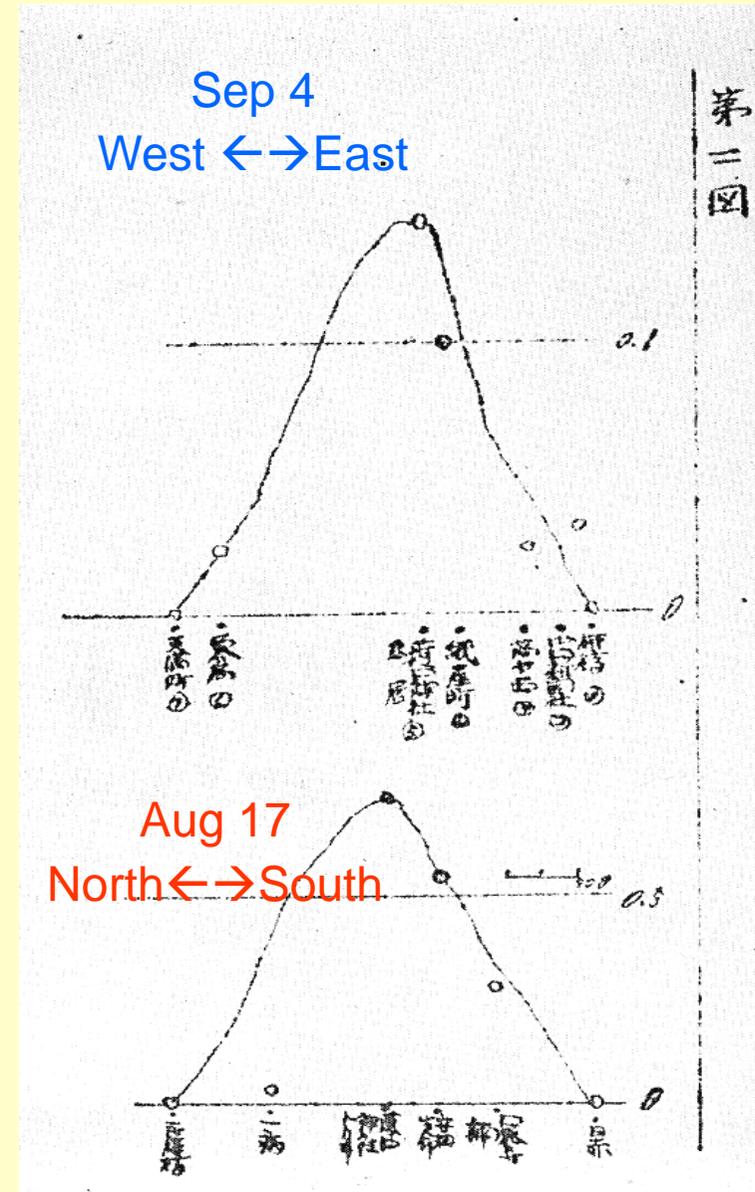
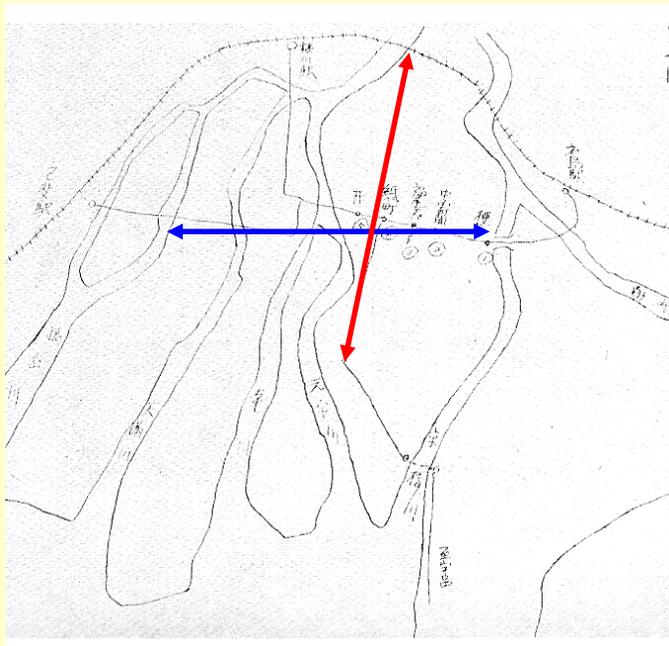
- 木村らは8月14日に広島入りし、15日～17日に広島市内の放射線量率を測定。

Lauritzen 検電器 No.1			Lauritzen 検電器 No.2		
測定場所	測定日時	[目盛の動き] [分]	測定場所	測定日時	[目盛の動き] [分]
東京理研 37 号館 1 階	8. 10	0. 15	①似島 細菌検査室 2 階	8. 14、8. 16	0. 10～0. 12
①似島 細菌検査室 2 階	8. 14	0. 20～0. 23	②同上 (地上 67cm)	8. 17 6h	0. 17
②東練兵場 テント中 (地上 64cm)	8. 15 12h	0. 28	③三篠橋東際 自動車上 (地上 150cm)	8. 17 12h	0. 08
④西練兵場 紙屋町側入 口 (地上 50cm)	8. 15 16h	1. 06	⑤護国神社鳥居南方 40m (車上)	8. 17 11h	0. 60
①再び似島	8. 16	0. 21	⑥同上 (地上 40cm)		0. 74
再び理研	8. 31	0. 161	⑦同上南方 100m 車上	8. 17 12h	0. 50
			⑧紙屋町交叉点車上	8. 17 13h	0. 10
			⑨安田生命前横町西 30m	8. 17 14h	0. 46
			⑩楠大木前	8. 17 15h	0. 18
			⑪日赤病院 門前	8. 17 15h	0. 08

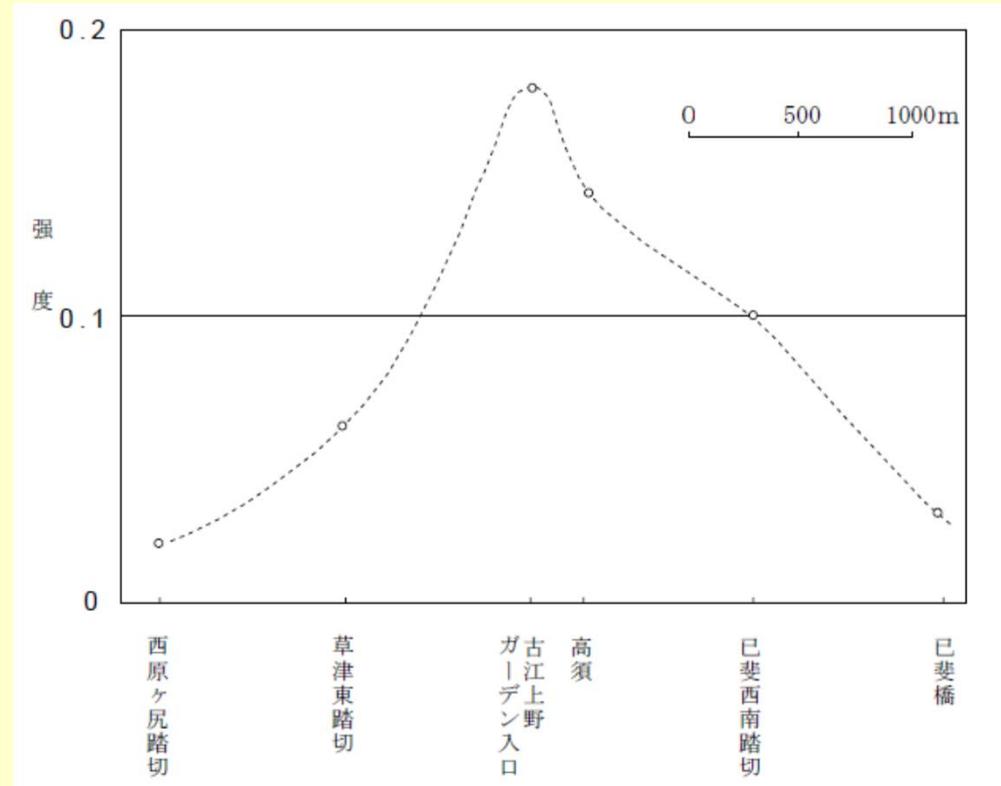
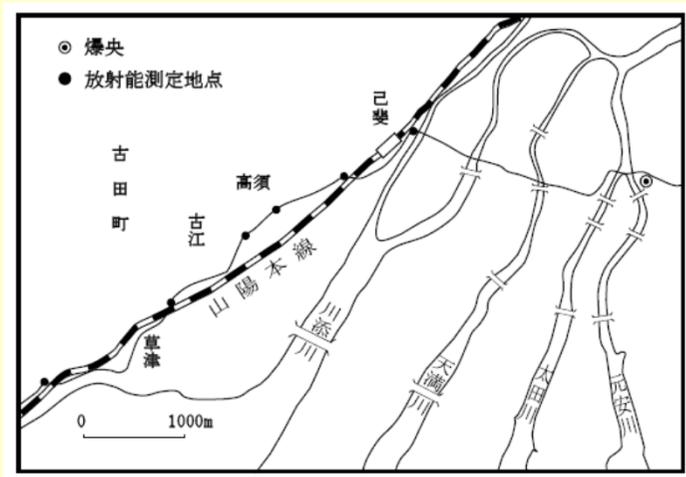
原災報より作成

# 理研グループによる広島市内現場測定

- 木村らは市内中心部を南北に、8月30日に広島入りした山崎らは東西に放射線量率の分布を測定している。

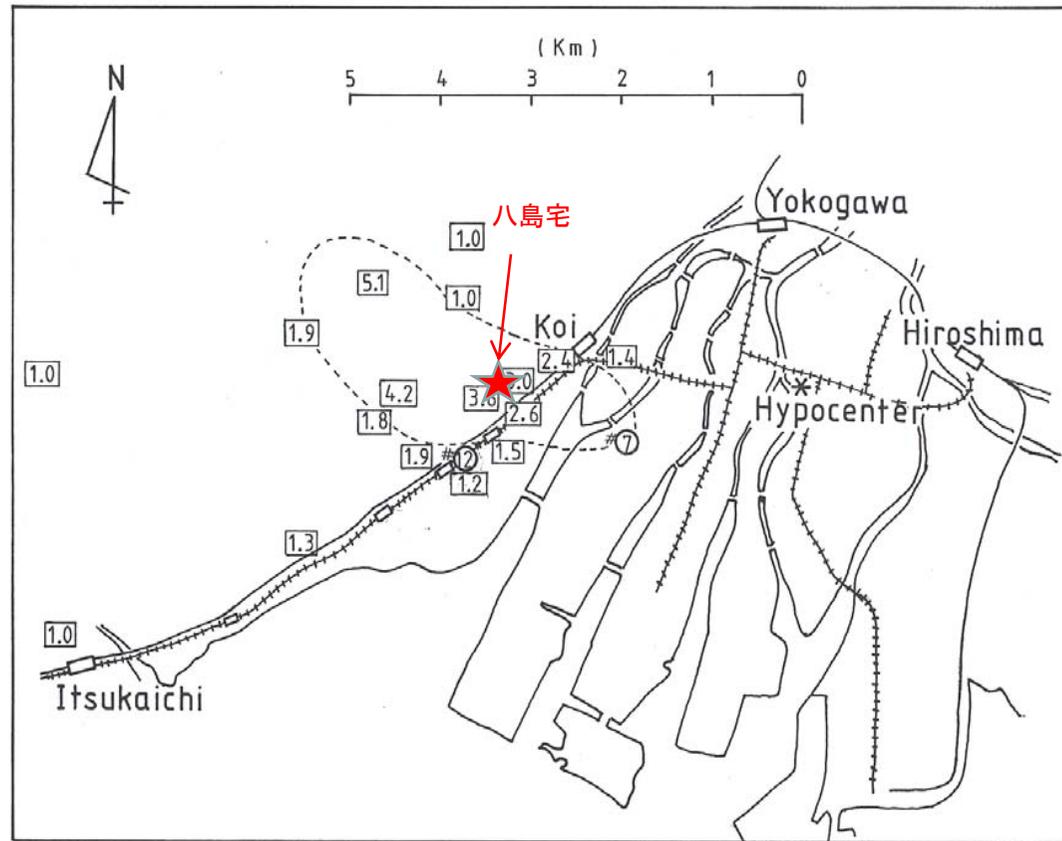


# 理研グループによる残留放射能測定 己斐・高須地区の黒い雨地域



理研山崎らによる9月3日-4日の国道沿いの測定  
ローリッツェン検電器を車に載せて測定  
縦軸はBG(0.073)を差し引いた相対強度

# 理研グループの残留放射能測定と 黒い雨の壁 (八島邸)

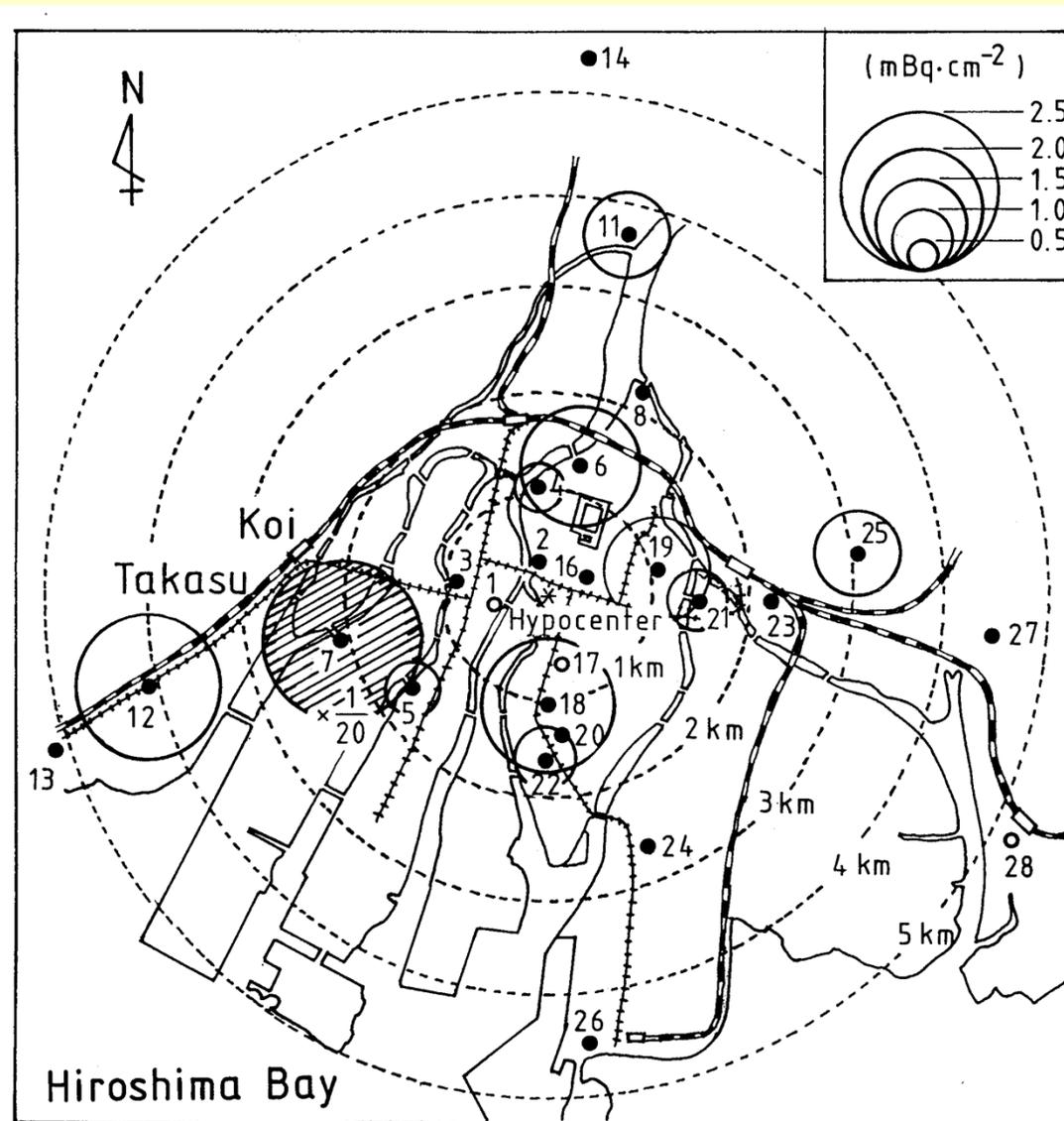
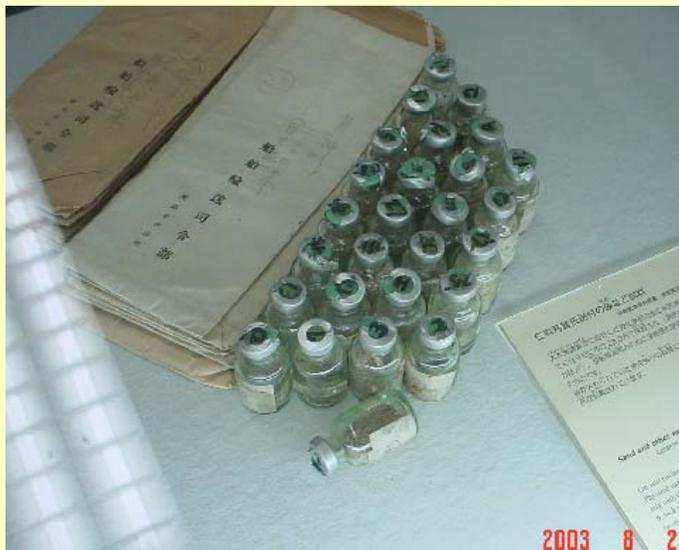


資料館所蔵の八島邸の黒い雨の壁。静間らが原爆由来の放射能を検出。

ローリッツェン検電器による己斐・高須地区の放射線測定。BG=1とした値。

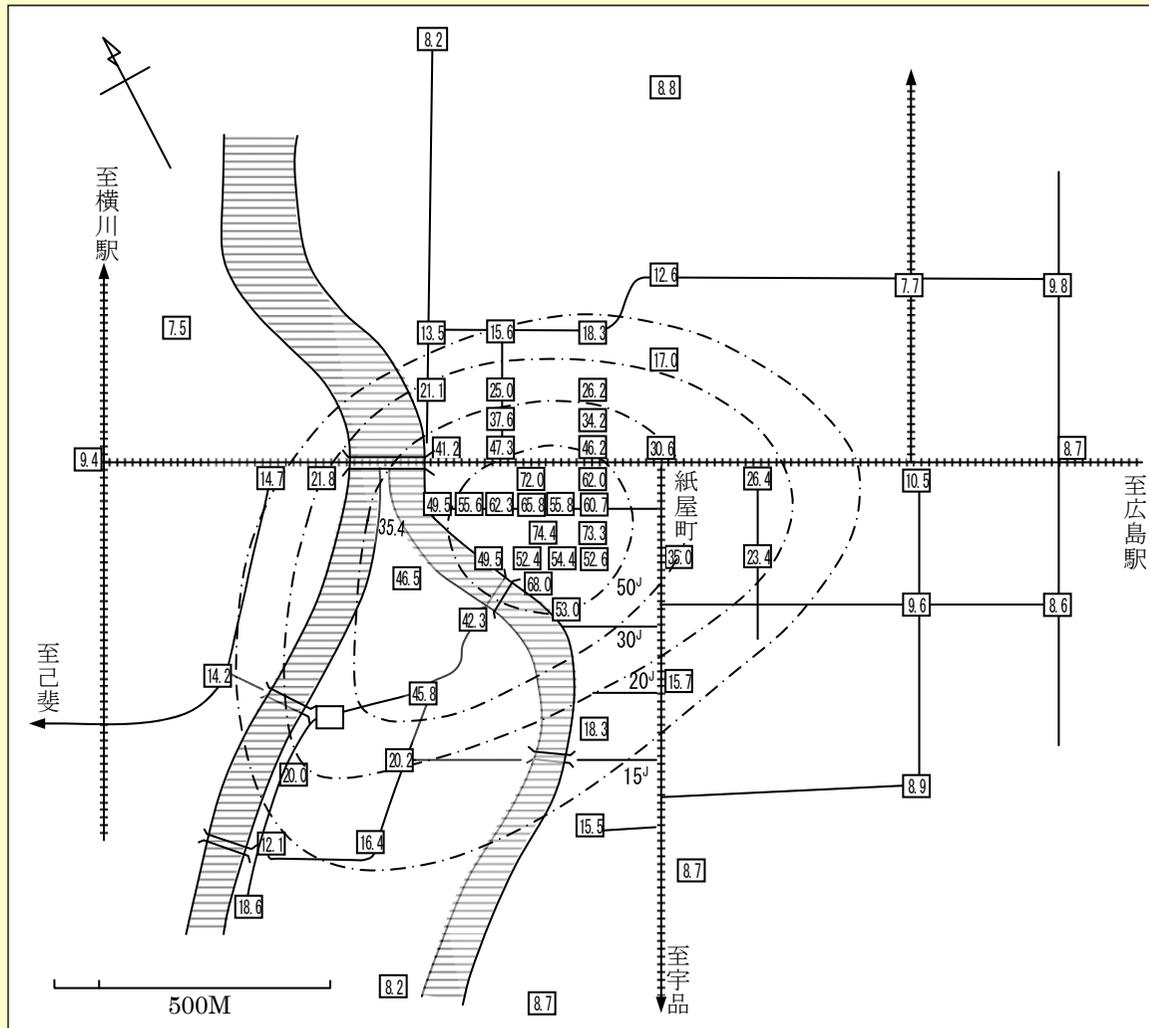
From Shizuma 2010

# 静岡ら(広島大)による仁科土壤サンプル測定



Shizuma et al., Health Physics(1996)<sup>21</sup>

# 理研グループによる広島爆心近辺での残留放射能測定



爆心地付近の放射線を測定する  
物理・化学・地学科会班の宮崎友  
喜雄・池田正雄調査員1945(昭和20)  
年10月6日撮影

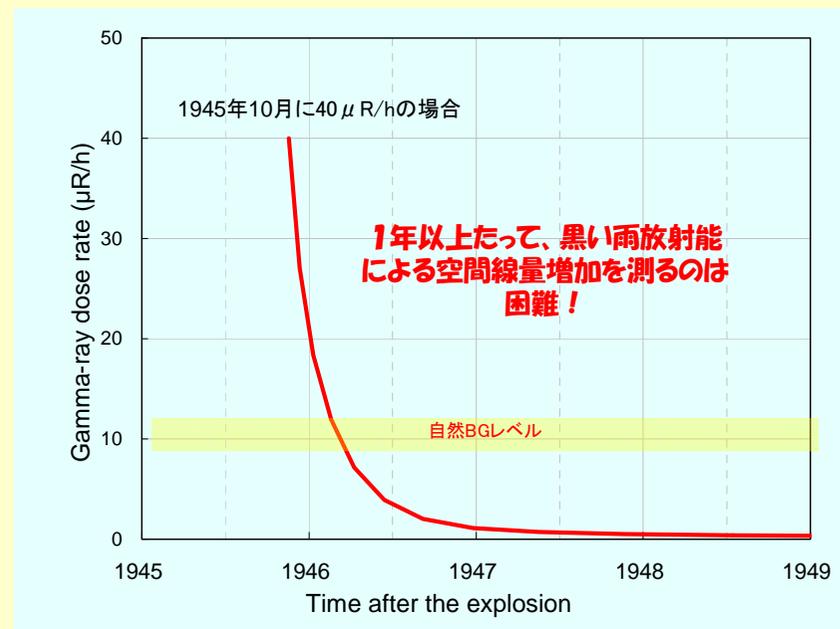
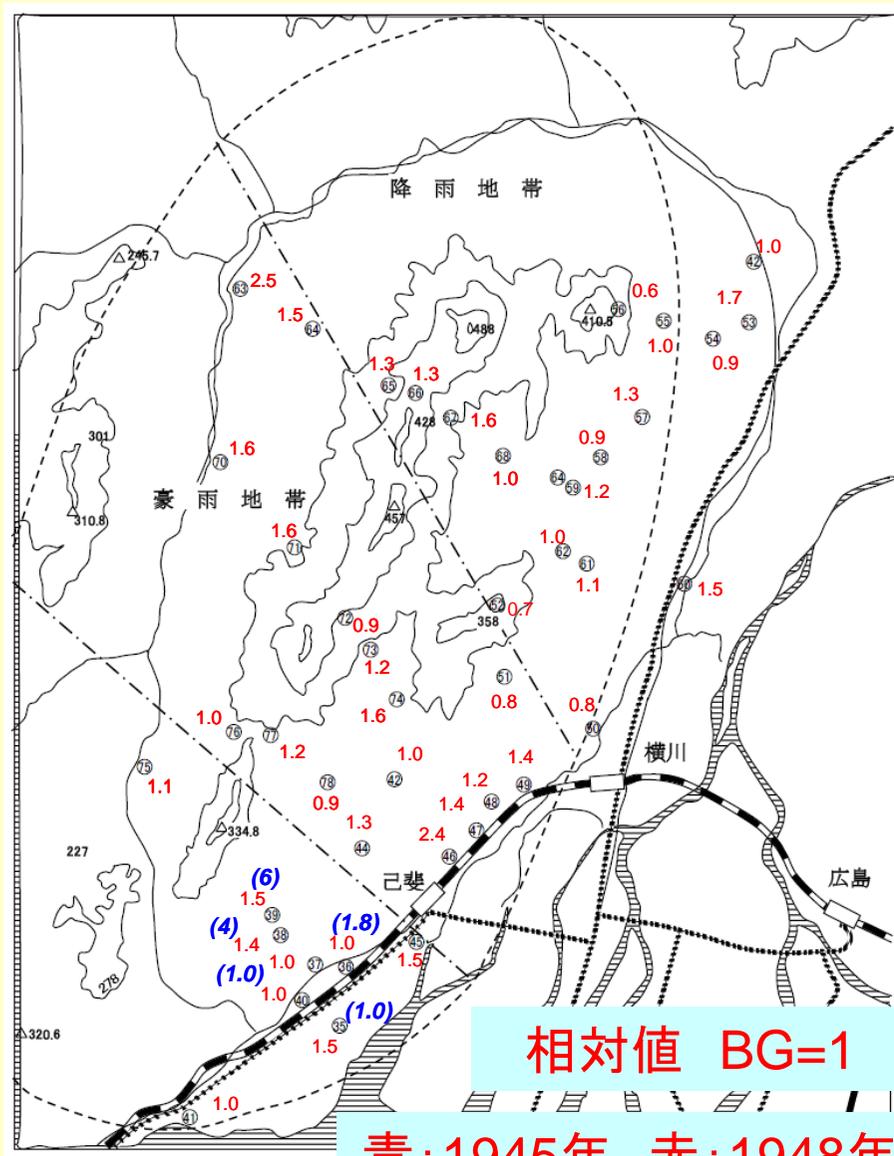
37

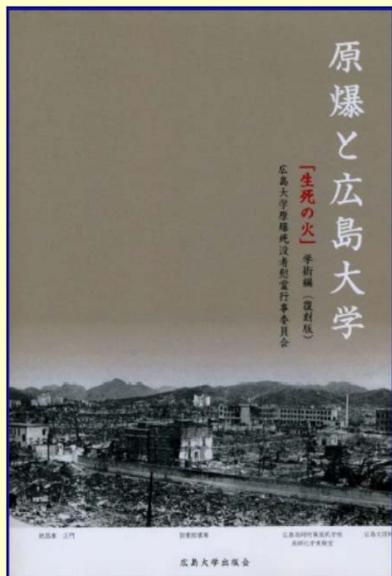
理研・宮崎らによるネイヤ型宇宙線計による測定

1945年10月1日~22日.

原災報より作成

# 広島文理大 藤原・竹山報告:1945年9月と1948年





(1) 昭和20年8月21日—9月7日

広島市立工業専門学校の平原栄治(教授 物理学担当)は金箔  
驗電器を手作りし、広島市内の各地点の放射能強度を生徒10名程  
度とともに測定し、放射能強度分布図を作成した。しかし、それは昭  
和21年5月26日に駐留軍により没収された。副の資料はある筈だ  
が未公表の由である。



被爆前の広島工業専門学校

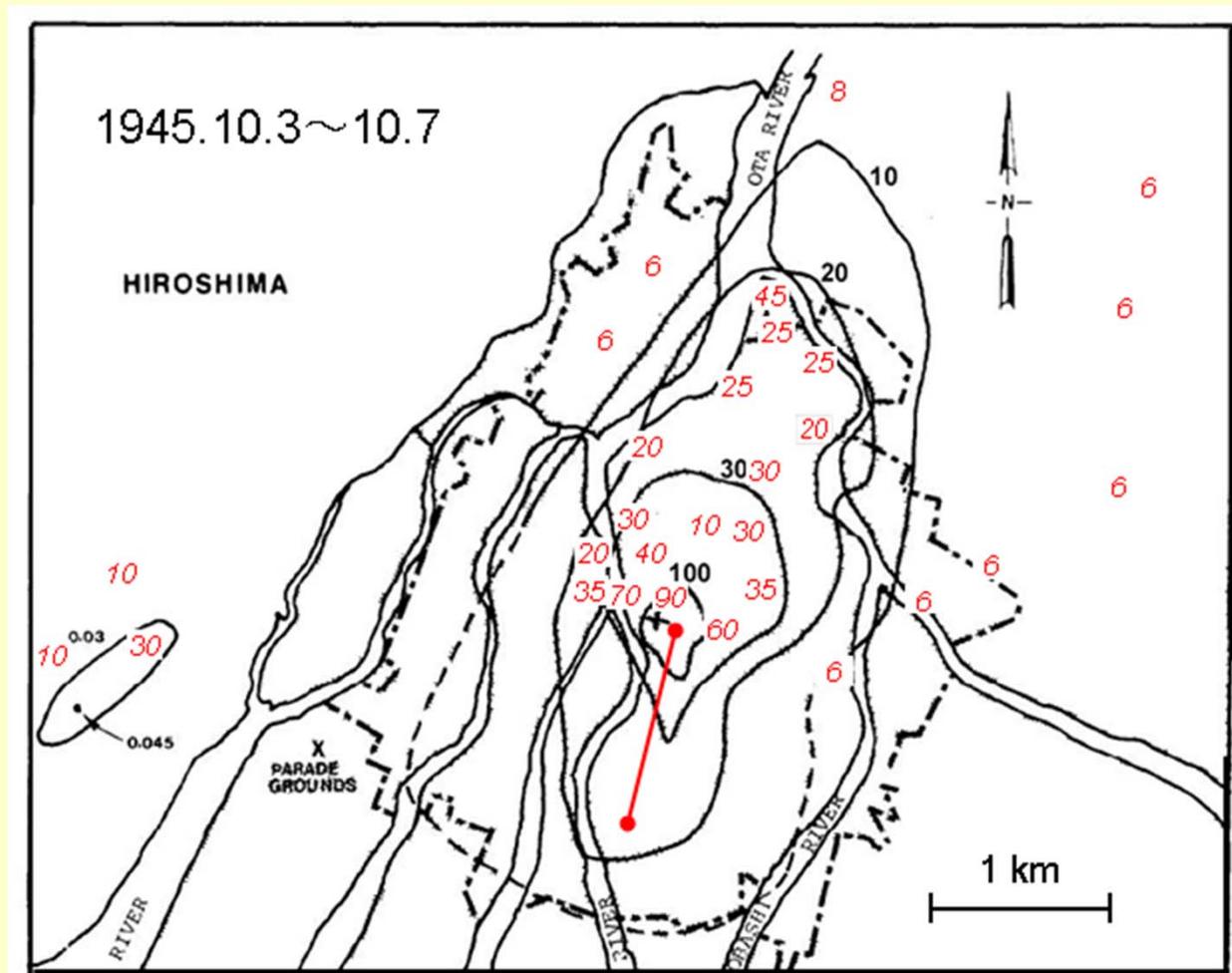
「生死の火」 広島大学原爆戦災誌 死没者名簿 (昭和50年)

# 広島原爆直後の残留放射能調査

## ＜米国側科学者グループ＞

- マンハッタン計画 (MED) 調査調査団 Tyboutら
- 米海軍医学研究所調査団 PaceとSmith

# マンハッタン工区調査団

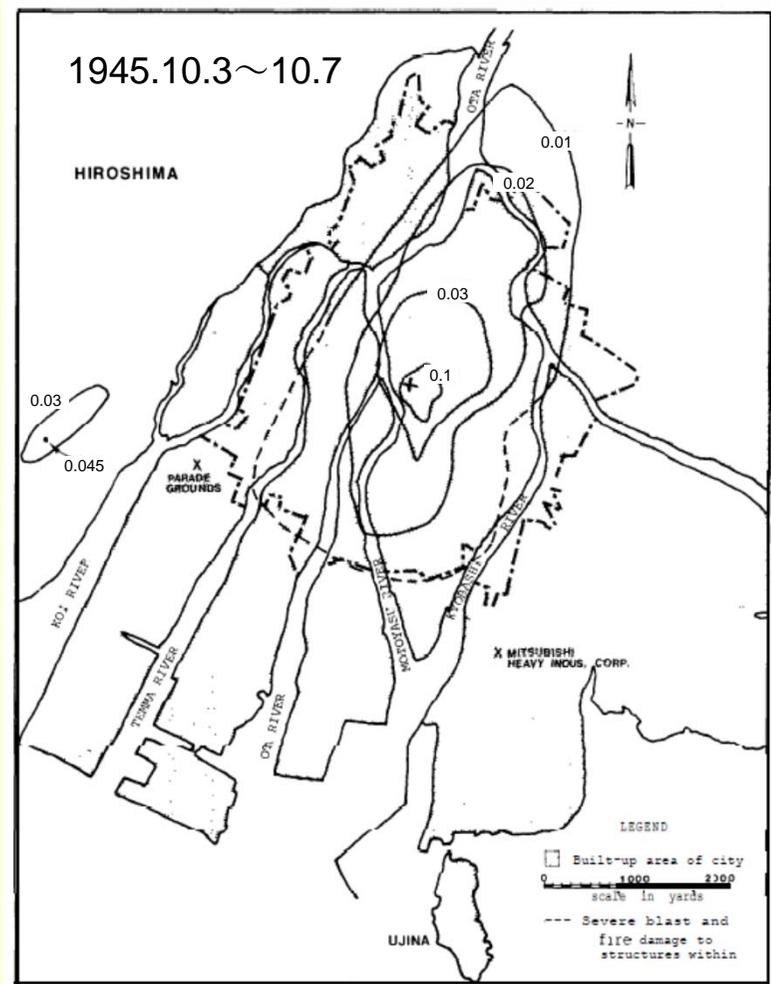


Tybout報告の等量線図に、測定データを書き入れたもの。  
単位は $\mu\text{R}/\text{h}$ 。測定器はVictreen社製のガイガーカウンター。

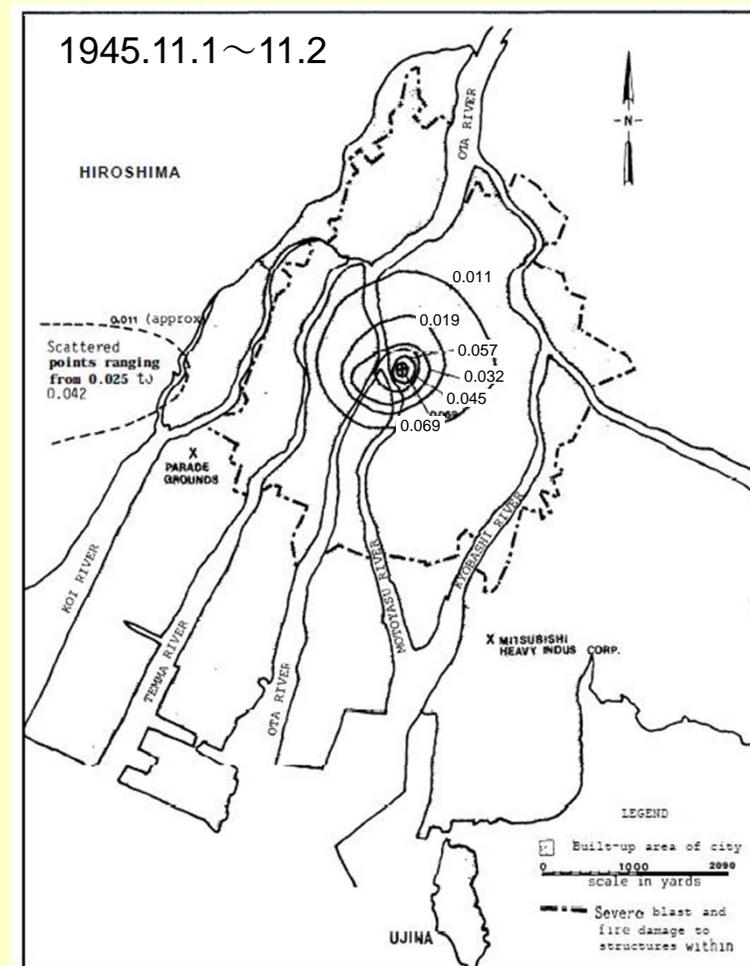


# 米国側2つのグループの比較

## 単位:mR/hr



マンハッタン工区

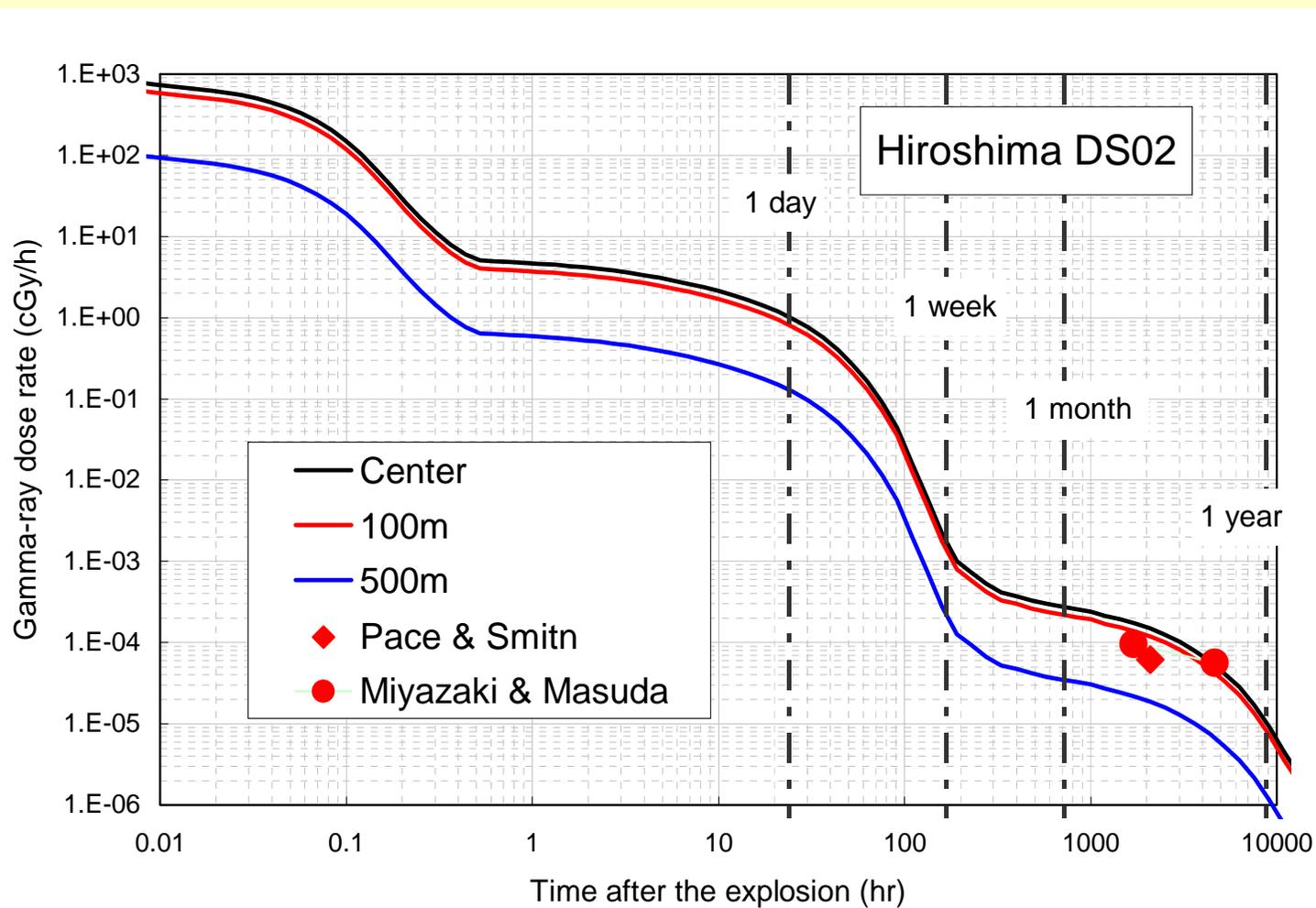


海軍医学研究所

●なぜ、原爆直後のデータを調べてきたのか。

●残留放射能による被曝量推定作業は原爆直後の測定データと整合する必要がある。

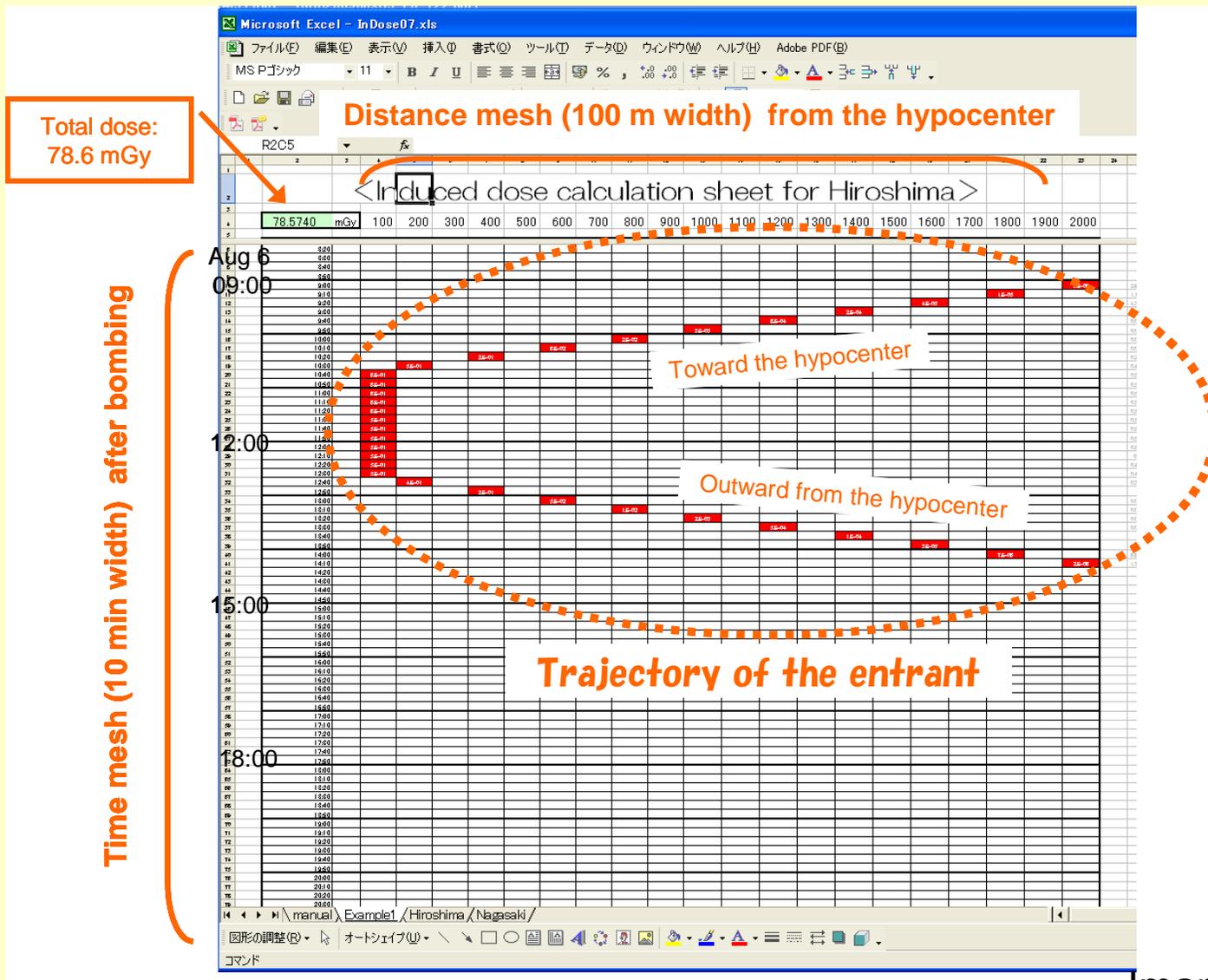
# 広島原爆による誘導放射線量の計算



Dose rate change from induced-activities in soil

Imanaka 2008

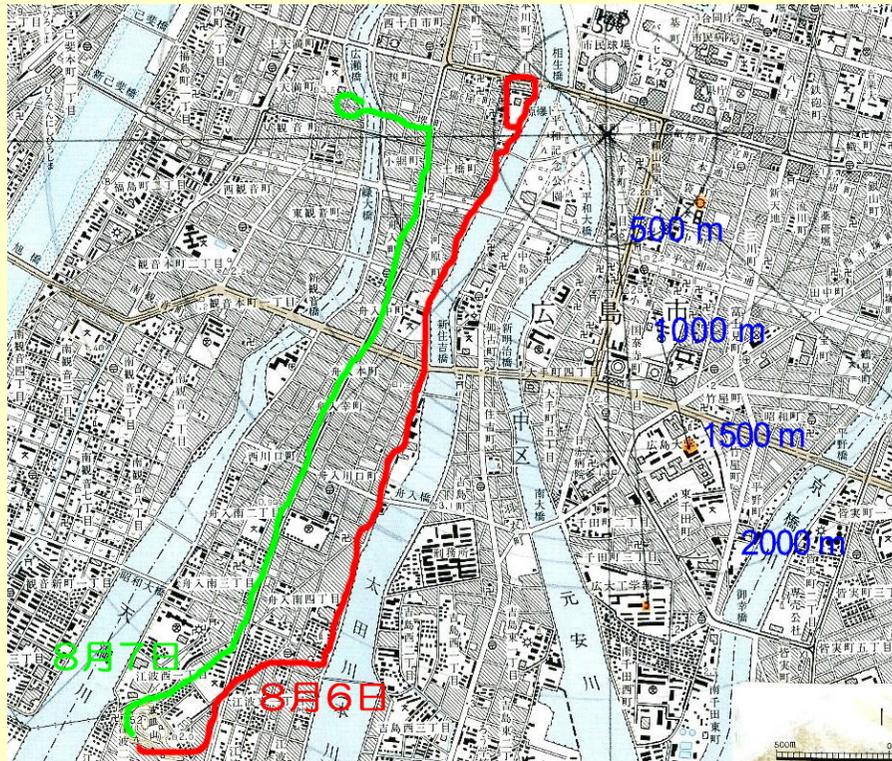
# 早期入市者の誘導放射線被曝計算ツール InDose07.xls



# 入市被爆者計算例 その1.

## 女性21歳 被曝症状なし

● 8月6日: 23.5 mGy



● 8月7日: 0.17 mGy

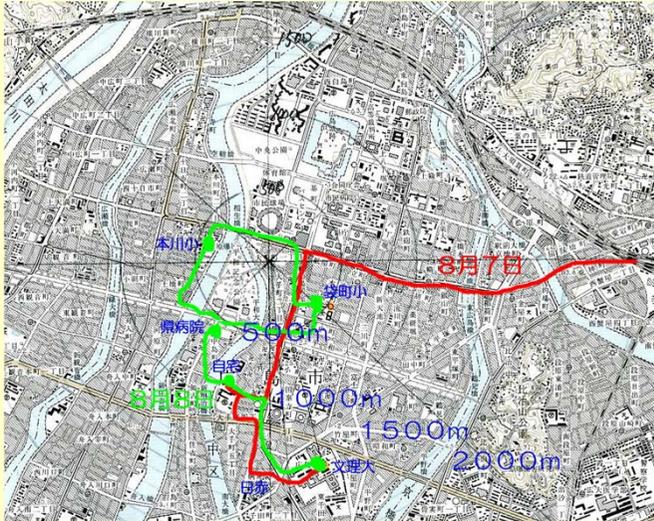


★ 合計被曝量: 約24 mGy



# 入市被爆者計算例 その2.

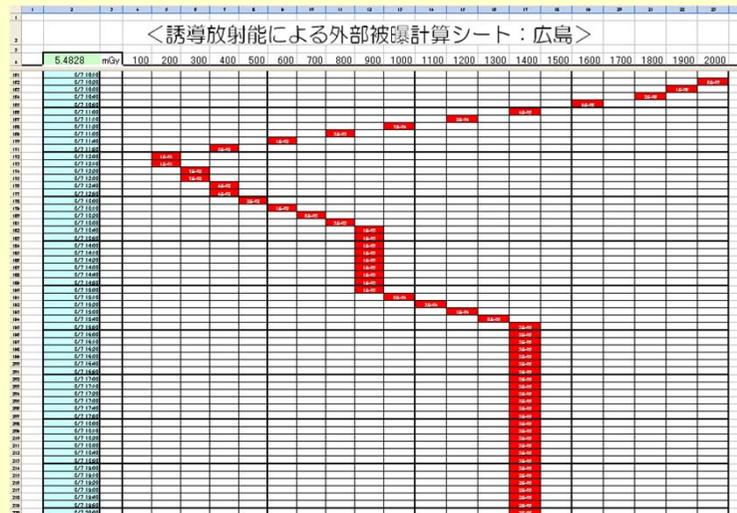
## 女性19歳 被曝症状有り



● 8月7日: 5.5 mGy

<8月7日>			<8月8日~13日>		
時刻	場所	距離、m	時刻	場所	距離、m
10:00	広島駅	2200	0:00	文理大	1400
10:20	大正橋	2000	8:00	文理大	1400
11:00	稲荷橋	1400	9:00	大手町7丁	900
12:00	紙屋町	200	12:00	県病院	700
13:00	白神社	500	14:00	袋町小	500
14:00	大手町7丁目	900	16:00	本川小	400
15:00	"	900	18:00	文理大	1400
16:00	日赤	1400	24:00	"	1400
18:00	文理大	1400			
24:00	"	1400			

● 8月8日~13日: 3.9 mGy



★ 合計被曝量: 9.4 mGy

# 黒い雨の問題

## 放射能汚染地域と黒い雨地域が異なる？

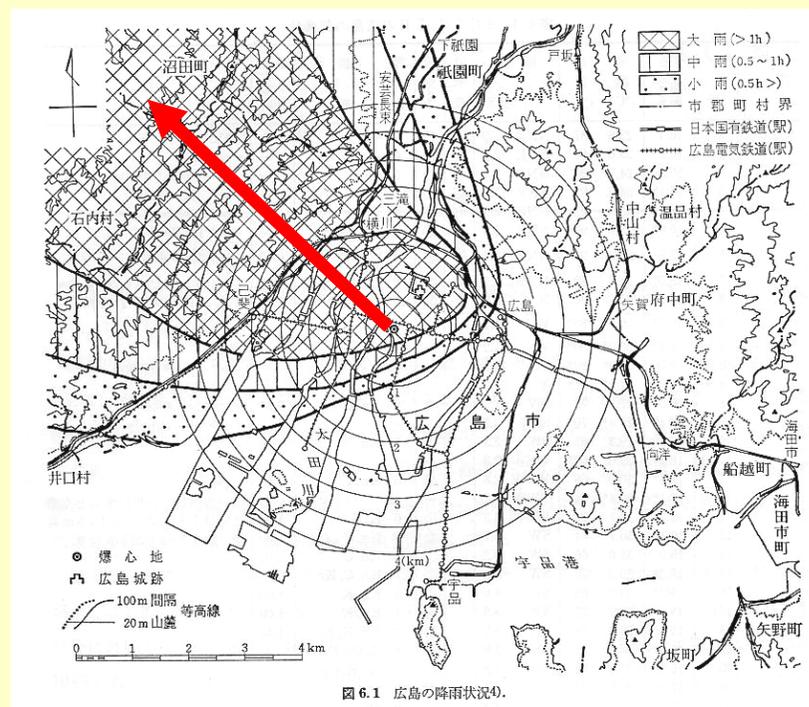
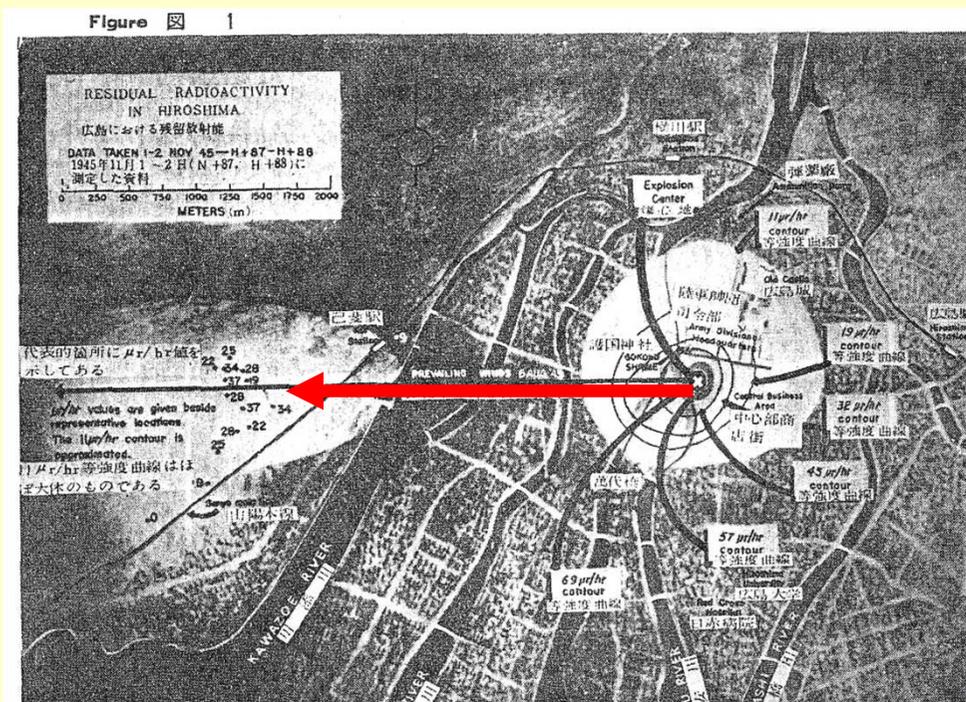


図 6.1 広島降雨状況。

宇田雨域、岩波赤本(1979)より

原爆直後の北西山間部での放射能調査は不十分だった。

## **(今中の) 仮説**

**己斐・高須地区の汚染は、黒い  
雨による広範な放射能汚染の一  
部に過ぎなかった**

# 黒い雨山間部で原爆由来放射能の 痕跡を検出する試み：2008～

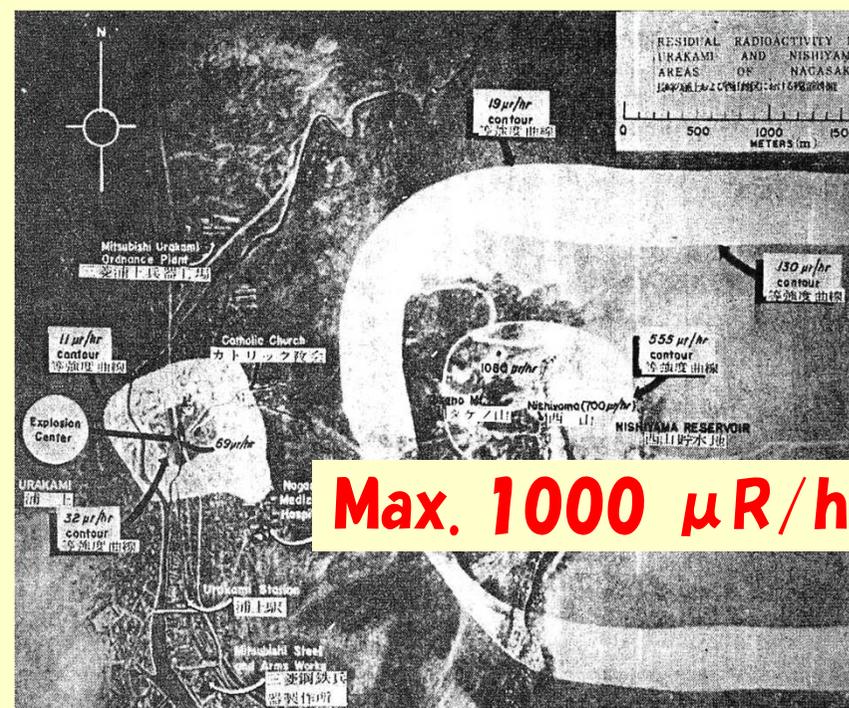
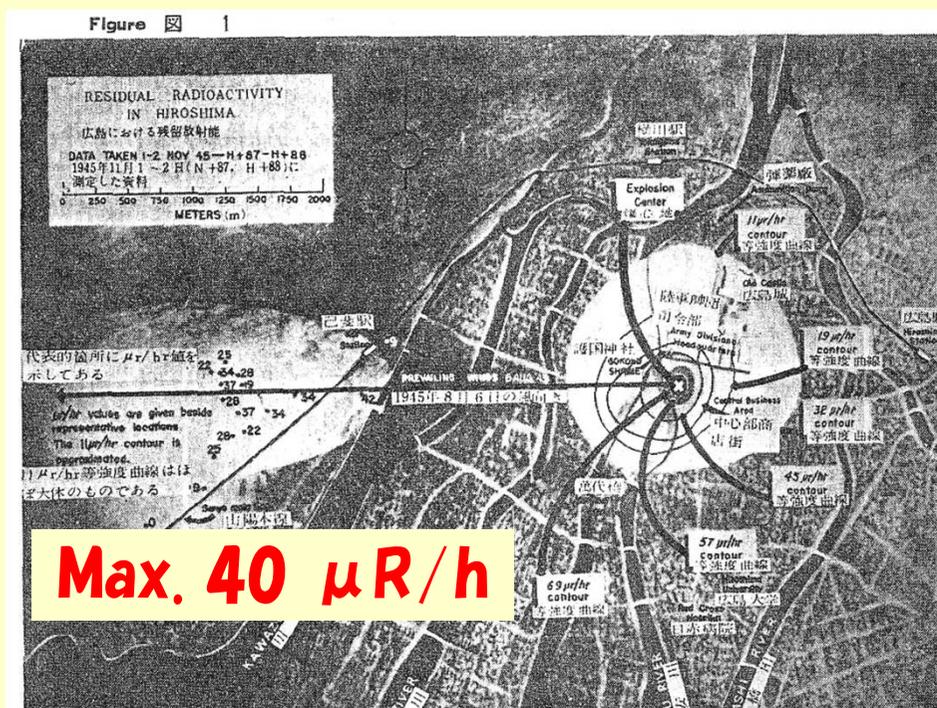
- 広島市周辺土壌中のセシウム137測定調査
- 広島原爆由来のウラン同位体 (U236、U235) 測定調査
- (戦後に建築された家屋の) 床下土壌中の放射能測定調査
- (原爆雲のシミュレーション計算)

**残念ながら、いずれも原爆由来の放射能を示す確かな成果が得られていない！**

# もうひとつの疑問 広島と長崎でなぜこんなに違う？

広島 1945年11月1日

長崎 1945年10月18日

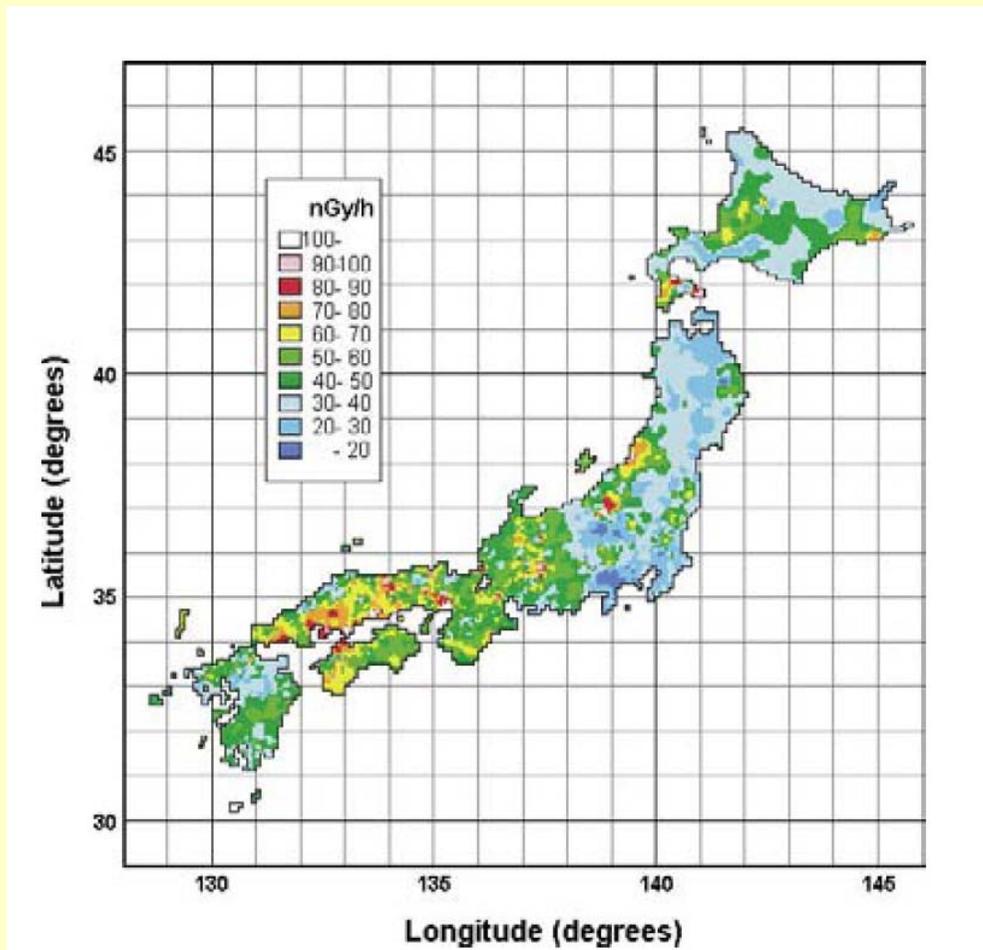


爆発規模(16kton対21kton)、爆発高さ(600mと502m)と同じくらいだが、放射性降下物は長崎が約25倍...

# まとめ

- 残留放射線被曝評価のための基礎資料として、日米専門家による原爆直後の放射能調査データを精査した。終戦前後の困難な状況下で、日本の学者グループは精力的に調査活動を行った。
- 広島では、爆心近辺と己斐・高須地区を除いて、大きなレベルの残留放射線は観察されていない。
- 早期入市者に対する被曝量計算プログラムを作成し、いくつかの具体例に適用した。
- 広島北西方向山間部の黒い雨地域で、原爆放射能の痕跡の測定を試みたがうまく行かなかった。広島と長崎の黒い雨地域の違いは、いまだ説明できていない。

# ご清聴ありがとうございました！



たわむれに；  
日本の自然放射線  
地面からのガンマ線量率分布

Minato, J Geography, 2006