

AMPLITUDE OF VISUAL ACCOMMODATION IN
ATOMIC BOMB SURVIVORS

原 爆 被 爆 生 存 者 の 眼 調 節 力

IZUMI HIROSE, M.D. 広瀬泉

HIDEO FUJISAWA, M.A. 藤沢秀雄

TADASHI FUJINO, M.D. 藤野貞

AKIRA OKAMOTO, B.A. 岡本昭



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 25 May 1967
Research Project Number 27-60
研究課題登録番号

AMPLITUDE OF VISUAL ACCOMMODATION
IN ATOMIC BOMB SURVIVORS
原爆被爆生存者の眼調節力

IZUMI HIROSE, M.D.¹ 広瀬泉
HIDEO FUJISAWA, M.A.² 藤沢秀雄
TADASHI FUJINO, M.D.¹ 藤野貞
AKIRA OKAMOTO, B.A.^{2,3} 岡本昭



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,¹ Statistics,² and Japanese National Institute of Health³

臨床部,¹ 統計部,² および国立予防衛生研究所³

CONTENTS

目 次

Introduction 緒 言	1
Subjects of Investigation 調査対象	2
Method of Investigation 調査方法	3
Results and Discussion 調査成績および考察	6
Comment 総 括	15
Summary 要 約	16
References 参考文献	25

Table 1. Ophthalmology study sample by city, sex, and age

表 眼科研究標本数：都市・性・年齢別	4
2. Ophthalmology study sample by comparison group and age 眼科研究標本数：比較群・年齢別	4
3. Results of testing accommodation for 3948 eyes 3948眼の調節力検査結果	7
4. Cases included in study 調査の対象となった例	7
5. Eyes excluded from study 調査の対象からはずされた眼	7
6. Refraction of 3160 eyes 3160眼の屈折状態	8
7. Diopters of cylindrical lens 眼の円柱の度	8
8. Refraction of 3160 eyes by eye 3160眼の屈折力：眼の部位別	8
9. Refraction of 3160 eyes by comparison group 3160眼の屈折力：比較群別	9
10. Mean values of amplitude of accommodation 調節力の平均値	10
11. Number of eyes and mean values of amplitude of accommodation 調節力の平均値と眼の数	10
12. Uncorrected visual acuity and refraction of 99 eyes aged 63 years or more 63歳以上の99眼の裸眼視力および屈折	12
13. Result of testing accommodation for 1160 eyes aged 23-32 years 年齢23-32歳群の1160眼の調節力検査結果	12

14. Number of cases aged 23-32 年齢23-32歳群の例数	13
15. Number of eyes and mean values of amplitude of accommodation aged 23-32 by eye 年齢23-32歳群の眼の数と調節力の平均値: 眼の部位別	13
16. Number of eyes and mean values of amplitude of accommodation aged 23-32 by sex 年齢23-32歳群の眼の数と調節力の平均値: 性別	14
17. Number of eyes aged 23-32 by age group 年齢23-32歳群の眼の数: 年齢群別	14
18. Mean values of amplitude of accommodation aged 23-32 by age group 年齢23-32歳群の調節力の平均値: 年齢群別	14
19. Mean values of amplitude of accommodation in Japan 日本における眼調節力の平均値	16
Figure 1. ABCC-JNIH Adult Health Study sample as of August 1958	
図 1958年8月現在のABCC-予研成人健康調査標本	2
2. Mean values of amplitude of visual accommodation and number of examined eyes by refractive power of eye, Hiroshima 眼調節力の平均値および検査眼数: 眼屈折力別, 広島	17
3. Mean values of amplitude of visual accommodation and number of examined eyes by refractive power of eye, Nagasaki 眼調節力の平均値および検査眼数: 眼屈折力別, 長崎	18
4. Mean values of amplitude of visual accommodation and number of examined eyes by age, Hiroshima 眼調節力の平均値および検査眼数: 年齢別, 広島	19
5. Mean values of amplitude of visual accommodation and number of examined eyes by age, Nagasaki 眼調節力の平均値および検査眼数: 年齢別, 長崎	20
6. Mean values of amplitude of visual accommodation and number of examined eyes by eye, 23-32 years age group 年齢23-32歳群の眼調節力の平均値および検査眼数: 眼の部位別	21
7. Mean values of amplitude of visual accommodation and number of examined eyes by sex 年齢23-32歳群の眼調節力の平均値および検査眼数: 性別	22
8. Mean values of amplitude of visual accommodation and number of examined eyes by age, 23-32 years age group, Hiroshima 年齢23-32歳群の眼調節力の平均値および検査眼数: 年齢別, 広島	23
9. Mean values of amplitude of visual accommodation and number of examined eyes by age, 23-32 years age group, Nagasaki 年齢23-32歳群の眼調節力の平均値および検査眼数: 年齢別, 長崎	24

AMPLITUDE OF VISUAL ACCOMMODATION IN ATOMIC BOMB SURVIVORS

原 爆 被 爆 生 存 者 の 眼 調 節 力

INTRODUCTION

Since Hirose and Fujino¹ reported cases of atomic bomb cataract in 1949, lenticular opacities have come to attract attention as one of the late A-bomb disturbances. Thereafter, ophthalmologists in ABCC and elsewhere in Japan and America have reported many additional findings.²⁻¹⁶

However, very few reports have been made on the effects of A-bomb radiation on amplitude of visual accommodation.¹⁷⁻²³ Regardless whether the crystalline lens shows changes by ophthalmoscope or slit-lamp microscope or not, A-bomb radiation may have induced some alteration in the elasticity of the lens fibers, resulting in decreased amplitude of accommodation. Therefore, it is important to determine whether decrease in function of visual accommodation with age is further accelerated by exposure to A-bomb radiation.

In 1955, Masuda¹⁷ stated that amplitude of visual accommodation of A-bomb survivors tends to show premature aging. Thereafter, Maetani and Hosokawa¹⁸ reported that amplitude of visual accommodation of A-bomb survivors under 40 years of age is decreased as compared with that of healthy controls. On the basis of these reports, Hirose et al²¹ investigated in 1956 the amplitude of visual accommodation in Nagasaki A-bomb survivors and found that their amplitude of visual accommodation is superior to that of normal Japanese. However, amplitude of visual accommodation is affected not only by age,²⁴⁻³³ but also by physical condition, living environment³⁴⁻⁴² and refraction of the eye.^{26,32,43-48} Moreover, measurements of amplitude of visual accommodation even of the same individual would vary according to the condition of measurement.⁴⁹⁻⁶⁰ Therefore, in order to accurately evaluate the effects of A-bomb radiation on decrease in accommodative power with age, it was necessary to establish an appropriate control group for the exposed group and conduct measurement on both groups under identical conditions. This was emphasized by Koyama and Seki.²³ In view of the necessity of making such a reinvestigation, this study was made in Hiroshima and Nagasaki cities under a plan designed to obviate the shortcomings of the previous study.

緒 言

1949年、第19回九州眼科集談会の席上、原爆白内障の症例が広瀬・藤野¹によって報告されて以来、水晶体混濁が原爆放射能後障害の一つとして注目されるに至った。その後ABCCおよび日米の眼科医が多くの知見を加えていった。²⁻¹⁶

しかし原爆放射能が眼調節力に及ぼす影響についての報告は少ない。¹⁷⁻²³ 検眼鏡や細隙灯顕微鏡で変化が認められる水晶体はもちろんのこと、なんらの変化も認められない水晶体でも、原爆放射能のために水晶体の線維弾性になんらかの変化が起こり、調節力が低下しているかもしれない。それゆえ、眼の調節機能の年齢的衰退が、原爆放射能の被曝によって、さらに促進されているか否かをみきわめることは重要なことである。

1955年、増田¹⁷は原爆被爆者の眼調節力に早期老衰の傾向ありと述べた。続いて前谷・細川¹⁸も原爆被爆者の眼調節力は健康人のものに比べて40歳以下の若年層では低下していると報告した。これらの報告に基づいて、1956年広瀬²¹は長崎の原爆被爆者の眼調節力を調査した。その結果は、日本人正常者の眼調節力をむしろ上回るものであった。しかし眼の調節力は年齢だけでなく、²⁴⁻³³ 健康状態や生活環境にも支配され、³⁴⁻⁴² また眼の屈折状態によっても変わる。^{26,32,43-48} しかも同一被検者でも調節力の測定値は測定条件によって変化する。⁴⁹⁻⁶⁰ したがって、調節機能の年齢的衰退に及ぼす原爆放射能の影響を正しく評価するためには、被爆者集団に対する適切な対照群を設定し、両群を同一条件の下で測定することが必要であろう。このことはその後小山・関²³により指摘された。著者らは調査をやり直す必要性を痛感し、前回の調査の欠陥を是正した新しい計画の下に、広島・長崎両市において本調査を実施した。

SUBJECTS OF INVESTIGATION

Investigation Period and Sample Size In Hiroshima, 954 subjects were examined during 6 months from September 1959 to February 1960, by nurse Mrs. C. Sasaki who had received instructions from Dr. I. Hirose.

In Nagasaki, during 10 months from November 1959 to August 1960, Hirose himself examined 1020 subjects.

Method of Sample Selection The subjects of this investigation were selected from among ABCC-JNIH Adult Health Study (ME200) subjects who had received routine physical examination during the above stated periods.⁶¹ The ME200 sample consists of 4 comparison groups (Figure 1).^{62,63}

Group 1 Located 0-1999 m from the hypocenter and reported acute symptoms of irradiation.

Group 2 Located 0-1999 m from the hypocenter but reported no acute symptoms of irradiation.

Group 3 Located 3000-3499 m from the hypocenter in Hiroshima and from 3000-3999 m in Nagasaki.

Group 4 Located 10,000+ m or not in either city at the time of the bombs (ATB).

調査対象

調査期間および標本の大きさ 広島においては、1959年9月から1960年2月までの6か月間に、広瀬の指導を受けた看護婦の佐々木千里が954人を検査した。

一方長崎においては、1959年11月から1960年8月までの10か月間に、1020人を広瀬自身が検査した。

調査対象の選出方法 本調査の対象者はABCCで行なっているABCC-予研成人健康調査 (ME200)⁶¹の対象者で上記期間中に定期検診を受けた者の中から選んだ。

ME200の標本^{62,63}は次の4つの比較群から成っている (図1)。

1群 原爆時に爆心地から0-1999 mにいて、急性放射線症状を呈した者、

2群 原爆時に爆心地から0-1999 mにいたが、急性放射線症状を呈しなかった者、

3群 原爆時に広島では爆心地から3000-3499 mに、長崎では3000-3999 mにいた者、

4群 原爆時にいずれの市内にもいなかったか、または爆心地から10000 m以遠の地点にいた者、

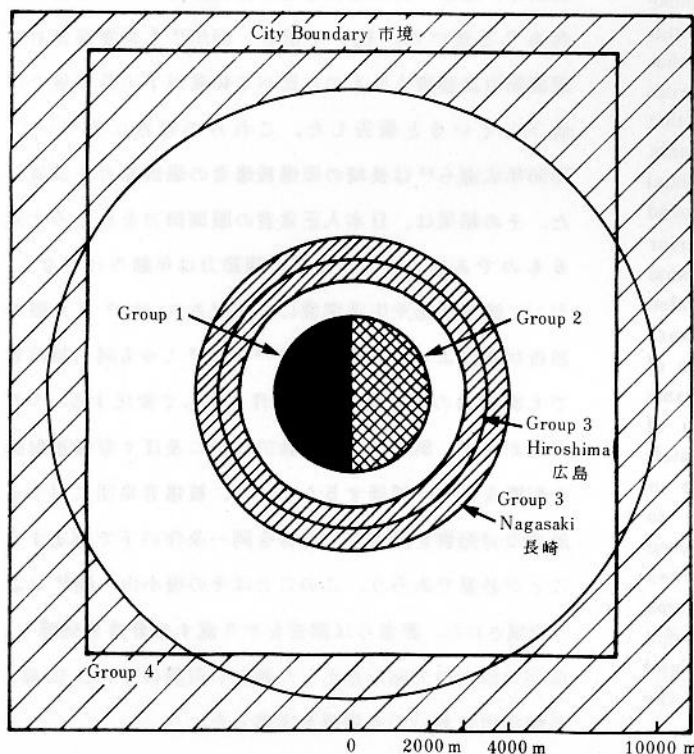


FIGURE 1
ABCC-JNIH ADULT HEALTH STUDY SAMPLE
BY CITY AND COMPARISON GROUP
AS OF AUGUST 1958

図1 1958年8月現在のABCC-予研成人健康
調査標本数: 都市・比較群別

OPHTHALMOLOGY SAMPLE 眼科調査標本

Group 群	Hiroshima 広島	Nagasaki 長崎
1	3196	1473
2	3152	1468
3	3171	1471
4	3250	1488

As these groups were of the same sex and age composition, the subjects were randomly selected every day from those receiving their routine physical examination, without considering such factors as sex, age, and exposure status. The selected subjects were informed prior to the day of examination that ophthalmological examination would be performed on the same day in addition to the routine physical examination. Perhaps because the nurse performed examinations in Hiroshima, more aged subjects (irrespective of sex and comparison group) received only the routine examination and refused ophthalmological examination, than did in Nagasaki (Tables 1,2).

METHOD OF INVESTIGATION

Amplitude of unocular accommodation of each examinee was measured for both eyes. The site of the eye to be first measured was changed alternately in the order of examinees. The examination room was air-conditioned in both cities. Illumination in the room in Nagasaki was adjusted to be constantly 250 lux by semi-indirect fluorescent lamp illumination adjuster and in Hiroshima sunlight was mainly used.

Determination of Refractive Powers After measuring the uncorrected visual acuity with a chart projector made by Tokyo Optical Company, visual acuity was corrected with lens and then the refractive power of lens, R (diopeters of spherical lens required to achieve the best acuity), was determined. In astigmatism, of refraction values, X_1 and X_2 (including sign), on the two principal meridians, the larger one, X_2 , was determined as R and diopeters of astigmatism was determined by subtracting the larger value from the smaller ($X_1 - X_2$).

In Hiroshima, vision was corrected with only lens sets, but in Nagasaki, lens sets were used after refraction was

各比較群は同じ性・年齢構成をもっている。それで性・年齢・被爆状態等の要因をまったく考慮せず、通常診察受診日ごとに対象をランダムに選んだ。本調査の対象者として選ばれた者には、定期検診のほかに眼科の検査も同じ日に行なうことを、受診の前日までに知らせた。広島では看護婦が検査を行なったためか、高齢者（ただし性・比較群には関係なし）に定期検診を受けただけで眼科の検査を拒否した者が長崎よりも多かった（表1, 2）。

調査方法

各被検者の片眼調節力を両眼について測定した。最初に測定する眼の位置は被検者の検査順に従って交互に変えた。検査には両市ともに空気調節されているへやを使った。また室内の照度は、広島では主として自然光によったが、長崎では半間接蛍光灯調光器で常時 250 ルックスに保った。

屈折検査 東京光学製指標投影器で裸眼視力を測定したのち、レンズで視力を矯正し、レンズ屈折力, R (最良の視力を得るに要した球面レンズの度), を求めた。乱視では2つの主径線上の屈折, X_1 と X_2 (符号を含む)のうち、大きい方すなわち X_2 を R とし、乱視の度は小さい方から大きい方を引く (すなわち $X_1 - X_2$) ことによって求めた。

広島ではレンズセットを用いて矯正視力を検査したが、長崎ではBausch & Lomb製Green's refractorで屈折を

Description 摘要	Values of refraction on the two principal meridians 2つの主径線上の屈折
Myopic astigmatism simple 近視性乱視(単性)	$X_1 < X_2 = 0$
compound (複性)	$X_1 < X_2 < 0$
Mixed astigmatism 雑性乱視	$X_1 < 0 < X_2$
Hyperopic astigmatism simple 遠視性乱視(単性)	$0 = X_1 < X_2$
compound (複性)	$0 < X_1 < X_2$

TABLE 1 NUMBER AND PERCENT OF OPHTHALMOLOGY STUDY SAMPLE WITHIN ME200 POPULATION
BY CITY, SEX, AND AGE AT EXAMINATION

表1 ME200 母集団中の眼科研究標本の数と百分率: 都市・性・検査時年齢別

Age 年齢	Male 男			Female 女			Total 計		
	ME 200	OPH	%	ME 200	OPH	%	ME 200	OPH	%
Hiroshima 広島									
<22	36	11	30.6	77	27	35.1	113	38	33.6
23-32	274	107	39.1	400	164	41.0	674	271	40.2
33-42	93	36	38.7	480	208	43.3	573	244	42.6
43-52	170	59	34.7	377	137	36.3	547	196	35.8
53-62	230	57	24.8	360	107	29.7	590	164	27.8
63+	164	20	12.2	207	21	10.1	371	41	11.1
Total 計	967	290	30.0	1901	664	34.9	2868	954	33.3
Nagasaki 長崎									
<22	111	45	40.5	116	57	49.1	227	102	44.9
23-32	281	127	45.2	441	182	41.3	722	309	42.8
33-42	149	66	44.3	404	165	40.8	553	231	41.8
43-52	161	75	46.6	182	75	41.2	343	150	43.7
53-62	189	96	50.8	122	59	48.4	311	155	49.8
63+	83	40	48.2	81	33	40.7	164	73	44.5
Total	974	449	46.1	1346	571	42.4	2320	1020	44.0

OPH-Ophthalmology Study Sample 眼科研究標本

TABLE 2 NUMBER AND PERCENT OF OPHTHALMOLOGY STUDY SAMPLE WITHIN ME200 POPULATION BY CITY,
COMPARISON GROUP, AND AGE AT EXAMINATION

表2 ME200 母集団中の眼科研究標本の数と百分率: 都市・比較群・検査時年齢別

Age 年齢	Group 1			Group 2			Group 3			Group 4		
	ME 200	OPH	%	ME 200	OPH	%	ME 200	OPH	%	ME 200	OPH	%
Hiroshima 広島												
<22	52	15	28.8	30	11	36.7	3	1	33.3	28	11	39.3
23-32	150	53	35.3	174	65	37.4	193	84	43.5	157	69	43.9
33-42	137	59	43.1	146	67	45.9	150	64	42.7	140	54	38.6
43-52	142	46	32.4	125	47	37.6	147	52	35.4	133	51	38.3
53-62	159	48	30.2	153	36	23.5	135	42	31.1	143	38	26.6
63+	83	10	12.0	96	13	13.5	95	8	8.4	97	10	10.3
Total 計	723	231	32.0	724	239	33.0	723	251	34.7	698	233	33.4
Nagasaki 長崎												
<22	56	25	44.6	49	22	44.9	67	36	53.7	55	19	34.5
23-32	185	74	40.0	186	83	44.6	187	80	42.9	164	72	43.9
33-42	145	69	47.6	141	57	40.4	128	50	39.1	139	55	39.6
43-52	94	44	46.8	85	32	37.6	82	34	41.5	82	40	48.8
53-62	78	39	50.0	74	32	43.2	82	44	53.7	77	40	51.9
63+	45	18	40.0	45	23	51.1	41	16	39.0	33	16	48.5
Total 計	603	269	44.6	580	249	42.9	587	260	44.3	550	242	44.0

OPH-Ophthalmology Study Sample 眼科研究標本

examined with Green's refractor made by Bausch and Lomb Optical Company.

Measurement of Near-point The distance p from the anterior pole of the cornea to the near-point was bilaterally measured 10 times with Ishihara's optometer. Letters of $V=0.9$ and $V=1.0$ in Ishihara's International Near Vision Chart were used as the test type. Illumination on the test type surface was maintained at 250 lux. The near-point was measured as follows:

The face of the examinee was fixed on the chin rest of the optometer and the anterior pole of the cornea was positioned to zero on the optometer, one eye was covered;

As preliminary procedures, two or three measurements were made to confirm in advance the approximate location of the near-point. When the near-point was greater than 30 cm, the weakest convex lens (C diopters) was placed in front of the eye so that the near-point could come within 30 cm. For astigmatism, a cylindrical lens was used to correct astigmatism and then the near-point was measured (pilot investigation by Hirose showed that when the near-point was measured after correcting astigmatism, the near-point was generally closer than when the near-point was measured without correcting astigmatism. Therefore, when astigmatism was corrected, measurements of amplitude of accommodation tended to become large. This tendency was more remarkable on severe astigmatic eyes. However, when astigmatism was less than -1.00 diopters, this tendency was small, and the average difference was less than 0.4 diopters);

At first, the test type was placed at a distance where it could be read distinctly (namely, beyond the near-point), and then moved slowly toward the eye. The point where the test type began to become blurred was determined and the distance p from the anterior pole of the cornea was read. This measurement was repeated five times. After a short rest, the test types were moved slowly away from the eye (namely, within the near-point) to determine the point where it began to become distinct. This was also repeated five times.

Calculation of Amplitude of Accommodation The following formula was used to calculate amplitude of accommodation A (diopters) of each eye:

$$A = \left(\frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \frac{1}{p_i + 0.002} \right) - (C - R)$$

where

p_i = Distance (m) from the anterior pole of the cornea to the near-point ($i=1, 2, \dots, 10$)

調べたのち、さらにレンズセットを用いて調べ直した。

近点測定 両眼とも角膜頂点から近点までの距離 p を石原式近点測定器で10回測定した。視標には石原式万国式近距離試視力表の $V=0.9$ と $V=1.0$ の文字を用い、視標面の照度を 250 ルックスに保った。近点の測定は次のように行なった。

被検者の顔面を近点計のあご受けに固定させ、角膜頂点を近点計のゼロ点に一致させる。片眼を遮蔽する。

予備的計測を二、三回行ない、近点のおよその位置をあらかじめ確認しておく。もし近点が30cm以上遠隔する場合には、近点を30cm以内にちこむことのできる最弱の凸レンズ (C diopters) を眼前に用いさせる。また乱視の場合は円柱レンズで乱視を矯正して近点を測定する。(注) 広瀬の試験的調査では、乱視を矯正して近点を測定すると、矯正せずに測定した場合に比べて近点が一般に近づいた。したがって、乱視を矯正すると調節力の測定値が大きくなる傾向があるが、この傾向は乱視度が強いほど大きい。しかし乱視度が -1.00 diopters 以内ではその差は小さく、平均 0.4 diopters 以下であった。

最初視標を明視しうる距離 (すなわち近点の外) におき、これを徐々に眼に近づける。視標の輪郭がぼやける所を定め、角膜頂点からの距離 p を読みとる。この測定をくり返し5回行なう。次いで小休止ののち、逆に視標を眼前 (すなわち近点の内) から漸次遠ざけ、視標が明瞭に見える点を求める。これを同じく5回くり返す。

調節力の算出 次の式を用いて各眼の調節力 A (diopters) を算出した。

ただし、 p_i = 角膜頂点から近点までの距離 (m) ($i=1, 2, \dots, 10$)

0.002 = Distance (m) from the anterior pole of the cornea to the first principal point of the eye

R = Refractive power (diopters) of lens

C = Diopters of convex lens used in measuring the near-point

C - R = Reciprocal of the distance (m) from the far-point to the first principal point of the eye

0.002 = 眼の第1主点から角膜頂点までの距離 (m)

R = レンズ屈折力 (diopters)

C = 近点の測定において用いた凸レンズの度

C - R = 眼の第一主点から遠点までの距離 (m) の逆数

Refraction 屈折状態	Range* from near-point to far-point 近点から遠点までの範囲 * (m)	Amplitude of accommodation** 調節力 ** (diopters)
Emmetropia 正視 (R = 0)		
Myopia 近視 (R < 0)		
Hyperopia 遠視 (R > 0)		

*The original point shows the first principal point of the eye.^{27,28,64-66} The left end of the solid line is the near-point and the right end is the far-point. When a convex lens of C diopters is used, the near-point approaches the eye and the far-point also comes near to the eye.

原点は眼の第1主点^{27, 28, 64-66}を表わし、太線の左端が近点、右端が遠点を表わす。C dioptersの凸レンズをかけると、近点は眼に近づくが遠点も近づく。

**The length of solid lines shows diopters of accommodation.
太線の長さが調節力の大きさを表わす。

RESULTS AND DISCUSSION

In calculating amplitude of accommodation, 788 eyes (Hiroshima 285, Nagasaki 503) involving any of the following three items were excluded (Table 3):

The near-point could not be measured;

Visual acuity could not be corrected to 1.0 or more (international system);

Severe astigmatism of greater than minus one diopters.

Exclusion of the eyes were not related to comparison group but related to age (Table 4,5). In Hiroshima many older individuals were not cooperative in the ophthalmological examination. Even if examination of visual acuity

調査成績および考察

本調査では、眼の調節力の算出において、次の3項目のいずれかに該当する788眼(広島で285眼、長崎で503眼)を除外した(表3)。

近点の測定が不可能であった眼、

視力を1.0(万国式)以上に矯正できなかった眼、

乱視度が-1.00 dioptersより強度の乱視。

眼の除外は比較群には無関係であったが、年齢とは無関係でなかった(表4,5)。広島では高齢者の多くは眼科検査に協力的でなかった。また、たとえ視力検査を実施

TABLE 3 RESULTS OF TESTING ACCOMMODATION FOR 3948 EYES BY EYE AND CITY

表 3 3948眼の調節力検査結果：眼の部位・都市別

Description 摘要	Hiroshima 広島		Nagasaki 長崎		Total 合計
	Right 右眼	Left 左眼	Right 右眼	Left 左眼	
Not measured near-point 近点測定せず	87*	86*	139*	148*	460
Measured near-point 近点測定					
Corrected visual acuity <1.0 矯正視力	52*	55*	80*	91*	278
Corrected visual acuity ≥1.0 矯正視力					
Cyl. L. <1.00 D	3*	2*	20*	25*	50
Cyl. L. ≥1.00 D	812	811	781	756	3160
Total 計	954	954	1020	1020	3948

*Excluded 除外例

TABLE 4 CASES INCLUDED IN STUDY BY EYE AND COMPARISON GROUP

表 4 調査の対象となった例：眼の部位・比較群別

Eye 眼の部位	Hiroshima 広島					Nagasaki 長崎				
	1	2	3	4	Total	1	2	3	4	Total 計
Both 両眼	179	190	203	192	764	183	162	185	163	693
Right 右眼	12	13	13	10	48	18	23	24	23	88
Left 左眼	16	8	13	10	47	18	12	12	21	63
Total 計	207	211	229	212	859	219	197	221	207	844
Neither 検査せず	24	28	22	21	95	50	52	39	35	176

TABLE 5 EYES EXCLUDED FROM STUDY BY AGE AT EXAMINATION AND CITY

表 5 調査の対象からはずされた眼：検査時年齢・都市別

Age 年齢	Hiroshima 広島			Nagasaki 長崎		
	Total eyes 全眼	Excluded 除外例	%	Total eyes 全眼	Excluded 除外例	%
<22	76	6	7.9	204	22	10.8
23-32	542	38	7.0	618	71	11.5
33-42	488	67	13.7	462	97	21.0
43-52	392	57	14.5	300	88	29.3
53-62	328	80	24.4	310	133	42.9
63+	82	37	45.1	146	92	63.0
Total 計	1908	285	14.9	2040	503	24.6

TABLE 6 STATIC REFRACTION OF 3160 EYES INCLUDED IN STUDY BY EYE AND CITY

表 6 調査の対象となった3160眼の屈折状態：眼の部位・都市別

Static refraction 屈折状態		Hiroshima 広島		Nagasaki 長崎		Total 合計
		Right 右眼	Left 左眼	Right 右眼	Left 左眼	
*Emmetropia 正視		496	498	498	503	1995
Myopia 近視		104	115	123	118	460
Hyperopia 遠視		44	50	61	48	203
Myopic astigmatism Simple 単性		55	46	46	43	190
近視性乱視	Compound 複性	80	68	43	37	228
Hyperopic astigmatism Simple 単性		-	-	4	1	5
遠視性乱視	Compound 複性	33	34	6	6	79
Total 計		812	811	781	756	3160

*Refractive power -0.50 +0.50 diopters 屈折力が-0.50から+0.50度まで

TABLE 7 DIOPTERS OF CYLINDRICAL LENS AND NUMBER OF EYES INCLUDED IN STUDY BY EYE AND CITY

表 7 調査の対象となった眼の円柱レンズの度および眼数：眼の部位・都市別

Diopters 度	Hiroshima 広島		Nagasaki 長崎		Total 合計
	Right 右眼	Left 左眼	Right 右眼	Left 左眼	
0.00	644	663	682	670	2659
-0.25	56	55	12	12	135
-0.50	86	77	38	38	239
-0.75	22	11	22	16	71
-1.00	4	5	27	20	56
Total 計	812	811	781	756	3160

TABLE 8 REFRACTION (DIOPTERS OF SPHERICAL LENS) OF 3160 EYES INCLUDED IN STUDY BY EYE AND CITY

表 8 調査の対象となった3160眼の屈折力(球面レンズの度)：眼の部位・都市別

Diopters* 度	Hiroshima 広島		Nagasaki 長崎		Total 合計
	Right 右眼	Left 左眼	Right 右眼	Left 左眼	
≤ -7	1	2	8	9	20
-6	4	6	4	6	20
-5	6	8	10	10	34
-4	15	7	17	11	50
-3	22	22	15	17	76
-2	30	32	37	30	129
-1	106	106	75	72	359
0	551	544	544	546	2185
1	50	61	56	39	206
2	23	18	11	9	61
3	3	4	4	6	17
4	1	1	-	1	3
Total 計	812	811	781	756	3160

*Classified -0.50 +0.50 diopters as 0; .51-1.50 as 1; -0.51 -1.50 as -1; etc.

-0.50から+0.50度は0度; .51から1.50度は1度; -0.51から-1.50度は-1度のように分類した。

could be performed, it was difficult even in Nagasaki to complete measurement of the near-point for older individuals because of degenerate vision, etc. Tables 6-8 show refraction of the remaining 3160 eyes (1703 subjects). It seems that in Hiroshima there were excess cases of slight astigmatism.

The amplitude of accommodation of the 3160 eyes were calculated and the average amplitudes of accommodation in various comparison groups were compared with due regard to refraction and age.

Amplitude of Accommodation by Refraction Table 9 shows the distribution of refraction of the eye in various comparison groups and Table 10 and Figures 2-3 compare the mean amplitude of accommodation in various comparison groups by refraction of the eye.

The amplitude of accommodation in hyperopia was extremely decreased in both cities because of many cases of hyperopia among the aged. In Nagasaki, amplitude of accommodation does not differ between emmetropia and myopia of less than -4D, while, in Hiroshima, the more severe the myopia, the more decreased is amplitude of accommodation. One of the causes for this difference is considered to be a difference in the age composition of the examinees in both cities.

できても、視力低下等の理由で高齢者の近点の測定を完了することは長崎でも困難であった。表6-8は残り3160眼(1703例)の屈折状態を示しているが、広島では軽度の乱視が多すぎるように思われる。

これら3160眼について調節力を計算し、屈折力や年齢を考慮して各比較群の平均調節力を比較した。

屈折力別調節力 表9は各比較群の眼の屈折状態の分布を示し、表10および図2-3は各比較群の平均調節力を眼の屈折状態によって分類して比較したものである。

両方とも遠視の調節力が極端に低いのは、高齢者に遠視が多かったことによる。また長崎では正視および-4Dまでの近視の調節力に差がないのに、広島では近視の度が強くなるほど調節力が低下している。このような相違が生じた理由の1つとして、被検者の年齢構成の違いが考えられる。

TABLE 9 REFRACTION (DIOPTERS OF SPHERICAL LENS) OF 3160 EYES INCLUDED IN STUDY BY COMPARISON GROUP AND CITY

表 9 調査の対象となった3160眼の屈折力(球面レンズの度): 比較群・都市別

Diopters * 度	Hiroshima 広島					Nagasaki 長崎				
	Group 群				Total 合計	Group 群				Total 合計
	1	2	3	4		1	2	3	4	
≤ -7	-	2	1	-	3	4	1	9	3	17
-6	3	2	5	-	10	1	1	6	2	10
-5	4	2	4	4	14	3	5	8	4	20
-4	4	8	7	3	22	5	9	11	3	28
-3	8	17	8	11	44	10	9	6	7	32
-2	21	17	17	7	62	18	18	13	18	67
-1	57	44	59	52	212	39	40	33	35	147
0	249	274	295	277	1095	294	258	288	250	1090
1	27	25	27	32	111	22	11	20	42	95
2	12	10	7	12	41	5	4	7	4	20
3	1	-	-	6	7	-	3	5	2	10
4	-	-	2	-	2	1	-	-	-	1
Total 計	386	401	432	404	1623	402	359	406	370	1537

*Classified -.50 - +.50 diopters as 0; .51-1.50 as 1; -1.51 - -1.50 as -1; etc.

-.50から+.50度は0度; .51から1.50度は1度; -1.51から-1.50は-1度のように分類した。

TABLE 10 MEAN VALUES OF AMPLITUDE OF ACCOMMODATION (DIOPTERS OF SPHERICAL LENS)
BY COMPARISON GROUP AND CITY

表 10 調節力の平均値 (球面レンズの度): 比較群・都市別

Diopters 度	Hiroshima 広島					Eyes 眼数	Nagasaki 長崎					Eyes 眼数
	1	2	3	4	Total 計		1	2	3	4	Total 計	
≤ -5D	4.77	5.75	4.63	5.35	5.02	27	4.84	4.53	3.47	3.51	3.87	47
-4D	5.23	2.96	3.84	4.17	3.82	22	4.42	4.80	6.85	5.90	5.66	28
-3D	3.79	4.06	3.65	4.45	4.03	44	5.22	3.57	4.92	5.63	4.79	32
-2D	3.80	4.61	4.35	5.49	4.36	62	5.11	6.64	6.15	4.91	5.67	67
-1D	4.85	4.94	4.47	4.44	4.66	212	5.04	5.84	6.86	4.74	5.60	147
0D	5.21	5.31	5.42	5.49	5.36	1095	5.18	5.45	5.67	5.26	5.39	1090
1D	1.93	1.75	1.94	1.78	1.85	111	0.68	1.50	0.81	0.78	0.84	95
2D+	2.56	1.30	2.73	2.34	2.26	50	0.33	0.70	0.91	0.63	0.70	31

TABLE 11 NUMBER OF EYES AND MEAN VALUES OF AMPLITUDE OF ACCOMMODATION BY AGE,
COMPARISON GROUP, AND CITY

表 11 調節力の平均値と眼の数: 年齢・比較群・都市別

Comparison group 比較群	Age 年齢 <22		23-32		33-42		43-52		53-62		63+		Total 合計
	Number 数	Mean 平均	Number 数	Mean 平均	Number 数	Mean 平均	Number 数	Mean 平均	Number 数	Mean 平均	Number 数	Mean 平均	
Hiroshima 広島													
1	28	9.12	95	7.29	103	5.18	80	2.46	68	1.70	12	2.40	386
2	19	9.35	121	7.28	107	5.30	82	2.49	57	1.54	15	1.21	401
3	2	9.65	156	7.26	113	5.57	90	2.35	65	1.59	6	3.30	432
4	21	8.03	132	7.22	98	5.57	83	2.18	58	1.72	12	2.01	404
Total Eyes 全眼	70	8.87	504	7.26	421	5.40	335	2.37	248	1.64	45	2.02	1623
Cases 例数	36		259		223		181		134		26		859
Standard deviation 標準偏差		1.857		1.595		1.764		1.161		.929		1.203	
Nagasaki 長崎													
1	48	7.84	128	7.03	102	5.04	65	1.73	42	0.67	17	0.62	402
2	38	7.83	149	6.84	86	5.23	43	2.08	37	0.91	6	0.87	359
3	66	8.58	143	6.93	90	5.20	44	1.99	47	0.88	16	0.66	406
4	30	8.57	127	6.86	87	5.17	60	1.45	51	0.66	15	0.63	370
Total Eyes 全眼	182	8.22	547	6.91	365	5.15	212	1.77	177	0.78	54	0.66	1537
Cases 例数	95		291		199		118		107		34		844
Standard deviation 標準偏差		2.042		1.261		1.436		1.221		.650		.504	

Amplitude of Accommodation by Age Changes in amplitude of accommodation by age are more remarkable than those in amplitude of accommodation by refraction. However, as the age composition of various comparison groups is almost similar, the subjects were divided into six age groups; under 22 years, 22-32, 33-42, 43-52, 53-62, and over 63 years. The average values of amplitude of accommodation in various comparison groups were then compared (Table 11, Figures 4-5). No significant difference was noted in the mean values of amplitude of accommodation in the various comparison groups in each age group of both cities. In those under 22 years in Nagasaki, amplitude of accommodation in Group 1 and Group 2 was smaller by 0.7 diopters than that of the other two groups. However, still no significant difference was noted between the mean value of amplitude of accommodation in the combined group (45 cases, 86 eyes) of Group 1 and Group 2 and that in the combined group (50 cases, 96 eyes) of the other two groups.

However, in all the age groups amplitude of accommodation was larger in Hiroshima than in Nagasaki. Especially in the older groups, the difference was more remarkable. In the 63 and over age group, large differences were noted between both cities not only in amplitude but also in uncorrected vision and refractive power of the eye (Table 12).

Amplitude of Accommodation in the 23-32 Year Group

The 23-32 year age group was especially selected and detailed analysis was performed in consideration of sex and eye examined. The reasons for this analysis were as follows:

As the amplitude of accommodation of the younger age group is usually large, it would be easy to discover if amplitude of accommodation is decreased by A-bomb radiation;

The number of subjects available is large;

Only a very few refused ophthalmological examination and their measurements are reliable.

In conducting detailed analysis on this age group, the eyes involving the following items were further excluded (Table 13):

Severe myopia with refractive power of lens, R, more than -5.5 diopters;

All cases of astigmatism (Hiroshima only).

年齢別調節力 屈折力の違いによる調節力の変化に比べて年齢の違いによる調節力の変化は著しい。しかし著者は各比較群の年齢構成がほぼ同じであることから、22歳以下、23-32歳、33-42歳、43-52歳、53-62歳、63歳以上の6つの年齢群に分けて各比較群の調節力の平均値を比較した(表11, 図4-5)。両市の各年齢群において、各比較群の調節力の平均値に有意な差はなかった。長崎の22歳以下の年齢群において第1群と第2群の調節力が他の2群に比べて0.7 diopters も低い。しかし第1群と第2群を合わせた群(45人, 86眼)の調節力の平均値と、他の2群を合わせた群(50人, 96眼)の調節力の平均値との間においてさえも有意な差はなかった。

しかしながら、広島における眼の調節力は長崎に比べてすべての年齢群において高い数値を示している。特に高齢になるほどその差が著しい。63歳以上では調節力だけでなく、裸眼視力や眼の屈折状態に関しても両市に大きな相違がみられる(表12)。

23-32歳群における調節力 23-32歳の年齢群を特に選り、眼の位置や性別を考慮した詳細な解析を行なった。これらは、次のような理由による。すなわち、

若年者は元来調節力が大きいので、調節力が原爆放射能によって低下するものであれば、それを発見しやすい;

調査対象者が多い;

検査を拒否したり、非協力的な者が少なく、測定値に信頼がおける。

この年齢群における詳細な解析を行なうに際して、さらに次の2つの項目に該当する眼を除いた(表13)。

レンズ屈折力, R, が -5.5 diopters より強度の近視;

すべての乱視(ただし広島のみ)。

TABLE 12 UNCORRECTED VISUAL ACUITY AND REFRACTION OF 99 EYES AGED 63 YEARS OR MORE BY SEX AND CITY

表 12 63歳以上の99眼の裸眼視力および屈折：性・都市別

Category 区分	Hiroshima 広島			Nagasaki 長崎		
	Male 男	Female 女	Total 計	Male 男	Female 女	Total 計
Number of eyes by uncorrected visual acuity 眼の数：裸眼視力別						
1.5	-	-	-	6	-	6
1.0-1.2	10	2	12	8	1	9
0.6-0.9	6	11	17	9	2	11
0.1-0.5	4	12	16	20	6	26
<0.1	-	-	-	1	1	2
Total Eyes 全眼	20	25	45	44	10	54
Cases 例数	11	15	26	27	7	34
Number of eyes by refraction 眼の数：眼の屈折別						
Emmetropia 正視	9	4	13	13	-	13
Myopia 近視	1	-	1	2	1	3
Hyperopia 遠視 R=1D	4	5	9	17	7	24
R=2D	1	3	4	6	-	6
R≥3D	-	1	1	1	1	2
Myopic astigmatism Simple 単性 近視性乱視	2	1	3	2	-	2
Compound 複性	2	2	4	1	-	1
Hyperopic Simple 単性 遠視性乱視	-	-	-	1	1	2
Compound 複性	1	9	10	1	-	1
Mean values of amplitude of accommodation 調節力の平均値						
Diopters 度	1.62	2.34	2.02	.72	.32	.66

TABLE 13 RESULT OF TESTING ACCOMMODATION FOR 1160 EYES AGED 23-32 YEARS BY SEX, CITY, AND EYE

表 13 年齢23-32歳群の1160眼の調節力検査結果：性・都市・眼の部位別

Category 区分	Hiroshima 広島					Nagasaki 長崎				
	Male 男		Female 女		Total 計	Male 男		Female 女		Total 計
	Right 右眼	Left 左眼	Right 右眼	Left 左眼		Right 右眼	Left 左眼	Right 右眼	Left 左眼	
Not measured near-point 近点測定せず	7	4	11	8	30	3	4	7	8	22
Measured near-point 近点測定										
Corrected visual acuity 矯正視力 <1.0	3	2	1	2	8	5	5	10	18	38
Corrected visual acuity 矯正視力 ≥1.0										
Astigmatic (CL <.00D)										
乱視 CL <-1.00D	-	-	-	-	-	4	3	2	2	11
CL ≥-1.00D	10	10	27	25	72	15*	8	22	18	63
Not astigmatic (CL =.00D)										
乱視でない R<-5.50D	-	1	-	-	1	1	2	1	1	5
R≥-5.50D	87	90	125	129	431	100	106	139	134	479
Total 計	107	107	164	164	542	128	128	181	181	618

*Includes one case with -6.25 diopters of refractive power.

屈折力-6.25度を1例含む

Severe myopia cases were excluded because large measurement errors were expected in the refraction examination; all cases of astigmatism in Hiroshima were excluded because they might have been incompletely corrected.

Thus a total of 188 eyes (Hiroshima 111, Nagasaki 77) were excluded. These 188 eyes were unbiased with respect to comparison groups (Table 14).

強度の近視を除外したのは、近視の度が強いと屈折検査における測定誤差が大きいためであり、また広島における乱視をすべて除外したのは矯正が不完全であったかもしれないと考えたからである。

かくして合計188眼（広島111眼，長崎77眼）を除外したが、これら188眼は比較群に関しては偏っていない（表14）。

TABLE 14 NUMBER OF CASES AGED 23-32 BY EYE AND COMPARISON GROUP

表 14 年齢23-32歳群の例数：眼の部位・比較群別

Eye 眼の部位	Hiroshima 広島					Nagasaki 長崎				
	1	2	3	4	Total 計	1	2	3	4	Total 計
Both 両眼	36	45	62	54	197	59	71	64	59	253
Right 右眼	2	4	7	2	15	3	5	8	6	22
Left 左眼	7	4	6	5	22	4	2	4	3	13
Total 計	45	53	75	61	234	66	78	76	68	288
Neither, 検査せず	8	12	9	8	37	8	5	4	4	21

TABLE 15 NUMBER OF EYES AND MEAN VALUES OF AMPLITUDE OF ACCOMMODATION AGED 23-32 BY COMPARISON GROUP, CITY, AND EYE

表15 年齢23-32歳群の眼の数と調節力の平均値：比較群・都市・眼の部位別

Comparison group 比較群	Hiroshima 広島				Nagasaki 長崎			
	Right 右眼		Left 左眼		Right 右眼		Left 左眼	
	Mean 平均	Eyes 眼数	Mean 平均	Eyes 眼数	Mean 平均	Eyes 眼数	Mean 平均	Eyes 眼数
1	7.60	38	7.39	43	7.08	62	7.10	63
2	7.38	49	7.63	49	6.85	76	6.83	73
3	7.38	69	7.16	68	7.02	72	6.92	68
4	7.27	56	7.29	59	6.92	65	6.81	62
Total 計	7.39	212	7.35	219	6.97	275	6.91	266

At first, the mean values of amplitude of accommodation in various comparison groups were compared for each right eye and left eye respectively (Table 15, Figure 6). No difference was noted among these comparison groups for either eye. Mean values of amplitude of accommodation did not differ between right eyes and left eyes. Next, mean values of amplitude of accommodation in various comparison groups were compared for males and females (Table 16, Figure 7). No significant difference was noted among these comparison groups for either city. However, a significant difference of 0.55 diopters was noted in the mean values of amplitude of accommodation between male and female eyes in Hiroshima, and amplitude of accommodation of female eyes was larger in every year of age from 23-32 years excluding 30 years.

最初各比較群の調節力の平均値を右眼，左眼別にそれぞれ比較したが（表15，図6），比較群の間に差がないばかりか，左右の眼を比較しても差がなかった。次に各比較群の調節力を男女別に比較した（表16，図7）。両市とも比較群間に有意な差はなかった。しかし，広島のみ男女間に調節力の平均値に0.55 dioptersの有意な差がみられ，30歳を除く23-32歳の各年齢において女子の調節力が高かった。

TABLE 16 NUMBER OF EYES AND MEAN VALUES OF AMPLITUDE OF ACCOMMODATION AGED 23-32
BY COMPARISON GROUP, CITY, AND SEX

表 16 年齢23-32群の眼の数と調節力の平均値：比較群・都市・性別

Comparison group 比較群	Hiroshima 広島				Nagasaki 長崎			
	Male 男		Female 女		Male 男		Female 女	
	Mean 平均	Eyes 眼数	Mean 平均	Eyes 眼数	Mean 平均	Eyes 眼数	Mean 平均	Eyes 眼数
1	6.98	31	7.80	50	7.09	47	7.10	78
2	7.07	29	7.69	69	6.83	73	6.85	76
3	7.00	56	7.46	81	7.27	58	6.77	82
4	7.11	61	7.48	54	6.69	50	6.98	77
Total 計	7.04	177	7.59	254	6.96	228	6.92	313

TABLE 17 NUMBER OF EYES AGED 23-32 BY AGE GROUP, COMPARISON GROUP, AND CITY

表 17 年齢23-32歳群の眼の数：年齢群・比較群・都市別

Comparison group 比較群	Hiroshima 広島						Nagasaki 長崎					
	23-24	25-26	27-28	29-30	31-32	Total 計	23-24	25-26	27-28	29-30	31-32	Total 計
1	2	11	22	26	20	81	11	8	27	39	40	125
2	5	10	37	21	25	98	4	8	24	57	56	149
3	3	15	40	45	34	137	11	34	35	32	28	140
4	-	16	25	35	39	115	9	18	32	30	38	127
Total Eyes 全眼	10	52	124	127	118	431	35	68	118	158	162	541
Cases 例数	6	29	66	69	64	234	20	35	62	85	81	289

TABLE 18 MEAN VALUES OF AMPLITUDE OF ACCOMMODATION AGED 23-32 BY AGE GROUP,
COMPARISON GROUP, AND CITY

表 18 年齢23-32歳群の調節力の平均値：年齢群・比較群・都市別

Comparison group 比較群	Hiroshima 広島						Nagasaki 長崎					
	23-24	25-26	27-28	29-30	31-32	Total 計	23-24	25-26	27-28	29-30	31-32	Total 計
1	7.30	8.60	7.44	7.44	7.01	7.49	7.96	8.66	7.63	6.54	6.73	7.09
2	8.06	7.58	8.06	6.67	7.24	7.51	8.28	7.40	7.50	6.88	6.34	6.82
3	8.57	7.45	7.82	7.04	6.75	7.27	8.52	7.21	7.17	6.13	6.81	7.01
4	-	8.63	7.58	7.08	6.72	7.28	7.99	7.12	6.91	6.91	6.40	6.85
Total eyes 全眼	8.06	8.08	7.78	7.07	6.88	7.37	8.18	7.38	7.27	6.65	6.53	6.94
Standard deviation 標準偏差	1.517	1.759	1.433	1.288	1.462	1.261	1.000	1.167	1.195	1.208	1.025	1.225

However, in Nagasaki, amplitude of accommodation of male eyes in the 26, 27, 29 and 30 year groups was larger and the mean values of amplitude of accommodation of male eyes in all groups from 23-32 years was larger, although not significantly, by 0.04 diopters than those of female eyes. Lastly, amplitude of accommodation in various comparison groups was compared among the five 2-year groups (Tables 17-18, Figures 8-9). Table 18 shows rather markedly decreased amplitude of accommodation by age during the 10-year period from 23-32 years. However, no significant difference was noted in the mean values of amplitude of accommodation among the four comparison groups in both cities.

COMMENT

The decline in amplitude of accommodation, one of the aging phenomena in man, might be accelerated by exposure to radiation. This question has been pursued by several investigators, but there is no general agreement in the results. Of the investigations so far made, Masuda's investigation (1955, 120 subjects),¹⁷ Maetani-Hosokawa's investigation (1955, 87 subjects),¹⁸ Toda's investigation (1956, 172 subjects)⁹ and the investigation by Hirose et al (1956, 897 subjects)²¹ studied only the A-bomb survivors and then compared the results of their investigations with those on amplitude of accommodation of healthy people in general.

Amplitude of accommodation of healthy people generally decreases from 20 years to 50 years of age according to $A \cdot 10^{-C(x-B)^2}$ (where x is age and A, B, C are positive constants). Amplitude of accommodation decreases rather slowly until about 30 years of age but rapidly at the rate of about 0.3 diopters per year after 35 years of age (Figure 9). However, the results of various studies (Table 19) have shown rather large differences in amplitude of accommodation of healthy people in general. There is generally a large individual difference in decline of amplitude of accommodation with age. For instance, in this investigation the standard deviation in amplitude of accommodation of the same age in both cities was 1.3 diopters at 30 years and 0.9-1.0 diopters at 45-50 years. Similar results were obtained in other investigations. Therefore, it should be noted that the mean values of amplitude of accommodation would be affected considerably by the method of selecting the subjects.

Measurements even on the same examinees would vary considerably according to the examiner or the measurement conditions, especially intensity of illumination of the test types when measuring the near-point.

しかし長崎では26, 27, 29, 30歳において男子の調節力が高く, 23-32歳の全年齢における調節力の平均値は女子に比べて0.04 diopters 高かった(この差は有意でない). 最後に各比較群の調節力を2歳ごとの5つの年齢群別に比較した(表17-18, 図8-9). 表18は23歳から32歳に至る10年間の調節力の年齢的衰退がかなり著しいものであることを示している. しかし両市とも調節力の平均値に関して, 4つの比較群間に有意な差はなかった.

総括

人類老化現象の1つである眼調節力の年齢的衰退が放射能の被爆によって促進されるのではないかという問題は, これまで数人の人たちによって追求されたが, 調査結果に意見の一致をみていない. これまでの調査のうち, 増田(1955年, 被検者120人),¹⁷ 前谷・細川(1955年, 被検者87人),¹⁸ 戸田(1956年, 被検者172人),¹⁹ 広瀬ら(1956年, 被検者897人)²¹ はいずれも被爆者のみを調査対象としている. そしてその調査結果を一般健康人の眼調節力に関する調査結果と比較している.

一般健康人の眼調節力は, 20歳から50歳にかけて $A \cdot 10^{-C(x-B)^2}$ (xは年齢, A, B, Cは曲線の形を決定する正の定数)に従って減少する. すなわち, 眼調節力は30歳ぐらいまでは比較的ゆるやかに減退するが, 35歳を過ぎると急激に(だいたい1年に0.3 dioptersの割合で)減退する(図9). しかし一般健康人の眼調節力に関しても, 調査者によって結果にかなりの相違がある(表19). 元来調節力の年齢的減退は一般健康人においてもきわめて大きな個人差をもつ. たとえば, 本調査では同一年齢の眼調節力の標準偏差は, 両市とも30歳で1.3 diopters, 45-50歳で0.9-1.0 dioptersであり, 他の調査でも同様である. したがって被検者の選び方によっても調節力の年齢別平均値はかなり変動することに留意しなければならない.

また同一被検者でも測定者や測定条件, 特に近点測定時の視標面の照度によって測定値がかなり変動する.

TABLE 19 MEAN VALUES OF AMPLITUDE OF VISUAL ACCOMMODATION IN JAPAN BY AGE AND EXAMINERS

表 19 日本における眼調節力の平均値：年齢・調査者別

Age 年齢	Ishidara ²⁴ 石原	Sakka ²⁷ 属	Hirose ²¹ 広瀬	Yano ²⁶ 矢野	Ehara, Tagami ³² 江原, 田上
16-20	8.61	8.97	9.65	9.25	10.76
21-25	7.66	8.42	8.50	8.93	9.70
26-30	6.93	7.53	7.65	7.74	8.31
31-35	6.18	6.41	6.61	7.09	7.50
36-40	5.20	4.97	5.42	5.37	5.74
41-45	3.13	3.21	3.51	4.40	4.12
46-50	1.70	1.87	1.88	2.76	2.77
51-55	1.03	1.20	.95	1.76	1.94
56-60	.65	-	.90	1.52	1.74
61-65	.57	-	-	1.46	1.12

In the investigation by Yano, Ehara and Tagami, age is not recorded as actual age as in the present report.

本報告では実年齢を記録したが、矢野、ならびに江原・田上の調査ではしていない。

The results of this investigation in Hiroshima at all ages were higher by about 0.5 diopters than in Nagasaki but identical to the results of the previous investigation²¹ in Nagasaki (excluding the over 50 year age group). Therefore, caution must be used in comparing and discussing the results of various studies conducted by different investigators.

In 1959, Koyama and Seki²³ studied the amplitude of accommodation of 139 A-bomb survivors and also of a control group of 350 nonexposed people. The total of 489 subjects were all employees under 35 years of age of the Hiroshima Savings Bureau and their living environments are relatively comparable. The result of their investigation, as in the present study, showed no evidence that amplitude of accommodation of exposed survivors is poorer than that of nonexposed persons.

SUMMARY

Measurement of amplitude of accommodation of 1974 subjects in Hiroshima and Nagasaki Cities demonstrated no evidence that amplitude of accommodation of A-bomb survivors is poorer than that of the nonexposed. However, by this study alone, being conducted for less than one year, 14-15 years after the A-bomb, it cannot be conclusively determined that exposure to radiation is unrelated to aging of visual accommodation. It is considered definite conclusion can be established only after a long period of observation in the future.

本調査の広島における調査結果は、長崎に比べて各年齢でおおよそ 0.5 diopters 高く、むしろ前回の長崎における調査結果²¹ (ただし 50 歳以上を除く) に一致している。したがって測定者の異なる調査結果を比較しているいろいろ調べることは危険である。

1959 年小山・関²³ は 139 人の被爆者のほかに、対照として 350 人の非被爆者を選んで眼調節力の調査を行なっている。合計 489 人の被検者はすべて広島貯金局に勤務する 35 歳以下の従業員で比較的生活環境も類似している。この小山・関の調査結果においても、著者らの本調査と同じく、被爆者の眼調節力が非被爆者に比べて劣るという論拠はどこにも見あたらない。

要 約

1974 人の眼調節力を広島・長崎両市で測定したが、原爆被爆者の眼調節力が、放射能をあびなかった人たちの眼調節力に比べて、劣っているという論拠はどこにもみあたなかった。しかし、もちろんこの調査は原爆後 14-15 年を経たわずか 1 年未満の期間における調査であり、この調査でもってただちに放射能にさらされても眼調節力の老化には無関係であるとは断言できない。今後の長期にわたる観察によって、はじめて確定的な結論が下されるべきと思われる。

FIGURE 2 MEAN VALUES OF AMPLITUDE OF VISUAL ACCOMMODATION AND NUMBER OF EXAMINED EYES
BY REFRACTIVE POWER OF EYE AND COMPARISON GROUP, HIROSHIMA

図2 眼調節力の平均値および検査眼数：眼屈折力・比較群別，広島

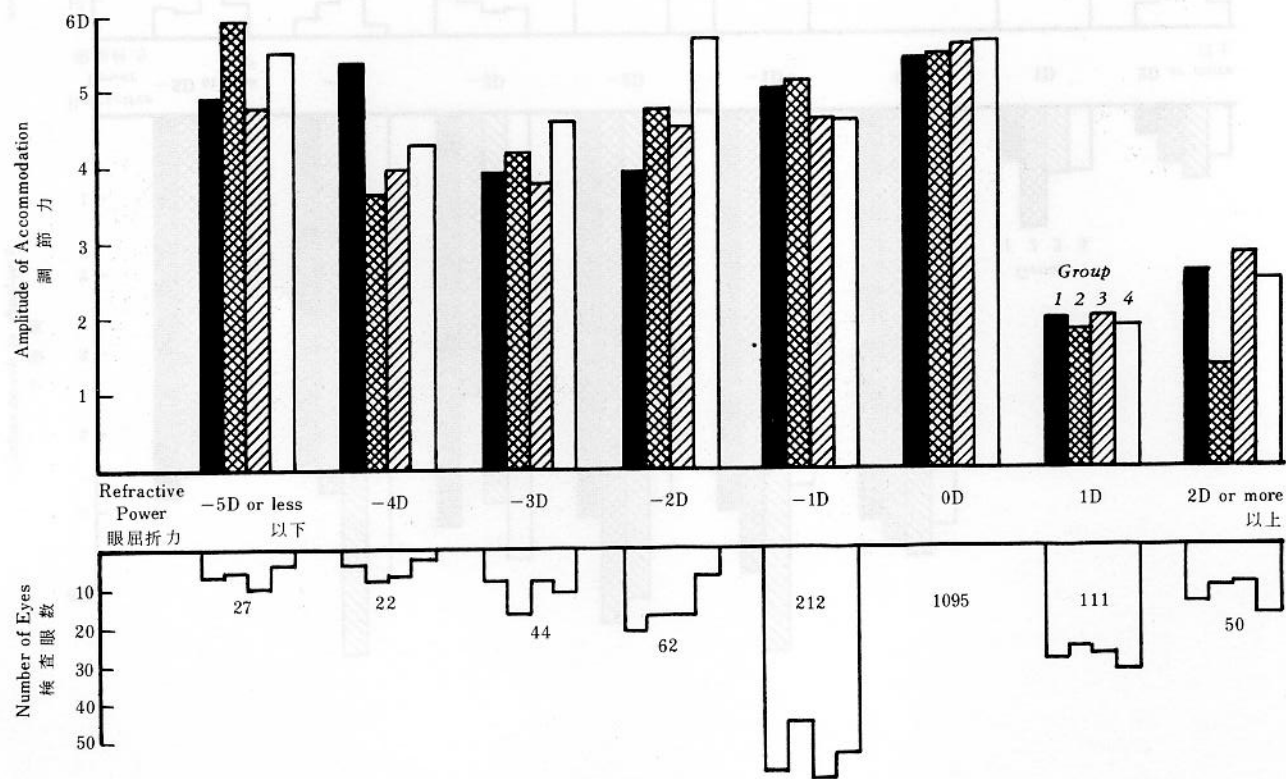


FIGURE 3 MEAN VALUES OF AMPLITUDE OF VISUAL ACCOMMODATION AND NUMBER OF EXAMINED EYES BY REFRACTIVE POWER OF EYE AND COMPARISON GROUP, NAGASAKI

図3 眼調節力の平均値および検査眼数：眼屈折力・比較群別，長崎

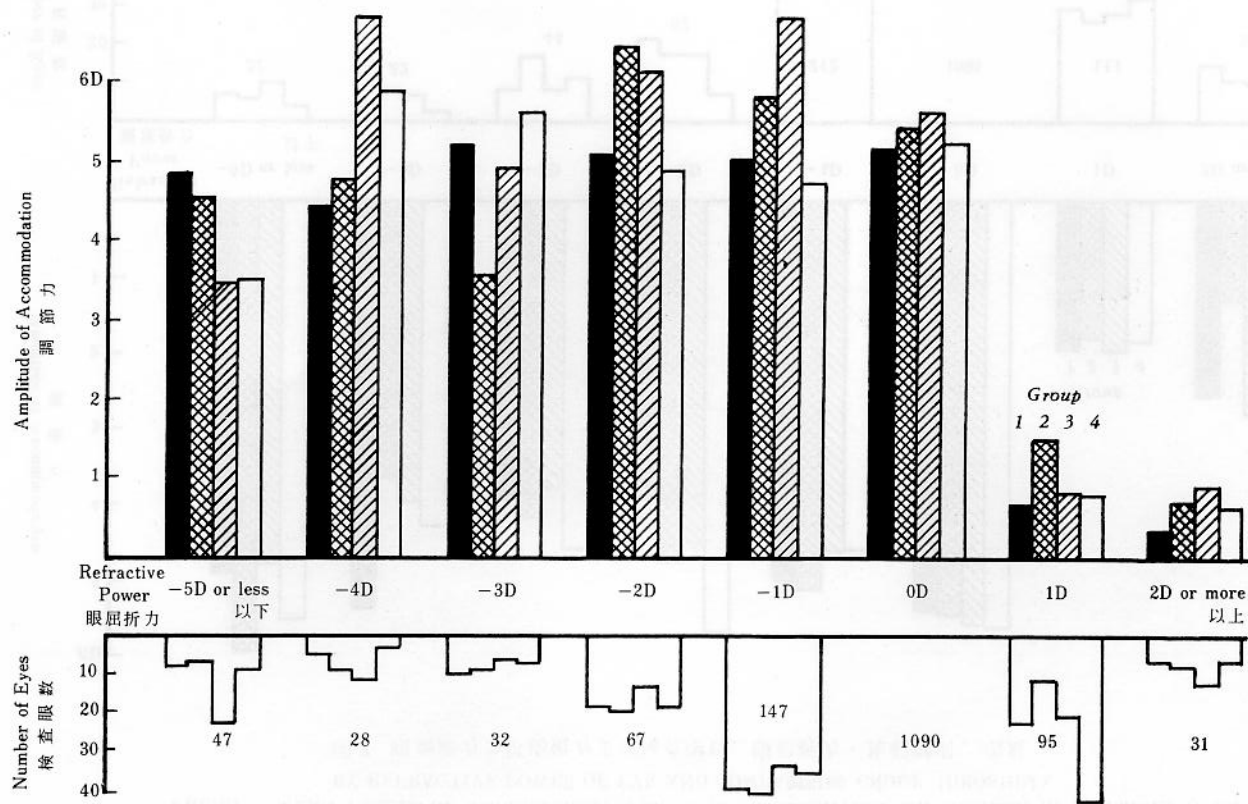


FIGURE 4 MEAN VALUES OF AMPLITUDE OF VISUAL ACCOMMODATION AND NUMBER OF EXAMINED EYES BY AGE AND COMPARISON GROUP, HIROSHIMA

図4 眼調節力の平均値および検査眼数：年齢・比較群別，広島

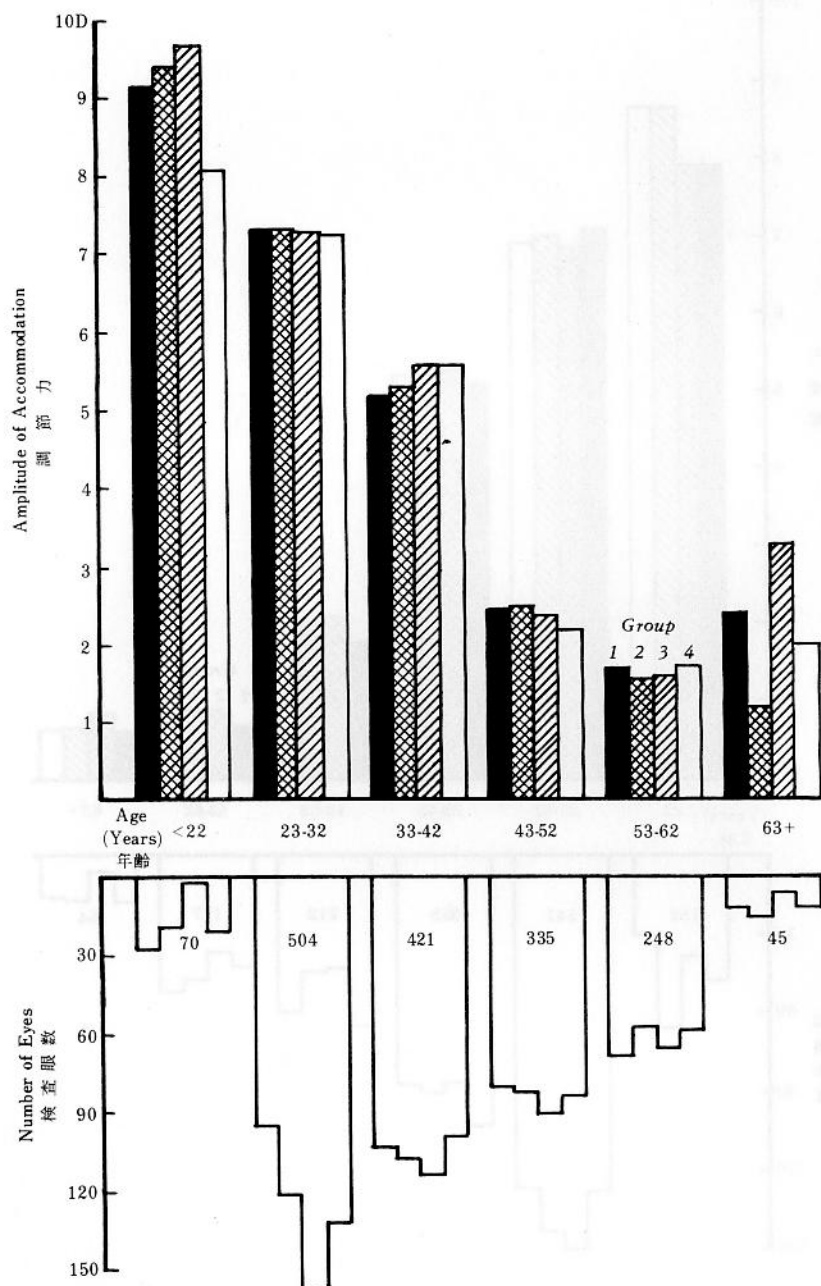


FIGURE 5 MEAN VALUES OF AMPLITUDE OF VISUAL ACCOMMODATION AND NUMBER OF EXAMINED EYES BY AGE AND COMPARISON GROUP, NAGASAKI

図5 眼調節力の平均値および検査眼数：年齢・比較群別，長崎

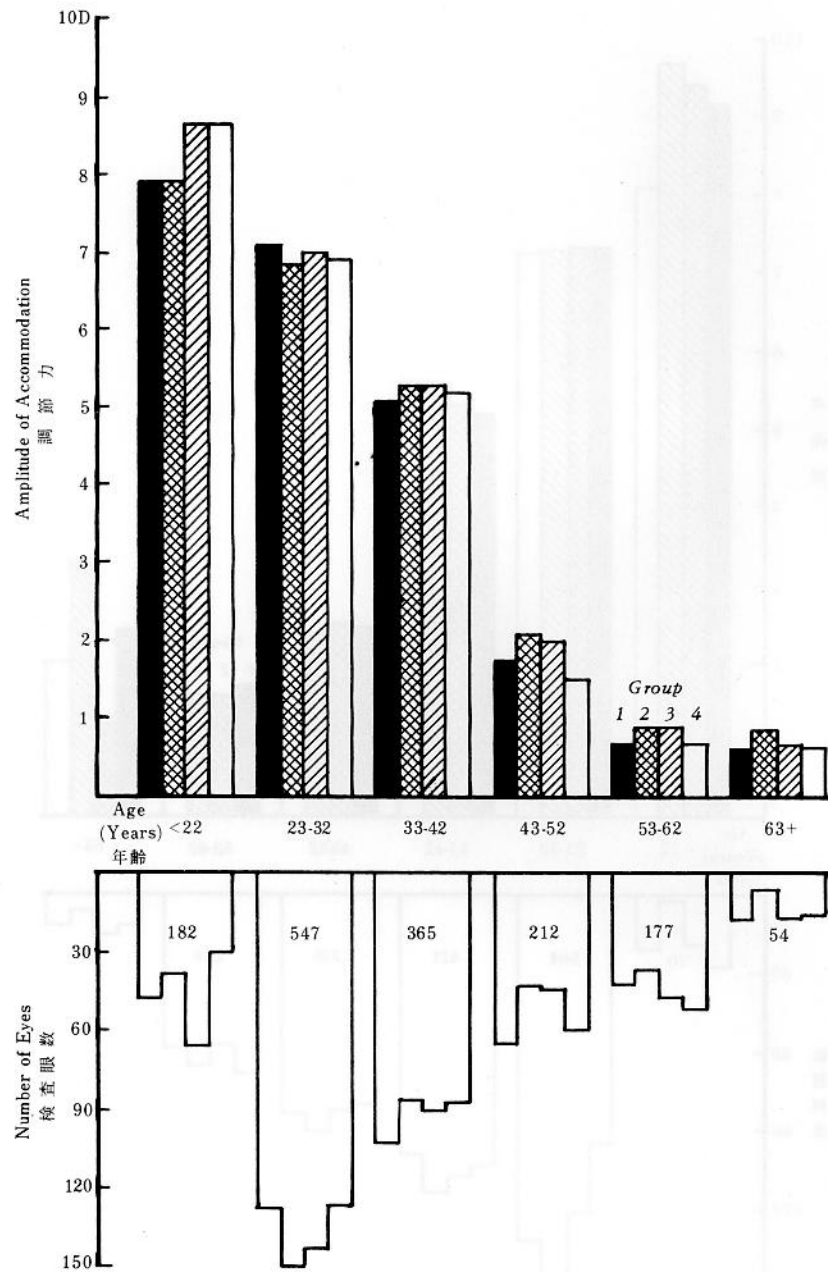


FIGURE 6 MEAN VALUES OF AMPLITUDE OF VISUAL ACCOMMODATION AND NUMBER OF EXAMINED EYES BY SITE OF EYE, CITY, AND COMPARISON GROUP FOR 23-32 YEARS AGE GROUP

図6 年齢23-32歳群の眼調節力の平均値および検査眼数：眼の部位・都市・比較群別

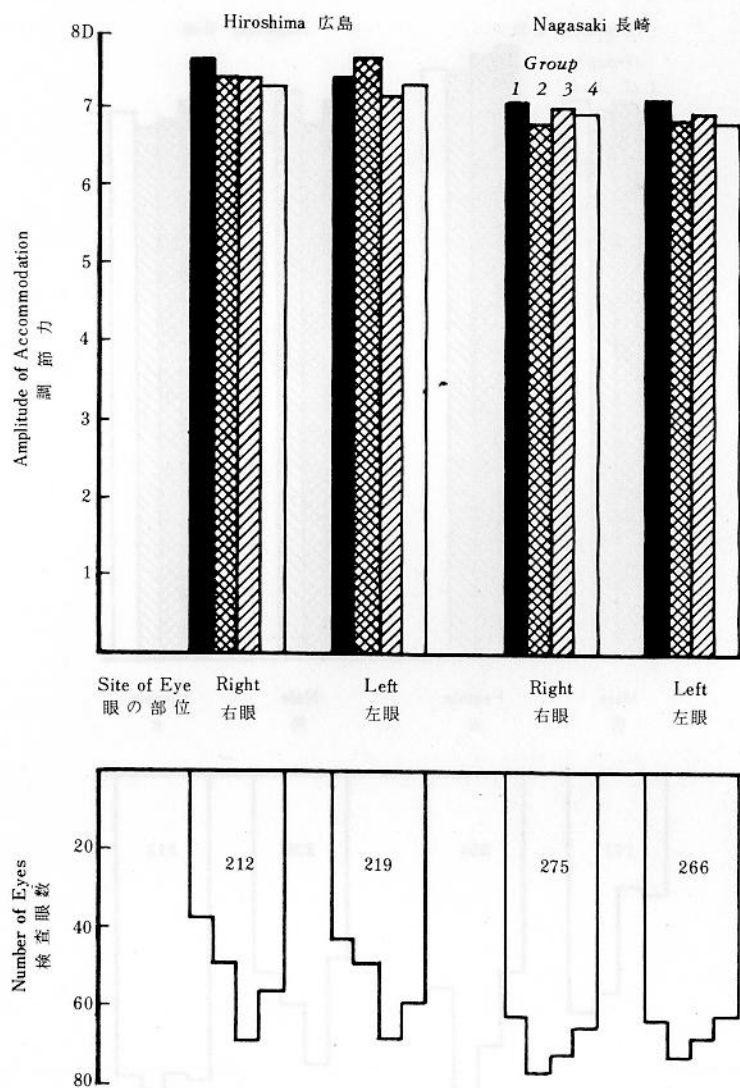


FIGURE 7 MEAN VALUES OF AMPLITUDE OF VISUAL ACCOMMODATION AND NUMBER OF EXAMINED EYES BY CITY, SEX AND COMPARISON GROUP FOR 23-32 YEARS AGE GROUP

図7 年齢23-32歳群の眼調節力の平均値および検査眼数：都市・性・比較群別

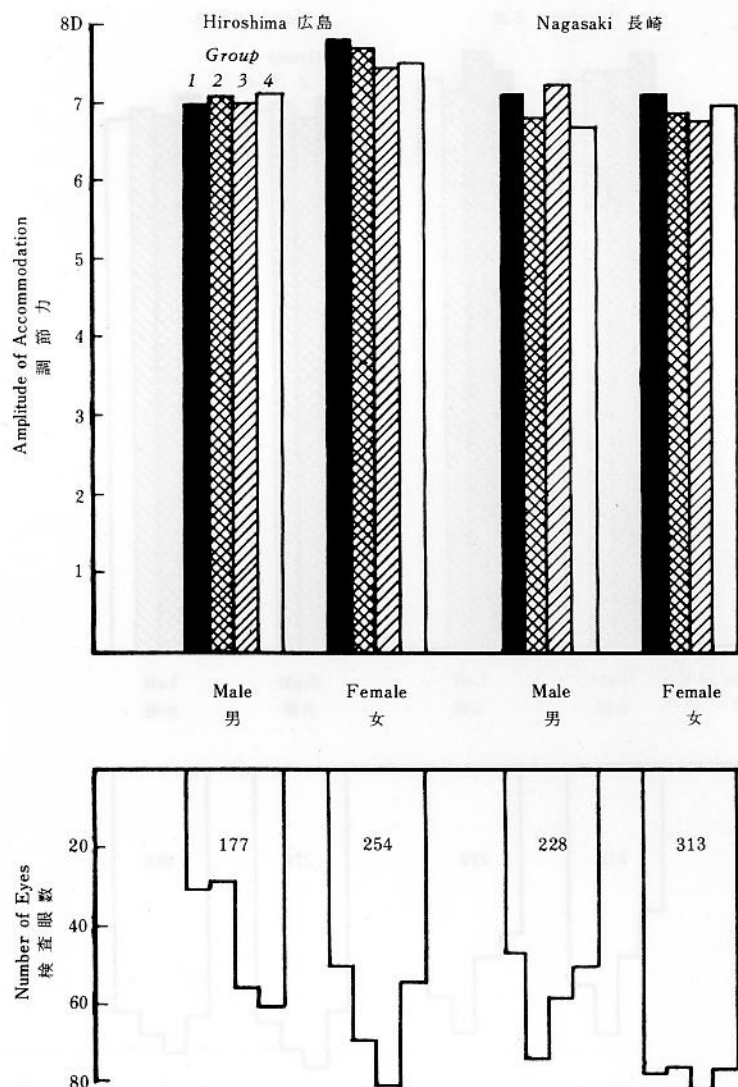


FIGURE 8 MEAN VALUES OF AMPLITUDE OF VISUAL ACCOMMODATION AND NUMBER OF EXAMINED EYES BY AGE AND COMPARISON GROUP FOR 23-32 YEARS AGE GROUP, HIROSHIMA

図8 年齢23-32歳群の眼調節力の平均値および検査眼数: 年齢・比較群別, 広島

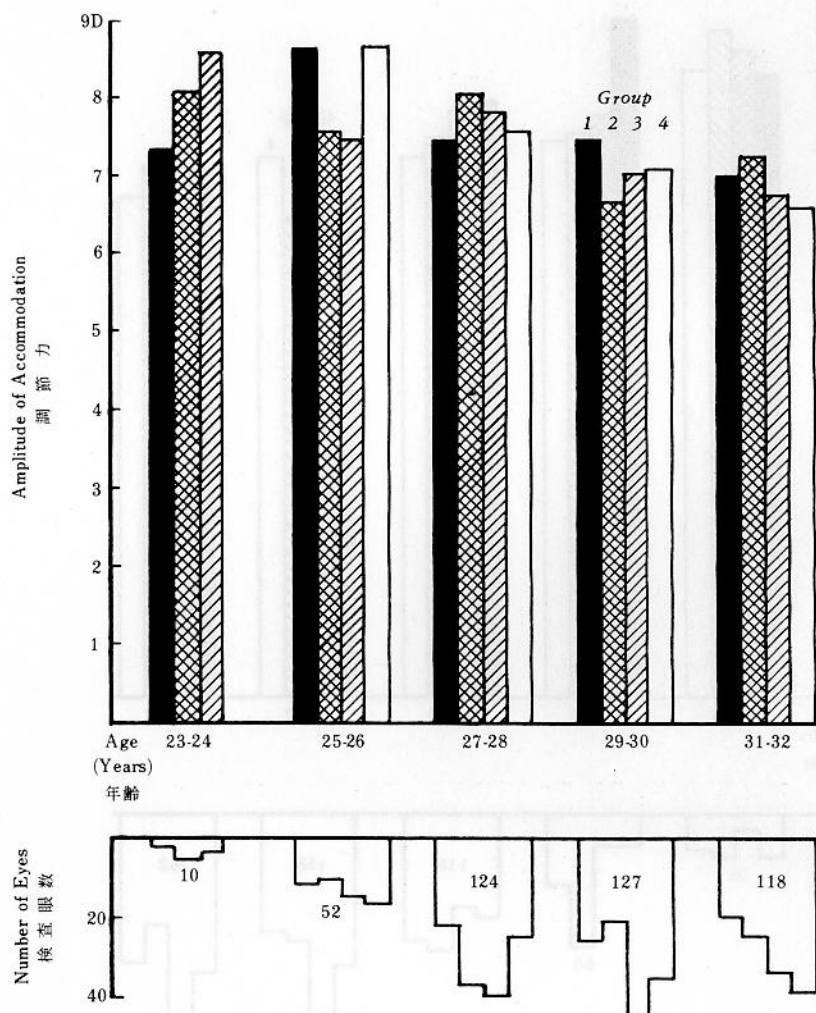
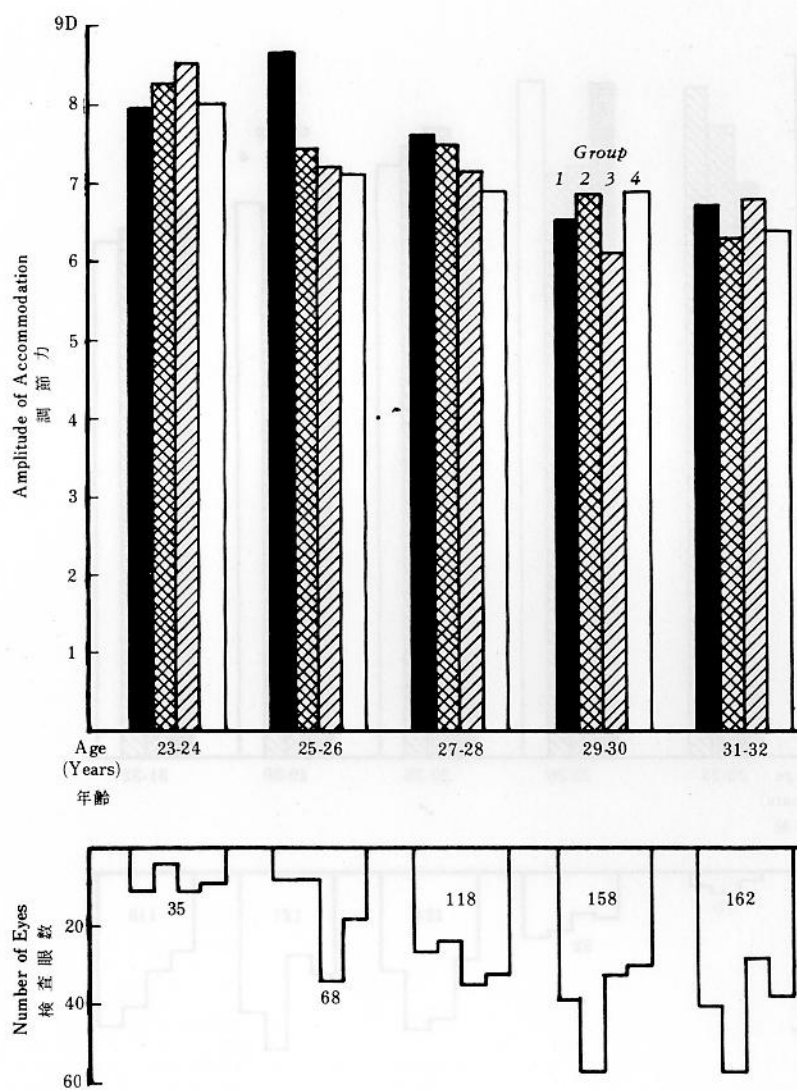


FIGURE 9 MEAN VALUES OF AMPLITUDE OF VISUAL ACCOMMODATION AND NUMBER OF EXAMINED EYES BY AGE AND COMPARISON GROUPS FOR 23-32-YEARS AGE GROUP, NAGASAKI

図9 年齢23-32歳群の眼調節力の平均値および検査眼数：年齢・比較群別，長崎



REFERENCES

参考文献

1. 広瀬金之助, 藤野貞: 原子爆弾による白内障. 日本眼科学会雑誌54: 449-54, 1950年
(HIROSE K, FUJINO T: Cataract due to atomic bomb. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
2. COGAN DG, MARTIN SF, KIMURA SJ: Atomic 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 Ophthal Soc 48:62-87, 1950; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 14:893-903, 1961
(1949年に日本において行なわれた原爆被爆生存者の眼科的調査について)
4. KIMURA SJ: Cataract incidence among atomic bomb survivors; Second conference on radiation cataracts. National Research Council 1950. ABCC files
(原爆被爆生存者における白内障の発生率. 放射線白内障に関する第2回会議)
5. KIMURA SJ, IKUI H: Atomic bomb radiation cataract; Case report with histopathologic study. Amer J Ophthal 34:811-6, 1951; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 14:770-3, 1961
(原爆放射線性白内障症例報告とその組織病理学的検索)
6. FILLMORE PG: The medical examination of Hiroshima patients with radiation cataracts. Science 116:322-3, 1952; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 14:779, 1961
(放射線性白内障を有する広島被爆者の診察)
7. WOODBURY LA: Analysis of the relationship of shielding and distance factors to radiation cataracts. ABCC Semi-Annual Report, Jan-June, 1953
(放射線白内障と蔽遮・距離との関係)
8. 徳永次彦: 原子爆弾白内障. 眼科臨床医報47: 504, 1953年
(TOKUNAGA T: Atomic bomb cataract. Ganka Rinsho Iho-Pract Ophthalmology)
9. 広瀬金之助, 徳永次彦: 長崎における原子爆弾による白内障. 日本眼科学会雑誌58: 1503-4, 1954年
(HIROSE K, TOKUNAGA T: Cataract due to atomic bomb in Nagasaki. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
10. SINSKEY RM: The status of lenticular opacities caused by atomic radiation. Amer J Ophthal 39:285-93, 1955; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 15:472-84, 1962
(広島, 長崎の原爆放射線による水晶体混濁の状態)
11. 増田義哉: 広島市に於ける最近の原爆白内障に就いて. 日本眼科学会雑誌59: 899-907, 1955
(MASUDA Y: Recent atomic bomb cataract in Hiroshima City. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
12. 浅山亮二, 塚原勇: 京都府下調査に於ける原子爆弾白内障について. 臨床眼科9: 1137-45, 1955年
(ASAYAMA R, TSUKAHARA I: Atomic bomb cataract in Kyoto Prefectural investigation. Rinsho Ganka-J Clin Ophthal)
13. 前谷満寿: 大竹市在住広島原爆被災者の検診成績. 臨床眼科9: 1235-9, 1955年
(MAETANI M: Result of examination on Hiroshima A-bomb survivors living in Otake City. Rinsho Ganka-J Clin Ophthal)
14. KANDORI F, MASUDA Y: Statistical observations of atomic-bomb cataracts. Amer J Ophthal 42:212-4, 1956
(原爆白内障の統計的観察)
15. SUGIMOTO S: Statistical observation of ophthalmological patients examined and treated by Hiroshima City A-Bomb Casualty Council (Part 1). Hiroshima J Med Sci 6:185-90, 1957
(広島市原爆障害対策協議会が診察・治療した眼科患者の統計的観察)
16. 徳永次彦: 長崎に於ける原子爆弾による白内障. 日本眼科学会雑誌63: 1211-30, 1959年
(TOKUNAGA T: Cataract due to atomic bomb in Nagasaki. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
17. 増田義哉: 原爆被爆者の調節力について. 広島医学8: 139, 1955年
(MASUDA Y: Amplitude of accommodation in A-bomb survivors. Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass)

18. 前谷満寿, 細川裕: 大竹市在住原爆被災者の調節力について: 広島医学 8: 366, 1955 年
(MAETANI M, HOSOKAWA H: Amplitude of accommodation in A-bomb survivors living in Otake City. Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass)
19. TODA S: Amplitude of accommodation in Hiroshima A-bomb survivors. Local Liaison Panel on Investigation and Research of A-bomb Casualty Countermeasures, September 1956. Cited by Masuda Y: A-bomb Disturbances of the Eye. Compiled by Hiroshima Research Group of A-bomb Casualty: Physical and Medical Effects of the Atomic Bomb in Hiroshima 1958. p106-17
(広島原爆被爆者の眼調節力. 増田: 原爆による眼障害に引用)
20. 増田義哉: 原爆被爆者の調節力について. 眼科臨床医報 52: 692-3, 1958 年
(MASUDA Y: Amplitude of accommodation in A-bomb survivors. Ganka Rinsho Iho-Pract Ophthalmology)
21. 広瀬泉, 徳永次彦, 小田準夫: 長崎に於ける被原子爆弾者の眼調節力について. 臨床眼科 13: 70-8, 1959 年
(HIROSE I, TOKUNAGA T, ODA H: Amplitude of visual accommodation in Nagasaki A-bomb survivors. Rinsho Ganka-J Clin Ophthal)
22. 戸田慎太郎: 乳幼児期被爆者の眼科的所見. 広島医学 12: 1023-6, 1959 年
(TODA S: Ophthalmological findings in those exposed to A-bomb explosion during infancy. Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass)
23. 小山綾夫, 関洲一: 原爆被爆者の調節機能について. 広島医学 12: 1028-32, 1959 年
(KOYAMA A, SEKI S: Accommodation of A-bomb Survivors. Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass)
24. 石原忍: 日本人の眼の調節力に就て (附). 新案近点測定器. 日本眼科学会雑誌 23: 203, 1919 年
(ISHIHARA S: Amplitude of visual accommodation of the Japanese. (Appendix) Newly designed near-point optometer. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
25. 鈴木泰彦: 健康眼に対するピンホールの視力並びに近点に及ぼす影響に就て. 千葉医学会雑誌 21: 115-50, 1943
(SUZUKI Y: Effects of pinhole upon vision and the near-point of healthy eyes. Chiba Igakkai Zasshi-J Chiba Med Soc)
26. 矢野俊男: 眼屈折状態と調節力との関係に就て. 第一篇. 各屈折状態と調節力との関係. 日本眼科学会雑誌 47: 778-85, 1943 年
(YANO T: Relationship between optical refraction and amplitude of accommodation. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
27. 属 将夫: 眼調節力の年令的減退と作業強度の関係. 日本眼科学会雑誌 54: 465-73, 1950 年
(SAKKA M: Relationship between decrease in amplitude of visual accommodation with age and work level. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
28. 久富良次: 慢性軸性視神経炎の調節力に関する研究. 日本眼科学会雑誌 56: 1369-82, 1952 年
(HISATOMI Y: Study on amplitude of accommodation in chronic axial optic neuritis. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
29. DONDERS FC: Beitrage zur Kenntniss der Refraktions- und Akkommodations- Anomalien. Graef Arch Ophthal 6:62:105, 210-43, 1860
30. DUANE A: Studies in monocular and binocular accommodation with their clinical applications. Amer J Ophthal Series 3: 5:865-77, 1922
(1 眼調節および両眼調節の研究とその臨床的応用)
31. ALLEN TD: Anomalies of accommodation; Their frequency and variety. Arch Ophthal 4:84-9, 1930
(眼調節の異常. その頻度と多様性)
32. 江原勇吉, 田上満年: 眼屈折状態と調節力. 日本眼科学会雑誌 42: 604-10, 1938 年
(EHARA Y, TAGAMI M: Visual refraction and amplitude of accommodation. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
33. 志方勝之: 眼調節力に関する研究. 通信医学 10: 21-35, 103-16, 1958 年
(SHIGATA K: Study on amplitude of visual accommodation. Teishin Igaku-J Med Soc Communication)
34. 初見金三郎: 電話交換手勤務の眼調節機能, 眼筋平衡状態に及ぼす影響について. 日本眼科学会雑誌 29: 1513-25, 1926 年
(HATSUMI K: Effects on visual accommodation function and equilibrium of the eye muscle of telephone operators. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
35. 稲葉六郎: 眼精疲労研究. 日本眼科学会雑誌 37: 238-77, 1933 年
(INABA R: Study on ophthalmocopia. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
36. 島津強: 近業と近視. 第 1 回報告. 近業が調節機に及ぼす影響. 日本眼科学会雑誌 45: 1366-78, 1941 年
(SHIMAZU T: Short distance work and myopia: Report 1. Effects of short distance work on amplitude of accommodation. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)

37. 三木 強: 疲労測定法としての近点計測の意義. 眼科臨床医報41: 181, 1947年
(MIKI T: Significance of near-point optometry as a method of measuring fatigue. Ganka Rinsho Iho-Pract Ophthal)
38. 小原博享: 疲労と近点. 眼科臨床医報43: 149, 1949年
(OHARA H: Fatigue and near point. Ganka Rinsho Iho-Pract Ophthal)
39. 西岡慶四郎: 疲労測定法としての近点計測の諸問題. 眼科臨床医報44: 206, 1950年
(NISHIOKA K: Various problems in near-point optometry as a method of measuring fatigue. Ganka Rinsho Iho-Pract Ophthal)
40. 大槻弘右: 全身疲労の視機能に及ぼす影響 (第1報. 近点の変化). 臨床眼科4: 78-81, 1950年
(OTSUKI H: Effects of general fatigue on visual function. Rinsho Ganka-J Clin Ophthal)
41. 鈴木昭弘: 身体環境条件が視機能に及ぼす影響に関する研究. 第6報. 日本眼科学会雑誌58: 163-6, 1954年
(SUZUMURA A: Study on effects of physical condition and environments on visual function. Report 6. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
42. 山縣寅二郎: 炭鉱従業員の眼調節力. 医学研究24: 318-22, 1954年
(YAMAGATA T: Amplitude of accommodation of coal workers. Igaku Kenkyu-Acta Medica)
43. 森永友泰: 近視性不同視眼の調節力に就て. 日本眼科学会雑誌33: 624-6, 1929年
(MORINAGA T: Amplitude of accommodation in myopic anisopia. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
44. 久富良雄: 眼鏡装用と近視眼調節力. 日本眼科学会雑誌46: 50-4, 1942年
(HISATOMI Y: Application of glasses and amplitude of accommodation in myopia. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
45. 佐藤 邇: 屈折状態と瞳孔経調節力との関係. 日本眼科学会雑誌47: 1352-6, 1943年
(SATO C: Relationship between refraction, diameter of the pupil and amplitude of accommodation. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
46. 星野 勇: 複性近視性乱視眼における近距離視力. 眼科臨床医報43: 149, 1949年
(HOSHINO I: Near distance vision in compound myopic astigmatism. Ganka Rinsho Iho-Pract Ophthal)
47. 大塚 任: 近点と調節力. 日本眼科学会雑誌53: 181-4, 1949年
(OTSUKA J: Myopia and amplitude of accommodation. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
48. 大塚 任: 調節力と水晶体の屈折状態. 日本眼科学会雑誌11: 556-9, 1929年
(OTSUKA J: Relationship between amplitude of accommodation and refraction of the crystalline lens. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
49. 杉田 餘三: 近距離視に於ける横線縦線に就て. 実験眼科雑誌11: 556-9, 1928年
(SUGITA Y: Horizontal line and vertical line in near distance vision. Jikken Ganka Zasshi-J Exp Ophthal)
50. 畑 文平: 横線と縦線を指標とする近点距離の差異に關して. 実験眼科雑誌12: 15-8, 1928年
(HATA B: Differences in near point distance with horizontal line and vertical line as test type. Jikken Ganka Zasshi-J Exp Ophthal)
51. 前田勝和: 照度と調節力との関係. 日本眼科学会雑誌36: 1289-93, 1932年
(MAEDA K: Relationship between illumination and amplitude of accommodation. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
52. 平沢英司: 照度の近距離視力, 近点距離並びに明視領域に及ぼす影響に就て. 日本眼科学会雑誌41: 848-57, 1937年
(HIRAZAWA H: Effects of illumination upon near distance vision, near point distance and visual range. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
53. 安井正俊: 眼調節時間に関する研究 (第4報). 屈折異常と調節時間との関係について. 日本眼科学会雑誌45: 2043-55, 1941年
(YASUI M: Study on visual accommodation time (Report 4). Relationship between refractive abnormalities and accommodation time. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
54. 小原博享: 凝視近点の時間的推移. 眼科臨床医報44: 489, 1950年
(OHARA H: Hourly changes in gaze near point. Ganka Rinsho Iho-Pract Ophthal)
55. 佐藤守正: 近点計視標に関する研究. 日本眼科学会雑誌55: 711-7, 1951年
(SATO M: Study on near point test type. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
56. 向山昌信: 近点に関する研究. 日本眼科学会雑誌55: 718-27, 1951年
(MUKAIYAMA M: Study on near point. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)

57. 大草三郎：眼精疲労測定法としての調節近点反復側定に関する知見。日本眼科紀要3：396—8，1952年
(OGUSA S: Findings on repeated measurement of accommodation near point as a method of measuring asthenopia. Nippon Ganka Kiyo-Folio Ophthal Jap)
58. 梅谷祥一：照度と近点との関係について。日本眼科学会雑誌 57：1239，1953年
(UMETANI S: Relationship between illumination and near point. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
59. 久保不司止：調節と順応：日本眼科学会雑誌58：373—7，1954年
(KUBO F: Accommodation and adaptation. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)
60. 坪田芋子，谷美子：色彩視標による調節近点の研究。日本眼科紀要6：79，1955年
(TSUBOTA I, TANI Y: Study of accommodation near point by color test type. Nippon Ganka Kiyo-Folio Ophthal Jap)
61. Research plan for joint ABCC-NIH Adult Health Study in Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 11-62
(広島および長崎におけるABCCと国立予防衛生研究所が共同で実施する成人健康調査に関する研究企画書)
62. BEEBE GW, FUJISAWA H, YAMASAKI M: Adult Health Study; Reference papers. ABCC TR 10-60
(成人健康調査，付属参考書)
63. FINCH SC, JABLON S: Ophthalmology programs at ABCC; A brief review and preliminary plan. ABCC TR 12-61
(ABCCにおける眼科学的研究企画，簡単な業績回顧と暫定調査計画)
64. 庄司義治：眼科診療の実際。改訂，第4版。東京，金原出版，1958年
(SHOJI Y: Practice of ophthalmological treatment. Rev 4th ed, Tokyo, Kanahara, 1958)
65. HATA B, AKAGI G: Visual Refraction. Japan Ophthalmology Series 8. Tokyo, Kanahara, 1955
(眼屈折)
66. KATO S: Visual function. Accommodation and accommodation disturbances. Japan Ophthalmology Series 7. Tokyo, Kanahara, 1955
(眼機能，調節および調節機能障害)
67. 中村文平：屈折異常の実際的名称に就て。眼科臨床医報35：1—3，1940年
(NAKAMURA B: Practical names of refractive abnormalities. Ganka Rinsho Iho-Pract Ophthalmology)
68. 中村文平：眼屈折状態の診断に就て。総合眼科37：1253，1942年
(NAKAMURA B: Diagnosis on visual refraction. Sogo Ganka-Gen Ophthal)
69. 大塚任：近点測定の視標。眼科臨床医報40：43—4，1946年
(OTSUKA J: Test types in measurement of near point. Ganka Rinsho Iho-Pract Ophthalmology)
70. 佐藤守正：近点計視標に関する研究。第8報。近点計視標の二要約の近点距離に及ぼす影響。日本眼科学会雑誌57：1240，1953年
(SATO M: Effects of 2 summaries of near point test types upon near point distance. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthal Jap)