

**DETERMINATION OF THE BURST POINT AND HYPOCENTER
OF THE ATOMIC BOMB IN HIROSHIMA**

広島における原子爆弾の炸裂点及び爆心地点の決定

I Edward T. Arakawa, Ph.D., Shogo Nagaoka (長岡省吾)

II Lowell A. Woodbury Ph.D., Mikiso Mizuki (水木幹三)



THE ABCC TECHNICAL REPORT SERIES

A B C C 業績報告集

The ABCC Technical Reports provide a focal reference for the work of the Atomic Bomb Casualty Commission. They provide the authorized bilingual statements required to meet the needs of both Japanese and American components of the staff, consultants, advisory councils, and affiliated governmental and private organizations. The reports are designed to facilitate discussion of work in progress preparatory to publication, to record the results of studies of limited interest unsuitable for publication, to furnish data of general reference value, and to register the finished work of the Commission. As they are not for bibliographic reference, copies of Technical Reports are numbered and distribution is limited to the staff of the Commission and to allied scientific groups.

この業績報告書は、ABCCの今後の活動に対して重点的の参考資料を提供しようとするものであって、ABCC職員・顧問・協議会・政府及び民間の関係諸団体等の要求に応ずるための記録である。これは、実施中で未発表の研究の検討に役立たせ、学問的に興味が限定せられていて発表に適しない研究の成果を収録し、或は広く参考になるような資料を提供し、又 ABCCに於て完成せられた業績を記録するために計画されたものである。論文は文献としての引用を目的とするものではないから、この業績報告書各冊には一連番号を付して ABCC 職員及び関係方面にのみ配布する。

**DETERMINATION OF THE BURST POINT AND HYPOCENTER
OF THE ATOMIC BOMB IN HIROSHIMA**

広島における原子爆弾の炸裂点及び爆心地点の決定

I Edward T. Arakawa Ph.D.,¹ Shogo Nagaoka² (長岡省吾)

II Lowell A. Woodbury Ph.D.,³ Mikiso Mizuki⁴ (水木幹三)

From the ABCC Department of Statistics¹ (assigned from ORNL) 3,4 and
Director, Hiroshima Peace Memorial Museum, Consultant to ABCC²

ABCC統計部¹ (ORNLより派遣) 3,4

及び広島市平和記念資料館長, ABCC顧問²



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION
Hiroshima - Nagasaki, Japan

A Research Agency of the
U.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES - NATIONAL RESEARCH COUNCIL
under a grant from
U.S. ATOMIC ENERGY COMMISSION
administered in cooperation with the
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH of the MINISTRY OF HEALTH & WELFARE

原爆傷害調査委員会
広島一長崎

厚生省国立予防衛生研究所
と共同運営される
米国学士院一学術会議の在日調査研究機関
(米国原子力委員会研究費に依る)

EDITOR'S NOTE

編集者の註

As both papers concern the location of the hypocenter (ground zero) and epicenter (burst point) of the Hiroshima atomic bomb with frequent reference to the data tabulated in the Woodbury-Mizuki paper being made by Arakawa and Nagaoka, they are published simultaneously as Part I and Part II of the same report. The manuscript for Part I was prepared during 1959 and that for Part II during 1954.

之等2つの研究報告はともに広島原爆投下の爆心地点（零地点）及び炸裂点の位置決定に関するものであり、且つ著者 Arakawa 一長岡は Woodbury 一水木報告の資料を屢々引用しているので、之等は本研究報告の第I部及び第II部として同時に上梓することにした。尚、第I部の原稿は1959年に、又第II部の原稿は1954年に作られたものである。

TABLE OF CONTENTS

目 次

PART I: DETERMINATION OF THE BURST POINT OF THE HIROSHIMA ATOMIC BOMB- DOSIMETRIC SIGNIFICANCE

第 I 部 広島における原子爆弾の炸裂点の決定 - 線量測定から見た意義

	<i>Page</i>
Introduction	1
緒言	
Method	4
測定の方法	
Determination of the Hypocenter	6
爆心地点の決定	
Determination of the Height of Burst	10
炸裂点の高度の決定	
Summary and Discussion	11
総括及び考按	
Appendix I	15
付録 I	
Appendix II	22
付録 II	
References	26
参考文献	

PART II: THE LOCATION OF THE HYPOCENTER AND EPICENTER OF THE ATOMIC BOMB IN HIROSHIMA

第 II 部 広島における爆心地点と炸裂点の位置

Introduction	27
緒言	
Historical	28
歴史的背景	
Review of Location of Hypocenter	31
爆心地点の位置についての再検討	
Methods and Materials	31
調査の方法及び資料	
Computation	33
計算	
Computation of Hypocenter	33
爆心地点の計算	
Estimate of Error of Locations	36
位置の誤差の推定	
General Notes	37
総括	
References	39
参考文献	

List of Tables and Figures

挿入図表一覧表

PART I 第I部

	<i>Page</i>
Figure 1 Plot of data obtained by Woodbury and Mizuki Woodbury・水木両氏の資料の図表	3
Figure 2 Photograph showing shadows produced by thermal rays of the atomic bomb 写真は原子爆弾の熱線により生じた影を示す	4
Figure 3 Plot of averaged measurements from all locations すべての地点からの測量(平均)図	5
Figure 4 Individual readings at Keizō, Myōren and Shōjun temples showing spread of readings 測量値の拡がりを示すための慶蔵院, 妙蓮寺, 勝順寺における個々の計測	6
Table 1 Hypocenter measurements 爆心地点を求めるための測量	7
Figure 5 Procedure used for calculating location of the hypo- center 爆心地点の計算に用いられた方法	8
Figure 6 Map of the hypocenter area showing the various deter- minations 各決定値を示す爆心地付近の地図	9
Figure 7 Frequency distribution of calculated height of burst 算出された炸裂高度の度数分布	10

PART II 第II部

Figure 1 Location of the various hypocenters 各爆心地点の位置	28
Figure 2 Gravestone in cemetery 墓地内の墓石	32
Figure 3 Average direction of shadow - left and right side 左辺及び右辺の影の平均方向	34
Figure 4 Approximate location co-ordinates of the various hypocenters 夫々の爆心地点の大体の位置に対する座標	38

PART I: DETERMINATION OF THE BURST POINT OF THE HIROSHIMA ATOMIC BOMB;
DOSIMETRIC SIGNIFICANCE

第 I 部 広島における原子爆弾の炸裂点の決定 - 線量測定から見た意義

Edward T. Arakawa Ph.D., Shogo Nagaoka (長岡省吾)

Introduction

The Atomic Bomb Casualty Commission (ABCC) has as its general objective determination of the delayed effects of ionizing radiation upon survivors of the atomic bombs. Presumably such effects are an increasing function of the amount of radiation actually received. Adequate investigation of the effects, therefore, requires some measure of that radiation, and the better the measure the more adequate the investigation. It is especially desirable that a measure be based entirely upon physical considerations since biological effects are to be sought.

In recent years ABCC has collaborated with the Oak Ridge National Laboratory (ORNL) in a program to determine as accurately as possible the radiation dose received by each individual under study. The program includes detailed shielding histories of individuals exposed to the bombs within 2000 meters from the hypocenter (ground zero), experimental studies on the attenuation afforded by various structures, construction of air-dose estimates in relation to distance, etc. To estimate dosage precisely, distance from the radiation source must be known with great accuracy. For example, an error of ten per cent in the air dose is introduced for every 20 meters of error in distance at 1000 meters from the Hiroshima burst.

緒言

原爆傷害調査委員会 (A B C C) は、原子爆弾被爆生存者における電離放射線の後影響を把握することをその一般目的としている。その影響は実際に受けた線量の増加函数になつていゝものと思考される。従つて、その影響を適確に調査するためには、何等かの方法により、受けた線量の測定を行なう必要が生じ、測定が適切に行なわれればそれだけ調査も適正なものとなるのである。生物学的影響を追求する関係上、その測定は凡て物理学的考察に基づいて行なわれることが特に望ましいのである。

近年、A B C C は米国 Oak Ridge National Laboratory (O R N L) と提携して、調査の対象となつてゐる者の一人一人が受けた線量を出来るだけ正確に把握する研究計画に着手した。この研究計画には、爆心地点 (零地点) から 2000m 以内で被爆した人々の詳細な遮蔽記録を取ること、各種構築物による線量の減弱についての実験的研究、距離別空中線量の推定などが含まれる。線量を精確に推定するためには、放射線源からの距離を極めて正確に知ることが肝要である。例えば、広島原爆炸裂点から 1000m の地点において 20m の距離の誤差があれば、これは空中線量では約 10% の誤差を生じることになる。

The presently accepted location of the Hiroshima burst point was chosen in 1954 by Woodbury and Mizuki after they had taken approximately 150 measurements of shadows cast by the thermal rays of the bomb and made a comprehensive review of the existing literature. (See Part II of this report.) Woodbury and Mizuki determined the hypocenter to be at the co-ordinates 44.31 x 61.72 on the U.S. Army Map Service map of Hiroshima (AMS L902, 1:25,000, 1945) and the burst height to be 600 meters. Although they accepted the hypocenter determination, they felt that the value of 577 meters previously determined by Kimura and Tajima¹ for the burst height was a better value and rounded it off to 580 meters as the best available estimate.

In view of the necessity for utmost accuracy in the hypocenter estimate to be used in the ABCC-ORNL dosimetry program, the small size of the 1954 sample, the lack of definition in the shadows produced by the thermal rays of the bomb, and the availability of more than 2000 readings of thermal shadows, a complete re-examination of all available data was decided upon.

In addition, several other considerations suggested that a re-analysis of all the available data would be worth while:

1. The hypocenter (44.31 x 61.72) calculated by Woodbury and Mizuki does not appear to be at the center of their plotted data. (see Figure 1) Unfortunately their original readings and the calculations based upon them are not available for review.
2. A similar effort in 1957 by Inada, Yamada, and Yamasaki², using a transit and known landmarks for measurements on 50 to 100 shadows, yielded 44.33 x 61.69. This is 33 meters away from the 1954 calculations.
3. The earlier Nagaoka hypocenter quoted by Woodbury and Mizuki had been chosen by visual inspection of a

現在、広島の前裂点とされている位置は1954年に Woodbury・水木の両氏が原子爆弾の熱線による影を約 150件測量し、且つその当時の文献を広範囲に検討した上、決定したものである。両氏の1954年の報告はこの業績報告集の第2部として再録してある。両氏は、爆心地点を米国陸軍測量部が1945年に作成した広島地図 (AMS L902) の座標 44.31 x 61.72 と定め、その炸裂点の高度を 600 m とした。両氏はその爆心地点の測定を一応自認してはいるが、以前木村・田島両氏¹ が測定した炸裂点高度 577m がより精確な値であると見ており、これを四捨五入した 580m が今までの推定値のうち最善のものとしている。

ABCC-ORNL 協同の線量測定計画に用いられる爆心地点推定値は、最高の精度を要すること、1954年に行なつた測量規模が小さいこと、原爆の熱線により生じた影がはつきりしていないこと、2000個以上の熱線の影を測量した値を入手したこと等に鑑み、入手可能の凡ての資料についてもう一度完全な再調査をすることが問題点となつた。

更に、数個の他の考慮から、入手可能の凡ての資料について再検討を加える必要があろうと思われた。即ち

1. Woodbury・水木両氏の算定した爆心地点 (44.31 x 61.72) は両氏が図表にした資料 (図1参照) の中心にないように見受けられる。両氏が測量したものの原本や、それに基づいて行なつた計算表は残念ながら入手出来ない。
2. 1957年には、Inada・山田・山崎² の3氏がトランジット及び既存の標識を用いて50乃至100個の影を測量した結果、44.33 x 61.69の値を得た。これは1954年の算定点よりも33 m 離れている。
3. Woodbury・水木両氏が引用している従来

selected sample of about one hundred measurements plotted on a map.

4. Conversations with Kimura and Tajima revealed that their measurements were very crude. They also emphasized that their map was not very accurate and much too small. Their estimated hypocenter, 25 meters southeast of the front entrance to the Shima Hospital, has co-ordinates 44.30 x 61.71, not 44.30 x 61.73 as quoted by Woodbury and Mizuki.
5. The availability of pre- and post-bomb aerial photographs provided convenient and precise means for locating the various cemeteries. Comparison with the co-ordinates used earlier showed that the assumed locations of several temples erred by 60 to 100 meters.

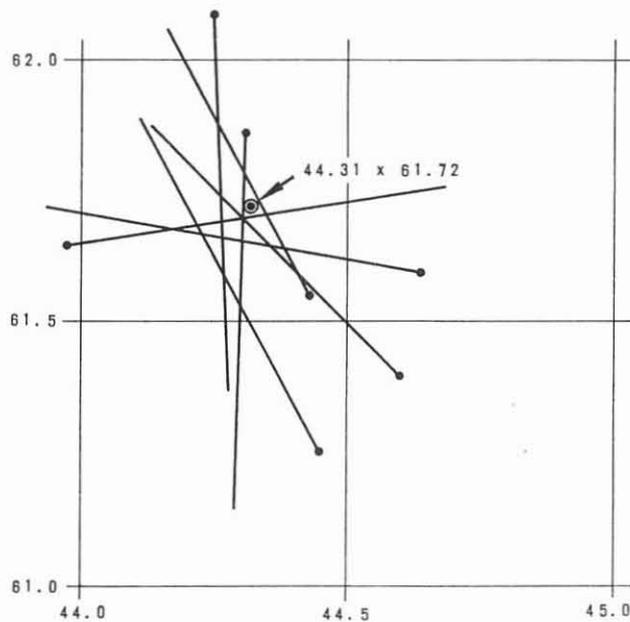
の長岡の爆心地点は約 100個の測量を撰んで地図に表わしたものを目測して得たものである。

4. 木村・田島両氏と話し合った結果、両氏の測量が極めて粗雑であることが判った。両氏は更にその地図も余り正確なものではなく、また余りに小さ過ぎることを強調した。木村田島両氏の推定爆心地点は島病院玄関より約 25m 南東寄りの座標 44.30×61.71 であつて Woodbury・水木両氏が、引用している如く 44.30×61.73 ではない。

5. 原爆投下前後における航空写真が入手出来たことは、各所の墓地の位置をつきとめるのに便利且つ確実な手段となつた。以前の座標と比較すると、数個の寺院の推定位置には 50m から 100m の誤差が出た。

FIGURE 1 PLOT OF DATA OBTAINED BY WOODBURY AND MIZUKI
THE CO-ORDINATES 44.31x61.72 ARE THE RESULTS OF THEIR ANALYSIS OF THE DATA

図1 WOODBURY・水木両氏の資料の図表
座標 44.31×61.72 は両氏はその資料を解析して求めたもの



Method

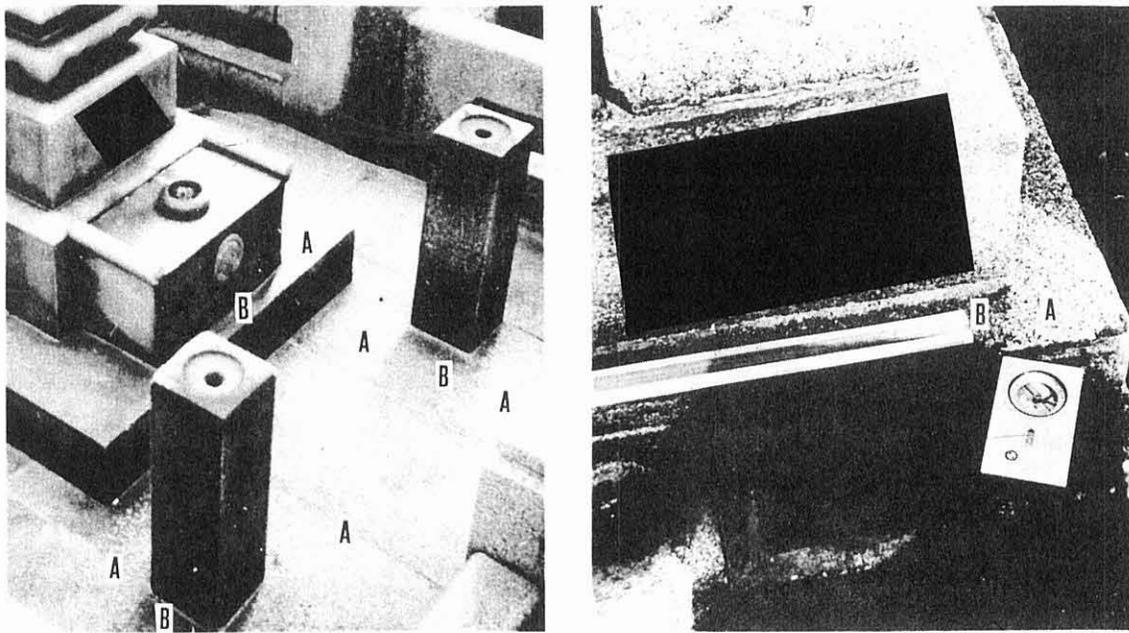
Since the city of Hiroshima is located in the midst of the granite zone which underlies much of the Chugoku District, granite is employed extensively in many different types of construction such as ferro-concrete buildings, gateposts, bridge railings, tombs, etc.

測定の方法

広島市は、広く中国地方を構成している花崗岩地帯の中心部にあるので、鉄筋コンクリート建築、門柱、橋の欄干、墓石など諸種の建造物には花崗岩が広く利用されている。

FIGURE 2 PHOTOGRAPH SHOWING SHADOWS PRODUCED BY THERMAL RAYS OF THE ATOMIC BOMB

図2 写真は原子爆弾の熱線により生じた影を示す



A: EXPOSED AREA Aは被曝した面 B: NON-EXPOSED AREA Bは被曝しなかつた面

Surfaces of granite directly exposed to the thermal rays produced at the moment of explosion showed definite melting and flaking. Such flaking is attributed to the sudden thermal expansion of quartz and feldspar which are the major components of granite. These changes were most marked close to the hypocenter. Surfaces not directly exposed showed no change (Figure 2). During the period 1945-48 one of the authors (S.N.) made a careful search for such changes on the granite surfaces of objects located within a 1000 meter radius from the Shima Hospital, presumed to be at or near the hypocenter. Two sets of

原爆炸裂時に発生した熱線に直接曝された花崗岩の表面には、明瞭な溶解と剝離が見られた。この剝離は、花崗岩の主成分である石英と長石が熱によつて急激に膨脹した為に生じたものである。このような変化は爆心地近接地域において特に顕著である。しかし、直線熱線に曝されなかつた面には何等の変化も見られなかつた。(図2) 1945年から1948年にかけて、著者の1人(長岡)は、爆心地点乃至はそれに近いと推定される島病院を中心として、半径1000mの全域内にある物体の花崗岩表面に現われたこの種の変化を丹念に調査し

measurements were made. The first, to locate the hypocenter, was on the angles of the shadows cast by vertical objects on a horizontal plane. This was measured with an ordinary field-type magnetic compass. (Appendix I) The second set, to determine the height of burst, was made with a clinometer on the angle of elevation of shadows cast by horizontal objects. (Appendix II) The average hypocenter direction obtained from all the readings taken at each location is listed in Table 1 and plotted in Figure 3. It should be noted that some of these locations, e.g., cemeteries, cover a fairly large area (20 to 30 meters wide). However, it was felt that the error introduced by this process was much smaller than the uncertainties in the individual measurements. (Figure 4)

た。その際2つの測量を行なった。その1つは爆心地点を確定するためのもので、水平面に投射された直立物の影を測量した。これは普通の測量用磁気コンパスを用いて計測した。(付録I) 今一つは炸裂点の高度を確定するもので、水平体の影の構成する仰角を傾斜計を用いて測量した。(付録II) 各地点で行なった総ての測量から得た爆心地点への平均方向は表1に列挙してあり、図3に図示した通りである。これらの地点の中には、例えば墓地のように、可成り広い面積(20mから30mの広さ)の所もある。しかしながら、この方法によつて生じる誤差は、各個の測量に現われる不確実さよりも遥かに小さかつた。(図4)

FIGURE 3 PLOT OF AVERAGED MEASUREMENTS FROM ALL LOCATIONS
NUMBERS REFER TO LOCATION NUMBERS IN TABLE 1 HYPOCENTER AT 744.281x1261.696 ON AMS L902

図3 すべての地点からの測量(平均)図

数字は表1の地点番号を示す。爆心地点はAMS L902の744.281 × 1261.696である

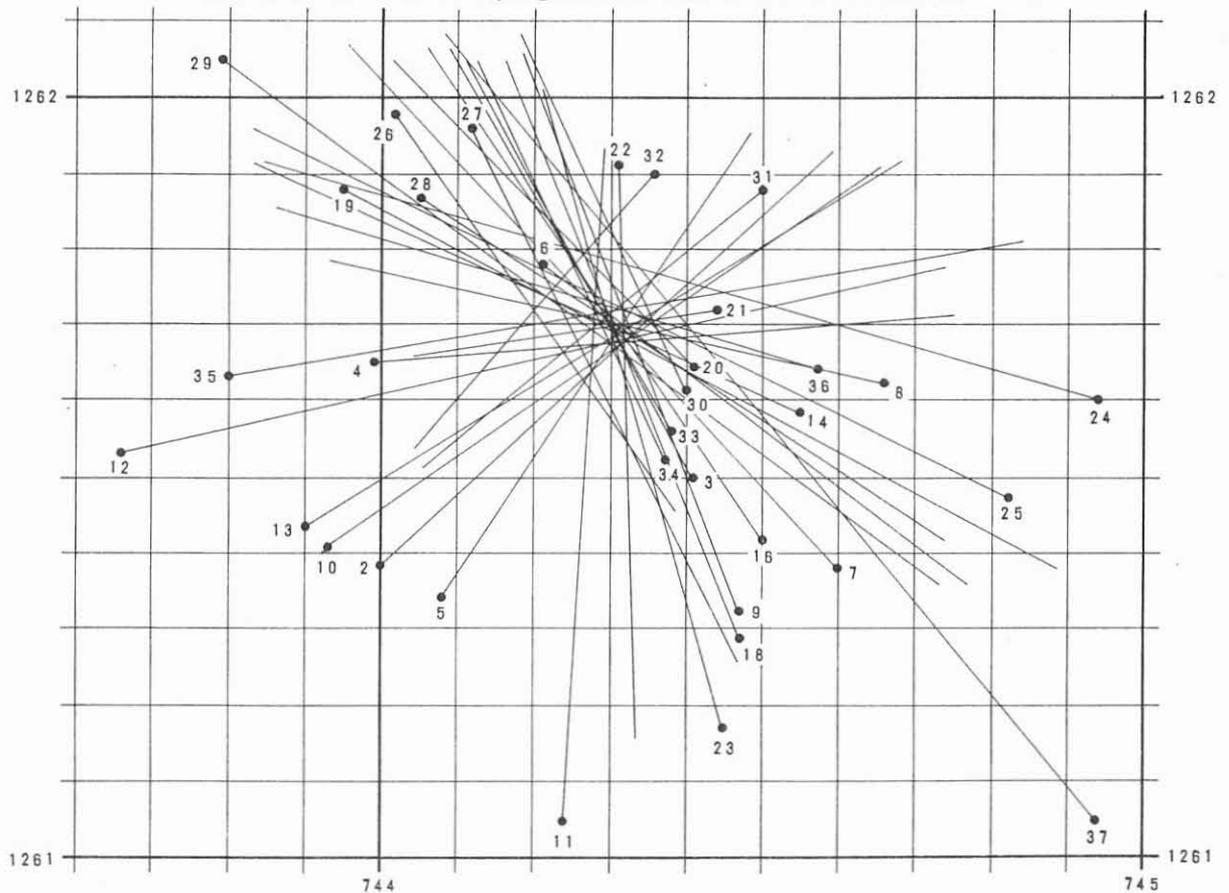
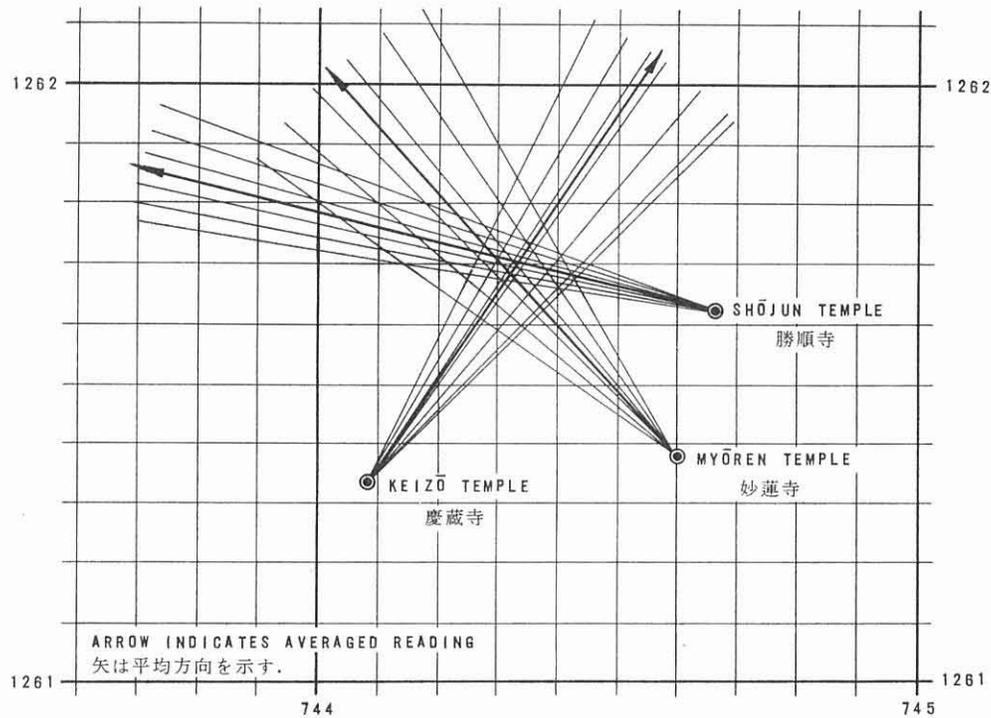


FIGURE 4 INDIVIDUAL READINGS AT KEIZŌ MYŌREN AND SHŌJUN TEMPLES
SHOWING SPREAD OF READINGS

図4 測量値の拡がりを示すための慶蔵院，妙蓮寺，
勝順寺における個々の計測



Determination of the Hypocenter

The location of the hypocenter was determined using the least squares method and minimizing the quantity $\sum n_1 d_1^2$, where d_1 is the perpendicular distance from each line of bearing to the hypocenter (xy) , and n_1 the number of readings at each location $(x_1 y_1)$. The total number of readings, as shown in Table 1, was 1178.

The following procedure was used in the calculations. The distance d_1 in Figure 5 is given by

$$d_1 = AB - AC$$

$$= (y - y_1) \cos \alpha_1 - (x - x_1) \sin \alpha_1$$

where α_1 is the angle as measured from the thermal shadow.

爆心地点の決定

爆心地点の位置は最小二乗法を用い、 $\sum n_1 d_1^2$ が最小になるようにして決定した。但し d_1 は爆心地点 (xy) の方向に引いた各線に対する垂直距離とし、 n_1 は各地点 $(x_1 y_1)$ における測量数とする。測量総数は表1にある如く、1178件である。

計算は次の方法で行なつた。図5の距離 d_1 は下記のようにして求めた。

但し、 α_1 は熱線の影について計測した角度である。

TABLE 1 HYPOCENTER MEASUREMENTS

表1 爆心地点を求めるための測量

LOCATION NUMBER AND NAME 地点番号および名称		AMS L902 COORDINATES AMS L902 の座標	AVERAGE PROJECTION FROM MAG. NORTH 磁北に対する平均方位角	NUMBER OF READINGS 測定の回数
1	SHOKAKU TEMPLE 正覚寺	45.22X61.87	259°	7
2	JOEN TEMPLE 浄円寺	44.00X61.38	47	181
3	SENSHO TEMPLE 専勝寺	44.41X61.50	332	93
4	JISEN TEMPLE 慈仙寺	43.99X61.65	85	214
5	KEIZO TEMPLE 慶蔵院	44.08X61.34	34	35
6	SAIREN TEMPLE 西蓮寺	44.21X61.78	127	30
7	MYOREN TEMPLE 妙蓮寺	44.60X61.38	317	101
8	SHOJUN TEMPLE 勝順寺	44.66X61.62	283	39
9	KOKUTAI TEMPLE 国泰寺	44.47X61.29	338	91
10	MYOHO TEMPLE 妙法寺	43.93X61.41	55	115
11	RYUKO TEMPLE 隆向寺	44.24X61.05	4	14
12	JOKOKU TEMPLE 浄国寺	43.66X61.53	77	85
13	DEMPUKU TEMPLE 伝福寺	43.90X61.43	58	50
14	YASUDA LIFE INSURANCE CO. 安田生命	44.55X61.58	295	17
15	YASUDA BANK 安田銀行	44.82X61.47	296	16
16	FUKOKU LIFE INSURANCE CO. 富国生命	44.50X61.42	326	16
17	YOROZUYO BRIDGE 万代橋	43.85X60.85	30	11
18	NIPPON BANK 日本銀行	44.47X61.32	339	11
19	HONKAWA GRADE SCHOOL 本川小学校	43.95X61.89	118	11
20	DAIICHI BANK 第一銀行	44.41X61.64	316	3
21	CHIYODA LIFE INSURANCE CO. 千代田生命	44.44X61.72	261	10
22	GOKOKU SHRINE (Outer Gate) 護国神社(外門)	44.31X61.91	178	3
23	KOKUTAI TEMPLE 国泰寺	44.45X61.17	345	2
24	SEIRYU TEMPLE 正隆寺	44.94X61.60	286	2
25	SORAZAYA SHRINE 空鞘神社	43.96X62.29	156	2
26	AIOI BRIDGE (West End)* 相生橋(西詰)*	44.02X61.98	145	2
27	AIOI BRIDGE (East End) 相生橋(東詰)	44.12X61.96	153	3
28	AIOI BRIDGE (South End) 相生橋(南詰)	44.05X61.87	123	2
29	KIYOZUMI TEMPLE 清住寺	43.79X62.05	126	3
30	SANWA BANK 三和銀行	44.40X61.61	335	2
31	MONUMENT(West Parade-Ground) 忠魂碑(西練兵場)	44.50X61.88	230	1
32	WEST RECONSTRUCTION BOARD 西部復興事務所	44.36X61.90	210	1
33	BANK CLUB 銀行倶楽部	44.37X61.52	355	1
34	NIPPON LIFE INSURANCE CO. 日本生命	44.38X61.56	330	1
35	HONKAWA GEIBI BANK 芸備銀行本川支店	43.80X61.63	80	1
36	OSAKA BANK 大阪銀行	44.57X61.64	286	1
37	COURT 裁判所	44.94X61.05	320	1

*AIOI BRIDGE IS 'T' SHAPED, HENCE THREE ENDS

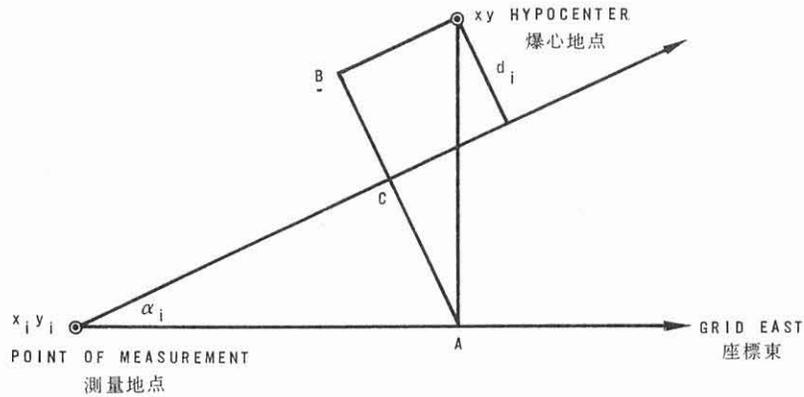
相生橋は「T」型であるので、渡り口が3つある。

TOTAL NUMBER OF READINGS 1178

測定の合計回数: 1178

FIGURE 5 PROCEDURE USED FOR CALCULATING LOCATION OF THE HYPOCENTER

図5 爆心地点の計算に用いられた方法



The best value of the hypocenter was defined as that for which the quantity $\Delta = \sum n_i d_i^2$ is minimal. Therefore the partial derivatives of Δ with respect to x and y are set equal to zero.

爆心地点の値の最善のものは $\Delta = \sum n_i d_i^2$ の値が最小のものと定義された。従つて、 x 及び y について夫々の偏微分を零に等しく取る。即ち

$$-1/2 \frac{\partial \Delta}{\partial x} = \sum n_i d_i \sin \alpha_i = 0$$

$$1/2 \frac{\partial \Delta}{\partial y} = \sum n_i d_i \cos \alpha_i = 0$$

The value of d_i is substituted into the above equations to give

上記の方程式に d_i の値をおき換えると次の如くなる。

$$x \sum n_i \sin^2 \alpha_i - y \sum n_i \sin \alpha_i \cos \alpha_i = \sum x_i n_i \sin^2 \alpha_i - \sum y_i n_i \sin \alpha_i \cos \alpha_i$$

$$\text{and } x \sum n_i \sin \alpha_i \cos \alpha_i - y \sum n_i \cos^2 \alpha_i = \sum x_i n_i \sin \alpha_i \cos \alpha_i - \sum y_i n_i \cos^2 \alpha_i$$

及び

To simplify the above, let これを簡単にするため

$$A_i \equiv n_i \sin^2 \alpha_i \quad \sum A_i \equiv A \quad \sum A_i x_i = P$$

$$B_i \equiv n_i \sin \alpha_i \cos \alpha_i \quad \sum B_i \equiv B \quad \sum B_i x_i = Q$$

$$C_i \equiv n_i \cos^2 \alpha_i \quad \sum C_i \equiv C \quad \sum B_i y_i = R$$

$$\sum C_i y_i = S$$

Then とすれば

$$Ax - By = P - R$$

$$Bx - Cy = Q - S$$

which may easily be solved for x and y , the co-ordinates of the hypocenter:

となり、爆心地点の座標 x 及び y は簡単に得られる。

$$x = \frac{C(P - R) - B(Q - S)}{AC - B^2},$$

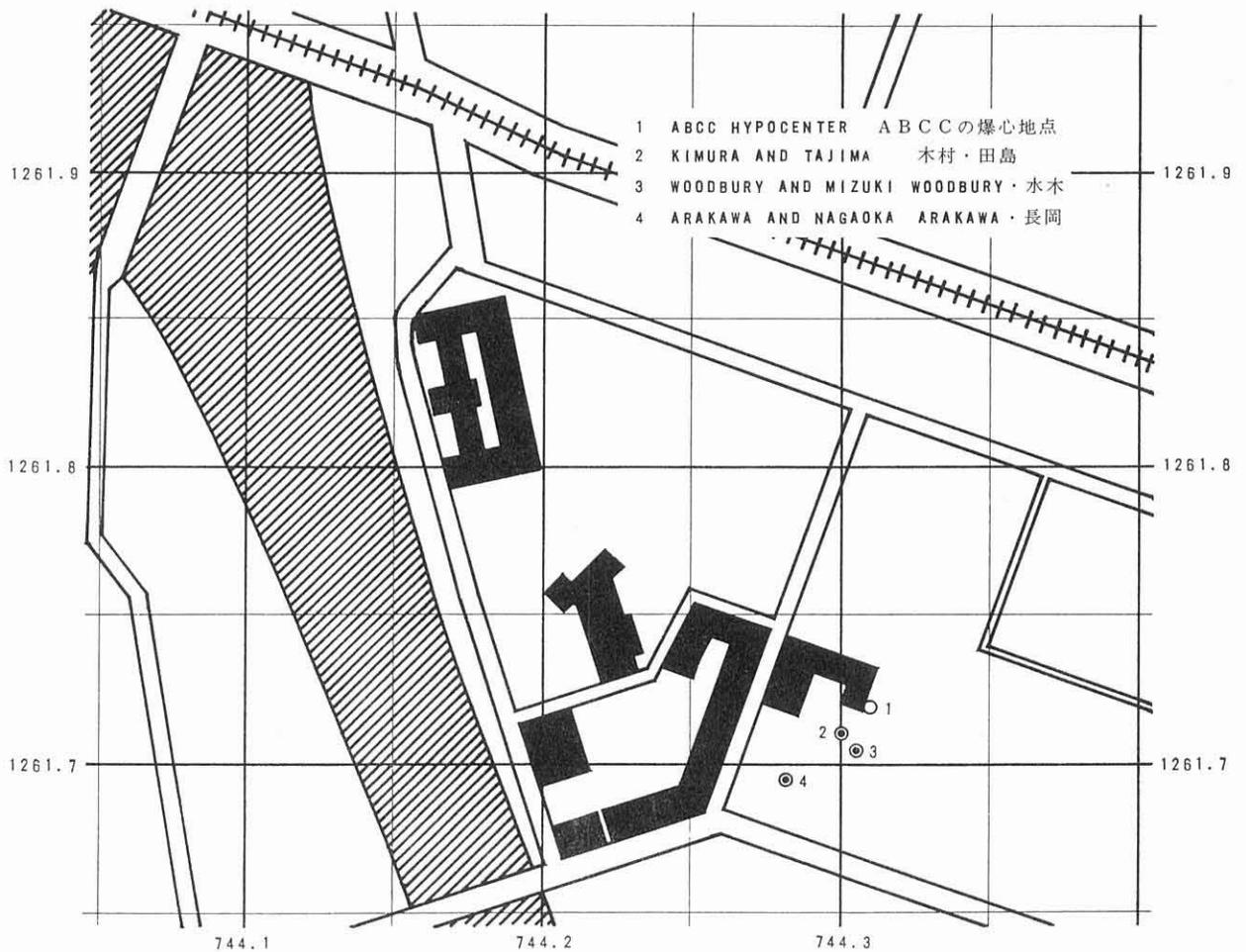
$$y = \frac{B(P - R) - A(Q - S)}{AC - B^2}$$

The result obtained is shown in Figure 6. This point has co-ordinates $x = 744.281$ and $y = 1261.696$ on the U.S. Army Map Service map of Hiroshima (AMS L902) using the world polyconic grid system, and is 45 meters south of the northwest corner of the Shima Hospital. The standard deviations of the measurements used in this determination are 41 meters and 21 meters respectively for the x and y co-ordinates and the standard deviations of the estimate of the hypocenter are 1.2 meters and 0.6 meter respectively.

その結果は図6の如くである。この地点は世界多円錐座標方式を用いて、米陸軍測量部で作成したAMS L902広島地図の $x = 744.281$ と、 $y = 1261.696$ の座標を以て示され、島病院の北西隅より45m南方の位置にある。この決定の基になった測定の標準偏差は、 x 及び y の座標について夫夫41mと21mで、爆心地点推定値の標準偏差は夫夫1.2mと0.6mである。

FIGURE 6 MAP OF THE HYPOCENTER AREA SHOWING THE VARIOUS DETERMINATIONS

図6 各決定値を示す爆心地付近の地図



Determination of the Height of Burst

The height of burst was computed for each individual angle of elevation reading listed in Appendix II after the distance from the hypocenter (744.281 x 1261.696) of each measurement point had been determined. The calculated mean value of all 1172 readings is 606 meters with a standard deviation of 74 meters in the measurements. The standard deviation of the mean value, however, is $\frac{74}{\sqrt{1172}}$ or 2 meters. In

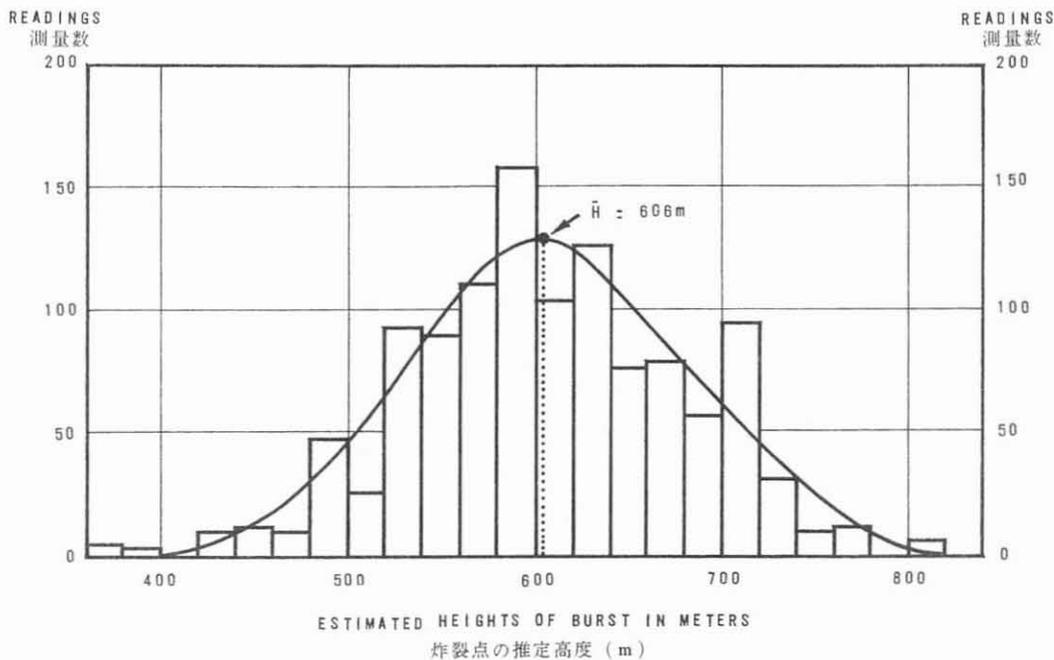
Figure 7 the number of readings for each 20 meter interval, say from 560 to 580 meters, is plotted against the heights as calculated from each angle of elevation reading. The smooth curve is drawn on the assumption that the data follow a normal distribution.

炸裂点の高度の決定

炸裂点の高度は、各測量地点の爆心地点 (744.281 x 1261.696) からの距離を測定した後、夫々の仰角 (付録II参照) について計算した。総数1172の仰角について計算した平均値は、606mで、その標準偏差は74mである。しかしながら、平均値の標準偏差は $\frac{74}{\sqrt{1172}}$ 即ち2mである。図7には20m間隔、例えば560mから580mまでの測量数とそれぞれの仰角計測値から計算された炸裂点の高さを示した。図のなだらかな曲線は、資料が正常な分布を示しているとの仮定のもとに描いたものである。

FIGURE 7 FREQUENCY DISTRIBUTION OF CALCULATED HEIGHT OF BURST

図7 算出された炸裂高度の度数分布



Summary and Discussion

The data presented show that the point of detonation of the Hiroshima A-bomb is 606 meters directly above the co-ordinates 744.281 x 1261.696 on the U.S. Army Map Service map of Hiroshima (AMS L902, 1945). The standard deviation of the mean burst height is 2 meters and that of the hypocenter (ground zero) is 1.2 meters in the x co-ordinate and 0.6 meter in the y co-ordinate.

Two errors of undetermined magnitude must be considered:

1. The cemeteries could be located only to the nearest 9 meters, for an error of ± 4.5 meters. This error is probably random and introduces no bias into the determination of the estimates.
2. In the burst height measurements, a systematic error might result if the thermal shadows produced were not actually along the line of sight from the center of the fireball. This error is probably negligible since 80 per cent of the thermal energy in a nuclear explosion is emitted in the first 1.3 seconds, during which time the fireball has not begun to rise.³

The hypocenter determined in this report is 22 meters away from that determined by Kimura and Tajima and 35 meters from the Woodbury and Mizuki hypocenter presently used at ABCC for dosage calculations. However, if the assumption is made that the hypocenter shown in Figure 1 of the Woodbury and Mizuki report is correct in relation to the Shima Hospital and that the co-ordinate system is slightly in error, the Woodbury and Mizuki hypocenter co-ordinates become 44.305 x 61.705 according to the co-ordinate system used in this report. This is only 23 meters away from the point determined in this report. These differences are within the probable errors of the previous determinations.

総括及び考按

提出された資料によれば、広島における原爆炸裂点の位置は米陸軍測量部作成のAMS L902 広島地図における座標 744.281 × 1261.696 の直上 606m の空中である。炸裂点の平均高度の標準偏差は 2 m であり、爆心地点（零地点）の標準偏差は x 座標では 1.2 m, y 座標では 0.6 m である。

大きさは未定であるが、次の 2 つの誤差を考える必要がある。

1. 墓地の位置は 9 m 以内まで決定することが出来たが、その誤差は ± 4.5 m である。この誤差はおそらく無作為的なものであつて、推定値の決定に偏りを導入するものではないと思う。
2. 炸裂点の高度の測量では、もし熱線による影が実際に火球の中心からの直線上にないとすれば、一定の誤差をもたらすかも知れない。しかし、核爆発の際、エネルギーの 80% は最初の 1.3 秒間に発するものであり、その時間内には火球は未だ上昇し始めていないので、このような誤差は恐らく無視してよいと思う。³

ここに報告する我々の測定した爆心地点は、木村・田島両氏の測定したものと 22m の開きがあり、現在 ABC C で、線量測定に用いられている Woodbury・水木両氏のそれとは 35m 離れている。しかしながら、もし図 1 に示す Woodbury・水木報告の爆心地点が島病院であるということは正しいが、座標方式に僅かな誤差があると仮定すると、Woodbury・水木両氏の爆心地点は、この報告書に用いた座標方式によれば 44.305 × 61.705 となる。これは我々が測定した地点より僅々 23m 離れているに過ぎない。これらの差異は今迄の各測定における確率誤差の範囲内にある。

The height of burst differs by 29 meters from that determined by Kimura and Tajima, and is 26 meters higher than the presently accepted value of 580 meters. The 606 meters burst height, however, is in excellent agreement with Woodbury and Mizuki's estimate of 600 meters.

An increase of 26 meters in the burst height is reflected in an eight per cent decrease in dose at 800 meters from the hypocenter. This was determined as follows. From the Pythagorean theorem

$$S^2 = H^2 + R^2$$

where S is the slant distance from the burst point to a point on the ground, H is the height of burst, and R is the distance along the horizontal plane from the hypocenter. Differentiating the above with respect to H,

$$2S \frac{\Delta S}{\Delta H} = 2H \quad \text{or} \quad \Delta S = \frac{H}{S} \Delta H$$

即ち

The air dose D as a function of distance is given by the equation

$$D = D_0 \frac{e^{-S/\lambda}}{S^2}$$

where D_0 is the dose at the source and λ is the relaxation length. Differentiating the above with respect to S, we get

$$\frac{\Delta D}{\Delta S} = D_0 \frac{e^{-S/\lambda}}{S^2} \left(-\frac{1}{\lambda} - \frac{2}{S} \right)$$

$$\text{or} \quad \frac{\Delta D}{D} = \left(-\frac{1}{\lambda} - \frac{2}{S} \right) \Delta S = \left(-\frac{1}{\lambda} - \frac{2}{S} \right) \frac{H}{S} \Delta H$$

即ち

炸裂点の高さは、木村・田島両氏が測定したものより、29m の差があり、現在認められている 580 m よりも 26m 高い。しかしこの 606m の値は Woodbury・水木両氏の 600m とは殆んど一致しているといえる。

炸裂点の高さが 26m 増加することは、爆心地点より 800m の距離では線量が 8% 減少することになる。この算出は次の如くにして行なつた。ピタゴラスの定理から

S は炸裂点から地上の或る地点までの直線距離、H は炸裂点の高さ、R は爆心地点よりの水平距離である。H についてこれを微分すると

距離の函数としての空中線量 D は次の方程式により得られる。

但し D_0 は炸裂源における線量、 λ は線量減少の距離、S についてこれを微分すれば

If $R = 800$ meters, $\lambda = 300$ meters, $H = 600$ meters, and the error $\Delta H = 26$ meters, the relative error

$$\frac{\Delta D}{D} = \left[-\frac{1}{300} - \frac{2}{1000} \right] \frac{600}{1000} \times 26$$

$$= 0.083 \text{ or } 8.3\%$$

即ち

Similarly, the errors at distances from the hypocenter R of 1000 meters, 1500 meters and 2000 meters are calculated to be 6.7, 4.4 and 3.2 per cent respectively.

In a similar manner, the differences in dosage resulting from differences in hypocenter values can be calculated from the equation

$$\frac{\Delta D}{D} = \left[-\frac{1}{\lambda} - \frac{2}{S} \right] \frac{R}{S} \Delta R$$

and found to be approximately 15 per cent for all distances which are along the line joining the two determinations of hypocenter. This error decreases in cosine form to zero at 90° from the line joining the two determinations. A maximum relative error of 30 per cent is thus introduced in the doses calculated for two survivors exposed on opposite sides of the hypocenter along the line joining the two hypocenter determinations.

On the assumption that the survivors are uniformly distributed around the hypocenter for each distance interval, the average error (E_{ave}) is calculated to be 19 per cent of the maximum error (E_{max}).

$$E_{ave} = \frac{4(E_{max})}{2\pi} \int_0^{\pi/2} \cos \theta \, d\theta$$

$$= \frac{2}{\pi} E_{max} = 19\%$$

今, $R = 800\text{m}$, $\lambda = 300\text{m}$, $H = 600\text{m}$, 誤差 $\Delta H = 26\text{m}$ とすると, 相対誤差は

同様の計算により, 爆心地点よりの距離 R が 1000 m, 1500 m 及び 2000 m の場合の誤差は夫々 6.7% , 4.4% 及び 3.2% となる.

同じく, 爆心地点の値の開きに伴う線量の差は次の方程式から算出される.

測定された2種の爆心地点を結ぶ直線上の凡ての距離について, 夫々の差を上式から求めると約15%になった. この誤差は2つの爆心地点を結ぶ直線からの角度の cosine に比例して減少し, 爆心地点を結ぶ線から 90° の位置では零となる. このようにして, 2つの爆心地点を結ぶ線の反対側で被爆した2人の生存者について計算した線量の最大相対誤差は30%となる.

今, 被爆者が, 夫々の距離間隔について, 爆心地点の周囲に一様に分布していると仮定すれば, その平均誤差 (E_{ave}) は下記の如く, 最大誤差 (E_{max}) の19%となる.

Although this error is undesirable, the presently accepted hypocenter location and burst height will continue to be used in the present series of dose calculations (Tentative 1957 Dosages) for two reasons:

1. Dose calculations on the approximately 8000 shielding histories on file in Hiroshima are nearly complete and are being processed for use in various analyses. A recalculation would require six to eight months for completion.
2. It is anticipated that recalculation of doses will become necessary when either better attenuation data are made available or the air dose versus distance data are improved. The results obtained in this report should be utilized in all of these calculations.

この誤差は好ましくはないが、現在認められている爆心地点と炸裂点の高さは、次の2つの理由から、現行の線量測定計画（暫定線量、1957年）には引きつづき用いられる。

1. 広島における約8000件の遮蔽記録による線量計算は略々完了しており、各種の解析に用いるべく目下処理中である。新たに再計算を行なうとすれば完了迄に6—8箇月を要するであろう。
2. 線量減弱に関するよりよい資料が入手可能となるか、又は距離対空中線量のよりよき資料が出れば、線量の再計算が必要になるであろうことは予想される。この報告書に述べた成果はこれらの計算の凡てに利用されるべきである。

ACKNOWLEDGMENT

感謝の言葉

The authors would like to express their sincere appreciation to Mr. S. Ueda and Mr. M. Yamasaki, ABCC Department of Statistics, for their aid in analyzing these data.

The continuing assistance of Mr. H. Yamada, especially in the identification of temples and various buildings on the aerial photographs, is gratefully acknowledged.

資料の解析に御助力下さったABC統計部の上田・山崎の両氏に深甚な謝意を表する。

山田氏には特に、航空写真上における寺院や各種建物の確認について引きつづき御世話になつている。ここに深謝する。

APPENDIX I
付録 I
INDIVIDUAL MEASUREMENTS OF THE LOCATION OF THE HYPOCENTER

爆心地点を求めるための各測定値

1. SHOKAKU TEMPLE
正覚寺
AMS L902 Co-ordinates 44.00x61.38
座標

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	PROJECTION, MAG. NORTH 磁北からの方角
	260 ⁰
	256
	260
	260
	258
	258
	260
AVERAGE PROJECTION	平均方角 259
STANDARD DEVIATION	標準誤差 2
NUMBER OF READINGS	測定回数 7

2. JOEN TEMPLE
浄円寺
AMS L902 Co-ordinates 44.22x61.87
座標

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	PROJECTION, MAG. NORTH 磁北からの方角
	45 45 ⁰
	45 50 45 45 45
	50 50 45 45
	45 45 50 50
	50 50
	50 50 50 50
	46
	40
	40
	50
	50
	50
	47 60
	68 50 36
	36 54 30 54 52 52
	50 48 42 58 57
	48 38 55
	50 44 57 40
	55

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	PROJECTION, MAG. NORTH 磁北からの方角
	58 36 ⁰
	62 45
	42
	42 52
	53 54 50
	52 50
	34 52
	46 52
	54
	48 60 60 46 44
	38 38 54 54 52 62
	42 50 52 44
	32
	34 44
	42
	40 62
	40 38
	42
	50 40 54
	38 40
	44 26
	50 58
	63 40
	34
	52 52 52 50 32 34
	52 48 54 48 54
	52 52 38 30
	52 52 57 52 35 38
	58 62 42 54
	52 54 60 60 50 38 34
	52 60
	52
	50 42 54
	44 52 44 56
	45 57 41
	50 45 45 40
	50 45 50 50
	60 40
	45 50
	50 50

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	PROJECTION, MAG. NORTH 磁北からの方角
	40 40 ⁰
	45 50
	20 45 35
	35 45
	50 40 45 50
	40
	40 40 50 50
AVERAGE PROJECTION	平均方角 47 ± 8
NUMBER OF READINGS	測定回数 181

3. SENSHO TEMPLE
専勝寺
AMS L902 Co-ordinates 44.41X61.50
座標

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	PROJECTION, MAG. NORTH 磁北からの方角
	335 336 336 335 335 ⁰
	334 334 335 335 336 334
	330 330 329 331 334
	331 328 330 332 335
	330 329 227 326 326 325 324
	330 329 328 325
	331 330 329 328 324 330
	335 335 335 330 330 328 328 330
	335 332 332 331 330
	335 335 334 334 334 334
	334 334 332 332 330 330 330
	335 335 334 334 334 333
	335 335 335 334 335
	336
	330
	330
	335
	330
	335
	335
	335
	335
	332
	335
	335
	335
	335
	334
	335
	332
	330
	331
	332
	335
AVERAGE PROJECTION	平均方角 332
NUMBER OF READINGS	測定回数 93

4. JISEN TEMPLE
慈仙寺
AMS L902 Co-ordinates 43.98X61.66
座標

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	PROJECTION, MAG. NORTH 磁北からの方角
	90 90 90 90 ⁰
	74
	90 80 80
	90 90 90 78 80 78
	82 86 90 90
	90 90 90 78 78
	84 84 74 78
	90 68
	67 83
	74 78
	70 82 76 80 90 90 90
	80 90 90
	72 72 90 90
	68 75
	90
	90 90 64 76
	78
	90
	77 90
	82 85 86
	87 90 90 86
	82 90 86 90
	90
	78 90 90 90
	90 90 90 90 90 90
	90 82
	78 90 80 90 80 90
	82
	90 71 90 76 90 77
	78 90 78 85 90
	82 90 62 90 80 90
	88 90 88 90
	85 90 80
	86 90 90 90 88
	90 90 90 90 90 90 90
	87 90 90 90
	84 90 80 90 86 90 77 90
	90 90 90
	90 90
	90 90 87 83 90 73 80
	88 76 68
	76 76
	82

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	PROJECTION, MAG. NORTH 磁北からの方角
	90 80 90 80 ⁰
	78 90 90
	68 90
	79 79 90
	82 87 90
	88 82 90 84
	90 82
	70 88 90
	88 82
	74 89 84 90
	88 86 88 88
	88 78 88 90
	80 88 90
	86 87
	72 70 82 82
	76 80 81
	82 90 82 82
	72 80
	90
	90 68
AVERAGE PROJECTION	平均方角 85
NUMBER OF READINGS	測定回数 214

6. SAIREN TEMPLE
西蓮寺
AMS L902 Co-ordinates 44.21X61.78
座標

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	PROJECTION, MAG. NORTH 磁北からの方角
	127 ⁰
	148
	123
	114 123
	133 137
	132 121
	128 113
	135 130 127
	110
	122 130
	126 126
	120
	124
	126
	126
	138
	136
	124 128
	110
	140
	134
AVERAGE PROJECTION	平均方角 127
NUMBER OF READINGS	測定回数 30

5. KEIZO TEMPLE
慶蔵院
AMS L902 Co-ordinates 44.08X61.34
座標

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	PROJECTION, MAG. NORTH 磁北からの方角
	30 44 ⁰
	30 30 32 34
	30 35 40
	30 30 45 40
	26
	34
	34 34 40 32 33 34 35 34
	31
	30
	34
	33
	34 34 35 35
	33 33 35 34
AVERAGE PROJECTION	平均方角 34
NUMBER OF READINGS	測定回数 35

7. MYOREN TEMPLE
妙蓮寺
AMS L902 Co-ordinates 44.60X61.38
座標

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	PROJECTION, MAG. NORTH 磁北からの方角
	315 315 317 317 316 315 ⁰
	320 318 318 317 315 315
	320
	320 318 318 317
	315 315 316 319 320
	315 317 318 318
	310 311 315 315 316 315
	320 318 315
	315 315 317 320 320 320
	320 320 318 315 310 320
	318 317 317 315 314 320
	317 317 316 316 314 320
	315 316 316
	315
	320 315
	325 320 305 315
	315 320

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	PROJECTION, MAG. NORTH 磁北からの方角
	340 ⁰
	330
	330
	330
	330
	330 345
AVERAGE PROJECTION	平均方角 338
NUMBER OF READINGS	測定回数 91

10. MYŌHŌ TEMPLE
妙法寺

AMS L902 Co-ordinates 43.93X61.41
座標

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	PROJECTION, MAG. NORTH 磁北からの方角
	54 ⁰
	44
	44
	58
	50 46
	44
	50
	40
	52
	62 62 60
	62
	58
	64 58
	58 52 52
	54
	52
	50 50 48
	62
	68 64 62 58
	58
	60 60 56 58
	54
	50 60
	55 55 68 48 52 68 68
	60 60 60
	58 58
	50
	62 60 50 66 68 50 52
	62 52 52 64
	62
	60 60 60 50 50 52
	52 50 52
	52
	48 55
	44

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	PROJECTION, MAG. NORTH 磁北からの方角
	52 52 ⁰
	58 60 60 50 50
	50 48
	40
	54
	60 60
	60 60
	60 50
	50 50
	60
	50 50
	58
	50 50
	52 60 56
	60
	50
	58
	52
	56
	52 62
	62 58
	52 52
AVERAGE PROJECTION	平均方角 55
NUMBER OF READINGS	測定回数 115

11. RYŪKŌ TEMPLE
隆向寺

AMS L902 Co-ordinates 43.24X61.05
座標

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	PROJECTION, MAG. NORTH 磁北からの方角
	7 7 13 13 ⁰
	4
	4
	10
	10
	15
	2
	8
	12
	6
	4
AVERAGE PROJECTION	平均方角 4
NUMBER OF READINGS	測定回数 14

12. JŪKOKU TEMPLE
 浄国寺
 AMS L902 Co-ordinates 43.66X61.53
 座標

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	PROJECTION, MAG. NORTH 磁北からの方角
	80 80 78 77 75 ⁰
	75 81 80 74
	75 75 76 82 80
	80 75 80 77 75
	80 81 78 77 76
	80 81 78 77 79 80
	80 80 78 78 75
	77 77 78 80 80 79
	80 80 75 76 76
	80 80 77 74 75 76
	75 75 78 78 80 75 75 75 77
	80 80 76 76 75
	80 80 78 75 74
	75 75 81 80
	77 78 80 76 75
	80 70 75 75 70
AVERAGE PROJECTION	平均方角 77
NUMBER OF READINGS	測定回数 85

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	PROJECTION, MAG. NORTH 磁北からの方角
	60 60 70 60 ⁰
	60
	58 58
	50
	68
	64 52 52
	58
	68
	68
AVERAGE PROJECTION	平均方角 58
NUMBER OF READINGS	測定回数 50

13. DEMPUKU TEMPLE
 伝福寺
 AMS L902 Co-ordinates 43.90X61.43
 座標

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	PROJECTION, MAG. NORTH 磁北からの方角
	54 ⁰
	60 60 60
	55 55
	55 55
	60 60
	60 65 70
	55 65
	52
	58
	45
	64
	45 70
	60 58
	58 58
	62 50 50
	60
	50
	47
	58 70
	56 58

LOCATION NUMBER AND NAME 位置番号及び場所名	Co-ordinates 座標	PROJECTION FROM MAG. NORTH(°) 磁北からの方角
14 YASUDA LIFE INSURANCE CO. 安田生命	44.55X61.58	300 300 299 298 298 298 297 295 295 293 293 293 293 290 290 290 290 300
15 YASUDA BANK 安田銀行	44.82X61.47	300 300 297 290 292 292 289 290 291 292 290 290 304 308 306 305
16 FUKOKU LIFE INSURANCE CO. 富国生命	44.50X61.42	330 330 320 325 325 328 328 330 329 321 328 322 328 325 324 320
17 YOROZUYO BRIDGE 万代橋	43.85X60.85	30 30 30 28 29 29 28 30 31 30 31
18 NIPPON BANK 日本銀行	44.47X61.32	342 340 339 340 340 337 337 338 335 350 340
19 HONKAWA GRADE SCHOOL 本川小学校	43.95X61.89	120 119 120 120 122 121 120 115 111 120 110
20 DAIICHI BANK 第一銀行	44.41X61.64	312 315 320
21 CHIYODA LIFE INSURANCE CO. 千代田生命	44.44X61.72	252 255 257 260 262 262 262 266 268 268
22 GOKOKU SHRINE (Outer gate) 護国神社 (外門)	44.31X61.91	350 5 0
23 KOKUTAI TEMPLE 国泰寺	44.45X61.17	350 340
24 SEIRYU TEMPLE 誓立寺	44.94X61.60	278 295
25 SORAZAYA SHRINE 空鞘神社	43.96X62.29	335 337
26 AIOI BRIDGE (West end) 相生橋 (西詰)	44.02X61.98	340 310
27 AIOI BRIDGE (East end) 相生橋 (東詰)	44.12X61.96	336 322 340
28 AIOI BRIDGE (South end) 相生橋 (南詰)	44.05X61.87	315 290
29 KIYOZUMI TEMPLE 清住寺	43.79X62.05	130 125 122
30 SANWA BANK 三和銀行	44.40X61.61	338 332

APPENDIX II

付録 II

INDIVIDUAL MEASUREMENTS OF THE HEIGHT OF BURST

炸裂点の高度を求めるための各測定値

DEMPUKU TEMPLE

伝福寺

AMS L902 Co-ordinates 43.90X61.45

座標

DISTANCE FROM HYPOCENTER 425 m.

爆心地からの距離

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	ANGLE OF ELEVATION(°) 仰角
	55 57 58 59 55
	54 56 57 59 60
	63 61 60
	57 56 56 55
	54 54 58 58 57 60
	55 55 57 58 55
	56 58 58 59 31
	56 58 58 59 56
	57 58 56 55 54
	56 57 58
	55 57 58 59 60 48
	60 60 57 56 58
	58 57 55
	61 55 55
	58 59 55
	54 58
	58 58 57
	54 54 58 60
	55 55 57 58
	56 58 60
	56 58 59
	54 54 57 57 60
	60 58 57 56
	57 56 56
	59 57 57 55 55
	61 59 57
	60 59 54
	58 58 57 55 54
	60 55 54
	60 56 54 55
	59 56 54
	60 59 59 54
	59 56 55
	50
	59
	60

JISEN TEMPLE

慈仙寺

AMS L902 Co-ordinates 43.99X61.65

座標

DISTANCE FROM HYPOCENTER 269 m.

爆心地からの距離

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	ANGLE OF ELEVATION(°) 仰角
	65
	65
	65
	65
	65
	68
	65
	67
	61 61 62 63 64 64 65 65 65
	62 62 64 60 65 60
	63 65 67 68 68
	63 64 64 65 65 68 65
	64 64 65 65 67 68 65 67
	66 67 68 68

JŌEN TEMPLE

浄円寺

AMS L902 Co-ordinates 44.00X61.38

座標

DISTANCE FROM HYPOCENTER 389 m.

爆心地からの距離

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	ANGLE OF ELEVATION(°) 仰角
	60 61 58
	59 57 60 61 61
	60 61 59 58 57
	61 60 60 59 58
	58 58 56 61 58
	58 59 57 62 61 58
	58 58 61 62
	59 60 61 61 60
	56 56 58 59 60 56
	57 57 58 60 61
	58 59 60 61 59
	58 60 60
	60 61 58

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	ANGLE OF ELEVATION(°) 仰角
	60 62 57 59
	59 60 62 62 61
	58 57 57
	56 57 60 60 61
	57 58 60 61 62
	57 57 60 59
	56 58 58 61 61
	60 61 59 57
	57 58 56 62
	59 59 62
	60 60 61 54 57
	61 60 57 55
	61 60 57
	60 57 57 58
	62 60 59
	61 59 59
	62 58 57 57
	61 59 54
	62 61 61
	61 59 58 58
	59 60
	61 60 59 57
	60 57
	61 60 60
	60 59 58 58
	62 61 61
	61 62 59 59
	62 61 61 58 59
	60
	60
	60
	58

JŌKOKU TEMPLE
浄国寺
AMS L902 Co-ordinates 43.66X61.53
座標
DISTANCE FROM HYPOCENTER 588 m.
爆心地からの距離

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	ANGLE OF ELEVATION(°) 仰角
	42
	42
	36
	48
	36
	40
	44
	36 36 40 38 43 46 45
	40 40 45 43 40
	41 40 46 45 42

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	ANGLE OF ELEVATION(°) 仰角
	40 40 42 43 43 40
	38 38 40 43 43 38
	40 42 42 44 45 43
	34 34 37 39 40 40
	40 40 43 44 45 46 40
	40 40 39 45 45
	34 34 37 40 41 42 34
	42 42 45 46 48
	42 42 45 45
	40 40 45 46 47 40
	32 32 40 38 37 32
	42 42 47 47 42
	45 45 46 44 42 45
	32 32 37 40 45 32

KEIZŌ TEMPLE
慶蔵院
AMS L902 Co-ordinates 44.08X61.34
座標
DISTANCE FROM HYPOCENTER 367 m.
爆心地からの距離

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	ANGLE OF ELEVATION(°) 仰角
	55 56 57 55
	55 59 60 58
	58 58 59 60 61 61 58
	55 54 60 57 55
	58
	55
	60

KOKUTAI TEMPLE
国泰寺
AMS L902 Co-ordinates 44.47X61.29
座標

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	ANGLE OF ELEVATION(°) 仰角
	50
	52
	50
	53
	54
	54
	50
	48
	52
	56
	50
	56
	60 59 56 53 52 60
	56 54 54 52 52 56 52

MYOHŌ TEMPLE

妙法寺

AMS L902 Co-ordinates 43.92X61.41

座標

DISTANCE FROM HYPOCENTER 414 m.

爆心地からの距離

50 50 50 53 54 55 55 50
54 54 53 53 51
48 49 50 53 46
60 57 55 52 52 60
55 54
55 52 51
56 52 52
54 52 51
55 54 52
56 52 50 47
56 55 53 54
55 54 54 54
53 54 56 60 57
56 50 54
56 55 52
55 54 54
55 54 53
54 54 52 50 54
56 55 53 52
56 56 54 54
56 54 52
55 55 50
54 53 52 52
50 52 55
56 54 53 53
57 55 54 54
54 53 52
56 55 54
55 55 50 50
57 57 54 53 53 53
55 54 54 53 52 54
50 53 54 54 55 56 50
54 53 52 56 50
50 50 52 54 54 50
62 57 55 55 54 52 62
54 54 53 55 56 54
54 54 55 55 55 53 54
55 54 53 58 56
54 54 55 56 56 54
56 55 54 54

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	ANGLE OF ELEVATION(°) 仰角
	63
	63
	62
	64
	65
	65
	58
	60
	60
	58
	58
	60 57 58 59 57 55 65
	58 57 56 55 55 60
	58 58 60 56 56
	55 55 56 58 59 55
	60 60 55 54 58 56 60
	60 59 59 57 65
	63 63 54 53 52 50 62
	63 58 54 53 50 63
	52 52 50 51 52 52
	53 53 54 55
	57 57 58 59 60 57
	65 61 60 57 55
	60 60 58 57 56 60
	65 63 65 62 62 57 62 65
	58 58 57 56 55 58
	65 60 60 59 59 65
	60 60 55 60 57 57 60
	58 57 56 56
	57 58 59 56
	60 60 57 56 56 55 60
	58 58 57 56 54
	65 60 59 58 57 65
	57 56 56 55 54
	62 60 56 55
	59 57 56
	60 58
	62 58 57 55 65
	60 57 57 56
	57 56
	60 59 56
	58 57 55
	60 56 55 55
	61 57 54 55
	60 57 56

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	ANGLE OF ELEVATION(°) 仰角
	60 59
	60 59 58 55
	59 59 56 55
	54
	59 57 57
	60 59 55 54
	58 56 54
	60 57 55 55
	60 57 54 60
	59 56 55 55
	58 57 53
	54
	59 58 54
	59 59 60 56 55
	57 56 56 62
	59 58 58 53 53
	60 57 55 54 60
	59 56 53 58 65 58

MYÖREN TEMPLE
妙蓮寺
AMS L902 Co-ordinates 44.60X61.38
座標
DISTANCE FROM HYPOCENTER 414 m.
爆心地からの距離

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	ANGLE OF ELEVATION(°) 仰角
	55
	55
	55
	54
	54
	55
	57
	54
	52
	57
	54
	54
	54
	52
	57
	57
	55
	54 54 55 55 56 54
	55 53 54 53 55 55 50
	54 54 55 52
	52 52 53 54 55
	54 54 53 52 54
	52 52 53 54 54 52
	55 54 52

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	ANGLE OF ELEVATION(°) 仰角
	54 53 53 51 51 55
	55 55 54 53 55
	52 52 54 54 55 52
	55 55 54 54 53 55
	54 52 53
	55 55 52 52 54 55
	55

SENSHŌ TEMPLE
専勝寺
AMS L902 Co-ordinates 44.41X61.50
座標

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	ANGLE OF ELEVATION(°) 仰角
	65
	65
	74
	65
	72
	72
	70 71 72 72 74
	71 71 72 72 73 74
	71 71 72 74
	71 72 73 73 74
	71 71 72 73 73 73 74
	71 72 72 74
	71 72 72 72 75
	70 71 71 72 72 73 74
	71 71 72 72 73
	71 72 72 73 74
	70 71 71 72 72 72 72
	71 71 71 72 72 73
	71 71 72 73

SHŌJUN TEMPLE
勝順寺
AMS L902 Co-ordinates 44.66X61.62
座標

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	ANGLE OF ELEVATION(°) 仰角
	54 56 58 54
	57 60 58 62
	54 54 60 59 54
	55 56 56 60 61 56
	57 58 60 62
	56 57 57 60
	57
	50
	52

GRAVES IN CEMETERY 墓地内の墓石	ANGLE OF ELEVATION(°) 仰角
	56
	51
	55

NAME 場所名	DISTANCE IN METERS 距離 (m)	CO-ORDINATES 座標	ANGLE OF ELEVATION (°) 仰角
FUKOKU LIFE INSURANCE CO. 富国生命	326	44.50X61.42	58 58 58 58 58 59 59 59 59 60 60 60 61 61 61
HONKAWA GRADE SCHOOL 本川小学校	348	43.95X61.89	56 56 58 58 58 59 59 60 60 60
AIOI BRIDGE (West end) 相生橋 (西詰)	350	44.02X61.98	57 58 58 58 58 58 59 59 59 59 59 59 60 60 60
YASUDA LIFE INSURANCE CO. 安田生命	260	44.55X61.58	64 65 65 65 65 65 65 66 66 66 66 66 67 67 67 67
DAIICHI BANK 第一生命	130	44.41X61.64	75 76 76 76 76 77 77 77 78 78
NIPPON BANK 日本銀行	389	44.47X61.32	52 53 53 53 53 55 55 56 58
YASUDA BANK 安田銀行	536	44.82X61.47	44 44 44 44 44 45 46 46 47 47 47 47
YOROZUYO BRIDGE 万代橋	871	43.85X60.85	31 31 31 32 32 32 32 33 34 35 35
GOKOKU SHRINE (Base of Lion Statue) 護国神社 (唐獅子台)	342	44.22X62.10	57 57 58 58 59
GOKOKU SHRINE (Stone Lantern) 護国神社 (石燈籠)	370	44.22X62.10	55 55 55 56 56 56 57 57

REFERENCES 参考文献

1. 木村一治 (Kimura, K.) 田島英三 (Tajima, E.)
原子爆弾の爆発地点及び火球の大きさ. 原子爆弾災害調査報告集. 東京, 日本学術振興会1953,
第1分冊, pp. 83-88.
(Location of atomic bomb explosion and size of the fire ball. Collection of
Investigation Reports on Atomic Bomb Disaster. Tokyo, Nihon Gakujutsu Shinko Kai,
1953. Vol. I, pp. 83-88.)
2. Yamasaki, M. (山崎 満): Calculations filed in computing section, Department of
Statistics, ABCC.
(A B C C 統計部計算課保管の計算資料)
3. The Effects of Nuclear Weapons, ed. by S. Glasstone. U.S. Atomic Energy Commission,
1957.
(核兵器の効果)