

EYE FINDINGS IN ATOMIC BOMB SURVIVORS , 1963-64

原爆被爆生存者の眼所見, 1963-64年

HIROSHIMA - NAGASAKI

広島・長崎

ROBERT J. MILLER, M.D.

TADASHI FUJINO, M.D. 藤野 貞

M. DEAN NEFZGER, Ph.D.



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION

国立予防衛生研究所—原爆傷害調査委員会

JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE

## 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。

Approved 承認 19 April 1968

Research Project 研究課題 17-63

## EYE FINDINGS IN ATOMIC BOMB SURVIVORS , 1963-64

原爆被爆生存者の眼所見 , 1963-64年

HIROSHIMA - NAGASAKI

広島・長崎

ROBERT J. MILLER, M.D.<sup>1†</sup>

TADASHI FUJINO, M.D.<sup>1</sup> 藤野 貞

M. DEAN NEFZGER, Ph.D.<sup>2</sup>



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>

<sup>†</sup>Surgeon, US Public Health Service, Bureau of Radiological Health, Population Studies Program, assigned to ABCC

米国公衆衛生局放射線保健部人口調査計画部門所属医師でABCCへ派遣

A paper based on this report was published in the following journal:

本報告に基づく論文は下記の雑誌に発表した。

American Journal of Epidemiology 89:129-38, 1969

CONTENTS  
目次

Introduction	緒言	.....	1
Methods	方法	.....	2
Lens Findings	水晶体の所見	.....	4
Correspondence with Previous Lens Findings	既往の水晶体所見との関係	.....	10
Acuity, Refraction and Other Findings	視力, 屈折およびその他の所見	.....	13
Conclusions	結論	.....	16
Summary	要約	.....	18
Appendix	付録		
	List of persons with axial opacities seen by ophthalmoscope and confirmed by slit lamp 検眼鏡で認められた細隙灯検査で確認した軸性混濁を有する者の一覧表	.....	18
	Technical note on coding of axial opacities 軸性混濁の符号化に関する技術的説明	.....	21
References	参考文献	.....	23

Table 1.	Designated sample, number contacted and number examined		
表	指定された標本と検査のため連絡した者の数および被検者数	.....	3
2.	Axial opacities seen by ophthalmoscope and confirmed by slit lamp by dose group 検眼鏡で認められ細隙灯検査で確認された軸性混濁: 線量群別	.....	5
3.	Axial opacities seen by ophthalmoscope and confirmed by slit lamp in high dose groups 検眼鏡で認められ細隙灯検査で確認された高線量群における軸性混濁	.....	6
4.	Cortical opacities seen by slit lamp in dose groups 各線量群に細隙灯検査で認められた皮質性混濁	.....	6
5.	Percentages of nuclear opacities seen by slit lamp in dose groups 各線量群に細隙灯検査で認められた水晶体核混濁の百分率	.....	7
6.	Distribution of polychromatic posterior subcapsular changes in dose groups 各線量群における後嚢下多色性変化の分布	.....	8
7.	Percentages of polychromatic posterior subcapsular changes in dose groups 各線量群における後嚢下多色性変化の百分率	.....	8

8. Secular trends in slit lamp findings of polychromatic posterior subcapsular changes 細隙灯検査で認めた後囊下多色性変化の所見の時間的傾向 .....	9
9. Correspondence of posterior subcapsular findings on previous examinations with current findings 以前の検査と今回の検査における後囊下所見の関係 .....	10
10. Posterior subcapsular findings at previous and current examinations in Hiroshima subjects alive ATB 原爆前に生まれた広島対象者の以前の検査と今回の検査における後囊下所見 .....	12
11. Correspondence of findings of axial opacities at previous examinations with current examinations 以前の検査における軸性混濁の所見と今回の所見との関係 .....	12
12. Snellen acuity and refractive error in dose groups 各線量群におけるスネレン視力および屈折異常 .....	14
13. Visual acuity associated with polychromatic posterior subcapsular changes in right eyes of persons alive ATB 直接被爆者の右眼における視力と後囊下多色性変化との関係 .....	14
14. Percentages of miscellaneous findings その他の所見の百分率 .....	15

# EYE FINDINGS IN ATOMIC BOMB SURVIVORS, 1963-64

原爆被爆生存者の眼所見, 1963-64年

HIROSHIMA - NAGASAKI

広島・長崎

## INTRODUCTION

The present coordinated effort at ABCC to evaluate the late effects of radiation in survivors of the Hiroshima and Nagasaki atomic bombs was visualized in 1955, and preparatory work was completed by 1961.<sup>1</sup> The ABCC program now centers on a fixed sample of about 75,000 residents of Hiroshima and about 25,000 residents of Nagasaki who were identified in various censuses and listings made during 1950-53. All identified persons who were within 2500 m from the hypocenter at the time of the bomb (ATB), and who also satisfied certain other requirements intended chiefly to insure accessibility of vital records, are included in the sample. In addition, the sample includes random selections of people who were between 2500-9999 m ATB, and of people who were elsewhere in Japan ATB but returned to establish residence in one of the cities. Mortality status is determined for this entire sample through periodic review of official records,<sup>2</sup> and autopsies have been done on about 40% of the deaths since 1961.<sup>3</sup> A subsample of about 20,000 persons is examined in the ABCC clinics on a rotating, 2-year schedule.<sup>4</sup> Children who were in utero ATB are studied for mortality and morbidity in similar ways.<sup>5,6</sup>

Several large ophthalmologic surveys made at ABCC<sup>7-12</sup> were recently reviewed and summarized.<sup>13</sup> Throughout this series of studies, posterior subcapsular changes in the lens have been a consistent finding in atomic bomb survivors. Reported changes range from those barely discernible with the slit lamp biomicroscope through heavy posterior subcapsular plaques and, in a very few instances, to complete lenticular opacification. A greater frequency of poor uncorrected visual acuity in children exposed within 1800 m than in more distal groups has been reported.<sup>14</sup> Otherwise, visual acuity seems to be unaffected except in persons with a marked opacity, and no other eye findings attributable to radiation have been found.

The purpose of this report is to present the findings from ophthalmic examinations made in 1963 and 1964, to compare abnormalities of the lens at this examination to previous findings in the same persons, and to relate current lens changes to visual acuity.

## 緒言

広島および長崎の原爆被爆生存者における放射線の遅発性影響の評価を目的として現在ABCCで行なわれている統合的な研究は、1955年に計画されたもので、その実施の準備は1961年に完了した。<sup>1</sup> ABCCの研究企画は、1950-53年に行なわれた各種の人口調査や台帳から求められた広島75,000人および長崎25,000人の固定標本を中心に行なわれている。この標本には、原爆時に爆心地から2500m未満にいた者の中で、主として人口統計資料の入手を容易にするある種の条件を満たすと確認された者全部が含まれている。このほか、原爆時に2500-9999mにいた者、および原爆時に日本国内のその他の地域にいたが、その後広島あるいは長崎のいずれかへもどって住居を構えた者から任意抽出した者が含まれている。この標本全体について戸籍照合を定期的に行なって死亡率を決定しており、<sup>2</sup> また1961年以後の死亡者の約40%について剖検を行なっている。<sup>3</sup> この中の約20,000人の副標本について、ABCCで2年周期で診察を行なっている。<sup>4</sup> 原爆時に胎内にいた子供の死亡率および罹病率も同様な方法で研究している。<sup>5,6</sup>

ABCCで以前に行なわれたいくつかの大規模な眼科学的調査<sup>7-12</sup>について最近再検討を加えて要約した。<sup>13</sup> これらの一連の研究を通じて、水晶体後囊下変化が被爆生存者に一貫してみられている。これらの報告に記載された変化は、細隙灯検査でかろうじて認められるものから、濃厚な後囊下円板状混濁に至るものまであり、ごく少数例では水晶体の完全な混濁化さえ認められている。1800m未満で被爆した児童では裸眼視力が不良な者の頻度が、遠距離被爆群よりも大であると報告されている。<sup>14</sup> その他の者には、顕著な混濁を有する者を除けば、視力に影響はないようである。そのほかには、放射線に原因する眼の所見は認められていない。

本報告書の目的は、1963年および1964年に行なった眼科検査の所見を述べ、今回の検査で認められた水晶体異常と、同一対象者について以前に得ている所見とを比較するとともに、現在の水晶体変化と視力との関係を求めることである。



## METHODS

People examined in this study were selected from among those reporting for periodic examination in the continuing medical programs at ABCC.<sup>4,6</sup> The ophthalmologists could not examine all those visiting the clinics under other programs, and it was decided to stratify the subsample for this survey in such a way that a disproportionately large number of examinees would have high estimated radiation doses. The radiation doses used in the definition of study groups were calculated by a procedure devised in 1957,<sup>15,16</sup> and are referred to as T57D estimates.<sup>2</sup>

Thus, all persons alive ATB who received an estimated radiation dose of 200 rad or more, and all children who were in utero ATB and whose mothers received an estimated 100 rad or more, were selected for study. For comparison, three additional groups were selected for examination: people who were within 2000 m from the hypocenter and who received an estimated dose less than 200 rad, or, if in utero ATB, whose mothers received less than 100 rad; people who were between 3000 to 9999 m; and people who were elsewhere in Japan ATB. For ease of reference, these groups are designated high dose, low dose, minimal dose, and not-in-city throughout this report. The sizes of the three comparison groups were determined by the numbers available in the parent samples and the available clinical time.

Procedures for estimating radiation doses have been revised since this study was completed, and preliminary information,<sup>17,18</sup> suggests that the T57D estimates are about the same as the improved estimates for Nagasaki survivors. In Hiroshima, however, the T57D estimates may be two to three times larger than current estimates. Thus, the high dose and low dose groups as defined for this study do not encompass comparable ranges of radiation, as currently estimated, in Hiroshima and Nagasaki. For this reason, no further reference to dose values as such will be made in this report and comparisons between cities have been avoided.

Because examinations were made over an interval of 18 months rather than 24 months, as planned, and because eye examinations were often refused by those asked to participate, less than half of the persons originally selected for study actually were examined. In Table 1 are shown, for dose groups and cities, the number of subjects initially selected for study, the number who were contacted and invited to participate, and the number examined. The difference in contacting between those born before the bomb and the children who were in utero ATB is explained

## 方法

今回の調査における被検者は、ABCCの継続的医学調査企画で定期診察を受けるために来所した者の中から選択した。<sup>4,6</sup> いろいろの研究プログラムの対象者でABCCへ来所した者全部について眼科検査を行なうことはできないので、この調査のためには推定被曝放射線線量が多い者を特に多く採るようにして層化標本を選ぶことにした。調査群の設定に用いた放射線線量は、1957年に考案された方法によって計算したが、<sup>15,16</sup> これはT57D推定値と呼ばれている。<sup>2</sup>

そこで、原爆被爆生存者の中の推定放射線線量が200 rad以上の全例と、胎内被爆児の中で、母親の推定線量が100 rad以上の者全部を調査対象者として選んだ。これとの比較をするために、別に3つの群を選んで検査した。すなわち、爆心地から2000 m未満で200 rad以下の推定線量を受けた者、または、母親が100 rad以下の推定線量を受けた胎内被爆児；3000—9999 mにいた者；および原爆時に日本国内のその他の地域にいた者。参照を容易にするために、この報告ではこれらの群はそれぞれ高線量群、低線量群、軽微線量群および市内不在者群と呼ぶことにする。3つの比較群の大きさは、原標本中の該当者の数と検査に利用できる時間によって決定した。

本調査の完了後に、放射線線量の推定方法が改正された。予備的資料によると、<sup>17,18</sup> 長崎の被爆生存者に対するT57D推定値は改正推定値とほぼ同じであることが示唆された。しかしながら、広島の場合T57D推定値は現在の新しい推定値より2—3倍も大きいと思われる。したがって、現在の推定値によれば、今回の調査において定義された高線量群および低線量群は、放射線線量の範囲が広島および長崎で異なっている。この理由で、本報告書では線量値そのものについては、これ以上言及しない。また、両市間の比較も行わない。

調査期間は初めに計画したように24か月ではなくて、18か月間であったことと、協力を要請しても眼の検査を辞退する者が多かったことのために、実際には最初に調査対象として選ばれた者の半数以下が検査を受けた。表1には、最初に選んだ対象者の数、連絡して検査を要請した者の数および被検者の数を、線量群および都市別に示す。原爆前に生まれた者と胎内被爆児との間の連絡状況の差



TABLE 1 DESIGNATED SAMPLE, NUMBER CONTACTED FOR EXAMINATION AND NUMBER EXAMINED  
BY DOSE GROUP AND CITY

表1 指定された標本と検査のため連絡した者の数および被検者数：線量群および都市別

Group 線量群	Hiroshima 広島					Nagasaki 長崎				
	Selected 抽出数	Contacted 連絡した者	%	Examined 被検者	%	Selected 抽出数	Contacted 連絡した者	%	Examined 被検者	%
Alive ATB 原爆前に生まれた者										
High dose 高線量 .....	1754	1231	70.2	789	45.0	371	265	71.4	149	40.2
Low dose 低線量 .....	800	557	69.6	319	39.9	947	658	69.5	363	38.3
Minimal dose 軽微線量 .....	400	266	66.5	151	37.8	371	249	67.1	121	32.6
Not-in-city 市内不在者 .....	400	274	68.5	152	38.0	371	254	68.5	113	30.5
Total 計 .....	3354	2328	69.4	1411	42.1	2060	1426	69.2	746	36.2
In utero ATB 胎内被爆児										
High dose 高線量 .....	97	97	100.0	73	75.3	22	22	100.0	15	68.2
Low dose 低線量 .....	100	100	100.0	75	75.0	64	63	98.4	32	50.0
Minimal dose 軽微線量 .....	97	97	100.0	68	70.1	86	86	100.0	48	55.8
Total 計 .....	294	294	100.0	216	73.5	172	171	99.4	95	55.2

by the fact that examination of the former is on a 2-year cycle while that of the latter was on a 1-year cycle.

Table 1 shows that the 60% of persons alive ATB who were not examined divide into two roughly equal portions: those who were not requested to participate, and those who, though requested, did not agree to participate. Because of the manner in which people were scheduled for clinic appointments, loss of the former group quite likely did not introduce any appreciable bias. However, it cannot be assumed that the 30% who refused eye examinations represent a random subsample of those asked to participate. In fact, when age distributions were examined, it was found that participation was best in the middle ages, 40-59 years, and was poorest among younger and older persons.

Additional evidence of bias through self-selection was sought by requesting all selected persons who visited the ABCC clinics, whether or not they agreed to eye examination, to answer three simple questions: Do you use glasses for reading? Do you use glasses for distant vision? Is your vision blurred? While the percentages of affirmative replies varied a good deal from question to question, those people who agreed to examination answered at least one of the questions affirmatively more often than did those who refused examination ( $P < .01$ ). Thus, the evidence both from the answers to these questions and from age distributions suggests that persons who were concerned about their vision more frequently agreed to eye examination than did those who were not so concerned.

は、前者の診察を2年周期で行なうのに対して後者の検査は1年周期であるためである。

表1によれば、原爆前に生まれた者の中で検査を受けなかった60%の者は、ほぼ等しい大きさの2つの群に分けられることがわかる。すなわち、連絡しなかった者および検査を受けるよう要請したが応じなかった者である。対象者の受診予定の組み立て方は、前者の群の脱落による顕著な偏りが導入されないようになっている。しかしながら、眼の検査を辞退した30%は、連絡した者の任意副標本と考えることはできない。事実、年齢分布を調べてみると、検査率は、40-59歳の中年層において最も高く、若年および老年層において最も低かった。

自己選択による偏りをさらに追求するため、ABCCで受診した抽出例全部について、眼の検査を承諾したか否かにかかわらず、次の3つの簡単な質問に対する回答を求めた：字を読むのに眼鏡をういますか。遠くを見るのに眼鏡をういますか。眼がかすみますか。肯定の答の率は、それぞれの質問によりかなり異なっていたが、眼の検査を承諾した者では、質問の少なくとも1つに肯定的な答をした率が、眼の検査を辞退した者よりも大であった ( $P < .01$ )。したがって、これらの質問に対する回答からも、年齢分布の結果からも、眼の検査を受けることを承知した率は、視力について関心をもっている者が、それほど関心をもっていない者よりも大であったことが示唆される。

Examination emphasized visual acuity, accommodation, lenticular opacities, and other ocular changes which are seen clinically in older persons. All examinations in Nagasaki were made by one ophthalmologist (TF). In Hiroshima about 72% of the examinations were made by the senior ophthalmologist (RJM), and the balance were about equally divided between two younger men. Findings were recorded on a standard clinical form by the examining ophthalmologist and on a special coding form by one ophthalmologist in each city (RJM and TF). Items in the coding form were as far as practical descriptive rather than diagnostic. Records of all previous medical contacts with ABCC were available to the ophthalmologist at all times, although records were not reviewed until the examination had been completed and findings recorded. Information relating to histories of exposure to atomic radiation, such as acute signs and symptoms, distance, and dose, was not included with these records. Personal interactions in an active clinic precluded complete independence of examination findings and radiation histories, but such independence was conscientiously sought.

For tabulating results, a standard pattern involving three major dimensions, individual examiners (four), dose groups (four), and age groups (four), was repeated for each clinical observation of interest. The division by individual examiner also provided the division by cities, and for presentation here the findings of the three ophthalmologists in Hiroshima have been combined. Subjects were divided into those aged under 30, 30-49, and 50 years or older when examined. Those who were in utero ATB have been distinguished as the fourth age group. As a general rule, the related findings in the two eyes of the same person were reduced to a single observation prior to tabulation by selecting the one representing the greater degree of abnormality. The selection made for one type of finding, of course, was not influenced by findings of other types. When possible, detailed distributions of the clinical observations were made for each subgroup in the tabulation pattern, but most have been reduced to a dichotomy for presentation here. Tests of significance usually were made with the  $\chi^2$  approximation for contingency tables after reduction to two classes.

## LENS FINDINGS

**Axial opacities** When examined by ophthalmoscope, a black dot in the red reflex could indicate either a true posterior subcapsular opacity or a Mittendorf dot. The two may be distinguished by means of the slit lamp biomicroscope. Table 2 shows the distribution among radiation dose groups of the persons with true axial

検査の重点は、視力、調節力、水晶体混濁および高齢者にみられるその他の眼の臨床的变化におかれた。長崎では、検査はすべて1名の眼科医(藤野)が行なった。広島では、検査の72%は主任眼科医(RJM)が行ない、残りは2名の若い医師がほぼ等分に分けて行なった。所見は、診察を担当した眼科医が規定の臨床記録用紙に記入し、その後、両市における各1名の眼科医(RJMおよび藤野)が特別の符号化用紙に記入した。符号化用紙の各項目は、診断よりはむしろできる限り記述的なものにした。今までのABCCにおけるすべての診察の記録は、常に眼科医が利用できるようになっていた。ただし、これらの記録は、検査が完了し、所見の記入が終わるまでは見ないようにした。被爆歴に関する資料、たとえば、急性徴候および症状、距離および線量は、これらの記録には含まれていなかった。活動的な臨床施設では、個人的な接触があるため、検査所見と被爆歴の完全な独立性は妨害されるが、意識的に独立性を保つように心がけた。

結果の集計にあたって、3つのおもな因子、すなわち、検査医(4名)、線量(4群)、および年齢(4群)別分類を用いた一定の製表用式に従って、興味の対象となった各臨床観察項目を集計した。検査医別分類によって都市別の区別もできた。この報告では、広島における3名の眼科医の所見を合計した。対象者は、検査時年齢によって30歳以下、30-49歳および50歳以上の3群に分けた。胎内被爆児は第4の年齢群とした。原則としては、同一人の両眼に関連した所見がある場合は、集計に先だって異常の程度の強い方を選んで単一の観察結果にまとめた。もちろん、ある1つの種類の所見についてのこの選択は、その他の種類の所見とは無関係に行なった。集計に用いた各因子ごとに臨床診察の詳細な分布をできる限り求めたが、本報告では大部分の観察結果を2つの分類にまとめて示した。有意性検定は、普通、資料を2つの階級にまとめてできた分割表についての $\chi^2$ 近似法で行なった。

## 水晶体の所見

**軸性混濁** 検眼鏡検査で、赤色反射帯の中に認められる黒点は、実際に後囊下混濁である場合と、Mittendorf 斑点である場合がある。この両者は細隙灯検査によって識別することができる。表2には、検眼鏡によって認められ、細隙灯検査で確認された真の軸性混濁を有する者の

TABLE 2 AXIAL OPACITIES SEEN BY OPHTHALMOSCOPE AND CONFIRMED BY SLIT LAMP,  
BY DOSE GROUP AND CITY

表2 検眼鏡で認められ細隙灯検査で確認された軸性混濁：線量群および都市別

Group 線量群	Examined 被検者数	One or both eyes 片眼または両眼	%	Both eyes 両眼	%
Hiroshima 広島					
High dose 高線量 .....	862	50	5.8	32	3.7
Low dose 低線量 .....	394	2	0.5	1	0.3
Minimal dose 軽微線量 .....	219	1	0.5	1	0.5
Not-in-city 市内不在者 .....	152	3	2.0	1	0.7
Total 計 .....	1627	56	3.4	35	2.2
Nagasaki 長崎					
High dose 高線量 .....	164	15	9.1	13	7.9
Low dose 低線量 .....	395	9	2.3	5	1.3
Minimal dose 軽微線量 .....	169	1	0.6	0	0.0
Not-in-city 市内不在者 .....	113	3	2.7	2	1.8
Total 計 .....	841	28	3.3	20	2.4

opacities which were seen by ophthalmoscope and were confirmed by slit lamp examination (see Appendix). In both cities the percentage of subjects with opacities is significantly greater in the high dose groups than in other groups, and this is true whether percentages are calculated to represent people with either one or both eyes involved or people with such opacities in both lenses ( $P < .01$ ). Most of these axial opacities were quite small and only one was seen with the doughnut appearance associated with mature radiation cataract. Among 88 children who were in utero ATB, only one had a true axial opacity; it was quite small and in only one lens.

There are too few findings in the low dose, minimal dose, and not-in-city groups to distribute by age separately. Combining these distance groups and the two cities, however, axial opacities were seen in no one under 30 years old, in six (1.1%) persons at ages 30-49 years, and in 13 (2.6%) persons aged 50 years and over. Percentages of subjects in the high dose groups with opacities are shown for these same age ranges in Table 3, and there is no evidence of a systematic age effect.

**Other opacities** The percentages of persons with any type of opacity of the lens cortex of one or both eyes were calculated for each dose group and, within dose groups, for persons who were aged under 30, 30-49, and 50 years or older. As may be seen in Table 4, this finding was common only in the oldest of these groups, and in Hiroshima subjects of this age there is a systematic change in

放射線線量群別分布を示す(付録参照)。両市とも、高線量群における有混濁者の百分率は、その他の線量群よりも有意に高率である。これは、両眼の一方または両方に混濁がある者の百分率を計算した場合も、または、両眼水晶体にこの種の混濁が認められる者の百分率を計算した場合も変わらない( $P < .01$ )。軸性混濁の大部分は非常に小さく、成熟放射線白内障にみられるドーナツ型の混濁は、わずかに1例認められたにすぎない。胎内被爆児88人中、真の軸性混濁を有する者は、わずか1名にすぎなかった。これは非常に小さいものであり、片方の眼の水晶体にみられたにすぎなかった。

低線量群、軽微線量群、および市内不在者群における所見は非常に少なかったので各群別にその年齢分布を求めることはできなかった。しかしながら、これらの各群および両市を合計して所見を検討すると、軸性混濁は30歳以下では1例もなく、30-49歳では6例(1.1%)、50歳以上では13例(2.6%)あった。これと同じ年齢の高線量群における有混濁者百分率は表3に示したが、年齢による系統的な影響の形跡はみられない。

**その他の混濁** 両眼の一方または両方の水晶体皮質になんらかの混濁を有する者の百分率を各線量群について計算するとともに、各線量群内で30歳以下、30-49歳および50歳以上の者についてもそれぞれ計算した。表4にみられるように、この所見は最年長群にのみ多くみられ、この年齢の広島対象者には、線量群間に系統的な差があ

percentages over dose groups: 31.8% in the high dose group to 40.8% in the minimal dose group. While a diminishing gradient of percentages may be important, the differences observed in Hiroshima are neither statistically significant nor reaffirmed in the Nagasaki data. Cortical opacities were seen about twice as often in Hiroshima as in Nagasaki ( $P < .01$ ).

Data on opacities of the lens nucleus are summarized in Table 5. None of the slight trends in percentages by dose group is statistically significant. While percentages of subjects with nuclear opacities in the two cities are about the same (11.7% and 9.4%), they are strikingly different for comparable age groups.

る。すなわち、高線量群31.8%、軽微線量群40.8%である。百分率に下降勾配があることは重要であるかもしれないが、広島で認められた差は統計的に有意ではなく、長崎の資料にはこのような差は確認されなかった。広島で認められた皮質性混濁の頻度は長崎の約2倍であった ( $P < .01$ )。

水晶体核の混濁に関する資料の総括は表5に示す。線量群によって混濁の百分率に認められるわずかな傾向は、いずれも統計的に有意ではない。水晶体核混濁を有する者の百分率は、両市でほぼ同じであるが(11.7%および9.4%)、年齢群別には両市間に著しい差がある。

TABLE 3 AXIAL OPACITIES SEEN BY OPHTHALMOSCOPE AND CONFIRMED BY SLIT LAMP IN HIGH DOSE GROUPS, BY AGE AND CITY

表3 検眼鏡で認められ細隙灯検査で確認された高線量群における軸性混濁：年齢および都市別

Age at examination 検査時年齢	Hiroshima 広島			Nagasaki 長崎		
	Examined 被検者数	Positive 軸性混濁	%	Examined 被検者数	Positive 軸性混濁	%
In utero ATB* 胎内被爆児 .....	73	0	0.0	15	1	6.7
<30	75	5	6.7	29	3	10.3
30-49	368	22	6.0	72	6	8.3
50+	346	23	6.6	48	5	10.4
Total 計 .....	862	50	5.8	164	15	9.1

\*When examined, these children were 17 or 18 years old. これら児童の検査時年齢は17歳または18歳であった。

TABLE 4 CORTICAL OPACITIES SEEN BY SLIT LAMP IN DOSE GROUPS, BY AGE AND CITY

表4 各線量群に細隙灯検査で認められた皮質性混濁：年齢および都市別

Age at examination 検査時年齢	High dose 高線量			Low dose 低線量			Minimal dose 軽微線量			Not-in-city 市内不在者		
	Examined 被検者数	Positive 皮質性混濁	%	Examined 被検者数	Positive 皮質性混濁	%	Examined 被検者数	Positive 皮質性混濁	%	Examined 被検者数	Positive 皮質性混濁	%
<b>Hiroshima 広島</b>												
In utero ATB*												
胎内被爆児 .....	73	0	0.0	75	2	2.7	68	1	1.5	-	-	-
<30	75	0	0.0	20	0	0.0	14	0	0.0	14	0	0.0
30-49	368	2	0.5	146	5	3.4	66	2	3.0	63	0	0.0
50+	346	110	31.8	153	59	38.6	71	29	40.8	75	27	36.0
Total 計 .....	862	112	13.0	394	66	16.8	219	32	14.6	152	27	17.8
<b>Nagasaki 長崎</b>												
In utero ATB												
胎内被爆児 .....	15	0	0.0	32	0	0.0	48	0	0.0	-	-	-
<30	29	0	0.0	58	0	0.0	38	0	0.0	30	0	0.0
30-49	72	0	0.0	170	1	0.6	51	1	2.0	51	0	0.0
50+	48	11	22.9	135	39	28.9	32	7	21.9	32	4	12.5
Total 計 .....	164	11	6.7	395	40	10.1	169	8	4.7	113	4	3.5

\*When examined, these children were 17 or 18 years old. これら児童の検査時年齢は17歳または18歳であった。

TABLE 5 PERCENTAGES OF NUCLEAR OPACITIES SEEN BY SLIT LAMP  
IN DOSE GROUPS, BY AGE AND CITY

表5 各線量群に細隙灯検査で認められた水晶体核混濁の百分率：  
年齢および都市別

Age at examination 検査時年齢	High dose 高線量	Low dose 低線量	Minimal dose 軽微線量	Not-in-city 市内不在者
<b>Hiroshima 広島</b>				
In utero ATB* 胎内被爆児 .....	1.4	1.3	0.0	-
<30	1.3	0.0	0.0	0.0
30-49	1.9	1.4	1.5	0.0
50+	28.3	26.1	21.1	32.0
Total 計 .....	12.4	10.9	7.3	15.8
<b>Nagasaki 長崎</b>				
In utero ATB 胎内被爆児 .....	6.7	0.0	2.1	-
<30	13.8	6.9	10.5	6.7
30-49	9.7	8.2	5.9	0.0
50+	18.8	14.8	18.8	12.5
Total 計 .....	12.8	9.6	8.3	5.3

\*When examined, these children were 17 or 18 years old.  
これら児童の検査時年齢は17歳または18歳であった。

**Polychromatic changes** Specific iridescent changes in the axial posterior subcapsular area of the lens were carefully looked for by slit lamp biomicroscope. Those observed were generally of two broad types. Least conspicuous was a faint polychromatic sheen or, in younger subjects, blue-green sheen associated with an increase in capsular markings and located at the posterior pole of the lens. This sheen was usually seen in the zone of specular reflection of the posterior capsule and was not unlike oil slick on water. It was sometimes elusive, but could be seen when the slit lamp beam made an angle of 4-7 degrees with the biomicroscope. Margins were fairly sharp, and diameters ranged from 0.5-1.0 mm. Polychromatic granular sheen, resembling the appearance of iron pyrite, was more readily observed in the posterior axial zone of specular reflection with the slit lamp biomicroscope. The oil slick had a rougher texture although it definitely was not lace-like. Margins were sharp, and the size was 1-2 mm. Table 6 gives the frequency with which these changes were seen, along with that of a residual category which includes changes which had the appearance of a flat plaque, a zone of disjunction, or projection into the posterior cortex.

In Table 7 are the percentages of persons with any type of polychromatic change of the posterior lens capsule by dose and age groups. Excepting the group which was not in the cities ATB, there is a gradient of percentages which increases with dose ( $P < .01$ ), and the gradient is present in every age group of both cities regardless of the method used in calculating percentages.

**多色性変化** 細隙灯検査により水晶体の軸部後囊下における特異的な暈色変化を注意深く捜した。認められた変化は、一般に2つの種類に大別できた。その中で最も軽微なものは、水晶体後極部の水晶体紋理の増強に伴うかすかな多色性光彩、あるいは若年齢対象者では青緑色の光彩であった。この光彩は、一般に後囊部の反射帯にみられ、水の上に流した油のような観を呈した。これは、ときには確認が困難な場合もあったが、細隙灯の光線と生体顕微鏡との角度が4-7度のときにみることができた。その境界はかなり鮮明であり、直径は0.5-1.0 mmであった。他方の黄鉄鉱に似た外観を呈する多色性顆粒状光彩は、細隙灯検査で軸部後囊の反射帯にもっと容易に認められた。油を流したような観があったが、その表面はもっと粗雑な様相を呈した。しかし、レース状でないことは明らかであった。その境界は鮮明で、大きさは1-2 mmであった。表6に、これらの変化の頻度、ならびにその他の種類の変化、すなわち、平坦な円板状の外観を有する変化、分離帯または後部皮質内へ突出する変化などの頻度を示す。

表7は、水晶体後囊の各種多色性変化を有する者の百分率を線量群および年齢群別に示す。原爆時市内不在者群を除いては、百分率が線量とともに増加する勾配がある ( $P < .01$ )。この勾配は、百分率をいかなる方法で計算しても、両市のすべての年齢群にみられる。

TABLE 6 DISTRIBUTION OF POLYCHROMATIC POSTERIOR SUBCAPSULAR CHANGES IN DOSE GROUPS BY CITY

表6 各線量群における後囊下多色性変化の分布：都市別

Posterior subcapsular change 後囊下変化	High dose 高線量	%	Low dose 低線量	%	Minimal dose 軽微線量	%	Not-in-city 市内不在者	%
<b>Hiroshima 広島</b>								
None なし.....	477	55.3	300	76.1	190	86.8	127	83.6
Sheen 光彩.....	235	27.3	78	19.8	24	11.0	19	12.5
Granular sheen 顆粒状光彩.....	112	13.0	12	3.0	2	0.9	3	2.0
Other* その他.....	38	4.4	4	1.0	3	1.4	3	2.0
Total 計.....	862	100.0	394	99.9	219	100.1	152	100.1
<b>Nagasaki 長崎</b>								
None なし.....	22	13.4	132	33.4	111	65.7	65	57.5
Sheen 光彩.....	7	4.3	38	9.6	11	6.5	11	9.7
Granular sheen 顆粒状光彩.....	103	62.8	202	51.1	39	23.1	34	30.1
Other その他.....	32	19.5	23	5.8	8	4.7	3	2.7
Total 計.....	164	100.0	395	99.9	169	100.0	113	100.0

\*Includes findings described as flat plaques, disjunction zone, or projection into the posterior cortex.  
平坦円板、分離帯または後部皮質円突出などの所見を含む。

TABLE 7 PERCENTAGES OF POLYCHROMATIC POSTERIOR SUBCAPSULAR CHANGES IN DOSE GROUPS BY AGE AND CITY

表7 各線量群における後囊下多色性変化の百分率：年齢および都市別

Age at examination 検査時年齢	One or both eyes 片眼または両眼				Both eyes 両眼			
	High dose 高線量	Low dose 低線量	Minimal dose 軽微線量	Not-in- city 市内不在者	High dose 高線量	Low dose 低線量	Minimal dose 軽微線量	Not-in- city 市内不在者
<b>Hiroshima 広島</b>								
In utero ATB*								
胎内被爆児.....	26.0	10.7	7.4	-	15.1	5.3	1.5	-
<30	52.0	15.0	0.0	0.0	42.7	10.0	0.0	0.0
30-49	47.8	24.0	13.6	7.9	39.1	12.3	4.5	1.6
50+	43.6	31.4	21.1	26.7	30.9	24.2	15.5	17.3
All ages 全年齢群	44.7	23.9	13.3	16.4	34.1	15.5	6.8	9.2
<b>Nagasaki 長崎</b>								
In utero ATB								
胎内被爆児.....	66.7	28.1	10.4	-	60.0	12.5	2.1	-
<30	96.6	60.3	21.1	13.3	96.6	51.7	10.5	10.0
30-49	86.1	70.0	47.1	51.0	80.6	60.0	31.4	29.4
50+	87.5	74.1	65.6	56.2	87.5	67.4	56.2	50.0
All ages 全年齢群	86.6	66.6	34.3	42.5	83.5	57.5	23.1	30.1

\*When examined, these children were 17 or 18 years old. これら児童の検査時年齢は17歳または18歳であった。



TABLE 8 SECULAR TRENDS IN SLIT LAMP FINDINGS OF POLYCHROMATIC POSTERIOR SUBCAPSULAR CHANGES IN ONE OR BOTH EYES BY EXAMINER

表8 細隙灯検査で片眼または両眼に認めた後囊下多色性変化の所見の時間的傾向: 検査医別

Interval 期間	Examined 被検査者数	Positive 多色性変化	%
<b>Hiroshima Examiner A 広島検査医A</b>			
Jan-May 1963 .....	281	100	35.6
Jun-Sep 1963 .....	329	139	42.2
Oct 1963-Jan 1964 .....	256	115	44.9
Feb-May 1964 .....	298	110	36.9
Total 計 .....	1164*	464	39.9
<b>Hiroshima Examiners B &amp; C 広島検査医BおよびC</b>			
Jan-May 1963 .....	107	16	15.0
Jun-Sep 1963 .....	105	25	23.8
Oct 1963-Jan 1964 .....	145	23	15.9
Feb-May 1964 .....	93	5	5.4
Total 計 .....	450*	69	15.3
<b>Nagasaki 長崎</b>			
Jan-May 1963 .....	202	96	47.5
Jun-Sep 1963 .....	208	130	62.5
Oct 1963-Jan 1964 .....	231	137	59.3
Feb-May 1964 .....	200	148	74.0
Total 計 .....	841	511	60.8

\*A few cases were excluded because the date of examination was not correctly punched in cards.  
検査年月日がカードに正確にパンチされていなかった数例を除外した。

Table 7 also shows a marked difference between the cities with percentages of polychromatic lens changes consistently higher in Nagasaki than in Hiroshima. While this may be indicative of a true difference between the cities, it also may be the consequence of varying levels of training in the detection of these minimal changes among the ophthalmologists who examined subjects for this study. If the ophthalmologists did differ initially in this respect, experience acquired during the course of this study might have reduced such differences. To examine this possible explanation for city differences, the data were divided into four approximately equal time intervals and percentages of polychromatic findings by each ophthalmologist computed for each interval. The result is shown in Table 8 where the data for the two Japanese residents who assisted part-time in Hiroshima have been combined. The only suggestion of a learning effect is in Nagasaki, but it does not explain a difference in the direction observed. There is additional evidence in Table 8 that different ophthalmologists detect these minimal polychromatic changes in different percentages of patients; within the Hiroshima sample there is a two-fold difference between examiners B and C combined and examiner A.

表7では、多色性水晶体変化の百分率に両市間で顕著な差があり、長崎の方が広島よりも一貫して高率であることもわかる。これは、両市の間の真の差を示すものかもしれないが、一方、この調査で対象者の検査にあたった眼科医の間で、これらの微細な変化の探知についての訓練に差があったためかもしれない。この点について最初に眼科医の間で差があったとしても、調査の進行に伴い経験をj得るに従って、この種の差は減少するはずである。そこで、両市間の差がこのためであったか否かを検討するために、資料を4つのほぼ等しい期間に分け、それぞれの期間における各眼科医による多色性変化の所見の百分率を計算した。その結果は表8に示したが、広島において調査を援助した2名の日本人非常勤医師の資料は合計して示した。経験の効果が示唆されるのは長崎の場合だけであるが、それは観察された差の方向を説明するものではない。さらに表8では、各眼科医の間でこれら微細な多色性変化を探知する百分率が異なるという証拠がある。広島の標本内でも、検査医BおよびCの合計と検査医Aとの間には2倍の差がある。



**CORRESPONDENCE WITH PREVIOUS LENS FINDINGS**

Among subjects born before the bomb who were examined for this study, 487 also were examined in at least one previous ophthalmologic survey at ABCC. Similarly, 35 of the children who were in utero ATB have been seen by an ABCC ophthalmologist at least twice. Records of all previous eye examinations of these people were reviewed for the purpose of classifying lens findings in a manner which would permit their tabulation jointly with the present findings. Because of differences in forms and terminology, the classification of prior findings was simplified to four categories: no lens abnormality, axial opacity, polychromatic change, or other lens finding.

To determine whether there has been a change in the relative frequency of all lens findings which are associated with radiation, the four categories were reduced to two: negative or positive, where the latter includes findings of either axial opacity or polychromatic change at any prior examination. Findings at the current examination were grouped in a similar way. Table 9 shows that in the Hiroshima high dose group a greater proportion of persons were considered positive at this current examination (191/360 = .53) than were so considered at any previous examination (159/360 = .44). This is also true in the Nagasaki high dose group (54/57 = .95 vs 34/57 = .60), and in both cities these differences are statistically significant ( $P < .01$ ). The percentages of findings in the other dose groups show a similar difference in Nagasaki but not in Hiroshima.

**既往の水晶体所見との関係**

今回の調査で検査を受けた原爆以前に生まれた被爆者の中で、487人はABCCで以前に少なくとも1回眼科検査を受けていた。同じように、胎内被爆児中35人は、少なくとも2回ABCC眼科医の検査を受けていた。これら対象者の過去の眼の検査記録をすべて再検討して、今回の所見といっしょに集計できるように水晶体所見の再分類を行なった。記録用紙および用語が相違しているために、過去の所見は次の4つの分類にまとめた。すなわち、水晶体異常のないもの、軸性混濁、多色性変化およびその他の水晶体所見である。

放射線と関係のあるすべての水晶体所見の相対的頻度に変化が生じているかどうかを決定するために、これら4つの分類は次の2つにまとめた。すなわち、陰性または陽性である。陽性は、以前のいずれかの検査で軸性混濁または多色性変化の所見が1回でも認められたものを含む。今回の検査における所見も同様に分類した。表9によれば、広島の高線量群では、今回の検査で陽性と認められた者の割合(191/360 = .53)は、過去のいずれかの検査において陽性と認められた者の割合(159/360 = .44)よりは大きであった。これは、長崎の高線量群についてもいえる(54/57 = .95 対 34/57 = .60)。両市ともこの差は統計的に有意である( $P < .01$ )。その他の線量群における所見の百分率には、同様な差が長崎で認められるが、広島では認められない。

TABLE 9 CORRESPONDENCE OF POSTERIOR SUBCAPSULAR FINDINGS ON PREVIOUS EXAMINATIONS WITH CURRENT FINDINGS, BY DOSE GROUP AND CITY

表9 以前の検査と今回の検査における後囊下所見の関係：線量群および都市別

Current examination 今回の検査	Previous examination 以前の検査					
	High dose 高線量			All other groups その他すべての線量群		
	≥1 positive 1回以上陽性	All negative 全部陰性	Total 計	≥1 positive 1回以上陽性	All negative 全部陰性	Total 計
<b>Hiroshima 広島</b>						
Positive 陽性 .....	105	86	191	3	8	11
Negative 陰性 .....	52	112	164	9	36	45
Unknown 不明 .....	2	3	5	0	0	0
Total 計 .....	159	201	360	12	44	56
<b>Nagasaki 長崎</b>						
Positive 陽性 .....	34	20	54	12	26	38
Negative 陰性 .....	0	2	2	0	7	7
Unknown 不明 .....	0	1	1	1	3	4
Total 計 .....	34	23	57	13	36	49

These comparisons might suggest that the prevalence of radiation effects on the lens has increased with the passage of time were it not for the evidence in Table 8 and elsewhere in this report of considerable variation among observers. Before attempting to reach a conclusion, therefore, it was felt essential to examine the correspondence of present findings with those of previous examiners individually. Consideration was limited to 347 persons in the Hiroshima high dose group, excluding the few children who were in utero ATB. After division according to previous observer, findings were tabulated in the pattern of Table 9. The results, summarized in Table 10, make clear that the total gain in percentage of positive findings is the result from a single large gain, several substantial negative gains, and a couple of equivocal changes. It is only in people who were previously examined only by Cogan and his coworkers that any appreciable increase in percentage of findings is seen. Because Cogan's group did not systematically use the slit lamp, this result is not unexpected. Excluding the subjects examined only by them, however, there is no evidence whatever of an increased prevalence of posterior subcapsular findings at this time. There is, rather, possible evidence of a lower prevalence now than previously.

Cross-classification of "radiation cataract" seen at previous examination with axial opacities at the present examination (Table 11) shows no change in the rate of this finding in the Hiroshima high dose group: 39/360 or 10.8% previously were positive and 35/360 or 9.7% were positive at this examination. In the 57 subjects who were reexamined in Nagasaki, there is a decline from 22.8% to 14.0% with an axial opacity, but this difference is not statistically significant.

Underlying these comparisons of past and present rates was an interest in the natural history of early minimal polychromatic changes, specifically in their possible progression to axial opacities. At the level of analysis we feel warranted by available records, only 120 Hiroshima subjects and 21 Nagasaki subjects can provide evidence of such progression. These are the people in high dose groups who had a positive finding at a previous examination (Table 9), excluding those with a previous axial opacity (Table 11). If progression has occurred, current examinations should have revealed more new axial opacities in these groups than in the subjects who had no abnormality detected earlier. New axial opacities were seen in three people in Nagasaki (Table 9), and all had polychromatic changes at an earlier examination. In Hiroshima 9 or 7.5% of the 120 people with earlier polychromatic changes now have axial opacities while 9 or 4.5% of the 201 without earlier polychromatic changes now have axial

表8に示されているような、また本報告書ですでに述べたような検査医間の著しい差の証拠がなかったならば、これらの比較から、水晶体の放射線影響の頻度は時の経過とともに増加すると示唆されたかもしれない。そこで結論を出そうとする前に、今回の所見と、過去の各検査医の所見との関係を調べるのが重要であると思われた。原爆時胎内にあった少数の者を除いて、広島の高線量群347人に限定して考察した。所見を過去の各検査医ごとに分類した後に、表9の型式に従って集計した。その結果は、表10にまとめたが、これによると、陽性所見百分率全体の増加は、大きな増加を示したものが1つある結果であり、そのほかは負の方向へかなりの増加を示したものがいくつかあり、また不明確な変化を示すものもあった。陽性所見百分率が著しく増加しているのは、以前にCogan およびその共同研究員の検査を受けた対象者のみである。Cogan の調査班は、系統的に細隙灯を用いなかったため、この結果は予期されなくてもよい。Cogan の検査のみを受けた対象者を除けば、後囊下所見の頻度が現在増加している証拠は何もない。むしろ、今回は以前よりも低率であるという証拠があるように思われる。

前回の検査において認められた「放射線白内障」と今回の検査における軸性混濁との比較は、表11に示すとおりで、これによると広島の高線量群では、この所見の頻度に変化はない：以前の検査では39/360、すなわち、10.8%が陽性であったのに対して、今回の検査では35/360、すなわち、9.7%が陽性であった。長崎では、再検査を受けた57人中、軸性混濁を有する者は22.8%から14.0%へ減少したが、この差は統計的に有意ではない。

以前と今回の率の比較を行なう根底には、微細な初期多色性変化の自然史、特に軸性混濁への進行の可能性に対する興味があった。手もとの資料で可能な解析の範囲内では、広島で120人、長崎で21人のみについて軸性混濁への進行の有無の検討ができた。すなわち、高線量群の中で、以前の検査で陽性であった者(表9)の中から以前の検査で軸性混濁を示した者(表11)を除いた者である。もし、軸性混濁への進行が起こったとすれば、今回の検査で、この群に新たに認められる軸性混濁の率は、以前異常を認めなかった対象者群における率よりも大であるはずである。長崎では、3人に新しく軸性混濁を認めたが(表9)いずれも以前の検査で多色性変化が認められていた。広島では、以前に多色性変化が認められた120人中9人すなわち、7.5%に今回軸性混濁を認めたが、以前に多色性変化が認められていない者201人中9人、す

TABLE 10 POSTERIOR SUBCAPSULAR FINDINGS AT PREVIOUS AND CURRENT EXAMINATIONS IN HIROSHIMA SUBJECTS ALIVE ATB BY PREVIOUS EXAMINER

表10 原爆前に生まれた広島対象者の以前の検査と今回の検査における後囊下所見：  
以前の検査担当医別

Previous examiner 以前の検査担当医	Examined 被検査者数	% positive 陽性の百分率		
		Previously 以前の検査	Currently 今回	Gain* 増加
Cogan <sup>7,8</sup> .....	146	11.0	50.0	+39.0
Cogan and Sinskey .....	79	64.6	63.3	-1.3
Cogan and Hall .....	17	47.1	52.9	+5.8
Cogan, Sinskey, and Hall .....	40	92.5	67.5	-25.0
Sinskey <sup>9</sup> .....	23	69.6	52.2	-17.4
Sinskey and Hall .....	6	100.0	66.7	-33.3
Hall <sup>10,11</sup> .....	36	61.1	38.9	-22.2

\*Algebraic increase of the current percentage over the previous percentage. 以前の百分率に対する今回の百分率の代数的増加

TABLE 11 CORRESPONDENCE OF FINDINGS OF AXIAL OPACITIES AT PREVIOUS EXAMINATIONS WITH CURRENT FINDINGS, BY DOSE GROUP AND CITY

表11 以前の検査における軸性混濁の所見と今回の所見との関係：線量群および都市別

Current examination 今回の検査	Previous examination 以前の検査					
	High dose 高線量群			All other groups その他の群全部		
	Positive 陽性	Negative 陰性	Total 計	Positive 陽性	Negative 陰性	Total 計
<b>Hiroshima 広島</b>						
Positive 陽性 .....	17	18	35	0	1	1
Negative 陰性 .....	20	300	320	1	53	54
Unknown 不明 .....	2	3	5	0	1	1
Total 計 .....	39	321	360	1	55	56
<b>Nagasaki 長崎</b>						
Positive 陽性 .....	5	3	8	1	1	2
Negative 陰性 .....	8	40	48	2	41	43
Unknown 不明 .....	0	1	1	0	4	4
Total 計 .....	13	44	57	3	46	49

opacities. Thus, in both cities observed differences are in the direction consistent with the possible progression of polychromatic changes to later axial opacities. These differences, however, are not statistically significant.

There is some evidence of high leukemia mortality among people diagnosed with radiation cataract in the earliest ophthalmic studies.<sup>13</sup> Such deaths could decrease the percentage of previous findings as derived from Tables 9 and 11 and, when compared with present percentages, either create the appearance of increased prevalence or nullify a decrease which has occurred. Interpretation of observed differences between rates is also obscured by the fact that a subject could have been examined more than once prior to this study. Multiple examinations may

なわち4.5%に今回軸性混濁を認めた。したがって、両市で認められた差は、多色性変化が後日軸性混濁に進行する可能性を示す方向にある。しかしながら、これらの差は統計的に有意ではない。

初期の眼科検査で放射線白内障と診断された者に、白血病死亡率が高いのではないかと示唆されている。<sup>13</sup> このような死亡者があるために、表9および表11から求められる以前の陽性所見百分率が低くなっている可能性があり、そのために、今回の所見と比較した場合に、率が増加したかのごとき感じを与えたり、または率の減少を打ち消したりする可能性がある。さらにまた今回と以前の率の間に認められた差の解釈にあたって、対象者の中には以前に2回以上の検査を受けた者もいるという問題がある。検査をたびたび行なえば、現存の病変を探知する確率が

increase the probability of detecting an existing lesion and increase early rates over what would have been found at a single examination. Such a bias could create the appearance of decreasing prevalence or offset an increase in prevalence. These potential sources of error, along with the variation among observers in detecting slight changes and the relatively small number of people with axial opacities, makes any inference about changing prevalence or progression most uncertain. The data suggest, however, that the prevalence of radiation-induced lens changes has decreased with time, and there is no reliable evidence of progression of early minimal changes to axial opacities.

## ACUITY, REFRACTION, AND OTHER FINDINGS

In Table 12 are given the percentages of persons, classified by dose and age, whose corrected visual acuity was worse than 20/30 in at least one eye and also the percentages whose refractive error was greater than  $\pm 1.00$  diopter in either or both eyes. In children who were in utero ATB, there is a suggestion of larger percentages with poor acuity in both the high and low dose groups than in the minimal dose group. In both cities the difference appears to be about 4%. However, numbers are so small that a statistical test was not made. The Hiroshima in utero children show a similar difference in refractive error, but this is not statistically significant and is not confirmed in the Nagasaki data. There is no suggestion of such differences in the older survivors.

There is little doubt, in view of the evidence of Table 7 and of previous studies,<sup>9,11</sup> that polychromatic changes at the posterior subcapsular level occur more frequently in exposed survivors than in nonexposed persons. It has remained uncertain, however, whether these slight changes appreciably reduce acuity. As a first attack on this question, we have classified people according to the estimated size of polychromatic changes and, for each such group, determined the percentage with best corrected acuity worse than 20/30 in the same eye. The result obtained with the right eye is given in Table 13 where lesions less than 2.5 mm in diameter are designated as small. In persons with moderate or large subcapsular changes the percentage with reduced acuity is greatest ( $P < .001$  for both cities combined). Though somewhat reduced in Hiroshima, the percentages with poor acuity remain excessive when people with axial opacities are excluded from tabulation.

In a similar analysis, posterior subcapsular changes were first classed by type as in Table 6. There was no greater percentage of subjects with poor visual acuity in the groups

増加するので、この以前の陽性率は、1回の検査による探知率よりも高いであろう。この種の偏りのために、有病率が減少しているようにみえたり、または有病率の増加を打ち消したりする可能性がある。このような潜在的な誤差要因の存在は、軽度変化の探知における観察者間の差、および軸性混濁例の数が比較的に少ないこととともに、有病率または病変の進行に関する推計を非常に不確実なものにしている。しかしながら、これらの資料は、放射線誘発性水晶体変化の頻度は時間とともに減少していることを示唆しており、初めの軽微な変化が軸性混濁に進行するという確かな証拠はない。

## 視力、屈折およびその他の所見

表12には、少なくとも一方の眼の矯正視力が20/30以下の者の百分率および両眼の一方また両方の屈折異常が、 $\pm 1.00D$ 以上の者の百分率を線量群・年齢別に示した。胎内被爆児では、高線量群と低線量群に視力の悪い者の百分率が、軽微線量群よりも大きいことが示唆されている。両市ともこの差は約4%である。しかしながら、症例数は非常に少ないので、統計的検定は行なわなかった。広島の子胎内被爆児は、屈折異常の割合に同様な差を示すが、この差は統計的に有意ではない。長崎の資料にはこのような差は確認されない。これより高年齢の被爆者には、かかる差は示唆されない。

表7および以前の調査の所見<sup>9,11</sup>に鑑みて、被爆者の後囊下多色性変化の頻度は非被爆群よりも大であることはほとんど疑いない。しかしながら、これらの軽度の変化のために視力が著しく減少するかどうかは確かでない。この問題を研究する第一歩として、多色性変化の大きさを推定して対象者を分類し、各群に対し、その眼の最良矯正視力が20/30以下の者の百分率を求めた。右眼について得られた結果を表13に示す。この場合、径2.5 mm以下の病変は小と分類した。後囊下変化が中等度または大の者に視力減退の百分率が最も大であった(両市合計で $P < .001$ )。軸性混濁を有する者を集計から除けば、広島における視力減退の百分率はやや減るが、依然高率である。

次に後囊下変化をまず表6に示したような種類別に分類して同様な解析を行なった。多色性光彩または顆粒状光

TABLE 12 SNELLEN ACUITY AND REFRACTIVE ERROR IN DOSE GROUPS, BY AGE AND CITY

表12 各線量群におけるスネレン視力および屈折異常：年齢および都市別

Age at Examination 検査時年齢	Hiroshima 広島				Nagasaki 長崎			
	High dose 高線量	Low dose 低線量	Minimal dose 軽微線量	Not-in-city 市内不在者	High dose 高線量	Low dose 低線量	Minimal dose 軽微線量	Not-in-city 市内不在者
<b>Best Corrected Acuity Worse than 20/30 最良矯正視力が20/30以下の者の百分率</b>								
In utero ATB*								
胎内被爆児 .....	4.1%	4.0	0.0	-	6.7	6.2	2.1	-
<30	2.7	0.0	14.3	7.1	0.0	3.4	5.2	3.3
30-49	9.4	10.3	3.0	4.8	8.4	8.9	9.9	11.8
50+	22.8	28.1	29.5	17.3	23.0	27.3	28.1	12.5
All ages 全年齢	13.8	15.5	11.4	11.2	11.0	14.2	10.1	9.7
<b>Refractive Errors Greater than ±1.00 Diopters 屈折異常が±1.00D以上の者の百分率</b>								
In utero ATB								
胎内被爆児 .....	38.3%	37.3	26.5	-	20.0	31.3	22.9	-
<30	30.7	40.0	28.5	28.6	17.1	25.8	39.4	26.7
30-49	29.6	30.1	22.7	31.8	34.8	28.4	35.4	43.1
50+	35.6	38.0	40.8	41.4	20.9	32.6	28.1	31.2
All ages 全年齢	32.8	35.0	30.1	36.2	26.2	29.6	31.4	35.4

\*When examined, these children were 17 or 18 years old. これら児童の検査時年齢は17歳または18歳であった。

TABLE 13 VISUAL ACUITY ASSOCIATED WITH POLYCHROMATIC POSTERIOR SUBCAPSULAR CHANGES IN RIGHT EYES OF PERSONS ALIVE ATB, HIGH AND LOW DOSE GROUPS

表13 高線量群および低線量群の直接被爆者の右眼における視力と後囊下多色性変化との関係

Posterior subcapsular change 後囊下変化	Hiroshima 広島			Nagasaki 長崎		
	Subjects 対象者	Acuity worse than 20/30 視力20/30以下	%	Subjects 対象者	Acuity worse than 20/30 視力20/30以下	%
<b>All Cases 全症例</b>						
None なし .....	698	81	11.6	139	13	9.4
Small* 小 .....	383	39	10.2	352	38	10.8
Moderate & large 中等度および大 ..	27	11	40.7	21	3	14.3
Total 計 .....	1108	131	11.8	512	54	10.5
<b>Axial Opacities Excluded 軸性混濁を除く</b>						
None なし .....	695	80	11.5	139	13	9.4
Small 小 .....	362	33	9.1	335	33	9.9
Moderate & large 中等度および大 ..	8	2	25.0	18	3	16.7
Total 計 .....	1065	115	10.8	492	49	10.0

\*Estimated diameter less than 2.5 mm. 推定直径2.5 mm以下

TABLE 14 PERCENTAGES OF MISCELLANEOUS FINDINGS BY DOSE GROUPS AND CITY

表14 その他の所見の百分率：線量群および都市別

Finding 所見	Hiroshima 広島				Nagasaki 長崎			
	High dose 高線量	Low dose 低線量	Minimal dose 軽微線量	Not-in-city 市内不在者	High dose 高線量	Low dose 低線量	Minimal dose 軽微線量	Not-in-city 市内不在者
<b>Congenital, Traumatic, or Surgical</b> 先天性、外傷性または外科的								
Any abnormality 何らかの異常あり	5.1	5.3	2.3	6.6	15.9	23.8	21.3	23.9
<b>Inflammation, Neoplasm, or Degeneration</b> 炎症、新生物または変性								
Cornea 角膜	5.2	5.6	4.6	5.9	4.9	7.6	8.9	3.5
Other その他	5.6	5.6	4.1	5.3	9.1	9.9	4.1	6.2
<b>Fundosecopy</b> 眼底検査								
Veins or Hemorrhage 静脈または出血	2.3	1.8	2.3	2.0	3.7	4.6	3.6	2.7
Other その他	20.9	25.6	12.8	21.7	32.9	45.8	31.4	38.1
<b>Senile Changes of Cornea</b> 老人性角膜変化								
Early 初期	9.4	9.4	9.6	11.8	3.7	7.8	5.9	8.0
Moderate or Marked 中等度または強度	8.0	9.4	6.8	8.6	7.3	5.8	3.6	7.1
Guttate 滴状	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Cylinder</b> 円柱レンズの度								
1 Diopter	11.6	11.2	8.7	15.1	10.4	8.9	7.1	14.2
>1 Diopter	8.9	9.6	8.2	13.2	6.1	7.1	5.3	8.0
<b>Tension</b> 眼圧								
< 12.2	11.8	11.9	11.4	19.1	6.7	8.9	13.0	7.1
12.2 - 15.9	29.5	25.9	24.7	27.6	34.8	39.5	34.9	46.9
16.0+	29.0	26.6	25.6	32.9	56.7	49.9	51.5	45.1
Unknown 不明	29.7	35.5	38.4	20.4	1.8	1.8	0.6	0.9

with polychromatic sheen or granular sheen than in persons who had no posterior subcapsular changes. In the groups with "other" polychromatic changes, however, there was an increased percentage with poor acuity. Tabulations of acuity in left eyes by both size and type of posterior subcapsular change were the same in all essentials as were these on right eyes.

It should be noted that very few people had polychromatic changes of moderate or large size, and though percentages are relatively large, the number who also had reduced visual acuity is quite small indeed. The frequency of occurrence of both polychromatic changes and reduced acuity increase with age and it is entirely possible that their high association is the result of mediation by age or some other common variable. Because of the small numbers involved, a statistical assessment of this possibility was not attempted.

彩を有する群における視力減退百分率は、後囊下変化のない群よりも大きいことはなかった。しかしながら、「その他」の多色性変化を有する群における視力減退の百分率は増加していた。左眼視力は、後囊下変化の大きさあるいは種類別に集計しても、右眼と本質的に同様であった。

多色性変化が中等度または大の者は非常に少ないことを指摘したい。視力減退を示した者も、百分率が比較的高いとはいえ、その例数は実に少ない。多色性変化と視力減退の頻度はいずれも年齢とともに増加するので、両者の関連が高いのは年齢またはその他の共通した因子が介在するためであるという可能性もある。しかし、例数は少なかったため、この可能性の統計的評価は行なわなかった。



A variety of miscellaneous findings from the current ophthalmologic examination are shown in Table 14. None of them appears to be related to radiation.

## CONCLUSIONS

Findings from ophthalmologic examination of 1627 residents of Hiroshima and 841 residents of Nagasaki are reported. About 40% were present in the cities ATB and received doses in excess of 200 rad as estimated by the T57D procedure.<sup>2,15,16</sup> Others were in the cities ATB but received smaller radiation doses or were not in the cities ATB. A few of the people examined in each city were in utero ATB.

The 2468 people examined represent about 40% of the total originally selected for this study. Those who were not requested to participate, and those who were requested to participate but did not do so, represent nearly equal proportions of the losses. Losses of the former type probably do not seriously bias the remaining group. Analysis of age distributions and replies to three self-administered questionnaire items suggest, however, that people who refused to participate were less concerned about their vision than were people who agreed to examination.

Examinations emphasized measurement of visual acuity and accommodation, visualization of the lens by ophthalmoscope and slit lamp biomicroscope, and detection of ocular changes associated with aging. All examinations in Nagasaki were made by one ophthalmologist (TF). Those in Hiroshima were made by three ophthalmologists. There is evidence throughout this report of considerable variability among the observations of the different ophthalmologists, and this is particularly true for small changes of the posterior subcapsule that can be found only by a careful slit lamp examination. Every effort was made by the ophthalmologists to conduct examinations without knowledge of the subject's radiation exposure history.

Data are presented on axial opacities, cortical opacities, nuclear opacities, polychromatic changes of the posterior subcapsule, visual acuity, refractive errors, astigmatic errors, tension, fundus abnormalities, senile changes of the cornea, and gross external conditions. As in previous studies,<sup>7-12</sup> only two findings were found to be related to ionizing radiation: axial opacities visible with the ophthalmoscope and polychromatic changes of the posterior subcapsule visible only with the slit lamp biomicroscope. About 10% of the people in the Nagasaki high dose group had axial

今回の眼科検査から得られたその他の所見は表14に示す。これら所見はいずれも放射線には関係はないようである。

## 結 論

広島1627人、長崎841人の眼科検査から得た所見について報告した。約40%が原爆時に市内にいて、T57D方式<sup>2,15,16</sup>による推定線量200rad以上を受けた。その他の者は、原爆時に市内にいたが、受けた線量はこれより少なかった者、または原爆時に市内にいなかった者である。両市で検査を受けた者の中の少数は胎内被爆児であった。

被検者2468人は、この調査のために初め選択された総数の約40%にあたる。脱落者の中では、連絡されなかった者と、協力が要請されたが検査を受けなかった者とは、ほとんど同じ割合を占める。前者の種類の脱落は、残りの調査対象群に重大な偏りを与えるものではおそくない。しかしながら、検査を辞退した者は、その年齢分布および質問票調査における3つの項目に対する回答を解析してみると、検査を承諾した者よりも、視力について関心が薄いことが示唆される。

検査の重点は、視力および調節力の測定、検眼鏡および細隙灯による水晶体の検査、および加齢と関係を有する眼の変化の調査においた。長崎では、検査はすべて1人の眼科医(藤野)が行ない、広島では、検査は3人の眼科医が行なった。この報告書では、それぞれの眼科医の観測にかなりの差が認められ、これは、細隙灯検査で注意深く調べなければ探知できないような小さな後囊下変化に対して特に著しい。眼科医は対象者の被爆歴がわからないようにして検査を行なうようあらゆる努力を払った。

軸性混濁、皮質混濁、核混濁、後囊下の多色性変化、視力、屈折異常、乱視、眼圧、眼底異常、老人性角膜変化および外眼部肉眼的状態に関する資料を述べた。以前の調査<sup>7-12</sup>と同様に、電離放射線と関係があると認められた所見は2つだけあった。すなわち、検眼鏡でみることのできる軸性混濁および細隙灯のみでみられる後囊下の多色性変化である。長崎の高線量群の約10%に軸性混濁



opacities. Similar opacities were seen, though much less frequently, in all other groups, including the not-in-city group.

Percentages of polychromatic posterior subcapsular changes varied widely with age but, within each of four age groups, also varied with dose. Large differences between the two cities in the percentages of all such findings, as well as in the distribution of specific types of polychromatic changes, cannot be explained. They may be due to differences in radiation in the two localities or, more probably, to observer variation.

Recorded findings of axial opacities and polychromatic changes at previous ophthalmologic examinations were compared with such findings at the present examinations. These comparisons suggest the possibility that radiation-induced lens changes are less frequent now than previously, and there is no reliable evidence that minimal polychromatic changes progress to axial opacities. All such comparisons must be considered inconclusive, however, because of the variability among past and present observers in the detection of both polychromatic changes and axial opacities and other reasons.

Only in the youngest people, those who were in utero ATB, was there any evidence of diminished visual acuity at the higher dose levels. While reminiscent of an earlier finding,<sup>14</sup> differences were not evaluated statistically because of the very small number of children involved. There is some evidence, in persons of all ages, that visual acuity is diminished by moderate and large polychromatic changes. Few people had polychromatic changes of moderate or large size, and still fewer had reduced acuity. Because both polychromatic changes and reduced acuity occur more frequently with increasing age, it is entirely possible that their high association is mediated through age or some other common variable.

No use was made of individual radiation dose estimates in this analysis of eye findings. Dose estimation procedures have recently been revised,<sup>17,18</sup> and it will be important to use these improved estimates to construct dose-response curves and to attempt to estimate the RBE of neutron and gamma components of dose. Improved dose estimates may help to explain the large differences between the two cities in certain findings. For this purpose, however, it would be valuable also to have selected persons in the two cities, even though few in number, examined by the same ophthalmologist. Recent innovations in lens photography offer some hope for even more standardization and objectivity than would be achieved with a single observer.

を認めた。市内にいなかった者を含めたその他の群のすべてにも、その頻度ははるかに低かったとはいえ、同様な混濁を認めた。

後囊下多色性変化の百分率には、年齢によって大きな差があったが、4つの年齢群のそれぞれに線量による差もあった。しかし、全所見の百分率ならびに特定の型の多色性変化の分布における両市間の差は説明できない。これは両市の放射線の差、またはもっと可能性のあることは、観察者の差によるものかもしれない。

軸性混濁および多色性変化について以前の眼科検査で記録された所見を、今回の検査における所見と比較した。これらの比較の結果、放射線によって誘発された水晶体変化の頻度は、以前よりも現在は低いという可能性が示唆され、微細な多色性変化が軸性混濁に進行する確かな証拠はない。しかしながら、多色性変化および軸性混濁ともにその探知に、以前の観察者と今回の観察者との間に相違があるということ、およびその他の理由で、上述の比較はすべて結論的なものではないと考えなければならない。

最も若年齢の者、すなわち、胎内被爆児においてのみ、高線量群で視力減退の形跡がみられた。これは以前の調査の所見<sup>14</sup>を思い出させるものであるが、例数が非常に少ないので、この差についての統計的評価はしなかった。すべての年齢群に、中等度および大きな多色性変化によって視力が減少することを示す若干の証拠が認められた。しかし、中等度または大きな多色性変化を有する者は非常に少なく、視力の減退した者は、もっと少なかった。多色性変化と視力減退の頻度はいずれも年齢の増加とともに高くなると認められたので、両者の関連が高いのは、年齢またはその他のある共通した因子のためであるという可能性もある。

眼の所見について行なわれた今回の解析には、各個人の放射線線量推定値は用いなかった。線量推定方式は最近改正されたので、<sup>17,18</sup> この改正推定線量を用いて、線量反応曲線を求め、線量の中性子およびガンマ線のRBEの推定を試みることは重要であろう。改正推定線量の使用は、ある種の所見にみられる両市間の大きな差を説明する上に役立つかもしれない。しかしながら、このためには両市で同一眼科医が検査した者をたとえ少数でも選択することが有益であったろう。最近、水晶体撮影法が改良されたので、1人の観察者の場合よりもよりいっそう標準化と客観性が得られる希望が生まれている。

SUMMARY

The ophthalmologic findings in 1627 residents of Hiroshima and 841 residents of Nagasaki, of whom approximately 40% received an estimated radiation exposure in excess of 200 rad are reported. These 2468 people represent approximately 40% of the total number originally selected for this study. Of those who refused to participate in the study, questionnaire analyses suggested that these individuals were less concerned about their vision than those who agreed to participate.

Measurements of visual acuity and accommodation, visualization of the lens by ophthalmoscope and slit lamp biomicroscope and detection of ocular changes associated with aging were emphasized. Axial opacities visible with the ophthalmoscope and polychromatic changes of the posterior subcapsule visible only with the slit lamp biomicroscope were the only findings apparently specifically related to ionizing radiation.

Comparison with previously-recorded ophthalmologic studies seem to indicate a decrease in the prevalence of radiation-induced lens changes and no evidence that minimal polychromatic changes progress to axial opacities.

Considerable observer variability among the ophthalmologists (Hiroshima 3, Nagasaki 1) was noted, especially for the detection of small posterior subcapsule changes best determined by careful slit lamp examination. The examinations were made without knowledge of the subject's radiation exposure history.

要約

広島1627人、長崎841人の眼科学的所見を報告した。この中の約40%の推定被曝放射線線量は200 rad以上であった。この2468人の被検者は、本調査のため最初に選んだ総数の約40%に当たる。質問票調査によれば、本調査に協力することを辞退した者は、検査に同意した者よりも視力について関心が薄いことが示唆された。

視力および調節力の測定、検眼鏡および細隙灯による水晶体の検査、ならびに加齢と関係のある眼の変化の探知に重点をおいた。検眼鏡で認められる軸性混濁および細隙灯検査によってのみ発見できる後嚢下多色性変化は、電離放射線と特定の関係を有すると思われる唯一の所見であった。

既往の眼科学的調査と比較してみると、放射線誘発性水晶体変化の頻度は減少しているようであり、ごく軽微の多色性変化が軸性混濁に進行する形跡はみられない。

眼科医(広島3名、長崎1名)の間では、特に注意深い細隙灯検査を必要とする小さな後嚢下変化の場合は、その探知にかなりの個人差があることを認めた。検査は対象者の被曝歴がわからないようにして行なわれた。

APPENDIX  
付録

LIST OF PERSONS WITH AXIAL OPACITIES SEEN BY OPHTHALMOSCOPE AND CONFIRMED BY SLIT LAMP

検眼鏡で認められ細隙灯検査で確認した軸性混濁を有する者の一覧表

MF number 基本名簿番号	Sex 性	Age at examination 検査時年齢	Distance ATB 被曝距離	T57Dose* T57D推定値	Axial opacity 軸性混濁	
					OD 右眼	OS 左眼
<b>Hiroshima—Alive ATB</b> 広島—原爆前に生まれた者						
<b>High dose group 高線量群</b>						
	F 女	51 yrs	900 m	1000 rad	-	S**
	F 女	41	900	750	S	S
	M 男	24	600	1290	S	-
	M 男	25	700	1290	S	S
	F 女	72	1000	400	L	-
	M 男	36	1000	810	S	S

\*The sum of neutron and gamma estimates in rad. 中性子およびガンマ線推定値の合計(rad)

\*\*S: small; M: moderate; L: large; DN: doughnut. S=小; M=中等度; L=大; DN=ドーナツ型

MF number 基本名簿番号	Sex 性	Age at examination 検査時年齢	Distance ATB 被爆距離	T57Dose T57D推定値	Axial opacity 軸性混濁	
					OD 右眼	OS 左眼
	F 女	31	1100	770	S	S
	M 男	71	1200	320	S	-
	M 男	34	800	1740†	L	L
	F 女	52	1000	550	S	S
	M 男	30	1000	420	-	S
	F 女	51	1200	550	-	DN
	F 女	56	1200	300	S	S
	M 男	30	900	670	S	S
	F 女	66	800	800	S	-
	F 女	44	900	930	M	M
	F 女	37	600	1530	S	S
	F 女	72	1000	440	M	-
	F 女	68	900	1050	-	M
	F 女	18	900	650	S	S
	F 女	58	700	1830	-	S
	F 女	36	900	1060	-	S
	F 女	32	800	1150	S	S
	F 女	70	800	850	M	M
	M 男	59	800	910	S	-
	F 女	65	800	900	S	S
	F 女	40	800	720	S	S
	M 男	57	1200	210	S	S
	M 男	34	900	1540	S	S
	M 男	58	800	1440	S	S
	M 男	61	800	1280	S	S
	M 男	36	1000	690	S	S
	M 男	19	1200	230	S	S
	M 男	64	900	1530	S	S
	M 男	37	1000	470	S	S
	F 女	33	700	1380	S	S
	M 男	22	800	800	S	S
	M 男	67	700	1100	L	S
	F 女	34	1000	860	-	S
	F 女	58	900	870†	-	S
	M 男	70	900	480	S	-
	F 女	47	900	580	S	S
	M 男	33	800	640	M	M
	F 女	30	1100	790	S	S
	M 男	37	1000	660	S	S
	M 男	56	800	1210	S	-
	F 女	36	900	640	-	S
	F 女	62	1200	260	L	-
	F 女	52	1200	210	S	S
	F 女	37	700	1600	S	S
<b>Low dose group 低線量群</b>						
	F 女	48	1400	190	L	-
	F 女	59	1400	100	M	M



MF Number 基本名簿番号	Sex 性	Age at examination 検査時年齢	Distance ATB 被爆距離	T57Dose T57D推定値	Axial opacity 軸性混濁	
					OD 右眼	OS 左眼
<b>Minimal dose group 軽微線量群</b>						
██████	F 女	60	3300		M	M
<b>Not-in-city 市内不在者群</b>						
██████	F 女	52			-	M
██████	F 女	63			M	M
██████	F 女	57			S	-
<b>Nagasaki—Alive ATB</b> 長崎—原爆前に生まれた者						
<b>High dose group 高線量群</b>						
████████████████	M 男	60	1200	300†	S	S
████████████████	F 女	37	1000	510	S	S
████████████████	F 女	33	1100	350	S	S
████████████████	F 女	23	1100	350	S	S
████████████████	M 男	71	900	520†	S	S
████████████████	F 女	54	800	960	S	S
████████████████	F 女	33	1100	370	S	S
████████████████	M 男	30	700	1440	S	S
████████████████	M 男	33	1200	400†	S	S
████████████████	F 女	58	1300	250	-	S
████████████████	M 男	32	1200	280	S	S
████████████████	F 女	26	1000	650	S	S
████████████████	M 男	24	1000	670	S	S
████████████████	F 女	71	1200	220	S	S
<b>Low dose group 低線量群</b>						
████████████████	F 女	36	1200	30†	-	L
████████████████	F 女	38	1100	190	S	S
████████████████	F 女	37	1900	0	S	S
████████████████	F 女	64	1900	10†	-	S
████████████████	F 女	72	1900	10†	S	-
████████████████	F 女	70	1200	190	-	S
████████████████	F 女	61	1500	60	S	M
████████████████	F 女	63	1600	40	S	S
████████████████	F 女	54	1200	160	S	S
<b>Minimal dose group 軽微線量群</b>						
██████	F 女	67	3200		L	-
<b>Not-in-city 市内不在者群</b>						
██████	F 女	38			S	-
██████	F 女	41			S	S
██████	F 女	55			S	S
<b>Nagasaki—In Utero ATB</b> 長崎—胎内被爆児						
<b>High dose group 高線量群</b>						
██████	M 男	16	1200	280	S	-

†Corrections in T57D estimates were made after this study was completed.  
T57D推定値の改正は本調査完了後に行われた。

## TECHNICAL NOTE ON CODING OF AXIAL OPACITIES

### 軸性混濁の符号化に関する技術的説明

Early in planning it was decided that the basic criterion for an axial opacity would be visualization by ophthalmoscope but that, to rule out Mittendorf dots, confirmation by slit lamp examination would also be required. Provision was made in the coding form (see ABCC TR 13-64) to record the necessary data, and in initial tabulation the following results were obtained for those alive ATB.

計画立案の当初に、軸性混濁の基本的な診断基準は、検眼鏡で認められることとし、Mittendorf 斑点との区別を行なうために、細隙灯検査による確認も必要であると決定された。必要な資料を記録するための符号用紙 (ABCC TR 13-64 参照) が用意され、その最初の集計により、原爆前に生まれた者に対して次の結果が得られた。

Group 線量群	Examined 被検者数	Axial opacities 軸性混濁			
		Ophthalmoscope 検眼鏡で認めたもの	%	Confirmed by slit lamp 細隙灯で確認したもの	%
<b>Hiroshima 広島</b>					
High Dose 高線量群 .....	789	53	6.7	50	6.3
Low Dose 低線量群 .....	319	2	0.6	2	0.6
Minimal Dose 軽微線量群 .....	151	2	1.3	1	0.7
Not-in-city 市内不在者 .....	152	6	3.9	3	2.0
Total 計 .....	1411	63	4.5	56	4.0
<b>Nagasaki 長崎</b>					
High Dose 高線量群 .....	149	24	16.1	2	1.3
Low Dose 低線量群 .....	363	21	5.8	2	0.6
Minimal Dose 軽微線量群 .....	121	3	2.5	1	0.8
Not-in-city 市内不在者 .....	113	9	8.0	1	0.9
Total 計 .....	746	57	7.6	6	0.8

Clearly, a much greater proportion of cases was coded as having Mittendorf dots in Nagasaki than in Hiroshima. Moreover, the corrected rates of axial opacities in Nagasaki showed little evidence of a gradient over dose groups. It seemed most likely that coding errors in Nagasaki would explain this large discrepancy between the cities in recorded Mittendorf dots, and it was decided to review examination records of all Nagasaki cases coded as having axial dots which were seen by ophthalmoscope.

In the course of this review, it was discovered that not only was the coding for Mittendorf dots inconsistent between the two cities, but so also was that of axial dots by ophthalmoscope. Of the 58 Nagasaki persons (including one in utero ATB), clinical records of only 30 had notations indicating that central dots were seen with the ophthalmoscope, and in two of these there was no slit lamp evidence of an opacity in record.

The original coding and recoding of pertinent punchcard columns (CD 433) are given below for these 58 Nagasaki

長崎では、Mittendorf 斑点と符号化された症例の割合は、広島よりもはるかに大きいことは明らかである。その上、長崎における軸性混濁の訂正出現率を、線量群についてみるとほとんど曲線を示さない。記録された Mittendorf 斑点の両市間にみられたこのような大きな差の原因は、長崎における符号化の誤りであろうという公算は大であると思われた。そこで、検眼鏡によって軸性斑点を認めたと符号化された長崎の症例全部の検査記録を検討することにした。

この検討によって、Mittendorf 斑点の符号化のみならず、検眼鏡によって認められた軸性斑点の符号化も両市で一致していなかったことが発見された。長崎の対象者 58 人 (原爆時胎内にいた 1 例を含む) の中で、臨床記録に検眼鏡で中心性斑点を認めたと記載されていたのはわずかに 30 例であり、その中 2 例は、細隙灯で混濁の形跡を認めたと記録はなかった。

長崎のこれら 58 例についてパンチ・カード (CD 433) の該当欄における最初の符号化と再符号化の結果を次に示

cases. Ophthalmoscopic findings OD and OS are coded in columns 40 and 41, respectively, as follows: 0 None, 1 Slight, 2 Moderate, 3 Large, and 4 Doughnut.

Slit lamp findings OD and OS are coded in columns 42 and 43, respectively, as follows: 0 Normal lens, 1 Aphakia, 2 Subluxation, 3 Luxation, 4 Anterior capsular sheen, and 5 Other.

す。右眼および左眼の検眼鏡所見はそれぞれ第40および第41欄に次のように符号化してある。0 なし, 1 小, 2 中等度, 3 大, 4 ドーナツ型。

右眼および左眼の細隙灯検査所見はそれぞれ第42および第43欄に次のように符号化してある。0 水晶体正常, 1 無水晶体, 2 水晶体不全脱臼, 3 水晶体脱臼, 4 前囊光彩, 5 その他。

MF number 基本名簿番号	Original coding 最初の記号				Recoding 再記号				
	Columns: 欄	40	41	42	43	Columns: 欄	40	41	42

Alive ATB 原爆前に生まれた者

High dose group 高線量群



1	1	0	0	0	0	5	5
1	1	0	0	0	0	5	5
1	1	0	0	1	1	5	5
0	1	0	0	0	0	5	5
2	2	0	0	1	1	5	5
0	1	0	0	0	0	5	5
1	1	0	0	1	1	5	5
1	1	0	0	1	1	5	5
1	1	0	0	1	1	5	5
1	1	0	0	1	1	5	5
1	1	0	0	1	1	5	5
1	1	0	0	1	1	5	5
1	1	5	5	1	1	5	5
1	0	0	0	0	0	5	5
0	1	5	5	0	1	5	5
1	1	0	0	1	1	5	5
0	1	0	0	0	0	5	5
1	0	0	0	0	0	5	0
1	1	0	0	1	1	5	5
1	1	0	0	0	0	5	5
1	1	0	0	0	0	5	5
1	1	0	0	1	1	5	5
1	1	0	0	1	1	5	5
1	1	0	0	1	1	5	5
1	1	0	0	1	1	0	0

Low dose group 低線量群



0	3	0	5	0	3	5	5
1	0	0	0	0	0		
1	1	0	0	1	1	5	5
1	0	0	0	0	0	5	5
1	1	0	0	1	1	5	5
1	1	0	0	0	0	5	5
2	0	0	0	0	0	5	5
0	1	5	5	0	1	5	5
1	1	0	0	1	0	0	0
1	1	0	0	0	0	5	5
1	1	0	0	0	0	5	5
1	1	0	0	0	0	5	5
1	0	0	0	1	0	5	5
1	1	0	0	0	1	5	5







7. COGAN DG, MARTIN SF, KIMURA SJ: Atomic bomb cataract. *Science* 110:654-5, 1949  
(原爆白内障)
8. COGAN DG, MARTIN SF, IKUI H: Ophthalmologic survey of atomic bomb survivors in Japan. *Trans Amer Ophthal Soc* 48:62-87, 1950  
(日本において行なわれた原爆被爆生存者の眼科学的調査)
9. 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1951-53年にわたる調査)
10. 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)
11. HALL CW, MILLER RJ, NEFZGER MD: Ophthalmologic findings in atomic bomb survivors of Hiroshima, 1956-57. *ABCC TR* 12-64  
(原爆被爆生存者における眼科的所見, 広島, 1956-57年)
12. HIROSE I, FUJINO T, FUJISAWA H: Amplitude of visual accommodation in atomic bomb survivors. *ABCC TR* 9-67  
(原爆被爆者の眼調節力)
13. MILLER RJ, FUJINO T, NEFZGER MD: Lens findings in atomic bomb survivors: A review of major ophthalmic surveys at the Atomic Bomb Casualty Commission, 1949-62. *Arch Ophthal* 78:697-704, 1967  
(原爆被爆者における水晶体の変化: 1949-62年の間原爆傷害調査委員会が行なった主要眼科学的調査の総括)
14. MILLER RW: Delayed effects occurring within the first decade after exposure of young individuals to the Hiroshima atomic bomb. *Pediatrics* 18:1-18, 1956  
(原爆被爆後の最初の10年間に広島若年層被爆者に認められた遅発性影響)
15. RITCHIE RH, HURST GS: Penetration of weapons radiation: Application to the Hiroshima-Nagasaki studies. *Health Phys* 1:390-404, 1959  
(核兵器放射線の透過性 - 広島・長崎調査への応用)
16. 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測定)
17. AUXIER JA, CHEKA JS, et al: Free-field radiation-dose distributions from the Hiroshima and Nagasaki bombs. *Health Phys* 12:425-9, 1966  
(広島および長崎の原爆投下による無遮蔽放射線分布)
18. MILTON R, SHOHOJI T: Tentative 1965 Dose (T65D) estimates for A-bomb survivors, Hiroshima and Nagasaki. *ABCC TR* 1-68  
(広島・長崎原爆被爆生存者の1965年暫定推定線量(T65D)の推定)