

RADIATION EFFECTS ON ATOMIC BOMB SURVIVORS

原爆被爆者における放射線影響

IWAO M. MORIYAMA, Ph.D.

ARTHUR STEER, M.D.

HOWARD B. HAMILTON, M.D.

WALTER J. RUSSELL, M.D., D.M.Sc.

KIYOSHI SHIMIZU, M.D. 志水 清

DONALD S. DOCK, M.D.



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION

国立予防衛生研究所 - 原爆傷害調査委員会

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

TECHNICAL REPORT SERIES

業 績 報 告 書 集

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

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

RADIATION EFFECTS ON ATOMIC BOMB SURVIVORS

原 爆 被 爆 者 に お け る 放 射 線 影 響

IWAO M. MORIYAMA, Ph.D.
ARTHUR STEER, M.D.
HOWARD B. HAMILTON, M.D.
WALTER J. RUSSELL, M.D., D.M.Sc.
KIYOSHI SHIMIZU, M.D. 志水 清
DONALD S. DOCK, M.D.



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
U.S.A. NATIONAL CANCER INSTITUTE
U.S.A. NATIONAL HEART AND LUNG INSTITUTE
U.S.A. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH

原 爆 傷 害 調 査 委 員 会
広島および長崎

米国学士院—学術会議と日本国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, 米国癌研究所, 米国心臓・肺臓研究所
米国環境保護庁および日本国厚生省国立予防衛生研究所
の研究費による

RADIATION EFFECTS OF ATOMIC BOMB SURVIVORS

CONTENTS

目次

Summary 要約 1

Introduction 諸言 1

Radiation Effects of the Bombs 原爆の放射線影響 4

Selected Major Findings 特定の主要所見 6

References 参考文献 10

Selected References on Basic Research Plans
基盤研究計画に関する特定参考文献 13

Figure 1. Major ABCC samples, size and date sampled
図 1. 主要な ABCC 調査群, その大きさと編成時期 3

ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION
MEMBERSHIP AND HONORARY MEMBERS

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

and Terms provided by
U.S.A. ATOMIC ENERGY COMMISSION
U.S.A. NATIONAL CANCER INSTITUTE
U.S.A. NATIONAL HEART AND LUNG INSTITUTE
U.S.A. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH

委員 調査 顧問 助産 委員

本報告書は、一九七三年一月一日現在のものである。この報告書の発行は、一九七三年一月一日現在のものである。

Copyright © 1973 by the Atomic Bomb Casualty Commission
東京 100 東京都千代田区千代田 1-1-1
電話 3-34-1111

Approved 承認 22 February 1973

RADIATION EFFECTS ON ATOMIC BOMB SURVIVORS

原爆被爆者における放射線影響

IWAO M. MORIYAMA, Ph.D.¹; ARTHUR STEER, M.D.²; HOWARD B. HAMILTON, M.D.³;
WALTER J. RUSSELL, M.D., D.M.Sc.⁴; KIYOSHI SHIMIZU, M.D. (志水 清)⁵; DONALD S. DOCK, M.D.⁶

Departments of Statistics,¹ Pathology,² Clinical Laboratories,³ Radiology,⁴ Medical Sociology,⁵ and Medicine⁶

統計部,¹ 病理部,² 臨床検査部,³ 放射線部,⁴ 医科社会学部,⁵ および臨床部⁶

SUMMARY

This report includes a brief history of ABCC, a description of the major samples used in the various studies related to the delayed effects of radiation exposure to the atomic bombs, and a presentation in capsule form of the major findings from ABCC studies relating to the delayed effects of the Atomic Bombs.

INTRODUCTION

At the time when the ABCC studies were first started, the harnessing of atomic energy for peaceful purposes was only a remote possibility. With the development of public nuclear power, there has been an increasing demand for information on the effects of exposure to ionizing radiation for establishing protection standards. Because of paucity of data on human radiation exposure, the ABCC-JNIH studies are serving, in an important way, as bases for various kinds of estimates on the biological effects of exposure to different levels of ionizing radiation.

Brief History of ABCC Program. The establishment of ABCC in 1947 provided an organizational framework for surveys and studies on the delayed effects of the A-bombs. Between 1947 and 1950, major surveys were begun on genetic effects, hematologic changes, cataracts, growth and development, and leukemia. Autopsy, clinical laboratory, and outpatient examination facilities were developed, and a major adult medical survey begun. A nationwide enumeration was made at the time of the 1950 National Census to determine who were in Hiroshima and Nagasaki cities at the time of the A-bombs (ATB).

要約

本報は、ABCCの簡単な沿革、原爆放射線被曝の遅発性影響の究明を目的とする調査研究に用いられている主要調査群、およびABCCの調査研究で得られた原爆の遅発性影響に関する主要所見の概要を記述したものである。

緒言

ABCCの調査開始当時は、原子力を平和的目的のために利用することは一つの可能性として考えられていたにすぎなかった。公共のための原子力利用の発展につれて、安全防衛基準設定のために電離放射線被曝の及ぼす影響についての情報の必要性がますます高まっている。ヒトの放射線被曝については資料がほとんどないので、予研とABCCの調査は、種々の程度の電離放射線被曝による生物学的影響に関する各種の推定の基盤として重要な貢献をしているといえよう。

ABCC調査プログラム沿革の要点。 1947年にABCCが設立されたことにより、原爆の後影響に関する種々の調査研究を実施するための組織機構ができた。1947年から1950年の期間には、遺伝学的影響、血液学的変化、白内障、成長発育、および白血病に関する主要調査が始められた。剖検、臨床検査および外来検診の設備も整い、大規模な成人医学的調査が開始された。1950年国勢調査の際に、原爆時に広島・長崎にいた者の全国的調査が行なわれた。

Work began in late 1950 on the population sample exposed in utero to the radiation effects of the bomb. Shielding interviews were instituted, and mortality studies were started. Late in 1955, the Francis Committee proposed a unified epidemiologic design for future work, the Unified Study Program. In 1957, the Oak Ridge National Laboratory became involved in the development of a physical approach to A-bomb dosimetry.

During 1957-60, efforts were directed mainly toward the organization and early operation of the Unified Study Program. The extensive interviewing for the Master Sample was largely accomplished; the ABCC-JNIH Adult Health Study sample was defined and the study itself started; and shielding interviews were accelerated. The Atomic Bomb Survivors Medical Treatment Law was passed in 1957, creating a benefit program for proximally exposed survivors and subsequent revisions extended benefits to other categories. The JNIIH-ABCC Life Span Study and the F₁ Mortality Study were initiated. Studies were begun on aging, cardiovascular disease, and thyroid disease. The Leukemia Registry became more highly organized and strengthened. Tumor Registries were established in Hiroshima and Nagasaki. Radiation exposure dose (T57D) was estimated for each individual in the various samples.

The years 1961 to 1968 was a period of consolidation and development. The Master Sample was closed in 1961, and reports on mortality experience were issued. An in utero mortality sample was defined, and the clinical experience of the in utero exposed was more intensively examined. Cardiovascular studies were augmented, ophthalmologic surveys undertaken, and apparent tumorigenic effects reported for the thyroid, breast, and lung. The autopsy program became more relevant by restricting postmortem studies to members of the major fixed samples under study at ABCC, and the autopsy procurement procedure was modified to eliminate former selective influences. The Oak Ridge National Laboratory dosimetry program yielded more refined second-generation dose estimates (T65D).

Major Samples. Currently, the major samples¹ consist of the Adult Health Study and the Life Span Study; the former a morbidity study of survivors and their comparison groups based on biennial physical examinations; the latter a study of the mortality pattern of survivors and their comparison groups over a period of time. The in utero sample affords study of the population

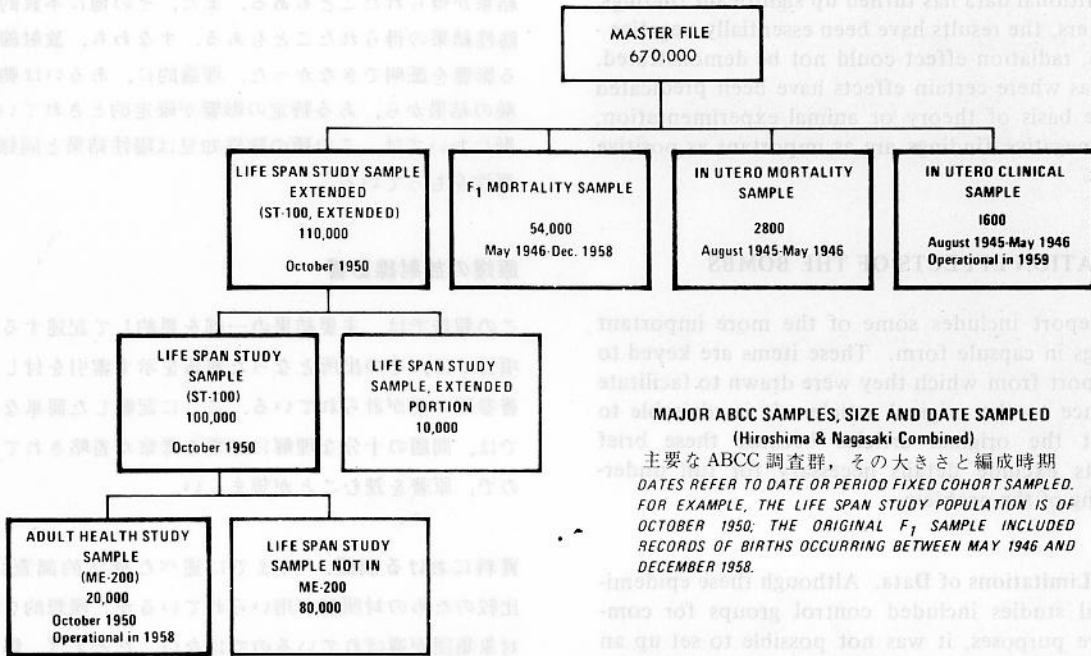
胎内で原爆放射線に被曝した人口についての調査が1950年後期から始められた。遮蔽に関する面接調査が行われ、死亡調査も開始された。1955年後半には、将来の調査のための統一された疫学的計画、すなわち統合研究計画が Francis 委員会によって提案された。1957年からは Oak Ridge National Laboratory が放射線量の物理学的推定法の開発を担当することになった。

1957-60年の期間には、統合研究計画の組織化と早期の運営に主力が向けられた。基本サンプル設定のための広範にわたる面接調査はほとんど完了し、ABCC-予研成人健康調査の対象集団を選定して調査を開始するとともに、遮蔽に関する面接調査も促進された。1957年に原子爆弾被爆者の医療等に関する法律が制定され、近距離被爆者の診療プログラムが開始された。その後の法の改正では、その他の被爆者にもこの恩恵が拡大適用されるようになった。予研-ABCC寿命調査および被爆者の子供の死亡調査も開始された。加齢現象、心臓血管疾患および甲状腺疾患の研究にも着手し、白血病登録調査はいっそう組織化され、強化された。広島および長崎の両市で腫瘍登録調査が始められた。それぞれの調査群に属している各被爆者の推定被曝線量(T57D)が求められた。

1961年から1968年までは調査の拡充と発展の期間であった。基本サンプルは1961年に締め切れ、その死亡調査についての報告が発表された。胎内被爆者死亡調査の対象集団が選定され、胎内被爆者のより強力な臨床調査が行われた。心臓血管調査は強化され、眼科学的調査も実施され、甲状腺、乳房および肺に対する明白な腫瘍発生効果も報告された。剖検をABCCの主要固定集団に限定することによって剖検調査はいっそう効果的なものとなり、剖検例の入手要領も以前の選択的影響を除く方向に修正された。Oak Ridge National Laboratory の線量測定調査プログラムでは、精度のより高い2回目の線量推定値(T65D)が求められた。

主要調査対象集団。 現在の主要調査対象集団¹は、成人健康調査および寿命調査の対象者からなっている。前者は被爆者およびその対照者について2年に1回の健康診断を行なう罹病調査である。後者は、一定期間中の被爆者とその対照者の死亡状況を確認する調査である。そのほかに、胎内で原爆放射線を受けた胎内被爆者集団お

FIGURE 1



MAJOR ABCC SAMPLES, SIZE AND DATE SAMPLED

(Hiroshima & Nagasaki Combined)

主要な ABCC 調査群, その大きさと編成時期
 DATES REFER TO DATE OR PERIOD FIXED COHORT SAMPLED.
 FOR EXAMPLE, THE LIFE SPAN STUDY POPULATION IS OF
 OCTOBER 1950; THE ORIGINAL F₁ SAMPLE INCLUDED
 RECORDS OF BIRTHS OCCURRING BETWEEN MAY 1946 AND
 DECEMBER 1958.

exposed to atomic bomb radiation in utero; the F₁ mortality sample studies the life span of children born to A-bomb survivors. The size of these samples, and their relationships to the Master File are shown in Figure 1.

ABCC Reports. On the basis of the various source data developed in ABCC over the years, many studies have been conducted. The ABCC Technical Report series was established in 1959 and now includes well over 400 reports.² Several monographs and numerous journal articles have also been published. Although the primary interest of JNIIH-ABCC concerns radiation effects of the A-bombs on the surviving population, the publications include other studies of scientific interest to clinicians, pathologists, radiologists, geneticists, and statisticians.

よび被爆者の子供の寿命を調査するために設けられた被爆者の子供の死亡調査対象集団がある。これらの調査対象集団の大きさおよび基本名簿の関連は図1に示した。

ABCC 報告書. 過去何年間にもわたって ABCC において種々の出所から求められた資料に基づいて多くの調査が実施された。1959年から発刊された ABCC 業績報告集には、現在 400編以上の報告が含まれている。² その他、いくつかのモノグラフおよび多数の学術雑誌発表がある。ABCC - 予研の主要研究目的は原爆放射線の被爆生存者に及ぼす影響の調査にあるが、発表された報告にはそのほかにも、臨床家、病理学者、放射線科医、遺伝学者および統計学者にとって関心のある調査が含まれている。

Among these are reports of investigations of other radiation sources acting as possible contaminants. The findings from the different studies are of varying significance. Because of the relatively small sample size, the results of a number of studies have been inconclusive. In some cases, the accumulation of additional data has turned up significant findings. In others, the results have been essentially negative—that is, radiation effect could not be demonstrated. In areas where certain effects have been predicated on the basis of theory or animal experimentation, these negative findings are as important as positive results.

RADIATION EFFECTS OF THE BOMBS

This report includes some of the more important findings in capsule form. These items are keyed to the report from which they were drawn to facilitate reference to the original article. It is advisable to consult the original articles because these brief extracts exclude details necessary for full understanding of the problem.

Some Limitations of Data. Although these epidemiological studies included control groups for comparative purposes, it was not possible to set up an ideal population sample. For example, the number of survivors exposed near the hypocenter is limited, and cannot be augmented. The selection of a proper control group presents another problem. Essentially, any control group should resemble the experimental group in every respect excepting factors being tested (radiation exposure in this case). Because everyone in the hypocenter areas was exposed to some degree, a sample was taken of the population residing in the city at the time of the survey who were not in the cities ATB. The not-in-city (NIC) groups were subdivided into early and late entrants into the cities since they might have represented different kinds of populations. Actually, the NIC group appears to differ from the A-bomb survivors in other respects such as socio-economic status. Therefore, in many instances, the NIC group has been abandoned as a control in favor of survivors with very low exposure doses, for example, 0-9 rad. The question of a proper control is still a problem.

The studies involving the major ABCC samples relate to the A-bomb survivors who were alive at the initial survey about 5 years after the bombs. Therefore, the samples exclude the more severely injured, and offer the possibility of measuring the

また、汚染源になりうると考えられる他の線源についての調査の報告もある。それぞれの調査によって求められた結果には種々の意義がある。調査対象集団が比較的小さいためにいくつかの調査の結果は決定的なものではなかった。ある場合には、追加資料の蓄積によって有意な結果が得られたこともある。また、その他に本質的には陰性結果の得られたこともある。すなわち、放射線による影響を証明できなかった。理論的に、あるいは動物実験の結果から、ある特定の影響が確定的とされていた分野においては、この種の陰性知見は陽性結果と同様の重要性をもっている。

原爆の放射線影響

この報告では、主要結果の一部を要約して記述する。各項目には、その出所となった報告を示す索引を付して原著参照の便が計られている。ここに記載した簡単な抜粋では、問題の十分な理解に必要な考察が省略されているので、原著を読むことが望ましい。

資料における制限。今までに述べた疫学的調査には、比較のための対照群が用いられているが、理想的な調査対象集団が選ばれているのではない。たとえば、爆心地の近くで被爆した生存者の数には限度があり、その数を増やすことはできない。適当な対照群の選出にも問題がある。本来、調査している要因（この場合は放射線被曝）を除けば対照群と被爆者群はすべての点で同様でなければならぬ。爆心地に近い地域にいた者の全員は多少の放射線を被曝しているので、調査当時の市内居住者の中から原爆時に市内にいなかった人々の集団を選んだ。この市内にいなかった群の早期入市者と後期入市者とは性質が異なるのではないかと思われたので、両者は別々に分類されている。この市内にいなかった群と被爆者群とはその他の点でも、すなわち、社会経済面でも違っていることが判明した。したがって、この市内にいなかった群の代わりに低線量群、たとえば0-9 rad被曝群が対照として用いられてきたこともしばしばある。適当な対照群については、なお問題が残っている。

ABCCにおける主要調査集団の研究は、原爆後約5年を経て実施された最初の人口調査時に生存していた者を対象にしている。したがって、最も強度の傷害を受けた者が調査集団から除外されており、可能性としては軽度な

delayed effects of exposure, from light to moderately heavy radiation dose. However, it is not possible to separate blast or thermal effects from the radiation effects.

Sample size poses a problem. When the data are classified by city, sex and age, radiation exposure, and causes of illness or causes of death, the frequency of events dwindles very rapidly. This introduces variability into the data, and creates difficulties in their interpretation. Inferences can be made only after the performance of statistical tests of significance to give some assurance that the differences observed are not due to chance alone.

The Japanese family registration system results in efficient and convenient notification of deaths. However, there is something more to be desired in the diagnostic data on the death and morbidity records. Evaluation³ of the medical certificate of cause of death has brought some assurance as to the quality of diagnostic data on death certificates, especially for malignant neoplasms of various sites.

The clinical diagnoses available for the Adult Health Study are difficult to characterize, especially if they are not based on laboratory findings. Most investigators have used the coded diagnoses for initial ascertainment only, reexamining the patient or reviewing the chart to make final selections in relation to study criteria. There is little information on the frequency with which diagnoses are missed. The ascertainment varies also in relation to the special interests and experience of the examiners at one time or another, the existence of particular substudies, and other factors.

For radiation exposure data, the field investigators gathered specific information on distance-shielding configuration, and acute symptoms. These retrospective data are biased to an unknown extent by recall problems.

The early studies were made on the basis of exposure classification comprised of distance from hypocenter and acute radiation symptoms. In 1957, the first dosimetry system (T57D) was adopted, and in 1966, the second, or T65D, system. Each system involves rules for calculation of separate gamma and neutron doses to the individual based on his distance from the hypocenter and his shielding configuration. Even in the T65D system, the procedures do not apply to subjects in reinforced concrete buildings, in factories with heavy machinery, or in streetcars.

いし中等度の放射線被曝の後影響を調べることになる。しかし、爆風あるいは熱線の影響と放射線被曝による影響との区別はできない。

調査対象集団の大きさも問題である。資料を都市、性、年齢、被曝線量および病因あるいは死因別に分類した場合の各件数は非常に少なくなる。このために資料に変動が導入され、資料の解釈も困難となる。観察される差が偶然に生じたものではないことについてある程度の確信を得るためには有意性検定を行なって初めて推計が可能となる。

日本では戸籍制度のもとで死亡の届出が効果的に、かつ適切に行なわれている。しかし、死亡診断書には、より詳細な資料の記録が望まれる場合がある。死亡診断書に記載されている死因についての検討の結果、³ 死亡診断書の資料、特に部位別の悪性新生物に関する診断の正確性についてはいくらかの確信が得られた。

成人健康調査の臨床診断は、臨床検査結果による裏づけがないかぎり、その性格づけは困難である。多くの研究者は、符号化されている診断を最初の症例発見のためのみ用いており、調査の基準に基づいての患者の再診または診療録の検討によって最終決定を行なっている。診断が脱落する頻度についてはほとんどわからない。各時期における診察担当者の持つ特別な関心や経験あるいは特定研究の有無およびその他の因子によっても症例発見は違ってくる。

放射線被曝資料に関しては、調査員は距離と遮蔽状況および急性症状についての具体的な情報を集めている。この資料は、事後調査によって得られたので、記憶の問題による未知の偏りがある。

初期の研究は、爆心地からの距離と急性放射線症状による被曝分類とに基づいて実施された。1957年に最初の線量推定方式(T57D)が採用され、1966年に第2の方式、すなわち、T65D方式が採用された。この二つの方式では、爆心地からの距離と遮蔽状況に基づいて各個人のガンマ線および中性子線の量を別々に計算するための規定が与えられている。T65D方式でさえも鉄筋コンクリートの建物、重工業の工場または電車の中にいた対象者には適用できない。

SELECTED MAJOR FINDINGS

Some of the more significant findings from various studies are reported here. Because of different latent periods for different effects, the findings generally apply only to the period of observation. A negative finding at one point in time does not necessarily mean that certain effects will not be manifested later. For example, earlier studies gave no indication that malignancies would be a special problem for those with radiation exposure during childhood. However, recent studies show the incidence of malignant neoplasms is rising rapidly in this cohort. Conversely, effects such as leukemia are beginning to wane.

Genetic Effects. Significant effects of parental exposure to the A-bomb on stillbirth or infant mortality rates, birth weight of child, or on the frequency of congenital malformations have not been detected.⁴

The sex ratio (ratio of male to female babies) was expected to decrease if the mother had been irradiated, and to increase with paternal irradiation. An earlier study suggested such a shift, but additional data failed to confirm this hypothesis.⁵

No relationship has been observed between parental exposure and the mortality of children.⁶

No significant increase in leukemia incidence has been observed in the offspring of persons exposed to A-bomb radiation.⁷

A preliminary cytogenetic study in the offspring of A-bomb survivors showed no evidence of radiation effects on meiotic chromosomes.⁸

Radiation Injuries. Three major symptoms of acute radiation exposure were observed — epilation, bleeding (including purpura), and oropharyngeal lesions. Acute radiation symptoms increased almost linearly from 5% to 10% among those exposed to total dose of 50 rad to 50% to 80% of those with about 300 rad exposure, after which the proportion levelled off.⁹

Delayed Effects on Growth and Development. Head circumference and height were significantly smaller in children in utero whose mothers were proximally exposed and evidenced major radiation symptoms.¹⁰

Consistently smaller head and chest circumferences, weight, standing and sitting heights at ages 14 to 15

特定の主要所見

種々の調査から得られている最も意義のある若干の所見をここに記述する。それぞれの影響に対する潜伏期間が異なるので、ここに記載する所見は、一般的にその観察の行なわれた期間にのみ当てはまるものである。ある1時点において陰性所見があったとしても、ある種の影響が将来出現しないだろうということを必ずしも意味しない。たとえば、初期の調査では、小児期に放射線被曝した者において悪性腫瘍が特別な問題になることを示す知見はなかった。しかし、最近の調査では、悪性腫瘍がこの対象群に急速に増加していることが認められている。逆に、白血病のように衰え始めているものもある。

遺伝学的影響。 死産率、乳児死亡率、生下時体重または先天性奇形の頻度に対して、親の原爆被曝による有意な影響は認められなかった。⁴

子供の性比(女子に対する男子の割合)は、母親が放射線照射を受けていた場合には減少し、父親の場合には増加することが予想された。初期の調査では、このような変化が示唆されたが、その後の追加資料ではこの仮説は確認できなかった。⁵

両親の被曝とその子供の死亡率との間に関係は認められなかった。⁶

原爆被曝者の子供には、白血病発生率の有意な増加は認められなかった。⁷

原爆被曝者の子供に関する予備的な細胞遺伝学的調査では、生殖細胞染色体に対する放射線影響の形跡は認められなかった。⁸

放射線傷害。 急性放射線被曝の主要症状は、脱毛、紫斑を含む出血および口腔咽頭部病変であると認められた。急性放射線症状の頻度は、総線量50 radの被曝者における5%—10%から約300 radの被曝者における50%—80%までほとんど直線的に増加し、それ以上になるとこの比率はしだいに横ばい状態となった。⁹

成長および発育に対する遅発性影響。 母親が近距離で被曝し主要放射線症状を呈した胎内被曝者は、頭囲および身長が有意に小さいことが認められた。¹⁰

長崎で高線量を受けた母親から生まれた子供の14—15歳時検査で、頭囲、胸囲、体重、身長および座高がいずれ

years were found among Nagasaki children whose mothers were exposed to high doses.¹¹

Height, weight and head circumferences at 17 years of age were significantly smaller in the Hiroshima in utero children whose mothers were proximally exposed.¹²

Decreased head circumference was most prominent among those in the first trimester of gestation ATB.¹³

Body size was smaller and body maturation less advanced in the Hiroshima exposed children.¹⁴ Adult height was significantly less among Hiroshima children 0-5 years of age ATB exposed to high doses. Dose effect declined with increasing age ATB, but adult weight was less regardless of age ATB.¹⁵

In a small sample of cases, tissue from the exposed population was found to have a smaller hexosamine to collagen ratio than the nonexposed, suggesting possible accelerated aging among those proximally exposed.¹⁶

There was no radiation effect on bone maturation among those exposed to radiation in utero ATB.¹⁷

Delayed Effects of Disease Occurrence. The first demonstrated delayed effects of the A-bombs were radiation cataracts in about 2½% of survivors within 1000 m from the hypocenter. Cataracts were the only delayed manifestations of ocular injury from the A-bomb. The latent period for subjective disturbances from cataracts appears to have been about 2 years.¹⁸

Prevalence of mental retardation was high in those exposed in utero less than 1500 m from the hypocenter. Mental retardation was more frequent in those exposed between the 6th and 15th weeks of pregnancy, the period of brain differentiation and development of the cerebral cortex.^{19,20}

For in utero children, the death rate for all causes, especially among infants, increased with intensity of radiation exposure of the mother. However, no increase in mortality from leukemia and other cancers was observed.²¹

No relationship between the prevalence or incidence of rheumatoid arthritis and radiation dose has been found.²²

も一貫して小さいことが認められた。¹¹

広島で近距離被爆した母親に生まれた胎内被爆者の17歳時検査において、身長、体重および頭囲が有意に小さいことが認められた。¹²

頭囲の減少は、原爆時に第1妊娠3か月期にあった者において最も顕著であった。¹³

広島で原爆放射線を受けた子供は、体格が小さく、成熟状態が遅滞している。¹⁴ 原爆時に0-5歳で高線量を受けた広島の子供は、成人期の身長が有意に低いことが認められた。原爆時の年齢が高かった者ほど放射線線量の影響は少ないが、成人期の体重は原爆時の年齢とは無関係に軽いことが認められた。¹⁵

少数の対象者についての調査で、被爆者の組織中のヘキソサミン対膠原質比が非被爆者より低いことが認められ、この所見は近距離被爆者に加齢促進の存在することを示唆する。¹⁶

胎内被爆者の骨成熟に放射線の影響は認められなかった。¹⁷

疾病発生に対する遅発性影響。 最初に証明された原爆の後影響は、爆心地から1000 m未満の被爆生存者の約2.5%に認められた放射線白内障である。白内障は、原爆によって発現した唯一の遅発性眼科的障害である。白内障に起因する自覚的障害の潜伏期は約2年であるようである。¹⁸

爆心地から1500 m未満の胎内被爆者において知能遅滞の頻度が高いことが認められた。知能遅滞は、脳分化および脳皮質発生の時期に相当する妊娠第6週-第15週の時期に被爆した者に最も多い。^{19,20}

胎内被爆児については、特に乳児における全死因による死亡率は、母親の放射線被曝線量が多いほど増加することが認められた。しかし、白血病やその他の癌による死亡率増加は認められなかった。²¹

リウマチ様関節炎の有病率または発生率と放射線被曝線量との関係は認められなかった。²²

Abnormalities of the superficial minute vessels were found in those under 10 years ATB who were exposed to 100 rad or more. Labial and lingual mucosa were more frequently affected than were nail fold and bulbar conjunctiva. These findings suggest that A-bomb exposure affected the entire vascular system.^{23,24}

There was no evidence of a relationship between the prevalence of cardiovascular diseases and radiation exposure,²⁵ or between mortality from cardiovascular diseases and radiation.^{26,27}

There were minor elevations in mortality from causes other than neoplasms but, all in all, there was little evidence of radiation effect on other causes of death, including tuberculosis, stroke, and other diseases of the circulatory system.²⁷ This suggests that there was no nonspecific radiation effect such as acceleration in the aging process.²⁶

Lung cancer mortality increased with dose. This increase was particularly significant for those exposed at ages 35 years and over ATB.²⁷

The occurrence of thyroid cancer was higher in women than in men and showed a significant elevation with the increase in dose. For those less than 20 years ATB, no sex difference in incidence was evident.²⁸

Salivary gland tumors increased more than five-fold among survivors exposed to high radiation doses compared with the nonirradiated population.²⁹

The relative risk of breast cancer was significantly higher among the heavily irradiated women in the Life Span Study as well as in the Adult Health Study. Women who were young at the time of the bomb and are now entering the ages of higher cancer incidence appear to be at greater risk from breast cancer.³⁰

No relationship has been found to date between radiation dose and prevalence of cancers of the stomach,³¹ gall bladder and bile duct,³² liver,³³ bone,³⁴ and skin.³⁵

Mortality from disease was higher among survivors who received large radiation doses than among those with small doses or those not in the cities. Excessive mortality was especially high for leukemia, where the radiation effect appeared to be present even among those estimated to have received 10-49 rad. Mortality from cancer apart from leukemia

原爆時年齢が10歳未満で100 rad以上の線量を受けた者の表在性細小血管に異状が認められた。口唇粘膜および舌下粘膜では、指爪床部および眼球結膜よりも影響の頻度が著しかった。この所見は、原爆被爆の影響が全身血管系に及ぶことを示唆する。^{23,24}

心臓脈管疾患の頻度と放射線被曝との間にも、²⁵ また、心臓脈管疾患による死亡率と放射線との間にも、いずれも関係は認められていない。^{26,27}

新生物以外の死因による死亡率に軽微な増加が観察されたが、全体としては、結核、脳卒中、および循環器系のその他の疾患を含むその他の死因に対しては、放射線の影響がほとんど見られなかった。²⁷ これは、加齢現象の促進のような非特異性の放射線影響がないことを示唆する。²⁶

肺癌死亡率は線量とともに増加した。これは、特に原爆時年齢が35歳以上の被爆者に有意であった。²⁷

甲状腺癌発生頻度は、男子よりも女子において高く、線量の増加につれて有意な上昇を示した。原爆時年齢が20歳未満の対象者では、発生率に男女差は認められなかった。²⁸

唾液腺腫瘍は、高線量の放射線を受けた被爆者では非被爆対照者と比較して5倍以上も増加していた。²⁹

乳癌発生の相対的危険率は、寿命調査および成人健康調査対象の高線量被曝女子に有意に高かった。原爆時若年であった者も、現在は癌発生率の高い年齢に達しており、乳癌発生の危険はより大きいと思われる。³⁰

放射線線量と胃、³¹ 胆嚢および胆管、³² 肝臓、³³ 骨³⁴ならびに皮膚³⁵の癌との間には関係は認められなかった。

高線量被曝群における疾病による死亡率は、低線量被曝群および市内にいなかった群のそれよりも高かった。死亡率の増加は白血病において特に顕著であって、放射線の影響は推定被曝線量が10-49 radの者にも存在しているようであった。白血病を除く癌による死亡率も高線量

was also elevated in survivors with large radiation doses, but could be demonstrated with reliability only among those with doses exceeding 200 rad.²⁷

Leukemia rates in the high dose groups have declined persistently during the period 1950 to 1970, but have not reached the level experienced by the general population. However, death rates for cancer of other sites have increased sharply in recent years. The latent period for radiation induction of cancers other than leukemia appears to be of the order of 20 years or more under the conditions experienced by the survivors.²⁷

There was an increased leukemia incidence with a dose-response relationship and the peak occurred 6 years after exposure. Acute lymphocytic, acute myelogenous, and chronic myelogenous leukemia were induced but not chronic lymphocytic leukemia. The effect was greatest among those exposed during childhood.³⁶⁻³⁸

The lowest dose category with increased frequency of leukemia was 20-49 rad, considerably less than the earlier low of about 80 rad. This effect at 20-49 rad was found only in Hiroshima where neutrons constituted a substantial fraction of the total dose. In Nagasaki, exposure to neutrons was very small and no cases of leukemia occurred among survivors exposed to 5-99 rad.³⁹

After a latent period of about 15 years, children who received radiation doses of 100 rad or more have begun to develop an excessive number of malignant neoplasms. Now, 25 years after exposure, the accumulated increase is most striking, with no evidence as yet that a peak has been reached. During the next 10 years, these persons will be entering ages when cancer incidence ordinarily begins to increase.⁴⁰

Forty cases of aplastic anemia were confirmed in A-bomb survivors in a 20-year period, but the increase in risk due to radiation exposure was not statistically significant.⁴¹

The prevalence of thyroid disease increased with dose among Hiroshima females and among those 0-19 years ATB in Nagasaki.⁴²

An increase in prevalence of miscellaneous eye diseases after radiation exposure was noted, except among females age 50 or more ATB.⁴²

Other Findings. No consistent differences have

been observed in survivors with large radiation doses, but could be demonstrated with reliability only among those with doses exceeding 200 rad.²⁷

高線量群における白血病の死亡率は、1950-70年の期間にわたって一貫して下降を示しているが、一般人口の水準までには達していない。しかし、その他の部位の癌による死亡率は、近年顕著な上昇を示している。白血病を除く癌の誘発までの潜伏期は、原爆被爆生存者の経験した条件下ではだいたい20年以上の程度であろうと思われる。²⁷

白血病発生率の増加には線量との関係があって、被爆6年後に白血病発生率が頂点に達した。急性リンパ性白血病、急性骨髄性白血病および慢性骨髄性白血病は誘発されたが、慢性リンパ性白血病の誘発は認められなかった。放射線の被曝影響は、幼児期に被曝した者において最も著しかった。³⁶⁻³⁸

白血病頻度の増加の見られる最低線量は20-49 radであるが、これは以前の調査で認められた最低線量の約80 radよりも相当に低いものである。この20-49 radの線量における影響は、中性子線が総線量の大部分を占めていた広島においてのみ認められた。長崎市では、中性子線被曝はほとんどなく、5-99 radの線量を受けた被爆者には白血病例の発生は見られなかった。³⁹

約15年の潜伏期の後に100 rad以上の放射線線量を受けた子供に悪性新生物の過剰発生が現われ始めた。被爆後25年たった現在、この累積症例数はきわめて顕著であり、その発生が頂点に達したという形跡はまだない。今後10年間に、これらの人々は、癌の発生率が通例増加し始める年齢に達する。⁴⁰

20年の期間に原爆被爆者に再生不良性貧血が40例確認されたが、放射線被曝のためにその発病危険率が統計的に有意に増加しているとは認められなかった。⁴¹

甲状腺疾患の有病率は、広島的女子と長崎の原爆時年齢0-19歳の者において被曝線量とともに増加した。⁴²

原爆時年齢50歳以上の女子を除けば、種々の眼疾患の有病率は線量とともに増加した。⁴²

その他、妊娠率、出生率、死産率および無出産率に放

been found by radiation exposure for pregnancy, birth and stillbirth rates, and percentages with zero pregnancies.^{43,44}

Studies of cultured lymphocytes have demonstrated that radiation induced chromosome aberrations still persist more than 20 years after A-bomb exposure.^{45,46} Furthermore, their frequency appears to be proportional to the exposure dose.⁴⁷

A high proportion of those in utero whose mothers received a dose of at least 100 rad evidenced complex chromosomal abnormalities as compared to the comparison groups.⁴⁸

There has been no manifestation of clinical disease associated with chromosomal abnormalities.⁴⁹

射線被曝のための一貫した差は認められなかった。^{43,44}

培養リンパ球の検査により、放射線誘発性染色体異常が被爆後20年以上経過した今日も依然として持続していることが認められた。^{45,46} さらにその発現頻度は被曝線量に比例しているようである。⁴⁷

少なくとも100 radの線量を受けた母親から生まれた胎内被爆者には、対照群に比べて複雑な染色体異常が高率に認められた。⁴⁸

染色体異常に伴う臨床疾患の発現は認められなかった。⁴⁹

REFERENCES

参考文献

1. BEEBE GW, USAGAWA M: The major ABCC samples. ABCC TR 12-68
2. ABCC: ABCC Technical Reports 1959-72, 1972
3. BEEBE GW, YAMAMOTO T, MATSUMOTO YS, GOULD SE: ABCC-JNIH Pathology Studies, Hiroshima and Nagasaki. Report 2. October 1950-December 1965. ABCC TR 8-67
4. NEEL JV, SCHULL WJ: The effect of exposure to the atomic bombs on pregnancy termination in Hiroshima and Nagasaki. US NAS-NRC Pub. No. 461, 1965
5. SCHULL WJ, NEEL JV, HASHIZUME A: Some further observation on the sex ratio among infants born to survivors of the atomic bombings of Hiroshima and Nagasaki. Am J Hum Genet 18:328-38, 1966; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 21:199-207, 1968 (ABCC TR 13-65)
6. KATO H, SCHULL WJ, NEEL JV: Survival in children of parents exposed to atomic bomb. A cohort-type study. Am J Hum Genet 18:339-73, 1966; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 20:859-80, 1967 (ABCC TR 4-65)
7. HOSHINO T, KATO H, FINCH SC, HRUBEC Z: Leukemia in offspring of atomic bomb survivors. Blood 30:719-30, 1967; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 23:536-43, 1970 (ABCC TR 3-67)
8. AWA AA, BLOOM AD, YOSHIDA MC, NERIISHI S, ARCHER PG: Cytogenetic study of the offspring of atomic bomb survivors. Nature 218:367-8, 1968; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 22:80-2, 1969 (ABCC TR 6-68)
9. JABLON S, FUJITA S, FUKUSHIMA K, ISHIMARU T, AUXIER JA: RBE of neutrons in Japanese survivors. Symposium on neutrons in radiobiology, 11-14 November 1969, Oak Ridge, Tennessee. USAEC CONF-691106, (1971). pp 547-77 (ABCC TR 12-70)
10. YAMAZAKI JN, WRIGHT SW, WRIGHT PM: A study of the outcome of pregnancy in women exposed to the atomic bomb blast in Nagasaki. J Cell Compara Physiol 43 (Suppl 1):319-28, 1954; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 15:732-56, 1962 (ABCC TR 24-59)

11. 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; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 18:789-99, 1965 (ABCC TR 10-64)
12. WOOD JW, KEEHN RJ, KAWAMOTO S, JOHNSON KG: The growth and development of children exposed in utero to the atomic bombs in Hiroshima and Nagasaki. Am J Public Health 57:1374-80, 1967; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 21:466-80, 1968 (ABCC TR 11-66)
13. CONNOR RJ, KAWAMOTO S, OMORI Y: Growth and development age 10 to age 17 of children exposed in utero to the atomic bombs, Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 5-71
14. REYNOLDS EL: Growth and development of children exposed to the atomic bomb, Hiroshima. 3-year study, 1951-1953. ABCC TR 20-59
15. BELSKY JL, BLOT WJ: Stature of adults exposed in children to the atomic bombs of Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 35-71
16. ANDERSON RE: Aging in atomic bomb survivors. Arch Pathol 79:1-6, 1965; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 25:1521-6, 1972 (ABCC TR 17-64)
17. RUSSELL WJ, KEEHN RJ, IHNO Y, HATTORI F, KOGURE T, IMAMURA K: Bone maturation in children exposed in utero to the atomic bomb. ABCC TR 1-72
18. COGAN DG, MARTIN SF, KIMURA SJ, IKUI H: Ophthalmologic survey of atomic bomb survivors in Japan. Trans Am Ophthalmol Soc 48:62-87, 1950; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 14:893-903, 1961 (ABCC TR 28-59)
19. MILLER RW: Delayed effects occurring within the first decade after exposure of young individuals to the Hiroshima atomic bomb. Pediatrics 18:1-18, 1956; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 18:675-703, 1965 (ABCC TR 32-59)
20. WOOD JW, JOHNSON KG, OMORI Y, KAWAMOTO S, KEEHN RJ: Mental retardation in children exposed in utero to the atomic bombs in Hiroshima and Nagasaki. Am J Public Health 57:1381-90, 1967; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 21:736-44, 1968 (ABCC TR 10-66)
21. KATO H: Mortality in children exposed to the A-bombs while in utero, 1945-69. Am J Epidemiol 93:435-42, 1971; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 25:532-8, 1972 (ABCC TR 23-70)
22. KATO H, DUFF IF, RUSSELL WJ, UDA Y, HAMILTON HB, KAWAMOTO S, JOHNSON KG: Rheumatoid arthritis and gout in Hiroshima and Nagasaki, Japan. A prevalence and incidence study. J Chron Dis 23:659-79, 1971; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 25:855-68, 1972 (ABCC TR 20-68)
23. TSUYA A, WAKANO Y, OTAKE M: Capillary microscopic observation on the superficial minute vessels of atomic bomb survivors, 1956-57. 1. Fingernail fold, labial mucosa, and lingual mucosa. Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 25:65-89, 1972 (ABCC TR 23-69)
24. TSUYA A, WAKANO Y, OTAKE M: Capillary microscopic observation on the superficial minute vessels of atomic bomb survivors, 1956-57. 2. Bulbar conjunctiva. Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 25:90-100, 1972 (ABCC TR 24-69)
25. YANO K, UEDA S: Cardiovascular studies, Hiroshima, 1958-60. Report 2. Electrocardiographic findings related to aging. ABCC TR 20-62
26. BEEBE GW, KATO H, LAND CE: Studies of the mortality of A-bomb survivors. 4. Mortality and radiation dose, 1950-1966. Radiat Res 68:613-49, 1971; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 26:418-39, 1973 (ABCC TR 11-70)
27. JABLON S, KATO H: Studies of the mortality of A-bomb survivors. 5. Radiation dose and mortality, 1950-1970. Radiat Res 50:649-98, 1972; Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass 26:538-72, 1973 (ABCC TR 10-71)

28. WOOD JW, TAMAGAKI H, NERIISHI S, SATO T, SHELDON WF, ARCHER PG, HAMILTON HB, JOHNSON KG: Thyroid carcinoma in atomic bomb survivors, Hiroshima and Nagasaki. *Am J Epidemiol* 89:4-14, 1969; *Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass* 25:846-54, 1972 (ABCC TR 4-68)
29. BELSKY JL, TACHIKAWA K, CIHAK RW, YAMAMOTO T: Salivary gland tumors in atomic bomb survivors, Hiroshima and Nagasaki, 1957 to 1970. *JAMA* 219:864-8, 1972; *Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass* 25:1504-11, 1972 (ABCC TR 15-71)
30. MCGREGOR DH, CHOI K, TOKUOKA S, LIU PI, WAKABAYASHI T: Breast cancer among atomic bomb survivors, Hiroshima and Nagasaki, 1950-69. I. Relative risk. *ABCC TR* 32-71
31. YAMAMOTO T, KATO H, ISHIDA K, TAHARA E, MCGREGOR DH: Gastric carcinoma in fixed population, Hiroshima and Nagasaki. *Gann* 61:473-83, 1970 (ABCC TR 6-70)
32. ROBERTSON JD, KATO H, SCHREIBER WM: Carcinoma of the gallbladder, bile duct, and Vater's ampulla, Hiroshima and Nagasaki. *ABCC TR* 7-70
33. SCHREIBER WM, KATO H, ROBERTSON JD: Primary carcinoma of the liver in Hiroshima and Nagasaki, Japan. *Cancer* 26:69-75, 1970; *Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass* 24:794-801, 1971 (ABCC TR 15-69)
34. YAMAMOTO T, WAKABAYASHI T: Bone tumors among the atomic bomb survivors of Hiroshima and Nagasaki. *Acta Path Jap* 19:201-12, 1969 (ABCC TR 26-68)
35. JOHNSON MLT, LAND CE, GREGORY PB, TAURA T, MILTON RC: Effects of ionizing radiation on the skin. *ABCC TR* 20-69
36. BIZZOZERO OJ JR, JOHNSON KG, CIOCCO A: Radiation-related leukemia in Hiroshima and Nagasaki, 1946-64. I. Distribution, incidence and appearance time. *N Engl J Med* 274:1095-102, 1966; *Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass* 20:967-83, 1967 (ABCC TR 17-65)
37. BIZZOZERO OJ JR, JOHNSON KG, CIOCCO A, KAWASAKI S, TOYODA S: Radiation-related leukemia in Hiroshima and Nagasaki, 1946-64. 2. Observations on type-specific leukemia, survivorship and clinical behavior. *Ann Intern Med* 66:522-301, 1967; *Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass* 20:1201-8, 1967 (ABCC TR 6-66)
38. BRILL AB, TOMONAGA M, HEYSSEL RM: Leukemia in man following exposure to ionizing radiation: A summary of the findings in Hiroshima and Nagasaki and comparison with other human experience. *Ann Intern Med* 56:590-609, 1962; *Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass* 17:578-96, 1964 (ABCC TR 15-59)
39. ISHIMARU T, HOSHINO T, ICHIMARU M, OKADA H, TOMIYASU T, TSUCHIMOTO T, YAMAMOTO T: Leukemia in atomic bomb survivors, Hiroshima and Nagasaki, 1 October 1950-30 September 1966. *Radiat Res* 45:216-33, 1971; *Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass* 24:1009-35, 1971 (ABCC TR 25-69)
40. JABLON S, TACHIKAWA K, BELSKY JL, STEER A: Cancer in Japanese exposed as children to atomic bombs. *Lancet* 1:927-32, 1971; *Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass* 25:736-44, 1972 (ABCC TR 7-71)
41. ICHIMARU M, ISHIMARU T, TSUCHIMOTO T, KIRSHBAUM JD: Incidence of aplastic anemia in A-bomb survivors, Hiroshima and Nagasaki, 1946-1967. *Radiat Res* 49:461-72, 1972; *Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass* 26:316-22, 1973 (ABCC TR 31-70)
42. BELSKY JL, TACHIKAWA K, JABLON S: ABCC-JNIH Adult Health Study. Report 5. Results of the first five cycles of examinations, Hiroshima and Nagasaki, 1958-68. *ABCC TR* 9-71
43. SEIGEL DG: Frequency of live births among survivors of Hiroshima and Nagasaki atomic bombs. *Radiat Res* 28:278-88, 1966; *Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass* 20:953-66, 1967 (ABCC TR 25-64)
44. BLOT WJ, SAWADA H: Fertility among female survivors of the atomic bombs of Hiroshima and Nagasaki. *Am J Hum Genet* 24:613-22, 1972 (ABCC TR 26-71)
45. BLOOM AD, NERIISHI S, KAMADA N, ISEKI T, KEEHN RJ: Cytogenetic investigation of survivors of atomic bombings of Hiroshima and Nagasaki. *Lancet* 2:672-4, 1966; *Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass* 21:68-73, 1968 (ABCC TR 20-66)

46. BLOOM AD, NERIISHI S, AWA AA, HONDA T, ARCHER PG: Chromosome aberrations in leucocytes of older survivors of the atomic bombings of Hiroshima and Nagasaki. *Lancet* 2:802-5, 1967; *Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass* 22:159-64, 1969 (ABCC TR 20-67)
47. AWA AA, NERIISHI S, HONDA T, YOSHIDA MC, SOFUNI T, MATSUI T: Chromosome-aberration frequency in cultured blood-cell in relation to radiation dose of A-bomb survivors. *Lancet* 2:903-5, 1971; *Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass* 25:1338-41, 1972 (ABCC TR 27-71)
48. BLOOM AD, NERIISHI S, ARCHER PG: Cytogenetics of in utero exposed subjects, Hiroshima and Nagasaki. *Lancet* 2:10-2, 1968; *Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass* 22:165-8, 1969 (ABCC TR 7-68)
49. KING RA, BELSKY JL, OTAKE M, AWA AA, MATSUI T: Chromosome abnormalities in A-bomb survivors: Correlation with findings on examination. ABCC TR 15-72

SELECTED REFERENCES ON BASIC RESEARCH PLANS

基盤研究計画に関する特定参考文献

- ISHIDA M, BEEBE GW: Joint JNIIH-ABCC Study of Life Span in atomic bomb survivors. Research plan. ABCC TR 4-59
- ARAKAWA ET: Radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors. *N Engl J Med* 263:488-93, 1960; *Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass* 14:338-46, 1961 (ABCC TR 14-59)
- FRANCIS T JR, JABLON S, MOORE FE: Report of the ad hoc Committee for appraisal of ABCC program. ABCC TR 33-59
- BEEBE GW: Statistical aspects of the ABCC program. *Bull Int Stat Inst* 38:203-15, 1961; *Kosei No Shihyo-Health Welf Stat* 7:30-8, 1960 (ABCC TR 2-60)
- KATO H, SCHULL WJ: Joint JNIIH-ABCC Life Span Study of Children born to atomic bomb survivors. Research plan. ABCC TR 4-60
- BEEBE GW, FUJISAWA H, YAMASAKI M: ABCC-JNIIH Adult Health Study reference papers. 1. Selection of the sample. 2. Characteristics of the sample. ABCC TR 10-60
- UEDA S: Study of mortality in children exposed in utero. Research plan. ABCC TR 21-60
- Joint ABCC-JNIIH Adult Health Study, Hiroshima and Nagasaki. Research plan. ABCC TR 11-62
- Joint ABCC-JNIIH Pathology Studies, Hiroshima and Nagasaki. Research plan. ABCC TR 12-62
- BEEBE GW, USAGAWA M: The major ABCC samples. ABCC TR 12-68