

# OPHTHALMOLOGIC FINDINGS IN ATOMIC BOMB SURVIVORS

原爆被爆生存者における眼科学的所見

HIROSHIMA, 1956-57

広島, 1956-57年

CARL W. HALL, M.D.

ROBERT J. MILLER, M.D.

M. DEAN NEFZGER, Ph.D.



## TECHNICAL REPORT SERIES

### 業 績 報 告 書 集

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

ABCC 業績報告書は、ABCC の日本人および米人専門職員、顧問、評議会、政府ならびに民間の関係諸団体の要求に応じるための日英両語による記録である。業績報告書集は決して通例の誌上発表に代るものではない。

## OPHTHALMOLOGIC FINDINGS IN ATOMIC BOMB SURVIVORS

原爆被爆生存者における眼科学的所見

HIROSHIMA, 1956-57

広島, 1956-57年

CARL W. HALL, M.D.<sup>1</sup>ROBERT J. MILLER, M.D.<sup>1†</sup>M. DEAN NEFZGER, Ph.D.<sup>2</sup>

Approved 承認 21 May 1964

ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION  
HIROSHIMA AND NAGASAKI, JAPAN

A Cooperative Research Agency of  
U.S.A. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES - NATIONAL RESEARCH COUNCIL  
and  
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE  
with funds provided by  
U.S.A. ATOMIC ENERGY COMMISSION  
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH  
U.S.A. PUBLIC HEALTH SERVICE

原 爆 傷 害 調 査 委 員 会

広島および長崎

米 国 学 士 院 - 学 術 会 議 と 厚 生 省 国 立 予 防 衛 生 研 究 所  
と の 日 米 共 同 調 査 研 究 機 関

(米国原子力委員会, 厚生省国立予防衛生研究所および米国公衆衛生局の研究費による)

Departments of Medicine<sup>1</sup> and Statistics<sup>2</sup>臨床部<sup>1</sup> および統計部<sup>2</sup>

† Surgeon, U.S. Public Health Service, Division of Radiological Health, Research Branch, assigned to ABCC

米国公衆衛生局放射線保健部研究部門所属医師でABCCへ派遣

# CONTENTS

## 目 次

|   |                        |    |
|---|------------------------|----|
| Introduction                                    | 緒 言 .....              | 1  |
| Methods   | 方 法 .....              | 2  |
| Results   | 成 績 .....              | 5  |
| Discussion                                      | 考 察 .....              | 14 |
| Summary and Conclusions                         | 総括および結論 .....          | 17 |
| Appendix  | 付 録 .....              |    |
| Proposed Design for Study of Lenticular Changes | 水晶体変化に関する調査計画案 .....   | 18 |
| Patient Participation in OP 210                 | OP 210 調査対象者の受診率 ..... | 25 |
| Ophthalmology Record - Form                     | 眼科記録 .....             | 29 |
| Ophthalmology Code - OP 210                     | 眼科学符号 - OP 210 .....   | 31 |
| References                                      | 参考文献 .....             | 36 |

## TABLES 表

|  |                                       |    |
|--|---------------------------------------|----|
| 1. Number and percent of original sample                                       | 原標本数とその百分率 .....                      | 3  |
| 2. Lens opacities of one or both eyes  | 1眼または両眼水晶体の混濁 .....                   | 5  |
| 3. Posterior subcapsular opacities of one or both eyes                         | 1眼または両眼水晶体後囊の混濁 .....                 | 6  |
| 4. Excessive unexplained cortical opacities of one or both eyes                | 1眼または両眼の原因不明の過度水晶体皮質混濁 .....          | 9  |
| 5. Congenital, traumatic, complicated, or senile opacities of one or both eyes | 1眼または両眼の先天性, 外傷性, 併発性, または老人性混濁 ..... | 9  |
| 6. Posterior capsular polychromatic changes of one or both eyes                | 1眼または両眼水晶体後囊の多色性変化 .....              | 10 |
| 7. Posterior capsular and subcapsular findings                                 | 水晶体後囊および後囊下所見 .....                   | 11 |
| 8. T 57 Dose estimates   | T 57推定線量 .....                        | 13 |

## FIGURES 図

|  |                     |    |
|--|---------------------|----|
| 1. Posterior capsular and subcapsular findings | 水晶体後囊および後囊下所見 ..... | 13 |
|--|---------------------|----|



## OPHTHALMOLOGIC FINDINGS IN ATOMIC BOMB SURVIVORS

### 原爆被爆生存者における眼科学的所見

HIROSHIMA, 1956-57

広島, 1956-57年

#### INTRODUCTION

Earliest published accounts of axial opacities in the posterior subcapsular area of the lens following large doses of ionizing radiation report instances in a few persons involved in cyclotron accidents<sup>1</sup> and in a few survivors of the Hiroshima and Nagasaki atomic bombs.<sup>2</sup> This latter report from ABCC represented part of an effort to examine the eyes of a large number of atomic bomb survivors in the two cities. More comprehensive reports on this work<sup>3-5</sup> suggest that the rate of posterior subcapsular opacities visible by ophthalmoscope was increased in groups sufficiently close to the atomic bombs. In a later study at ABCC,<sup>6</sup> greater emphasis was placed on polychromatic changes of the posterior subcapsule which were visible only by careful slitlamp biomicroscopy, and such changes were found related to indices of radiation dose and age.

Reported here are the results of an effort to continue this line of research into the ophthalmic effects of radiation at ABCC. Planning was initiated in an undated draft protocol (Appendix) and very few other background documents are available. As stated in this protocol, the principal objective of the study was to obtain estimates of the relative biologic effectiveness of neutron and gamma radiations through comparison of rates of lens abnormalities in samples of Hiroshima and Nagasaki survivors. Individual dose estimation was an integral part of the plan.

Although carried out in Hiroshima, the plan was never extended to Nagasaki. Observations on the Hiroshima sample are used in this report to examine distance group differences in lens abnormalities, visual acuity, myopia, and to examine the relation of rates of posterior subcapsular lens abnormalities to radiation dose. Inada and Hall have reported on this same series of examinations.<sup>7</sup>

#### 緒言

大量の電離放射線照射後の水晶体後囊下の軸性混濁について最初に発表された文献は、サイクロトロン事故の遭難者数名<sup>1</sup>ならびに広島および長崎の原爆被爆生存者若干名<sup>2</sup>における例を報告している。ABCCから発表された後者の報告は、両市における多数の原爆被爆生存者の眼を調査する試みであった。この研究に関するより詳細な報告<sup>3-5</sup>によれば、近距離被爆者に検眼鏡で認められる水晶体後囊下混濁の頻度が増加しているようであった。ABCCで行なわれたその後の調査<sup>6</sup>では綿密な細隙灯検査法によってのみ見ることができると水晶体後囊下の多色性変化にもっと重点がおかれ、この変化は放射線線量の指標および年齢と関係があると認められた。

放射線の眼科学的影響に対するこの一連の調査研究の継続として行なわれたABCCの努力の成果をここに報告する。この調査の立案については、日付の付されていない研究企画書の草案(付録)に説明されているが、その他の背景を示す記録はほとんどない。この研究企画書に述べてあるように、本調査の主目標は、広島および長崎の被爆生存者サンプルにおける水晶体異常の発生率を比較して、中性子およびガンマ線の相対的生物学的効果を推計することであった。各個人の線量推定を求めることは、この計画の重要な部分であった。

この計画は、広島で実施に移されたが、長崎では行なわれなかった。本報告書では、広島サンプルに対する観察所見を利用して、水晶体の異常、視力および近視における近距離群別の相違を調べ、放射線量と水晶体後囊下異常の頻度との関係を調べる。InadaおよびHallは同様の一連の検査所見について報告している。<sup>7</sup>

## METHODS

Punchcards used to record the results of efforts to schedule examinations (code and tabulations on file in Department of Statistics), indicate that 1599 persons at 1000-1800 m from the hypocenter at the time of the bomb (ATB) and 400 persons beyond 2500 m were selected for the Hiroshima sample. (One person within 1000 m is considered throughout this report to have been at 1000 m.) The group within 1800 m was divided approximately equally into 200 m intervals and included only survivors who were unshielded or lightly shielded. Apparently persons beyond 2500 m were selected to conform proportionately to the age and sex distribution of the group within 1800 m.

The protocol states that the sample was to be drawn at random from the Master Sample proposed in 1955 as a base for all ABCC studies.<sup>8</sup> However, rather than being selected from the entire Master Sample which was not fixed until early 1961,<sup>9</sup> working records indicate that sampling was from the group of about 20,000 persons first found eligible for the Master Sample. The order of appearance of names on census lists, previous contacts with ABCC, and continued residence in Hiroshima are factors which possibly contributed to the order in which eligibility for the Master Sample was determined, but it is not easy to assess the influences of such factors. It must be considered possible that the first 20,000 eligible cases are not representative of the entire Master Sample and consequently that the sample selected for this study, even though drawn randomly from the 20,000, is not random with respect to the Master Sample.

Of those selected, 812 (50.8%) in the group within 1800 m and 219 (54.8%) in the group beyond 2500 m were seen by an ophthalmologist (CWH) between June 1956 - February 1957. This difference between distance groups is not statistically significant ( $P > .10$ ). The distributions by age and sex of the selected sample and of those examined are given in Table 1. Percentages of those examined range from zero in females over age 70 years beyond 2500 m to over 70% in males age 40-49 years beyond 2500 m. When the 14 sex-age subgroups were separately tested for distance group differences in percentages examined, only the contrasts involving these two most extreme values were found significant ( $P < .001$  and  $P < .05$ , respectively). In males of all ages, the difference between distance groups in percentage examined is significant ( $P < .05$ ), but in females it is not.

With a gross participation rate of about 50%, it is quite possible the group examined is not representative of the original sample. To evaluate the question with

## 方 法

診察予定取り決めに関する業務の成績を記録したパンチカードによれば(符号および製表は統計部に保管してある), 広島サンプルとして爆心地から1000-1800mの距離にいた者1599名および2500m以遠の者400名が選ばれた。(1000m未満の1名は, 本報告書では1000mの地点にいたものと見なす。)1800m未満の集団をほぼ様に200mごとの区分に分け, 無遮蔽または軽遮蔽の被爆生存者だけを対象とした。2500m以遠の者は, 1800m未満の被爆者の年齢および性別分布と比例するように選ばれたようである。

研究企画書では, ABCCのすべての調査の基礎として1955年に提案された基本標本から, 標本の無作為抽出を行なうよう明示している。<sup>8</sup>しかし, 作業記録によれば, 基本標本は1961年の初めまでに固定しなかったで,<sup>9</sup>基本標本全体から選択を行なったのではなく, 基本標本の該当者と認められた最初の約20,000名の集団から標本抽出が行なわれた。種々の人口調査名簿に氏名が記載されている順序, 過去におけるABCCとの接触および広島に継続的に居住していることなどが, 基本標本該当者選考の順序を左右した要因であったと思われる。しかし, このような要因の影響を評価することは容易ではない。最初の20,000名の適格者は基本標本を代表していないこともありうるので, この調査のために選ばれた標本は, たとえ20,000名から無作為抽出されたとしても, 基本標本に対しては無作為標本でないということも考えられよう。

選択された者のうち, 1800m未満の812名(50.8%)および2500m以遠の219名(54.8%)について, 1956年6月から1957年2月までの期間中に1名の眼科医(CWH)が検査を行なった。距離区分別の差は統計学的に有意ではない( $P > .10$ )。選択されたサンプルおよび被検者の年齢および性別分布を表1に示した。被検者百分率は, 2500m以遠の70歳以上の女子における0から2500m以遠の40-49歳の男子における70%以上に及ぶ。被検者百分率における距離区分間の差を調べるため, 14組の性・年齢別細区分の検定を個々に行なった結果, 両極端における2つの値だけが有意であった(それぞれ $P < .001$ および $P < .05$ )。男子では, すべての年齢において距離区間の被検者百分率の差は有意であるが( $P < .05$ ), 女子では有意な差はなかった。

総参加率が約50%であれば, 被検者集団が原標本を代表していないことが十分考えられる。この問題を年齢の面につい

TABLE 1 OPHTHALMOLOGIC SAMPLE BY AGE AT EXAMINATION, SEX,  
AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

表1 眼科学調査標本: 検査時年齢・性・爆心地からの距離別

| Age<br>年齢 | <1800 m                   |          |      | 2500 + m                  |          |      |
|-----------|---------------------------|----------|------|---------------------------|----------|------|
|           | Original<br>Sample<br>原標本 | Examined | 被検者  | Original<br>Sample<br>原標本 | Examined | 被検者  |
|           |                           | Number 数 | %    |                           | Number 数 | %    |
| Male 男    |                           |          |      |                           |          |      |
| 10-19     | 142                       | 72       | 50.7 | 40                        | 26       | 65.0 |
| 20-29     | 124                       | 64       | 51.6 | 37                        | 22       | 59.5 |
| 30-39     | 51                        | 21       | 41.2 | 9                         | 5        | 55.6 |
| 40-49     | 71                        | 27       | 38.0 | 21                        | 15       | 71.4 |
| 50-59     | 110                       | 60       | 54.5 | 24                        | 14       | 58.3 |
| 60-69     | 100                       | 50       | 50.0 | 19                        | 8        | 42.1 |
| 70+       | 35                        | 20       | 57.1 | 10                        | 4        | 40.0 |
| Total 計   | 633                       | 314      | 49.6 | 160                       | 94       | 58.8 |
| Female 女  |                           |          |      |                           |          |      |
| 10-19     | 158                       | 93       | 58.9 | 50                        | 31       | 62.0 |
| 20-29     | 124                       | 59       | 47.6 | 37                        | 23       | 62.2 |
| 30-39     | 164                       | 93       | 56.7 | 38                        | 16       | 42.1 |
| 40-49     | 193                       | 91       | 47.2 | 40                        | 22       | 55.0 |
| 50-59     | 182                       | 98       | 53.8 | 43                        | 24       | 55.8 |
| 60-69     | 103                       | 42       | 40.8 | 19                        | 9        | 47.4 |
| 70+       | 42                        | 22       | 52.4 | 13                        | 0        | 0.0  |
| Total 計   | 966                       | 498      | 51.6 | 240                       | 125      | 52.1 |

respect to age, the examined rates in 10-year age groups were compared treating distance groups and sexes both separately and in various combinations. Similarly, differences between examined rates for males and females were tested for statistical significance treating distance groups and 10-year age groups separately and in combinations. Of these various tests, the few significant ones ( $P < .05$ ) did not fall into a pattern suggestive of a simple systematic bias with respect to either age or sex (see Appendix).

Among the 968 persons not examined, 812 refused examination, 69 could not be located or had moved out of the city, and 3 were dead. Nothing on record indicates an effort to contact the remaining 84 selected people, all of whom were within 1800 m.

Processing through the ABCC ophthalmology clinic consisted of taking a medical history, uncorrected and 'pinhole' distant visual acuities, tactile tonometric measurements, slitlamp study of eyes before and after mydriasis, and hand ophthalmoscope viewing. It is estimated that no

て評価するため、10歳年齢階層における被検率を距離別および性別の各区分あるいは、その種々の組み合わせを用いて比較を行なった。被検率の男女間の差についても、同様に距離別および10歳年齢階層別の各区分あるいは、その種々の組み合わせを用いて統計学的有意性の検定を行なった。これらの各検定で認められた少数の有意な結果 ( $P < .05$ ) は、年齢または性のいずれについても、単純で系統的なかたよりを示唆する傾向を示さなかった (付録参照)。

検査を受けなかった968名のうち、812名は受診を拒否し、69名は住所不明あるいは市外へ転出しており、3名は死亡していた。残りの84名の選択された者は、いずれも1800m未満の距離にいた者であるが、これについて連絡を行なう努力がなされた記録はない。

ABCCの眼科診察室での検査では、病歴を聴取し、裸眼視力およびピンホールによる中心視力測定、触診による眼圧検査、散瞳前と散瞳後の細隙灯検査、および検眼鏡検査を実施

more than 2% were examined without mydriasis. Pinhole acuities, gross ametropias, and lens findings were recorded on forms designed to facilitate subsequent statistical processing (Appendix). A stereocamera was used to photograph lesions of the lid and anterior segment of the eye in color; but all attempts to film ocular changes deeper in the eyes were unsuccessful. To demonstrate these impressive findings pictorially, color illustrations were made by hand directly from slitlamp observation.

Necessity for establishing a more accurate standardization of clinical ocular measurements by different investigators at ABCC required installation of a fixed scale calibrated in millimeters etched on a small glass disc in one eye-piece of the slitlamp. This gauge, lightly superimposed on the field in focus, could readily be rotated with the eye-piece to any desired meridian of the visual field plane. Initial search for a classification format for lens findings resulted in selecting one implying etiology. This seemed the least complex and, clinically the most conventionally standardized. In retrospect, use of the terms 'indicative of radiation effect' (under which definite posterior subcapsular opacities, posterior capsular polychrome plaque or roughening, and excessive unexplained cortical opacities were included) and 'non-radiation opacities' (including congenital, traumatic, complicated, and senile opacities) appear to have been unnecessary commitments. Classification as 'acquired' or 'congenital,' or more simply as 'questionable types' and 'all other' would have satisfied the requirements of this study.

During the course of examination, 44 cases were designated as unacceptable for analysis. However, prior to systematic tabulation, medical records of these 44 cases and of an additional 157 cases, with either 'other' abnormalities or radiation opacities were again reviewed for the purpose of excluding cases in the most consistent fashion possible. From these 201 cases, only 3 (MF 249459, 251058, 248244) were totally excluded from analysis because of severe iritis, interstitial keratitis, and buphthalmos which limited lens examinations. In another 13 cases (MF 256729, 261975, 242410, 401004, 333541, 400472, 289037, 290471, 252767, 841138, 299027, 254990, 211903), observations from one eye only have been excluded from tabulations: 5 of these had evidence of unilateral iritis; 3 ophthalmosteres; 2 aphakia; 1 pupillary occlusion; 1 leucoma; and 1 degenerative pannus. Among these last 13 cases, only 1 of the excluded eyes was coded with a change in the posterior capsular area of the lens; of their other eyes, 4 had posterior capsular changes.

した。散瞳しないで検査を受けた者は2%を越えないと推定される。中心視力、肉眼的非正視の有無および水晶体所見を、統計的処理を容易にするため用意した書式に記録した(付録参照)。眼瞼および前分節の病変のカラー写真撮影には立体カメラを使用した。しかし眼深部の変化をすべて撮影する試みは不成功におわった。これらのうち著明な所見を図式に示すため、細隙灯で観察したものを直接手でカラー図版に写しとった。

ABCCで医師が別々に行なった臨床眼科測定値の、より正確な標準化をはかる必要があったので、細隙灯接眼部の1つに小さい円形ガラスにミリメートル単位の固定目盛りを刻んだものを取りつけた。このゲージは焦点視野に薄く重なって見えるようになっており、視軸平面のどの経線にも、接眼部ごと回して合わせることができる。水晶体所見の分類を探索する最初の試みでは、考えられる病因の1つを選択するにとどめた。これは最も簡単で、臨床的に今までのやり方に最も近い方法で標準化されたように考えられた。ふりかえってみると、「放射線の影響を示す変化」(明確な水晶体後囊下混濁、水晶体後囊部の多色円板状混濁あるいは粗雑化、および原因不明の過度水晶体皮質混濁など)および「非放射性混濁」(先天性、外傷性、併発性および老人性白内障など)の用語を使ったことは、不必要なことであったと思われる。むしろ、「後天性」または「先天性」、あるいはもっと簡単に「不明確」および「その他」とする分類が本研究の必要事項を満足させるものであったかもしれない。

診察経過期間中に、44例が解析に不適当であるとされた。しかし、系統的な製表を開始する前に、一貫した方法で除外する目的で、これら44例に加えて「その他」の異常または放射線による混濁を有する他の157例の診療録を再検討した。この201例中、わずか3例(基本名簿番号249459, 251058, 248244)だけが重篤な虹彩炎、間質性角膜炎および牛眼により水晶体が制約を受けたため解析から完全に除外された。別の13例(基本名簿番号256729, 261975, 242410, 401004, 333541, 400472, 289037, 290471, 252767, 841138, 299027, 254990, 211903)では、1眼だけの所見は製表から除外した。このうち5例は片側性虹彩炎、3例は眼球欠如、2例は無水晶体症、1例は瞳孔閉鎖、1例は白斑、1例は変性パノプスの徴候があった。これら13例のうち、除外された眼の1眼だけが水晶体後囊部の変化を有すると符号化された。他の一方の眼のうち、4眼が水晶体後囊下変化を有すると符号化されていた。



## RESULTS

Among the total of 2043 lenses for which findings were tabulated, opacities of all types were recorded in 775 (37.9%). Of the subjects included in the analysis 609 (59.2%) had clear lenses, 356 (34.6%) had lens opacities in both eyes, and 63 (6.1%) had opacifications in only one lens. This last group included one from among the 13 cases for whom findings in only one lens was tabulated. Because of this great preponderance of bilateral involvement, also seen when types of opacities were examined separately, analysis was simplified by tabulating cases rather than eyes.

Table 2 shows the distribution by age, sex, and distance groups of the 419 cases with any type of opacity in one or both eyes. The percentages in this table were obtained using the total number of cases in corresponding age, sex, distance groups as denominators. Within every sex-distance combination, the percentage of cases with opacities increased with increasing age. Tested separately, each of these age trends was statistically significant with all probabilities less than .01 and most less than .001. When tested within age-distance combinations, only one of the nine sex contrasts was significant ( $P < .05$ ), and when totalled over age, the remaining three contrasts were not significant. However, it will be noted that in every instance the percentage of females with opacities exceeded the corresponding percentage of males. This extreme event would occur by chance alone with a probability less than .005 if rates in both sexes were the same.

## 成績

所見の製表に用いられた水晶体合計2043眼のうち、各種の混濁が記録されているものは775眼(37.9%)であった。解析に用いられた被検者のうち、609名(59.2%)は水晶体が清澄で、356名(34.6%)は両眼混濁、63名(6.1%)は1眼だけに水晶体混濁があった。この最後の群には、1眼だけの所見を製表した13症例中の1例が含まれる。両眼に障害を有する者が大部分で、また別に混濁の種類を調べたときにも同様のことが認められるので、眼よりもむしろ症例に基づく製表を行なって解析を簡易化した。

1眼または両眼に何んらかの種類混濁を有する419例の年齢、性および距離区分別分布を表2に示す。本表の百分率は対応する年齢、性および距離区分における被検患者の総数を分母に使用して求めた。各性-距離別区分において、年齢の増加とともに混濁を有する患者の百分率は増加する。別々に検定すると、この年齢傾向はいずれも統計学的に有意で確率はすべて.01以下でその大半は.001以下である。各年齢-距離別組み合わせについて検定を行なった結果、9つの性別比較のうち、1つだけが有意で( $P < .05$ )、年齢を合計した場合の3つの比較は有意ではない。しかし、いずれの場合も混濁を有する女子の百分率は、それに対応する男子の百分率より高いと認められる。もし、男女における頻度が同一であれば、偶然だけによって、この極端な事象が現われる確率は.005以下である。

TABLE 2 LENS OPACITIES OF ONE OR BOTH EYES BY AGE AT EXAMINATION, SEX, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

表2 一眼または両眼水晶体の混濁：検査時年齢・性・爆心地からの距離別

| Age<br>年齢       | <1400 m  |      | 1400-1799 m |      | 2500+ m  |      |
|-----------------|----------|------|-------------|------|----------|------|
|                 | Number 数 | %    | Number 数    | %    | Number 数 | %    |
| <b>Male 男</b>   |          |      |             |      |          |      |
| <30             | 10       | 21.3 | 13          | 14.6 | 6        | 12.5 |
| 30-49           | 9        | 33.3 | 5           | 23.8 | 7        | 35.0 |
| 50+             | 34       | 53.1 | 44          | 66.7 | 16       | 64.0 |
| Total 計         | 53       | 38.4 | 62          | 35.2 | 29       | 31.2 |
| <b>Female 女</b> |          |      |             |      |          |      |
| <30             | 18       | 25.7 | 15          | 18.3 | 15       | 27.8 |
| 30-49           | 36       | 45.0 | 39          | 37.9 | 14       | 36.8 |
| 50+             | 54       | 73.0 | 62          | 71.3 | 22       | 66.7 |
| Total 計         | 108      | 48.2 | 116         | 42.6 | 51       | 40.8 |



Distance trends of percentage with opacities are regular in both sexes with all age groups combined, but within age groups they are quite irregular. When tested under these conditions and also with sexes combined, trends were not significant.

**Posterior Subcapsular Opacities** Opacities of the axial posterior subcapsular area were coded bilaterally for 15 cases and unilaterally for 7, of whom one had had the other eye enucleated. The distribution by age, sex, and distance of these 22 cases is shown in Table 3. Small numbers severely limit analysis, but an exact test<sup>10</sup> applicable to the male totals in distance groups of Table 3 was significant ( $P < .01$ ), and with sexes combined the usual chi-square approximation was significant ( $P < .01$ ) for distance groups differences. The exact testing procedure was attempted on female totals in distance groups of Table 3 but interpretation was ambiguous.

混濁を有する者の百分率の距離傾向は、すべての年齢階層を合計した場合、男女双方において規則正しいが、年齢群別には全く不規則である。このような条件のもとで行なった検定および男女を合計した場合の検定も、有意な傾向はなかった。

**水晶体後囊下混濁** 両眼に軸性後囊下部混濁が符号化してある者は15例で、これが1眼に認められているのは7例であった。この7例のうち1例は、他の一方の眼を摘出していた。これら22例の年齢別、性別および距離別分布を表3に示してある。例数が少ないので解析は非常な制限を受けるが、表3の各距離区分における男子の総数に対して適用できる正確な検定<sup>10</sup>は有意で( $P < .01$ )、男女を合計した場合は、距離区分間の差に対する一般のカイ二乗近似値は有意( $P < .01$ )であった。表3の各距離区分における女子の合計について正確な検定の方法を試みたが、その解釈は不的確である。

TABLE 3 POSTERIOR SUBCAPSULAR OPACITIES OF ONE OR BOTH EYES BY AGE AT EXAMINATION, SEX, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER  
表3 一眼または両眼水晶体後囊の混濁：検査時年齢・性・爆心地からの距離別

| Age<br>年齢       | <1400 m  |     | 1400-1799 m |     | 2500+ m  |     |
|-----------------|----------|-----|-------------|-----|----------|-----|
|                 | Number 数 | %   | Number 数    | %   | Number 数 | %   |
| <b>Male 男</b>   |          |     |             |     |          |     |
| <30             | 3        | 6.4 | 1           | 1.1 | 0        | 0   |
| 30-49           | 2        | 7.4 | 0           | 0   | 0        | 0   |
| 50+             | 3        | 4.7 | 1           | 1.5 | 0        | 0   |
| Total 計         | 8        | 5.8 | 2           | 1.1 | 0        | 0   |
| <b>Female 女</b> |          |     |             |     |          |     |
| <30             | 1        | 1.4 | 0           | 0   | 1        | 1.9 |
| 30-49           | 2        | 2.5 | 2           | 1.9 | 0        | 0   |
| 50+             | 4        | 5.4 | 1           | 1.1 | 1        | 3.0 |
| Total 計         | 7        | 3.1 | 3           | 1.1 | 2        | 1.6 |

Posterior subcapsular 'radiation' opacities were recorded in two females at distances beyond 2500 m. All records available at ABCC for these two cases have been carefully reviewed, and there is no doubt that the examining ophthalmologist recorded these findings and considered them essentially the same as those in the other 20 cases. Both patients were a little more than 3100 m from the hypocenter in quite different parts of the city, and there is nothing to suggest that either has received unusual amounts of radiation in any other way.

2500 m以遠の距離における女子2名に水晶体後囊下の「放射線性」混濁が記録されていた。この2例についてABCCで求められているすべての記録を入念に検討した結果、検査を実施した眼科専門医がこの所見を記録して、それが他の20例の所見と本質的に同じであると考えたことは疑問の余地はない。両名はそれぞれ市内の全然違った場所で爆心地から3100 mを少し上まわる地点にいた。両名が検査時以前にその他の何らかの方法で異常な放射線線量を受けたことを示唆するのは何もない。

In both of these women the posterior capsular opacities were unilateral with estimated average diameter less than 1 mm. Corrected acuities were 20/30 or better, and there were no eye complaints. One of them (MF 252667), born in 1897, had posterior capsular polychromatic changes and immature senile cataracts in both lenses. The other (MF 262570) was born in 1930 and had a congenital opacity in the lens without posterior subcapsular changes. At recent examination (by RJM) subcapsular changes could be found in neither of these women.

Among those within 1800 m, 10 had posterior subcapsular opacities of estimated average diameter less than 1 mm bilaterally and 4 had these small opacities unilaterally; another 5 cases had bilateral opacities ranging in size from an estimated average diameter of 1-2 mm to 5-6 mm and the remaining case had a large posterior subcapsular opacity unilaterally.

Eight of the 14 cases with small opacities also had polychromatic changes on the posterior capsule. Further findings were unremarkable in 10 of these: There were no complaints of eye trouble and corrected acuities were 20/30 or better. The other four all had cortical or nuclear lens changes, but these were not considered unusual. Two of the five cases with large bilateral opacities were diabetic, and another had severe myopia with degenerative changes. The other two had marked senile cataractous changes. The case with a large unilateral posterior subcapsular opacity also had a corneal scar in the same eye and gave a history of trauma, suggesting that the subcapsular lesion possibly was secondary to iridocyclitis following puncture wound.

**Other Opacities** There were 406 cases coded with opacities of all types other than of the posterior subcapsule. These were tabulated in two groups: 171 cases coded as having 'excessive unexplained cortical opacities'; and 235 cases with congenital, traumatic, complicated, or senile opacities. Included in the first group of 171 were 2 cases who also had posterior subcapsular opacities, and 7 such cases were included among the 235. There were 24 cases, with both cortical opacities and one or more of the other types. These were included in the former group of 171.

Among the 171 cases, 139 (81.3%) had cortical opacities bilaterally and 32 (18.7%) had them in only one eye. The unusual age distributions seen in Table 4, as well as the terminology used, suggest that these are highly selected findings. There is nothing in file to indicate how selection was made or how findings not considered excessive were coded. Thus, the data are impossible to interpret, and significance tests of no value.

この2人の婦人は、ともに1眼に平均推定直径1mm以下の後囊混濁があった。矯正視力は、20/30以上で、眼症状はなかった。1人(基本名簿番号252667)は、1897年に出生しており、両眼に水晶体後囊部の多色性変化および未熟性老人性白内障があった。他の1人(基本名簿番号262570)は、1930年に出生し、水晶体に後囊下部の変化を伴わない先天性混濁があった。最近の検査(RJMによる)では、この2人の女性のいずれにも後囊下変化を発見することができなかった。

1800m未満の距離にあった被検者のうち、両眼に推定直径の平均が1mm以下の後囊下混濁が認められたのは10名で、1眼にこの小さな混濁があったのは4例である。別の5例は両眼の大きさが平均直径1-2mmから5-6mmに及ぶ混濁があり、残りの1例は、1眼に大きい後囊下混濁があった。

小さな混濁を有する14例中8例には、さらに水晶体後囊の多色性変化があった。このうち10例には、そのほかの著見を認めなかった。すなわち、眼症状はなく、矯正視力は20/30以上であった。その他の4例はいずれも、水晶体皮質または核の変化があったが、これは異常とは見なされなかった。両眼に大きい混濁を有する5例のうち2例は、糖尿病患者で他の1例は変性変化を伴う強度の近視があった。その他の2例には顕著な老人性白内障変化があった。1眼に大きい水晶体後囊下混濁を有する1例には、同じ眼に角膜瘢痕があり、外傷の病歴があった。この水晶体後囊下病変はおそらく刺傷後の虹彩毛様体炎に続発したものであろうと考えられる。

**その他の混濁** 後囊部以外に、各種の混濁があると符号化されたものは406例あった。これらを2つの群に分けて集計した。すなわち「原因不明の過度水晶体皮質混濁」と符号化した171例および先天性、外傷性、併発性、または老人性混濁と符号化した235例である。後囊下混濁を有するものは、前者の171例に2例含まれており、あとの235例中には7例はっている。皮質混濁およびその他の種類の混濁を1つ以上有するものが24例あり、これは前者の171例中に含まれている。

171例中、139例(81.3%)に皮質混濁が両眼に認められ、32例(18.7%)に1眼だけに認められた。表4にみられる年齢の異常分布および使用された用語から考えて、これは高度に選ばれた所見であると思われる。選択がどのようにして行なわれ、過度と見なされない所見がどのように符号化されたかを示す記録はない。したがって、この資料の解釈は不可能であり、有意性の検定は価値をもたないであろう。

In the second group of 235 cases, 203 (86.4%) had opacities bilaterally and 32 (13.6%) unilaterally. Table 5 shows their distribution. Rates were markedly higher in the oldest groups, a finding which corresponds with the possible differential classification of cortical opacities as radiation or nonradiation effects and suggests age played some role in that classification. Only the low percentage of opacities in males of all ages at distances beyond 2500 m suggests a radiation effect. However, differences in rates between groups within 1400 m and at 1400-1799 m would not support such a conclusion. In the six age-sex groups, five actually show an increase in opacities with increasing distance. Only in males under age 30 is the rate for the group beyond 2500 m appreciably lower than in the closest group.

**Posterior Capsular Polychromatic Changes** In addition to opacities, various types of changes localized axially on the posterior lens capsule were frequently encountered. Most of these, even the ones with minimal opacities, when viewed by oblique focal illumination with the slitlamp, presented in common a background color phenomenon which formed a discrete island, plaque, or crust of granular iridescence ranging in diameter from 0.2 mm to 1.5 mm. On shifting to direct retro-illumination of the lens, the plaque disappeared against the bright retinal light reflex, and therefore by optical test did not appear to be an actual opacity. Range of texture was from a definite splotch of roughening in the chagreen to those with a denser crusty bas-relief pattern. Visualization of this phenomenon was greatly enhanced by use of a late model Zeiss slitlamp. Routine slitlamp sweeps over the dome span of the posterior lens capsule failed to reveal such plaques at any location other than the posterior pole, and none could be seen with the hand ophthalmoscope.

Among 467 cases with such polychromatic changes, 12 (2.6%) also had opacities of the posterior subcapsule and another 222 (47.5%) had opacities of other types. The distribution of these cases is shown by age, sex, and exposure distance in Table 6. In each sex the highest percentage of these changes occurred in the group within 1400 m ( $P$ 's < .01 and .001, respectively), but when tested separately by age groups only in males under 30 years and females under 50 years were the differences among distance groups statistically significant ( $P$ 's < .001). In the two youngest groups rates consistently decreased with increasing distance, but in other age groups they did not.

The rate of polychromatic changes in all male patients was 43.5%, and in all female patients was 46.7%. This difference was not significant nor were any of several

第2の集団における235例のうち、203例(86.4%)には両眼に混濁が、また32例(13.6%)には1眼に混濁があった。表5にその分布を示してある。最高年齢層における頻度が著しく高く、この所見は、皮質混濁が放射線によるものか非放射線性のものかの鑑別分類に相当するものであり、この分類においては年齢が若干の役割を果たすことを示唆する。2500 m以遠の距離ですべての年齢層の男子において混濁の百分率が低いことだけが放射線の影響を示唆する。しかし、1400 m未満と1400-1799 mの集団の間の頻度の差からは、かかる結論は確認されない。実は、6つの年齢、性別区分のうち、5つは距離の増加とともに混濁の増加を認めた。ただ、30歳以下の男子においてのみ2500 m以遠の集団に対する頻度が近距離群よりもかなり低い。

**水晶体後囊部多色性変化** 混濁以外に水晶体後囊の軸部に各種の限局性変化もしばしば認めた。細隙灯による斜照法ではこの変化は、軽微な混濁を伴うものでさえも、共通して背景に色彩現象を呈するものが多く、これは直径0.2 mmないし1.5 mmの境界の鮮明な島、円板状混濁またはかたまりのような顆粒状光輝部を形成している。次いで徹照法で水晶体を検査すれば明るい眼底反射でこの円板状混濁は消失するので肉眼的には、真の混濁ではないように思われた。その表面の性状は、粒起めし皮の粗雑な表面に似たものからもっと濃厚な固い浮彫り状の様相を呈するものまでである。この現象の観察は、最新式のZeiss細隙灯を使用した場合はさらに容易であった。水晶体後囊の全面を細隙灯検査したが、この円板状混濁は後極部以外では認められなかった。これは検眼鏡では認められなかった。

この種の色多色性変化を有する467例のうち12例(2.6%)には後囊下の混濁もあり、別の222例(47.5%)にはその他の種類の混濁があった。表6は、これらの年齢別、性別および被爆距離別分布である。男女とも1400 m未満の群においてこれらの変化の発生率が最も高いと認められた( $P$ はそれぞれ< .01および.001)。しかし、年齢階層別に分けて検定を行なったとき、30歳未満の男子および50歳未満の女子においてのみ距離区分間の差は統計学的に有意である( $P$  < .001)。2つの最年少の集団において、距離の増加とともに頻度は一貫して減少するが、その他の年齢層ではそうならない。

男子全員における多色性変化の頻度は43.5%で、女子全員では46.7%である。この差は有意ではなく、その他のいくつ

TABLE 4 EXCESSIVE UNEXPLAINED CORTICAL OPACITIES OF ONE OR BOTH EYES BY AGE AT EXAMINATION, SEX, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

表4 一眼または両眼の原因不明の過度水晶体皮質混濁：検査時年齢・性・爆心地からの距離別

| Age<br>年齢       | <1400 m  |      | 1400-1799 m |      | 2500+ m  |      |
|-----------------|----------|------|-------------|------|----------|------|
|                 | Number 数 | %    | Number 数    | %    | Number 数 | %    |
| <b>Male 男</b>   |          |      |             |      |          |      |
| <30             | 6        | 12.8 | 10          | 11.2 | 5        | 10.4 |
| 30-49           | 7        | 25.9 | 4           | 19.0 | 7        | 35.0 |
| 50+             | 2        | 3.1  | 1           | 1.5  | 4        | 16.0 |
| Total 計         | 15       | 10.9 | 15          | 8.5  | 16       | 17.2 |
| <b>Female 女</b> |          |      |             |      |          |      |
| <30             | 14       | 20.0 | 9           | 11.0 | 10       | 18.5 |
| 30-49           | 29       | 36.2 | 31          | 30.1 | 12       | 31.6 |
| 50+             | 13       | 17.6 | 4           | 4.6  | 3        | 9.1  |
| Total 計         | 56       | 25.0 | 44          | 16.2 | 25       | 20.0 |

TABLE 5 CONGENITAL, TRAUMATIC, COMPLICATED, OR SENILE OPACITIES OF ONE OR BOTH EYES BY AGE AT EXAMINATION, SEX, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

表5 一眼または両眼の先天性，外傷性，併発性，または老人性混濁：検査時年齢・性・爆心地からの距離別

| Age<br>年齢       | <1400 m  |      | 1400-1799 m |      | 2500+ m  |      |
|-----------------|----------|------|-------------|------|----------|------|
|                 | Number 数 | %    | Number 数    | %    | Number 数 | %    |
| <b>Male 男</b>   |          |      |             |      |          |      |
| <30             | 3        | 6.4  | 2           | 2.2  | 1        | 2.1  |
| 30-49           | 0        | 0    | 1           | 4.8  | 0        | 0    |
| 50+             | 31       | 48.4 | 43          | 65.2 | 12       | 48.0 |
| Total 計         | 34       | 24.6 | 46          | 26.1 | 13       | 14.0 |
| <b>Female 女</b> |          |      |             |      |          |      |
| <30             | 3        | 4.3  | 6           | 7.3  | 5        | 9.3  |
| 30-49           | 5        | 6.2  | 7           | 6.8  | 2        | 5.3  |
| 50+             | 38       | 51.4 | 57          | 65.5 | 19       | 57.6 |
| Total 計         | 46       | 20.5 | 70          | 25.7 | 26       | 20.8 |



TABLE 6 POSTERIOR SUBCAPSULAR POLYCHROMATIC CHANGES  
OF ONE OR BOTH EYES BY AGE AT EXAMINATION, SEX, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

表6 一眼または両眼水晶体後囊の多色性変化：検査時年齢・性・爆心地からの距離別

| Age<br>年齢 | <1400 m  |      | 1400-1799 m |      | 2500+ m  |      |
|-----------|----------|------|-------------|------|----------|------|
|           | Number 数 | %    | Number 数    | %    | Number 数 | %    |
| Male 男    |          |      |             |      |          |      |
| <30       | 23       | 48.9 | 24          | 27.0 | 7        | 14.6 |
| 30-49     | 17       | 63.0 | 8           | 38.1 | 11       | 55.0 |
| 50+       | 36       | 56.2 | 36          | 54.5 | 15       | 60.0 |
| Total 計   | 76       | 55.1 | 68          | 38.6 | 33       | 35.5 |
| Female 女  |          |      |             |      |          |      |
| <30       | 33       | 47.1 | 20          | 24.4 | 6        | 11.1 |
| 30-49     | 55       | 68.8 | 42          | 40.8 | 20       | 52.6 |
| 50+       | 45       | 60.8 | 45          | 51.7 | 24       | 72.7 |
| Total 計   | 133      | 59.4 | 107         | 39.3 | 50       | 40.0 |

other tests contrasting the sexes. In the 1400-1799 m and 2500+ m distance groups there was a distinct increase in rates with increasing age, and in both sexes these differences were significant ( $P$ 's < .01 and .001, respectively). No such regular trend occurred in either sex in the group within 1400 m.

**Other Findings** Pinhole visual acuities were tabulated separately for all right and left eyes and for the worst of the two eyes. This latter tabulation showed 38 (10.5%) of those within 1400 m, 44 (9.8%) at 1400-1799 m, and 16 (7.3%) beyond 2500 m with acuities of 20/70 or poorer. Only in females under 30 years old and over 50 years old were there differences suggestive of decreased acuity in the closest group. However, the small numbers in these groups with acuities of 20/70 or worse and the lack of consistency with other groups suggest that these differences were the result of sampling fluctuation. The tabulations of right and left eyes produced results essentially the same as these.

Myopia was coded for 29 (8.0%) subjects within 1400 m, 59 (13.2%) at 1400-1799 m, and for 25 (11.5%) beyond 2500 m. Fifteen of these, classified as having high myopia, showed no relation to exposure distance. There were 167 subjects coded as having other abnormalities. Of these 89 also had a lens opacity and the remainder did not. Review of records showed that in most of these 167 patients the abnormality consisted of one or more of trachoma residuals including pannus and corneal and lid scarring with trichiasis; hypertensive retinopathy; pigmentary retinal degeneration; or pterygium. Miscellaneous

かの性別検定のいずれにおいても有意差はなかった。1400-1799 mおよび2500 m以上の距離群において、年齢の増加に伴って頻度に明確な増加があり、男女いずれにもこの差は有意である ( $P$ はそれぞれ<.01および.001)。1400 m未満の距離区分では、男女いずれにもこのような規則的な傾向はない。

**その他の所見** 中心視力は、左右別と両眼のうち悪い方について製表した。この後者の集計では20/70以下の視力を有する者は、1400 m未満の距離の被検者のうち38例(10.5%)、1400-1799 mで44例(9.8%)、2500 m以上で16例(7.3%)であった。30歳以下および50歳以上の女子にだけ、近距離群に視力減退を示唆する差があった。しかし、視力が20/70以下の群における例数が少ないことおよびその他の群との一貫性がないことは、この差が標本変動の結果であることを思わせる。右眼および左眼の製表からは、これと本質的に同じような結果が出た。

近視は爆心地から1400 m未満に29名(8.0%)、1400-1799 mでは59名(13.2%)、そして2500 m以上では25名(11.5%)が符号化してあった。このうち、強度の近視と分類されていた15名は、被爆距離との関係はなかった。167名はその他の異常があると符号化してあった。このうち、89例には水晶体混濁もあったが、残りの者にはなかった。記録を検討した結果これら167例の大半では、その異常はパノプスおよび睫毛乱生症を伴う角膜と眼瞼の瘢痕などのトラコーマ後遺が1つ以上、高血圧性網膜症、色素性網膜変性および翼状片であった。



diagnoses such as chronic conjunctivitis, old chorio-retinitis, and strabismus were made in one or two cases each. Because these findings were not coded in detail, and because they seemed so heterogeneous, no effort was made to evaluate their rate of occurrence.

**Radiation Gradient** In an effort to explore the gradient of changes in the axial posterior subcapsular and subcapsular regions with radiation dose, all those with such opacities or polychromatic changes were distributed by age, sex, and exposure distance in 200 m increments, and the result is shown in Table 7 for the sexes separately and combined. Sexes also were combined using unweighted arithmetic averages of percentages. The two methods produced essentially the same results except in the 30-49 years age group at 1400-1599 m. In contrast to 44.9% obtained by the method used, the unweighted mean is 32.2%. This difference is entirely attributable to the difference in numbers of males and females examined in this age-distance category.

There were no significant differences between the sexes, and with minor exceptions trends in the two sexes were similar. Thus, attention has been restricted to the panel of Table 7 for males and females combined. Several features of these data deserve comment:

た。そのほか、慢性結膜炎、古い脈絡網膜炎および斜視などの診断が、それぞれ1例または2例あった。これらの所見は詳しく符号化してなく、かつ非常に異質に思えたので、その発生率の評価は試みなかった。

**放射線勾配** 軸後囊下および囊下部の変化の放射線線量に対する勾配を探究するため、この種の混濁または多色性変化を有する患者全員の分布を年齢別、性別および200mごとの被爆距離区分別に求め、その結果を男女別および男女を合計して表7に示してある。加重しない百分率の算術的平均の男女合計も求めた。この2つの方法により、30-49歳の年齢群における1400-1599m群以外は、本質的に同結果が得られた。この群では、使用した方法によって得た44.9%に比べて、加重されない平均値は32.2%である。この差のすべては、この年齢の距離区分における男子と女子の被検者数の差によるものである。

男女の間には有意差はなく、少数の例外はあるが、両性における傾向は類似している。したがって表7の男女合計の区画に注意を限定した。この資料の特徴のいくつかについて述べることにする。

TABLE 7 POSTERIOR CAPSULAR AND SUBCAPSULAR FINDINGS  
BY AGE AT EXAMINATION, SEX, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

表7 水晶体後囊および後囊下所見：検査時年齢・性・爆心地からの距離別

| Age<br>年齢               | <1200       |      | 1200-1399   |      | 1400-1599   |      | 1600-1799   |      | 2500+       |      |
|-------------------------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|
|                         | Number<br>数 | %    | Number<br>数 | %    | Number<br>数 | %    | Number<br>数 | %    | Number<br>数 | %    |
| <b>Male 男</b>           |             |      |             |      |             |      |             |      |             |      |
| <30                     | 15          | 53.6 | 9           | 47.4 | 11          | 36.7 | 14          | 23.7 | 7           | 14.6 |
| 30-49                   | 11          | 64.7 | 6           | 60.0 | 1           | 14.3 | 7           | 50.0 | 11          | 55.0 |
| 50+                     | 22          | 66.7 | 16          | 51.6 | 14          | 60.9 | 23          | 53.5 | 15          | 60.0 |
| Total 計                 | 48          | 61.5 | 31          | 51.7 | 26          | 43.3 | 44          | 37.9 | 33          | 35.5 |
| <b>Female 女</b>         |             |      |             |      |             |      |             |      |             |      |
| <30                     | 18          | 56.2 | 16          | 42.1 | 10          | 35.7 | 10          | 18.5 | 7           | 13.0 |
| 30-49                   | 34          | 65.4 | 22          | 78.6 | 21          | 50.0 | 22          | 36.1 | 20          | 52.6 |
| 50+                     | 30          | 69.8 | 16          | 51.6 | 20          | 50.0 | 25          | 53.2 | 24          | 72.7 |
| Total 計                 | 82          | 64.6 | 54          | 55.7 | 51          | 46.4 | 57          | 35.2 | 51          | 40.8 |
| <b>Male+Female 男女合計</b> |             |      |             |      |             |      |             |      |             |      |
| <30                     | 33          | 55.0 | 25          | 43.9 | 21          | 36.2 | 24          | 21.2 | 14          | 13.7 |
| 30-49                   | 45          | 65.2 | 28          | 73.7 | 22          | 44.9 | 29          | 38.7 | 31          | 53.4 |
| 50+                     | 52          | 68.4 | 32          | 51.6 | 34          | 54.0 | 48          | 53.3 | 39          | 67.2 |
| Total 計                 | 130         | 63.4 | 85          | 54.1 | 77          | 45.3 | 101         | 36.3 | 84          | 38.5 |

There were strikingly significant ( $P < .001$ ) differences between the age groups beyond 2500 m where the radiation dose probably was negligible;

In the two oldest groups, the percentages with abnormalities were less at 1600-1799 m than 2500+ m ( $P$ 's  $< .10$ ). In the youngest group the reverse was true ( $P < .30$ );

Considering groups within 1800 m, the oldest showed a maximum difference between lowest (1200-1399 m) and highest ( $< 1200$  m) rates of 17%. The two youngest groups had maximum differences of about 35%;

Again in groups within 1800 m, in the oldest, the largest difference between successive distance groups (17%) is within 1200 m to 1200-1399 m, in the 30-49 years group it is at 1200-1399 m to 1400-1599 m, and in the youngest group at 1400-1599 m to 1600-1799 m;

Within 1200 m, differences between age groups are not significant, but at 1600-1799 m they are ( $P < .001$ );

When combined over distance, the percentages with abnormalities are not significantly different in the two older groups, but the percentage in the youngest group is significantly different from each ( $P < .01$ ).

Individual dose estimation is a complex process which is not applicable to all survivors and has a wide margin of error.<sup>11,12</sup> Table 8 shows the number and percentage of patients within successive 200 m bands for whom tentative T 57 D estimates<sup>11</sup> of both gamma and neutron dose have been made, the arithmetic mean of total individual doses obtained by simple summing of the two components, and the standard errors of these means. Even though sampling for this study was restricted to unshielded or lightly shielded survivors, only about 60% of subjects within 1800 m, and about 80% in the closest groups, have had both gamma and neutron doses estimated. This variation in rates of completed estimates by distance is largely the result of a systematic effort to complete dose estimation within a given small radius before extending to more distal groups.

When mean T 57 D estimates for adjacent distance groups are tested one against another in pairs, all differences are highly significant ( $P$ 's  $< .001$ ). However, 95% confidence limits on population dose means are, from near to far distance groups, respectively: 306 r, 363 r; 177 r, 226 r; 69 r, 84 r; and 33 r, 52 r. Ranges of individual doses emphasize the uncertainty associated with selection of a specific value to represent all survivors from a given 200 m

爆弾による放射線線量が無視できると思われる2500 m以遠では各年齢層の間に著しく有意な差を認める ( $P < .001$ ).

2つの最高年齢群では、2500 m以遠の被爆者よりも1600-1799 mの間の被爆者に異常を有する者の百分率が小さい ( $P < .10$ ), 最年少群ではその逆である ( $P < .30$ ).

1800 m未満の集団を考えると、最高年齢群で最低 (1200-1399 m) と最高 (1200 m未満) の頻度の間に17%の最大差を認めた。2つの最年少群では、およそ35%の最大差があった。

さらに、1800 m未満の集団では、連続する距離区分の間の最大差 (17%) は最高年齢群の1200 m未満の者と1200-1399 mの者との間であり、30-49歳年齢群においては、1200-1399 mと1400-1599 mとの間であり、最年少群においては、1400-1599 mと1600-1799 mとの間である。

1200 m未満では、年齢群間の差は有意ではないが、1600-1799 mでは有意であった ( $P < .001$ ).

距離区分を合計するとき、2つの高年齢群における異常を有する者の百分率には有意な差はない。しかし最年少者群における百分率にはそれぞれ有意な差がある ( $P < .01$ ).

各個人の線量推定は、複雑な仕事であり、被爆者全員には適用できないし、また誤差も大きい。<sup>11,12</sup> ガンマ線および中性子の T 57 推定線量<sup>11</sup> が求められている被検者について、200 m ごとの距離区分別にその数および百分率、2つの線量要素の単純合計によって入手した各個人の総線量の算術的平均、およびこれらの平均値の標準誤差を表 8 に示す。本調査に対する標本抽出は、無遮蔽または軽遮蔽の被爆者に限定されたとはいえ、1800 m未満の対象者のおよそ60%および近距離集団のおよそ80%について、ガンマ線および中性子線量の推定が行なわれている。距離別にみて、線量推定が求められている割合に差があるのは、主として遠距離集団の前に近距離被爆者における線量推定を完成しようとする系統的努力が行なわれているためである。

2つずつの連続した距離区分について T 57 平均推定線量の検定を行なうとき、すべての差は非常に有意である ( $P < .001$ )。しかし、線量の母集団平均値の95%誤差限界は、近距離群から遠距離群へかけて、306 r および 363 r, 177 r および 226 r, 69 r および 84 r, 33 r および 52 r である。各線量値の変動範囲が広いことは、ある200 m ごとの距離区分における被爆者全員を代表するために、特定の値を選択するこ

band. Again from near to far distance groups, these ranges are 18-1025 r, 51-942 r, 15-253 r, and 8-378 r. Using means to represent the estimated total dose for all persons within respective 200 m bands, the percentages from the lowest panel of Table 7 have been plotted in Figure 1. Because the logarithm of mean dose approximates a linear function of exposure distance, the relations among distance and age groups mentioned above remain essentially unchanged in Figure 1. Using mean dose on the abscissa does emphasize the observation that the greatest change in percentage with abnormalities occurs in different portions of the curves for different age groups, and that the gradient with radiation is most steep in the youngest group and progressively decreases with advancing age.

とに不確実性があることを強調している。この変動範囲は、近距離より遠距離群にかけて18-1025 r, 51-942 r, 15-253 r, 8-378 rである。各200mごとの距離区分に属する被検者全員に対する総線量推定の代表値として、平均値を用いて表7の下部の区画の百分率を図1に示した。平均線量の対数は被爆距離に対して線形関数に近似するので、上述の年齢と距離区分との関係は図1において本質的に変わりはない。横座標に平均線量を使用すると、年齢群では、それぞれ曲線の違った部分に異常を有する者の百分率の最大変化が生じていること、および放射線との勾配は若年者群において最も急で、年齢が進むにつれて累進的に減少するという観察が特に明らかになる。

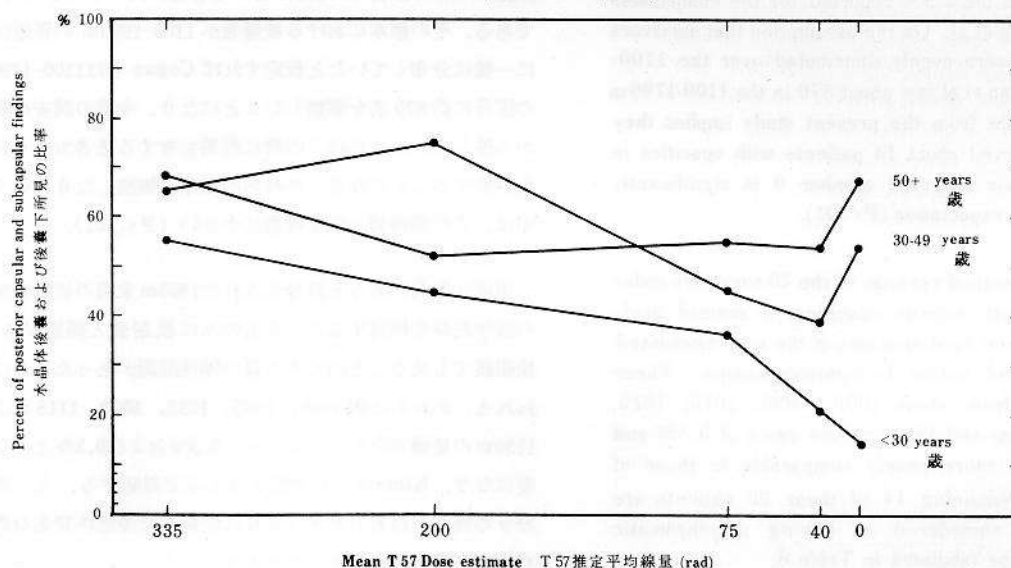
TABLE 8 T57 DOSE ESTIMATES BY DISTANCE FROM HYPOCENTER

表8 爆心地からの距離別 T57推定線量

| Distance 距離 m | Examined<br>被検者数 | T57 Dose Estimates<br>T57推定線量 |      | T57 Dose T57線量 rad |                                    |
|---------------|------------------|-------------------------------|------|--------------------|------------------------------------|
|               |                  | Number 数                      | %    | Mean<br>平均値        | Standard Error of Mean<br>平均値の標準誤差 |
| 1000 - 1199   | 205              | 161                           | 78.5 | 334.3              | 14.46                              |
| 1200 - 1399   | 157              | 124                           | 79.0 | 201.4              | 12.61                              |
| 1400 - 1599   | 170              | 111                           | 65.3 | 76.8               | 3.80                               |
| 1600 - 1799   | 278              | 105                           | 37.8 | 42.5               | 4.60                               |
| Total 計       | 810              | 501                           | 61.9 | -                  | -                                  |

FIGURE 1 POSTERIOR CAPSULAR AND SUBCAPSULAR FINDINGS BY SLIT LAMP BIOMICROSCOPY AS A FUNCTION OF MEAN T57 DOSE ESTIMATE AND AGE AT EXAMINATION

図1 T57推定平均線量および検査時年齢の関数として見た細隙灯生検鏡による水晶体後囊および後囊下所見



## DISCUSSION

In the groups examined in this study, the percentages of posterior subcapsular opacities (Table 3) and polychromatic changes on the lens capsule (Table 6) are higher within 1400 m than at 1400-1799 m. This is true of both sexes and in the three age groups considered. Comparison with rates from their earlier studies, reclassification of present findings after review of records, and inability to confirm findings in two subjects all suggest that the findings coded and tabulated in this study as opacities indicative of a radiation effect (Table 3) are not comparable to the 'cataracts' reported by Cogan, Martin, Kimura, and Ikui<sup>3</sup> and Kimura.<sup>4</sup>

These investigators reported five patients with cataracts of the posterior lens capsule which were thought to have resulted from radiation and five additional patients with changes suggestive of the radiation type. These 10 cases were seen among a group of 231 survivors within 1000 m of the Hiroshima hypocenter. In an unpublished report<sup>4</sup> this Hiroshima series was increased to 869 patients within 1000 m, 449 at 1000-1099 m, 1544 at 1100-1999 m, and 66 beyond 2000 m. The numbers of patients with posterior subcapsular cataracts reported for these groups were 84 (9.7%), 13 (2.9%), 0, and 0, respectively. Visualization by ophthalmoscope was required for the diagnosis of a cataract.

In the present sample there was only one survivor from within 1000 m. However, there were 75 from 1000-1099 m, and 10 (13.3%) of these were coded with definite opacification of the posterior lens, subcapsularly by slitlamp examination. This is a significantly higher rate ( $P < .01$ ) than the 2.9% reported for the comparable distance by Cogan et al. On the assumption that survivors in their sample were evenly distributed over the 1100-1999 m band, Cogan et al saw about 870 in the 1100-1799 m band, and the rate from the present study implies they would have observed about 14 patients with opacities in this group. Their observed number 0 is significantly smaller than this expectation ( $P < .01$ ).

On review of medical records of the 20 survivors under 1800 m coded with definite opacities, it seemed likely that only 6 had true axial opacities of the type associated with radiation and visible by ophthalmoscope. These were survivors from about 1000, 1005, 1015, 1020, 1115, and 1130 m, and thus produce rates of 5.3% and 0.3% which are more nearly comparable to those of Kimura.<sup>4</sup> The remaining 14 of these 20 patients are probably better considered as having polychromatic changes of the type tabulated in Table 6.

## 考 察

本調査における被検者集団において後囊下混濁 (表3) および水晶体囊の多色性変化 (表6) の百分率は1400-1799mにおけるよりも1400m未満において高い。これは男女およびここで取り上げた3つの年齢群についていえる。初期の調査で求められている頻度との比較、また記録を検討して今回の所見を再分類した結果、あるいは2名の患者の所見を確認できなかったことなどをみると、本調査において放射線の影響を表わす混濁として符号化し製表した所見は (表3), Cogan, Martin, Kimura, および生井<sup>3</sup> さらに Kimura<sup>4</sup> により報告された「白内障」とは比較できないことを示唆している。

かれらは、放射線に起因したと思われる水晶体後囊部の白内障を5例、さらに放射線性の型を示唆する変化を有する5例を報告した。この10例は広島県の爆心地より1000m未満の被爆者231名中にみられた。未発表の報告書<sup>4</sup>によれば、広島県のこの調査対象例数は1000m未満で869名、1000-1099mの区分で449名、1100-1999mの区分において1544名、2000m以遠において66名に増加された。これらの集団について後囊下白内障を有すると報告された患者数は、おのおの84 (9.7%), 13 (2.9%), 0, および0であった。白内障の診断のためには、検眼鏡で見る必要があった。

現在の標本においては、1000m未満の被爆者は1名だけであった。しかし1000-1099mの区分では75名いた。そのうちの10名 (13.3%) は細隙灯検査により明白な水晶体後囊の混濁があると符号化された。これは Cogan らが対応する距離区分について報告した2.9%よりも有意に高い率 ( $P < .01$ ) である。その標本における被爆者が1100-1999mの距離区分に一樣に分布していたと仮定すれば Cogan らは1100-1799mの区分に約870名を観察したことになり、今回の調査の頻度から推して、かれらはこの群に混濁を有する患者およそ14名を観察することになる。かれらが実際に観察した0という数字は、この期待値よりも有意に小さい ( $P < .01$ )。

明確な混濁があると符号化された1800m未満の被爆者20名の医学記録を検討すると、6名のみに放射線と関連があり、検眼鏡でも見ることができると真の軸性混濁があったように思われる。かれらは約1000, 1005, 1015, 1020, 1115および1130mの被爆者たちであるから、5.3%および0.3%という頻度になり、Kimura<sup>4</sup>の報告とほとんど対応する。この20名のうち残りの14名の患者は表6に記載した多色性変化の病型をもつと考えた方がよいであろう。



That rates of posterior subcapsular opacities are higher in the present study than reported by Cogan et al may be due to sampling errors in either or both studies, to differences in the age composition of the samples, or to an increase in the prevalence of such changes during the 7 or 8 years between the two studies. However, the evidence strongly suggests that the higher rates are due to differences in examination procedures and possibly in criteria for the selection and classification of findings. There is no way of definitely choosing among these alternatives with the information presently available. Some further insight might be gained through careful follow-up examination of selected survivors from the study groups by a single observer.

Sinskey<sup>6</sup> has reported rates of posterior subcapsular polychromatic granular 'plaques' using the extent of epilation within 3 months of the explosion as an index of radiation exposure. While he sometimes differentiated plaques visible with ophthalmoscope and those visible only by slitlamp, he usually referred to all changes as plaques without qualification. Thus in many places his term is ambiguous in that it lumps together a spectrum of clinically recognizable changes. During 1951-53, he examined 3700 survivors, but explicitly reports rates only for a preliminary study in Hiroshima of 164 persons not in the city ATB and 165 survivors giving a history of 90 to 100% epilation. In the former group he reports 16 (10%) with polychromatic plaques, and in the latter 139 (84%).

The higher rate of polychromatic changes reported by Sinskey than found here (Tables 6 and 7) may have resulted because Hiroshima survivors with nearly total epilation received higher doses than did those in the distance zones employed in this study, or because degree of epilation is an index of general sensitivity to radiation. Sinskey<sup>6</sup> reported data which is consistent with both of these interpretations. Within each of several Nagasaki distance groups, among those with comparable shielding, the rate of posterior subcapsular changes was higher among survivors with a history of epilation than those without. In other respects Sinskey's results generally correspond with those of the present study. Polychromatic changes were more frequent at older ages, especially among persons thought to have received very small radiation doses; were approximately equally frequent in males and females; and, in the Nagasaki sample, were decreasingly frequent with increasing distance from the hypocenter. He found no appreciable visual acuity loss in 154 survivors with ophthalmoscopically visible plaques.

後囊下混濁の頻度が Cogan らの報告よりも、今回の調査の方が高いということは、一方あるいは、双方の調査における標本誤差、標本の年齢構成における差、あるいは、この2つの調査の間における7-8年間に、この種の変化の発現率の増加があったことに起因するのかもしれない。しかし、頻度がより高いのは検査方法の相違およびおそらく所見の選択ならびに分類基準の相違に起因する可能性が大きい証拠がある。現在利用できる知識をもっていずれの可能性があるか決定的な選択の方法はない。この調査集団から選抜した被爆者の注意深い追加検査を1名の観察者が実施することによりさらに詳しい見識が得られるかもしれない。

Sinskey<sup>6</sup> は、放射線照射の指標として被爆3か月以内の脱毛の程度を使って、後囊下の多色性顆粒状「円板状混濁」発現率を報告している。かれは、円板状混濁を検眼鏡で見るのできるものと細隙灯によってのみみることが出来るものとを一部区別したけれども、一般にこの区別を用いないですべての変化を円板状混濁と呼んだ。したがって、臨床的に認めるのできるいろいろの変化を一樣に取り扱うという点において、かれの用語は多くの場合に不明瞭である。1951-53年の期間中にかれは3700名の被爆者を検査したが、広島で行なった予備調査において原爆時に市内にいなかった164名および90-100%の脱毛歴を有する被爆者165名に対する発現率だけを明確に報告している。かれは、多色性円板状混濁を有する患者を前者では16例(10%)、後者では139例(84%)と報告している。

Sinskey が報告した多色性変化の頻度が今回の調査(表6または7)よりも高いことは、ほとんど完全脱毛を起こした広島市の被爆生存者が本調査に採用した距離区分における者よりも高い線量を受けたためか、あるいは、脱毛の程度が放射線に対する一般的感受性の指標であるために生じたのかかもしれない。Sinskey<sup>6</sup> はこれらの解釈のいずれにも適合する資料を報告した。長崎におけるいくつかの距離区分のそれぞれにおいて、比較できる遮蔽があった者の中で脱毛がなかった被爆者よりも、脱毛のある被爆者に後囊下変化の頻度が高かった。その他の点において Sinskey の結果は本調査のそれとだいたい一致する。すなわち、多色性変化は、ことにきわめて少量の放射線線量を受けたと思われる者では、高齢層により多くみられ、男女間の頻度はほぼ等しく、また長崎サンプルにおいて爆心地からの距離の増加とともに頻度が減少した。検眼鏡で見るのできる円板状混濁を有する被爆者154名に視力障害はあまり認めなかった。



Possible errors inherent in the procedures now available for estimating individual doses, possible sampling bias toward individuals with high dose estimates, and wide variation among individual estimates even within a 200m band, all dictate caution in the use of mean T57D estimates as absolute values. However, these means probably are useful as relative indices to doses received by survivors in the 200m bands. With this restricted use of mean doses in mind, trends of Figure 1 can be interpreted as suggesting that in this sample the relative threshold dose for posterior capsular and subcapsular lens changes (i.e., the lowest dose at which the rate of such changes is reliably elevated above the normal background rate) is dependent on age.

The data suggest this relative threshold dose is lowest in the youngest group and somewhat higher in the 30-49 year old group. Depending on the interpretation given to the rate found in the group beyond 2500 m, these data may not show an elevation above background rates in the groups over 50 years old. If there is an elevation, it seems to occur at the highest dose of any of the three age groups. Such thresholds would be consistent with an hypothesis of greater sensitivity to radiation at young ages. It is not possible to assign actual doses to these relative thresholds with confidence or to determine whether age at exposure or at examination is the more important determinate of the threshold. There is of course no evidence of an absolute dose threshold (i.e., the lowest dose at which the rate of findings is reliably greater than zero) for these posterior subcapsular lens changes.

Miller<sup>13</sup> has reported an acuity loss in children within 1800m who were 16 to 19 years old at the time of examination. In his group of 337 children 20.8% had uncorrected acuities of 20/70 or less in the poorer eye, and in 361 children of the same ages at distances beyond 1800 m, 9.1% had such acuities. In younger age groups differences in the same direction were not so large, and there was no difference between male and female children. With the smaller numbers, especially in the young ages, and different procedure for assessing acuity, it is not surprising that the present series does not confirm Miller's result. Visual acuities in five of the six persons who seemed most likely to have axial opacities of the posterior subcapsule were all 20/40 or better, and in the other were 20/100 and 20/200.

Mixed into the present sample were patients examined in previous years and apparently considered by other examiners to have had radiation-induced lens changes. Comparison of clinical features of old and current

現在、各個人の線量の推定に利用できる方法に含まれると考えられる誤差や、推定線量が高い者を抽出しようとする傾向のためのかたより、および200mごとの区分においてさえ、各個人間の推定線量に大きな差があることは、いずれもT57線量推定値の平均値を絶対値として使用することに注意を要することを示している。しかし、これらの平均値は各200mごとの区分における被爆者が受けた線量の相対的指標としておそらく有用であろう。線量平均値のこの限られた使用法を念頭においてみると、図1で示される傾向は、本標本における水晶体後囊部および後囊下の変化に対する相対的閾値線量（すなわち、その変化の発生率が通常の自然発生率より確実に増加する最低線量）は年齢に左右されることを示唆すると解釈できる。

この資料によれば、この相対的閾値線量は最若年層に最も低く、30-49年齢層においてやや高いことを示唆する。2500m以遠の集団に認められる発現率をいかに解釈するかにより、この資料は50歳以上の集団において自然発生率以上の増加を示さないと考えることもできる。もし、増加があるとすれば、3つの年齢層のいずれでも、最高の線量において現われると思われる。かかる閾値は、若年層において放射線の感受性がより大きいという仮説と一致するであろう。確信をもってこれらの相対的閾値に実際の線量値を当てることは不可能で、被爆時年齢または、検査時年齢のいずれが閾値の決定に重要であるかを確定することはできない。この水晶体後囊下変化に対する絶対的閾値線量（すなわち、所見の発生率が0よりも確実に大きい最低線量）の証拠はもろくない。

Miller<sup>13</sup>は検査時に16歳から19歳までの1800m未満の児童に視力減退を報告した。調査対象337名において、20.8%は悪い方の眼の裸眼視力は20/70以下であった。1800m以遠の同一年齢層の児童361名では9.1%にそのような視力を認めた。もっと若年の者にも、この同一方向に差があったがそれほど大きくはなく、男女間に差を認めなかった。今回の調査では、特に若年齢層に被検者数が少なく、視力を評価する要領も違うので、Millerの結果を確認しないのは意外ではない。後囊下の軸性混濁を有する可能性が最も大きいと思われる6名のうち、5名の視力はいずれも20/40以上で他の1名は20/100および20/200であった。

本調査のサンプルには、過去ABCCで検診を受け放射線性水晶体変化を有するものと他の担当医によって考えられた者が含まれている。これらの少数例についてその新旧の所見を

findings in those few cases failed to demonstrate any remarkable differences.

In Table 7 and Figure 1 the two oldest age groups show a lower rate of posterior subcapsular changes at 1600-1799 m, where the average T57D estimate is 42.5 rad, than at distances beyond 2500 m. If comparison of these groups is valid, observed differences would be consistent with findings for leukemia<sup>14</sup> and selected skin diseases,<sup>15</sup> and might imply a suppressive or protective effect of low radiation doses for such lens changes. However, because such comparison is open to question,<sup>14</sup> this interpretation cannot be entertained seriously.

It has been possible to reconstruct the original sample (Table 1), but neither the mechanics of selection nor the population sampled are definitely known. Specifically, it is not known how the sample selected for this study relates to the ABCC Master Sample from which the sample for the Life Span Study<sup>16</sup> was drawn. Only about half of those selected were examined, and, although there was no clear evidence of important bias with respect to distance, age, or sex, it remains quite possible that ophthalmic findings in the group examined are not representative of abnormalities present in the original sample. All of these factors make influences beyond the data extremely hazardous.

## SUMMARY AND CONCLUSIONS

Results of ophthalmic examinations, including slitlamp biomicroscopy, during 1956-57 of 812 Hiroshima atomic bomb survivors within 1800 m and 219 beyond 2500 m are reported. Losses at the time of examination, from the original sample of 1999 subjects, occurred without serious detectable bias with respect to sex, age or distance. However, lack of knowledge about the population base and the mechanics of sampling make influences beyond the data extremely hazardous.

Comparison is made of age and sex specific rates of all lens opacities; posterior subcapsular opacities; cortical opacities; congenital, traumatic, complicated, and senile opacities; polychromatic changes of the posterior capsular region; pinhole visual acuity; and myopia in groups within 1400 m, at 1400-1799 m, and beyond 2500 m from the hypocenter. Using the mean of known dose estimates (T57D) of persons within 200 m bands to represent the estimated dose of all survivors examined from those bands, the rates of all posterior subcapsular changes are plotted as a function of dose. Opacities of the posterior subcapsular region were significantly more common within 1400 m in

比較してみたが、何ら著明な差は認められなかった。

表7および図1では、2つの最高年齢層における後囊下変化の発生率は2500m以遠の距離よりも、T57推定線量平均値がおおよそ42.5radある1600-1799mにおいて低いと認めた。もし、これらの集団の比較が妥当であるならば、観察された差異は、白血病<sup>14</sup> および特定の皮膚疾患<sup>15</sup> に対する所見と一致するものであり、さらにこの種の水晶体変化に対する低放射線線量の抑制的もしくは防禦的效果を暗示するかもしれない。しかし、このような比較には疑問が残る<sup>14</sup>、この説明をまじめに容認することはできない。

原標本(表1)を再構成することは可能であるが、選択の機序も標本抽出母集団も明確にわかっていない。ことに、寿命調査<sup>16</sup> が抽出されたABCCの基本標本とこの調査のために選択した標本との間にいかなる関係があるか不明である。選択された者の約半数についてだけ検査を行なった。距離、年齢は性別に重大な偏りからの明白な証拠はなかったけれども、被検集団における眼科学的所見は原標本に存在する異常を代表するものではないという可能性が残る。これらの要因のため、この資料の範囲を越えて推測することはきわめて危険である。

## 総括および結論

被爆距離が1800m未満の広島の実爆被爆生存者812名および被爆距離が2500m以遠の者219名について、1956-57年に行なった細隙灯検査を含む眼科調査の結果を報告した。初めに1999名で構成された標本にその後脱落があったが、性別、年齢別、距離別構成に重大な偏りが生ずることはなかった。しかし、母集団に関してははっきりわかっておらず標本抽出の方法も不明であるので、この資料の範囲を越えて推測することはきわめて危険である。

被検者を爆心地から1400m未満、1400-1799mおよび2500m以遠の各群に分類して、すべての水晶体混濁、水晶体後囊下混濁、皮質混濁、先天性、外傷性、併発性および老人性混濁、水晶体後囊部の多色性変化、中心視力、および近視について年齢および性別頻度を比較した。さらに被検者を200mごとの区分に分け、各区分に属している者の中で推定線量(T57線量)が求められている者の平均線量をその区分における全員の推定線量とみなして、すべての水晶体後囊下変化の頻度を線量の関数として求めた。水晶体後囊下混濁は、

males, and in both sexes. Female differences could not be tested. Posterior capsular polychromatic changes were significantly more common within 1400 m in persons of all ages. Male and female rates did not differ. No difference between distance groups in rates of visual acuity loss of 20/70 or poorer or in rates of myopia were found.

The trends in rates of all posterior axial capsular and subcapsular changes, with mean dose, suggest that the relative threshold dose (i.e., the lowest dose at which the rate of such changes is reliably elevated above the normal background rate) is dependent on age and is lower at younger ages. Absolute dose values cannot confidently be assigned to these relative thresholds.

Careful review suggests that only six patients had true axial opacities of the type usually associated with radiation and visible by ophthalmoscope. Pinhole visual acuity in these patients was not seriously impaired. Based on these six patients, the rate of such opacities is about 5% in survivors at 1000-1099 m, a value similar to that previously found by Kimura.<sup>4</sup>

1400 m未満の男子および男女合計に有意に多かった。女子については差異の検定はできなかった。水晶体後囊部の多色性変化は、1400 m未満の全年齢層に有意に多い。その頻度には男女の差は認められなかった。視力が 20/70 以下の者、もしくは、近視の頻度には各距離群に差はみられなかった。

すべての水晶体後囊部および後囊下の変化の頻度を推定線量の平均値に基づいてみた場合、相対的閾値（すなわち、そのような変化の発生率が通常自然発生率より確実に増加する最低線量）は、年齢によって変わり、また、若年齢者には低いことを示唆した。これらの相対的閾値に確信をもって絶対線量を当てることはできない。

記録を検討した結果、被検者のうちで一般に放射線と関連があるとみられる種類の真の軸性混濁を有し、それが検眼鏡で認められた者は 6 例にすぎないことを示唆した。これらの者の中心視力は、すべて重篤な損傷はなかった。この 6 例に基づく計算では、この種の混濁の頻度は 1000-1099 m の被爆者において約 5% になり、これは先に木村<sup>4</sup> の発表したものにきわめて近い。

## APPENDIX

### 付 録

#### PROPOSED DESIGN FOR STUDY OF LENTICULAR CHANGES IN SURVIVORS OF THE HIROSHIMA AND NAGASAKI ATOMIC BOMBS

##### 広島および長崎の原爆被爆生存者における水晶体変化に関する調査計画案

*Preliminary draft for comment and criticism only (undated)*

検討用予備草稿 (刊年不明)

**INTRODUCTION** Studies made at ABCC by various investigators including Cogan, Martin, Kimura, Sinskey and Kellet have established beyond reasonable doubt that many of the heavily exposed survivors of either the Hiroshima or Nagasaki bombs have lenticular changes (including 'radiation cataracts') which may be associated with exposure to the atomic bomb. It was originally thought by the early investigators that the effect of radiation was to produce a 'radiation cataract' of a specific nature which could be differentially diagnosed on the basis of its characteristics and the history of the patient. Work by Sinskey and Kellet has thrown doubt on this concept and there seems to be evidence that one of the effects of radiation is to increase the incidence of certain types of lenticular changes which may ordinarily occur in nonexposed individuals.

**緒 言** Cogan, Martin, Kimura, Sinskey および Kellet らの研究者は、ABCC で行なった調査の結果、広島または長崎の原爆によって強度の放射線を受けた被爆生存者には、原爆被爆と関連があると思われる水晶体変化（放射線性白内障を含む）を有する者が多いことを確認している。調査の初期では、放射線の影響によって特有な「放射線性白内障」が発生し、その特徴および患者の病歴に基づいて鑑別診断ができると考えられていた。Sinskey および Kellet の研究はこの考え方に疑問を投げて、放射線による影響の 1 つは、非被爆者にも通常発生するある種の水晶体変化の発生率の増加であることを示した。



Several semiquantitative studies have been made in an attempt to relate the percentage of people showing lenticular changes or abnormalities to the distance from the bomb or to a combination of distance and the amount of shielding material. These studies have indicated that the frequency of lenticular changes is a function of the distance from the bomb both in Hiroshima and Nagasaki. The circumstances of the studies were such, however, that no direct comparison of the two cities was possible and an evaluation of the relative effects of the two bombs cannot be made. Since the relationship of lenticular changes to distance from the bomb is well established the remaining point of interest from a quantitative, radiation effects standpoint is a comparison of the relative effects of the two bombs.

The Hiroshima and Nagasaki bombs differed in strength, altitude of detonation and composition of the emitted ionizing radiation. The radiation from the Nagasaki bomb was mainly gamma rays while that of the Hiroshima bomb was a mixture of neutrons and gamma rays. It has been estimated that the Nagasaki bomb emitted only one-tenth as many neutrons as did the Hiroshima bomb. Since neutrons are known to be considerably more effective than gamma rays in producing cataracts there could be quantitative differences between the percent-cataract-dosage relations of the two cities. Other types of differences such as in types of cataracts and ocular changes other than lenticular might also occur.

It is highly desirable that an attempt be made to establish data that will permit comparison of cataracts in the two cities and will allow actual estimation of roentgens of ionizing radiation received.

**Objective of the Study** The main objectives of this study should be two-fold, namely: To survey the occurrence of cataracts, lenticular changes and abnormalities in survivors of the Hiroshima and Nagasaki bombs in such a fashion as to permit comparisons of the results from the two cities; To obtain data on the exposure and shielding of examined patients that will permit computation of the actual dosage of ionizing radiation received. This will allow correlation of actual dosage and cataract occurrence.

The second objective is basic to the first one. In the past exposure has been measured rather crudely as simply distance from the hypocenter or presence or absence of radiation signs. Recent developments suggest that actual radiation doses in quantitative units can be obtained.

爆心地からの距離、あるいは距離および遮蔽の程度と水晶体変化もしくは水晶体異常を有する者の割合との関係を求めて、いくつかの半数量的調査が実施されてきた。これらの調査の結果、水晶体変化の頻度は広島・長崎ともに爆心地からの距離の関数であることが認められた。しかし、これらの調査では、種々の事情のために、両市を直接比較することは不可能で、2つの爆弾の相対的効果を評価することはできない。水晶体変化と爆心地からの距離の相関が立証されているので、放射線影響の定量の見地から見て残っている問題は、この2つの原爆の相対的効果の比較である。

広島および長崎の原爆は、その強度、爆発点の高さおよび放出された電離放射線の構成が異なっていた。長崎における原爆の放射線は主としてガンマ線であったが、広島では中性子とガンマ線の混合であった。長崎の原爆による中性子線量は、広島の前爆のわずか10分の1であったと推定されている。白内障の発生には、中性子がガンマ線よりかなり有効であると認められているので、両市間に白内障百分率と線量との関係に数量的相違がありうると思われる。そのほか、白内障の種類や水晶体以外の眼の変化などにも差があるかもしれない。

両市における白内障の比較を可能にし、さらに、何レントゲンの電離放射線を受けたかの推定も可能にする資料を求めることが非常に望ましい。

**調査の目標** 本調査の主要目標は、次の2つにすべきである。すなわち、両市の成績を比較できるような方法で、広島および長崎の原爆被爆生存者の白内障、水晶体変化および異常の発生を調査する。被爆者が実際に受けた放射線線量を計算するため、各受診者について被爆状況および遮蔽に関する資料を入手する。これによって実際の線量と白内障発生との相関関係が求められる。

第2の目標は、第1目標の基礎になるものである。従来、放射線照射の程度は、単に爆心地からの距離もしくは放射線症状の有無を用いてかなり粗雑な測定が行なわれていた。研究が最近進歩して、実際の放射線線量が数量値として求められるのではないかと考えられている。

**Experimental Design** In the experimental design proposed below it is assumed that a detailed study is to be made taking into account all of the factors known or thought to be important in the occurrence of cataracts and lenticular changes in the survivors of the Hiroshima and Nagasaki bombs. The following factors should be considered:

*Dosage of Radiation Received* This factor is of major interest in this study. It is well known that ionizing radiation can induce lenticular changes but the 'dose received-cataracts produced' relation is not well established for man and this study offers a chance to obtain the necessary data. In order to estimate the dosage of radiation received it will be necessary to know the distance of the person from the bomb and the amount, type and distribution of shielding material.

*Difference in Bombs* The bombs in the cities of Hiroshima and Nagasaki had qualitatively and quantitatively different characteristics. The study is to be designed to compare the effects in the two cities in such a fashion as to allow a valid comparison. To this end the procedures, design and criteria must be the same in the two cities.

*Age at Time of Exposure* Studies made by Dr. Sinskey and analyzed by Dr. Woodbury indicate that there might well be an effect of age upon cataract incidence but this could not be proven with the limited amount of data available. Further study is needed on this point.

*Sex* Previous studies have failed to demonstrate any effect of sex upon the incidence of cataracts but it should be checked further.

*History of Radiation Signs and Symptoms* Occurrence or absence of radiation signs and symptoms is one objective, though rather crude, measure of radiation dosage received. A correlation of the presence or absence of radiation signs and cataracts would be useful and informative.

**Irradiated Patients to be Used** By the terms of the directive issued by Dr. Cannan in his letter of 29 November 1955, the program of ABCC is to be oriented to conform to the general principle of the Francis Unified Program. Among other things this implies, in general, that all patients to be studied are to be drawn from the fixed or 'Master Sample' specified in the *ad hoc* conference report of 27 November 1955.

It is proposed that the irradiated patients utilized in this study shall consist of a random sample of patients drawn from the master sample and subject to the following

**研究計画** 次に示した研究計画案では、広島および長崎の原爆被爆者における白内障および水晶体変化の発生に関して重要と認められている因子、あるいは重要であろうと思われる要因をすべて考慮に入れて詳細な調査を実施すると仮定している。考慮しなければならない要因は次のとおりである。

**被曝線量** 本調査では、この要因について大きな関心がある。電離放射線が水晶体変化を誘発することはじゅうぶん立証されているが、「線量と白内障発生」の関係は人間についてじゅうぶん確立されていないので、本調査ではこれに必要な資料を入手する機会が与えられる。線量を評価するために、被爆者の爆心地からの距離、遮蔽物の量、種類および分布を知る必要がある。

**爆弾の違い** 広島および長崎における原爆は、質的にも量的にも性質が異なっていた。両市における影響について有効な比較ができるような調査を立案する。この目的を達成するためには、検査要領、企画および診断基準は両市において同一でなければならない。

**被爆時年齢** Sinskey が実施した検査について Woodbury が解析を行なった結果、白内障発生には年齢の影響があるように思われたが、その時入手された限られた資料ではこれを証明することはできなかった。この問題についてさらに調査が必要である。

**性** これまでの調査では、白内障の発生率に性の影響を証明することはできなかったが、さらに調べる必要がある。

**放射線徴候および症状の病歴** かなり粗雑であるとはいえ、放射線徴候および症状の有無は被曝線量の客観的指標の1つである。放射線徴候および症状の有無と白内障との相関関係を求めることは有益で参考になるであろう。

**調査対象となる被爆者** 1955年11月29日づけの書翰で Dr. Cannan より出された指示によれば、ABCC の研究計画は Francis 統合計画の一般原則に合致するようにしなければならない。とりわけ、すべての調査対象者は、1955年11月27日の特別委員会の報告に明記された固定標本、すなわち「基本標本」から抽出しなければならない。

本調査に利用する被爆者は、基本標本から次の条件によって無作為抽出することを提案する。すなわち、2000m未満の



restrictions: Exposed at less than 2000 m. Beyond this distance the possible dosage of radiation is too small to be of concern; Shielding type (in the open and unshielded, exposed in a Japanese style house or in a light wooden building, exposed in a factory building of light construction, in the open but shielded by some building or structure, in the open but shielded by terrain).

Alive and resident within contacting range of the cities of Hiroshima or Nagasaki at the time of examination. Contacting range is the distance from the center of the city of study beyond which it is economically unfeasible to bring in the patients. The distance varies with the priority assigned to the project but is generally taken to be about one hours automobile ride from ABCC for important projects.

**Controls** Examinations by Dr. Sinskey showed that about 10% of nonexposed individuals examined by him had lenticular changes indistinguishable from those seen in the exposed group. Dr. Kellet suggested that certain types of coronary cataracts found in exposed individuals which are normally considered as 'evolutionary' or 'physiological' were in fact radiation induced. The general pattern that has emerged seems to be that the effect of ionizing radiation is not only to produce one specific type of identifiable lens abnormality but to cause an increase in several types of cataracts which may occur normally.

If this concept is correct, and the evidence suggest that it is, then controls must be studied along with the exposed group in order to estimate the base level of occurrence. Two groups of controls should be used in order to isolate possible interfering factors and to properly estimate the base level of occurrence. They are:

*Lightly Exposed* This term is slightly ambiguous but refers to those people who were in the cities of Nagasaki or Hiroshima at the time of explosion of the atomic bomb but were so far distant from the hypocenter that they received only a negligible amount of ionizing radiation. This distance is usually taken to be 2000 m or more from the hypocenter of the bomb. The people in this group in effect received no radiation but did go through the difficult period of inanition, lack of housing and disease which followed the explosion. In general they would have had roughly the same living conditions as those who received radiation and any possible lenticular effects caused by the adverse conditions of existence should be equalized in the two groups.

*Nonexposed* This group is not as essential to the study as the previous group as its principal object is to

被爆者、これより遠方の地点では放射線は少量で重要ではない。遮蔽の種類が次のいずれか1つに相当するもの。戸外にいて無遮蔽：日本家屋内または軽構造の木造建造物内で被爆：軽構造の工場建造物内で被爆：戸外で被爆したが、建物または構造物で遮蔽された：戸外で被爆したが、地形により遮蔽された。

診察時に生存していて広島市または長崎市の連絡区域内に居住する者。連絡区域は調査都市の中心部からの距離が、それ以上では対象者の受診が経済的に不可能であるような範囲内である。この距離は、研究課題の重要性によって異なり、重要な課題についてはだいたいABCCから自動車で約1時間の所とみなされる。

**対象群** Sinskey の行なった診察では、受診した非被爆者の約10%は、被爆群に見られるものと全く区別できないような水晶体変化があると認められた。Kellet は「発育上の変化」あるいは「生理学的な変化」と普通考えられている環状白内障の中には、被爆者では実際には放射線によって誘発されたものがあるかと示唆している。今までの調査で認められた一般的な傾向は、放射線の影響によって1種類の特有な水晶体異常が生ずるのみならず、普通の場合にも発生するいろいろな種類の白内障の増加を惹起するに思える。

もしも今までの証拠が示唆するようにこの考え方が正しいのであれば、自然発生率を評価するために被爆群のほかに対照者を調査しなければならない。妨げになるとと思われる要因を分離し、自然発生率を正確に評価するため2つの対象群を利用するのがよい。すなわち、

**軽度の被爆者** この用語はやや不明確ではあるが、原爆時に広島市あるいは長崎市にいたが、爆心地から非常に離れた距離にあったので、ごく少量の線量を受けた人々を指している。この距離は一般に爆心地から2000m以遠と考えられる。この群の人々は実際には放射線を受けなかったが、爆発後の栄養失調、住宅不足、および疾病の苦しい期間を経験している。全体としては、この群は、被爆者と生活環境はほぼ同じと思われるので、悪い生活環境が水晶体に対して何らかの影響があればそれは両群において均等化されるであろう。

**非被爆者** この調査の主要目的は、軽度の被爆者に対する爆発後の状態の影響を評価することであるから、この群は

evaluate the effects of the conditions following the explosion upon the lightly exposed group of people. In effect this control would serve to measure the 'disaster effect' if such a thing exists.

**Results of Examination** A review of the various studies made at ABCC indicates that no one type of cataract or lenticular change or abnormality can be assigned only to radiation. Any or all of them seem to be present to a limited extent in nonexposed individuals. It is therefore suggested that the results of examination of the lens shall be recorded and coded in full detail whether the abnormality appears to have any connection with radiation or not. Analysis should be on all types of abnormalities found and the values found in the control population should be used to sort out the types of cataracts which do not show any correlation with radiation dosage.

**Classification to be Employed** A detailed scheme for classification of the cataracts and abnormalities apt to be encountered is beyond the scope of this project design and will have to be decided on by the ophthalmologists. However the classification employed by Dr. Kellet in his studies at ABCC has several points in its favor which should be considered. Dr. Kellet recorded the ordinary types of cataracts in conventional terms and for the 'radiation cataract' employed the Oak Ridge system of classification described by Dr. Ham in the *Archives of Ophthalmology* (50:618-43, 1953).

Whatever system is chosen should be worked out by the ophthalmologists involved before the project gets very far underway.

#### Sources of Error, Bias and Precautions to be Taken

**Observer Bias** In any long-term study bias may arise. This is particularly true when the object being studied requires a value judgement. The bias stems from changes in standards of judgement due to the increased experience of the observer. These changes in judgement will result in a systematic bias unless the individuals seen in a given period of time are a representative sample of the whole group being studied. This can be accomplished by selecting the patients to be seen in each calendar month in such a fashion that they constitute a representative unbiased sample of the whole group which is to be studied. In this way the systematic bias will be distributed at random over the whole sample and will appear only as an increase in the error term.

To avoid unconscious observer bias patients should be presented to the examiner in such a fashion that he has no knowledge of whether the patient is exposed or is one of

軽度の被爆群ほど本調査に重要ではない。結局、この対象は、もし「災害効果」といったものがあればそれを測定するのに役立つであろう。

**検査成績** ABCCで行なわれたいろいろな調査を検討してみると、いずれの種類の白内障ないし水晶体変化または異常でも放射線だけによって発生したということとはできないことがわかる。それらは、いずれも非被爆者にある程度存在するように思える。したがって、異常が放射線と関係があるように思えるか否かにかかわらず、水晶体の検査成績を詳しく記録し、コードを行なうべきである。あらゆる種類の異常について解析を行ない、対照群に見出される結果を用いて、放射線量との関係を示さない白内障の種類を選別する必要がある。

**利用すべき診断分類** 発見されると思われる白内障および異常の詳しい分類方法は、この研究企画の範囲外であり、眼科専門医が決定する必要があるだろう。しかし、Dr. Kellet が ABCC で行なった調査で利用した分類は、考慮しなければならないいろいろな利点を持っている。Dr. Kellet は慣習的な用語をもって普通の種類の白内障を記録し、「放射線白内障」については、Dr. Ham が *Archives of Ophthalmology* (50: 618-43, 1953年) で記述した Oak Ridge 方式を採用した。

どのような方式を選択するにせよ、その研究があまり進行しない前に担当眼科医が決定しなければならない。

#### 誤差の原因、偏りおよびとるべき予防策

**観察者の偏り** いかなる長期研究においても偏りが生じうる。これは、調査客体について価値判断を必要とする場合は特にそうである。この偏りは、観察者の経験が増大するために判断の規準が変わってくることから起こる。一定期間内に受診する者が調査群全部の代表的な標本でなければ、このような判断の変化が系統的な偏りを生む結果となる。毎月の受診者が、調査対象群全体の偏らない代表的な標本になるようにしなければならない。これによって系統的な偏りは全標本に無作為に分布され、誤差項の増加として現われるにすぎない。

観察者の無意識的な偏りを避けるために、受診者が被爆者であるか対照者であるかについて検者にわからないような方

the controls. The examiner should have at his disposal of course any pertinent medical information on the patient but all information dealing with exposure of the patient should be deleted from the chart.

**Complicating Diseases** Certain endocrine disturbance, notably diabetes, and some pathological conditions may in themselves cause or contribute to cataract formation. Serious consideration should be given as to whether all patients should receive a physical examination along with the ophthalmological examination.

**Comparison Between Cities** One problem that arises is that of the use of two ophthalmologists in the study, one at Hiroshima and one at Nagasaki. The problem is important because of the fact that in the end the analysis is based upon the number of individuals classified as having cataracts or lenticular abnormalities. With pronounced cataracts no problem arises but with minimal borderline cataracts there may be a systematic difference of opinion between the two investigators. Systematic differences of opinion between two investigators could very well render comparisons of incidence of cataracts between the two cities invalid. One possible solution would be for the two ophthalmologists to alternate between the two cities so that each would do the same percentage of examinations in both cities. Such a procedure would tend to balance out small systematic differences at the price of an increase in the error term.

Alternatively the analysis could be placed on a regression analysis basis with the primary attention paid to analysis of the rate of change of cataract incidence with changes in dosage. This would allow analysis of the results of the examination with each city done by a different investigator. It would not, however, allow direct comparison of the incidence of cataracts in the two cities.

It is suggested that the best procedure would be for the two investigators to closely coordinate their work and to also interchange between the two cities. This combined with a representative sample each month should equalize the differences.

**Type of Analysis** It is proposed that the analysis of the data collected in this study be done by the methods of regression analysis since the primary comparisons and data desired from this study will be in terms of the change of cataract incidence with dosage of radiation received. Evaluation of age, sex and radiation signs and symptoms effects will also be done in this manner.

法で診察を行なう必要がある。いうまでもなく、受診者についての必要な医学的情報はすべて検者に利用できるようにする必要があるけれども、受診者の被曝に関するすべての情報は診療録から削除しなければならない。

**合併症** ある種の内分泌疾患、とりわけ糖尿病、およびそのほかの若干の疾病自体が白内障発生の原因あるいは誘因になることがある。すべての被検者について眼科的検診とともに全身検査も行なうべきかどうかを慎重に考慮する必要がある。

**両市間の比較** 当面する1つの問題は、調査において2名の眼科医、すなわち広島で1名、長崎で1名を使うという問題である。最終的には白内障または水晶体変化を有すると分類された調査対象者の例数に基づいて解析が行なわれるということからこの問題は重大である。明確な白内障があれば問題は起きないが、きわめて軽度の白内障の場合は、2名の検者の間に系統的意見の相違があるかもしれない。2名の検者の間に系統的意見の相違があれば、両市間の白内障発生率の比較はできないことがじゅうぶん考えられる。考えられる1つの解決方法は、2名の眼科医が互いに広島市と長崎市で交替で診察を行ない、両市においてそれぞれ同じ比率で検査を行なうことであろう。このような方法は誤差項が増大するかわりにわずかな系統的誤差を平均化するのに役立つ。

別の方法としては、線量の差によって白内障発生率がどの程度変化するかに重点を置いた回帰解析を行なうことができる。この方法では、両市で別の検者が行なった検査の結果を解析することができる。しかしながら、両市における白内障発生率を直接比較することはできない。

最善の方法は、2名の検者が研究にあたって連絡を緊密にし、両市間の交流を行なうことであろうと思われる。これは毎月代表的な標本を診察することを組み合わせて行なえば、差異を平均化することになるだろう。

**解析の種類** この調査で行なおうとするおもな比較および求めようとする資料は、被曝線量と白内障発生率の変化の関係であるから、この調査で集められた資料の解析は回帰解析法によって行なうよう提案する。年齢、性および放射線症状の影響の評価もまたこの方法で行なう。



**Numbers of Patients Needed** In order to estimate the number of patients needed for this study, information must be available on expected percentages of cataracts, dose of radiation at different distances and expected change of cataract incidence with age. Little of this information is available and so the estimates of numbers required must of necessity be of a preliminary nature. Calculations were made using the cataract incidence figures obtained by Dr. Sinskey in 1952 and 1953. In addition it was assumed that numbers of patients seen in each 200m distance group should be such that each incidence figure would have equal weight in a regression probit analysis. A further assumption was made that it was desirable to be able to detect, at the minimum, a 15%-20% difference in cataract incidence between successive 20-year age groups. No account was taken of the number necessary to demonstrate a difference between cities as the necessary information on the distance radiation dosage relations is not available.

Using the above assumptions the following table of required patients of all ages and sexes was computed for Nagasaki:

| Distance from<br>Hypocenter (m)<br>爆心地からの距離 | Number of<br>Patients Required<br>必要な対象者数 | Expected Percent<br>Cataracts (Sinskey)<br>白内障の期待百分率 |
|---|---|--|
| 800-999                                     | 1020                                      | 96   |
| 1000-1199                                   | 420                                       | 84   |
| 1200-1399                                   | 300                                       | 60   |
| 1400-1599                                   | 330                                       | 30   |
| 1600-1799                                   | 540                                       | 10   |
| 1800-1999                                   | 1560                                      | 2.1  |
| Total 計                                     | 4170                                      | .  |

It must be emphasized that this table of patients needed is highly tentative and is to be used only as a preliminary guide. Actually the data should be analyzed month by month and the numbers required recalculated on the basis of known data rather than upon loose assumptions. The low percentage of cataracts to be expected at the 1800-1999m distance zone and the large number of patients required to make this a reliable figure suggests that after a preliminary study to check the correctness that consideration be given to dropping this distance zone from the study. The same recommendation applies to the 800-999m group. This would decrease the estimated numbers of patients required to 1590. The numbers required in Hiroshima will be about the same and a separate calculation will not be made until enough patients have been examined to allow proper computations.

**必要な対象者数** 本調査に必要な対象者数を推定するためには、白内障例百分率の期待値、各距離区分における放射線線量および年齢に伴って起こると期待される白内障発生率の変化についての情報がなければならない。これについてはごくわずかの情報があるにすぎないので、必要人員の推定は当然予備的な性質を帯びる。1952年と1953年に Sinskey が入手した白内障発生率を使用して計算してみた。さらに、200m ごとの各距離群における発生率が、回帰プロビット解析において同じ加重を持つよう被検者数を決定しなければならないと仮定した。なおそのうえに、連続した20歳年齢群の間の白内障発生率に最小限 15%-20% の差異を発見できるのが望ましいと仮定した。距離と放射線量の関係に関する情報がないので、両市における差を証明するのに必要な人数を考慮しなかった。

上述の仮定を用いて、次表に長崎で全年齢および男女合計について必要な対象者数を計算した。

この表に示された必要対象者数は全く暫定的なものであって、予備的指標としてのみ使用すべきことを強調しなければならない。実際には、月ごとに資料を解析し、不正確な憶測に基づくよりも既知の資料に基づいて所要人員を再計算しなければならない。1800-1999m の地域では、予想される白内障の割合が低く、信頼できる数値を求めるために多数の対象者が必要と思われる。この考えが正しいか否かを調べる予備調査を行なったあとで、この地域を調査から省くことを考慮すべきではないかと思われる。同じことが 800-999m 群についてもいえる。これによって必要と予想される対象者数は 1590人に減少する。広島で必要な人数もほぼ同じで適確な計算ができるほどじゅうぶんな対象者の診察が行なわれるまでは別に計算を行なわない。



**Controls** The numbers of controls needed cannot be computed on the basis of present information. A preliminary estimate indicates that about 300 to 500 controls in each group should be seen. This number will be modified as the examination of the controls proceeds and actual figures as to incidence of cataracts in the controls become available.

**Shielding and Dosage** Detailed shielding and radiation histories will be taken on each patient examined on this program so that relative radiation dosages can be estimated for current use and when further information becomes available actual dosages can be obtained. The standard methods currently employed in the shielding study will be used.

## PATIENT PARTICIPATION IN OP210

*Memorandum to Dr. Miller from Dr. Nefzger,  
Dated 9 June 1964*

Observations in a sample will permit inferences about a population if the sample and population are appropriately related. However, the failure to examine all members of a sample even though selected properly, introduces the possibility of bias and, as a consequence, of improper inference. Specifically, the group which is examined may differ systematically from the entire selected sample in respect of one or more characteristics of interest. Obviously, this possibility usually cannot be evaluated directly because the characteristics of interest are unknown in that portion of the sample not examined. Indirect evaluation is sometimes possible when other *secondary characteristics* are known for all members of the sample. Thus, even though we cannot determine whether those examined have a higher rate of abnormalities than do those not examined, we sometimes can determine whether the percentage of, say, males is greater in the examined or not examined groups or, what amounts to the same, whether males and females differ in the percentages examined. Statistically significant differences in respect to such secondary characteristics are useful in two ways:

If it is known that the characteristics of secondary and primary interest are related, then it can be inferred that the group examined is biased with respect to the primary characteristic;

**対照** 所要対照者数を今の知識から計算することはできない。予備的な見積りでは、それぞれの群におよそ 300 ないし 500 の対照を観察するのがよいと思われる。対照者の検査が進捗して対照者の白内障発生率に関する実際の数値が求められたときにこの数字は変更されるだろう。

**遮蔽および線量** 本研究計画の受診者について詳しい遮蔽ならびに放射線歴を入手して、現在の調査のために相対的放射線量の推定を求める。さらに詳しい情報が判明すれば、実際の線量を求めることができる。遮蔽調査に現在使われている標準的方法を用いる。

## OP210 調査対象者の受診率

*Dr. Nefzger から Dr. Miller への覚え書  
1964年6月9日*

サンプルと母集団との間に適当な関係がある場合は、そのサンプルの観察から母集団全体についての推測が可能である。ただし、抽出が適当に行なわれている場合でも、サンプル全員の検査が行なわれなければ偏りが生じ、その結果不適当な推測が行なわれるおそれがある。具体的には、検査を受けた群と抽出されたサンプル全体との間に1つまたはそれ以上の興味の対象となっている特性に系統的な差が存在するかもしれない。サンプル中の検査を受けなかった部分では、興味の特性について不明であるため、この可能性を直ちに評価できないことは明らかである。サンプル全員についてその他の副次的な特性に関する資料が入手されている場合は、間接的に評価することも時には可能である。したがって、検査を受けた群の異常率が検査を受けなかった群より高いかどうかを決定することはできないにしても、たとえば検査を受けた群と受けなかった群のどちらに男子の割合が多く認められるか、または(結局は同じことになるか)男子と女子の間に受診率の差があるかどうかを時には測定することができる。この副次的な特性について統計的に有意な差があると認められることは次の2つの点で役に立つ。

副次的な特性と一次的な特性との間に相関があると認められる場合は、検査を受けた群にはその1次的な特性に偏りがあることが推測される。

If within the same data it is found that, say, males and females differ in respect of the characteristic of primary interest, this may be the result of having examined more of one sex than of the other.

Failure to detect differences is reassuring in respect of the secondary characteristics themselves, but unfortunately is inconclusive in respect of the primary characteristic.

The following table shows the numbers of persons originally selected for OP210 examinations and the numbers Hall actually examined by age decades, sex, and major distance groups. From the total sample of 1999 persons, 1031 (51.6%) were examined, and the examined percentage ranges from 0.0% in females over age 70 years beyond 2500m to 71.4% in males aged 40-49 years beyond 2500m. Clearly the opportunity is present for bias in the group examined. Possibly those who were having trouble with their eyes were more willing to undergo examination. Possibly the opposite was true.

この同一資料の中で、たとえば1次的な特性について男女に差があることが認められる場合は、一方の性の検査例数が他のそれより多かった結果かもしれない。

差異を発見できないことは、副次的な特性それ自体に対しては安心ができるが、残念なことに主要な特性に関してはまだ結論を与えていない。

別表は、OP 210 調査対象として最初に抽出された例数、および Hall が実際に検査を行なった例数を10歳年齢階級、性および主要距離群別に示す。1999例のサンプル全員のうち、検査を受けたのは1031例（51.6%）であり、その受診率は、被爆距離 2500m 以上の70歳以上の女子にみられる 0.0% から、同じく2500m 以上の40～49歳の男子が示す71.4%までの範囲にわたる。検査を受けた群においては明らかに偏りが存在する可能性がある。ことによると眼に障害のあった者は早く検査を受けたかもしれない。あるいはその逆が真であることも考えられる。

NUMBER AND PERCENTAGE OF ORIGINAL OP210 SAMPLE  
ACTUAL EXAMINED BY DISTANCE, SEX AND AGE  
OP 210原標本に属する者で実際に検査を受けた例数と百分率：距離・性・年齢別

| Age<br>年齢 | Original<br>Sample<br>原標本 | <1800 m      |      | Original<br>Sample<br>原標本 | 2500 + m     |      |
|-----------|---------------------------|--------------|------|---------------------------|--------------|------|
|           |                           | Examined 被検者 |      |                           | Examined 被検者 |      |
|           |                           | Number 数     | %    |                           | Number 数     | %    |
| Male 男    |                           |              |      |                           |              |      |
| 10-19     | 142                       | 72           | 50.7 | 40                        | 26           | 65.0 |
| 20-29     | 124                       | 64           | 51.6 | 37                        | 22           | 59.5 |
| 30-39     | 51                        | 21           | 41.2 | 9                         | 5            | 55.6 |
| 40-49     | 71                        | 27           | 38.0 | 21                        | 15           | 71.4 |
| 50-59     | 110                       | 60           | 54.5 | 24                        | 14           | 58.3 |
| 60-69     | 100                       | 50           | 50.0 | 19                        | 8            | 42.1 |
| 70+       | 35                        | 20           | 57.1 | 10                        | 4            | 40.0 |
| Total 計   | 633                       | 314          | 49.6 | 160                       | 94           | 58.8 |
| Female 女  |                           |              |      |                           |              |      |
| 10-19     | 158                       | 93           | 58.9 | 50                        | 31           | 62.0 |
| 20-29     | 124                       | 59           | 47.6 | 37                        | 23           | 62.2 |
| 30-39     | 164                       | 93           | 56.7 | 38                        | 16           | 42.1 |
| 40-49     | 193                       | 91           | 47.2 | 40                        | 22           | 55.0 |
| 50-59     | 182                       | 98           | 53.8 | 43                        | 24           | 55.8 |
| 60-69     | 103                       | 42           | 40.8 | 19                        | 9            | 47.4 |
| 70+       | 42                        | 22           | 52.4 | 13                        | 0            | 0.0  |
| Total 計   | 966                       | 498          | 51.6 | 240                       | 125          | 52.1 |

This question cannot be answered directly, but indirect evidence was sought by evaluating the variation in percentages examined among distance groups, sexes, and age decades. In total 50 significance tests (chi-square approximations) were made as follows:

Comparison of distance groups: (a) Combined ages and sexes-1 test; (b) Combined ages, sexes separately-2 tests; (c) Separate age decades, sexes separately-14 tests.

Comparison of sexes: (a) Combined distances and ages-1 test; (b) Separate distances, ages combined-2 tests; (c) Age decades separately, distances separately-14 tests; (d) Age decades separately, distances combined-7 tests.

Comparison of age decades: (a) Combined distance groups and sexes-1 test; (b) Combined distance groups, sexes separate-2 tests; (c) Separate distance groups, combined sexes-2 tests; (d) Separate distance groups, separate sexes-4 tests.

Among these 50 tests, 7 were significant with  $P's < .05$  and another 4 were of suggestive significance with  $P's < .10$  as follows:

Comparison of distance groups: Males, 40-49 years- $p < .02$ ; Females, 70+ years- $p < .01$ ; Males, all ages- $p < .05$ .

Comparison of sexes: 70+ years, 2500+m- $p < .05$ ; 30-39 years, <1800 m- $p < .10$ .

Comparison of age decades: Females, all distances- $p < .05$ ; Both sexes, 2500+m- $p < .01$ ; Both sexes, both distances- $p < .05$ ; Female, <1800 m- $p < .10$ ; Female, 2500+m- $p < .10$ ; Both sexes, <1800 m- $p < .10$ .

If the 50 significance tests were strictly independent, the probability of finding so many with low probability values would be quite small. However, the various tests are not independent. For example the low participation rate of females over 70 years beyond 2500 m contributes both to a significant distance contrast and to a significant sex contrast. Thus, a completely objective assessment of test results is not possible, and evidence of systematic patterns must be sought.

Concerning distance group comparisons, it seems to me that only the result in males of all age is of any consequence: Significantly fewer were examined in the group under 1800 m than in the group beyond 2500 m. However, because ophthalmic findings seem unrelated to sex, this difference in male rates plays no role in the

この問題に対する解答は直接には得られないが、距離群、性、および10歳年齢階級の間における検査率の差を評価することによって間接的な証拠が求められた。合計50種類の有意性検査(カイ2乗近似値)が行なわれたが、内訳は次のとおりである。

距離群の比較: (a) 全年齢および男女合計-1検査。 (b) 全年齢, 男女別-2検査。 (c) 10歳年齢階級別, 男女別-14検査。

男女の比較: (a) 全距離および全年齢-1検査。 (b) 距離別, 全年齢-2検査。 (c) 10歳年齢階級別, 距離別-14検査。 (d) 10歳年齢階級別, 全距離-7検査。

10歳年齢階級の比較: (a) 全距離群および男女合計-1検査。 (b) 全距離群, 男女別-2検査。 (c) 距離群別, 男女合計-2検査。 (d) 距離群別, 男女別-4検査。

これら50種類の検査中、下記のごとく、7種類は $p < .05$ で有意であり、4種類は $p < .10$ で有意性を示唆するものであった。

距離群の比較: 男, 40-49歳- $p < .02$ ; 女, 70歳以上- $p < .01$ ; 男, 全年齢- $p < .05$ 。

男女の比較: 70歳以上, 2500m以上- $p < .05$ ; 30-39歳, 1800m未満- $p < .10$ 。

10歳年齢階級の比較: 女, 全距離- $p < .05$ ; 男女, 2500m以上- $p < .01$ ; 男女, 両距離群- $p < .05$ ; 女, 1800m未満- $p < .10$ ; 女, 2500m以上- $p < .10$ ; 男女, 1800m未満- $p < .10$ 。

もし50種類の有意性検査が互いに厳密に独立している場合は、このように低い確率を示すものが多数発見される確率は非常に少ない。しかし、これらの検査は独立したものではない。たとえば、被爆距離2500m以上で70歳以上の女子の受診率が低いことは、距離群および男女間の大きな差の原因となる。したがって、検査結果についての完全に客観的な評価は不可能であり、系統的な傾向に対する証拠を求める必要がある。

距離群の比較については、全年齢の男子の結果だけがいくらか重要なように思われる。すなわち1800m未満の群で検査を受けた例数は2500m以上の群のそれよりも有意に少なかった。ただし眼科所見は性と無関係のように思われるので、男子におけるこの率の差は所見の解釈に影響を及ぼすことはな

interpretation of those findings. I can disregard the one significant test contrasting the sexes because of the small numbers involved (10 males, 13 females), and the contrast at 30-39 years under 1800 m is only suggestive. Participation rates do seem to vary by age decades, and to examine the pattern of variation rates have been computed for all subjects:

| Age<br>年齢 | Original Sample<br>原標本 | Examined<br>被検査者数 | %    |
|-----------|------------------------|-------------------|------|
| 10-19     | 390                    | 222               | 56.9 |
| 20-29     | 322                    | 168               | 52.2 |
| 30-39     | 262                    | 135               | 51.5 |
| 40-49     | 325                    | 155               | 47.7 |
| 50-59     | 359                    | 196               | 54.6 |
| 60-69     | 241                    | 109               | 45.2 |
| 70+       | 100                    | 46                | 46.0 |
| Total 計   | 1999                   | 1031              | 51.6 |

Except for a major inversion at ages 50-59 years and a modest inversion over 70 years, where numbers are relatively small, the above rates decrease with advancing age. When examined separately by distance and sex (see table), such a trend is suggested only in the groups beyond 2500 m.

The implication of decreased participation in older ages is not perfectly clear. While some classes of eye abnormalities are age related, changes associated with radiation usually are not apparent to the patient. Thus, it seems unlikely that poor participation at older ages represents a tendency to suppress symptoms of radiation induced eye abnormalities. Poor participation could be due to the presence of other medical conditions which are indirectly related to the presence of eye abnormalities. The less striking trend in the group under 1800 m suggests that, whatever the reason may be, the age trend is not aggravated by the fact of exposure.

In general it seems to me that participation rates are not dependent to an important extent on these secondary variables of age, sex, and distance. However as noted above, such a conclusion is reassuring, but it is not conclusive in respect of the direct dependence of participation on the presence of eye abnormalities.

い。男女の比較では有意差が1つ認められたが、これは例数が少ない（男10例、女13例）ので無視することができる。1800m未満の30-39歳の群に見られる著明な差は示唆的なものにすぎない。受診率は10歳年齢階級別に差があるようで、その差の傾向を調べるために対象者全員について率を計算してみた。

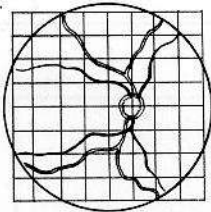
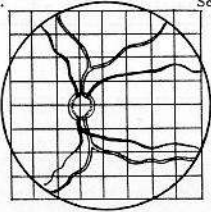
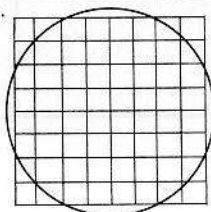
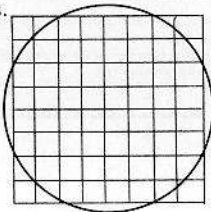
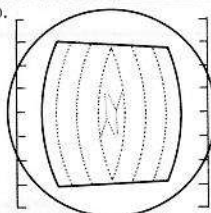
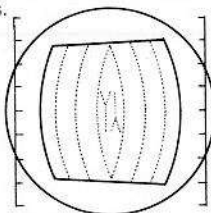
50-59歳群に率の大きな増加があることおよび例数が比較的少ない70歳以上の群に軽度な増加があることを除けば、上記の率は年齢の増加に従って減少する。距離および性別に別々に検査を行なった場合（別表を参照）は、このような傾向は2500m以上の群にのみ示唆的である。

老齢層に受診者が少ない訳は完全には明らかでない。眼の異常のある種のものには年齢との関連があるが、放射線被曝に関係のある変化は患者自身にはわからないのが普通である。したがって、老齢層の受診者が少ないことは、放射線被曝による眼の異常症状を少なくする傾向を生ずることはないように思われる。受診者が少ないのは、眼の異常と間接的に関係のある、他の内科的状态によるものかもしれない。1800m未満の群に著しい傾向がないということは、どんな理由であれ、年齢別の差が被曝の事実によっては増大しないことを示唆する。

概して受診率は、これらの年齢、性および距離などの副次的な変数にそれほど依存しないように思われる。ただし、すでに述べたように、このような結論は安心を与えるが、眼の異常が受診率に直接の影響を及ぼすことについてはまだ結論が出ていない。



Atomic Bomb Casualty Commission  
**OPHTHALMOLOGY RECORD**

|   |      |   |  |                            |   |  |
|---|------|---|--|----------------------------|---|--|
| (Romaji) Family Name  |      | Given Name  |  | (Kanji and Furigana)       | Master File Number  |  |
| Marital Status: Male<br><input type="checkbox"/> Never Married <input type="checkbox"/> Div. or Sep.<br>1.                      3.<br><input type="checkbox"/> Married <input type="checkbox"/> Widowed<br>2.                      4.   |      | Marital Status: Female<br><input type="checkbox"/> Never Married <input type="checkbox"/> Div. or Sep.<br>5.                      7.<br><input type="checkbox"/> Married <input type="checkbox"/> Widowed<br>6.                      8. |  | Date of Birth              | Date of Record  |  |
|   |      | Distance  |  | Hiroshima Non-exposed      | Nagasaki Non-exposed  |  |
|   |      |   |  | Hiroshima Distal Exposed   | Nagasaki Distal Exposed   |  |
|   |      |   |  | Hiroshima Proximal Exposed | Nagasaki Proximal Exposed   |  |
| <b>PART I</b><br>(1) Visual Acuity<br>O.D.        → <input type="text"/> Glasses                      Pinhole                      Correctable to:<br>O.S.        → <input type="text"/> Glasses                      Pinhole                      Correctable to:<br>(2) Tactile (Intra-ocular) Tension:                      (3) Optic Discs: |      |   |  |                            |   |  |
| <b>PART II</b> Miotic used:<br>(1) 10% Neosynephrine <input type="checkbox"/> ;                      Cyclogyl <input type="checkbox"/> ;                      Other <input type="checkbox"/>  |      |   |  |                            | Miotic used:  |  |
| <b>PART III</b> Gross Abnormalities:  |      |   |  |                            |   |  |
|   |      |   |  |                            |   |  |
|   |      |   |  |                            |   |  |
|   |      |   |  |                            |   |  |
|   |      |   |  |                            |   |  |
|   |      |   |  |                            |   |  |
| <b>PART IV</b><br>Fundiscopic   | O.D. |   |  | O.S.                       |  Scale: 1 - 1mm <sup>2</sup> |  |
|   | O.D. |    |  | O.S.                       |                             |  |
|   | O.D. |    |  | O.S.                       |                             |  |

Atomic Bomb Casualty Commission  
**OPHTHALMOLOGY RECORD**

|                      |  |            |  |                      |                    |
|----------------------|--|------------|--|----------------------|--------------------|
| (Romaji) Family Name |  | Given Name |  | (Kanji and Furigana) | Master File Number |
|                      |  |            |  | Date of Birth        | Date of Record     |

|  |                |            |                                 |      |      |
|--|----------------|------------|---------------------------------|------|------|
| PART VI  |                |            |                                 |      |      |
| LENS CHANGES INDICATIVE OF RADIATION EFFECT                              |                |            |                                 |      |      |
| A. Definite Opacities  |                |            | DESCRIPTION                     |      |      |
| Classification - Based on Specific Linear Measurement                    |                |            | Shape, Composition, Color, etc. |      |      |
|  | Grade          | 17<br>O.D. | 27<br>O.S.                      | O.D. | O.S. |
| Average of Longest Vertical and Longest Horizontal Measurement of Plaque | 0 - 1mm...I    | 1          | 1                               |      |      |
|  | 1 - 2mm...II   | 2          | 2                               |      |      |
|  | 2 - 3mm...III  | 3          | 3                               |      |      |
|  | 3 - 4mm...IV   | 4          | 4                               |      |      |
|  | 4 - 5mm...V    | 5          | 5                               |      |      |
|  | 5 - 6mm...VI   | 6          | 6                               |      |      |
|  | 6 - 7mm...VII  | 7          | 7                               |      |      |
|  | 7 - 8mm...VIII | 8          | 8                               |      |      |
| P. Polychrome Posterior Capsular Plaque                                  |                | 18         | 28                              |      |      |
| C. Polychrome Posterior Capsular Roughening                              |                | 19         | 29                              |      |      |
| D. Excessive Cortical Opacities - Unexplained                            |                | 20         | 30                              |      |      |

|  |  |      |      |      |  |
|--|--|------|------|------|--|
| PART VII                                 |  |      |      |      |  |
| NON-RADIATION TYPE OPACITY               |  |      |      |      |  |
| DESCRIPTION                              |  |      |      |      |  |
|  |  | O.D. | O.S. | O.D. | O.S.   |
| Congenital Opacity                       |  | 21   | 31   |      |  |
| Traumatic Opacity (other than radiation) |  | 22   | 32   |      |  |
| Complicated Opacity                      |  | 23   | 33   |      |  |
| Senile Opacity                           |  | 24   | 34   |      |  |
| Other Eye Abnormalities                  |  | 25   | 35   |      |  |
| No significant eye abnormalities         |  | 26   | 36   |      |  |
| Remarks:                                 |  |      |      |      |  |
|  |  |      |      |      |  |
| Impression:                              |  |      |      |      |  |
|  |  |      |      |      |  |
| Examining Physician:                     |  |      |      |      | 37<br><div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px; display: inline-block;"></div> |

OPHTHALMOLOGY CODE - OP210  
眼科学符号 - OP210

Dated 27 November 1956

1956年11月27日

| Item   | Card Column<br>カード欄 | 項目  |
|--|---------------------|---|
| 1 Master File number   | 1-6                 | 1 基本名簿番号                                      |
| 2 Elapsed time after A-bomb in months  | 7-9                 | 2 原爆後の経過月数                                    |
| 3 Sex and marital status   | 10                  | 3 性および婚姻状態                                    |
|  |                     | 男 女   |
| Never married  | 1 5                 | 未婚 1 5  |
| Married  | 2 6                 | 既婚 2 6  |
| Divorced or separated  | 3 7                 | 離婚または別居 3 7                                   |
| Widowed  | 4 8                 | 死別 4 8  |
| Unknown  | 9                   | 不明 9  |
| When the marital status is not to be coded, code sex as follows:   |                     | 婚姻状態を符号化しない場合は次のとおり男女を符号する                    |
| Male   | 1                   | 男 1   |
| Female   | 5                   | 女 5   |
| Unknown  | 9                   | 不明 9  |
| 4 Age at time of examination in months   | 11-13               | 4 検査時の年齢                                      |
| 5 Exposure   | 14                  | 5 被爆状態  |
| 1 Hiroshima proximal exposed   |                     | 1 広島近距離被爆                                     |
| 2 Hiroshima distal exposed   |                     | 2 広島遠距離被爆                                     |
| 3 Hiroshima nonexposed   |                     | 3 広島非被爆                                       |
| 4 Nagasaki proximal exposed  |                     | 4 長崎近距離被爆                                     |
| 5 Nagasaki distal exposed  |                     | 5 長崎遠距離被爆                                     |
| 6 Nagasaki nonexposed  |                     | 6 長崎非被爆                                       |
| 7 Hiroshima, exposure unknown  |                     | 7 広島、被爆状態不明                                   |
| 8 Nagasaki, exposure unknown   |                     | 8 長崎、被爆状態不明                                   |
| 6 Distance from hypocenter (in hundreds of meters)   | 15-16               | 6 爆心地からの距離 (100 m 単位)                         |
| 00 Less than 100 m   |                     | 00 100 m 未満                                   |
| 01 100-199 m   |                     | 01 100 - 199 m                                |
| 10 1000-1099 m   |                     | 10 1000 - 1099 m                              |
| X Unknown distance   |                     | X 距離不明  |
| 7 Lens changes indication of radiation effect(OD)  | 17-20               | 7 放射線影響を示す水晶体変化 (右眼)                          |
| A Definite opacities   | 17                  | A 明確な混濁                                       |
| 1 Grade 0  | 5 Grade 4           | 1 第0度 5 第4度                                   |
| 2 Grade 1  | 6 Grade 5           | 2 第1度 6 第5度                                   |
| 3 Grade 2  | 7 Grade 6           | 3 第2度 7 第6度                                   |
| 4 Grade 3  | 8 Grade 7           | 4 第3度 8 第7度                                   |
| - If not checked   |                     | - 記入のないもの                                     |
| B Polychrome posterior capsular plaque   | 18                  | B 後囊部多色性円板状混濁                                 |
| 1 If checked   | - If not checked    | 1 記入のあるもの - 記入のないもの                           |
| C Polychrome posterior capsular roughening   | 19                  | C 後囊部多色性粗雑化                                   |
| 1 If checked   | - If not checked    | 1 記入のあるもの - 記入のないもの                           |
| D Excessive cortical opacities unexplained<br>(Abnormal peripheral lens opacities not explained by age, disease, etc.) | 20                  | D 原因不明の過度皮質性混濁<br>(年齢、疾患などで説明できない水晶体周辺部の異常混濁) |
| 1 If checked   | - If not checked    | 1 記入のあるもの - 記入のないもの                           |
| 8 Non-radiation type opacity (OD)  | 21-25               | 8 非放射線型の混濁 (右眼)                               |
| A Congenital opacity   | 21                  | A 先天性混濁                                       |
| 1 If checked   | - If not checked    | 1 記入のあるもの - 記入のないもの                           |
| B Traumatic opacity  | 22                  | B 外傷性混濁                                       |
| 1 If checked   | - If not checked    | 1 記入のあるもの - 記入のないもの                           |

| Item  | Card Column<br>カード欄 | 項目  |
|---|---------------------|---|
| C Complicated opacity<br>1 If checked - If not checked  | 23                  | C 併発性混濁<br>1 記入のあるもの - 記入のないもの  |
| D Senile opacity<br>1 If checked - If not checked   | 24                  | D 老人性混濁<br>1 記入のあるもの - 記入のないもの  |
| E Other eye abnormalities<br>1 If checked - If not checked  | 25                  | E その他の眼の異常<br>1 記入のあるもの - 記入のないもの   |
| 9 No significant abnormalities noted (OD)   | 26                  | 9 有意な異常を認めない(右眼)  |
| 10 Lens changes indication of radiation effect (OS)   | 27-30               | 10 放射線影響を示す水晶体変化(左眼)  |
| A Definite opacities<br>1 Grade 0 6 Grade 5<br>2 Grade 1 7 Grade 6<br>3 Grade 2 8 Grade 7<br>4 Grade 3 - If not checked<br>5 Grade 4  | 27                  | A 明確な混濁<br>1 第0度 6 第5度<br>2 第1度 7 第6度<br>3 第2度 8 第7度<br>4 第3度 - 記入のないもの<br>5 第4度  |
| B Polychrome posterior capsular plaque<br>1 If checked - If not checked   | 28                  | B 後囊部多色性円板状混濁<br>1 記入のあるもの - 記入のないもの  |
| C Polychrome posterior capsular roughening<br>1 If checked - If not checked   | 29                  | C 後囊部多色性粗雑化<br>1 記入のあるもの - 記入のないもの  |
| D Excessive cortical opacities unexplained<br>(Abnormal peripheral lens opacities not explained by age, disease, etc.)<br>1 If checked - If not checked   | 30                  | D 原因不明の過度皮質性混濁<br>(年齢, 疾患などで説明できない水晶体周辺部の異常混濁)<br>1 記入のあるもの - 記入のないもの   |
| 11 Non-radiation type opacity (OS)  | 31-35               | 11 非放射線型の混濁(左眼)   |
| A Congenital opacity<br>1 If checked - If not checked   | 31                  | A 先天性混濁<br>1 記入のあるもの - 記入のないもの  |
| B Traumatic opacity<br>1 If checked - If not checked  | 32                  | B 外傷性混濁<br>1 記入のあるもの - 記入のないもの  |
| C Complicated opacity<br>1 If checked - If not checked  | 33                  | C 併発性混濁<br>1 記入のあるもの - 記入のないもの  |
| D Senile opacity<br>1 If checked - If not checked   | 34                  | D 老人性混濁<br>1 記入のあるもの - 記入のないもの  |
| E Other eye abnormalities<br>1 If checked - If not checked  | 35                  | E その他の眼の異常<br>1 記入のあるもの - 記入のないもの   |
| 12 No significant abnormalities noted (OS)  | 36                  | 12 有意な異常を認めない(左眼)   |
| 13 Examining doctor<br>1 Hall   | 37                  | 13 検査医師<br>1 Hall   |
| 14 Vision OD<br>20/20 01 Finger count (FC) 16<br>20/30 02 Hand motion (HM) 17<br>20/40 03 Light perception (LP) 18<br>20/50 04 Blind 19<br>20/70 05<br>20/100 11<br>20/200 12<br>15/200 13<br>10/200 14<br>5/200 15 | 38-39               | 14 視力 右眼<br>20/20 01 指数弁 (FC) 16<br>20/30 02 手動 (HM) 17<br>20/40 03 光覚 (LP) 18<br>20/50 04 盲 19<br>20/70 05<br>20/100 11<br>20/200 12<br>15/200 13<br>10/200 14<br>5/200 15 |
| 15 Vision OS<br>20/20 01 Finger count (FC) 16<br>20/30 02 Hand motion (HM) 17<br>20/40 03 Light perception (LP) 18<br>20/50 04 Blind 19<br>20/70 05   | 40-41               | 15 視力 左眼<br>20/20 01 指数弁 (FC) 16<br>20/30 02 手動 (HM) 17<br>20/40 03 光覚 (LP) 18<br>20/50 04 盲 19<br>20/70 05   |



| Item   | Card Column<br>カード欄 | 項目  |
|--|---------------------|---|
| 20/100 11  |                     | 20/100 11   |
| 20/200 12  |                     | 20/200 12   |
| 15/200 13  |                     | 15/200 13   |
| 10/200 14  |                     | 10/200 14   |
| 5/200 15   |                     | 5/200 15  |
| 16 Early radiation signs and symptoms  | 42-45               | 16 初期放射線徴候および症状   |
| A Epilation  | 42                  | A 脱毛  |
| Code only epilation occurring between time of bombing and 6 October 1945.  |                     | 原爆時から1945年10月6日までの間に生じた脱毛のみを符号化する。  |
| V Nonexposed per se  |                     | V 非被爆者  |
| - No information   |                     | - 資料なし  |
| 0 No epilation   |                     | 0 脱毛なし  |
| 1 Slight epilation (less than 1/4)   |                     | 1 軽度の脱毛 (1/4以下)   |
| 2 Moderate epilation (less than 2/3, 1/4 & over)   |                     | 2 中等度の脱毛 (2/3以下, 1/4以上)   |
| 3 Severe epilation (2/3 & over)  |                     | 3 強度の脱毛 (2/3以上)   |
| 4 Present, degree of epilation unknown   |                     | 4 脱毛があったが、程度不明  |
| 5 Present in some degree but date of onset is unknown. To be considered as questionable  |                     | 5 ある程度の脱毛があったが、発生の年月日は不明。これは疑わしいと考えられる。   |
| 6 Occurrence of symptom questionable   |                     | 6 症状が発生したか否かが疑わしい。  |
| B Bleeding   | 43                  | B 出血  |
| This includes purpura, petechiae, bleeding gums and other bleeding. Code bleeding as positive when any one or any combination of these is reported. Use the following code:                        |                     | これは紫斑、点状出血、歯齦出血およびその他の出血を含む。これらのうち1つまたは合併が報告された場合、出血を陽性と符号化する。以下の符号を用いる。  |
| V Nonexposed per se  |                     | V 非被爆者  |
| - No information   |                     | - 資料なし  |
| 0 Symptom did not occur  |                     | 0 症状は起こらなかった。   |
| 1 Symptom occurred within 42 days of time of explosion of the bomb   |                     | 1 原爆後42日以内に症状が起こった。   |
| 2 Symptom occurred after 42 days but before 6 October 1945 in Hiroshima or 9 October 1945 in Nagasaki  |                     | 2 原爆後42日以後に症状が起こったが、その発生は広島では1945年10月6日以前、長崎では1945年10月9日以前であったもの。   |
| 3 Symptom occurred after 6 October 1945 in Hiroshima or 9 October 1945 in Nagasaki. This is considered as being of dubious validity  |                     | 3 広島では1945年10月6日以後、長崎では1945年10月9日以後に症状が起こったもの。これはその有効性が疑わしいと考えられる。  |
| 4 Symptom occurred, date of onset not remembered   |                     | 4 症状は起こったが、その発生年月日は記憶されていない。  |
| 5 Occurrence of symptom questionable   |                     | 5 症状が発生したか否かが疑わしい。  |
| Symptoms after 31 December 1945 are to be ignored.   |                     | 1945年12月31日以後の症状は無視する。  |
| C Oropharyngeal lesions  | 44                  | C 口腔咽頭部病変   |
| This includes sore throat, sore gums, and sore mouth. Code these symptoms as positive when any one or any combination is reported. Use the same code as for bleeding.                              |                     | これは咽頭痛、歯齦痛および口腔痛を含む。いずれか1つまたは合併が報告される場合、この症状を陽性と符号化する。出血と同じ符号を用いる。  |
| D Summary of major symptoms  | 45                  | D 主要症状の要約   |
| This column is a summary of the three previous columns and indicates whether the persons are to be considered in the early radiation signs and symptoms group or not. The criteria are as follows: |                     | 本欄は上記の3つの欄の要約であり、早期放射線徴候および症状を有する群に属しているか否かを示す。その基準は以下のとおりである。  |
| Positive Epilation: punch 1 through 4 Bleeding: punch 1 or 2 Oropharyngeal lesions: punch 1 or 2   |                     | 陽性 脱毛: 1から4までの穿孔があるもの。出血: 1または2の穿孔があるもの。口腔咽頭部病変: 1または2の穿孔があるもの。   |
| Any one of the above or any combination is to be regarded as positive.   |                     | 上記のいずれかの1つまたは合併があれば陽性とする。   |
| Questionable Epilation: punch 5 or 6, other symptoms; punch - or 0 Bleeding: punch 3, 4 or 5, other symptoms; punch - or 0 Oropharyngeal lesions: punch 3, 4 or 5, other symptoms; punch - or 0.   |                     | 疑わしいもの 脱毛: 5または6の穿孔があり、その他の症状が-または0の穿孔があるもの。出血: 3, 4または5の穿孔があり、その他の症状が-または0の穿孔があるもの。口腔咽頭の病変: 3, 4または5の穿孔があり、その他の症状が-または0の穿孔があるもの。 |
| Any one of the above combinations is to be coded as questionable.  |                     | 上記組み合わせのいずれでも疑わしいと符号化する。  |
| Negative Epilation, bleeding and oropharyngeal lesions all punched as 0 are to be coded as negative.   |                     | 陰性 脱毛、出血および口腔咽頭部病変が、いずれも0と穿孔したものは、陰性と符号化する。   |
| No information Epilation, bleeding and oropharyngeal lesions all marked as - are to be coded as information unknown.   |                     | 資料のないもの 脱毛、出血および口腔咽頭部病変のいずれもが-であるものは、資料不明と符号化する。  |

## Code categories as follows:

## V Nonexposed per se

- No information

0 Negative. No positive or questionable symptoms

1 Positive. This signifies that person belongs in the group that reported major early radiation signs and symptoms. Use only for people under 2500 meters in Hiroshima or under 3000 meters in Nagasaki.

2 Questionable. Information on symptoms incomplete or questionable

5 Positive but distance so great that radiation signs and symptoms are open to question or further discussion. Use for people exposed between 2500 and 10,000 meters in Hiroshima and 3000 and 10,000 meters in Nagasaki.

6 Positive. Use only for nonexposed people (beyond 10,000 meters ATB) who entered the city within 1 month of the bombing.

## 17 Burns

## V Nonexposed

- No information

0 No burns

1 Flash burns

2 Fire burns

3 Both fire and flash burns

9 Nature of burns uncertain

## 18 Shielding

This is a rough summary of the shielding of the individual.

## V Nonexposed

- No information on shielding available

1 In open and unshielded

2 In or behind some building of light construction, but unshielded or partially unshielded

3 In open but totally shielded by building or some other things

4 In open but totally shielded by terrain

5 Inside of concrete building and shielded totally

6 Inside of building of light construction and shielded totally

7 In air raid shelter

8 In street car or train

9 Miscellaneous type

0 Indeterminable as to shielding

X 2000 meters (includes 2000 meters) over

## 19 Occupation

Code industry and occupation from attached code

## 20 Location ATB from MSQ

Use appended code for localities

## 21 Gang punch (OP210 Group Number)

## 22 Patients to be disqualified from survey for natural or incidental defects

## Group I

- No information

1 Aphakia

2 Chorioretinitis

3 Complicated cataracts

4 Cyclitis

5 Glaucoma

6 Interstitial keratitis

7 Iritis

8 Primary retinal degeneration

9 Uveitis

各区分の符号化は以下のとおり:

## V 非被爆者

- 資料なし

0 陰性、陽性または疑わしい症状なし。

1 陽性、これは主要な早期放射線徴候および症状があった群に属する人を示す。広島では2500m以内、長崎では3000m以内の人々のみに用いる。

2 疑わしいもの、症状についての資料が不じゅうぶんまたは疑わしい。

5 陽性であるが、距離が非常に遠いため、放射線徴候および症状に疑問があるか、さらに検討を要するもの。広島では2500m-10,000m、長崎では3000m-10,000mの被爆者について用いる。

6 陽性、原爆投下後1か月以内に入市した非被爆者(原爆時爆心地から10,000m以遠)のみに用いること。

## 46 17 火傷

## V 非被爆者

- 資料なし

0 熱火傷なし

1 熱傷

2 火傷

3 熱傷、火傷ともにある

9 熱傷、火傷の性質不明

## 47 18 遮蔽

これは本人の遮蔽の概要である。

## V 非被爆者

- 遮蔽に関する資料なし。

1 屋外にいて遮蔽がなかった。

2 軽構造の建築物の中または後方にいたが、遮蔽されていなかったか、部分的に遮蔽されていた。

3 屋外にいたが、建築物または何かその他の構造物によって完全に遮蔽されていた。

4 屋外にいたが、地形によって完全に遮蔽されていた。

5 コンクリート建造物の中で、完全に遮蔽されていた。

6 軽構造の建築物の中で、完全に遮蔽されていた。

7 防空壕内にいた。

8 電車または列車内にいた。

9 その他の遮蔽

0 遮蔽について決定できないもの。

X 2000m以上(2000mを含む)

## 48-52 19 職業

産業および職業を添付符号によって符号化する。

## 53 20 原爆時の位置は、基本標本質問票から求める。

位置については添付の符号を用いる。

## 54 21 群穿孔(OP210群番号)

## 55-58 22 疾病またはその他の欠損のために調査に不適格な患者

## 55 第1群

- 資料なし

1 無水晶体眼

2 脈絡網膜炎

3 併発性白内障

4 毛様体炎

5 緑内障

6 間層角膜炎

7 虹彩炎

8 原発性網膜変性

9 ブドウ膜炎

| Item  | Card Column<br>カード欄 | 項目   |
|---|---------------------|--|
| Group II  | 56                  | 第Ⅱ群  |
| - No information  |                     | - 資料なし   |
| 1 Arteriosclerotic retinopathy, grade III & IV  |                     | 1 動脈硬化性網膜変化, 第Ⅲ度および第Ⅳ度   |
| 2 Diabetes mellitus   |                     | 2 真性糖尿病  |
| 3 Hypertension retinopathy, grade III & IV  |                     | 3 高血圧性網膜変化, 第Ⅲ度および第Ⅳ度  |
| 4 Retinitis pigmentosa  |                     | 4 色素性網膜炎   |
| 5 Retinitis proliferans   |                     | 5 増殖性網膜炎   |
| 6 Vitreous hemorrhage   |                     | 6 硝子体出血  |
| Group III   | 57                  | 第Ⅲ群  |
| - No information  |                     | - 資料なし   |
| 1 Dislocation and subluxation of the lens   |                     | 1 水晶体脱臼および半脱臼  |
| 2 Iris prolapse   |                     | 2 虹彩脱出   |
| 3 Traumatic cataracts   |                     | 3 外傷性白内障   |
| Group IV  | 58                  | 第Ⅳ群  |
| 1 When M.D. has specifically stated to be dropped but reasons stated does not apply in Groups I to III.   |                     | 1 医師が特に除外すべきであると記入しているが, その理由が第Ⅰ群から第Ⅲ群のいずれにも該当しないもの                    |
| 23 Myopia   | 59                  | 23 近視  |
| 1 High  |                     | 1 強度   |
| 2 Low   |                     | 2 軽度   |
| 3 Not classified  |                     | 3 分類の記入のないもの   |
| 24 Age at time of examination in five year age groups   | 70-71               | 24 5歳年齢区分による検査実施時の年齢   |
| 25 Summary of lens changes indicative of radiation effects.<br>This is a summary of both eyes and a positive finding in either eye is counted as positive in the summary. | 72-76               | 25 放射線影響を示す水晶体変化の要約<br>これは両眼についての要約であり, 左右いずれかの眼に陽性所見があれば, その要約で陽性とする。 |
| A Definite opacities (17, 27)   | 72                  | A 明確な混濁(第17欄および27欄)  |
| 1 Either eye with positive finding  |                     | 1 いずれかの眼に陽性所見がある。  |
| - Both eyes negative  |                     | - 両眼に異常なし  |
| B Polychromatic posterior capsular plaque (18, 28)  | 73                  | B 後囊部多色性円板状混濁(第18欄および28欄)  |
| Same code as item A   |                     | A項と同じ符号を用いる。   |
| C Polychromatic posterior capsular roughening (19, 29)  | 74                  | C 後囊部多色性粗雑化(第19欄および29欄)  |
| Same code as item A   |                     | A項と同じ符号を用いる。   |
| D Excessive cortical opacities unexplained (20, 30)   | 75                  | D 原因不明の過度の皮質性混濁(第20欄および30欄)  |
| Same code as item A   |                     | A項と同じ符号を用いる。   |
| E Summary of any lens changes indicative of radiation effects.<br>This is a summary of any positive finding in 72-75 above.<br>Same code as item A                        | 76                  | E 放射線の影響を示す水晶体変化の要約。これは上記第72-75欄の陽性所見の要約である。<br>A項と同じ符号を用いる。           |
| 26 Summary of any non-radiation type opacity  | 77                  | 26 非放射線型の混濁の要約   |
| This is a summary of any positive finding in either eye of any non-radiation type opacity. Summary of 21-25 and 31-35   |                     | これはいずれかの眼に非放射線型の混濁が陽性であるものの要約である。第21-25欄および第31-35欄の要約である。              |
| - Both eyes negative  |                     | - 両眼とも陰性   |
| 1 Either eye with positive finding  |                     | 1 いずれかの眼に陽性所見がある。  |
| 27 Summary of patients classified as no significant abnormalities in either eye (26, 36)  | 78                  | 27 いずれの眼にも有意の異常なしと分類された患者の要約(第26欄および36欄)                               |
| - Patient not marked as having no abnormalities   |                     | - 異常なしと印されなかった患者   |
| 1 Patient marked as having no significant abnormalities in either eye   |                     | 1 いずれの眼にも有意の異常なしと印されたもの。   |

# REFERENCES

## 参考文献

1. ABELSON PH, KRUGER PG: Cyclotron-induced radiation cataracts. *Science* 110:655-7, 1949  
(サイクロトロンにより誘発された放射線性白内障)
2. COGAN DG, MARTIN SF, KIMURA SJ: Atom bomb cataracts. *Science* 110:654-5, 1949  
(原爆白内障)
3. COGAN DG, MARTIN SF, et al: Ophthalmologic survey of atomic bomb survivors in Japan, 1949. *Trans Amer Ophth Soc* 48: 62-87, 1950  
(日本における原子爆弾被爆者の眼科学的調査)
4. KIMURA SJ: Ophthalmic survey-Hiroshima 1949-1950. Unpublished final project report on file in ABCC Library, dated August 1950  
(広島における眼科学的調査. 1949-50年)
5. KIMURA SJ: Ophthalmic survey-Nagasaki 1950. Unpublished final project report on file in ABCC Library, dated August 1950  
(長崎における眼科学的調査. 1950年)
6. SINSKEY RM: The status of lenticular opacities caused by atomic radiation: Hiroshima and Nagasaki, Japan 1951-53. *Amer J Ophthal* 39:285-93, 1955  
(広島・長崎の原爆放射線による水晶体混濁の状態)
7. INADA GJ, HALL CW: Statistical observations of lenticular changes in survivors of the Hiroshima A-bomb: Clinical and statistical observations of delayed effects. *Amer J Ophthal* 59:216-21, 1965  
(広島の原爆被爆生存者における水晶体変化の統計的観察. 遅発性影響の臨床的・統計的観察)
8. FRANCIS T, JABLON S, MOORE FE: Report of *ad hoc* committee for appraisal of ABCC program. Unpublished memorandum addressed to Dr. R. Keith Cannan, Chairman, Division of Medical Sciences, NAS-NRC, 6 Nov. 1955, Hiroshima, Japan  
(ABCC 研究計画評価に関する特別委員会の報告)
9. JABLON S: Completion of mortality sample. Unpublished memorandum addressed to Dr. Darling, Director, ABCC, 3 May 1961, Hiroshima, Japan  
(死亡率調査サンプルの完成)
10. FREEMAN GH, HALTON JH: Note on an exact treatment of contingency goodness of fit and other problems of significance. *Biometrika* 38:141-9, 1951  
(コンティンゲンシー適合度およびその他の有意性の問題に対する正確な処理方法に関する一文)
11. ARAKAWA ET: Radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors. *New Eng J Med* 263:488-93, 1960  
(広島および長崎被爆生存者に関する放射線量測定)
12. RITCHIE RH, HURST GS: Penetration of weapons radiation: Application to the Hiroshima-Nagasaki studies. *Health Physics* 1:390-404, 1959  
(核兵器放射線の透過性—広島・長崎調査への応用)
13. MILLER R: Delayed effects occurring within the first decade after exposure of young individuals to the Hiroshima atomic bomb. *Pediatrics* 18:1-18, 1956  
(広島において原子爆弾被爆後最初の10年間に現われた遅発性影響)
14. JABLON S, ISHIDA M, BEEBE GW: Studies of the mortality of A-bomb survivors. I and II, 1950-59. *Radiat Res* 21:423-45, 1964  
(第1次・第2次抽出サンプルにおける原爆被爆者の死亡率の研究, 1950-59年)
15. FREEDMAN LR, FUKUSHIMA K, SEIGEL DG: ABCC-JNIH Adult Health Study. Report 4. 1960-62 cycle of examinations, Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 20-63  
(ABCC-予研 成人健康調査. 第4報. 1960-62年診察周期, 広島-長崎)
16. BEEBE GW, ISHIDA M, JABLON S: Studies of the mortality of A-bomb survivors: 1. Plan of study and mortality in the medical subsample (Selection I), 1950-58. *Radiat Res* 16:253-80, 1962  
(原爆被爆生存者の寿命調査. 第1報. 医学調査サンプルにおける死亡率と研究方法の概略, 1950-58年)