

HUMAN RADIATION EFFECTS

人体に対する放射線の影響

A REPORT FROM THE ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION

原爆傷害調査委員会 (ABCC) 報告

KENNETH G. JOHNSON, M.D.

ANTONIO CIOCCO, Sc.D.



TECHNICAL REPORT SERIES

業 績 報 告 書 集

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

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

HUMAN RADIATION EFFECTS

人体に対する放射線の影響

A REPORT FROM THE ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION

原爆傷害調査委員会 (ABCC) 報告

KENNETH G. JOHNSON, M.D.¹ANTONIO CIOCCO, Sc.D.²Departments of Medicine¹ and Statistics²臨床部¹ および統計部²ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION
HIROSHIMA AND NAGASAKI, JAPANA 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 WELFAREwith 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)

ACKNOWLEDGMENT

感謝のことば

The authors express their sincere appreciation to Dr. O. J. Bizzozero, Jr., and Dr. J. W. Wood, who have helped in the preparation of this report; and also to Messrs. G. Day and K. B. Noble for their technical assistance in manuscript preparation.

Most realistically we acknowledge the splendidly cooperative citizens of Hiroshima and Nagasaki.

著者らは、本報告の作成に助力された Dr. O. J. Bizzozero, Jr. および Dr. J. W. Wood ならびに原稿作成にあたって技術的な援助をされた Mr. G. Day および Mr. K. B. Noble に対して心から感謝の意を表する。

それにもまして、著者らは広島・長崎の市民が寄せられた暖かい協力に対して深謝するものである。

A paper based on this report was presented at the Seventh Late A-bomb Effect Research Meeting, 16-17 October 1965, Hiroshima and has been submitted to Journal of American Medical Association.

本報告に基づく論文は、昭和40年10月16-17日広島市で行なわれた、第7回原爆後障害研究会で発表し、Journal of American Medical Association に提出した。

CONTENTS
目次

Background 背景	1
Data sources 資料源	2
Population bias 調査対象人口の偏り	3
Estimation of radiation exposure 被曝線量の推定	4
Exposure-related findings 被爆と関連がある所見	
Leukemia 白血病	5
Type of Leukemia 白血病の病型	5
Radiation cataract 放射線白内障	9
Thyroid cancer 甲状腺癌	9
Other cancer その他の癌	11
In utero exposed 胎内被爆者	11
Life shortening 余命短縮	12
Emotional sequelae 心理的後遺症	17
ABCC as a human study center 人間研究センターとしての ABCC	17
Summary 要約	18
References 参考文献	18

FIGURES 図

1. Leukemia 1945-64, Hiroshima and Nagasaki 白血病例, 1945-64年, 広島・長崎	7
2. Leukemia 1945-65, exposed <2000 m <2000 m の被爆者における白血病例, 1945-65年	7
3. Thyroid cancer 1957-64 甲状腺癌症例 1957-64年	10
4. Mortality rate 1950-64, JNII-ABCC Life Span Study sample 予研-ABCC 寿命調査サンプルにおける死亡率 1950-64年	14
5. Mortality rate 1950-55, JNII-ABCC Life Span Study sample 予研-ABCC 寿命調査サンプルにおける死亡率 1950-55年	15
6. Ratio (<1400 m/ 1400+m) mortality rates 死亡率の比 (<1400 m / 1400+m)	16

HUMAN RADIATION EFFECTS

人体に対する放射線の影響

A REPORT FROM THE ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION

原爆傷害調査委員会 (ABCC) 報告

The twentieth anniversary of the bombing of Hiroshima and Nagasaki is a propitious time for an ABCC report summarizing some of its activities in the long-term effort to identify late radiation effects.

広島および長崎における原爆投下の20周年は、放射線の後影響を究明するためにABCCが長期にわたって行なってきた調査の一端を要約して報告するには適当な時期である。

BACKGROUND

ABCC was formally established by Presidential decree in 1947. During 1946 many valuable observations had been made by the US Joint Commission in Hiroshima and Nagasaki.

Since the days of the Joint Commission, cooperation and collaboration with Japanese physicians and scientists have prevailed and describe ABCC's policy. ABCC operates under the joint sponsorship of the National Academy of Sciences and the Japanese National Institute of Health (JNIH) in both Hiroshima and Nagasaki, and employs some 800 people, 40 of whom are not Japanese. Of the professional departments of Medicine, Pathology, Laboratories, Medical Sociology, Radiology, and Statistics, Statistics is the largest.

It would be presumptuous to attempt a summary of the research which has been carried out during ABCC's long history. In its early days it drew attention to the relationship of radiation to leukemia¹ and cataract,² to microcephaly in the intra-uterine exposed child,³ and, subsequently, to the occurrence of thyroid cancer in the exposed.⁴ Much less provocative but perhaps more encouraging to the survivors has been the plethora of so-called negative results - a failure to demonstrate increased prevalence of other diseases in the survivors. One outstanding example of a negative result was the failure to demonstrate any increase in congenital malformation in children conceived by exposed parents.⁵

背景

米国大統領の指令に基づいて、1947年にABCCが正式に設置された。1946年には合同調査団が広島・長崎両市で多くのたいせつな観察を行なった。

日米両国の医師と科学者は、合同調査団の時代から今日まで調査に提携協力してきたが、この精神がABCCの方針となっている。ABCCは、米国の学士院と日本の厚生省国立予防衛生研究所(予研)が共同して、広島・長崎で運営されている。職員数は約800名で、うち40名は外人である。学術調査部門には、臨床、病理、臨床検査、医科社会学、放射線および統計があるが、統計部門が最も規模が大きい。

過去長年月にわたって、ABCCで実施されてきた研究の総括を試みるということは、あるいは僭越であるかもしれない。その初期の研究においては、放射線と白血病¹および白内障²ならびに胎内被爆児の小頭症³との関係が注目され、次いで被爆者に発生した甲状腺癌との関係が注目された。⁴ これらほどには注目されてないが、被爆生存者にとってむしろ勇気づけられたこととしては、いわゆる陰性の結果が多かったこと、すなわち他の疾病の有病率増加を被爆生存者中に明らかにすることができなかったことである。陰性の結果が示された1つの目だった例は、被爆した両親から生まれた子供に先天性奇形の増加が証明できなかったことである。⁵

DATA SOURCES

Detailed descriptions of populations under study at ABCC are furnished elsewhere. They include the ABCC-JNIH Adult Health Study, the JNH-ABCC Life Span Study, the Child Health Study, the In Utero Study, and the F₁ (first generation) Study.⁶⁻¹⁰

The Adult Health Study sample, which was selected from the larger Life Span Study population, and the In Utero Study group are examined at 2-year and 1-year intervals respectively at ABCC, Hiroshima and Nagasaki.

The Life Span Study is essentially a mortality study. The sample consists of nearly 100,000 persons who were drawn from various censuses and listings, especially the supplementary schedules obtained at the time of the 1950 Japanese National Census. All eligible persons located within 2500 m from the hypocenter at the time of the bombings (ATB) and who were on the listings are included in this sample. Eligible persons more distally located and those not in either city ATB were sampled at random to provide comparison groups which were age and sex matched to those located at 0-1999 m. Each member of the sample has been interviewed to ascertain eligibility and to obtain details of exposure.

Mortality information is obtained by a continuous checking of the family register or *koseki*.^{*} Causes of death are obtained from the death certificate and, more definitively, by autopsy procurement.

The Child Health Survey has been accomplished through a team survey by Neel and others principally during 1948-54 and more recently in 1964. This study has been directed toward finding genetic damage in the progeny of exposed survivors by criteria of the presence of malformation, birth weight, anthropometric measurements and development. No significant difference has been found in the children conceived by exposed parents. No statistically significant alteration of the sex ratio has been demonstrated. The most recent report by this group states that no significant variation in mortality ascribable to differences in parental exposure can be demonstrated.¹¹

The Adult Health Study members and the In Utero Study members as stated above, are under regular medical surveillance by ABCC. During 1958-60, 14,881 members of the Adult Health Study or approximately 80% of the living sample were examined. During 1960-62, 12,056

資料源

ABCCの調査対象群についての詳細な記述は別の報告にあるが、これにはABCC-予研成人健康調査、予研-ABCC寿命調査、児童健康調査、胎内被爆児調査およびF₁(第1世代)調査の各対象群が含まれている。⁶⁻¹⁰

寿命調査対象群から抽出した成人健康調査対象群および胎内被爆児調査対象群については、前者は2年周期、後者は1年周期をもってそれぞれ広島と長崎において検査が行なわれている。

寿命調査は本質的には死亡率調査であるが、その調査対象は各種の人口調査や名簿、特に1950年の国勢調査時の付帯調査に基づいて抽出した約100,000名をもって構成されている。原爆投下時に爆心地から2500m未満の地域にあった者でこれら名簿に記載されている該当者は全員がこれに含まれる。さらに、該当者のうち、遠隔の地域にあったか、原爆投下時に広島・長崎両市のいずれにもいなかった者については任意抽出を行なって比較群とし、これらは0-1999mの範囲にいた者と年齢、性別構成が一致するように組み合わせる。この対象の各構成員については、調査対象としての条件を具備するかどうかを調べ、またその被爆状況の詳細を明らかにするためにそれぞれ面接調査が行なわれた。

死亡に関する資料は、戸籍照合を継続実施して入手する。死亡の原因は死亡診断書から入手し、さらに剖検によっていっそう正確な原因を知るようにしている。

児童健康調査は、Neelらで構成された調査班によって、1948-54年の間に行なわれ、さらに最近では1964年に行なわれた。この調査は、奇形の出現、出生時体重、人体計測および成長・発育を指標として、被爆者子孫の遺伝的損傷の有無を究明することを目的とした。その結果、被爆した両親から生まれた子供に有意な差は認められなかった。また性比にも統計的に有意な差異は証明されなかった。この調査班の最近の報告によれば、両親の被爆程度に基づくと思われる死亡率の有意な差は認められなかった。¹¹

成人健康調査と胎内被爆児調査の対象者については、前述のとおり、定期的に医学的検査が行なわれている。1958-60年の期間には、成人健康調査対象者14,881名すなわち生存者対象者の80%に検査が実施された。1960-62年

^{*}Japan has an official family registration system based on a permanent address (*honseki*). Changes of address and vital events must be reported to the local office of custody of the records. The record itself is the *koseki*, the office of custody is the *koseki-ka*.

subjects were examined, 11,139 of whom had been examined in the previous 2-year period. During 1962-64, 13,361 subjects were examined. Approximately 1300 members of the In Utero Study population were examined in 1964.

The Pathology Program Since 1961, ABCC has maintained an autopsy rate of approximately 46% of the deaths occurring yearly in the Life Span Study, which includes the Adult Health Study. This rate is remarkable since it is achieved in cities where only 18% of people die in hospitals and the custom of a routine postmortem examination is not commonly practised. The underlying factor affording this success is the noble cooperation of bereaved Japanese families. The Department of Pathology also provides consultative surgical pathology service to physicians in both cities.

The reports from this program serve as a sourcebook for several investigations.¹² For example, reports of the low prevalence of coronary artery disease and the high prevalence of liver disease, especially posthepatic cirrhosis, have encouraged recent investigations of these diseases in the Adult Health Study.

The usefulness of this material is also well illustrated by ABCC studies in leukemia, lymphoma, myelofibrosis, and tuberculosis which have recently been published.¹³⁻¹⁶

POPULATION BIAS

The human situation is not so simple as its laboratory or experimental counterpart where ionizing radiation is delivered to the experimental animal in a measured, relatively pure state. In Hiroshima and Nagasaki the investigator quickly reaches a sensitive level of awareness of the other factors which together with radiation constitute the complete atomic bomb experience. These survivors experienced blast and thermal effects; fractures and infections; malnutrition and lack of adequate medical care. Their presence in both cities can be viewed as a selection due to a combined socioeconomic, occupational and health status which kept them in these cities during August 1945. Examples of this status are the concentration of farmers and fishermen away from the hypocenter, the financial inability to move out of the city during this wartime summer, or physical disability precluding military service. Since the ABCC study subject rosters are based on the 1950 census, what evaluation can be given to the circumstances which kept survivors resident in these demolished cities, particularly Hiroshima?

には12,056名の検査が実施されたが、そのうち11,139名はその前の2年周期においても検査を受けている。1962-64年には13,361名が検査を受けている。さらに1964年には胎内被爆児調査対象者のうち約1300名の検査が行われた。

病理学的調査 1961年以来ABCCは成人健康調査対象群も含む寿命調査対象群に年々起こる死亡例について約46%という剖検率を維持している。対象都市である広島・長崎市では、病院で死亡するのはわずかに18%にすぎず、そのうえ剖検が一般化していないことを考えれば、この剖検率は注目すべきものである。この高率をもたらす基礎となる要因は死亡者の遺族の崇高な協力である。さらに病理部は、両市の開業医のために外科病理検査サービスを提供している。

この調査からの成績がもとになって他のいくつかの調査が行なわれるようになった。¹² たとえば、冠動脈疾患有病率が低く肝臓疾患有病率が高いこと、特に肝炎後の肝硬変症有病率の高いことが認められたので、成人健康調査に含めてこれら疾病の調査が最近開始されている。

白血病、リンパ腫、骨髄線維症、結核について最近発表されたABCCの報告にも病理学的資料の有用性が示されている。¹³⁻¹⁶

調査対象人口の偏り

研究室などで実験動物に対して一定の電離放射線量が比較的純粋な形で照射される実験の場合ほど人間の場合は簡単ではない。広島・長崎両市において、被爆体験全体を形造るものには、放射線以外に他の要因があることに研究者はすぐ気づくものである。これらの生存者は爆風と熱線の影響、骨折と感染、飢餓と十分な医療手当の欠如などを体験している。当時広島・長崎両市に居住していたということについては、社会経済的、職業的健康的状态によって、選択的に1945年8月にこれらの都市にいたという見方ができる。たとえば、爆心地から離れたところでは、農業あるいは漁業従事者が多いこと、当時戦時下の困難な経済状態のためにその年の夏には市を離れることができなかったこと、または身体的障害のために兵役を免除されていたことなどである。ABCCの調査対象者の名簿は、1950年の国勢調査時付帯調査に基づいているので、これらの生存者を破壊された市内、特に広島に引き続いて住ませた環境状態をいかに評価するかが問題である。

The "control" subjects must have some particular characteristics of any migrant group moving to a city. These factors would include opportunities for employment, skilled or unskilled, and the opportunity for small business venture.

These general observations find support in the higher mortality observed, during 1950-55, in the exposure group beyond 1400 m from the hypocenter (whose average radiation dose was negligible) compared to the group of persons not in either city ATB.

Another factor which might exert an influence is consanguinity. During 1958-60 all subjects were asked if their parents were related; a degree of parental consanguinity of approximately 5% was calculated but the very extensive *koseki* examinations which would be necessary to evaluate this problem objectively have not been undertaken.

The foregoing is an attempt to describe the multiple factors which must be kept in mind to avoid any naive interpretation of results as being solely due to gamma or neutron radiation. Those investigators who have studied populations will appreciate the possibilities of interplay and feed-back of these multiple factors.

Just as there are differences throughout Japan for diseases such as stroke and cancer of the stomach, there are also differences between the populations under study in Hiroshima and Nagasaki. Diabetes is more prevalent in Hiroshima. The ratio of gastric ulcer to duodenal ulcer in Hiroshima is 2:1, in Nagasaki 1:1. Cancer of the stomach is twice as frequent in Hiroshima than in Nagasaki. There is also evidence that the age-adjusted mortality rate is consistently higher in Nagasaki and that Hiroshima enjoys a higher socioeconomic score. These city-to-city differences add another modifying but quantitatively elusive factor to the interpretation of results.

ESTIMATION OF RADIATION EXPOSURE

Despite continuous effort in the Oak Ridge National Laboratory and in the National Institute of Radiological Sciences in Chiba, the estimation of radiation emitted by the two atomic bombs still is undergoing reevaluation. The so-called York Curves,¹⁷ which have been in use for several years, have recently undergone modification and the revised estimates are now being calculated for individuals in the ABCC study samples. As noted else-

コントロールは、市内へ転入する移住者群特有の特徴を若干もっているに違いない。これらの要因には技術的あるいは一般の職業へ就職する機会、または、小規模の事業を始める機会があったことなどが含まれると考えられる。

1950-55年において、原爆時広島・長崎両市内にいなかった者の群に比較して、爆心地から1400m以遠の群（その平均被曝線量は微量）には高い死亡率が観察されたが、以上の考察はこの観察所見を支持するものである。

影響を及ぼすかと思われるもう1つの因子は血族結婚である。1958-60年の間、受診者全員に対して、その両親が近親結婚であるかどうかを尋ねた。計算によれば、約5%に両親の近親結婚があるが、この問題を客観的に評価するために必要なきわめて広範囲の戸籍調査は実施されていない。

以上は調査結果がただ単にガンマ線あるいは中性子に起因するものと簡単に解釈することを避けるために、留意しなければならない多くの因子があることを述べてみたまでである。人口調査の経験をもつ研究者は、これら多くの因子の間に相互作用がある可能性を理解するであろう。

たとえば、日本各地に卒中と胃癌のような疾患に相違があるように、広島と長崎で目下調査中の人口集団にも相違がある。すなわち、糖尿病の有病率は広島の方が高く、胃潰瘍と十二指腸潰瘍の比率は広島で2:1、長崎で1:1の割合である。胃癌は広島の方が長崎より2倍も多くなっている。また年齢訂正死亡率は、長崎の方が一貫して高く、広島では、社会経済的指数が高いという事実がある。これら都市間の相違によって、調査結果を解釈するにあたって量的につかみにくい他の修飾因子が加わってくる。

被曝線量の推定

2つの原子爆弾の放射線量推定については、Oak Ridge National Laboratory と千葉の放射線医学総合研究所が鋭意努力を続けているが、今なお再評価を要するところがある。数年来使用されてきたいわゆる York 曲線¹⁷ に最近修正が加えられた。ABCCの調査標本中の各人についての改訂推定値は、現在算定中である。別の報告に述

where,^{17,18} there will always be the problems of subject reliability, shielding and age-dependent biological sensitivity in arriving at the effective dose estimate.

EXPOSURE-RELATED FINDINGS

Previously observed increases in the rate of leukemia, lymphoma and related disorders; cataracts; microcephaly in the in utero group; and neoplasms, especially of the thyroid, have all been substantiated until the present date.

Leukemia Investigator interest in leukemia has never waned since ABCC's inception. Distinguished Japanese and American hematologists have provided continuous surveillance of both cities for the detection of all cases of leukemia. The operation of this detection program is well described elsewhere.¹⁹

By the end of 1964, approximately 1106 cases of leukemia had been recorded. In Hiroshima there were 629 cases; 570 of which were definite and probable, 59 possible. In Nagasaki there were a total of 477; 411 of which were definite and probable, 66 possible.

When the definite and probable cases of leukemia were evaluated by distance from the hypocenter as a function of exposure, 197 cases occurred in those exposed within 2000 m, 328 cases between 0-10,000 m. In the non-exposed, 414 cases occurred; 226 occurred in those not yet born in 1945. There were 13 cases whose exposure is unknown.

Type of Leukemia Either acute or chronic granulocytic leukemia was the predominant type of leukemia, found in 58.4% of the leukemia cases exposed within 2000 m in Hiroshima and in 50.0% of similarly exposed leukemia cases in Nagasaki.

Collectively, in the leukemia cases occurring in individuals exposed beyond 2000 m and in the nonexposed, granulocytic leukemia was present in 52.9% of Hiroshima cases and in 53.2% of the Nagasaki cases.

If all cases of leukemia are considered, acute or chronic, occurring in those exposed within 10,000 m from the hypocenter, granulocytic leukemia, acute and chronic, is the type present in 55.0% of the cases in Hiroshima and 45.4% of the cases in Nagasaki. In the nonexposed group granulocytic leukemia is present in 54.5% of the cases in Hiroshima and 57.2% of the cases in Nagasaki.

べてあるように、^{17,18} 有効線量の推定には必ず調査対象者の回答の信頼性、遮蔽と年齢による生物学的感受性などの問題が介在する。

被爆と関連がある所見

前に観察された白血病、リンパ腫とその類縁疾患、白内障、胎内被爆群にみられる小頭症、新生物、特に甲状腺新生物などの発生率の増加は今日までに実証されている。

白血病 ABCCの創立以来研究者の白血病に対する関心が衰えたことはない。日米両国の優れた血液学者が、広島・長崎両市における白血病発見のための継続的観察を行ってきた。この探知調査の活動状況については別に記述してある。¹⁹

1964年末までに約1106の白血病症例が記録されている。広島における総計は629例で、そのうち570例が確実かほぼ確実と診断されており、59例が診断不確実である。長崎では総計477例で、確実あるいはほぼ確実とされるものが411例、残り66例は不確実とされている。

確実およびほぼ確実な白血病症例を、被爆の関数としての爆心地からの距離によって評価すると、2000 m未満で被爆した者に197例が発生しており、0-10,000 mの者には328例が発生している。また414例は非被爆者であり、226例が1945年以降に出生した者に発生している。13例については被爆状態が不明である。

白血病の病型 白血病の病型としては急性または慢性の骨髄性白血病が優勢であり、これが広島で2000 m未満で被爆した者に発生した白血病の58.4%を占めており、長崎ではその割合が50.0%であった。

2000 m以遠の被爆者と非被爆者に発生した白血病を総合すると、骨髄性白血病の割合は広島で52.9%、長崎では53.2%である。

爆心地から10,000 m未満で被爆した者に発生した急性と慢性の白血病の全症例を考えると、急性および慢性の骨髄性白血病は広島で55.0%、長崎で45.5%を占める。非被爆者ではこの病型の割合は広島で54.5%、長崎で57.2%である。

These data indicate that granulocytic leukemia is the majority type in the heavily exposed, lightly exposed, and nonexposed. A significant increase of the chronic type of granulocytic leukemia was found in the leukemia patients exposed within 2000 m compared to all other groups.

Chronic lymphocytic leukemia, relatively rare in Japan, has not appeared in any survivor exposed within 2000 m.

Case Detection by Year The interpretation of the number of cases of leukemia having their onset within a given year is difficult. The incidence of leukemia for all Japan has increased during 1945-65. The movements of the exposed out of both cities, insufficient knowledge of estimated dose for those survivors not part of the ABCC studies, migration of sick patients to Hiroshima and Nagasaki from the environs are the multiple factors which have complicated the precise calculations of prevalence and incidence.

However, these difficulties have been circumvented and the rate of leukemia occurring in those exposed within 2000 m has been estimated by Jablon et al to show a 10-13 fold increase compared to the expected rate.¹⁷

In a recent analysis of the Life Span Study, a remarkably high mortality rate in the group within 1400 m is evident for 1950-64. In general, the annual mortality rate declined slightly during 1955-64 and during this period the ratio of the cumulative rate of the group within 1400 m to that of the group beyond 1400 m is smaller than for 1950-55.

Figure 1 shows the yearly distribution of cases of leukemia in Hiroshima and Nagasaki. The period of observation from 1945-49 must be viewed with an incalculable amount of skepticism due to understandable defects in case collection. Death certificates are available for this period, however, and it does not appear that an outstanding increase occurred in death due to leukemia.

The curve for the number of cases per year for those exposed within 2000 m suggests latency (1945-49) and a bi-modal distribution (1949-54, 1957-59) (Figure 2). The case collection for 1964 is incomplete. So far in 1965 there is a suggestion of an increased number of cases of leukemia occurring in survivors. Thus, leukemia continues to occur at a probably increased rate in the exposed.

Leukemia in the Offspring of Exposed Parents Hoshino et al²⁰ have recently reported on an ABCC investigation of 240 cases of children with leukemia who were born after June 1946. Of these children 84 were resident in either Hiroshima or Nagasaki at the onset of

以上の資料は強度被爆者、軽度被爆者および非被爆者のいずれにおいても、骨髄性白血病が最も多く発生する病型であることを示している。2000m未満の白血病患者には、他の群と比較して慢性的骨髄性白血病の有意な増加が認められた。

慢性リンパ性白血病は、日本では比較的まれであるが、これはまだ2000m未満の被爆者には認められていない。

年次別症例探知・1年間に発病した白血病の例数について何らかの解釈を加えることは困難である。日本全国における白血病の発生率は、1945-65年の間増加してきている。広島・長崎被爆者の市外転出、ABCCの調査対象者でない被爆者についての推定線量が十分わからないこと、および周辺地域から広島・長崎両市への患者の移住など多くの要因によって、有病率および発生率についての正確な計算が複雑になってきている。

しかし、Jablonらはこれらの困難を排除して2000m未満の被爆者における白血病の発生率は、予想値の10-13倍の増加を示したと推定している。¹⁷

寿命調査対象について行なった最近の解析では、1950-64年の期間に1400m未満の被爆者群における死亡率が著しく高かった。一般的に、年次別死亡率は1955-64年にわずかに減少しており、この期間における1400m未満の死亡率と1400m以遠の死亡率との累積比率は、1950-55年における累積比率より小さくなっている。

広島と長崎における白血病症例の年次別分布を図1に示した。1945-49年の観察期間は症例収集に理解できる欠陥があったと思われることから、大きな疑いをもってみる必要がある。しかしながら、この期間の死亡診断書によれば白血病による死亡の著しい増加があったとは考えられない。

2000m未満の被爆者についての年次別症例数曲線は、潜伏期(1945-49年)および2峰型の分布(1949-54年, 1957-59年)を示唆している(図2)。1964年の症例収集はまだ完了していない。1965年は、現在までのところ、被爆生存者に発生する白血病の増加が示唆されている。このように、白血病は被爆者の間でおそらく依然として増加した率で発生しているものと思われる。

被爆者の子供にみられる白血病 1946年6月以降に生まれた子供に現われた白血病240例についてABCCが調査したが、星野ら²⁰がその成績について報告している。このうち84例は発病時に広島または長崎に居住していたが、

FIGURE 1 TOTAL DEFINITE AND PROBABLE LEUKEMIA CASES, 1945-64 HIROSHIMA AND NAGASAKI
 図1 診断確実およびほぼ確実な白血病例, 1945-64年, 広島・長崎

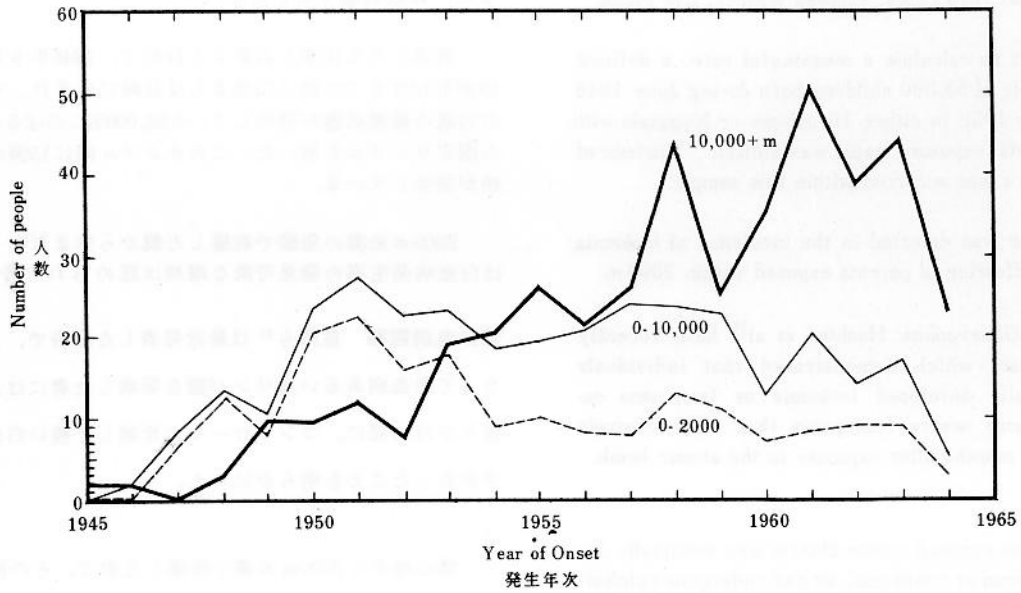
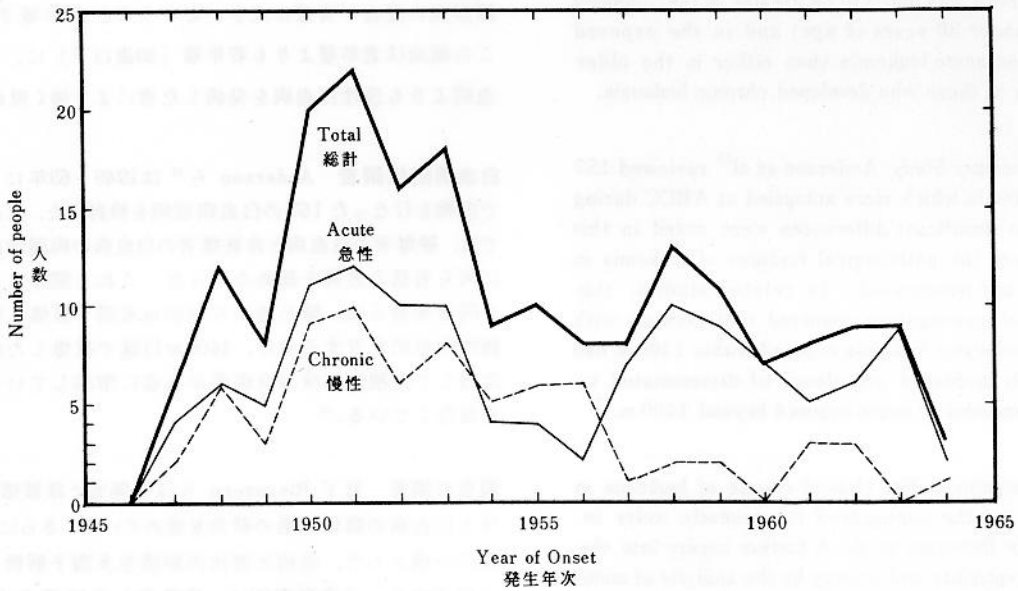


FIGURE 2 TOTAL DEFINITE AND PROBABLE LEUKEMIA CASES, 1945-64 EXPOSED <2000 m
 図2 <2000 mの被爆者における診断確実およびほぼ確実な白血病例, 1945-64年



their illness; these cases were analyzed according to their parents' location ATB. Among the 84 children, 13 had both parents exposed within 10,000 m, another 9 were the progeny of an exposed father and 19 of an exposed mother. Children with leukemia born to parents exposed within 2000 m were as follows: both parents, one case; exposed father, two cases; exposed mother, five cases.

In an effort to calculate a meaningful rate, a defined ABCC sample of 53,000 children born during June 1946 to December 1958 in either Hiroshima or Nagasaki with known parental exposure status was utilized. Thirteen of the leukemia cases occurred within this sample.

No increase was detected in the incidence of leukemia among the offspring of parents exposed within 2000 m.

Preleukemic Observations Hoshino et al²¹ have recently presented data which demonstrated that individuals who eventually developed leukemia or lymphoma experienced more severe leukopenia than their controls during the 3 months after exposure to the atomic bomb.

Among those exposed within 2000 m who eventually developed leukemia or lymphoma, 40 had undergone ophthalmologic examination prior to the onset of illness. Analysis of the data on ophthalmologic examinations suggested that although all similarly exposed would initially have a similar lenticular reaction, "the incipient leukemics" developed a significantly greater degree of frank cataractous formation. This trend was noted to be greater in the youngest age group (under 30 years of age) and in the exposed who developed acute leukemia than either in the older age group or in those who developed chronic leukemia.

Leukemia Necropsy Study Anderson et al¹⁵ reviewed 157 cases of leukemia which were autopsied at ABCC during 1949-63. No significant differences were noted in this survey between the pathological findings of leukemia in the exposed and nonexposed. In related studies, this same group of investigators reported that persons with chronic granulocytic leukemia exposed within 1400 m had a significantly increased prevalence of disseminated tuberculosis compared to cases exposed beyond 1400 m.¹⁶

Present Investigations The clinical course of leukemia in the exposed and the nonexposed is presently under investigation by Bizzozero et al. A further inquiry into the mode of susceptibility and latency by the analysis of multiple factors is part of this investigation. Preliminary studies indicate several distinct differences in the behavior of leukemia in the exposed and nonexposed.

これらの例をその両親の原爆時の位置別に解析した。この84例のうち、13例の両親は10,000m未満で被爆し、9例の父親は被爆者で、また19例の母親が被爆者であった。2000m未満で被爆した親から生まれた子供の白血病は次のとおりである。すなわち、両親被爆1例、父親被爆2例、母親被爆5例である。

意義のある比率を計算する目的で、1946年6月から1958年12月までの間に広島または長崎に生まれ、かつその両親の被爆状態が判明している53,000名にのぼるABCCの固定サンプルを用いた。このサンプル内に13例の白血病が発生している。

2000m未満の距離で被爆した親から生まれた子供には白血病発生率の発見可能な増加は認められなかった。

前白血病観察 星野ら²¹は最近発表した報告で、あとになって白血病あるいはリンパ腫を発病した者には、被爆後3か月の間に、コントロールに比較して強い白血球減少があったことを明らかにした。

爆心地から2000m未満で被爆した者で、その後白血病あるいはリンパ腫を発病した被爆群のうち、40名は発病前に眼科検査を受けていた。眼科検査の資料を分析した結果、同等に被爆した者はすべて最初に同様な水晶体反応を示すが、「潜在的白血病患者」の方が明白な白内障形成の度合が有意に大きいということが示唆された。この傾向は老年層よりも若年層(30歳以下)に、慢性白血病よりも急性白血病を発病した者により強く現われた。

白血病剖検調査 Andersonら¹⁵は1949-63年にABCCで剖検を行なった157の白血病症例を検討した。この調査では、被爆者の白血病と非被爆者の白血病の病理学的所見に何ら有意な差異を認めなかった。これに関連した調査で同研究者らは、爆心地から1400m未満で被爆し慢性骨髄性白血病を有する者に、1400m以遠で被爆した症例に比較して播種性結核の有病率が有意に増加していることを報告している。¹⁶

現在の調査 目下 Bizzozeroらは被爆者と非被爆者における白血病の臨床経過の研究を進めている。さらにこの調査の一環として、罹病と潜伏の形態を多因子解析を用いて研究する。予備調査では、被爆者と非被爆者の間に、白血病の病態にいくつかの明白な差異があることが示されている。

Radiation Cataract An increase in the rate of lenticular changes interpreted as related to radiation has been noted by many investigators, e.g., Flick, Cogan, Kimura, Sinskey, Hirose, Kandori, and Inada.^{2, 22-29} Of particular interest is the finding of Sinskey, who examined 165 subjects who had experienced epilation. Lenticular abnormalities were reported in 135 subjects (81%). Hirose and Fujino reported 41.8% lenticular involvement in the exposed subjects. Kandori and Masuda in 1956 reported 54.7% lenticular disturbance in 159 survivors exposed within 2000 m from the hypocenter and 10.8% of 277 survivors exposed beyond 2000 m.

Most recently Inada and Hall have demonstrated that the development of definite lenticular opacities in the exposed subjects was dependent on the exposure as reflected in distance from the hypocenter. This relationship also held for polychrome posterior capsular plaques.

The polychromatic sheen which indicates plaque formation in the posterior lens capsule has been observed in 1963 in five of seven men accidentally exposed to radiation in the United States in 1958.³⁰

Thus, the human lens is a dosimetric marker since lenticular opacities and polychrome plaques have been related directly to distance and epilation. This conclusion is supported by a recent presentation of Hoshino et al, who found a higher proportion of cataract in leukemia cases than in controls.²¹

Thyroid Cancer Interest in thyroid cancer among survivors began with the report of Hollingsworth et al,⁴ who found suggestive evidence of an increased rate of thyroid cancer in subjects exposed within 1400 m, especially females.

In 1963 Socolow et al³¹ summarized Hollingsworth's findings and added nine previously unreported cases of thyroid cancer. From 1 July 1958 to 1 July 1961, 21 cases of thyroid cancer were detected in the Adult Health Study population. Between 1957-64, 43 cases of thyroid cancer have been detected in this same population. Of these 43 cases 35 are females, 26 of whom were exposed within 2000 m; 8 are males, 7 of whom were exposed within 2000 m. Distribution according to distance and sex is shown in Figure 3.

Consideration of an individual patient's age ATB reveals that thyroid cancer was most often diagnosed in the exposed who were age 20-29 ATB, whereas all five cases involving the nonexposed occurred in those people who were age 10-19 ATB. Further, except for a peak at age

放射線白内障 放射線照射に関係があると考えられる水晶体変化の増加が、多数の研究者、たとえば Flick, Cogan, Kimura, Sinskey, 広瀬, 神鳥, そして Inada によって発見された。^{2, 22-29} 特に興味をひくのは Sinskey の所見で、脱毛のあった者 165 名を調べ、そのうち 135 例 (81%) に水晶体異常があった。広瀬と藤野の報告では、被爆者の 41.8% に水晶体異常があった。1956 年に、神鳥と増田は 2000 m 未満の被爆生存者 159 名の 54.7%, 2000 m 以上の被爆生存者 277 名の 10.8% に水晶体異常があると報告した。

最近、Inada と Hall は、被爆者における明確な水晶体混濁の発生は、爆心地からの距離で示される放射線照射の程度に依存することを証明した。この関係は、多色性後囊部円板状混濁にもあてはまると認められた。

1958 年に米国で事故による放射線照射を受けた 7 名について 1963 年に行なった検査では、³⁰ 水晶体円板状混濁形成を表わす多色性光彩が 5 名に観察された。

したがって、水晶体混濁および多色性円板状混濁は被爆距離と脱毛に直接関係があると認められているので、人間の水晶体は線量測定の指標になる。コントロールよりも白血病患者に白内障の頻度が高いことを認めた星野らの最近の発表は、この結論を裏づけるものである。²¹

甲状腺癌 被爆生存者における甲状腺癌について関心がもたれ始めたのは、Hollingsworth らの報告⁴ で 1400 m 未満の被爆者、特に女子に甲状腺癌発生率の増加を示唆するような事実が発見されてからである。

1963 年に Socolow ら³¹ は Hollingsworth の所見をまとめ、さらに未発表の甲状腺癌 9 例を追加している。1958 年 7 月 1 日から 1961 年 7 月 1 日までの全期間中、成人健康調査の人口集団に 21 例の甲状腺癌がみつげられた。1957 年から 1964 年までにこの同じ人口集団において 43 例の甲状腺癌を発見している。これら 43 例のうち 35 例は女子で、そのうち 26 例は 2000 m 未満で被爆している。男子は 8 例で、そのうち 7 例は 2000 m 未満で被爆している。距離別および性別分布を図 3 に示す。

個々の患者の原爆時年齢を考慮すると、原爆時に 20-29 歳であった被爆者に甲状腺癌が最も多いのに対し、非被爆者の 5 例全部は原爆時に 10-19 歳であった。さら

20-29 ATB, the distribution among the exposed was uniform.

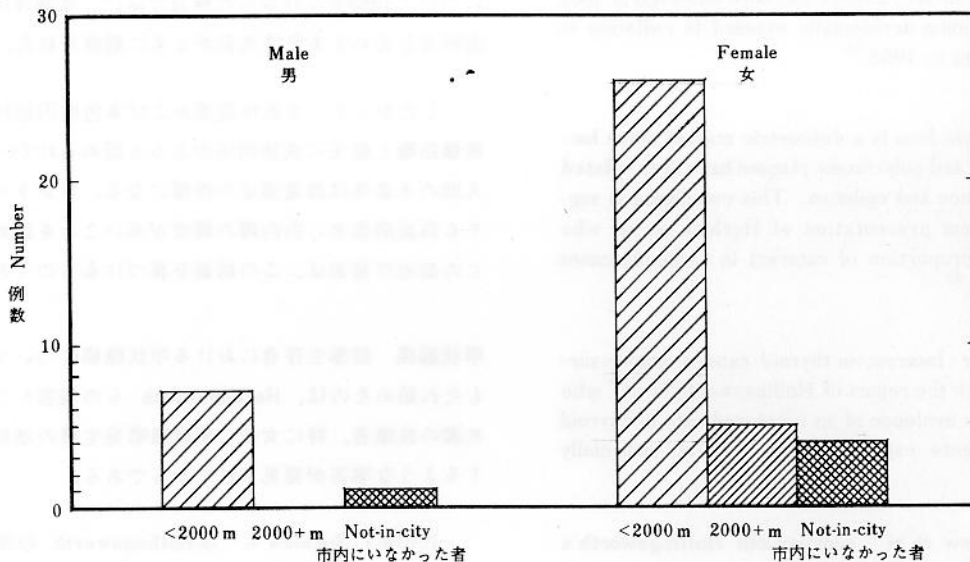
Since all subjects of this population were examined without the examiner's knowledge of radiation exposure, it is obvious that clinically detectable cancer of the thyroid has occurred strikingly more often in the exposed. The nonexposed thyroid cancer patients, although diagnosed over the span of 1959-63, were all in the group age 10-19 ATB. These findings support the previous estimation for the 1958-61 period of a highly significant ($P < 0.001$) prevalence of thyroid cancer among the exposed.³¹ Added observations have brought to recognition thyroid cancer among the exposed in older groups than age 10-19 ATB. This finding may mean that with repeated examination the chance of detection improves.

に、原爆時に20-29歳であった群の増加を除けば、被爆者における分布は均等であった。

調査対象者の診察にあたって検者にはその被爆歴が知らされていないことを考えると、被爆者における臨床的に探知できる甲状腺癌の発生率が著しく高いことは明らかである。非被爆者の甲状腺癌は、1959年から1963年までの期間に診断を受けたものであるが、すべて原爆時に10-19歳であった。この所見は1958-61年の期間において被爆者における甲状腺癌の有病率が高い($P < 0.001$)という以前の推定を支持するものである。³¹ さらに観察を行なった結果、原爆時に10-19歳以上の年齢層の被爆者に甲状腺癌を認めている。この所見は、検査をくり返し行なうことによって発見の機会が改善されたことを意味するのかもしれない。

FIGURE 3 THYROID CANCER CASES 1957-64 BY SEX AND EXPOSURE GROUP

図3 1957-64年における甲状腺癌症例：性・被爆群別



The predominance of thyroid cancer in the young female ATB, along with the finding of nodular thyroid enlargement in this same age-sex group ATB, suggest a sex-dependent radiation tissue effect.

Continued observations, presently by Wood et al, will help to add to knowledge of both the naturally-occurring and radiation-induced thyroid neoplasia.

It is quite clear from the ABCC data that the thyroid gland, especially in the young female, is susceptible to radiation and responds by neoplasia. This idea receives support from the investigation by Simpson and Hempelmann³²

原爆時に若かった女子に甲状腺癌が多いことと、この同一年齢、性別群に結節性甲状腺肥大の所見があることは、放射線には組織に対して性と関係のある効果があることを暗示するものである。

現在Woodらによって引き続き観察が行なわれているが、これは自然発生甲状腺新生物と放射線誘発甲状腺新生物に関する知見を増すのに役立つと思われる。

甲状腺は、特に若い女子において放射線に対する感受性が高く、新生物を形成するという事は、ABCCの資料からきわめて明らかである。この考え方は、幼年期

of children and young adults whose thymus glands had been irradiated during infancy and who developed thyroid cancer at a significantly increased rate.

Other Cancer ABCC's efforts to demonstrate any firm relationship between radiation and neoplasia with the exceptions of leukemia and thyroid cancer have not been rewarding as yet.

This is not due primarily to the commonly proposed explanation that the population samples are too small. More importantly, it can be ascribed to difficulties in case detection.

A recent analysis of cumulative mortality data by the authors revealed that except for the Nagasaki males and females, age 20-49, the cumulative mortality rate for gastric cancer was highest in the group exposed within 2000 m. These differences were larger during 1950-55. During the subsequent period, 1955-64, there were instances in which the mortality rate for the group within 1400 m was actually lower than that for those exposed beyond 1400 m. Nagasaki had a lower mortality than Hiroshima from stomach cancer.

This study has also revealed that except for the Nagasaki females, the group within 1400 m had a higher mortality for lung cancer than those exposed beyond 1400 m. However, the number of cases actually observed was small and spread out over this 14-year period. In addition, the non-exposed group had high rates during the period 1955-64.

ABCC is now in the process of designing studies in cancer which hopefully will provide a more definite answer to the question of the role of radiation in neoplasia.

In Utero Exposed These subjects have been examined yearly and continue to be observed into early adult life. Burrow et al have reported recently on a subgroup of this population and have invited attention to diminished head circumference of the adolescents exposed in utero within 2000 m.³³

The earliest observation of microcephaly in a sample with control subjects was made by Miller in 1954 and reported in 1956.³ Miller appreciated slight degrees of small-headedness and described his subjects in terms of standard deviations from the norm. His estimation of relative microcephaly associated with mental retardation in subjects exposed in utero within 2000 m of the hypocenter has been confirmed in a recent study by Wood et al.³⁴

に胸腺に放射線照射を受けその後甲状腺癌の発生が有意に多いという、青少年に関する Simpson と Hempelmann の調査³² によって支持される。

その他の癌 白血病と甲状腺癌以外には、放射線と新生物形成との間に明確な関係を見つけるため ABCC が払ってきた努力はまだ報いられていない。

これは一般にいわれているような、人口サンプルの規模が小さすぎるといえるのがおもな原因ではなく、もっと重要なことは症例発見の困難なことが原因である。

累積死亡資料について行なわれた最近の解析では、長崎の20-49歳までの男女を除くと胃癌の累積死亡率は2000 m 未満の被爆者群が最高であった。1950-55年にかけてこの差異はより大きく、1955-64年には、1400 m 未満の被爆者群の胃癌死亡率は1400 m 以遠の被爆者群の率よりも低い。また長崎の胃癌による死亡率は広島より低率である。

またこの調査では、長崎の女子を除けば1400 m 未満の被爆者群の肺癌死亡率が1400 m 以遠の被爆者群より高いが、実際に観察された例数は少なく、これらがこの14年間にわたって分散している。なお1955-64年には、反対に非被爆者群の肺癌死亡率が高くなっている。

ABCC は目下癌の調査研究計画を立案中で、新生物形成における放射線の役割について、より明確な解答が与えられるものと期待している。

胎内被爆者 これらの対象者については毎年診察が行なわれており、成人期の初期に達している今も観察が続けられている。Burrowらは、最近この対象集団の小サンプルに関する報告を行なって、2000 m 未満で胎内被爆した者の頭囲が小さいことに注目している。³³

1954年に Miller ははじめて対象集団中の小頭症について比較群と対照しながら観察を行なって、その結果を1956年に報告している。³ Miller は軽度の小頭があると認め、その程度を平均との標準偏差を用いて記述している。爆心地から2000 m 未満の胎内被爆者における知能遅延を伴う相対的小頭症についての知見は、最近 Wood らが行なった調査の結果によって再確認された。³⁴

Every congenital malformation noted in this group has been investigated recently by Kawamoto.³⁵ Varying degrees of microcephaly and mental retardation constitute the one striking disability. The most common malformation reported is a shortened fifth middle phalanx, usually bilateral. This slight malformation is commonly found in the Japanese.

Wood et al have completed recently a survey of the entire in-utero subject population at the 17-year-old level.³⁶ Although the results are preliminary, they again indicate relative microcephaly in the subjects exposed in utero within 1400 m and in an early period of gestation. This study also confirms the finding that stature is significantly decreased where there is relative microcephaly.

This group of subjects now about 19 years of age has not reached a marrying age; there is no available information at this point on reproductive performance.

Life Shortening Consistent life shortening or increased mortality in exposed individuals has been demonstrated in the Life Span Study by the cumulative mortality rate noted during 1950-64 in the Life Span Study sample.

It was previously reported by Jablon et al¹⁷ that during 1950-60, nonexposed individuals in the Life Span Study had lower mortality ratios than did the survivors at all distances. Further, it was reported that mortality ratios for survivors exposed within 1400 m were higher than for survivors at greater distances. This higher ratio applied for all causes of death including tuberculosis, leukemia and other malignant diseases. For those located within 1400 m, mortality ratios from all causes of death were especially high during 1951-52, and showed a decline thereafter. Ratios for deaths from cancer in the same group declined from 1951-52 to 1957-58 but then increased during 1959-60. Substantially identical findings were observed here using a different analytic approach with the period of observation extended to 1964.

This recent analysis compared cumulative mortality rates for three exposure groups; those within 1400 m, those beyond 1400 m and those not in the city ATB. The entire cumulative mortality sample was further divided into three age groups: 0-19 years, 20-49 years, and 50 years of age and older. Age was defined as that of 1 October 1950.

This study revealed that mortality from all causes during 1 October 1950 - 30 September 1964 was higher in the

この群に認められた先天性奇形の全例については、最近河本らによって調査が行なわれたが、³⁵ 唯一の顕著な所見は程度の異なった小頭と知能遅延が認められたことである。最も多く認められている奇形は、第5中間指節の短縮でこれは通常両手に見られている。この軽度の奇形は日本人にはよく認められるものである。

Woodらは最近胎内被爆者全員について17歳時における調査を完了した。³⁶ 結果はまだ暫定的なものであるが、1400 m未満で妊娠初期に胎内被爆した者に相対的小頭症が認められた。またこの調査では、相対的小頭症が認められる場合は身長が有意に低いという所見も確認された。

この対象群は現在約19歳であってまだ結婚適齢期に達していないため、現段階では生殖能力に関する資料は得られない。

余命短縮 寿命調査対象者について1950年から1964年までの累積死亡率を調べた結果、被爆者に余命短縮、すなわち死亡率の上昇を一貫して認めている。

さきにJablonら¹⁷は、1950年から1960年までの期間には、寿命調査対象者中の非被爆者の死亡率がいずれの距離における被爆者の死亡率より低いと報告している。さらに1400 m未満で被爆した者の死亡率は、これより遠方で被爆した者の死亡率より高いと報告している。この死亡率の増加は、結核、白血病その他の悪性疾患などを含む全死因について認められた。1400 m未満の被爆者では、全死因による死亡率は、1951年から1952年にかけて特に高く、その後は下降を示している。この群における癌による死亡率は、1951-52年から1957-58年まで下降を示したが、1959-60年に再び増加した。観察をさらに1964年まで延ばし別の解析方法を用いたが、だいたい同じ結果が得られた。

この最近の解析では、1400 m未満の被爆者、1400 m以上遠の被爆者と非被爆者の3群における累積死亡率を比較した。累積死亡率の調査を行なった群をさらに3つの年齢群に分けた。すなわち0-19歳、20-49歳、50歳以上である。この場合、1950年10月1日現在の年齢とした。

この調査では、1950年10月1日から1964年9月30日

group within 1400 m than in the other exposure groups (Figure 4). This difference was found in each age class, for both sexes, and in both cities with the sole exception of Nagasaki females in the age group 20-49. The most striking difference between the group within 1400 m and those beyond 1400 m was noted for males in the youngest age class. This difference of increased cumulative mortality rate was least for the oldest age class. In general, mortality rates in the group beyond 1400 m were slightly higher than those of the not-in-city group. However, females in the group within 1400 m still maintained a sex advantage in that they had a lower cumulative mortality than males of any exposure group for the corresponding age class, and city.

A difference between cities was noted in that the Nagasaki subsample mortality was generally higher than that in the Hiroshima subsample.

Mortality data for the early period of 1 October 1950 - 1 October 1955 revealed that for the group within 1400 m and the group beyond 1400 m, and also between the group beyond 1400 m and the nonexposed group, the differences in mortality were not only in the same direction as those observed for the total 14-year period of observations but were more exaggerated (Figure 5). Again, there were the exceptions of the Nagasaki females 20-49 and also of Nagasaki males 20-49.

The lower mortality of females noted for the whole period was not striking during 1950-55. With the lengthening of the period of observation from 1955 to 1964, the change in differential mortality was observed.

This change or difference in mortality between the groups within and beyond 1400 m may be seen from the ratio between the cumulative mortality rates in the two groups during 1950-55 and separately during the entire period 1950-64 (Figure 6). The ratios during the entire period have become smaller and are approaching unity.

The same temporal relationship was found in comparing the group beyond 1400 m with the not-in-city group. The differences among the exposure groups seemed to be disappearing, particularly for the age classes 20-49 years and 50 years and older.

Thus, the persons exposed within 1400 m appeared to have experienced an acceleration in dying, particularly during 1950-55.

A higher tuberculosis cumulative mortality rate in the group within 1400 m was found only for Hiroshima males and for the Nagasaki males in the younger age classes.

までの期間における全死因による死亡率は、1400 m未満の被爆群が他の群より高いことが認められた(図4)。この差は、長崎の20-49歳の女子以外はすべての年齢区分、男女および両市において認められた。1400 m未満群と1400 m以遠の群の差が最も著しいのは、最若年齢群の男子であった。累積死亡率の増加が最も少ないのは、高年齢群である。全般的に、1400 m以遠の被爆群の死亡率は、非被爆者よりやや高い程度である。しかし、1400 m未満の女子における累積死亡率は、同一年齢区分と同一都市におけるすべての被爆区分の男子より低くなっている。

両市を比べると、長崎サンプルの死亡率は一般に広島より高くなっている。

1950年10月1日から1955年10月1日までの死亡率をみると、この期間の初期における1400 m未満の群と1400 m以遠の群および1400 m以遠の群と非被爆群との死亡率の差は、14年間の全観察期間に認められた傾向と同じであったが、顕著になっている(図5)。この場合も、長崎の20-49歳の女子と男子は例外である。

この全期間を通じて女子の死亡率は低かったが、1950-55年の間はあまり顕著ではない。観察を1955-64年へと続けるに従って死亡率の差に変化がみられた。

1400 m未満の群と1400 m以遠の群との間の死亡率の変化または差は、1950-55年の期間と、別に1950-64年の全期間における両群の累積死亡率の間の比率にみられる(図6)。全期間の比率はしだいに小さくなっており、一様になってきている。

1400 m以遠の群と非被爆群との比較においても同様の時間的關係がみられた。各被爆群の間の差は特に20-49歳および50歳以上の年齢で消失しているように思われる。

したがって1400 m未満の被爆群は、特に1950-55年に死亡の増加をみたようである。

1400 m未満群の結核による累積死亡率は、広島の男子と長崎の若年齢男子のみに高いことが認められた。こ

FIGURE 4 CUMULATIVE MORTALITY RATE PER 1000, 1 OCTOBER 1950 - 30 SEPTEMBER 1964,
JNII-ABCC LIFE SPAN STUDY SAMPLE ALIVE 1 OCTOBER 1950 BY AGE AND DISTANCE

図4 1950年10月1日現在の生存者で構成される予研-ABCC寿命調査サンプルにおける
1950年10月1日から1964年9月30日までの累積死亡率/1000:年齢・距離別

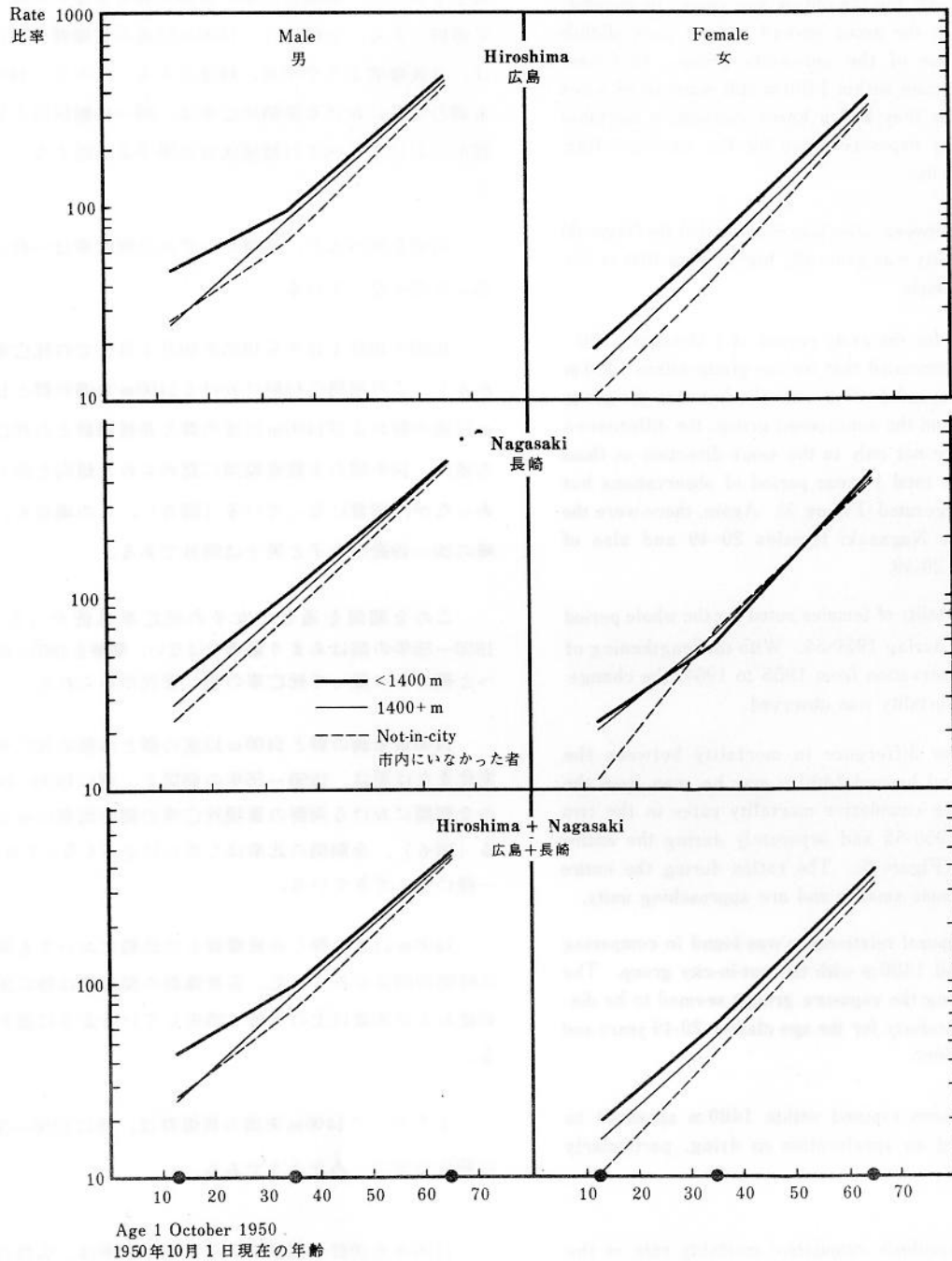


FIGURE 5 CUMULATIVE MORTALITY RATE PER 1000, 1 OCTOBER 1950-30 SEPTEMBER 1955
 JNIIH-ABCC LIFE SPAN STUDY SAMPLE ALIVE 1 OCTOBER 1950 BY AGE AND DISTANCE

図5 1950年10月1日現在の生存者で構成される予研-ABCC寿命調査サンプルにおける
 1950年10月1日から1955年9月30日までの累積死亡率/1000: 年齢・距離別

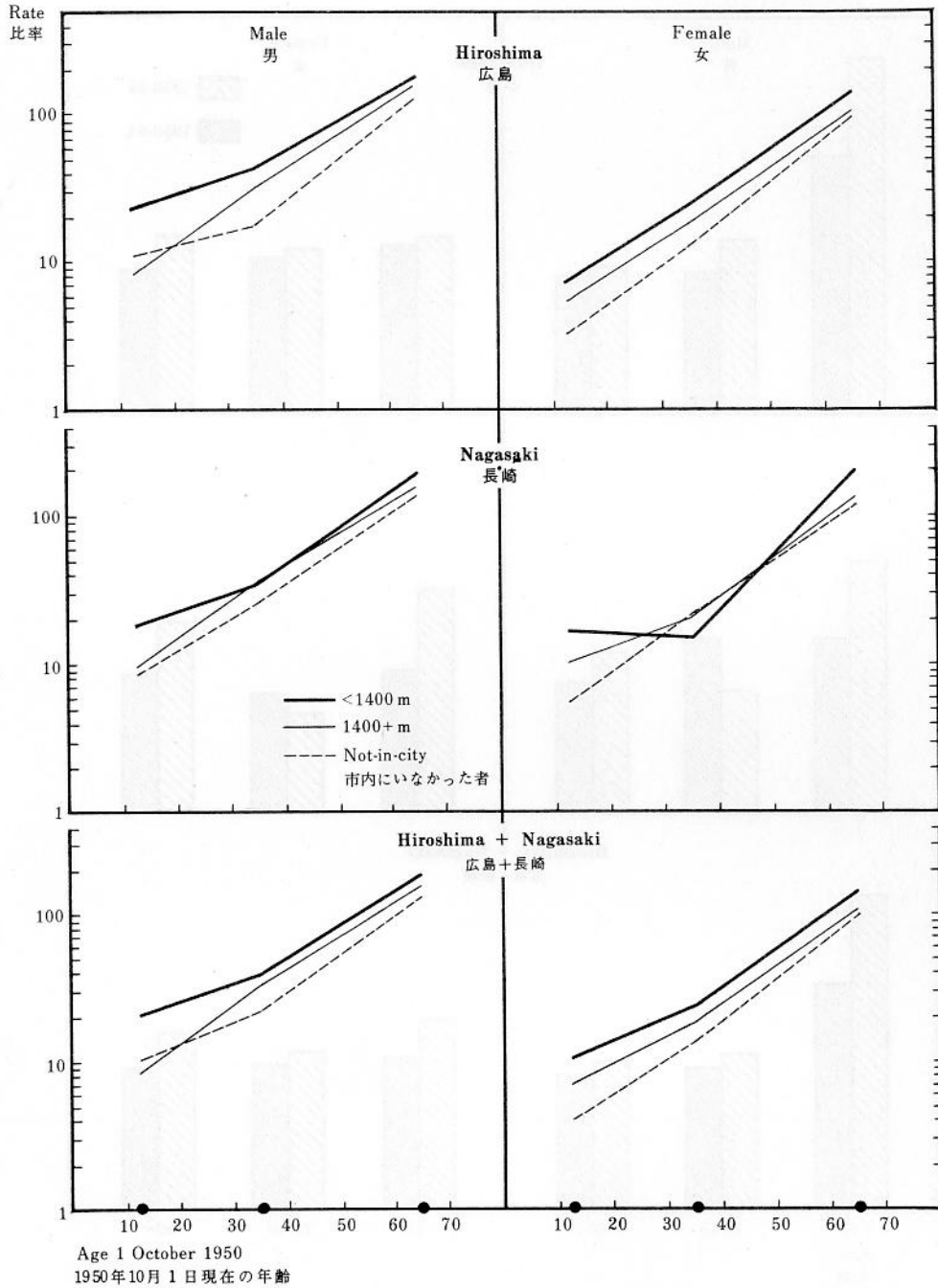
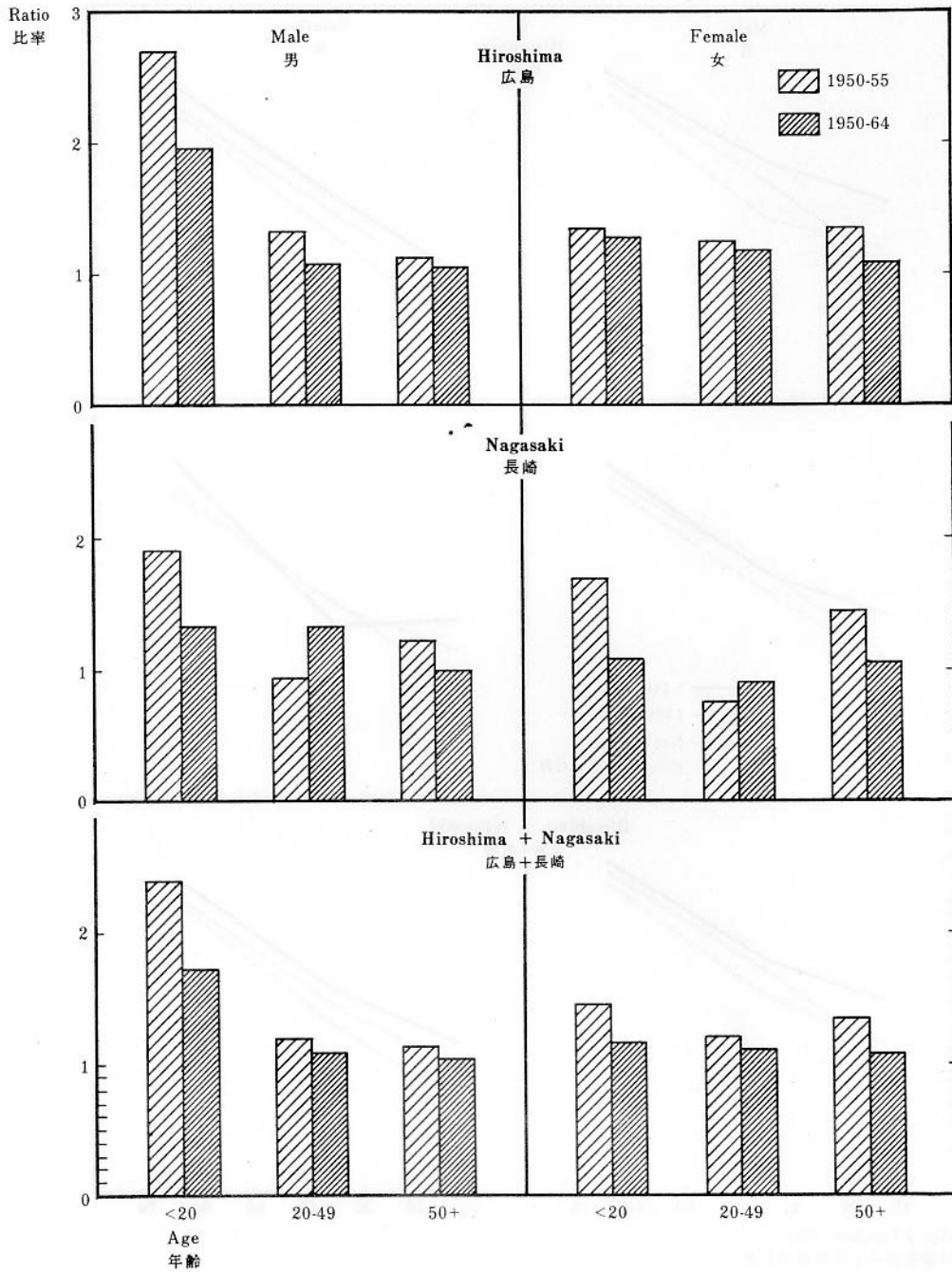


FIGURE 6 RATIO (<1400 m/1400+m) AGE-ADJUSTED CUMULATIVE MORTALITY RATES
1950-55 AND 1950-64, JNII-ABCC LIFE SPAN STUDY SAMPLE

図6 1950-55年および1950-64年における予研-ABCC寿命調査の<1400 m群対
1400+m群の年齢訂正累積死亡率の比



The difference was marked only for the Hiroshima males 50 years and older and only during 1950-55. The mortality rate from tuberculosis was lower in Hiroshima than in Nagasaki. Generally, the not-in-city group had the lowest mortality. The remarkably high mortality rate for leukemia in the group within 1400 m during the entire period 1950-64 is unequivocal.

Thus, the picture is emerging of exposure which produces no new disease but hastens the development of disease and subsequent mortality. It can be considered as an added burden to the host.

Emotional Sequelae Emotional stress in these populations has not been measured. The difficulties in devising an adequate and appropriate tool for evaluating the late emotional effects of the atomic bomb experience, undoubtedly present in the survivor, have stayed any activities by ABCC in this sphere.

The common observations of the lack of hysteria after the bombings and the apparent lack of hostility toward the United States during and after the occupation, as well as the ineffable but different emphasis on interpersonal relationship among the Japanese (*ninjo vis-a-vis giri*)³⁷ are some of the considerations which render ineffective the facile application of a heteroculturally-derived technique.

One objective but gross measurement is the frequency of death from suicide in the survivors compared to the nonexposed. The rate of suicide has been examined in three exposure groups, within 1400 m, beyond 1400 m, and nonexposed, during 1950-64. Cumulative mortality rates for this period revealed no consistent difference among these three groups. For example, the rates (expressed per 1000 persons alive 1 October 1950) for males under 20 years of age in 1950 were 4.9 (<1400 m), 3.5 (1400+ m) and 4.7 (nonexposed). For females of the same age group the rates were 1.7 (<1400 m), 2.9 (1400+ m), and 1.8 (nonexposed).

ABCC AS A HUMAN STUDY CENTER

The citizens of Hiroshima and Nagasaki, exposed and nonexposed, by their high participation rate in the cycle examinations, are making great contributions not only to man's understanding of radiation effects but also of the genesis of disease in a defined population which has been observed over a long-time span. To paraphrase an aphorism, stated recently by a prominent Japanese radiobiologist,³⁸ the subjects of these studies have turned their misfortune into a blessing for all men.

の差は広島50歳以上の男子に1950-55年の期間にのみ顕著であった。結核による死亡率は広島の方が長崎より低率であり、一般に非被爆群の死亡率が最低である。1950-64年の全期間を通じて、1400m未満群における白血病死亡率が著しく高いことも認められている。

かくて、放射線照射のために今までにない新しい疾病が発生するのではなく、発病の助成とその後の死亡の促進があるという傾向がでている。放射線照射は、人体に対する負荷と考えられる。

心理的後遺症 以上の対象集団における心理的ストレスは、まだ調査されていない。被爆者に存在するであろう原爆による精神的後影響を評価するための適当な方法を考案することが困難なため、ABCCはまだこの方面の調査に着手していない。

原爆後両市の市民にヒステリーがなかったことおよび米軍の占領期間中も占領解除後も米国に対する敵意が日本人に認められなかったこと、さらに日本人の対人関係(人情-義理)³⁷は、説明しにくい異なる点に重きが置かれていることなどがあるので、異なる文化によって作られた技法は容易には日本に適用できない。

非被爆者対被爆者の自殺頻度を測定することは、客観的ではあるが大ざっぱな1つの方法である。3つの被爆群、すなわち1400m未満の群、1400m以遠の群および非被爆群における1950-64年間の自殺頻度を調査したが、この期間の自殺による累積死亡率の一貫した差異は、これら3被爆群間には認められなかった。たとえば、1950年現在の20歳以下の男子の比率(1950年10月1日現在の生存者1000名当たりの比率として現わした)は、4.9(1400m未満群)、3.5(1400m以遠の群)および4.7(非被爆群)で、同年齢群の女子の比率は、1.7(1400m未満の群)、2.9(1400m以遠の群)および1.8(非被爆群)であった。

人間研究センターとしてのABCC

広島・長崎両市の被爆者も非被爆者も、高い受診率をもって周期診察に参加することによって、長期にわたって観察されている固定集団における被放射線影響ばかりでなく、疾病の発生についても理解を深める上に大きな貢献をしている。日本の著名な放射線生物学者³⁸が最近引用された格言を敷衍すれば、ABCC調査対象者は、禍を転じ全人類の福としているのである。

SUMMARY

This report has attempted to convey a general description of the ABCC populations under study and a summary of radiation-related findings.

Attention has been particularly invited to the exposure-related findings of increases in leukemia, cataract, thyroid disease, microcephaly, and life shortening.

The populations under study by ABCC are a valuable resource for the study of human disease.

Approved 承認 13 October 1965

要約

この報告は、ABCC 調査対象集団の概要を説明し、あわせて放射線関連所見を総括しようとしたものである。

放射線に関連する所見の1つとして白血病、白内障、甲状腺疾患、小頭症および余命の短縮などの増加に特に注意を向けた。

ABCC が目下調査している集団は、人間の疾病を研究するための貴重な源泉である。

REFERENCES

参考文献

1. HEYSSEL R, BRILL AB, et al: Leukemia in Hiroshima atomic bomb survivors. *Blood* 15:313-31, 1960
(広島原爆被爆者における白血病)
2. COGAN DG, MARTIN SF, KIMURA SJ: Atomic bomb cataracts. *Science* 110:654-5, 1949
(原爆白内障)
3. 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)
4. HOLLINGSWORTH DR, HAMILTON HB, et al: Thyroid disease: A study in Hiroshima, Japan. *Medicine* 42:47-71, 1963
(甲状腺疾患. 広島における調査)
5. NEEL JV, SCHULL WJ: Effect of Exposure to the Atomic Bombs on Pregnancy Termination in Hiroshima and Nagasaki. Washington DC, National Academy of Sciences-National Research Council, Publication No. 461, 1956
(広島および長崎で被爆した人の妊娠終結に及ぼす原爆の影響)
6. Research plan for joint ABCC-JNIH 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)
7. ISHIDA M, BEEBE GW: Research plan for joint JNIIH-ABCC study of life span of A-bomb survivors. ABCC 04-59
(国立予防衛生研究所とABCCが共同で実施する原爆被爆者寿命に関する研究企画書)
8. SCHULL WJ, NEEL JV: The Effects of Inbreeding in Japanese Children. New York, Harper and Row, 1965
(日本の子供における血族結婚の影響)
9. BURROW GN, HRUBEC Z, HAMILTON HB: Study of adolescents exposed in utero, research plan. ABCC TR 16-60
(胎内被爆児の思春期調査, 研究計画書)
10. KATO H, SCHULL WJ: Joint JNIIH-ABCC Life Span Study of Children Born to Atomic Bomb Survivors, research plan. ABCC TR 04-60
(国立予防衛生研究所とABCCが共同で実施する原爆被爆者の子供の寿命調査, 研究計画書)
11. KATO H, SCHULL WJ, NEEL JV: A cohort-type study of survival in the children of parents exposed to atomic bombings. ABCC TR 04-65
(原子爆弾被爆者の子供の死亡に関するコホート型の研究)
12. ANGEVINE DM, JABLON S: Late radiation effects of neoplasia and other diseases in Japan. *Ann NY Acad Sci* 114:823-31, 1964
(日本における放射線後影響としての新生物形成およびその他の疾患)

13. ANDERSON RE, YAMAMOTO T, et al: Autopsy study of leukemia in Hiroshima. Arch Path 78:618-25, 1964
(広島における白血病の剖検調査)
14. ANDERSON RE, ISHIDA K: Malignant lymphoma in survivors of the atomic bomb in Hiroshima. Ann Intern Med 61:853-62, 1964
(広島原爆被爆生存者における悪性リンパ腫)
15. ANDERSON RE, HOSHINO T, YAMAMOTO T: Myelofibrosis with myeloid metaplasia in survivors of the atomic bomb in Hiroshima. Ann Intern Med 60:1-18, 1964
(広島原爆被爆生存者における骨髄様化生を伴う骨髄線維症)
16. MORROW LB, ANDERSON RE: Active tuberculosis in leukemia, malignant lymphoma and myelofibrosis. Arch Path 79:484-93, 1965
(白血病, 悪性リンパ腫および骨髄線維症における活動性肺結核)
17. JABLON S, ISHIDA M, YAMASAKI M: Studies of the mortality of A-bomb survivors. 3. Description of the sample and mortality 1950-1960. Radiat Res 25:25-52, 1965
(原爆被爆者の死亡率調査, 第3報, サンプルおよび死亡率の概略, 1950-1960年)
18. FREEDMAN LR, FUKUSHIMA K, SEIGEL DG: ABCC-JNIH Adult Health Study. Report 4. 1960-62 cycle of examinations, Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 20-63
(ABCC-予研成人健康調査, 第4報, 1960-1962年診察周期, 広島・長崎)
19. FINCH SC, HOSHINO T, et al: Operational manual for the detection of leukemia and related disorders, Hiroshima and Nagasaki. ABCC Manual 01-65
(白血病および類縁疾患の探知に関する作業要覧, 広島・長崎)
20. HOSHINO T, ITOGA T, KATO H: Leukemia in the offspring of the parents exposed to the atomic bomb at Hiroshima and Nagasaki, preliminary report. ABCC TR in preparation, presented at the 27th General Meeting of the Japan Hematological Society, 28-30 March 1965, Tokyo
(広島・長崎の原子爆弾被爆者の子孫における白血病, 予報)
21. HOSHINO T, FINCH SC, HRUBEC Z: Relationship between development of radiation cataract and leukemia. ABCC TR in preparation, presented at the Japan Radiation Research Society Meeting, 14-15 May 1965, Tokyo
(放射線性白内障と白血病の関係)
22. FLICK JJ: Ocular lesions following atomic bombing of Hiroshima and Nagasaki. Amer J Ophthal 31:137-54, 1948
(広島・長崎の原子爆弾後に発生した眼傷害)
23. COGAN DG, MARTIN S, et al: Ophthalmologic survey of atomic bomb survivors in Japan, 1949. Trans Amer Ophthal Soc 48:62-87, 1950
(1949年に日本において行なわれた原爆被爆者の眼科学的調査)
24. KIMURA SJ, IKUI H: Atomic bomb radiation cataract: Case report with histopathological study. Amer J Ophthal 34:811-6, 1951
(原爆放射線性白内障: 症例報告とその組織病理学的検索)
25. SINSKEY RM: Cataracts from A-bomb. Sci News Letter 63:165, 1953
(原子爆弾による白内障)
26. SINSKEY RM: The status of lenticular opacities caused by atomic radiation, Hiroshima and Nagasaki, Japan, 1951-1953. 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: 1951-1953年にわたる調査)
27. 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: Cataracts due to atomic bomb. Nippon Ganka Gakkai Zasshi - Acta Soc Ophthal Jap)
28. KANDORI F, MASUDA Y: Statistical observations of atomic bomb casualties. Amer J Ophthal 42:212-4, 1956
(原爆白内障に関する統計的観察)
29. 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
(広島被爆者における水晶体変化に関する統計的観察: 遅発性影響の臨床的および統計的観察)
30. MILLER RJ: Summary of trip to U.S.A., 27 October-17 November 1963. Personal communication to G.B. Darling, 18 November 1963
(1963年11月18日付G.B.Darling への私信)
31. SOCOLOW EL, HASHIZUME A, et al: Thyroid carcinoma in man after exposure to ionizing radiation: A summary of the findings in Hiroshima and Nagasaki. New Eng J Med 268:406-10, 1963
(電離放射線をうけた人間の甲状腺癌, 広島および長崎における所見の総括)
32. SIMPSON CL, HEMPELMANN LH: Association of tumors and roentgen-ray treatment of the thorax in infancy. Cancer 10:42-56, 1957
(腫瘍と小児期における胸部X線療法との関係)

33. BURROW GN, HAMILTON HB, HRUBEC Z: Study of adolescents exposed in utero to the atomic bomb, Nagasaki, Japan. 2. Growth and development. JAMA 192:357-64, 1965
(胎内被爆児の思春期調査, 長崎, 第2報, 成長および発育)
34. WOOD JW, JOHNSON KG, OMORI Y: In-utero exposure to the Hiroshima atomic bomb. Follow-up at 20 years. ABCC TR 09-65
(広島原爆胎内被爆者—20年間の経過)
35. KAWAMOTO S: An evaluation of congenital malformations in children exposed in utero. Manuscript in preparation
(胎内被爆児の先天性奇形の評価)
36. WOOD JW, KEEN RS, et al: Study of children exposed in utero to the atomic bombs in Hiroshima and Nagasaki - Growth and development. Manuscript in preparation
(広島・長崎における原爆胎内被爆児の調査—成長と発育)
37. *Ninjo* is defined as humaneness, as compassion, sympathy, kindness or affection, inherent in man for others; and *giri* as moral obligation, an assumed moral discipline in associating with others. These definitions are limited since there is no appropriate counterpart in English for these words which would satisfactorily provide their full connotation.
人情の意味は、なさけ、すなわち人が本来もっている他人に対する思いやり、同情、親切、愛情である。一方、義理は、道義的義務、すなわち人が他人と交際するうえに行なうべき道と定義されている。英語には、その含蓄を完全に伝える同義語がないので、両定義はともに不十分である。
cf BENEDICT R: *The Chrysanthemum and the Sword*. Boston, Houghton Mifflin, 1946. Chap 6, p 116
(菊と力) 参照
38. TSUKAMOTO K: Opening address, 11th International Congress of Radiology, 22-28 September 1965, Rome
(第11回国際放射線学会の開会の辞, 1965年9月22—28日, Rome)