

FOREIGN BODIES RADIOGRAPHICALLY DEMONSTRATED  
IN ATOMIC BOMB SURVIVORS

原爆被爆生存者に X 線学的に証明された異物

SHOZO TAMURA, M.D. 田村正三  
HIDEO ONITSUKA, M.D. 鬼塚英雄  
KELVIN K. LEE, M.A.  
YUKIKO SHIMIZU, B.S. 清水由紀子  
WALTER J. RUSSELL, M.D., D.M.Sc.



RADIATION EFFECTS RESEARCH FOUNDATION  
財団法人 放射線影響研究所

A cooperative Japan - United States Research Organization  
日米共同研究機関

## ACKNOWLEDGMENT

### 謝 辞

The considerable assistance of Mr. Kenneth B. Noble in facilitating access to historical background soon after the A-bombs and for his assistance in the planning of this investigation are gratefully acknowledged. We are indebted to Thomas W. Greenlees, M.D. and Gene Katayama, M.D. for reviewing this manuscript, and for their suggestions. We are also indebted to Mr. Hisao Katagami for providing the necessary shielding information and the data concerning histories of glass cuts among the survivors. We are grateful to Miss Masako Shimooka for her assistance in the preparation of this manuscript.

原爆直後の歴史的背景に関する詳細な情報入手を容易にし、本調査の計画立案にも協力下さった Mr. Kenneth B. Noble, 本稿の検討および助言を仰いだ Dr. Thomas W. Greenlees および片山 仁博士, 必要な遮蔽資料および被爆者のガラスによる外傷歴に関する資料を提供された片上久夫氏, ならびに本稿の作成に協力された下岡雅子氏に感謝いたします。

## RERF TECHNICAL REPORT SERIES

### 放影研業績報告書集

The RERF Technical Reports provide the official bilingual statements required to meet the needs of Japanese and American staff members, consultants, and advisory groups. The Technical Report Series is in no way intended to supplant regular journal publication.

放影研業績報告書は、日米専門職員、顧問、諮問機関の要求に応えるための日英両語による公式報告記録である。業績報告書は決して通例の誌上発表論文に代わるものではない。

---

*The Radiation Effects Research Foundation (formerly ABCC) was established in April 1975 as a private nonprofit Japanese Foundation, supported equally by the Government of Japan through the Ministry of Health and Welfare, and the Government of the United States through the National Academy of Sciences under contract with the Energy Research and Development Administration.*

放射線影響研究所(元 ABCC)は、昭和50年4月1日に公益法人として発足した。その経費は日米両政府の平等分担とし、日本は厚生省の補助金、米國はエネルギー研究開発局との契約に基づく米國学士院の補助金とをもって充てる。

FOREIGN BODIES RADIOGRAPHICALLY DEMONSTRATED  
IN ATOMIC BOMB SURVIVORS

原爆被爆生存者に X 線学的に証明された異物

SHOZO TAMURA, M.D. (田村正三)<sup>1</sup>; HIDEO ONITSUKA, M.D. (鬼塚英雄)<sup>1</sup>;  
KELVIN K. LEE, M.A.<sup>2</sup>; YUKIKO SHIMIZU, B.S. (清水由紀子)<sup>2</sup>;  
WALTER J. RUSSELL, M.D., D.M.Sc.<sup>1</sup>*Departments of Radiology<sup>1</sup> and Epidemiology and Statistics<sup>2</sup>*放射線部<sup>1</sup> および疫学統計部<sup>2</sup>

## SUMMARY

The prevalence of roentgenologically-detected foreign bodies among atomic bomb survivors was studied as an indicator of the A-bomb blast effects. Acupuncture was studied as an indicator of possible A-bomb-related abnormalities for which it was administered. All available roentgenograms of Adult Health Study (AHS) subjects which demonstrated foreign bodies were reviewed. The frequency of glass and metal foreign bodies and of acupuncture needles was analyzed in detail. Analyses were made by distance from the hypocenter, sex, age, body sites involved, and shielding at the time of the A-bomb (ATB). The presence of glass fragments correlated closely with distance from the hypocenter, with heavy shielding from the A-bombs, and with adulthood, and they were more frequent in the chest than in the hand and wrist. On the contrary, metal foreign bodies were more frequent in the hand and wrist than in the chest, and were not associated with distance from the hypocenter or heavy shielding. The prevalence of acupuncture needles increased with age, but did not correlate with A-bomb dose.

## BACKGROUND

Several types of foreign bodies have been radiologically demonstrated in participants of the AHS in Hiroshima and Nagasaki.<sup>1</sup> These foreign bodies can conceivably reflect some of the

## 要約

異物の認められたすべての成人健康調査対象者の X 線写真を再検討し、原爆被爆者に X 線上証明された異物の頻度を、原爆爆風による傷害の指標として調査した。また、これらの人々にみられた鍼異物の頻度も被爆によって起こるとみられる体の異常の指標として検討を加えた。様々の異物のうち、特にガラス、金属、鍼の頻度について、爆心地からの距離、性別、被爆時年齢、異物のみられた身体の部位、被爆時の遮蔽状態との関係について解析を行った。ガラス異物の頻度と、爆心地からの距離、重遮蔽および年齢との間に密接な相関が認められ、ガラス異物は身体の部位では手よりも胸部に多くみられた。これに反して、金属異物は胸部より手に多く、その頻度と爆心地からの距離や重遮蔽との間に統計的に有意な関係はみられなかった。鍼異物の頻度は、高年齢になるにつれて増加するが、被曝線量との間に相関はみられなかった。

## 背景

広島および長崎で実施している成人健康調査<sup>1</sup>の対象者には、X 線上に数種類の異物が認められている。これらの異物は、原爆時の傷害を含めた対象者の体

subjects' life experiences, including injuries ATB. This investigation studied the relation of sources of foreign bodies in A-bomb survivors to events ATB. The foreign bodies were considered possibly to be related to distance from the hypocenter and type of shielding ATB. Histories of glass cuts ATB which were collected in earlier surveys were used in this study.

#### METHOD AND MATERIAL

The AHS is a large scale long-term clinical investigation for detecting late effects of the A-bombs among Hiroshima and Nagasaki survivors, originally numbering 20,000.<sup>1</sup> All subjects biennially receive complete physical examinations and laboratory studies. Postero-anterior stereoscopic and lateral chest roentgenography are included. Examinations of other body sites, including radiography and fluoroscopy, are also performed when clinically indicated.

From 1 July 1962 to 30 June 1974 all diagnoses made in the Department of Radiology, including any foreign bodies detected, were coded using the Index for Roentgen Diagnosis of the American College of Radiology.<sup>2</sup> The Department of Epidemiology and Statistics supplied a list of all cases with foreign bodies coded during this period.

All available roentgenograms of individuals previously coded as demonstrating the presence of foreign bodies were reviewed. The foreign bodies were classified by type and by body site in which they were imbedded. The most frequent foreign bodies were glass, metal, and acupuncture needles. Their occurrence was studied in the chest, hand and wrist, and abdomen.

For the purposes of this study, shielding was classified as "light" and "heavy" based on whether the person was or was not protected from the effects of the blast (i.e., flying debris).<sup>3</sup> "Heavy shielding" was coded when the person was totally protected; for example, inside a wooden building, a concrete building, or an air-raid shelter. "Light shielding" consisted of partial or no protection; for example, in the open, standing in a doorway, or near a window of a building.

The frequencies of glass and metal foreign bodies

験のいくつかを反映するものと考えられる。この調査では、原爆被爆者にみられた異物と原爆時の被害状態との関係を検討した。異物は、おそらく被爆者の、爆心地からの距離、および原爆時の遮蔽の種類と関係があると考えられた。以前の調査で収集された原爆時のガラスによる外傷歴を今回の調査においても利用した。

#### 方法と資料

成人健康調査は、最初20,000人で構成された広島および長崎の被爆者について原爆の後影響を調べるために行われている大規模で長期的な臨床的調査である。<sup>1</sup> すべての対象者は2年ごとにほぼ完全な診察および臨床検査、正面立体撮影および側方向胸部X線検査を受ける。また、臨床的に必要と認められた場合は、その他の部位のX線撮影や透視検査も行われる。

1962年7月1日から1974年6月30日までの期間に当放射線部で行った異物を含むすべての診断は、American College of Radiology<sup>2</sup>の放射線学的診断指標を用いて符号化された。疫学統計部では、この期間に異物と符号化された全例に関するリストを作成した。

我々はそれまでに、異物が認められたと符号化された例のすべてのX線写真を検討した。異物はその種類と発見された部位別に分類した。頻度が最も高かったのは、ガラス、金属、および鍼であった。これらの異物の頻度を、胸部、手と手根部、ならびに腹部について調べた。

本調査では、爆風の影響、すなわち破壊された物の飛来碎片から対象者がどの程度保護されていたかによって、遮蔽の度を"軽度"または"重度"に分類した。<sup>3</sup> 対象者が完全に保護されていた場合、例えば、木造家屋、コンクリート建造物、または防空壕にいた場合は、"重遮蔽"と符号化した。"軽遮蔽"は、例えば戸外にいた場合、出入口に立っていた場合、または建築物の窓辺にいた場合など、部分的または全然遮蔽されなかった場合に適用した。

胸部、手と手根部におけるガラス、および金属性異

in the chest, and in the hand and wrist were analyzed by sex, distance from hypocenter, age, and shielding configuration ATB. The occurrence of radiologically-detected glass foreign bodies was compared with the history of glass cuts ATB to determine the possible sources of the foreign bodies. Frequency of acupuncture needles in the chest and abdomen was analyzed by age and radiation dose.<sup>4</sup>

## RESULTS

From 1 July 1962 to 30 June 1974, foreign bodies were recorded for 615 AHS subjects in Hiroshima and Nagasaki. For the present analysis the following persons were excluded: 63 with calcified lymph nodes and temporarily-retained ingested barium; 30 with injected salvarsan in their buttocks; 1 female with opaque foreign material in her left breast for cosmetic reasons; 42 with postsurgical clips and orthopedic fixation devices, and 55 with retained contrast media from previous myelography or lymphography.

Of 463 with frequently observed foreign bodies 196 had glass, 140 had metal, and 127 had acupuncture needles. Some patients had more than one type of foreign body in the same or different body sites. Table 1 shows the distribution of metal, glass, and acupuncture needles by body site.

Foreign bodies were radiologically-demonstrated in 14 body sites, but they occurred with the greatest frequency in examinations of the chest, of the abdomen and pelvis, and in the hand and wrist. The relatively large number of foreign bodies in the chest was due in part to the fact that all subjects received chest radiography routinely every 2 years, and radiography of other body sites as clinically indicated. The foreign bodies found in these sites were therefore analyzed in more detail.

**Glass Foreign Bodies.** Table 2 shows the frequency of glass foreign bodies in the chest and in the hand and wrist among A-bomb survivors, by distance from the hypocenter. The numbers with and without histories of glass cuts ATB are also shown. Only one case of glass foreign bodies in the chest occurred among nonexposed subjects. The frequency of glass foreign bodies was greater among the A-bomb exposed than the nonexposed, and decreased with increasing

物の頻度は、性別、爆心地からの距離、年齢、および被爆時における対象者の遮蔽の状態別に解析を加えた。異物の原因を調べるために、X線検査で対象者に発見されたガラス片の頻度と、被爆者の原爆時のガラスによる切傷の記述とを比較検討した。胸部および腹部にみられた鍼の頻度を、対象者の年齢および放射線被曝線量別に解析した。<sup>4</sup>

## 結 果

1962年7月1日から1974年6月30日までに、広島および長崎の成人健康調査対象者で異物の存在が記録されていた者は、615例であった。今回の解析では次の者を除外した：石灰化したリンパ節および経口投与されたバリウムの一時的残留が認められた者63例；腎部にサルバルサン注射を受けていた者30例；左乳房に美容のための注入物質が認められた女性1例；手術後の挟子および整形外科用の固定器具が認められた者42例；以前に受けた Myelography またはリンパ系造影法による造影剤の残留している者55例。

多く認められた異物であったガラス、金属および鍼は、463例あり、そのうち196例がガラス、140例が金属、127例が鍼であった。幾人かの者には、同一または別の部位に1種類以上の異物が認められた。表1は、金属およびガラス片、ならびに鍼の異物の部位別分布を示したものである。

異物はX線写真上に14の部位に認められたが、最も多く認められたのは、胸部、腹部および骨盤、ならびに手と手根部においてである。胸部における異物の頻度が比較的に高いのは、すべての対象者は常に2年ごとに胸部X線撮影を行うのに対して、その他の部位については、臨床的に必要と認められた場合に行うためであろう。したがって、これらの部位に認められた異物について、より詳細な解析を行った。

**ガラス異物。** 表2は、原爆被爆者の胸部、ならびに手と手根部におけるガラス異物の頻度を、爆心地からの距離別に示している。原爆時にガラスによる外傷歴があった者およびなかった者の例数も同時に示した。非被爆者では、胸部にガラス異物が認められたのは、わずか1例のみであった。原爆被爆者におけるガラス異物の頻度は、非被爆者よりも高く、爆心

TABLE 1 NUMBER OF PERSONS WITH RADIOLOGICALLY CONFIRMED FOREIGN BODIES BY BODY SITE, 1962-74

表1 放射線検査で異物が確認された部位別症例数, 1962—74年

Site	Total Examined	Cases With Foreign Bodies		
		Metal	Glass	Acupuncture Needles
Chest	14426	49	131	60
Shoulder	458	1	5	4
Arm	12	-	3	-
Elbow	339	-	9	1
Forearm	26	1	1	-
Hand & Wrist	2305	66	14	3
Knee	1206	8	6	10
Leg	62	-	1	-
Ankle & Foot	590	5	1	3
Cervical Spine and Soft Tissue	451	1	6	1
Abdomen*	6076	9	16	43
Pelvis	275	-	1	2
Skull	441	-	2	-
Other	1414	0	-	-
Total	28081	140	196	127

\*Includes lumbosacral spine, gall bladder, gastrointestinal, intravenous pyelogram, & barium enema.

腰仙椎, 胆嚢造影, 胃腸管検査, 静脈性腎盂造影, およびバリウム注腸検査を含む。

TABLE 2 GLASS FOREIGN BODIES BY BODY SITE, DISTANCE FROM HYPOCENTER, & GLASS CUTS REPORTED ATB

表2 ガラス異物: 部位, 爆心地からの距離, および原爆時のガラス切傷の有無別

Body Site	Foreign Body	Distance in Meters						Total Exposed
		0-749	750-999	1000-1249	1250-1499	1500-1999	2000+	
Chest	Total	9 (3.27)	15 (2.78)	37 (2.25)	45 (1.77)	18 (0.83)	6 (0.16)	130 (1.19)
	Glass Cut (+)	9 (9.7)	8 (6.6)	30 (7.1)	33 (5.1)	15 (3.7)	0 (0.0)	95 (5.6)
	Glass Cut (-)	0 (0.0)	4 (1.2)	1 (0.1)	5 (0.6)	1 (0.1)	0 (0.0)	11 (0.3)
	Glass Cut Unknown	0	3	6	7	2	6	24
	Total	1 (2.27)	0 (0.0)	5 (1.77)	5 (1.12)	2 (0.55)	1 (0.17)	14 (0.78)
Hand & Wrist	Total	1 (5.9)	0 (0.0)	4 (5.1)	3 (2.4)	1 (1.4)	0 (0.0)	9 (2.8)
	Glass Cut (+)	1 (5.9)	0 (0.0)	4 (5.1)	3 (2.4)	1 (1.4)	0 (0.0)	9 (2.8)
	Glass Cut (-)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.6)	1 (0.4)	1 (0.5)	0 (0.0)	3 (0.4)
	Glass Cut Unknown	0	0	0	1	0	1	2
	Total	1 (2.27)	0 (0.0)	5 (1.77)	5 (1.12)	2 (0.55)	1 (0.17)	14 (0.78)

The numbers in parentheses are percent of subjects with foreign bodies among subjects examined within given distance from hypocenter.

括弧内の数字は, 爆心地からの距離ごとに検査した対象者のうち, 異物を有する者の百分率を示す。

TABLE 3 NUMBER OF PERSONS WITH GLASS FOREIGN BODIES BY DISTANCE FROM HYPOCENTER, SEX, & BODY SITE

表3 ガラス異物を有する者の数：爆心地からの距離，性別および部位別

Site	Sex	Distance in Meters						Total Exposed
		0-749	750-999	1000-1249	1250-1499	1500-1999	2000+	
Chest	Total	9	15	37	45	18	6	130
		(3.3)	(2.8)	(2.2)	(1.8)	(0.8)	(0.2)	(1.2)
	Male	3	8	17	16	5	1	50
		(2.9)	(3.6)	(2.6)	(1.7)	(0.6)	(0.1)	(1.2)
	Female	6	7	20	29	13	5	80
		(3.5)	(2.2)	(2.0)	(1.8)	(0.9)	(0.2)	(1.2)
Hand & Wrist	Total	1	0	5	5	2	1	14
		(2.3)	(0.0)	(1.8)	(1.1)	(0.5)	(0.2)	(0.8)
	Male	1	0	2	3	0	1	7
		(9.1)	(0.0)	(2.5)	(2.2)	(0.0)	(0.6)	(1.2)
	Female	0	0	3	2	2	0	7
		(0.0)	(0.0)	(1.5)	(0.6)	(0.8)	(0.0)	(0.6)

See footnote Table 2 表2の脚注を見よ。

distance from the hypocenter. This tendency was seen only for subjects with glass cuts ATB. Glass foreign bodies were more frequent in the chest than in the hand and wrist and this is discussed later in this report.

The glass foreign bodies in each body site were analyzed by sex (Table 3) and there were no statistically significant differences in the frequency of glass foreign bodies in the chest or in the hand.

Shielding information was available for 133 of the 196 subjects with glass foreign bodies. Table 4 shows the prevalence of glass foreign bodies by type of shielding data available. Glass foreign bodies increased in prevalence among persons who were well-shielded. This association was statistically significant. The difference in frequency between the light- and heavily-shielded was more prominent for those who were within 1250 m from the hypocenter ATB.

The study subjects were divided into two age groups; those under 15, and those 15 years and older ATB. Glass foreign bodies in the chest occurred more frequently in those 15 years and older (Table 5). The association between the occurrence of glass foreign bodies and distance from the hypocenter was found only in those 15 years and older.

地から遠ざかるにつれて減少した。この傾向は、原爆時にガラスによる切傷があった者のみに認められた。ガラス異物は、手と手根部よりも胸部の方に多く認められた。このことについては、本報中で後述する。

各部位のガラス異物を性別に解析した(表3)。胸部および手と手根部におけるガラス異物の頻度には、性別による統計的に有意の差はなかった。

ガラス異物の認められた196例中133例については遮蔽資料が入手された。表4は、ガラス異物の頻度を、遮蔽の種類別に示したものである。遮蔽状態がよかった者にガラス異物の頻度が高かった。この関係は統計学的に有意であった。軽遮蔽と重遮蔽との間における頻度の差は、原爆時に爆心地から1,250m未満にいた者において特に著しかった。

調査対象者を、被爆時15歳未満であった者および15歳以上であった者の2群に分けた。胸部にガラス異物のあるものは、15歳以上の群に多かった(表5)。また、ガラス異物の頻度と爆心地からの距離との間に関係が認められたのも、15歳以上の群のみであった。

TABLE 4 NUMBER OF PERSONS WITH GLASS FOREIGN BODIES  
BY BODY SITE, TYPE OF SHIELDING, & DISTANCE FROM  
HYPOCENTER

表4 ガラス異物を有する者の数：部位，遮蔽の種類，  
および爆心地からの距離別

Site	Shielding	Total	Distance in Meters	
			<1250	1250+
Chest	Light	16 (1.08)	5 (1.22)	11 (1.03)
	Heavy	105 (2.12)	55 (3.07)	50 (1.58)
Hand & Wrist	Light	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
	Heavy	12 (1.38)	6 (1.86)	6 (1.10)

See footnote Table 2 表2の脚注を見よ。

TABLE 5 PERCENT OF CASES WITH GLASS FOREIGN BODIES IN CHEST BY  
DISTANCE FROM HYPOCENTER, & AGE ATB

表5 胸部にガラス異物を有する例の頻度：爆心地からの距離  
および原爆時年齢別

Age	Distance in Meters						Total Exposed
	0-749	750-999	1000-1249	1250-1499	1500-1999	2000+	
Total	3.27%	2.78	2.25	1.77	0.83	0.16	1.19
<15 yrs	0.0	0.79	0.92	1.14	0.20	0.0	0.45
15+ yrs	3.83	3.35	2.57	1.90	1.01	0.20	1.37

**Metal Foreign Bodies.** Table 6 shows the number and frequency of metal foreign bodies in the chest and in the hand and wrist among A-bomb exposed and nonexposed subjects.

Among nonexposed subjects the frequency of metal foreign bodies was greater than that of glass. Metal foreign bodies in the hand and wrist were more frequent among exposed than nonexposed subjects, and this difference was statistically significant. Such a difference was not seen for those in the chest.

The foreign bodies in each body site were analyzed by sex. Metal foreign bodies were much more frequent in males than in females, and this was particularly true for the hand and wrist in the case of males. However, in neither case was there any heterogeneity with respect to

金属異物。表6は、原爆被爆者および非被爆者の胸部，手と手根部における金属異物の頻度を示したものである。

非被爆者においては、金属異物の頻度がガラス異物の頻度より多かった。被爆者では、手と手根部における金属異物の頻度は非被爆者よりも高く、この差は統計学的に有意であった。胸部の金属異物については、このような差は認められなかった。

各部位における金属異物を性別に解析した。金属異物の頻度は、男の方が女よりはるかに高かった。そしてその差は、手と手根部における金属異物において著しかった。しかし、いずれの場合にも、爆心地



TABLE 6 NUMBER OF PERSONS WITH METAL FOREIGN BODIES BY DISTANCE FROM HYPOCENTER, SEX, & BODY SITE

表6 金属異物を有する者の数：爆心地からの距離，性別および部位別

Site	Sex	Distance in Meters						Total Exposed	NIC*
		0-749	750-999	1000-1249	1250-1499	1500-1999	2000+		
Chest	Total	0 (0.0)	1 (0.2)	8 (0.5)	11 (0.4)	9 (0.4)	7 (0.2)	36 (0.3)	13 (0.4)
	Male	0 (0.0)	0 (0.0)	4 (0.6)	8 (0.8)	5 (0.6)	7 (0.5)	24 (0.6)	11 (0.8)
	Female	0 (0.0)	1 (0.3)	4 (0.4)	3 (0.2)	4 (0.3)	0 (0.0)	12 (0.2)	2 (0.1)
Hand & Wrist	Total	2 (4.5)	0 (0.0)	7 (2.5)	19 (4.3)	18 (4.9)	12 (2.1)	58 (3.2)	8 (1.6)
	Male	1 (9.1)	0 (0.0)	4 (5.0)	14 (10.3)	13 (11.6)	10 (5.8)	42 (7.8)	5 (3.3)
	Female	1 (3.0)	0 (0.0)	3 (1.5)	5 (1.6)	5 (2.0)	2 (0.5)	16 (1.3)	3 (0.8)

See footnote Table 2 表2の脚注を見よ。

\* Not in City ATB 市内不在

TABLE 7 NUMBER OF PERSONS WITH METAL FOREIGN BODIES BY TYPE OF SHIELDING, BODY SITE, & DISTANCE FROM HYPOCENTER

表7 金属異物を有する者の数：遮蔽の種類，部位，および爆心地からの距離別

Site	Shielding	Total	Distance in Meters	
			<1250	1250+
Chest	Light	4 (0.27)	1 (0.24)	3 (0.28)
	Heavy	22 (0.44)	6 (0.34)	16 (0.50)
Hand & Wrist	Light	8 (3.43)	2 (4.35)	6 (3.21)
	Heavy	36 (4.15)	7 (2.17)	29 (5.32)

See footnote Table 2 表2の脚注を見よ。

distance from the hypocenter. Shielding information was available for 70 of the 140 subjects with metal foreign bodies which occurred more frequently in those who were well-shielded (Table 7), and in those 15 years and older ATB (Table 8). Whereas, glass foreign bodies were more frequent in those who were heavily shielded and within 1250 m from the hypocenter, there was no definite difference for metal in frequency by distance from the hypocenter.

からの距離との関係はみられなかった。金属異物の認められた140例中70例については遮蔽資料が入手されていて、金属異物も遮蔽状態がよかった者(表7)および原爆時15歳以上の者(表8)に多く認められた。ガラス異物は、重遮蔽下にあった者および爆心地から1,250 m未満にいた者に多く認められたが金属の場合は、爆心地からの距離と頻度に明白な関係は認められなかった。

TABLE 8 NUMBER OF PERSONS WITH METAL FOREIGN BODIES BY AGE ATB & BODY SITE

表 8 金属異物を有する者の数：原爆時年齢および部位別

Age	Chest	Hand & Wrist
<15	1 (0.0)	5 (1.5)
15+	48 (0.4)	61 (3.1)

The numbers in parentheses are percentages.  
括弧内の数字は百分率を示す。

TABLE 9 NUMBER OF PERSONS WITH ACUPUNCTURE NEEDLES BY AGE IN 1962 & BODY SITE

表 9 鍼異物を有する者の数：1962年時の年齢および部位別

Site	Total	Age in Years			
		<40	40-54	55-64	65+
Chest	60 (0.42)	17 (0.26)	18 (0.46)	21 (0.77)	4 (0.31)
Abdomen	43 (0.71)	12 (0.48)	10 (0.56)	15 (1.16)	6 (1.16)

The numbers in parentheses are percentages.  
括弧内の数字は百分率を示す。

TABLE 10 NUMBER OF PERSONS WITH ACUPUNCTURE NEEDLES BY T65 DOSE & BODY SITE

表10 鍼異物を有する者の数：T 65線量および部位別

Site	NIC	T65 Dose in Rad				
		0	1-99	100-199	200+	Unknown
Chest	15 (0.43)	15 (0.41)	17 (0.42)	3 (0.25)	8 (0.57)	2 (0.40)
Abdomen	5 (0.35)	11 (0.71)	17 (0.95)	3 (0.58)	7 (1.21)	0 (0.00)

The numbers in parentheses are the age-adjusted rate.  
括弧内の数字は年齢調整率。

**Acupuncture Needles.** The prevalence of acupuncture needles increased slightly with age, but there was no definite trend with A-bomb dose (Tables 9 & 10). Though acupuncture needles, if left in the soft tissues, usually remain unchanged in location and appearance for the remainder of the individual's life, they can migrate, as along fascial planes, and may increase with repeated treatments. Lack of definite correlation permits various interpretations and impressions.

## DISCUSSION

In Hiroshima, it was warm at 8:15 AM on 6 August 1945. Many people were outside, and their light clothing afforded them little protection. No air raid was expected, and consequently the shelters were practically empty. There was an instantaneous glare at the moment of the explosion, followed by intense permeating heat. After a short interval, a violent shock wave flattened the fragile wooden houses.<sup>5</sup>

In Japanese style structures, the likelihood of severe trauma was greater from the large longitudinal beams which supported the "arch" or "tie" beams. Shoji, the sliding partitions, consist of a wooden frame accommodating numerous small, thin glass or paper panels. Such glass splintered into long, spear-shaped penetrating fragments.<sup>5</sup>

The seemingly massive concrete buildings were heavily damaged. Within 1000m of the hypocenter, concrete buildings were safer than wooden ones in terms of ultimate survival, but casualties from trauma were heavy. Windows were larger and more numerous in concrete buildings than in wooden houses. In concrete buildings, trauma was incurred mainly because of the flimsily constructed building partitions, by the trim on ceilings and walls, and particularly, by the flying glass. Following the blast and secondary fires in Hiroshima, only 50 reinforced concrete buildings remained standing in the central area, but they were heavily damaged.<sup>5</sup>

Damage to structures by the explosions was similar in both cities, except for some shielding offered by some of the hilly Nagasaki terrain.<sup>6</sup> Analysis of data from both cities revealed that mechanical injuries were minimal among individuals outside and unsheltered. Mechanical injuries were incurred directly from the blast, or indirectly from falling debris. They were

鍼。鍼を有する頻度は年齢と共にやや上昇したが、被曝線量に伴って変動する明らかな傾向はみられなかった(表9および10)。鍼が軟組織に認められる場合、筋膜に沿って移動することもありうるが本人の存命中は、その位置も外観も変化しないので普通である。鍼の残留する件数は、治療回数の増加に伴って増加する可能性がある。このように明確な相関がみられないことは、色々に解釈することができる。

## 考 察

1945年8月6日午前8時15分、広島は暑かった。屋外には多くの人々が出ており薄着で、爆風から体を保護する意味ではほとんど役に立たなかった。空襲が予想されなかったので防空壕はほとんど空であった。爆風と同時に閃光、次いで焼けつくような強烈な熱が襲来した。その後すぐに、ものすごい衝撃波がもろい木造家屋をなぎ倒した。<sup>5</sup>

日本の建築では、“弓はり”または“つなぎはり”を支える大きい通し柱があるので、重篤な外傷を受ける可能性が大きかった。間仕切りとなる障子は、木のわくに多くの小さな薄いガラスがはめられるか紙が張られている。こういったガラスは、割れて長い槍状の破片になった。<sup>5</sup>

頑強なコンクリートの建造物もひどい破損を被った。爆心地から1,000m未満においては、生存の面から言えば木造よりもコンクリート建築の方が安全であったが、外傷による傷害はひどかった。窓はコンクリート建築物の方が木造家屋よりも大きく数も多かった。コンクリート建築物内での外傷は、主として脆弱な構造の仕切り壁、天井および壁の装飾、そして特に飛散したガラス片が原因であった。広島では爆風および2次的火災の結果、中心部で残存した鉄筋コンクリート建造物はわずか50であって、それらもひどく破壊されていた。<sup>5</sup>

爆風による建造物の損壊については、長崎の場合丘が多かったため、一部の建物はそれらによる遮蔽に恵まれたが、これ以外の点では広島・長崎の両市とも同様であった。<sup>6</sup> 両市の資料の解析の結果、戸外にいた者および遮蔽されていなかった者の物理的傷害は軽度なものであった。物理的な傷害は、爆風によって直接もたらされたか、あるいは降下した物体破片によって間接にもたらされたものであった。それは、重

greatest among those who were indoors in heavy buildings.<sup>5</sup>

Radiographic demonstration of glass depends to some extent on the size of the fragment and the density of the body site in which it is imbedded. In spite of the misconception that glass fragments cannot be demonstrated roentgenologically unless they contain lead or other heavy metals, all glass -regardless of type or lead content- is relatively radiopaque and should be visible on a radiograph made with proper exposure and positioning.<sup>7-9</sup> We therefore concluded that we have detected nearly all the glass foreign bodies in roentgenologically examined AHS subjects.

Glass foreign bodies were very infrequently found among nonexposed subjects; among exposed survivors, the frequency of glass decreased with increasing distance from the hypocenter. No significant sex difference was found in the occurrence of glass foreign bodies. This probably meant that the frequency of glass foreign bodies did not depend on occupational or other social conditions. These findings strongly suggest that the glass fragments were imbedded ATB.

We further analyzed the data for subjects with glass foreign bodies according to two groups: those who reported glass cuts ATB and those who did not. The former group probably obtained their glass foreign bodies ATB; those without glass cuts ATB, probably obtained their glass fragments from other sources. The former group was larger and the frequency of glass foreign bodies decreased with increasing distance from the hypocenter. For the latter group, no such correlation was found. This provides further evidence that the major portion of the glass foreign bodies was due to A-bomb exposure.

Glass foreign bodies were more frequent among those who were heavily shielded ATB. This phenomenon was more prominent for subjects who were within 1250 m from the hypocenter. This greater prevalence of glass foreign bodies among heavily shielded subjects may have been due to construction materials impelled by the A-bomb blasts.

Glass foreign bodies were found more frequently among those 15 years and older ATB. This is attributable to body size and shielding at that time. Many adults were presumably in

構造建築物の内部にいた者に最も多く認められた。<sup>5</sup>

X線検査でガラス片が認められるかどうかは、ある程度まで破片の大きさおよびそれが存在している部位のX線陰影の濃さによって決まる。ガラス破片は、鉛またはその他の重金属が含まれていないと放射線学的には描出できないとの謬見があるが、事實は、どんなガラスでもその種類や鉛含有の有無に関係なく比較的 radiopaque であり、適切な露出と位置合わせによってX線撮影で写るはずである。<sup>7-9</sup> したがって、我々は成人健康調査でX線検査を受けた対象者におけるガラス異物は、ほとんどすべてを採知したと考えている。

ガラス異物が非被爆者に認められることは極めてまれであった。被爆者ではガラス異物の頻度は爆心地から遠ざかるに従って減少した。ガラス異物の頻度には有意の性差は認められなかった。このことは、おそらくガラス異物の頻度が職業その他の社会条件に依存していないことを意味すると思われる。これらの所見はガラス異物が原爆時に体内に入ったことを強く示唆する。

本調査では、さらにガラス異物を有する対象者を次の二つの群に分類して解析した。すなわち、原爆時にガラス片による外傷のあることを報告した者とそうでない者とに分けた。前者は、おそらく原爆時にガラス異物が体内に入り後者の原爆時にガラス片による外傷がなかった者は、おそらくその他の原因によってガラス片が入ったものと思われる。前者は後者より多くガラス異物の頻度は、爆心地からの距離の増大に伴い減少した。後者では、そのような相関は認められなかった。これはガラス異物のほとんどが原爆被爆によるものであったことを改めて立証した。

原爆時に重遮蔽下にあった者にガラス異物の頻度が高かった。この現象は、爆心地から1,250 m未満にいた者で一層著明であった。重遮蔽下にあった者にガラス異物の頻度が高いのは、原爆の爆風によって建物の破片が体内に入ったことに起因すると思われる。

ガラス異物は被爆時15歳以上であった者に多く認められた。これは、身体の大きさと当時の遮蔽状態によるとと思われる。多くの成人は、おそらく工場のような

comparatively heavily shielded situations, such as factories. However, buildings were frequently of relatively light construction, having often been constructed of corrugated metal on metal framework, rather than of reinforced concrete.

Glass foreign bodies were more frequently found in the chest as opposed to the hand and wrist, because the target area of the chest is relatively large compared to those of the hands and wrists, and accordingly, more subject to injury by propelled objects. Also, glass may be more easily imbedded in the chest than metal assuming it can penetrate clothing more easily.

On the contrary, metal foreign bodies were observed more frequently in the hands and wrists than in the chest. No definite correlation could be established between the frequency of metal foreign bodies and distance from the hypocenter.

Among nonexposed subjects, metal foreign bodies were found more frequently than glass ones, but there was no difference in the frequency of metal fragments in the chest for the exposed and nonexposed subjects. This suggests that the metal foreign bodies were due to sources other than the A-bombs, such as during military service or from occupational accidents.

Metal fragments were much more frequent in males, and more frequent in the hands and wrists than in the chest, probably because the hands and wrists were not shielded by clothing, and because the risk of injury was higher for those who were engaged in manual work. These findings further support the concept that metal foreign bodies were more frequently due to sources other than the A-bombs. Although metal foreign bodies were more frequent in those 15 years and older ATB, we have no evidence that, because of blast effects, they were more prevalent among adults. This prevalence was probably due rather to the greater opportunities for entry of metal foreign bodies during their relatively long life span, their prolonged occupation, and their period of military service. Those who were working ATB may have been more heavily shielded, although we have no proof of this.

As with glass, there was a slightly greater frequency of metal fragments in those more heavily shielded, but there was no correlation with distance from the hypocenter. This also

な比較的重遮蔽の状態下にあったと思われる。しかし、建物は比較的軽量構造のものが多く、大抵の場合鉄筋コンクリートでなく鉄筋の上に波型トタンを張った構造になっていた。

ガラス異物は手と手根部よりも胸部に多く認められたが、これは胸部は手と手根部に比べて的が大きく、したがって飛散する物体によって傷害をより多く受けたためである。また、ガラスは金属よりも衣類を貫通しやすいと仮定すると胸部でも金属より容易に体内に埋没したかもしれない。

それに反して金属異物は、胸部より手と手根部の方に多く認められたがその頻度と爆心地からの距離との間に、はっきりした相関は認められなかった。

非被爆者においてはガラス異物よりも金属異物の方が多く認められたが、胸部における金属片の頻度については被爆者と非被爆者との間に差はなかった。この所見から、金属異物は兵役または職業上の事故など、原爆以外の原因によって体内に入ったことを示唆する。

金属異物は女より男の方にはるかに多く、また胸部より手と手根部に多いが、これはおそらく手と手根部は衣類で覆われておらず、また肉体労働に従事した者に傷害の危険率が多かったためである。これらの所見も、金属異物は原爆以外の原因による方が多かったという考えを、さらに支持するものである。金属異物は被爆時15歳以上であった者により多く認められたが、爆風による傷害のために大人に多かったという証拠はない。この頻度はむしろ彼らが比較的長く生きてために、あるいは職業や軍務に長く従事したために、金属異物が体内に入る機会が多かったことによるとと思われる。裏付けはないが、原爆時に作業中であった者はより重遮蔽下にあったかもしれない。

ガラスと同様、重遮蔽下にあった者では金属異物の認められる頻度がやや高かったが、爆心地からの距離との相関は認められなかった。このことから原爆

suggests that the blast effects of the A-bombs played only a small role in the imbedding of metal foreign bodies.

Acupuncture needles were also found in these subjects. Japanese acupuncture is based on ancient Chinese medicine. Although Western medicine currently prevails in Japan, some ancient Chinese medical practices are still used.<sup>10</sup> Acupuncture is considered indicated for various disorders, including those of the nervous, circulatory, alimentary, respiratory, and gynecological systems.<sup>11</sup>

Acupuncture purportedly aims at the eradication of the symptoms of a disease, rather than at its cure. Silver and gold are most frequently used in the manufacture of acupuncture needles, particularly silver. The needles range from approximately 3 to 9 cm in length, and from 0.33 to 3.17 mm in diameter.<sup>11</sup> Acupuncture needles could be indicative of earlier treatment for symptoms related to injuries and to ionizing radiation produced by the A-bombs. However, while our study disclosed that the prevalence of imbedded acupuncture needles increased slightly with age, there was no definite trend between frequency and A-bomb dose.

Acupuncture needles are usually imbedded in body sites considered appropriate, then manipulated, and withdrawn. They will remain in the tissue, when they are either accidentally or deliberately broken off during treatment. Those deliberately broken are the so-called "sacrifice needles" used by some acupuncturists.<sup>10</sup> Roentgenologically-demonstrated acupuncture needles are therefore not good indicators of the total number of needles inserted, the total treatments administered, nor the symptoms for which acupuncture was performed.

In conclusion, glass, metal, and acupuncture needles were the most frequent foreign bodies in the AHS sample. Glass foreign bodies were closely related to injuries due to the A-bomb blasts. No significant correlation was established between the prevalence of metal foreign bodies and the A-bombs. Metal foreign bodies were apparently due to sources other than the A-bombs, such as military service or occupational accidents. The prevalence of acupuncture needles increased slightly with age but no definite trend was established as to frequency and A-bomb dose.

の爆風に起因する金属異物の体内侵入は、少数例に限られたことが示唆される。

調査対象者には鍼異物も認められた。日本の鍼療法は古代漢方医学に基づくものである。現在日本では西欧医学が一般的であるが、依然として古来の漢方療法もかなり利用されている。<sup>10</sup> 鍼療法は、神経、循環器、消化器、呼吸器および婦人科の各系統における色々な障害に対して適応があると考えられている。<sup>11</sup>

鍼療法は、疾患の治癒よりもむしろその症状の軽減を目的としていると言われる。銀または金、特に銀が鍼の材料として最も多く用いられている。鍼の長さは約3—9 cm、直径は0.33—3.17 mmの範囲である。<sup>11</sup> 異物の存在は、被爆時の傷害および原爆電離放射線と関係ある症状に対して、かつて鍼治療を受けたことを示す可能性も考えられた。しかし、今回の調査では、体内に認められる鍼の頻度は年齢と共にやや上昇したが、その頻度と原爆の放射線量との間に明白な傾向はなかった。

鍼は適応のある部位に刺し入れ、動かして刺激した後、通常引き抜かれることになっている。治療中、偶然または故意に折られたものは組織の中に残り、いわゆる“捨て針療法”で一部の鍼医者が用いる方法である。<sup>10</sup> したがってX線検査で認められた鍼は、刺入された鍼の総数、総治療回数、あるいは鍼治療の対象となった症状を示す指標としては十分でない。

結論として、成人健康調査集団に最も多く認められた異物は、ガラス、金属、および鍼であった。ガラス異物は、原爆の爆風による傷害と密接な関係があった。金属異物の頻度と原爆との間には有意な相関は確立されなかった。金属異物は、軍務、または職業に関連した事故など原爆以外の原因によるものであると思われる。鍼の頻度は、対象者の年齢の増加と共にやや増加したが、その頻度と原爆線量との間には明確な傾向は認められなかった。

## REFERENCES

## 参考文献

1. BELSKY JL, TACHIKAWA K, JABLON S: The health of atomic bomb survivors: A decade of examinations in a fixed population. *Yale J Biol Med* 46:284-96, 1973
2. Index for Roentgen Diagnosis. The American College of Radiology. 1st ed. Chicago, 1955
3. JABLON S: Atomic bomb radiation dose estimation at ABCC. ABCC TR 23-71
4. MILTON RC, SHOHOJI T: Tentative 1965 radiation dose (T65D) estimation for atomic bomb survivors, Hiroshima-Nagasaki. ABCC TR 1-68
5. OUGHTERSON AW, LEROY GV, LIEBOW AA, HAMMOND EC, BARNETT HL, ROSENBAUM JD, SCHNEIDER BA: Medical Effects of Atomic Bombs. The Report of the Joint Commission for the Investigation of the Effects of the Atomic Bomb in Japan. Vol. 1. Oak Ridge, Tennessee, United States Atomic Energy Commission NP-3036, 1951
6. The Effects of the Atomic Bombs at Hiroshima and Nagasaki. Report of the British Mission to Japan. Chapter IV. Blast effects. Oak Ridge, Tennessee, United States Atomic Energy Commission NP-1156. pp 5-22
7. FELMAN AH, FISHER MS: The radiographic detection of glass in soft tissue. *Radiology* 92:1529-31, 1969
8. ROBERTS WC: Radiographic characteristics of glass. *Arch Industrial Health* 18:470-2, 1958
9. FELMAN AH: Detection of glass in soft tissue by X-ray. *Pediatrics* 45:478-80, 1970
10. IMRAY TJ, HIRAMATSU Y: Radiographic manifestation of Japanese acupuncture. *Radiology* 115: 625-6, 1975
11. SERIZAWA K: The Science of Acupuncture and Moxibustion. The Theory. 2nd ed. Tokyo, Ishiyaku Shuppan K.K., 1969. pp 226-31