

**MEDICAL FINDINGS AND METHODOLOGY OF STUDIES  
HIROSHIMA AND NAGASAKI 1958**

広島および長崎における調査の医学的所見と方法 1958

JAMES W. HOLLINGSWORTH, M.D.  
GILBERT W. BEEBE, Ph. D.  
MORIHIRO ISHIDA, M.D. 石田保広  
A. BERTRAND BRILL, M.D.



## THE ABCC TECHNICAL REPORT SERIES

### A B C C 業績報告集

The ABCC Technical Reports provide a focal reference for the work of the Atomic Bomb Casualty Commission. They provide the authorized bilingual statements required to meet the needs of both Japanese and American components of the staff, consultants, advisory councils, and affiliated governmental and private organizations. The reports are designed to facilitate discussion of work in progress preparatory to publication, to record the results of studies of limited interest unsuitable for publication, to furnish data of general reference value, and to register the finished work of the Commission. As they are not for bibliographic reference, copies of Technical Reports are numbered and distribution is limited to the staff of the Commission and to allied scientific groups.

この業績報告書は、A B C Cの今後の活動に対して重点的の参考資料を提供しようとするものであって、A B C C職員・顧問・協議会・政府及び民間の関係諸団体等の要求に応ずるための記録である。これは、実施中で未発表の研究の検討に役立たせ、学問的に興味が限定せられていて発表に適しない研究の成果を収録し、或は広く参考になるような資料を提供し、又A B C Cにおいて完成せられた業績を記録するために計画されたものである。論文は文献としての引用を目的とするものではないから、この業績報告書各冊には一連番号を付してA B C C職員及び関係方面にのみ配布する。

**MEDICAL FINDINGS AND METHODOLOGY OF STUDIES  
HIROSHIMA AND NAGASAKI 1958**

広島および長崎における調査の医学的所見と方法 1958

JAMES W. HOLLINGSWORTH, M.D.<sup>1</sup>  
GILBERT W. BEEBE, Ph.D.<sup>2</sup>  
MORIHIRO ISHIDA, M.D.<sup>3</sup> 石田保広  
A. BERTRAND BRILL, M.D.<sup>1,2</sup>

From the ABCC Departments of Medicine,<sup>1</sup> Statistics,<sup>2</sup>  
and Epidemiology<sup>3</sup>  
臨床部,<sup>1</sup> 統計部,<sup>2</sup> 疫学部<sup>3</sup>



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION  
Hiroshima - Nagasaki, Japan

A Research Agency of the  
U.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES - NATIONAL RESEARCH COUNCIL  
under a grant from  
U.S. ATOMIC ENERGY COMMISSION  
administered in cooperation with the  
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH & WELFARE

原爆傷害調査委員会  
広島 - 長崎

厚生省国立予防衛生研究所  
と共同調査される

米国学士院 - 学術会議の在日調査研究機関  
(米国原子力委員会研究費に依る)

A paper based on this report was presented at the United Nations-  
WHO Seminar on the use of vital and health statistics for  
genetic and radiation studies held in Geneva, Switzerland  
September 5 - 9, 1960.

1960年9月5 - 9日の国連世界健康機構のゼミナールにおいて、遺伝および放射  
線の研究に用いる人口動態と衛生統計の使用法と題して発表された論文はこの業  
績報告に基づいたものである。

TABLE OF CONTENTS  
目次

	<i>Page</i>
LIST OF TABLES AND FIGURES 挿入図表一覧表	1
INTRODUCTION 緒言	1
POPULATION AVAILABLE FOR STUDY 研究に利用し得る人口	1
RADIATION DOSE 放射線線量	10
METHODOLOGY IN RELATION TO HEALTH AND VITAL RECORDS 保健記録および人口動態資料の利用に関する研究方法	17
Preceding the Unified Program (1947-1955) 統合研究計画以前 (1947-1955)	18
Dosimetry 線量測定	18
Sampling 標本抽出	18
Observation 観察	20
Inference 推測	21
Unified Program (1956-Present) 統合研究計画 (1956-現在)	22
Major Features 主要な特徴	22
Dosimetry 線量測定	22
Sampling 標本抽出	22
Observation 観察	27
Inference 推測	31
Implications for Vital and Health Records 人口動態記録および保健記録の意義	34
MEDICAL FINDINGS 医学的所見	35
Delayed Effects on Subjects Exposed in Utero 胎内被曝児における後影響	36
Genetic Effects 遺伝学的影響	38
Effects on Growth and Development of Children 児童の成長と発育に対する影響	39
Radiation Cataracts 放射線白内障	40

	<i>Page</i>
Leukemia 白血病	42
Neoplasia 新生物	47
Fertility 妊孕率	52
Aging Acceleration 加齡の促進	53
General and Miscellaneous Effects 一般的影響その他	54
REFERENCES 参考文献	56

## LIST OF TABLES AND FIGURES

## 挿入図表一覧表

		Page
Table 表	1. Estimated exposed population, deaths, and survivors by city and distance from hypocenter, joint commission data 合同調査班の資料による都市および被爆距離別の推定被爆人口, 死亡数と生存者数	3
	2. 1951-52 Hiroshima medical sample. Percentage reporting specified acute radiation symptoms and a-bomb injuries by sex and distance from hypocenter 1951-52年広島医学的調査のサンプル. 性別および被爆距離別に見た特定急性放射線症状と傷害を報告した者の割合	5
	3. Definition of Neel-Schull exposure categories Neel-Schull が定義した被爆分類	14
	4. Results of <i>koseki-ka</i> check November 1958. Joint NIH-ABCC Life Span Study, Adult Health Study sample. 1958年11月予研 - ABCC 共同の寿命調査サンプル中の成人健康調査の対象者について行なった戸籍照合の結果	29
	5. Incidence of leukemia 1947-57, both cities, by type and distance from hypocenter 病型別および爆心地からの距離別の広島, 長崎合計の白血病発生率, 1947-1957	44
Figure 図	1. Estimated percentage of survivors from atomic bombs Hiroshima and Nagasaki (Joint Commission, 1945) 広島および長崎の被爆生存者の推定百分率 (合同調査班, 1945)	3
	2. Hiroshima atomic bomb survivors in 1945 and resident in Hiroshima city at 1950 census 1945年における広島被爆生存者と1950年国勢調査時の広島市居住者	6
	3. Nagasaki atomic bomb survivors in 1945 and resident in Nagasaki city at 1950 census 1945年における長崎被爆生存者と1950年国勢調査時の長崎市居住者	6
	4. Estimated gamma and neutron air dose by distance from hypocenter (York) 爆心地からの距離別の $\gamma$ 線および中性子の推定空中線量 (York)	11
	5. Shielding history area drawing 遮蔽物調査 - 地区図	15
	6. Shielding history floor plan drawing 遮蔽物調査 - 間取図	16
	7. Shielding history cross sectional drawing 遮蔽物調査 - 断面図	17
	8. Percentage of air dose penetrating one-story wooden houses 空中線量の木造平屋内の透過割合	18

9.	Hiroshima atomic bomb survivors in 1945 and ABCC samples for Life Span and Adult Health Studies 1945年における広島被爆生存者と寿命調査および成人健康調査のためのABCCサンプル	24
10.	Nagasaki atomic bomb survivors in 1945 and ABCC samples for Life Span and Adult Health Studies 1945年における長崎被爆生存者と寿命調査および成人健康調査に供されたABCCサンプル	24
11.	Number of patients with small head circumferences and mental retardation 小頭囲と知能遅滞がある者	37
12.	Typical subcapsular opacity which appears to be a vacuole-like mass on cross section 典型的囊下部混濁。断面において空胞様の塊の様相を呈する	41
13.	Leukemia cases per 1,000,000 population per year Hiroshima plus Nagasaki, exposed under 2000 meters 2000m 未満の広島・長崎被爆者における年間人口 100万当りの白血病発生率	43
14.	Incidence of leukemia by type, Hiroshima plus Nagasaki, under 2000 meters, 1948-1957 2000m 未満の広島・長崎被爆者における病型別の白血病発生率, 1948-1957	44
15.	Age specific incidence of leukemia (all types) Hiroshima and Nagasaki, under 2000 meters, 1947-1957 2000m 未満の広島・長崎被爆者における白血病（全病型）の年齢別白血病発生率, 1947-1957	45
16.	Distance specific incidence of leukemia, Hiroshima plus Nagasaki, under 2000 meters, 1947-1957 2000m 未満の広島・長崎被爆者における被爆距離別の白血病発生率, 1947-1957 (遮蔽状態を区別しない)	46
17.	All malignant neoplasms by distance from hypocenter per 1,000,000 population per year 爆心地からの距離別に見た全悪性新生物の人口 100万当り年間発生率	50
18.	Malignant neoplasms (excluding lymphoma and leukemia) per 100,000 per year by age and exposure status, 1957-1958 年齢別および被爆区分別に見た悪性新生物（リンパ腺および白血病を除く）の人口 10万当り年間発生率	50



MEDICAL FINDINGS AND METHODOLOGY OF STUDIES  
HIROSHIMA AND NAGASAKI 1958

広島および長崎における調査の医学的所見と方法

1958

INTRODUCTION

The attention of the world now is focused on the biologic effects of radiation. This focus primarily is on the long range genetic and somatic changes which may occur in man with the increasing industrial application of atomic energy and fallout from weapons testing. Information on late radiation effects in humans necessarily is quite limited, and many thousands of survivors of the bombings of Hiroshima and Nagasaki are making an immeasurable contribution to science through their participation in the studies of the Atomic Bomb Casualty Commission (ABCC). The Japanese Ministry of Health and Welfare, through its National Institute of Health (NIH) joined the United States National Academy of Sciences in organizing and conducting this long term investigation of latent radiation effects.

POPULATION AVAILABLE FOR STUDY

The cataclysmic nature of the events made accurate estimation of casualties impossible. However, the Japanese survey team in 1945 included Professor M. Masuyama of Tokyo University, a distinguished biometrician, whose data and estimates were used in the Japanese report,<sup>1</sup> and with some modification by the United States-Japanese Joint Commission.<sup>2</sup> His estimates of civilian dead are:

緒言

現在、放射線の生物学的影響は世界の注目の的である。主として関心は産業における原子エネルギーの利用の増大と核兵器実験による降下物のために人類に生ずる長期の遺伝的および身体的変化に向けられている。人類における放射線後影響に関しては非常に限局された知識しかもっていない。多数の広島と長崎原爆被爆者が原爆傷害調査委員会(ABCC)の研究に参加することによって、科学に計り知れない貢献をしている。厚生省は、国立予防衛生研究所(予研)を通じて長期にわたる放射線後影響について米国学士院と共に協力して研究の組織の体系をつくり出し、また研究をしている。

研究に利用し得る人口

原爆による被害が甚大であったため死傷者数を正確に推計することができなかった。しかし、1945年に組織された日本側調査班に著名な生物統計学者である東京大学増山氏が参加し日本側の報告書<sup>1</sup>には博士が調査した推計値が採用されている。さらにこの数値は日米合同調査班<sup>2</sup>によって若干の修正が加えられた。同教授の推定による民間人死亡数は次の通りである。

CITY 都市	RANGE OF ESTIMATED NUMBER OF CIVILIAN DEATHS 民間人の推定死亡数の範囲
HIROSHIMA 広島	58,600 to 63,700
NAGASAKI 長崎	29,400 to 37,500

Hiroshima was a staging area for ground troops and the headquarters of the Second Army. Some of these facilities were completely destroyed and military casualties probably included at least 7000 deaths.<sup>3</sup>

Mortality was practically 100 per cent within 500 meters, 80 per cent around 1000 meters, 30 to 40 per cent at 1500 meters, and 10 to 20 per cent at 2000 meters.<sup>2</sup> Joint Commission estimates of the exposed and surviving populations in relation to distance in each city are shown in Table 1 and Figure 1. It will be noted that the area represented in the Hiroshima estimate is less than 5000 meters from the presumed hypocenter, and the Nagasaki estimate is for the entire city as defined in 1945. Masuyama<sup>1</sup> has noted that death rates were higher for males than for females under 1000 meters. From the Joint Commission data it may be estimated that 50 per cent survival corresponds to about 1250 meters in Hiroshima and 1350 meters in Nagasaki.

Professor Masuyama's work with the Joint Commission was done on a sampling basis and provided no census of survivors, although a list was made of about 14,000 surveyed medically by the Joint Commission investigators in both cities. In the early years following the bombs various efforts were made to compile lists of survivors, but until the 1950 Census all were quite incomplete. In 1949 ABCC conducted a census of exposed in each city, enumerating 86,000 in Hiroshima and 94,500 in Nagasaki, as the basis for systematic research studies. In 1950, at the time of the National Census and at the request of ABCC, a supplementary schedule was employed throughout Japan and resulted in the enumeration of 158,600 persons who stated they were within the limits of Hiroshima City and 124,900 who were in Nagasaki at the time of the bombings. Since the Joint Commission figures pertain to civilians in 1945, and the 1950 figures presumably include survivors in military status in 1945, one might expect the later counts to

広島は陸軍の輸送基地であり、また第二総軍司令部の所在地であった。軍事施設のあるものは完全に破壊され軍の関係の死者は少なくとも7000名に及ぶと思われた。<sup>3</sup>

500m 以内では殆んど 100%の死亡率を示し、1000m 附近では80%、1500m では30-40%、2000m では10-20%の死亡率を示している。<sup>2</sup> 両市における距離別被爆生存者推計数を示すと表1および図1の通りである。なお広島では推計数は爆心地と考えられる地点より5000m 以内の生存者数を推計して、また長崎では1945年当時の長崎市全域の生存者を推計してある。増山<sup>1</sup> は1000m 未満の男の死亡率が女よりも高いと報告している。合同調査班によると被爆生存者数が50%になるのは広島では約1250m、長崎では1350m であった。

増山氏および合同調査班は抽出調査により被爆生存者人口を推計し、生存者の全数調査を実施していなかったが、両市において合同調査班が実施した医学的調査の対象者約14,000名についてのリストが作成された。被爆に続く数年間被爆者のリストを作成するために努力が払われたが1950年国勢調査が行なわれるまでのリストはいずれも極めて不完全なものであった。1949年ABCCは系統的な研究に用いる基礎人口を作成し、両市の被爆者について人口調査を行ない広島で86,000、長崎で94,500の生存者を計上した。1950年の国勢調査の際ABCCの要請により、日本全国に及んで実施した付帯調査の成績では被爆時に広島市内にいたと回答した者 158,600、長崎市内にいたと回答した者 124,900であった。合同調査班の推計数は1945年における民間人を取扱ったものであり1950年の数は1945年当時に軍籍にあった被爆者も含まれると考えられるから、後者の数が大きくなる筈である。しかし実際は逆に1950年国勢調査班の推計値は合同調査班の推計値より広島における爆心

TABLE 1 ESTIMATED EXPOSED-POPULATION, DEATHS, AND SURVIVORS BY CITY AND DISTANCE FROM HYPOCENTER  
JOINT COMMISSION DATA<sup>3</sup>

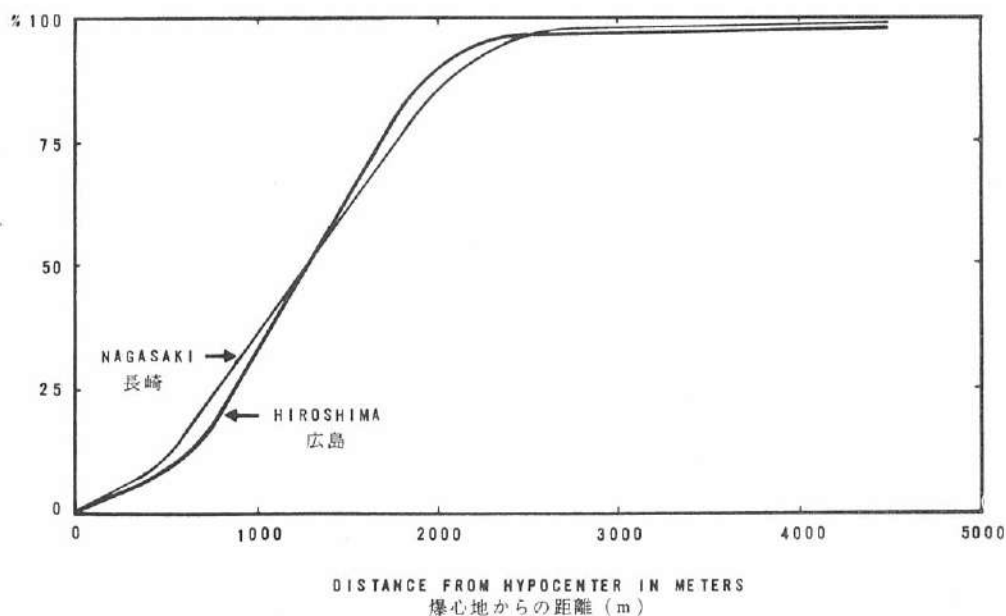
表1 合同調査班の資料による都市および被爆距離別の推定被爆人口、死亡数と生存者数

CITY 都市	DISTANCE IN METERS 距離 (m)	EXPOSED POPULATION 被爆人口	DEATHS NOVEMBER 1945 1945年11月における死亡数		SURVIVORS 生存者数	
			NUMBER 数	%	NUMBER 数	%
HIROSHIMA 広島	0- 499	6,230	6,010	96.5	220	3.5
	500- 999	24,950	20,710	83.0	4,240	17.0
	1000-1499	45,270	23,360	51.6	21,910	48.4
	1500-1999	67,900	14,870	21.9	53,030	78.1
	2000-2499	30,600	1,500	4.9	29,770	95.1
	2500-2999	30,600	830	2.7	29,100	97.3
	3000-3999	29,400	740	2.5	28,660	97.5
	4000-4999	20,310	220	1.1	20,090	98.9
	TOTAL 計	255,260	68,240	26.7	187,020	73.3
NAGASAKI 長崎	0- 999	30,900	27,320	88.4	3,580	11.6
	1000-1499	14,320	7,370	51.5	6,950	48.5
	1500-1999	6,550	1,860	28.4	4,690	71.6
	2000-2499	6,800	440	6.5	6,360	93.5
	2500-2999	21,160	440	2.1	20,720	97.9
	3000-3999	25,000	300	1.2	24,700	98.8
	4000-4999	30,000	210	.7	29,790	99.3
	5000-*	60,570	60	.1	60,510	
	TOTAL 計	195,300	38,000	19.5	157,300	80.5

\*5000 meters or beyond but within the city area ATB.  
原爆時に5000m以内又は市内にいたもの

FIGURE 1 ESTIMATED PERCENTAGE OF SURVIVORS FROM ATOMIC BOMBS  
HIROSHIMA AND NAGASAKI (JOINT COMMISSION, 1945)

図1 広島および長崎の被爆生存者の推定百分率 (合同調査班, 1945)



be larger. This is not the case, however. The 1950 figures are considerably smaller than the Joint Commission estimates of survivors, showing 187,000 within 5000 meters of the hypocenter in Hiroshima and 157,300 in the entire city of Nagasaki. The reason for the discrepancy is unknown, and several possibilities exist:

The Joint Commission estimates were too high;

Mortality was great;

The 1950 figures are biased by the failure of many to divulge their A-bomb status.

For the cities themselves in 1950, as distinguished from the entire country, the 1950 Census agrees well with the ABCC 1949 Census, especially for Nagasaki. For Hiroshima the 1950 Census count is 12,000 (14 per cent) above the 1949 ABCC figure.

Factors other than distance which are presumably associated with radiation dose are shielding situation and acute radiation symptoms. For many years, shielding histories have been collected at ABCC and, although this arduous task is not yet complete, it is clear that the more closely exposed survivors often were better shielded. Acute radiation symptoms which ABCC investigators consider ascertainable with some reliability are epilation, oropharyngeal lesions, and bleeding. The frequency with which survivors reported these symptoms varies by age and distance. Table 2 provides a summary of the data on both radiation symptoms and injuries<sup>4</sup> reported by Hiroshima survivors enumerated in 1949 and exposed under 1500 meters. After an initial rise attributable to heavy shielding close to the hypocenter, the proportion of survivors reporting symptoms declines rapidly with distance.

On the basis of the symptom data and physical considerations outlined in the following section some ABCC investigators have concentrated their attention on

地より5000m 以内の被爆生存者 187,000名, 長崎全市の被爆生存者 157,300名よりかなり少なかった。2つの調査の間に数字のくいちがいが何故生じたかについてはいくつかの理由が考えられる。すなわち,

合同調査班の推計数が過大であった。

死亡率が高かった。

被爆事実を報告しなかった人が多いために1950年の数にかたよりのがある。

1950年の同市だけの被爆者数についてみると日本全国の数字は別として1950年の国勢調査の数値は1949年のABCCの実施した人口調査の数とよく一致し、特に長崎においてよく一致していた。広島では1950年国勢調査の数値が1949年ABCC調査の数値よりも12,000名(14%)多い。

被爆距離以外の放射線量に関連している因子としては、遮蔽状態と急性放射線症状が考えられる。ABCCでは遮蔽歴を集める作業を多年にわたって実施している。この困難な作業はまだ完了していないが近距離被爆生存者の多くは遮蔽状態が良好であったことが明らかになっている。既往歴からさかのぼって調査が可能であって或る程度信頼ができる項目、急性放射線症状についてABCC研究員は脱毛、口腔咽頭病変および出血を考えている。これらの症状を示した頻度は生存者の年齢および被爆距離によって異なる。1500m未滿の広島被爆者が報告した急性放射線症状と傷害について1949年調査に計上された数字を総括して示すと表2の通りである。爆心地に近く被爆した生存者は重遮蔽のために受けた線量もかえって少なく、そのための症状発現の割合にピークが近距離のところに観察されるが、それ以遠は症状発現の割合は距離とともに減少する。爆心地から遠方になるにつれて症状があったと報告した被爆生存者の割合は急速に減少する。

ABCC研究員は症状および次節で大要を述べる物理学的考察に基づいて1500m ないし2000m未滿の被爆生存者に放射線の影響をより明らかにす

TABLE 2 1951-52 HIROSHIMA MEDICAL SAMPLE. PERCENTAGE REPORTING SPECIFIED ACUTE RADIATION SYMPTOMS AND A-BOMB INJURIES BY SEX AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

表2 1951—52年広島医学的調査のサンプル、性別および被爆距離別に見た特定急性放射線症状と傷害を報告した者の割合

SEX 性別	DISTANCE IN METERS 距離 (m)	TOTAL SUBJECTS 客体数	PERCENTAGE WITH SPECIFIED SYMPTOMS 特定症状を呈した割合					
			EPILATION 脱毛	PURPURA 紫斑	INJURIES 外傷	FLASH BURNS 熱傷	DROPHARYNGEAL 口腔咽頭病変	BLEEDING GUMS 歯齦出血
MALE 男	0- 599	28	50	46	64	21	29	32
	600- 799	74	53	36	72	12	24	32
	800- 999	170	71	45	74	18	35	40
	1000-1199	128	44	45	64	14	25	38
	1200-1399	272	19	15	63	18	10	13
	1400-1599	136	12	9	51	28	7	5
	TOTAL 計	808	37	28	64	19	19	24
FEMALE 女	0- 599	35	66	31	60	14	31	43
	600- 799	110	56	42	64	6	24	32
	800- 999	270	74	54	60	19	42	40
	1000-1199	174	53	45	61	12	29	28
	1200-1399	445	19	16	62	14	11	11
	1400-1599	258	13	7	55	16	7	6
	TOTAL 計	1292	38	29	60	14	21	21

survivors under 1500 or 2000 meters, expecting that radiation effects would be more clearly demonstrable in this group, but are prepared to extend their observations to the entire range of distance below 10,000 meters on the basis of evidence initially derived from the more heavily exposed group.

Although the Joint Commission estimates include 79,400 survivors under 2000 meters from the hypocenter in Hiroshima and 15,220 survivors of the Nagasaki bomb, by 1949 there remained only 26,650 in Hiroshima City and 8,260 in Nagasaki City. The 1950 Census supplement did not include distance, but subsequent field investigation by ABCC indicated 30,400 for Hiroshima and 8,500 for Nagasaki. The discrepancy between these counts and the Joint Commission figures may represent, in addition to the deaths normally expected, a migration differential associated with distance, a mortality differential, and errors in the figures for both periods. In any event, the sample presently available for study is that defined for residents in Hiroshima and Nagasaki in 1950 and its distance distribution is shown in Figures 2 and 3 in relation to estimated survivors in November 1945.

ることができる期待して、専らこの群を研究対象としている。しかし最も多量の放射線を受けた群について先ず求められた知見をすべての範囲の爆心地からの距離、例えば10,000m 以内の被爆者に対しても観察を行なう用意がある。

合同調査班の推計では爆心地から2000m 未満の被爆生存者数は広島で79,400名、長崎で15,220名であるが、1949年では広島26,650名、長崎8260名が計上されていたに過ぎない。被爆距離は、1950年国勢調査の付帯調査の調査項目ではなかったが、その後実施したABCC 野外調査では広島30,400名、長崎8500名の2000m 未満の生存者を計上している。この生存者数と合同調査班の推計数の間で観察されたいちがい被爆距離により当然起る死亡に加えて転出入率および死亡率の差があることと、この2調査の数字に誤りがあるために生じたかもしれない。いずれにしても現在研究のために利用できるサンプルは1950年に広島および長崎に居住していた者に限定すべきである。このサンプル数を距離別に1945年11月における被爆生存者推定数との関連を示すと図2 および図3 に示す通りである。

FIGURE 2 HIROSHIMA ATOMIC BOMB SURVIVORS IN 1945 AND RESIDENT IN HIROSHIMA CITY AT 1950 CENSUS

図2 1945年における広島被爆生存者と1950年国勢調査時の広島市居住者

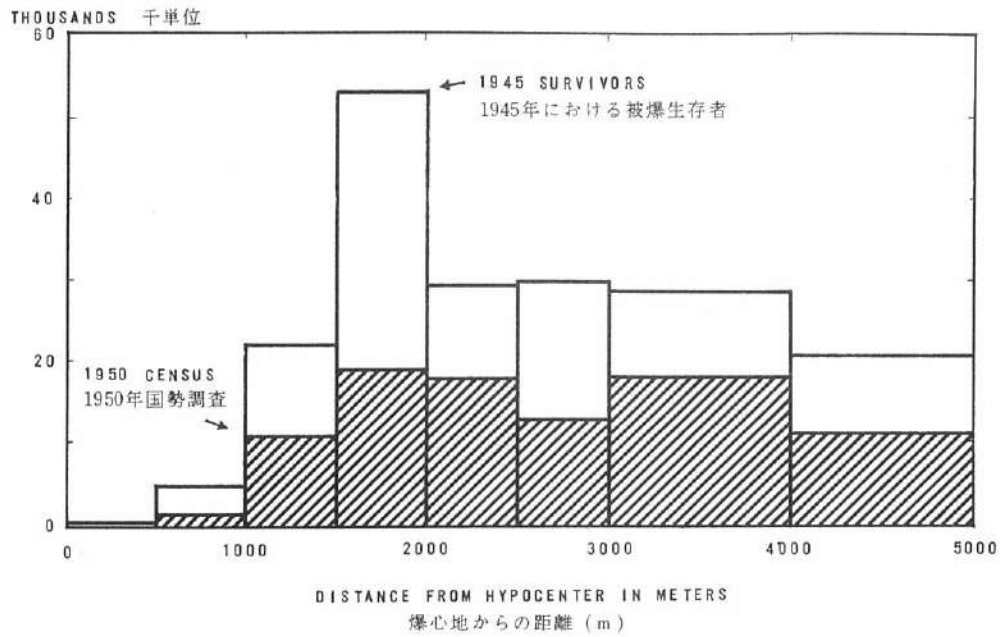
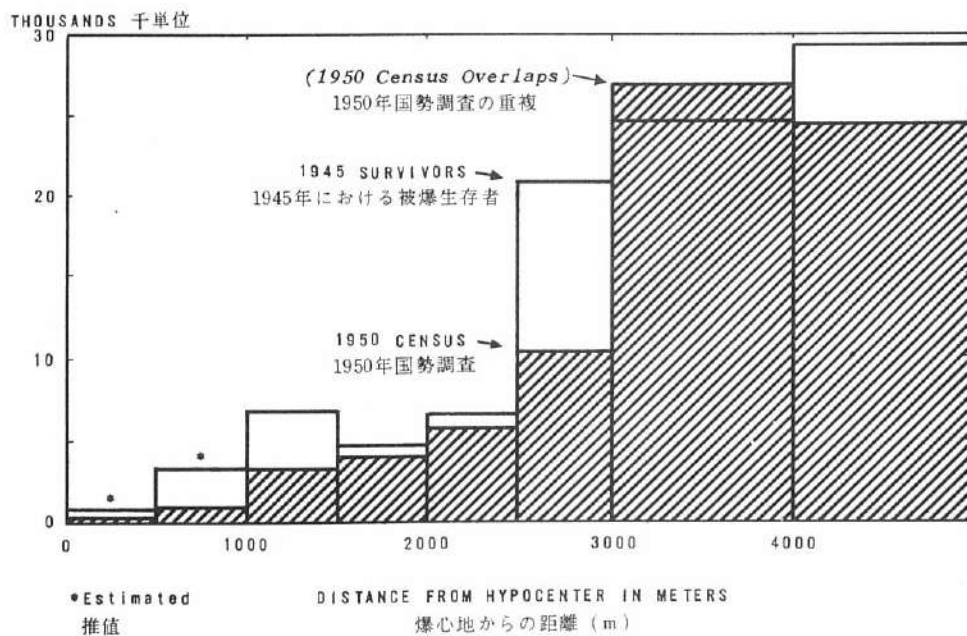


FIGURE 3 NAGASAKI ATOMIC BOMB SURVIVORS IN 1945 AND RESIDENT IN NAGASAKI CITY AT 1950 CENSUS

図3 1945年における長崎被爆生存者と1950年国勢調査時の長崎市居住者



In 1957 Japan passed a specific welfare act for the benefit of survivors, entitled Atomic Bomb Survivors Medical Treatment Law (ABSMTL).<sup>5</sup> To obtain benefits under this law, survivors must register and receive Atomic Bomb Survivors Health Handbooks from prefectural health authorities, under the general supervision of the Health and Welfare Ministry. Registration had reached 117,843 in Hiroshima Prefecture and 82,944 in Nagasaki Prefecture by October 10, 1959. A central index to nationwide registration does not exist, but within a prefecture, at least, it is possible to utilize the register for sampling purposes. Since the ABSMTL registration was preceded by the establishment of the Master Sample at ABCC, based chiefly on the 1950 Census supplementary schedules, it has not been necessary for ABCC investigators to request access to the register for investigative purposes. However, it may be useful in the future.

Census counts are incomplete for those exposed *in utero*, a small group of special interest in view of the now well established sensitivity of the embryo to radiation. Approximately 3800 live births were reported in Hiroshima and 2300 in Nagasaki during the nine months following the bombs.

In the early years of ABCC there were too few nonexposed within Hiroshima and Nagasaki for comparative purposes. By 1950 this situation had changed sufficiently to permit nonexposed to be obtained in the cities of study. Because the 1949 ABCC Census had enumerated only exposed members of each community, in 1950 ABCC conducted area sampling censuses in both cities to yield a 10 per cent sample of nonexposed. This was repeated in Hiroshima in 1951. Clinical study of the nonexposed indicated that they differed in myriad, but usually minor, ways. Sociological comparisons showed that, although many had originated in the bombed cities, they had been absent for long periods overseas and elsewhere. Others were attracted to the cities from more rural areas in the surrounding

1957年に日本で原子爆弾被爆者医療等に関する法律（原爆医療法）<sup>5</sup>なる原爆被爆の者のための福祉に関する法律が成立した。この法律による特典を受けるためには被爆生存者は登録して、被爆者健康手帳の交付を受けなければならない。この登録と健康手帳の交付は厚生省の監督の下で地方自治団体が行なう。1959年10月10日までに登録した被爆者は広島県 117,843名、長崎県82,944名に達した。日本全国の登録者のリストはないが、各県の範囲において登録者のリストを標本抽出のために利用することは少なくとも可能である。原爆医療法に基づいて被爆者の登録よりも先だててABCCは基本標本を選出した。基本標本の選出は主として1950年国勢調査付帯調査に基づいて行なった。したがってABCC研究員は現在までは調査のために登録リストの閲覧を求める必要はなかった。しかし今後この登録リストを利用することがおこるかもしれない。

国勢調査から入手した胎内被爆者に関する資料は不完全である。放射線に対して胎児が感受性が強いことが証明されているので胎内被爆児は少数であるが関心が持たれる。被爆後9カ月間に、広島約3800の出産児、長崎約2300の出産児の届出があった。

ABCC調査の初期の段階では、比較対照のために非被爆者は広島、長崎両市共に少数しか利用できなかった。1950年にはこの状態は好転して、両調査都市において十分非被爆者を利用することができるようになった。1949年のABCC人口調査では両市における被爆者のみを対象としていたので、ABCCは非被爆者のサンプルをうるために両市で1950年に10%地域抽出人口調査を実施した。広島でくり返し、1951年にも同一の調査を行なった。臨床的研究の結果、非被爆者、被爆者と非常に多くの点で異なった所見を認めたと、その差は通常僅かであった。社会的要因を比較すると、非被爆者の多くは両被爆都市を故郷としているが長期にわたって両市を離れ海外や他の土地に居住し

prefectures. Although it never was shown that any particular aspect of medical or residential history presented a serious barrier to the use of the nonexposed sample for comparative purposes, in the period 1950-53 some ABCC investigators lost confidence in it. In 1953 the major medical program was redesigned to substitute for these extrinsic controls a new group of intrinsic controls, namely those present in the cities at the time of the bombings but too far from the hypocenter to have received any noticeable radiation. In more recent years the nonexposed have regained a major place in the program, but only as a control group in addition to those exposed at considerable distances, i.e., 2500 meters or beyond.

The 1950 and 1951 10 per cent ABCC censuses have not produced enough nonexposed of comparable age and sex to meet the requirements of the current research designs<sup>6</sup> and rather extensive efforts have been necessary to supplement their yield from two other sources, investigation of which is expected to be completed late in 1960:

Hiroshima 1953 Daytime Census, conducted by the city, and distinguishing exposed and nonexposed. The total enumeration was 323,000 of which 227,000 were nonexposed.

Nagasaki City list of family heads taken from the 1950 Census, plus the Consumers' Household Register for 1950 (the basis for rice rationing). These sources list about 242,000 individuals, which is the same as the 1950 Census count for Nagasaki, of whom 146,000 were nonexposed.

As a migrant group the nonexposed have a much younger age distribution than the exposed and for both sexes it has proved difficult to obtain sufficient numbers of nonexposed to match the exposed at the older ages.

ていたことがわかった。その他県内の隣接農村地帯から両市への転入者が多い。非被爆者サンプルを対照として使用することに対して、病歴あるいは住所歴が特に重大な障害になるとは認められなかったが、1950-53年にわたる期間において若干のABCC研究員は非被爆者サンプルの価値を疑うようになった。1953年に主要医学的調査を再計画し、これらの**外在的**対照にかわって新しく**内在的**対照、すなわち被爆時に両市にいたが爆心地より非常に離れていたため多量の原爆放射線を受けることがなかった人を対照に選ぶようにした。最近再び非被爆者は研究計画の主要な地位を占めているがそれは遠距離被爆者群すなわち2500m以上で被爆した人の参考群にすぎない。

1950年および1951年のABCC10%人口調査から各年齢別、性別に現在の研究<sup>6</sup>の要求を充たすに十分な非被爆者をうることができなかったのて下記の2つの標本源から補足するようになり多くの努力を払った。この標本源からサンプル抽出のための調査は1960年後期に完了する予定である。この2つの標本源を示すと次の通りである。

広島市が実施した1953年昼間人口調査、被爆者と非被爆者とを区別してあり、総数 323,000名その中非被爆者は 227,000名である。

1950年国勢調査に基づいて長崎市が作成した世帯主名簿と1950年消費世帯台帳(米穀配給の基礎)。これらの記録には約 242,000名の記載があり、この数は1950年国勢調査における長崎市の人口と同一である。非被爆者は 146,000名。

非被爆者は転入者であり、被爆者よりも年齢構成が非常に若く、男女共に高年齢層において被爆者数と一致するだけの十分な非被爆者数を得ることが困難であった。



In summary, the population presently available for sampling consists of the following:

Exposed in 1945

Enumerated in 1950 Census

195,000 living in bombed cities in 1950

89,000 living elsewhere in Japan in 1950.

*In utero*

6,100 estimated

Born in the bombed cities after 1 May 1946, recorded from birth certificates and registration of pregnant women according to the Child Welfare Law

27,000 births 1946-47

78,000 pregnancies 1948-53 studied by Neel, Schull, *et al*

64,000 births 1954-58 (approximate)

Born before 1945, nonexposed, and resident in either city in 1950 or in Hiroshima in 1951 or 1953

21,200 - 1950 10 per cent census

11,900 - 1951 10 per cent census only in Hiroshima

146,000 - 1950 consumers' Household Register only in Nagasaki

227,000 - 1953 Hiroshima Daytime Census

From the viewpoint of statistical inference, with its utter dependence upon probability models, the goal of sampling is to provide comparison groups which, apart from radiation exposure, differ only by chance. Experimentalists are satisfied with nothing less than physical randomization to insure this comparability. In surveying an *ex post*

標本抽出に現在利用し得る人口を要約すると次の通りである。

1945年に被爆した者

1950年国勢調査の計上者

195,000名 - 1950年に両被爆都市に居住していた者

89,000名 - 1950年に両市以外に居住していた者

胎内被爆児

6100名 - 推計数

1946年5月1日以後に両被爆都市で出生した者。出生証明書と児童福祉法に基づく妊婦の届出による。

27,000名 1946-47年の出生者数

78,000名 1948-53年にNeel, Schull等が調査した妊婦の数

約64,000名 1954-58年の出生者数

1945年以前に出生した非被爆者で、1950年に広島市または長崎市に居住していたか、あるいは1951年または1953年に広島市に居住していた者

21,200名 - 1950年10%人口調査

11,900名 - 1951年10%人口調査 広島のみ

146,000名 - 1950年消費者世帯台帳 長崎のみ

227,000名 - 1953年広島昼間人口調査

確率模型のみに基づいて行なわれる統計推測の観点から標本抽出の目的は、放射線照射以外は偶然におきた差しか認められない比較群を選ぶことである。動物実験を行なう者はこの比較性を確

*facto* situation, however, there is a large element of uncertainty as to the inherent comparability of the groups now available for study of an historical event preceding investigative interest. This uncertainty only can be diminished, and never entirely eliminated, by detailed study of the characteristics of the comparison groups. As already noted, such study of the exposed vs nonexposed has not been reassuring; although the differences have not seemed individually important, they have been many and the actual points of comparison have not been as meaningful as might be desired. Parallel study of the exposed along sociological lines, although not extensive, has been more reassuring. From the viewpoint of gross residence history and socioeconomic status those exposed at different distances seem reasonably comparable and, what is more important, no gradients with distance have been noted up to 3500 or 4000 meters from the hypocenter. Groups beyond 4000 meters have not yet been studied from this point of view, but it is expected that socioeconomic differences may appear beyond 4000 meters in relation to farming, fishing, and more rural pursuits and patterns of living. Also, there are other and potentially very important influences upon health to be correlated, in their intensity, with proximity to the hypocenter. One of these is anxiety; another is disturbance in family composition. No information is available as yet, but it is hoped to learn something about family composition.

## RADIATION DOSE

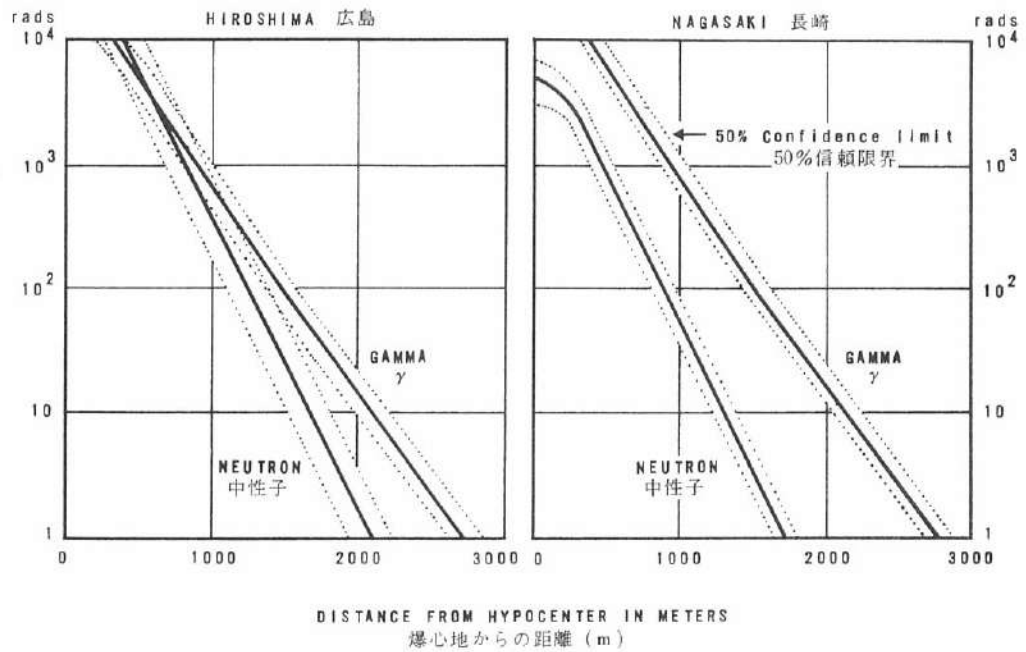
In addition to the tremendous mechanical and thermal effects of the explosions, both gamma rays and neutron particles were released. Although good estimates exist as to the amount of energy released as initial nuclear radiation by atomic explosions, the Hiroshima and Nagasaki bombs were not monitored for their radiation potential. Therefore it is necessary to rely upon estimates of air dose derived from data on similar, but not identical,

保するために機械的に無作意抽出を行なう方法だけを適当であるとして満足している。しかし**遡及的**調査の場合には調査時以前の歴史的事件のために調査群の比較性に大きな不確実性が入る。この不確実性は比較群の特性を詳細に調べることによって少なくすることができるが決して全面的に消去することはできない。前述した如く被爆者と非被爆者の特性の調査に満足するだけ実施することができなかった。両群の間の特性の個々の相違は重要であるようには思われないが、特性の種類は多く実際に比較をした点に関して望むほどの意味づけをすることができなかった。平行して実施した被爆者の小規模な社会学的調査はさらに確信を与えてくれた。大略の住所歴および社会経済状態は各3500ないし4000m 以内の距離区分における被爆者の間でかなり一致している。4000m 以遠の者については、この観点からはまだ検討を行なっていないが農業や漁業より農村的な職業や生活様式に関連して社会経済的差異が予想できる。その他にも健康に大きく重要な影響を及ぼす重要な因子が色々と考えられる。したがってこれらの因子の大きさと爆心地からの距離との間の相関関係は是非とも究明せねばならない。これらの因子の1つは不安感であり、さらにもう1つは家族構成の乱れである。現在現種のこの資料はまだ入手していない。家族構成については将来資料を集めるつもりである。

## 放射線線量

原子爆弾から強力な機械的效果と熱効果のほかに、ガンマー線と中性子粒子が放出された。原爆の爆発のさい一次核放射線のエネルギー量はかなり正確に推計されているにかかわらず、広島と長崎の原爆の放射線量については実測を行なっていない。したがって類似してはいるが同一ではない核兵器から導いた資料から空中線量を推計

FIGURE 4 ESTIMATED GAMMA AND NEUTRON AIR DOSE BY DISTANCE FROM HYPOCENTER (YORK)  
 図4 爆心地からの距離別のγ線および中性子の推定空中線量 ( YORK )



nuclear weapons. Such estimates recently have been released for publication<sup>7</sup> and are reproduced here as Figure 4. For each type of radiation the air dose decreases almost exponentially with distance from the hypocenter. The air doses of the two bombs are thought to be similar, except that the neutron component is much less important for the Nagasaki bomb. The relative proportions of the dose attributable to neutron particles and gamma rays vary not only by city but also over distance. As benchmarks for later discussion note that the estimated air doses at 1500 and 2000 meters are as follows:

しなければならない。広島と長崎原爆の空中線量推計値は最近公表され、<sup>7</sup> 図4に示す通りである。中性子、ガンマ線共に空中線量は大体爆心地からの距離の2乗に反比例して減少する。長崎の原爆の中性子成分が広島原爆ほど重要でなかったこと以外は2つの原爆の空中線量は同じであるらしい。中性子粒子とガンマ線との相対的比率は両都市において異なるのみならず距離によっても異なる。以後の考察に対する基準として1500および2000mにおける推計空中線量を示すと次の通りである。

TYPE OF RADIATION 放射線の種類	DOSE IN RADS 線量 ( RAD )			
	HIROSHIMA 広島		NAGASAKI 長崎	
	1500 m	2000 m	1500 m	2000 m
GAMMA γ	80	12	104	15
NEUTRON 中性子	21	1	3	0
TOTAL 計	101	13	107	15

The different radiations vary in capacity for producing biological damage. This is expressed quantitatively by assigning a Relative Biological Effectiveness (RBE) factor to the dose of each radiation for the production of each effect. The RBE of x and gamma radiation arbitrarily is taken as unity. For example, the RBE of fast neutrons for producing eye cataracts may be as high as 10, which means that one rad of neutrons is as effective in producing cataracts as 10 rads of x-rays. For lethality, however, the RBE of neutrons is usually taken as about unity for whole body irradiation. In the above table, therefore, the dose from gamma rays simply has been arbitrarily added to that from neutrons in the same column to obtain a total dose for that column. It is of importance to note, however, that the biological effects of neutrons may differ from those of gamma rays and, also, that the relative proportion of the dose attributable to each differs in the two cities.

Evidently, there was no general fallout from either bomb, although in Hiroshima three suburbs received small amounts, perhaps several rads, of radiation, and the Nishiyama area of Nagasaki may have received as much as 100 rads.<sup>8</sup>

These are thought to be maximum external doses far beyond those actually received by residents of these areas. The relative insignificance of fallout is attributed to the size of the bombs and the fact that they were exploded so high above ground level (about 600 meters in Hiroshima; 500 meters in Nagasaki) that the fireball of radiant and heat energy did not reach the ground to pick up material with which to produce fallout.

Residual radiation<sup>8</sup> was very weak when measured several weeks after the explosions and ABCC investigators have generally discounted residual radiation as an important source of exposure for survivors. Public opinion in Japan, however, is influenced by reports of both acute and

生物学的損傷をこえる能力が放射線の種類によって異なっている。各種の放射線の影響を起すための線量を比較的生体実効係数 (RBE) で数量的に表わすことができる。X線とガンマー線のRBEを便宜上の単位とし、使用する。例えば、白内障発生に対する速中性子のRBE10にも及ぶかもしれない。すなわち、白内障発生のためには1 rad の中性子が10 rad のX線と同じ効果をもつ。しかし致死量については通常全身照射の場合の大体の単位として中性子RBEを使用している。したがって上表では同一欄のガンマー線量と中性子線量を便宜的に加えて総線量を算出してある。しかし中性子の生物学的影響はガンマー線とは異なるかもしれない、また両市の中中性子とガンマー線の相対的比率が異なっていることも留意しなければならない。

両市の原爆からの全般的な降下物はなかった。しかし広島近郊の3カ所で降下物による少量(恐らく数rad)の放射線照射があった。また長崎の西山地区では、100 radにも達したようである。<sup>8</sup>

この値は外部照射の最大値と考えるべきであってこの地区の住民が実際に受けた線量よりも遥かに大きい。降下物の意義が比較的少ないことは、原爆の大きさに関係があると共に爆発点が空中高く(広島では約600m、長崎では約500m)、輻射エネルギーの火球が地面にとどかないで降下物を生ずる物質を吹き上げなかったためと考えられる。

原爆爆発から数週間後に行なわれた測定によると残留放射線<sup>8</sup>は微弱であったので、ABCC研究員は一般に残留放射線が原爆被爆生存者の受けた放射線の重要な線源であると考えていない。しかし、日本の世論は原爆爆発後両市に入った救援隊員の中に急性および慢性疾病が発生したという

chronic illness among rescue workers who entered these areas only after the explosions. Individuals entering the cities within 14 days after the bombings are included within the definition of **exposed persons under the ABSMTL.**<sup>5</sup> The Hiroshima Atomic Bomb Casualty Research Group<sup>9</sup> has taken the position that residual radiation may be an important factor in the exposure of individuals entering the hypocenter areas within several days after the detonations. Arakawa's recent review of this problem<sup>8</sup> indicates:

The important induced elements have such short half lives that measurements several weeks after detonation are necessarily inconclusive;

Theoretical calculations yield maximum integrated doses, from burst to infinite time, of 200 rads in Hiroshima and 70 rads in Nagasaki;

There is small probability that an individual would have received even as much as half these amounts.

The last point rests on the rapid decrease in activity with time - one-half at 12 hours and one-fourth at 27 hours - and with distance from hypocenter - one-tenth at 900 meters from ground zero - and on the fact that raging fires made entry into this area practically impossible for a day or two.

Physical considerations of distance and shielding, and the biological response in terms of symptoms, have until recently provided the only approach to relative radiation dose. The best formulation hitherto was that of Neel, Schull, *et al*<sup>10</sup> who established a five-point scale of dose defined on the basis of symptoms, shielding and distance from hypocenter. Table 3 summarizes their scheme; the tabled entry is the scale value. Others have used gradations of symptoms, largely degrees of epilation, to subdivide according to relative dose those exposed under 1500 meters. Under the influence of the health

報告に影響されている。原爆医療法<sup>5</sup>の規定する被爆者には原爆投下後14日以内に市内に入った人を含めている。広島原爆傷害研究会<sup>9</sup>は、原爆爆発後数日以内に爆心地区に入った者では残留放射線が重要な因子であるかもしれないとの見解を示している。最近、荒川<sup>8</sup>はこの問題を検討し、次のような見解を示した。

主な誘発放射能性物質の半減期は非常に短いので原爆爆発から数週間後に行なった測定は結論を導き出すには不十分である。

理論的計算によれば最大積算線量（爆発時から無限時まで）は広島で 200 rad，長崎では 70 rad である。

入市者がこの線量の半分も受けたという可能性は少ない。

これは放射線が時間の経過（12時間で $\frac{1}{2}$ ，27時間で $\frac{1}{4}$ に減少，と爆心地から 900m で $\frac{1}{10}$ に減少）に従って急速に減少することと猛火のため實際上1日ないし2日間はこの地域に入ることが不可能であったことによる。

最近までは被爆距離と遮蔽状態の物理学的考察および症状として現われる生物学的反応が比較的な放射線線量を示す上に唯一の手掛りであった。現在まで線量に示す最も優れた公式は Neel, Schull 等<sup>10</sup>が考察したものであって症状、遮蔽状態および爆心地からの距離に基づく5点採点法による量であった。大略を総括して示すと表3の通りである。表の数字は点数である。その他の研究者は症状、主として脱毛の程度に基づいて1500m 以内の被爆者を相対的線量別に分類した。しかし、Oak Ridge National Laboratoryの保健物理学者の影響を受けて最近ABCC 研究員は個々の線量を純粋な物理的方法によって推計する方が望ましいと考

TABLE 3 DEFINITION OF NEEL-SCHULL EXPOSURE CATEGORIES

表3 NEEL-SCHULLが定義した被爆分類

ACUTE RADIATION SYMPTOMS 急性放射線症状	DISTANCE IN METERS 被爆距離 (m)	SHIELDING ATB 被爆時の遮蔽			
		HEAVY 重	MODERATE 中	LIGHT 軽	NONE
PRESENT 有	<3000	5	5	5	5
ABSENT 無	<1000	2	3	4	4
	1000-1499	2	3	3	4
	1500-1999	2	2	3	4
	2000-2999	2	2	2	3
ANY 有無	3000+	2	2	2	2
NONEXPOSED 非被爆		1	1	1	1

physics group at the Oak Ridge National Laboratory, however, ABCC investigators have in recent years come to prefer a purely physical approach to the estimation of individual doses, and were greatly encouraged in this by the release in 1958 of York's tentative air dose curves and the formulation of a method<sup>8</sup> of calculating a numerical dose for every individual with light to negligible shielding upon whom a shielding history could be obtained. However, the resulting dose must still be regarded as highly tentative and subject to wide error. The estimation procedure rests upon the following information:

The empirically estimated air dose curves (Fig. 4);

Exact distance of the subject from the hypocenter, obtained at interview by a shielding technician equipped with aerial photographs, maps, etc.;

Precise shielding situation of the subject, in terms of defined structures or features of terrain in the environment and his orientation to them;

Experimentally derived attenuation factors for each type of radiation and for typical shielding materials and configurations.

えるようになり、1958年にYorkの暫定空中線量曲線が公表され遮蔽歴がわかる者のうち軽遮蔽あるいは遮蔽が無視し得る程度少ない者に対する線量数値を計算する方法<sup>8</sup>ができ、その結果この分野に非常に自信を持つことができるようになった。しかし、これによって求められる線量はあくまで暫定的であり、かなりの誤差があると考えべきである。線量推計は次の資料に基づいている。すなわち、

経験に基づく推計空中線量曲線 (図4)。

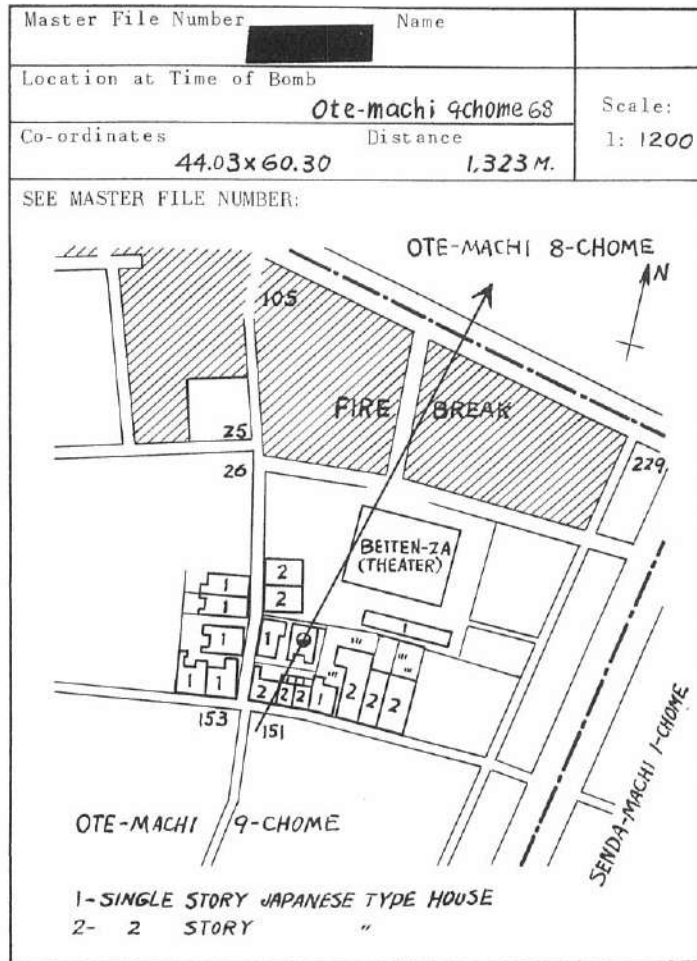
正確な被爆者の爆心地からの距離、遮蔽物調査技術員による面接を行ない、連続航空写真、地図等を用いて推計する。

詳細な被爆者の遮蔽状態、周囲の建造物と地形上の特徴およびそれらに対する被爆者の被爆時の位置による。

実験によって計算した各種の代表的な放射線の減弱係数、遮蔽材料とその組合せの減弱係数。

FIGURE 5 SHIELDING HISTORY AREA DRAWING

図5 遮蔽物調査一地区図

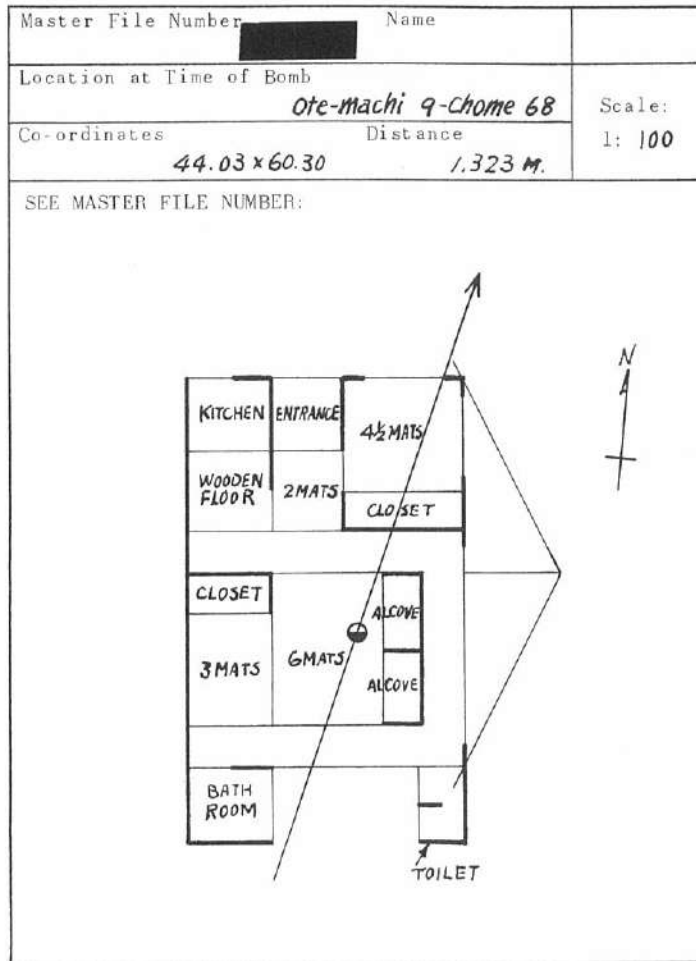


With this information, separate gamma and neutron doses now are being calculated and, as a first approximation, added together to provide a total dose in rads. Figures 5-7 are representative drawings produced by the shielding technicians. Figure 8 exhibits the attenuation factors presently used for Japanese one story houses. In a particular case, of course, the individual might be shielded by neighboring houses as well as his own, and such additional protection must be taken into account. In this calculation, it is the instantaneous, single dose which is being estimated. No provision is made for estimation of any additional radiation from fallout particles or neutron-activated matter in the vicinity of the hypocenter.

上記の資料を用いてガンマー線と中性子の線量がそれぞれ別に計算できている。最初に概算値を求めるため、両者を加えて総線量をradで表わして遮蔽物調査技術員によって作成される代表的な図面を示すと図5-7の通りである。平家建日本家屋の場合に現在使用している減弱係数を示すと図8の通りである。時には、被爆者は自分の家のほかに、近所にあった家屋から遮蔽されることも勿論あり得るわけで、この追加遮蔽についても考慮しなければならない。線量計算にあたっては1回の瞬間照射線量を推計し、降下物あるいは爆心地附近で中性子によって誘発された放射能性物質から生ずる付加的の放射線量の推計は考慮していない。

FIGURE 6 SHIELDING HISTORY FLOOR PLAN DRAWING

図6 遮蔽物調査一間取図



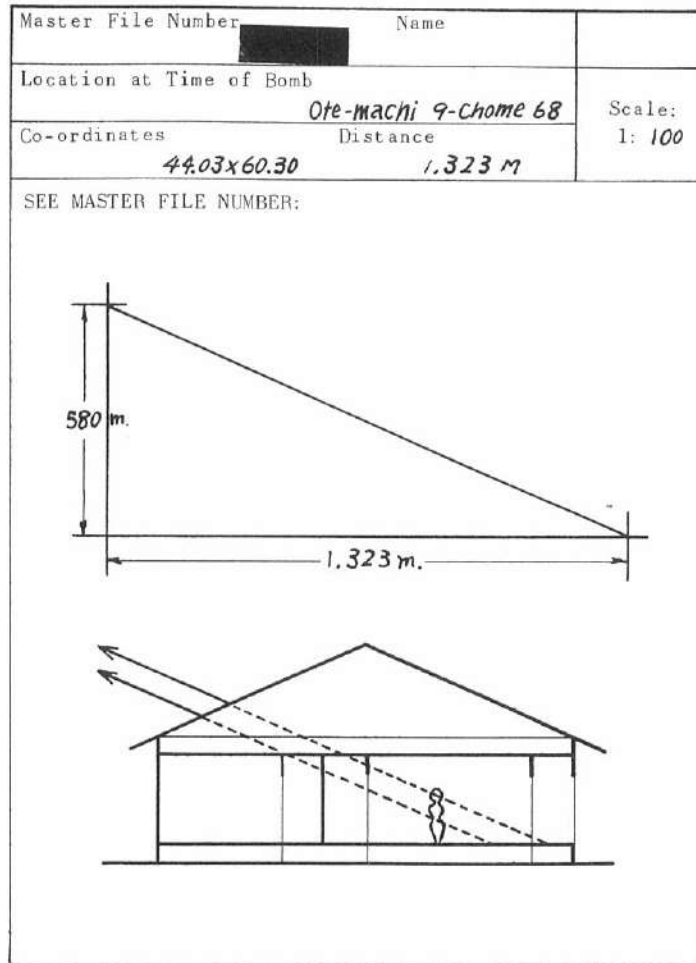
To the extent that such radiation was experienced by those in the cities at the time of the bombings, therefore, present estimates are in error, and systematically so. As a practical matter, however, such error is believed to be quite small. Similarly, those not in the cities, but entering areas of fallout or induced radioactivity immediately afterward, may have received some radiation and are presently included in certain ABCC studies as a special group of nonexposed 'early entrants' if they arrived within 30 days. At present, however, they are not included in exposed categories.

したがって、被爆時に市内にあった人がこのような二次放射線を受けたとすると現在の推定値はその分だけ誤っており、この誤差は系統的である。しかし実際問題としてこの誤差は非常に小さいものとみなすことができる。同様に、市内にはいなかったが原爆投下直後に降下物あるいは誘発放射能のある地域に入った人は、若干の放射線を受けているかもしれない。30日以内に入った者は非被爆者の特別の群「初期入市者」にふくめ若干のABCC研究の対象になっている。しかし、現在は被爆者の中には含めていない。



FIGURE 7 SHIELDING HISTORY CROSS SECTIONAL DRAWING

図7 遮蔽物調査一断面図



METHODOLOGY IN RELATION TO HEALTH AND VITAL RECORDS

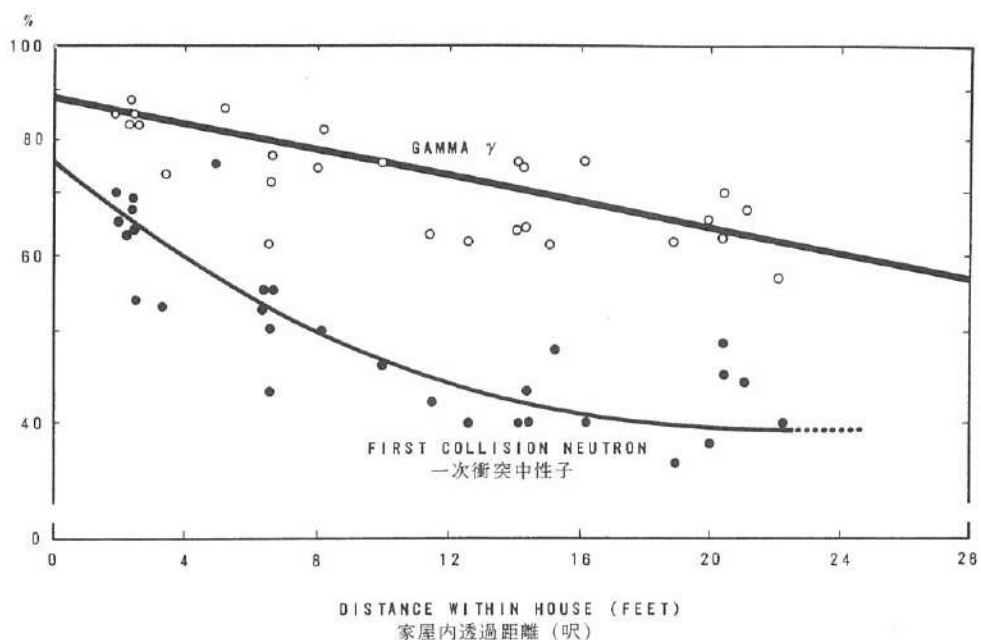
During the first eight years the approach was to conduct intensive short term studies of problems which appeared most urgent at the time. In the course of these investigations on changing populations, it was realized that a systematic long term followup for the detection of late radiation effects would require a stable population, balanced for as many variables as possible. As a result, the statistically oriented design, now known as the Unified Program, was evolved.

保健記録および人口動態資料の利用に関する研究方法

最初の8年間、当時最も緊急であると思われた問題について短期間のくわしく掘り下げた研究を行なった。調査期間中人口に転出入があることを経験し放射線の後影響を検出するためには実施する系統的な長期観察に際し変数をできるだけ多く一致させた固定した人口が必要であることが判明した。その結果現在統合研究計画として知られている統計的に方向づけられた企画ができた。

FIGURE 8 PERCENTAGE OF AIR DOSE PENETRATING ONE-STORY WOODEN HOUSES

図8 空中線量の木造平屋内の透過割合



PRECEDING THE UNIFIED PROGRAM (1947-1955)

In this period the program was strongly influenced by *a priori* hypotheses about radiation effects, especially genetic effects. Demonstrated somatic effects being few in the early years, general medical and pathological surveys came to dominate the program by 1950.

**DOSIMETRY.** In this period estimation of the amount of radiation received could be approached only via information on distance, symptoms, and shielding, none of which, of course, was obtainable from health and vital records. Maps, photographs, blueprints, and a variety of other records were, however, of great value in obtaining accurate shielding histories.

**SAMPLING.** The Japanese and United States survey teams in Hiroshima and Nagasaki were amalgamated into the Joint Commission on 12 October 1945. One of their first tasks was the transcription to standard survey forms of all Japanese medical records of patients treated before the arrival of the

統合研究計画以前 (1947-1955)

この時期における研究計画は放射線の影響、特に遺伝学的影響に関する先験的な仮説に大きく左右された。初期の研究では実証された身体的影響は少なかったので1950年までには一般的医学的調査および病理学的調査が研究計画の主なものであった。

**線量測定.** この時期では、被爆者が受けた放射線量の推計には被爆距離、症状および遮蔽状態に関する資料に頼る以外に方法がなかった。この資料はいずれも保健記録や人口動態記録からは当然入手できなかった。しかし地図、写真、青写真やその他種々の記録は、正確な遮蔽歴を得るために大変役に立った。

**標本抽出.** 広島と長崎における日本と米国側の研究班は1945年10月12日に統合されて合同調査班ができた。その最初の業務の1つは、合同調査班の到着前に治療を受けた患者について日本側の診療記録すべてを標準化した調査票に転記することがある。又合同調査班到着後は病院や診療所に残

Joint Commission teams and examination of all hospital and dispensary patients remaining after their arrival. Examining teams also surveyed individuals who were not receiving medical attention, including a control group beyond the range of physical destruction. Those efforts led to creation of 14,000 special survey records analysed by the Joint Commission.<sup>11</sup> However, these individuals were not sufficiently well identified to permit their use as a sampling source for later studies, and their representativeness is open to question. As previously explained, it was not until the 1949 ABCC Radiation Census that any statistically adequate sampling base existed for somatic studies. Neel, *et al* were interested in the outcome of conceptions occurring after the bomb, and thus were confronted with the necessity of creating a roster of all, or a representative set, of pregnancies occurring in the cities of study during the period of interest. They sought a complete registration. This was very nearly (93 per cent) accomplished by relying upon the registration of pregnant women under the Child Welfare Law and by organizing obstetricians and midwives into a reporting network. Later, when their data pointed to a possible disturbance in the sex ratio, they established a separate study of the sex ratio by routinely utilizing all birth and stillbirth certificates in each city. For the genetic studies, therefore, it may be said that two official records, one a standard vital record, provided the documentary basis for sampling.

No such direct use of routine official or nonofficial community records occurred in any of the somatic studies but indirectly in this period many such records were relied upon in the investigation essential in establishing samples for study:

Rice Ration Register;

Citizens' Registry;

Voters' Roll;

っている全患者を診察することであった。また診察班は、医療を受けていなかった人達をも調査し、また対照群として調べた。このような努力の結果、14,000名の調査記録が完成しこの記録は合同調査班によって解析された。しかし、これらの人達に関する身許の確認に不十分な点があったためサンプル抽出源として使用することができなかった。また標本の代表性についても疑問がある。既に説明したように1949年ABCC被爆者人口調査が行なわれるまで統計学的の立場から異論のない身体的影響の調査のためのサンプルが存在しなかった。Neel等は、被爆後の受胎の結果に関心を持ち、その結果両調査都市内における該当期間中の全妊婦、あるいは無作意抽出した妊婦のリストを作成する必要が生じた。このために完全な登録を実施しようとした。児童福祉法に基づく妊婦登録を利用し、また産科医と助産婦による報告網を組織し殆んど(93%)完全な登録に成功した。後になってこの資料から性比に変化があるのではなからうかと疑問が生じたので両市のすべての出生証明書と死産証明書を利用し、性比の調査が実施された。したがって遺伝学的調査のためには2種類の公的記録、すなわち人口動態調査票が本抽出の基礎になったといえる。

身体的影響の諸調査に当って両市における公的あるいは非公的の記録をこのように直接利用することは行なわなかった。しかし、この期間においても研究のためのサンプル抽出するために実施した必要な調査にはかかる記録の多くを間接的に利用した。すなわち、

米穀配給通帳

住民登録

選挙人名簿

Public Service Employees Rolls;

公務員名簿

Lists of pupils maintained by the schools;

学校が保管する学籍簿

Residential lists maintained by local police;

派出所が保管する住民名簿

Consumers household and producers household registers;

消費世帯台帳と生産世帯台帳

During this period the supplementary schedules to the 1950 National Census were the subject of intensive field investigation. However, the census did not form the basis for a specific study sample until the end of 1955, with the definition of the Master Sample for the Unified Program.

この期間に1950年国勢調査付帯票について徹底的な野外調査が行なわれた。しかし1955年末統合研究計画のための基本標本の定義が確立するまでは、国勢調査の資料を特定の研究のためのサンプルの基礎として利用したことはなかった。

The studies of this period were in large part confined to residents of the two cities, whether the object was to ascertain mortality or morbidity. Mortality studies were organized in both Hiroshima and Nagasaki on the basis of estimated age-sex-exposure distributions of the current population. However, the possibilities of bias being introduced into the radiation exposure categories by differential migration seemed too great and this approach was abandoned in favor of the fixed cohort approach of the Unified Program. Clinical studies also were confined to residents of the cities and, after an initially high response of about 85 per cent in the period 1950-52, covered an increasingly smaller proportion of those requested to volunteer for examination in the Hiroshima clinic. Self-selection had reached the point where, in 1955, it was considered a major sampling problem in Hiroshima. In Nagasaki, where the programs were less extensive, the situation remained favorable throughout this period.

この期間において実施した調査の大部分は死亡率または罹病率の究明のどちらかを目的としており、両市の居住者に限定してあった。広島および長崎の両市において、年齢-性別-被爆区分別の推計人口を基礎として実施された。しかし転出入率が被爆区分別に異なっているためにかたよりが生ずる可能性が非常に大きいように思われたので、人口を推計する試みはやめ、統合研究計画にて立案された固定サンプルを用いることにした。臨床調査も両市の居住者に限定した。最初の1950-52年の期間は受診の要請に応じた人は約85%の高率であったが、その後広島ではこの割合は次第に減少し、1955年にはこのような自己選択はサンプル抽出における重要な問題であると考えられるに至った。長崎では研究計画が広島よりも小規模でこの間の成績は引続き良好であった。

**OBSERVATION.** Apart from the genetics program which made extensive use of birth certificates in connection with the study of the sex ratio, and the studies relying on death certificates, very little of the observational material could be obtained

**観察.** 性比を調べるために出生証明書を広範囲に使用した遺伝学的研究計画と死亡診断書に基づいて行なわれた研究以外には観察のための資料として両市に現存する保健記録および人口動態記録を殆んど利用していなかった。多くの場合、新し

from already existing health and vital records in the community. For the most part new observations seemed required -- observations made according to specific definitions and standard procedures considered most appropriate to the problems in hand. These were made in ABCC laboratories and clinics on the samples defined for study, and included x-ray, various laboratory studies on blood, urine, feces, and sputum, specialized history-taking, physical examination of both general and special types, e.g., ophthalmologic and physical measurements. Medical information was sought in the community, however, on cases of particular interest, especially leukemia, most of which was first diagnosed and treated elsewhere.

Such epidemiologic studies have depended upon the records of hospitals in the community. At one time, also, it was thought that some systematic study might be made of hospital admissions in each city, and a project was established to gather identifying information and diagnoses on admissions to major hospitals in the community.

**INFERENCE.** Efforts to test observations for radiation effects involved comparisons of those exposed under 1500 meters and the nonexposed and comparisons of subgroups of the exposed having varying levels of irradiation. In the classification of the latter groups acute radiation symptoms (epilation, bleeding, and oropharyngeal lesions) ordinarily were used, at least in part. Comparisons using exposed vs nonexposed were under careful scrutiny in this period and after 1953 less use was made of the nonexposed. The best example of distance-specific analyses is the leukemia work, in which leukemia incidence was shown to be a rapidly declining function of increasing distance from the hypocenter.<sup>12</sup>

い観察が必要であるように思われた。すなわち、定められた方法による観察がこの当面の問題の究明に最も適切と考えられた。上記の観察はABCC臨床検査室とクリニックの研究のために定義したサンプルについて実施した。それにはX線検査、血液、尿、便および喀痰の臨床病理検査、一定の法式に従った。問診、一般検診および眼科的診察や身体計測などの特殊の検診をふくむ。しかしながら、特に興味のある症例就中白血病は地元医師から医学的資料を集めた。白血病例の大多数はABCC以外で最初に診断され、治療されている。

かかる疫学的調査は両市における病院の記録に依存した。また、両市における入院患者について若干の系統的調査を行なってはどうかと考えられ、主要病院の入院患者について資料と診断とを集めることが計画されたことがある。かかる資料の収集は可能であったが、集められた資料は有効に使用されず、この努力をしないようになった。

**推測。** 放射線の影響に関する観察を検定する方法としては、1500m以内の被爆者と非被爆者との比較および被爆者との比較および被爆者を放射線照射の程度によって分類をし、サブグループ間の比較を行なった。通常、後者の分類では少なくとも部分的に急性放射線症状（脱毛、出血および口腔咽頭病変）を用いた。この間被爆者対非被爆者の比較について詳細に再検討を行ない、1953年以降非被爆者を用いることはより少なくなった。距離別解析の最もよい例は白血病調査であって、この調査から白血病罹患率が爆心地からの距離の増加につれて急激に減少する関数であることがわかった。

## UNIFIED PROGRAM (1956-Present)

**MAJOR FEATURES.** The Unified Program<sup>13</sup> was formulated by Thomas Francis, epidemiologist at the University of Michigan, and two medical statisticians: Seymour Jablon of the NAS-NRC Follow-up Agency, and Felix E. Moore, statistician for the National Heart Institute, United States Public Health Service. This program, a methodologic appraisal of the preceding eight years and a systematic proposal for the future, drew heavily upon the lessons of the earlier period. Some of the essential features which seem most characteristic of the Unified Program in operation today are:

Provision of a broad, continuous, and integrated observational system;

Balance between routine research in a standard pattern and hypothesis-oriented or other special research;

Organization of a core of specifically designed, long term studies;

Construction of a Master Sample to provide a fixed cohort for a long term mortality study;

Selection of samples for other studies from the mortality sample, insofar as possible.

**DOSIMETRY.** This has been adequately covered in the previous section concerning desimetry. The only record aspect of this work pertains not to atomic bomb but to x-ray exposure, a matter of recent interest at ABCC as a possible contaminant or interfering factor. Even in this instance, however, the history of x-ray exposure reported by the subject has been relied upon rather than medical records in the community.

**SAMPLING.** Many sampling features of the current program, as in the past, depend upon the availability of vital or other official records.

## 統合研究計画 (1956-現在)

**主要な特徴.** 統合研究計画<sup>13</sup> は Michigan 大学の疫学者である Thomas Francis と 2 名の医学統計学者 NAS-NRC Follow-up Agency の Seymour Jablon, Heart Institute, US Public Health Service の統計学者であった Felix E. Moore により立案された。本計画には、その時までの 8 年間の研究方法の評価と将来の調査に対する系統的な提案が行なわれている。初期の調査で得られた教訓は大いに参考にされた。現在実施中の統合研究計画の特徴を最もよく現わすと思ういくつかの要点をあげれば次の通りである。すなわち、

広範囲に亘る継続的かつ欠点をおぎないあう観察組織を設ける。

通常実施する標準的な研究と仮説の追求のための研究あるいはその他の特別研究との均衡をとる。

調査の中心として特別に計画された長期研究を組織する。

長期に亘る死亡率調査のための固定したサンプルの作成。

他の調査の対策はできるだけ死亡率調査のためのサンプルから抽出する。

**線量測定.** 線量測定については前節で十分述べた。資料という点原爆以外に興味がありそうに思われるのは医療用 X 線照射の資料である。これについて原爆放射線の影響を調べる上に妨害因子として最近 ABCC は関心をもっている。しかしこの場合も両市における医学的記録よりも対象者が報告する X 線照射の既往歴に依存している。

**標本抽出.** 過去におけると同様に、現行研究計画における標本抽出上の多くの特徴は人口動態記録ないしその他の公式記録を利用することである。

NIH-ABCC Life Span Study. This sample<sup>6</sup> is derived from the supplementary schedules obtained at the time of the 1950 Census, and from ABCC sample censuses in 1950 and 1951, the Nagasaki Consumers' Household register for 1950, and the Hiroshima Daytime Census of 1953. The sample is stratified and consists of four parts:

INNER PROXIMAL: Approximately 28,000 subjects in Hiroshima or Nagasaki exposed within 2000 meters of the hypocenter.

OUTER PROXIMAL: Approximately 17,000 subjects in Hiroshima or Nagasaki exposed between 2000-2499 meters from the hypocenter.

DISTAL: Approximately 28,000 subjects in Hiroshima or Nagasaki exposed 2500-9999 meters from the hypocenter.

NONEXPOSED: Approximately 28,000 subjects located 10,000 meters or beyond; or not within the city limits of Hiroshima or Nagasaki at the time of the bombings.

For subjects under 2500 meters the relation of the Life Span Study sample to estimated survivors in 1945 is shown in Figures 9 and 10. The inner and outer proximal groups consist of all persons meeting the following additional requirements:

Resident in the city of study 1 October 1950, regardless of later residence;

Japanese ancestry and citizenship;

At the time of field investigation by ABCC (1954-59) or at death if earlier, *honseki* in the city of study or in specified adjacent areas.

The distal and nonexposed groups are age- and sex-matched to the inner proximal group and also meet these same requirements except that for the nonexposed, residence in the city of study is considered at the time of whatever census was used as the sampling source - 1950, 1951, or 1953. The

予研とABCCが共同で実施する寿命調査。サンプル<sup>6</sup>は、1950年国勢調査付帯票、1950および1951年ABCCサンプル人口調査、1950年長崎消費世帯台帳および1953年広島昼間人口調査から抽出した。この層化標本は4つの部分に分れている。即ち、

内近距離被爆者約28,000名：広島および長崎で爆心地から2000m未満で被爆した。

外近距離被爆者約17,000名：広島および長崎で爆心地から2000-2499mの間で被爆した。

遠距離被爆者約28,000名：広島および長崎で爆心地から2500-9999mの間で被爆した。

非被爆者約28,000名：10,000m以上の距離にあって、被爆時に広島または長崎市内にいなかった対象者。

2500m未満の被爆対象者について寿命調査標本と1945年の被爆者の推計数との関係を示すと図9および10の通りである。内近距離及び外近距離被爆者群には上記の条件以外に次の条件をもみたす者の全数を含む。すなわち、

1950年10月1日現在、調査都市内に居住していた者で、その後の居住地を問わない。

日本人で日本国籍を有する者。

ABCC野外調査、実施時(1954-59年)の本籍地(この期間以前に死亡した者は死亡時の本籍)が調査都市内か別に定めた地域にあるもの。

遠距離被爆者および非被爆者群は内近距離被爆者群と年齢別、性別の構成が一致するように選ばれており、かつ上記の諸条件を充たしている。ただし、非被爆者では標本抽出源として使用した人口調査の実施時、(1950、1951または1953年)に

FIGURE 9 HIROSHIMA ATOMIC BOMB SURVIVORS IN 1945 AND ABCC SAMPLES FOR LIFE SPAN AND ADULT HEALTH STUDIES

図9 1945年における広島被爆生存者と寿命調査および成人健康調査のためのABCCサンプル

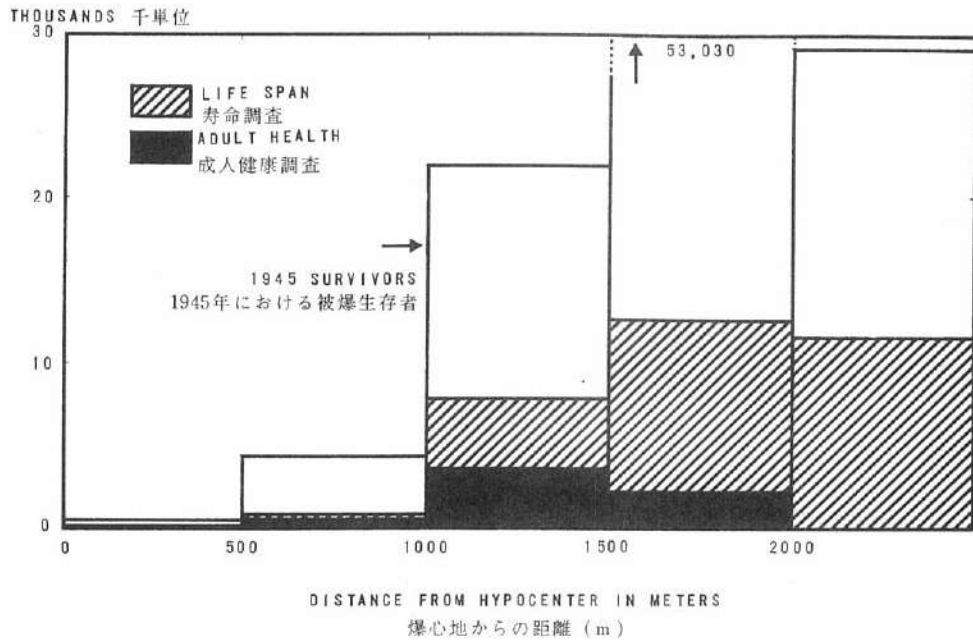
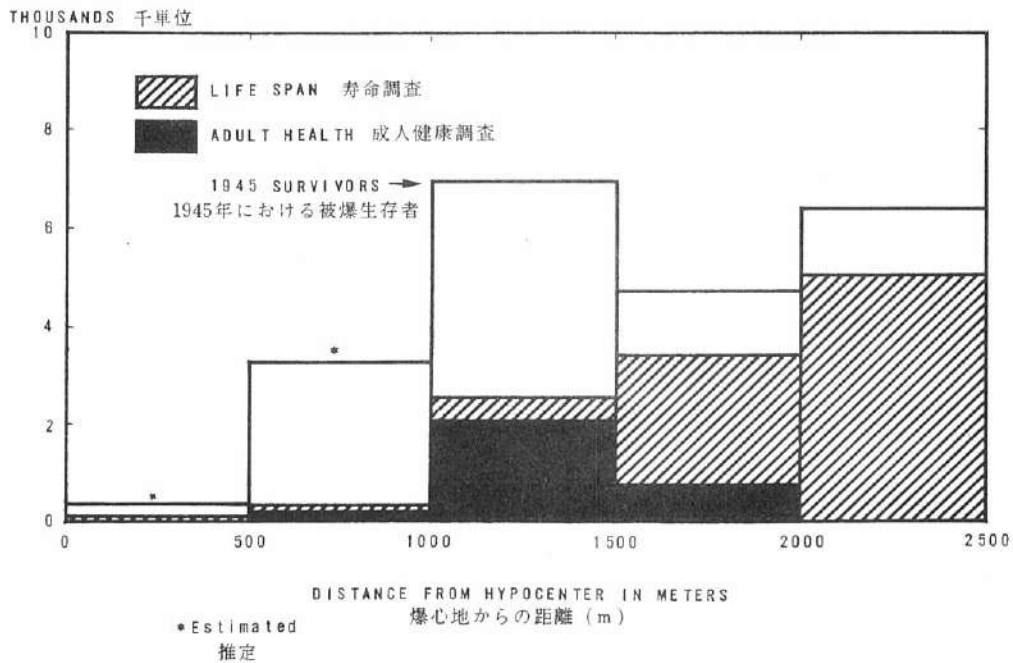


FIGURE 10 NAGASAKI ATOMIC BOMB SURVIVORS IN 1945 AND ABCC SAMPLES FOR LIFE SPAN AND ADULT HEALTH STUDIES

図10 1945年における長崎被爆生存者と寿命調査および成人健康調査に供されたABCCサンプル





Japanese term *honseki* merits explanation. Japan has an official family registration system<sup>14</sup> based in part upon a permanent address. Vital events and changes in such address (but not in current residence) must be reported to the local office of custody for such records. The permanent address is termed the *honseki*, the family record itself the *koseki*, and the office of custody the *koseki-ka*. Knowledge of *honseki* is a virtual guarantee that survival status can be determined in Japan.

**Adult Health Study.** The sample for this continuing clinical scrutiny of 20,000 subjects in both cities<sup>15</sup> is taken from the Life Span Study sample (Figs 9, 10) in the following way:

**GROUP 1:** All subjects in the Life Span Study sample under 2000 meters with acute radiation symptoms.

**GROUP 2:** Subjects randomly drawn from the Life Span Study sample under 2000 meters without acute symptoms, matched with Group 1 as to age and sex.

**GROUP 3:** Subjects randomly drawn from the Life Span Study sample 3000-3999 meters (3000-3499 in Hiroshima) and matched with Group 1 as to age and sex.

**GROUP 4:** Subjects randomly drawn from the Life Span Study sample of nonexposed, using ABCC sample censuses almost exclusively, and matched with Group 1 as to age and sex.

Each group contains 5000 subjects - 3400 in Hiroshima and 1600 in Nagasaki. Symptoms could be learned only by patient, individual interrogation in the field. The reliability of such investigation is considered to be high by those engaged in this work at ABCC. Arakawa and Ishii<sup>16</sup> recently made a small survey of cases studied both by the Joint Commission in 1945 and by ABCC in later years. For individual symptoms classified as present or absent they found about 85 per cent agreement between reports about ten years apart for the same individuals.

調査都市内に居住していたことを必要とする。本籍については説明するに値する。日本では戸籍制度<sup>14</sup>があり、生死その他の記載事項の変更（現住所の変更は含まない）は戸籍管轄の市町村に届出なくてはならない。日本では本籍地を知ることによりその人の生死を殆んど確実に調べることができる。

**成人健康調査。** 両市を合せて20,000名の対象者について行なうこの継続的臨床的調査のサンプル<sup>15</sup>は、寿命調査のサンプル（図9, 10）から次のように抽出した。すなわち、

第1群：寿命調査標本中の2000m未滿の被爆者で急性放射線症状を示した者全数。

第2群：寿命調査標本中2000m未滿の被爆者で急性放射線症状のなかった者から無作意抽出し、かつサンプルの第1群と年齢、性別の構成を一致させた。

第3群：寿命調査標本中3000-3999m（広島では3000-3499m）までの被爆者から無作意抽出してかつ年齢別性別構成を第1群と一致させた。

第4群：大部分はABCCサンプル人口調査のみから選出された寿命調査サンプルの非被爆者群から抽出して、第1群と年齢別性別構成を一致させた

各群はそれぞれ5000名の対象者からなり、この中3400名は広島、1600名は長崎である。症状の有無を知るためには、個々の対象者に面接を行なうという根気を要する野外調査が必要であった。本作業に従事したABCCの調査員はかかる調査の信頼性は高いとの印象を受けた。最近、Arakawaと石井<sup>16</sup>は、1945年に合同調査班が調査したもののうちから後になってABCCが調査した症例について小規模の検討を行なった。約10年を隔てていたこの2つの調査で同一人の症状の有無について約85%が一致していることがわかった。

A valuable feature of the Adult Health Study sample is its subdivision into 24 schedule groups intended to be examined at monthly intervals throughout a 24-month examination cycle. By this device reasonably representative material is flowing through the clinic at all times and short term samples for special studies may be taken with confidence.

**Medical Survey of Subjects Exposed in Utero.** Because the 1950 supplementary schedules are incomplete for those exposed *in utero*, rosters have been created from birth certificates for the appropriate period following the bombs, and by interrogation of exposed women of childbearing age at the time of the bombings.

**Tumor Registries, Autopsy Program, and Leukemia Survey.** ABCC participates in the analysis of data from tumor registries conducted by the city medical associations. For this tumor study, for the autopsy program, and in the continuing leukemia survey, cases are collected from the general city population by methods which depend in large part upon the existence and availability of community health records. Members of the medical associations voluntarily report tumor diagnoses or deaths to their respective tumor boards, and with the assistance of ABCC files and field resources the collected reports are investigated as to exposure. Analysis then proceeds along either or both of two lines:

In relation to the estimated age, sex, and exposure distribution of the current population;

In relation to these same characteristics for some fixed sample known to ABCC, e.g. the NIH-ABCC Life Span Study sample.

The sampling situation is exactly the same for the leukemia survey, except that no separate registry exists and in each city a physician on the ABCC staff, with the cooperation of university and other community hospitals, undertakes to obtain information on each case of leukemia

成人健康調査標本の重要な特徴は、それが24の診察予定群に細分して、24カ月の診察周期に亘って毎月1群ずつ診察を受けるようにしたことである。この方法によって、全サンプルをかなり代表している臨床標本が常に来診していることになり、短期間の特別研究のための標本を安心して選ぶことができる。

**胎内被爆者の医学的調査.** 1950年国勢調査付帯調査は胎内被爆者群については不完全であったので、被爆後の適当な期間内に届けられた出生証明書と被爆時に妊娠可能年齢にあった被爆女性に対して行なった面接とによってリストを作成した。

**腫瘍登録、剖検計画および白血病調査.** ABCCは、市医師会が行なっている腫瘍登録の資料の解析に参加している。この腫瘍調査や剖検計画および継続的に行なわれている白血病調査では一般市民の中から症例を主として既存の医療記録から集める。医師会員は自発的に腫瘍の診断あるいは腫瘍による死亡を腫瘍統計委員会に報告し、集った症例の被爆状態をABCCの記録と野外調査から調査する。解析はつぎの2つの点の一方または両方の方針によって行なう。すなわち、

現人口の年齢別、性別および被爆区分別に推計した現在人口を分母とする。

ABCCにとって既知である固定サンプル、例えば年齢、性、被爆区分別に予研とABCCが共同で実施する寿命調査のためのサンプルを分母とする。

白血病調査の場合も全く同じようにサンプルを抽出する。但し、別に特に登録を行わず両市のABCCの医師が大学やその他地元の病院の協力の下に、調査都市で白血病と診断された症例の資料の入手に努めている。罹患率が極めて低くABCCの固定サンプルを全数使用しても発生数が不十分

diagnosed in the city of study. Reliance upon the current population of each city is likely, or even necessary, in the study of any condition of such infrequent occurrence that the number of cases arising in the largest ABCC fixed sample is inadequate. At the present time such analyses are made only for the tumor registry and leukemia, but even in these instances parallel analyses are made on the largest available fixed sample by way of check, since the exposure characteristics of the current population are not well known except near the time of a census which includes such information, e. g., 1950.

**First Generation Life Span Study.** This new study<sup>17</sup> presently being organized by the NIH and ABCC will utilize the samples previously obtained by Neel, Schull, *et al* for their genetic studies, plus birth certificates for the 1946-47 period.

**OBSERVATION.** The basic types of information sought have not changed. Under the Unified Program ABCC seeks information on all the following:

Survival

Cause of death

Death certificate

Autopsy

Conception

Sex at birth

Illness leading to hospitalization

Medical history

Laboratory examination of all kinds, in standard patterns

Physical examination

Diagnosis

Illness of lesser severity than that requiring hospitalization

である疾病の調査では両市の現在人口を分母とする方法が考えられ、用いるべきである。現在のところこの方法による解析は腫瘍登録と白血病に限られているが、この場合もこれに並行して固定標本全数を基礎とした解析を行なっている。その理由は1950年の人口調査を行なった頃を除けば現在人口の被爆状態を十分に知ることができないからである。

**第1世代寿命調査.** 予研とABCCによって現在計画中である。この新しい調査<sup>17</sup>は Neel, Schull 等が以前に遺伝学的調査のために選出したサンプルをこれに加えて1946-47年間に届けられた出生証明書を利用する。

**観察.** 収集する基本的資料には変化はない。統合研究計画の下にABCCは下記の事項のすべてについて資料を集める。すなわち、

生死

死因

死亡診断書

剖検

受胎

出生時の性別

入院を要する疾病

病歴

一定の方式による各種臨床検査

全身検査

診断

入院を必要としない程度の疾病

Most of these observations must be made afresh at ABCC in accordance with laboratory or other protocols, but several important ones do depend upon health and vital records in the community.

**NIH-ABCC Life Span Study.** The fact of mortality may be obtained from many incidental sources, but ultimately rests upon the *koseki*. The first systematic experience with the mortality check via the *koseki* was obtained with the Adult Health Study subjects (20,000) within the Life Span Study sample taken to the *koseki-ka* in the period 1958-59. Despite many minor inaccuracies in *honseki* obtained on field investigation, this information led to the official *koseki* in all but 17 cases (Table 4). Since this sample was the subject of home visits in connection with the scheduling of clinic examinations independent confirmation of the *koseki* information was obtained. It is of considerable interest that only seven deaths known to ABCC were omitted from the more than 1300 reported through the *koseki-ka*. At this time field checks on the 20,000 are 99.7 per cent complete, and the error in *koseki-ka* recording of deaths appears to be under 5 per cent -- probably far under. The fact that all but 17 of the 20,000 could be traced through their reported *honseki*, and their survival status thus determined, seems a remarkable fact; actually 10 of these did not have *honseki* as originally reported by the field staff. Foreigners, such as Koreans, do not have *honseki*. *Koseki* check on the second portion of the Life Span Study sample now is nearing completion. At the end of April 1960 the score stood as follows:

上記の観察項目の多くは、臨床病理検査およびその他の計画書に基づいてABCCで新たに観察しなければならないが重要な項目の若干は地元の保健記録および人口動態記録から入手できる。

**予研とABCCが共同で実施する寿命調査.** 死亡の事実は各種の調査活動を行なうときに入手できるとしても、最終的には戸籍に依存せねばならない。戸籍照合による死亡の照合が1958-59年に初めて寿命調査サンプル中の成人健康調査の対象者(20,000名)について生死の照合を戸籍課で行なった。野外調査で調べた本籍番地に些細な誤りが多かったにもかかわらず、この資料から17例を除く全例につき戸籍を照合することができた(表4)。この標本については診察日時決定のため家庭訪問を行なっているので戸籍記載事項を戸籍とは別に調査している。戸籍課を通じて入手した1300余りの死亡例からABCCが調査した後死亡例の中7例だけが脱落していた。このことはかなり興味がある。現在20,000名についての野外調査が、99.7%完了しているので戸籍課における死亡記録の誤差は5%以下、おそらくそれよりもずっと少ないと考えることができる。20,000名の中17名を除くと全員について報告された本籍を調査し、その生死を決定し得たという事実は注目すべきことである。実際にはこの17名のうち10名は最初の野外調査から入手した場所が実際の本籍地と異なっていた。また朝鮮人のように外国人であって本籍をもたないものもあった。寿命調査標本の第2部についての戸籍照合が、現在完了に近づいている。1960年末現在の集計は次のようになる。

RESULT OF KOSEKI CHECK 戸籍照合の結果	NUMBER 数	%
TOTAL CASES INVESTIGATED 戸籍照合を行なった件数	70,210	100.0
HONSEKI KNOWN MORTALITY STATUS DETERMINED 本籍が判明し生死が確認されたもの	69,798	99.4
HONSEKI NOT YET CONFIRMED OR ESTABLISHED 本籍が未確認又は未編成のもの	412	0.6

TABLE 4 RESULTS OF KOSEKI-KA CHECK NOVEMBER 1958, JOINT NIH-ABCC LIFE SPAN STUDY, ADULT HEALTH STUDY SAMPLE

表 4. 1958年11月予研 - ABCC 共同の寿命調査サンプル中の成人健康調査の対象者について行なった戸籍照合の結果

RESULT OF CHECK 戸籍照合の結果	HIROSHIMA 広島	NAGASAKI 長崎	TOTAL 計	
			NUMBER 数	%
HONSEKI KNOWN (MORTALITY STATUS DETERMINED) 本籍が判明したもの (生死が確認されたもの)				
INITIAL RECORD CORRECT 入手した記録が正確なもの	8,795	4,780	13,575	68.0
MACHI (CITY BLOCK) IN ERROR 町名に誤りがあるもの	1,301	941	2,242	11.2
BANCHI (LOT NUMBER) IN ERROR 番地に誤りがあるもの	3,612	516	4,128	20.7
SUBTOTAL 小計	13,708	6,237	19,945	99.9
HONSEKI UNKNOWN (MORTALITY STATUS UNDETERMINED) 本籍が不明であるもの (生死が未確認のもの)				
NEW HONSEKI NOT YET OBTAINED 新しい本籍が入手されないもの	3	4	7	0.04
FOUND TO BE FOREIGNERS 外人であると判明したもの	6	1	9	0.05
KOSEKI NOT YET ESTABLISHED 戸籍が未編成のもの	0	1	1	0.01
SUBTOTAL 小計	11	6	17	0.10
TOTAL 計	13,719	6,243	19,962	100.00

The cause of death also is of great interest in this study, and is obtained by the NIH through a special abstract of the death certificate prepared by the local health center in accordance with administrative agreements by the official agencies concerned.<sup>5</sup> The validity of the cause of death stated on the death certificate, of course, is of great concern. Although the autopsy rate at ABCC is at this time too low to provide confirmation or denial on any large proportion of cases, for certain subgroups it now runs as high as 20 per cent. For the 20,000 who are also in the Adult Health Study, and thus receiving continuing medical followup, the clinical record often contains independent evidence worthy of consideration in relation to the death certificate diagnosis. Thus far statistical analyses on the Life Span Study have been confined to the death certificate diagnosis for the sample of 20,000, but ABCC anticipates an integration of clinical as well as autopsy and death certificate information.

**Adult Health Study.** The observational methods here are those of the clinic and the laboratory, supplemented by epidemiologic surveys still in a formative stage as discussed in the subsequent

この調査では死因も非常に関心の的である。予研は関係官庁との行政協定にもとづき地元の保健所に対し、死亡診断書から調査票へ転記を依頼し、このような死因に関する資料が入手できるようになった。当然死亡診断書に記入された死因の正確性に大きな関心が寄せられる。現在のABCCにおける剖検率は、症例の大部分について死因を確認または否認するには余りに小さいが、ある分類群では剖検率が20%にも達している。成人健康調査の対象であり、継続的に医学的経過観察を受けている20,000名については、その臨床記録に独立して医学所見が判明している場合がしばしばある。この医学所見と死亡診断書における診断との関係は考慮すべきである。今までのところ、寿命調査標本についての統計的解析を、この20,000名のサンプルにおける死亡診断書死因に限定しているが、将来、ABCCでは臨床調査、剖検調査および死亡診断書調査の資料を総合して解析を行ないたいと思っている。

**成人健康調査.** この調査は診察および臨床検査を観察の手段とするので、罹病率調査の項で後述するように、まだ立案の段階にある疫学的調査に

paragraphs concerning morbidity detection. Physicians in the clinic do, however, at the present time seek information on those considered 'too ill to come' to the clinic, approaching the hospital or attending physician if the subject is under medical care; or making a home visit.

**Medical Survey of Subjects Exposed In Utero.** The situation here is exactly the same as in the Adult Health Study: The observations to be obtained are so rigorously defined that routine records created for other purposes are of interest only to the extent defined in the following paragraph.

**Morbidity Detection.** This program to provide information on the few who will not or cannot come to the clinic, and on illnesses occurring between scheduled examinations is now viewed as an epidemiologic adjunct to the clinical programs. Morbidity detection still is in the planning stage<sup>18</sup> but is expected to consist of two distinct components:

Collection of information on hospitalization of sample members, at least at the level of diagnosis, with subsequent investigation to be determined by the clinical staff;

Periodic home visits of a systematic or possibly sampling type.

In either case the information obtained outside the clinic may lead to further investigation by the clinical staff. The first of these methods requires the cooperation of hospitals in the community as well as an efficient mechanism for identifying patients in the special study sample. Obviously any centralization of hospital records in the community would greatly ease the burden of screening admissions into the individual hospitals, and it has been proposed that medical insurance records be pressed into service in this connection.

より補足することになる。しかし、現在臨床部の医師は‘病気のため来所不能’と考えられる人に関して対象者が医療を受けている場合には病院や主治医と連絡をとり、そうでない場合は家庭訪問を行ない、資料を集めている。

**胎内被爆者の医学的調査。** この調査方法は成人健康調査と全く同じである。求める観察事項を非常に厳密に定義したために他の目的で作成した一般の記録は次の項に定義する範囲内で役に立つに過ぎない。

**罹病率調査。** この研究は現在は臨床研究計画の補足的な疫学的調査と見なされ診察を受けに来ない、来られない少数の人に関する資料および予定診察の中間に生ずる疾病に関する資料を求めるように計画されている。罹病率調査は未だ企画の段階<sup>18</sup>であるが2つの明確な要素からなるものと思われる。

調査対象者で入院したものについての少なくとも診断名を集める。さらに調査が必要であるか否かは臨床部が決定する。

系統的または標本抽出による対象に対する定期的な家庭訪問。

いずれの場合にも、ABCC診察室以外で得た資料は臨床部でさらに調査するということになるかも知れない。第1の方法では、この特別な研究標本に属する患者を確認する有効な機構のほかに地元病院の協力を必要とする。地元の病院記録を1カ所にまとめることができるならば個々の病院への入院患者を探知する労力は非常に軽減することは明らかである。これに関連して健康保険記録を活用することも提案された。

**Tumor Registry.** Operation of the tumor registries by the city medical associations means that private medical records, hospital records, death certificates, and other sources available to the practicing physicians of the community are marshalled to provide a registry of tumor cases for epidemiologic analysis.

**Leukemia Survey.** The leukemia survey is managed with an emphasis on rigor of diagnosis that cannot be insisted upon for the tumor registry. The sources of information are essentially those of the tumor registry but clinical and laboratory records are more deeply utilized in the diagnostic review.

**Pathological Detection.** In both cities the ABCC Department of Pathology has a large autopsy and surgical pathology program, including some exchange of information with other institutions in each city.

**INFERENCE.** Although health and vital records are not directly involved in the analysis and interpretation of the observations obtained, some of the considerations involved at this level in the ABCC program may be of interest.

**Two Cities.** The bombs were not the same and the people were several hundred miles apart in cities of different size, history, and economic role. Nevertheless, the gaps are less than those often bridged in efforts to seek confirmation or rejection of research findings, and ABCC is firmly settled in the investigation of both cities. There probably are differences in the gamma and neutron components of the doses in the two cities, but at this stage it appears overly optimistic to expect that the separate effects of the two, or a neutron RBE, can be determined from these data. The research designs are uniform in the two cities for the large components of the Unified Program, but the many smaller studies usually are conducted in one city or the other under the control of individual investigators.

**腫瘍登録.** 市医師会が腫瘍登録を実施することの意義は開業医の診療記録、病院の記録、死亡診断書およびそのほか地元の開業医が保管する記録を整理して腫瘍症例を記録し疫学的解析のために利用する。

**白血病調査.** 白血病調査の場合、腫瘍登録の場合とは異なって確実に診断をすることに重点をおいている。その資料源は本質的には腫瘍登録と同じであるが診察記録および臨床病理検査記録を詳細に調べて診断を検討する。

**病理学的調査.** 両市においてABCC病理部には大規模の剖検および外科病理研究計画があり、また両市の他の施設との間の資料の交換も行なっている。

**推測.** 保健記録および人口動態記録は観察事項の解析および解釈に直接関係がないが、ABCC研究計画の現段階に関連して若干の考慮を加えることは興味のあるものかも知れない。

**両市.** 規模、歴史および経済的背景が異なるこの2つの市はそれぞれ数百マイル離れており、そこに投下された原爆も同一のものではない。しかし、一般に研究知見の確認または否定にあたってしばしば処理される相違に比べるとこの両市の相違は小さいものでありABCCは両市の調査を行なっている。両市における放射線線量のガンマ線と中性子量はおそらく異なっていると思われるが現段階ではこれらの資料から両市別々の影響をあるいは中性子RBEを知り得るものと期待することは過度に楽観的であるように思う。総合研究計画の主要部分は両市同じになるよう計画してあるが、多くの副研究は通常いずれかの都市で個々の研究員の指導のもとに実施する。

**The Nonexposed.** The present research designs, for the most part, call for matched nonexposed comparison groups in addition to those exposed at sufficient distance from the hypocenter to have received little or no direct radiation. Although there is no intent to tamper with these basic designs, which by their very nature must be permanent to yield their promise, some doubt has been expressed concerning utility of the nonexposed in the search for radiation effects. The nonexposed differ sufficiently in history and circumstance to provide a continuing problem of minor discrepancies that must be investigated at considerable cost if the open view is adopted that radiation may have caused almost anything. At the present time, therefore, some investigators tend to favor radiation comparisons based on the exposed, utilizing tentative dose or some combination of distance and shielding, rather than comparisons of exposed vs nonexposed. The nonexposed are, however, of general medical interest in some of the descriptive studies in the natural history of disease that inevitably emerge from a program of this kind.

**Orientation of Search for Differences Attributed to Radiation.** Although the effects seen at ABCC thus far have involved defects or abnormalities which increased in frequency with decreasing distance (increasing dose) it is felt that the search should not be so oriented generally, but that possible radiation effects should be sought in both directions. It seems entirely possible that the selective processes associated with the acute mortality should have left the heavily radiated survivors more resistant, in some particular sense, than those less heavily irradiated.

**Errors of Inference.** Considering the nature of the risks of inference, it has been concluded that the ABCC investigator must be particularly sensitive to his responsibility in reaching negative conclusions about late radiation effects. To commit a Type I error, in the Neyman-

**非被爆者.** 現在の研究企画では対照群として爆心地から遠く離れていて、一次放射線を殆んどまたは全く受けなかった被爆者のほかに非被爆者対照群を研究群と対応するように選ぶ必要がある。期待される成果を得るために基本的計画はその性格そのものから考えて恒久的でなければならない。これらの企画の主旨に干渉する意図はないが放射線影響の研究における非被爆者の有用性に関して若干の疑念がおきた。非被爆者の経歴と環境は被爆者と非常に異なるので、放射線によって殆んどどんなことでも起り得るといような態度をとるならば、次々にあらわれる両群の性格の些細な相違点をかなりの費用をかけても調査しなければならない。したがって、現在ある調査では、被爆者対非被爆者の比較よりも被爆者について暫定線量または距離と遮蔽状態の組合わせを利用して比較を行なう方が有利であるとする傾向がある。しかしながらこの種の計画で必要である疾病の自然史についての記述的研究では非被爆者に医学的関心が持たれる場合がある。

**放射線に起因する変化についての研究方向.** 現在までにABCCで認められた影響は、距離の減少（線量の増大）と共に頻度が増加する欠陥または、異常であったが一般的に研究をこの方向に限定すべきではなく、起り得ると考えられる放射線影響について両方向へ向って探索する必要があると思う。なぜならば急性死亡による淘汰作用のためある意味では、放射線をあまり受けなかった者に比べて強度の放射線を受けた者は抵抗力の強いために生残った可能性が十分あると考えられる。

**推測における誤差.** 推測に伴う危険の性質を考慮してABCC研究員は放射線の遅発性影響について、影響がないと結論をする場合の責任を特に認識せねばならない。Neyman-Pearsonの第1種の過誤を犯して実際は放射線影響が存在しないのに影響があるとするは被爆生存者の不安を不



Pearson sense, asserting a radiation effect where none exists, is to add unnecessarily to the anxiety of survivors and possibly to influence the health physicists to set more conservative maximum permissible dose limits. To commit a Type II error, and fail to find an effect where one exists, may minimize the anxiety of survivors, but cause the health physicists to be less cautious than they actually should be. The latter could then lead to the future exposure of people to more radiation than is tolerable. Although at ABCC not every problem can be worked on a sample of 100,000 subjects, it is felt that samples as large as feasible should be employed in order to reduce the Type II error as far as possible.

**Correlation of Radiation and Other Effects of the Bombs.** It has been suggested that investigators at ABCC might give greater attention to correlations exemplified by the relations between radiation (distance) and such factors as anxiety about effects, loss of position and economic support, and loss of parents. The inclination is to discount such factors when studying leukemia. However, even for leukemia, the possible influence of socioeconomic factors hardly can be excluded, but rather, viewed as sufficiently unlikely as to constitute a tolerable risk. In the case of anemia, on the other hand, the feeling might be different. Usually, when somatic changes do appear in association with dose and distance, the possible influence of other A-bomb effects must be explored before it is concluded that radiation effects have been demonstrated.

**Correlation of Radiation and other Environmental Effects.** The situation under examination involves an *ex post facto* survey, and although experimental models and random variable theory are employed in the statistical approach to observations, it remains true that radiation spread in a systematic, geographic fashion, not at random, and that there exists some possibility for variables associated with residence and occupation to become

必要に増大させ、保健物理学者にも影響を与えて最大許容線量を一層控え目に決めることも考え得る。第2種の過誤を犯して、影響が存在しているのにそれを見出し得ない場合は、被爆生存者の不安を少なくすることはできるが、保健物理学者には実際は細心の注意が必要であるのに慎重を欠くという結果になる。後者の場合には、将来人々が許容量以上の放射線照射を受ける結果になり得るかもしれない。ABCCは、100,000名のサンプルからすべての問題を究明し得るとは考えていないが、第2種の過誤をできるだけ少なくするために、できるだけ大きい標本を用いるべきであると思っている。

**放射線とその他の原爆との相関。** ABCC研究員は、放射線（被爆距離）とその他の要因、例えば放射線影響についての不安、地位や生活根拠の喪失、両親の死亡等との相関について一層注意を向けてもよいと思われる。白血病の調査に当っては、かかる因子を無視する傾向がある。白血病においてさえも、社会経済的要因は影響を及ぼす可能性を完全に除外することはできない。ただこの因子のために影響が起る可能性が極めて少ないにすぎない。他方、貧血の調査の場合では、考え方が違ってくる。通常、身体的変化と線量や被爆距離との関係が認められる場合、放射線影響が実証されたと結論する前に放射線以外に何らかの原爆の影響があるのではなからうかと考慮しなければならない。

**放射線とその他の環境の影響との相関。** この研究は事後調査であり、また観察結果の統計的処理に実験計画法と無作意変数論とを用いても放射線の拡がり方は無作意ではなく系統的であり、地理的であり、また居住地や職業に関連した変数が線量（距離）との間に相関関係がある可能性が若干あるので、放射線影響がないのにいかにも影響があるように見えたり、あるいは逆に実在する影響

correlated with dose (distance) and thus to suggest radiation effects where none exist or, conversely, to obscure existing effects. ABCC does not have all the information needed concerning socioeconomic and related factors, and proposes to collect and utilize more such information. Data at hand, however, has not excited anxiety about socioeconomic correlations, perhaps because there is a great deal of mixing involved in any aggregation of individuals of the same dose (distance).

#### IMPLICATIONS FOR VITAL AND HEALTH RECORDS

This section will be concluded by attempting to answer the question: What changes in vital and health records and in procedures for handling them would provide a stronger base for radiation research elsewhere? Certain general procedures would be very helpful to research on somatic effects:

Registration of persons with significant exposure;

Linkage of death records with birth or other routinely available vital records;

Registration of tumors.

These measures cannot be advocated regardless of cost or feasibility, of course, because of practical difficulties involved. But where the investigator needs help is, first, in establishing a sample and, second, in following it. A registry would be of considerable value in providing samples for study. Presumably it would reflect chiefly therapeutic irradiation, which suggests sampling problems of a different order of complexity. And yet, the potential value of such samples is obvious in the light of the use that skillful investigators have made of patients exposed to x-ray for therapeutic purposes.

His sample in hand, the investigator must next acquire significant, unbiased followup information. In a complete

が不明確になったりすることがある。ABCCには社会経済的要因および関連要因に関して必要な資料がすべて備わっているわけではない。かかる資料をより多く収集して利用することを企図している。しかし、手元の資料には社会経済的要因との相関関係があるのではなからうかとの疑問を起すものはないが、それは同一線量（距離）の被爆者には種々の社会経済状態の人がまじっているからであると考えられる。

#### 人口動態記録および保健記録の意義

本節の最後に人口動態記録および保健記録、とこれらの記録の処理方法を如何に変更すれば、ABCC以外で行なわれる放射線研究に対して一層確乎たる基礎を与えられるであろうかという問題の回答を試みたいと思う。一般的処理方法のうち特定のものは、身体的影響を研究する上で非常に役に立つ。すなわち、

有意な放射線照射を受けた人の登録。

死亡記録と出生記録または、その他通常入手し得る保健記録との関連。

腫瘍登録。

もちろん上記の方法は種々の困難を伴うので、費用または可能性を無視して、主張することはできない。しかし研究員が援助を必要とすることはまず第1にサンプルを選定することであり、次にサンプルを追跡して行くことである。登録名簿があれば調査標本を選定のためかなり価値がある。このような登録名簿はもし医療用放射線照射を受けた者を対象とする場合、標本抽出にABCCの場合と異なった複雑な問題があると思う。しかし有能な研究者が医療用X線照射を受けた患者を利用した実績に照らしてみるならば、かかるサンプルの潜在的価値は明らかである。

サンプルが得られると、研究員は次に有意でかたよりのないよう経過観察をしなければなら

medical care system, public or private, such followup may be easy enough provided indexing is adequate. Elsewhere, however, it can prove so difficult as to defeat all investigative intent. In Japan the family register (*koseki*) brings together a few vital facts, including death, in a pattern that makes mortality-tracing unusually rewarding. Certainly this is not a recommendation that such an expensive system be introduced for the sake of radiation research, but if some other pattern of linkage involving the death certificate were feasible, or desirable on more compelling grounds, radiation research would greatly benefit from the impetus to mortality tracing. Similarly, a tumor registry hardly would be established solely for the support of radiation research except where exposure was, or had been, most unusual. And yet one of the potential benefits of such a registry is the information it could furnish on persons of known radiation exposure.

## MEDICAL FINDINGS

Radiation effects probably begin by damage at the cellular level with energized particles bringing about mechanical-chemical changes in some of the billions of molecules which comprise the cell. Destruction of cells, their decreased reproductive capacity, the enhanced susceptibility of rapidly dividing cells, to acute radiation damage, and grossly visible damage to irradiated chromosomes -- all these observations point to the nuclear material of the cell as the primary locus of radiation damage.<sup>19</sup> However, damage to cytoplasmic constituents, enzymes, etc., should also be included as a possible source of delayed radiation effects.

The absence of knowledge concerning precise mechanisms at the cellular level has dictated that hypotheses and methods guiding search for delayed radiation effects in Hiroshima and Nagasaki be based upon findings obtained in animal experiments or in human patients subjected

ない。公的または民間の完全な医療制度の行なわれているところでは、もし症例選出が適当な場合このような経過観察は十分容易であろう。しかしそうでないところでは経過観察は非常に困難ですべての調査目的が達成できない。日本では戸籍に死亡をふくむいくつかの主要な事実が記載してあるので死亡の追跡が可能である。これは、放射線研究のためにこのような費用を要する制度を採用すべきであると勧告することではない。死亡診断書との結びつけを求めるために別の方法が実行可能であり、または他の確乎とした理由で別の方法が望ましい場合にはこれら方法をおし進めると放射線研究は死亡追跡ができ大きな利益を受けることができる。同様に、腫瘍登録も放射線の異常照射を受けた場合をのぞき放射線研究という単一目的のために企画することは殆んどない。しかし、かかる登録の潜在的利益の1つは、この登録が既知の放射線照射を受けた人について資料を求めることができることである。

## 医学的所見

放射線の影響は、放射能を有する粒子が細胞を構成する数10億の分子の一部に機械的、化学的变化をもたらす結果として、恐らく細胞の段階で障害が現われるものであろう。細胞の破壊、その再成力の減退、急速に分裂する細胞の急性放射線障害に対する感受性の増加、あるいは被照射染色体に肉眼的に認められる障害等—これら観察の結果はすべて放射線障害を受ける部位が細胞の核構成物質であることを示している。<sup>19</sup> しかし細胞形質構成要素、酵素、その他に現われる障害も、放射線の後影響の発生源として考慮に入れる必要があろう。

細胞段階での正確な機序が明らかでないため、広島および長崎の原爆被爆の後影響を探るために設定された仮説並びに研究方法は、動物実験の結果または放射線療法を受けた患者の観察所見に基

to therapeutic irradiation. In addition, recognition of the inadequate state of knowledge concerning late radiation sequelae in animals and of the potential fallacy of transposing animal data to humans led ABCC investigators to make certain types of studies in an all-inclusive manner without prior hypotheses as to radiation effects.

#### DELAYED EFFECTS ON SUBJECTS EXPOSED IN UTERO

Because of the known sensitivity of rapidly growing tissues to irradiation, the fate of fetuses irradiated *in utero* became an early concern of investigation at ABCC. The acute radiation syndrome was accompanied by frequent abortions and stillbirths in pregnant women.<sup>20</sup> For this reason, and also possibly because pregnant women were evacuated from the cities, the total number of children who received significant *in utero* irradiation was small. Less than 1000 in the two cities are believed to have been exposed within 2000 meters of the hypocenters.

Animal experiments suggested that the developing nervous system was particularly susceptible to radiation damage<sup>21</sup> and in 1952 and 1954, reports of microcephalic and mentally retarded children appeared from Nagasaki and Hiroshima.<sup>20, 22</sup> By 1954 it was thought that all such cases probably had been detected and Miller<sup>23</sup> was able to study the Hiroshima group carefully in relation to degree of exposure.

A total of 33 Hiroshima children were found with microcephaly (head circumference more than two standard deviations below the average of the control group). Almost all were within the first semester of gestation at the time of the bombing. The degree of microcephaly was directly related to proximity of exposure, and in turn the degree of mental retardation was related to the microcephaly. Eleven of the mothers of the 15 mentally defective children had received sufficient radiation to have suffered acute major radiation

びくよりほかはなかった。しかも、動物に現われる放射線の後障害に関する知見はなお不十分であり、動物実験の結果を人間に適用することは誤りかも知れないなどの事情から、ABCCの研究者は、ある種の研究においてはあらかじめ放射線の影響について仮説を設定することなく、包括的に研究を進めなければならない場合もあった。

#### 胎内被爆児における後影響

急速な成長を続けている組織が放射線に対して敏感であることは周知の事実であるから、胎内で被爆した胎児の運命は早くからABCCの調査の対象として考えられた。急性放射線症状の発現例では妊婦にしばしば流産並びに死産がとられた。<sup>20</sup> このような事実、並びに当時妊婦は一般に両市から疎開していたという事情にもよることであろうが、胎内で有意の放射線照射を受けた児童の数は少なかった。即ち、爆心地から2000m未満で胎内で被爆したと考えられる者は、両市合わせて1000名に満たない。

動物実験によれば、発育途上にある神経系は特に放射線障害を受けやすいようである。<sup>21</sup> 1952年および1954年には、広島、長崎両市に小頭並びに知能遅滞児に関する報告が現われた。<sup>20, 22</sup> 1954年までにはこの種の症例は残らず発見されていたと考える。Miller<sup>23</sup>は広島の症例について放射線照射度との関係を詳しく調査を実施した。

広島では合計33名の小頭児（頭囲が対照児の平均よりも2標準偏差以上小さいもの）が発見された。そのほとんどが原爆時には妊娠3カ月以内の胎児であった。小頭の程度は直接被爆距離と関係があり、一方知能遅滞度にも小頭との関係が認められる。15名の知能遅滞児の母のうち11名は多量の放射線照射を受けて主要放射線症状を呈した

symptoms following the bombing; 8 were exposed within 1200 meters of the hypocenter. As indicated in Figure 11, almost all of the women who were exposed at hypocenter distances of 1200 meters or less, and who were in the early months of pregnancy, gave birth to infants with brain damage. It seems probable, therefore that a high radiation dose delivered to the fetus during early gestation regularly produces central nervous system diseases. When more accurate radiation dosages for the Hiroshima and Nagasaki survivors become available, it should be possible to estimate the amount of radiation that produces this damage in man.

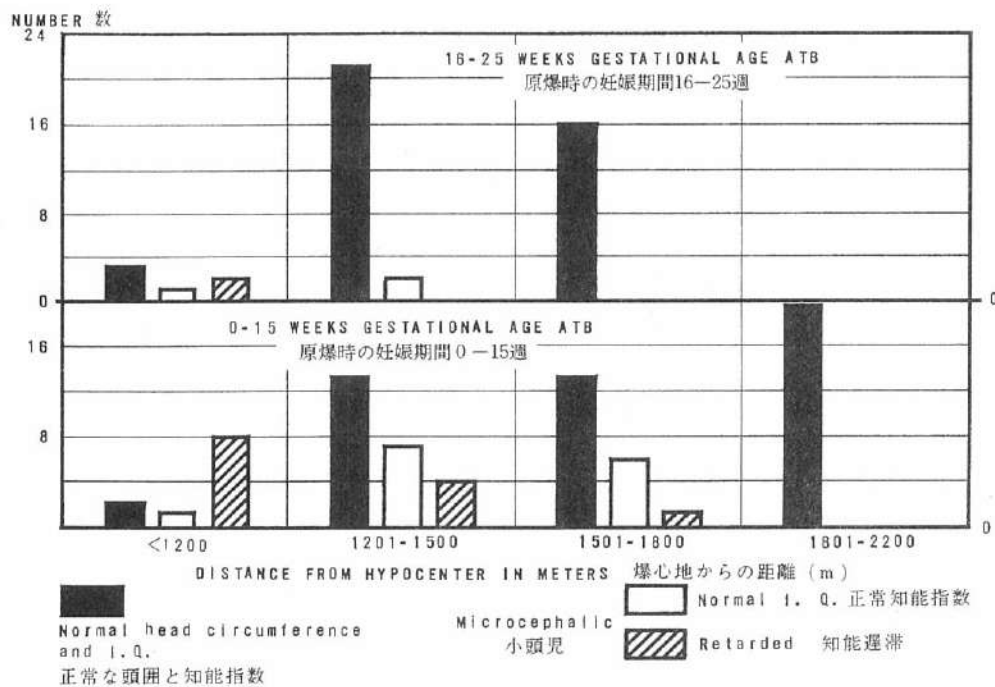
Interest in this small group of children irradiated *in utero* has been heightened by recent observations in England and the United States that even small radiation doses, received during diagnostic roentgenographic procedures, may predispose to later development of malignant neoplasms and leukemia.<sup>24,25</sup> Miller found only two cases of malignant disease in his 1954

者であり、その中8名は爆心地から1200m未滿の被爆者であった。図11にも示す通り、爆心地から1200m以内の距離で被爆し、しかも当時妊娠初期にあった妊婦は、そのほとんど全部が脳障害児を生んでいる。従って、妊娠初期に胎児が多量の放射線照射を受ければ、通常中枢神経系の障害が伴うものと思われる。広島および長崎の原爆被爆者が受けた正確な照射線量が判明すれば、人間にこのような障害をもたらす線量の推計が可能となるであろう。

最近、英国および米国において行なわれた観察において、放射線科の診察に際して受ける少量の照射でもその後の悪性新生物並びに白血病発生の素因を作りうるということが明らかにされて、<sup>24,25</sup> 上記少数の胎内被爆児に対する関心が高まった。Millerは1954年の調査では悪性新生物2例を発見

FIGURE 11 NUMBER OF PATIENTS WITH SMALL HEAD CIRCUMFERENCES AND MENTAL RETARDATION

図11 小頭囲と知能遅滞がある者



analysis, but the group is being kept under careful observation. A recent analysis of the hematologic findings revealed no changes related to radiation exposure.<sup>26</sup>

The children irradiated *in utero* are at present approximately 15 years old and a group in Nagasaki is being closely studied<sup>27</sup> by clinical examination and hormonal assay for delayed pubescence or other late effects on endocrine organs. Reports of this study are expected in the future.

#### GENETIC EFFECTS

At the time of the atomic bombings, experimental geneticists already had amassed much information about radiation effects on gene function. The need for genetic studies in Hiroshima was obvious, and Neel and Schull<sup>11</sup> have extensively reviewed the results of the ABCC genetics project which ran continuously from 1948 to 1954. During those six years virtually all births in Hiroshima and Nagasaki - a total of over 70,000 - were recorded. Methods of study included not only vital statistical information but actual examinations of the infants. Of the 70,000 births, 6000 were from parents one or both of whom had received atomic bomb exposure within 2000 meters of the hypocenters.

In this relatively large and well-studied sample, no major clinical evidence of genetic damage was detected. The incidence of stillbirths, overt congenital abnormalities, and neonatal mortality was not increased in offspring of the irradiated parents. The study was large enough to permit statistical assurance that a doubling of each of these major abnormalities in the exposed would have been detected. Conversely, an increased incidence of these abnormalities might have gone undetected if the increase was less than double. Therefore, the study does not prove that no major genetic sequelae resulted from the irradiation, but it is clear that genetic damage, if any, was of

したにとどまるが、その調査対象群については引き続き慎重な観察を実施中である。なお、最近の血液学的所見の解析では、被爆による変化は全く認められていない。<sup>26</sup>

これら胎内被爆児は現在ほぼ15才に達しており、<sup>27</sup> 長崎の一群については精密な臨床検査並びにホルモン測定による思春期遅延その他の内分泌器系に対する後影響の有無も調査中である。近くこの研究の予報も行なわれるであろう。

#### 遺伝学的影響

遺伝子の機能に対する放射線の影響については、原爆時には既に実験遺伝学者による多量の資料の集積が行なわれていた。広島において遺伝学的調査を必要とすることは明白である。NeelおよびSchull<sup>11</sup>は1948年から1954年まで続行されたABCCの遺伝学的研究の成果に、広範にわたって再検討を加えた。この7年間に、事実上広島および長崎の全出産を網羅した総計70,000件の出産が記録された。調査は単に人口動態資料によるだけでなく、乳児の検査も並行して行なった。産児70,000名のうち、両親の一方または双方が爆心地から2000m以内の距離の被爆者であったものは、6000名であった。

この比較的規模も大きく、行き届いたサンプルに調査を実施しても、遺伝学的障害を立証する臨床上的重要な事実は何も発見することができなかった。被爆者の産児に死産率、明白な先天性奇型の発生率、新生児死亡率の増加は特に認められなかった。この調査は、被爆者に上記の重要異常が倍加しておればこれを統計学的に証明できるだけのサンプルの大きさを持っていたが、他面もし異常が2倍に至らない場合は異常の増加はあっても見過ごされることが考えられる。従って、この調査の結果は決して照射による重要遺伝学的後遺症が現われなかったことを示すものではないが、たとえ遺伝学的障害があったとしてもそれは臨床

little clinical consequence. The ABCC genetic survey, in effect, established some lower limits for major genetic damage in man.

One continuing genetic study is the simple observation of the male female ratio in infants born to irradiated parents. Female offspring have two X chromosomes while males have but one. Therefore, recessive lethal mutations are much more likely to affect the males than the females because the female offspring would need to receive the altered gene from both parents while males, of course, would need to receive the altered gene from the mother only. Early results of this study<sup>28</sup> were not statistically significant although the direction of the comparisons was consistent with the genetic theory that alterations in sex ratio could occur.

#### EFFECTS ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF CHILDREN

Late radiation effects on growth and development have proved singularly hard to assess in the survivors of the Hiroshima and Nagasaki bombings. It has been difficult to dissociate radiation effects *per se* from the total economic, medical, and social sequelae of the disasters. Growth might have been affected by prolonged illness of children either due to acute radiation disease or to the generally prevalent bacterial diseases attending the disruption of public health facilities in the two cities. Poverty was common in the cities for several years after the bombings. In Japan, an intact family unit will protect the children as much as possible from deprivation; but the high mortality rate among the heavily exposed (about 70 per cent in those exposed under 1500 meters) undoubtedly severely disrupted family units and denied many surviving children the full benefits of family efforts to ameliorate malnutrition.

For these reasons there are no really suitable control subjects and the fre-

的にさして重要でなかったことは明らかである。ABCCの遺伝学的調査は結局人間における主要遺伝学的障害の下限界を設定したのである。

現在引続き行なわれている遺伝学的調査は、被爆者における産児の男女性比に関する単純な観察である。男児の1個のX染色体に対し、女児には2個のX染色体がある。従って劣性致死性突然変異の影響は女よりも男に現われやすい。男児が変性遺伝子を当然母親だけから受けるのに対し、女児は変性遺伝子を必ず両親から受けるからである。今日までの調査<sup>28</sup>から、性比に変化が起るとする遺伝学的学説と一致する所見が比較に認められるが、統計学的に有意ではない。

#### 児童の成長と発育に対する影響

広島および長崎の被爆生存者の成長と発育に現われた被爆の後影響は、その評価が極めて困難であった。放射線の影響そのものを被爆による経済面、医療面、および社会面の総合的影響と区別することが困難であった。両市の公衆衛生施設の崩壊に伴ない、急性放射線疾患ないし当時一般に流行していた細菌性疾患による児童の長期にわたる罹患は、その成長に影響を与えたことであろう。被爆後数年間は両市では一般に窮乏状態が続いた。日本では、家庭単位が崩れていない場合その家庭の子供は及ぶ限り窮乏から保護される。しかしながら強度被爆者に死亡率が高かったこと(1500m未満の被爆者において約70%)は、明らかに強く家庭単位を破壊する結果となり、生き残った多くの子供達に家庭単位の力で栄養不足を補うことはできなかった。

以上の理由から、真に対照として適当な研究対象が得られないとともに、従来しばしば採用さ

quently used approach of analysing effects in relationship to radiation dose or distance from the hypocenter remains somewhat suspect in the absence of any adjustment for the family situation. Nevertheless, studies were undertaken by Greulich and his co-workers in 1947, and as late as 1950 differences in growth and development between the closely exposed children and those selected as controls remained evident.<sup>29</sup>

Extensive developmental studies were included in the examination of the closed samples of exposed and nonexposed children studied since 1948. Reynolds<sup>30</sup> summarized the 1951-53 data and these are currently being re-analysed by Nehemias at the University of Michigan. At present the information points to delayed maturation of children exposed to the atomic bombings, but the specificity of this finding as a late radiation effect is in doubt.

#### RADIATION CATARACTS

Radiation cataracts in the survivors of the atomic bombings became an early interest at ABCC, following the observation that cataracts were developing in cyclotron workers whose eyes were repeatedly exposed to irradiation.<sup>31</sup> The mechanism of cataract production now is fairly clearly understood. Cells of the anterior lens epithelium normally are continually dividing, and have proved susceptible to radiation damage. The damaged cells pile up and migrate to the posterior pole of the lens where they degenerate and form a small plaque visible with the aid of a slit lamp. As the lesion progresses, an opaque ring of cellular debris forms on the posterior lens and eventually the lens becomes opacified as a recognizable cataract.<sup>32</sup> These early lenticular changes are shown in Figure 12.

Cogan *et al*<sup>33</sup> in 1949 studied a group of survivors in both cities and was able to detect ten cases of early cataracts. Between 1951 and 1953 Sinskey<sup>34</sup> conducted a systematic ABCC study of cataracts as

れた照射線量ないし被爆距離の関係から影響の解析を行なう方法も、家庭事情を考慮した調整が行なわれていないためにいささか疑わしい。とはいえ、1947年には Greulich 等による研究が着手され、近距離被爆児と対照児の間には1950年まで成長および発育の差が明瞭に認められた。<sup>29</sup>

広範囲にわたる発育の研究が、1948年以來の調査対象である被爆児および非被爆児固定標本の検査に当たって行なわれた。当初 Reynolds<sup>30</sup> によって1951-53年までの資料がまとめられたが、さらに Michigan 大学の Nehemias による解析が新たに進められている。現在被爆児に成熟の遅れが認められるが、これが被爆の遅発性影響としての特異性を持つ所見であるかどうかは疑わしい。

#### 放射線白内障

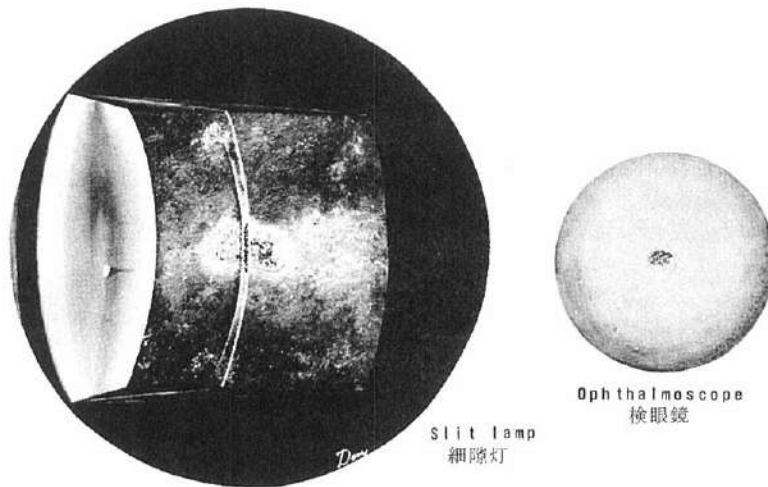
サイクロトロン操作員が眼に放射線の反復照射を受けて白内障を発している事実が知られていたので、<sup>31</sup> 原爆被爆者の白内障も早くから ABCC における関心の的となった。白内障の発生機序は現在かなりわかっている。水晶体前部上皮細胞は普通絶えず分裂を続けており、放射線障害に対して敏感である。障害を受けた細胞は堆積して水晶体後極に移動し、そこで変性して細隙燈で認められる小円板状となる。病変の進行につれて、細胞老廃物からなる不透明な環が水晶体後部に現われ、やがて水晶体は混濁して成熟白内障となる。<sup>32</sup> これら放射線による水晶体の初期変化を示すと図1の通りである。

Cogan 等<sup>33</sup> は1949年に両市の被爆者を調査して初期の白内障10例を発見した。Sinskey<sup>34</sup> は1951年から1953年にかけて、固定標本の医学的検査(ME-55)の一環として ABCC における白内障の



FIGURE 12 TYPICAL SUBCAPSULAR OPACITY WHICH APPEARS TO BE  
A VACUOLE-LIKE MASS ON CROSS SECTION

図12 典型的囊下部混濁。断面において空胞様の塊の様相を呈する



O. D. AGE 29, EXPOSURE DISTANCE 900m., EPILATION 100%  
右眼。 年齢29才、被爆距離 900m、脱毛 100%

part of the medical examination of a fixed sample (ME-55). In 164 subjects who suffered 90 per cent or more epilation as an acute radiation sequela, he detected an incidence of posterior lenticular plaques of 84 per cent, compared to 10 per cent in a balanced nonirradiated control group. He used the degree of epilation as an index of relative radiation dose and found the incidence of posterior plaques closely correlated with the degree of epilation.

Using a total case finding approach, Sinskey reported 154 subjects in both cities who had lenticular lesions visible with the ordinary ophthalmoscope. In all these subjects, effective vision was achieved by corrective lenses, and only four subjects were found to have required operative removal of the cataracts.

These findings conform to the observation that several hundred roentgens are required to produce early radiation cataracts.<sup>35</sup> This explains why frequency of major cataracts was quite low in Hiroshima and Nagasaki survivors. The prevalence of the incomplete lesion, the posterior lenticular

系統的調査に従事し、急性放射線症として90%以上の脱毛現象が現われた被検者 164例に発生率84%に達する水晶体後部円板状混濁を認めたが、同数の対照例ではこの発生率は10%であった。即ち彼は脱毛度を線量の指標として用い、水晶体後部円板状混濁の発生と脱毛度の間には、密接な関係があることを発見した。

全症例を検索する目的とした調査で Sinskey は普通の検眼鏡で認められる水晶体病変例を両市合わせて 154例報告している。これらの患者はすべて矯正レンズによる有効視力の回復が可能で、白内障手術を必要としたものはわずか4例に過ぎなかった。

上記の所見は、初期放射線白内障の発現にさえ数百レントゲンの照射が必要とする観察の結果と一致する。<sup>35</sup> 広島および長崎の被爆生存者に高度の白内障が極めて少なかったのはこのためであろう。ただし、病変が完成されるまでに至

plaque, however, was relatively high. The progression or regression of these lesions, and how they may relate to senile lenticular changes, is the subject of continuing investigation.

## LEUKEMIA

Much of the interest in the field of late radiation effects has been focused on the relatively rare disease, leukemia. Its pre-eminence stems not from absolutely large total numbers of observed cases, but from the large increase in relative incidence of this disease. The cases seen in the atomic bomb survivors constitute by far the largest group of radiation-induced leukemias; information in this series allows a general study of the phenomenon of radiation leukemogenesis in man. Reports on leukemia have appeared regularly in ABCC publications<sup>12, 36-38</sup> since 1951 and recently the experience in both cities has been fully reviewed<sup>39, 40</sup> based on relatively complete case finding through 1957. Case finding has been enhanced by the practicing physicians in the cities who have been well aware of the problem for the past ten years. ABCC has maintained active leukemia therapy programs in both cities, and the Nagasaki Medical School has had a continuing interest in cases of radiation-induced leukemia. Case finding has been supplemented and checked by review of all deaths ascribed to leukemia or related disorders.

Both cities had similar experiences and present information suggests that the radiation dosage was generally comparable in the two cities. By the end of 1957, a total of 88 cases of leukemia had been detected in residents of the two cities who had been exposed under 2000 meters, while expectation in a population of this size is only about 12 cases. The general incidence of leukemia, 20 to 30 cases per million population per year,<sup>39</sup> is the same in the nonirradiated populations of Hiroshima and Nagasaki as in all of Japan. The first cases of leukemia in atomic bomb survivors resident in the two cities

らなかったもの、即ち円板状混濁の発生率は比較的高かった。これら病変の進行ないし緩解、並びにそれが老人性水晶体変化と如何なる関係を持つかという点は、今後の調査の課題である。

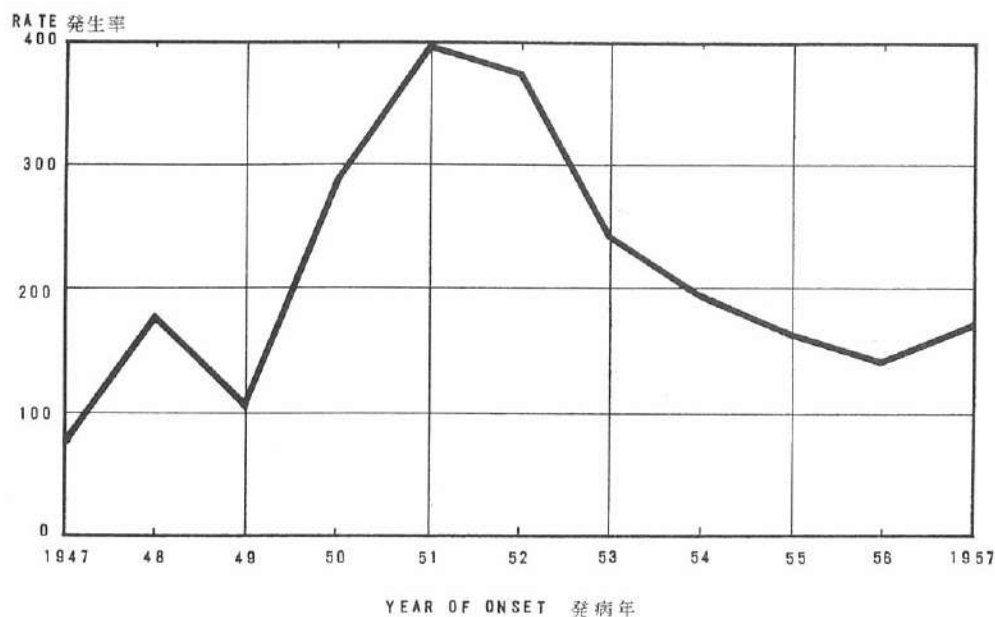
## 白血病

後影響については、比較的まれな疾患である白血病に多大の関心がよせられた。白血病が特に注目されたのは、観察対象の絶対数が増えたからではなく、この疾患の相対的発生比率が著しく高くなったためである。原爆被爆者に認められるその症例数は全放射線性白血病例中の圧倒的な部分を占め、その研究によって得た資料は人間の放射線による白血病発生現象全般にわたる研究を可能にするものである。白血病に関する報告は1951年以来ABCC刊行物に定期的に現われており、<sup>12, 36-38</sup>最近においては、1957年までの比較的完全に行なわれた症例発見の努力に基づいて、両市における経験が慎重に検討された。<sup>39, 40</sup> 症例の発見は、両市の開業医が過去10年来この問題に通暁していた関係から一層効果的に行なわれた。ABCCは両市で白血病治療計画を積極的に進め、長崎医大は放射線誘発性白血病に絶えず関心を示してきた。白血病ないしその関連疾患によるとされる全死亡例を検討して、症例発見の補充と確認が行なわれた。

両市における調査は似たような結果を示し、現在までの資料によれば一般に照射線量も同程度であったと思われる。1957年末までに2000m未満で被爆した両市在住者の中から合計88例の白血病患者が発見されたが、この人口に普通予想される患者数は12名前後に過ぎない。一般白血病発生率は1カ年人口100万当り20-30名であるが、これは広島および長崎の非被爆者についてみた場合も日本全体について見た場合も変りはなかった。両

FIGURE 13 LEUKEMIA CASES PER 1,000,000 POPULATION PER YEAR  
HIROSHIMA PLUS NAGASAKI, EXPOSED UNDER 2000 METERS

図13 2000m 未満の広島・長崎被爆者における年間人口 100万当りの白血病発生率



began to appear in 1947, and 7 of the 88 cases had their onset in 1948. Thus the latent period from 1945 to the onset of leukemia was only three years. Figure 13 shows the yearly incidence for individuals within 2000 meters of the hypocenter and still resident in the cities when leukemia was detected. It is apparent that the peak incidence occurred in 1951-52, six to seven years after the bombing. Subsequently, incidence has decreased somewhat, although it remains much higher than elsewhere.

All clinical types except chronic lymphatic leukemia apparently were induced by the irradiation. Chronic lymphatic leukemia is extremely rare in Japan compared to Western nations and has not been implicated in other studies of radiation-induced leukemia.<sup>41</sup> Table 5 shows the incidence of chronic granulocytic and the acute leukemias in those exposed under 2000 meters contrasted to those who were exposed at distances of 2000 to 9999 meters from the hypocenter in both cities. Through the years, comparative incidence rates of the major types of leukemia have varied, but to no greater extent than would be expected by chance (Fig. 14).

市の被爆生存者に白血病が最初に現われたのは、1947年であって上記88例中7例は1948年に発病している。すなわち、1945年から発病までの潜伏期間はわずか3年に過ぎない。図13は2000m 未満で被爆して白血病発見当時なお市内に在住していた被爆者について、白血病の年次別発生率を示したものである。発生率が最高に達したのは被爆後6-7年の間、1951-52年にかけてであると思われる。その後は、他地方に比較すればなおはるかに高率を示したが、発生率はやや低下した。

原爆放射線では、慢性リンパ球性白血病を除き臨床的に見られるあらゆる型の白血病が誘発された。この慢性リンパ球性白血病は日本では西欧諸国に比較して極めてまれで、他の放射線性白血病の研究でも取り扱われていない。<sup>41</sup> 表5では、両市の2000m 未満の被爆者と2000m から9999m までの被爆者について、慢性骨髄性白血病並びに急性白血病の発生率を比較した。時の経過につれ主要各種白血病の発生比率に多少の変化はあったが、偶然に基づくと思われる以上の変化は認められなかった(図14)。

TABLE 5 INCIDENCE OF LEUKEMIA 1947-57, BOTH CITIES, BY TYPE AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

表5 病型別および爆心地からの距離別の広島、長崎合計の白血病発生率、1947—1957

TYPE OF LEUKEMIA 白血病の病型	0-1999 METERS (m)				2000-9999 METERS (m)			
	NUMBER OF CASES 例数			ANNUAL INCIDENCE / MILLION 人口100万当 り年間発生率	NUMBER OF CASES 例数			ANNUAL INCIDENCE / MILLION 人口100万当 り年間発生率
	HIROSHIMA 広島	NAGASAKI 長崎	TOTAL 計		HIROSHIMA 広島	NAGASAKI 長崎	TOTAL 計	
CHRONIC GRANULOCYTTIC 慢性骨髄性白血病	30	6	36	88	3	4	7	4
ALL ACUTE LEUKEMIAS 全急性白血病	34	18	52	127	16	27	43	27
ACUTE GRANULOCYTTIC 急性骨髄性白血病	16	8	24	59	11	13	24	15
ACUTE LYMPHATIC 急性リンパ球性白血病	9	5	14	34	-	3	3	2
OTHER ACUTE LEUKEMIAS その他の急性白血病			12	29			15	10
ACUTE UNSPECIFIED LEUKEMIAS 分類不明の急性白血病	6	-			3	1		
ACUTE MYELOMONOCYTTIC 急性骨髄単球性白血病	1	5			1	9		
ACUTE MONOCYTTIC 急性単球性白血病	-	-			-	1		
OTHER LEUKEMIA その他の白血病	2	-	2	5	1	-	1	0.6
PERSON-YEARS AT RISK 観察人年 (1947-57)	327,270	80,853	408,123		712,627	857,300	1,569,927	

FIGURE 14 INCIDENCE OF LEUKEMIA BY TYPE HIROSHIMA PLUS NAGASAKI, UNDER 2000 METERS 1948-1957

図14 2000m未満の広島・長崎被爆者における病型別の白血病発生率、1948—1957

INCIDENCE/10<sup>-6</sup> 発生率

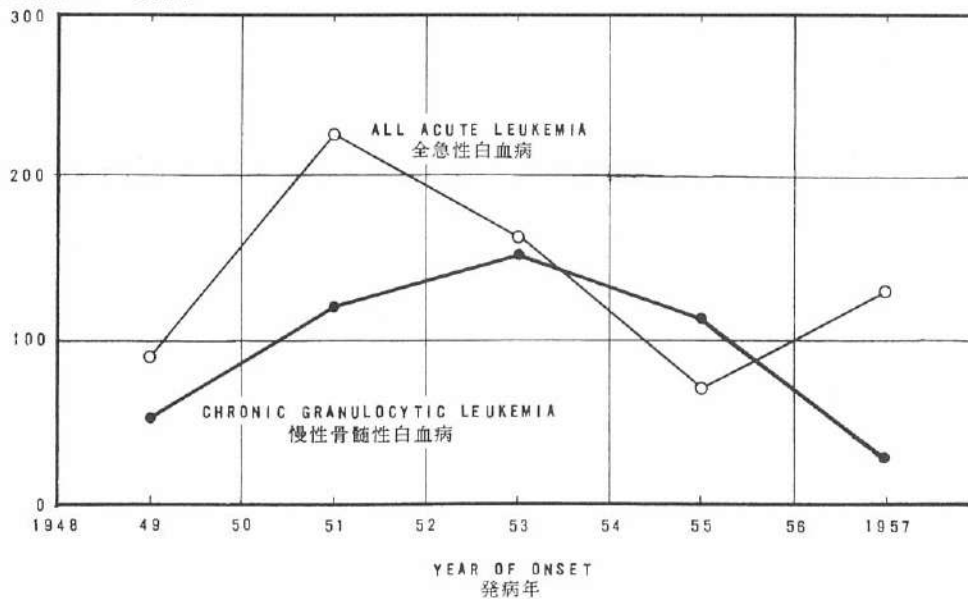
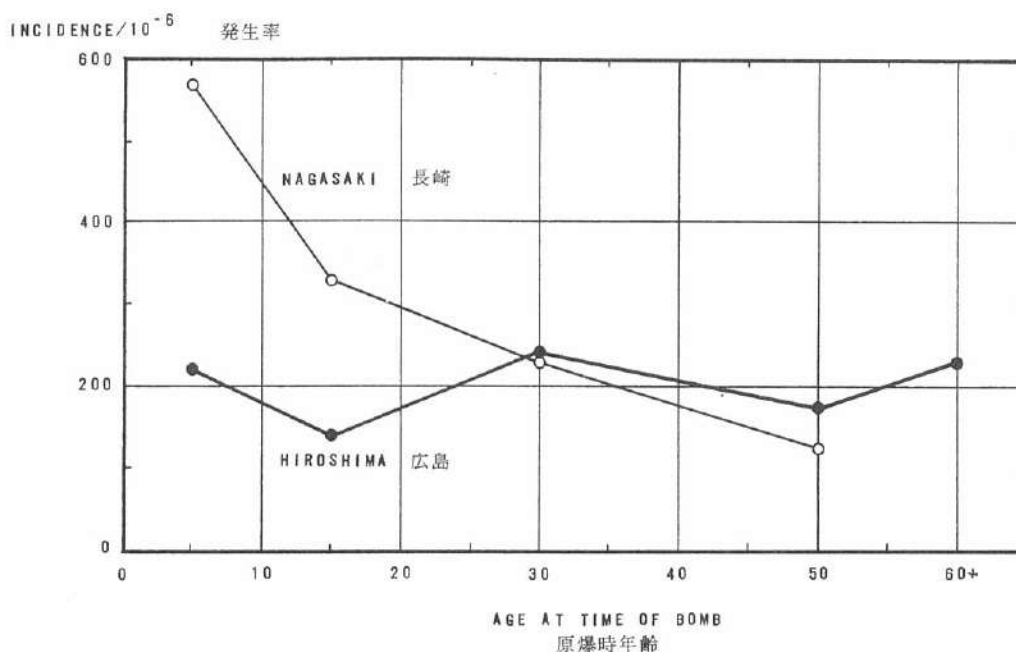


FIGURE 15 AGE SPECIFIC INCIDENCE OF LEUKEMIA (ALL TYPES) HIROSHIMA AND NAGASAKI, UNDER 2000 METERS 1947-1957

図15 2000m 未満の広島・長崎被爆者における白血病（全病型）の年齢別白血病発生率，1947—1957



Age and sex components in radiation leukemogenesis are, of course, important. In Japan, spontaneous leukemia occurs more commonly in men than in women and in the two sexes the degree of leukemia induction by radiation was proportional to the spontaneous incidence. The previously cited studies of leukemia and tumor occurring in children irradiated *in utero* suggested that children might be more susceptible to the leukemogenic effects of irradiation.<sup>24,25</sup> The Hiroshima data for individuals exposed under 2000 meters show no differential sensitivity with age (Fig. 15). In the Nagasaki data there is a suggestion (P approximately .10) of sensitivity at the younger ages. The age-specific incidence of leukemia in Japan is generally flat. Also, several cases of chronic granulocytic leukemia were noted in irradiated children. This disease usually is quite rare in childhood.

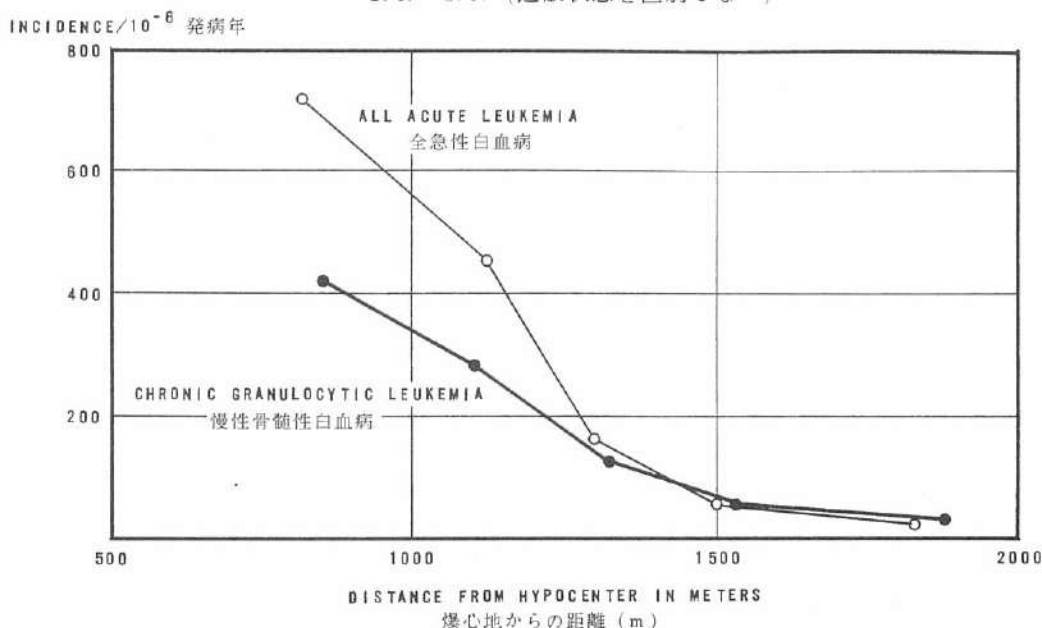
The ABCC material demonstrates a decreasing incidence of leukemia in relation to

放射線白血病の発生には勿論年齢並びに性別の因子も重要である。日本では自然発生白血病は女よりも男に普通多いが、放射線による男女の白血病発生率も自然発生白血病のそれに比例していた。先にあげた胎内被爆児の白血病および腫瘍の研究によれば、児童は放射線の白血病発生効果に対し敏感であると思われる。<sup>24,25</sup> 広島の2000m未満の被爆者の資料では年齢による感受性の相違は認められなかったが(図15)、長崎の資料によれば低年齢者は敏感であると思われるふしがある(確率約 .10)。ちなみに、日本では白血病の年齢特殊発生率には一般に高低が少ない。慢性骨髄性白血病が被爆児に数例認められたが、この疾患は一般に児童の間では極めてまれである。

ABCCの資料によれば、白血病発生率は爆心地からの距離に従って漸減している(図16)。この漸減現象は慢性型についても急性型についても

FIGURE 16 DISTANCE SPECIFIC INCIDENCE OF LEUKEMIA HIROSHIMA PLUS NAGASAKI, UNDER 2000 METERS 1947-1957 (REGARDLESS OF SHIELDING SITUATION)

図16 2000m 未満の広島・長崎被爆者における被爆距離別の白血病発生率, 1947-1957 (遮蔽状態を区別しない)



distance from the hypocenter (Fig. 16). This decreasing incidence seems approximately the same for the chronic and the acute types.

Leukemia induction in relation to radiation dose is of primary interest. In general, the findings of ABCC and those of Court-Brown and Doll in arthritic patients treated with irradiation<sup>42</sup> suggest a linear correlation between radiation dose and leukemia incidence in the high dose range. Most animal experiments also indicate a linear type of dose-response relationship. Because of the linear nature of the dose-response, the concept of a somatic mutation occurring in direct proportion to the number of ionized particles has become a popular explanation of the etiology of radiation-induced leukemia and tumors. However, a variety of animal experiments do not fit a linear model, and the whole concept of somatic mutations in man has been challenged recently by Rous.<sup>43</sup>

Regardless of the pathogenic mechanisms operative in radiation-induced leukemia --

ほとんど同様と思われる。

放射線照射量との関係からみた白血病誘発の問題は極めて興味深い。ABCCの調査並びに Court-Brown および Doll が放射線療法を受けた関節炎患者について実施した調査<sup>42</sup>によれば、一般に大量照射の場合は照射線量と白血病発生率の間に直線関係があると考えられている。多くの動物実験の結果にもまた直線型の線量・反応関係が認められる。線量・反応間にこの直線的関係が認められるという事実から、一般に体細胞突然変異が電離放射線を有する粒子の数に正比例して現われるとする考え方に基づいて放射線誘発性白血病および腫瘍の病因が説明されるようになった。しかし、動物実験の結果には直線型に該当しないものも多数あるところから、人間におけるこの体細胞突然変異説は最近 Rous<sup>43</sup>による全面的な挑戦を受けるに至った。

放射線誘発性白血病の発生機序が、体細胞突然変異またはその他の因子のいずれにあるにせよ、

whether somatic mutation or some other factor -- the important practical problem remains as to whether the dose-response relationship is truly linear. Hiroshima and Nagasaki experience provides good evidence that leukemia increases at doses of approximately 100 rads, and probably at doses of 50-75 rads. The data certainly suggest a linear function and it is tempting to calculate a per rad leukemogenic effect for man, assuming linearity over the entire range of dose. The Hiroshima and Nagasaki exposed populations are not sufficiently numerous, in all probability, ever to provide full delineation of response at the lower dosage range. Continued observations will, however, progressively lessen the error in the shape of the dose-response curve and will gradually solidify knowledge of radiation effects at lower doses.

Although the material never will settle whether or not there is a 'threshold' of irradiation which produces leukemia, the data will permit estimation of a lower limit below which any threshold must occur.

#### NEOPLASIA

Induction of malignant tumors in animals and in humans by therapeutic irradiation is well known.<sup>44,45</sup> The mechanisms for the oncogenic effects of irradiation are unknown. However, as in the case of leukemia, the concept of somatic mutations has received much attention.<sup>46</sup> Certain tumors of endocrine glands in animals seem to occur as a result of attempts at pituitary stimulations of a radiation-damaged gland which cannot respond in normal fashion.<sup>47</sup>

Worthy of emphasis are the observations on the latent period - the time between irradiation and the onset of tumors. Both in animals and in humans, the latent period for tumors seems much longer than that for the leukemias.<sup>44,45</sup> That latent period may possibly explain what appear to be discrepancies in data reported on tumor incidence in the atomic bomb survivors.

線量・反応間に果して真に直線関係が成立するかどうかは依然として実際上の重大問題である。広島および長崎の調査では、約 100 rad の放射線照射が行なわれる際に白血病発生率が増加するという十分な実証を得たが、これは恐らく 50-75 rad の照射についても同様であろう。資料には確かに直線的な働きを示唆するものがあり、線量全体について直線関係を想定し、人間に対する 1 rad 当りの白血病発生効果を算定したくなる。広島および長崎の被爆者数は如何に考えても少量照射による反応を完全に示すには足りないのであるが、観察を継続して行くうちには線量・反応曲線の線型の誤りも漸次是正され、少量照射の際の放射線の影響に関する知識も次第に充実して来るであろう。

放射線量が白血病を誘発する場合に閾値があるかどうかの問題はこの資料によってはどうも解決されないが、この閾値の存在するとした場合の下限を推計することが可能となるかも知れない。

#### 腫瘍形成

放射線療法によって悪性腫瘍が誘発されることは、動物および人間にあっては周知の事実である。<sup>44,45</sup> 放射線の腫瘍発生効果機序は不明であるが、白血病と同様に体細胞の突然変異に基づくとする説が強く注目されている。<sup>46</sup> 動物におけるある種の内分泌腺腫瘍は、放射線障害のため正常な反応を起さなくなった内分泌腺に脳下垂体が刺激を加えようとする際発生するもののように思われる。<sup>47</sup>

照射を受けてから腫瘍が発生するまでの潜伏期間に関する観察は重要である。動物においても人間においても、腫瘍の潜伏期は白血病の潜伏期よりもはるかに長いようである。<sup>44,45</sup> 原爆被爆者の腫瘍発生率に関する報告書に一見矛盾として現われる事項も、この潜伏期によって説明できるかも知れない。

In Japan carcinoma of the stomach is the common neoplasm causing death and constitutes more than a third of the fatal neoplasms in the Japanese.<sup>48</sup> The first attempt by ABCC investigators to analyze tumor incidence was made by Murphy and Yasuda,<sup>49</sup> who studied 535 patients with surgical pathology or autopsy findings of stomach carcinoma. These specimens or autopsies were sent voluntarily from 1948 to 1957 to the ABCC Department of Pathology by Hiroshima physicians. Since the material was freely offered, it might have been biased. At the time of the report, well-defined closed samples for determining incidence in relation to exposure were not complete, but the Murphy-Yasuda study seemed to indicate no increase in carcinoma of the stomach in the irradiated, although such conclusions were set forth very tentatively.

The NIH-ABCC Life Span Study sample is based on the supplementary schedules of the 1950 Census and other sources of nonexposed individuals. Based on eight years from 1950-58, the causes of death in the subsample of 20,000 selected for the Adult Health Study recently have been evaluated.<sup>50</sup> In this analysis, based solely upon death certificates, there were 199 tumor deaths among the four exposure groups in both cities distributed as follows:

GROUP 被爆区分	1	2	3	4	TOTAL 計
DEATHS 死亡数	55	59	48	37	199

It will be recalled that the exposure groups are balanced as to age and sex, so the expected distribution is very nearly 50 deaths in each group. As a set of four, without regard to the direction of the differences, the groups seem homogeneous enough (P about .14) but if an oriented approach is taken, or Groups 1 and 2 are compared with Groups 3 and 4, the differences seem to be greater than chance ordinarily would produce. Further analysis has shown that this effect rests entirely upon a deficit of cancer deaths in the nonexposed in the early years of the

日本では、胃癌は死因の大部分をしめた普通の新生物であって、日本人の新生物死亡者の $\frac{1}{3}$ を占める。<sup>48</sup> ABCCの腫瘍発生率解析の試みはまず Murphy および安田<sup>49</sup> によって着手せられ 535名の患者における胃癌の外科病理学的所見並びに剖検所見に基づいている。これらの外科病理標本および剖検体は、1948年から1957年にかけて広島医師が自発的にABCC病理部へ送ったものであるから、資料には偏りがあるかも知れない。報告が行なわれた当時は、被爆に関連させて発生率を推計するための固定標本の選出はまだ完成していなかった。もっとも Murphy および安田による調査では被爆者に胃癌の増加は認められなかったようであるが、これは資料の性質上、暫定的な結論に過ぎないと考える。

予研およびABCC共同実施の寿命調査標本は、1950年の国勢調査付帯票およびその他の非被爆者関係資料から抽出したものである。成人健康調査用として抽出されたその副次標本20,000名について1950-58年にわたる8年間の死因の検討を行なった。<sup>50</sup> 死亡診断書のみに基づいて行なわれたその解析によれば、両市4群の被爆分類群に現われた腫瘍による死亡者数は199名であって、その分布は次の通りである。

これを分類群の年齢別および性別構成を一致させてあるので、各群の死亡の予想分布は50に近い値になる筈である。差の方向を無視して4群1組として見れば、これら諸群の間に分布の差がないと思われるが(確率約 .14)、もしそこに示された方向を考慮に入れ、すなわち、第1、第2群対第3、第4群の比較を行なう場合は、その間の差は偶然によって起ると考えられるものより大きい。しかし、更に解析を進めた結果、このような結果が生まれたのは全く転出入による選択的效果が現われる1950-55年にかけての初期の調査にお



experience, 1950-55, when any selective effects of migration could be expected to be seen. Accordingly, in this material, Group 4 should be excluded from tests for radiation effects. When Groups 1 to 3 are compared, the observed heterogeneity seems well within the usual chance process. The death certificate data provide no convincing evidence that cancer has increased in the survivors during the 1950-58 period. In contrast the 32 cases of leukemia reported during that period are distributed as follows:

GROUP 被曝区分	1	2	3	4	TOTAL 計
LEUKEMIA 白血病	25	5	1	1	32

Although the ABCC data of earlier years fail to show a convincing relationship between radiation and cancer, current data from the tumor registry indicate a definite increase in cancer in the irradiated survivors. As discussed previously, the latent period for the development of malignancy may account for the discrepancy between the studies. Another considerable factor may be that the tumor registry includes cancer which frequently is cured, such as carcinoma of the uterine cervix.

Harada and Ishida<sup>50</sup> recently reported the experience of the Hiroshima Tumor Registry during a 20-month period from May 1957 to December 1958. The incidence of malignant neoplasms was quite high among those exposed closest to the hypocenter and fell off rapidly with increasing distance (Fig. 17). However, the incidence of malignant disease apparently higher in all age groups (Fig. 18) seemed unrelated to site; the increase was statistically significant for carcinoma of the stomach, lung, and ovary. In the exposed group, benign tumors were twice as common as in the nonexposed; the numbers were small but statistically significant at the 5 per cent level. This finding is of dubious significance; it may be that the exposed are health conscious and tend to have suspicious lesions biopsied more freely than the nonexposed.

いて、癌による死亡例が非被曝者群に少ないという事実に基づくことが判明した。従って、ここでは第4群を放射線の影響の検定から除くべきであると考え、第1群から第3群までの比較では、観察に現われた異質性は普通偶然によって起るとされる範囲内に十分属する。死亡診断書から、1950-58年までの間に被曝者に癌が増加したという確証は得られない。それに対して、白血病はこの間に32例報告されている。その分布は次の通りである。

ABCCの初期の資料では放射線と癌の間に明確な関係は認められないが、腫瘍登録から得た現在の資料では被曝生存者に癌の増加がはっきりと認められる。先にも述べた通り、発癌の潜伏期間が存在することが、この2つの調査における相違となって現われたものであろう。腫瘍登録には子宮頸管部癌などの治癒する機会の多い癌が含まれていることも、今1つの要因として考えられる。

原田および石田<sup>50</sup>は最近、1957年5月から1958年12月まで20カ月にわたって行なわれた広島腫瘍登録に関する報告を発表した。それによれば、悪性腫瘍発生率は至近距離被曝者に最も高く、距離が加わるにつれて急速に低下している(図17)。しかしながら、いずれの年齢層にあっても発生率の高い悪性疾患(図18)は部位に関係なく現われるものと思われ、胃、肺、および卵巣の癌は統計上有意の増加を示した。良性腫瘍は被曝者においては非被曝者に比べて倍増を示し、数は少ないが、その増加は5%水準を以て統計上有意であった。ただし、この有意性については疑問がある。被曝者は健康に対する関心が強く、疑わしい病変が現われれば進んで組織検査を受ける機会が非被曝者よりも多いと考えられるからである。

FIGURE 17 ALL MALIGNANT NEOPLASMS BY DISTANCE FROM HYPOCENTER PER 1,000,000 POPULATION PER YEAR

図17 爆心地からの距離別に見た全悪性新生物の人口100万当り年間発生率

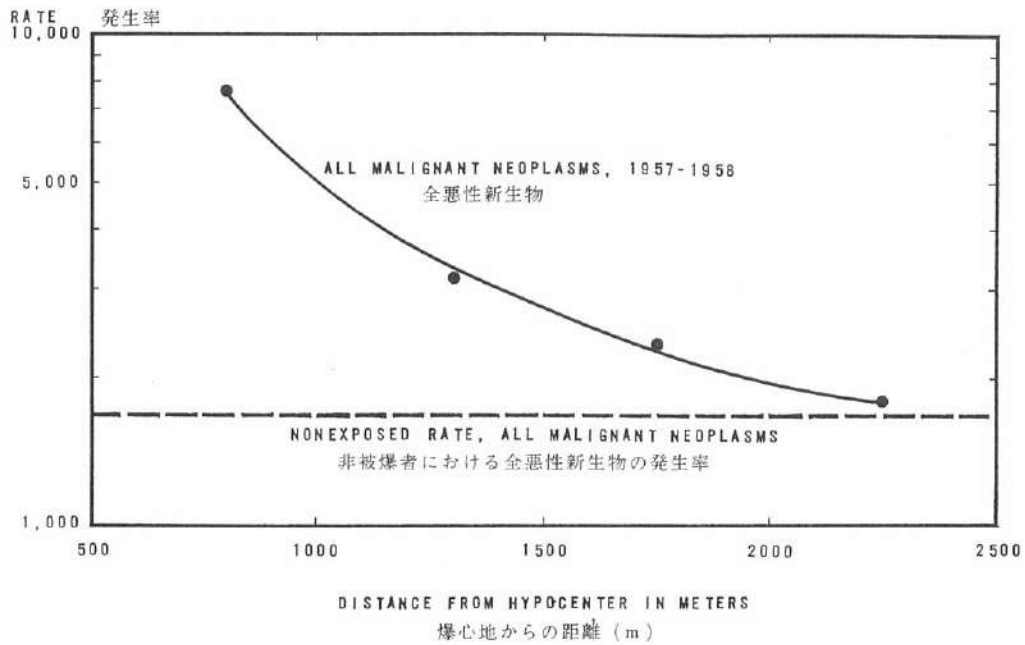
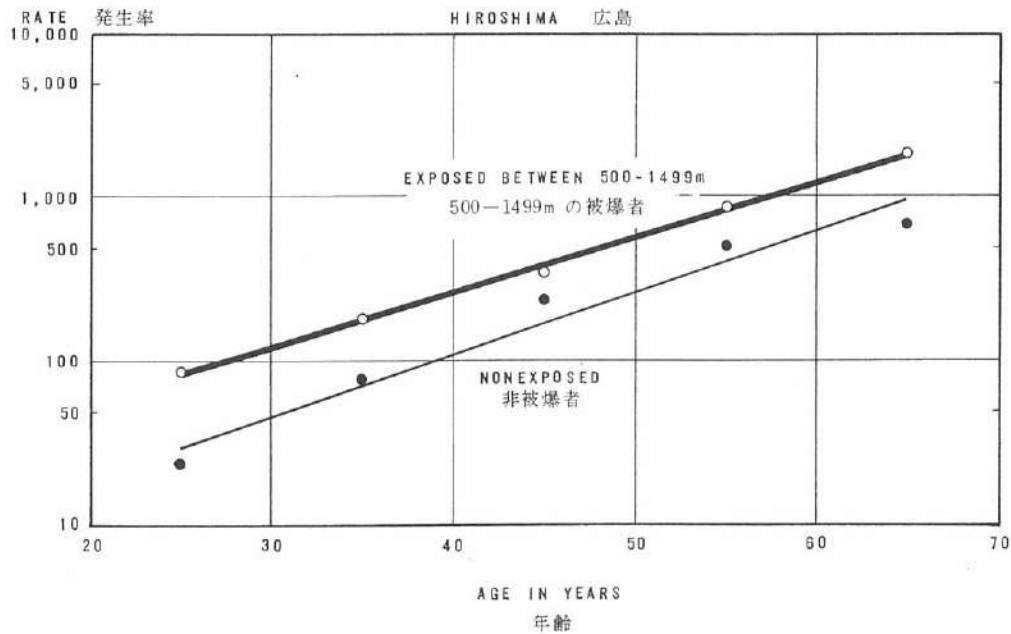


FIGURE 18 MALIGNANT NEOPLASMS (EXCLUDING LYMPHOMA AND LEUKEMIA) PER 100,000 PER YEAR BY AGE AND EXPOSURE STATUS, 1957-1958

図18 年齢別および被爆区別に見た悪性新生物(リンパ腺および白血病を除く)の人口10万当り年間発生率



However the case may be for benign tumors, several observations suggest that the tumor registry is a valid tool for study of malignant neoplasms resulting from atomic radiation in Hiroshima and Nagasaki. Harada and Ishida found that the Hiroshima Tumor Registry data gave an incidence of disease similar to that reported in Western countries; therefore the doubled incidence of malignant neoplasms found in the irradiated hardly could be explained on differential reporting in the exposed as compared to the nonexposed. Also, methods of confirming tumors (autopsy, biopsy, radiography) did not differ in the irradiated, as might be expected if they were receiving special medical attention. For these reasons it seems probable that the Hiroshima Tumor Registry findings are biologically significant and indicative of atomic bomb effect but the observations are preliminary and need extension as well as confirmation by observations made on closed populations.

When the entire Life Span Study sample of 100,000 subjects is available for analysis, it should be possible to determine whether or not there are yearly increases in deaths from cancer in the irradiated segment of the population, at least for the years comparable to the Hiroshima Tumor Registry data, 1957-58, and subsequently. These data are expected to confirm or deny the increased incidence of cancer related to proximity to bomb hypocenter, as demonstrated in the Hiroshima Tumor Registry findings.

The clinical findings of the 20,000 subjects of the Adult Health Study groups also should validate the observations, although more than one cycle of examinations may be required to achieve sufficient number of cancer cases for effective analysis. The Adult Health Study sample should provide information on incidence of malignant diseases with low mortality and morbidity, such as carcinoma of the thyroid gland. A study of thyroid disease already is initiated, and the results of the first cycle of clinical examinations of

良性腫瘍についての事情はともあれ、若干の観察の結果は、この腫瘍登録が広島および長崎の原爆被爆に起因する悪性腫瘍の有効な研究手段であることを示唆している。原田および石田は、広島腫瘍登録が示す発生率が西洋諸国の報告に現われるところと同じであることを発見した。従って、被爆者間で倍増を示した悪性腫瘍の発生率は、疾患報告について被爆者と非被爆者との間に差異があることに起因するのであると到底説明できないであろう。更に腫瘍確認の方法（剖検、生検、X線検査）も、特別の医療を受けていれば異なるはずであるが、被爆者においても何等異なるところはなかった。以上の理由により、腫瘍登録による所見は生物学的には意義を持ち原爆の影響を示すものではあるが、現在の観察は暫定的であって、更に範囲を拡大し固定サンプルについての観察を行なってこれを確認する必要があると思われる。

100,000名の寿命調査対象全員についての解析が可能となれば、このサンプル中の被爆者群に癌による死亡率の逐年増加が認められるかどうか少なくともこの腫瘍登録期間（1957-58年）に対応する期間およびそれ以後について明らかにすることができる。それにより、爆心地に近接するに従って癌発生率が増加するという広島腫瘍登録に現われた所見が確認もしくは否定されることになる。

成人健康調査対象20,000名の臨床所見もまたこの観察の確認を助けるであろう。ただし、解析を効果的に実施できるだけの癌の症例を確保するためには、検査は2周期以上にわたって実施する必要がある。成人健康調査標本は、甲状腺癌のような死亡率並びに罹患率の低い悪性疾患の発生に関しても、資料を提供するであろう。甲状腺疾患の研究は既に開始されており、広島市の被検者10,000名に関する第1期臨床調査の結果もやがて判明するはずである。子宮頸部癌は1500m未満で被爆した広島腫瘍登録例にあっては4倍増加し

10,000 subjects in Hiroshima should be available soon. Carcinoma of the cervix was found to exhibit a four-fold increase in the Hiroshima Tumor Registry cases exposed under 1500 meters. This neoplasm is known to remain *in situ* for several years, during which time malignant cells from the cervix can be detected by the Papanicolaou technique.<sup>52</sup> Pelvic examinations with cytological tests of uterine secretions are planned in future routine scheduled examinations and an increased incidence of cytologic evidence of cervical cancer would be anticipated on the basis of the tumor registry data.

To summarize, it seems probable that carcinoma develops only after many years of latency following irradiation and that increased incidence is now beginning to occur in the Hiroshima and Nagasaki irradiated survivors. At present, this observation is supported only by analysis of current tumor registry cases. In the future, however, mortality and clinical studies should provide conclusive data. Within a few years all these approaches to the problem should allow a reasonable estimation of the dose-response in man for radiation-induced carcinogenesis.

#### FERTILITY

It has been known for a long time that therapeutic irradiation affects both ovarian and testicular function.<sup>53</sup> Indeed, irradiation has been a relatively common means of producing sterility and amenorrhea in women too ill to withstand surgical oophorectomy. In some instances, radiation doses of 600 rads have produced cessation of ovarian function.<sup>53, 54</sup> Doses of this magnitude undoubtedly were experienced by a few survivors of the atomic bombings.

Both oligospermia and amenorrhea were frequently encountered as temporary sequelae of the atomic bombings,<sup>55</sup> but little is known about permanent damage to ovary and testis. A number of cases, obviously well above normal expectation,

ていた。これは数年間は潜在性に推移する癌であってその間、頸管分泌物中悪性細胞はPapanicolaou染色法により検出することができる。<sup>52</sup> 将来の定期検査には、内診と合わせて子宮分泌物の細胞学的検査を行なうことを考慮中であり、腫瘍登録から細胞学的に証明された子宮頸管部癌の発生年の増加を期待することができるかも知れない。

以上を要約すれば、癌は放射線照射を受けた後、多年の潜伏期を経て初めて現われるものであり、広島および長崎の被爆生存者に今やその発生率増加の徴が現われ始めているらしいと考えられる。現在この観察は、現に実施中の腫瘍登録例の解析によって、わずかに支持されているにとどまる。しかしながら、将来は死亡調査および臨床調査によって決定的な資料が提供されるであろう。数年内に、この問題に関するこれら一切の研究が、人間の放射線誘発性発癌現象における線量・反応関係の正しい評価を可能にしてくれることであろう。

#### 妊孕率

放射線療法によって卵巣および精巣機能が冒されることは早くから知られている。<sup>53</sup> 事実、放射線照射は健康上外科的手術による卵巣摘出に堪え得ない婦人を不妊または無月経とする際に用いられる比較的ありふれた方法である。照射量 600 rad で卵巣機能が停止した例もある。<sup>53, 54</sup> 原爆被爆生存者中には数は少ないが、この程度の線量を受けた者が必ずあるはずである。

精子欠乏症並びに無月経はともに原爆被爆による一時的後遺症としてしばしば報告されているが、<sup>55</sup> 卵巣および精巣の永久的障害については余り知られていない。被爆後の完全月経閉止例は普

have been encountered in whom permanent cessation of menses occurred after the atomic bombing. Most of these women, however, were nearing menopausal age or had serious disease of the ovaries.

Except for this observation, there is little information about late effects on the testis and ovary as they might be manifested by change in fertility. Analysis of numbers of offspring in a Hiroshima sample examined in 1951-52 indicated a deficit in offspring of women exposed under 1500 meters from the hypocenter compared with the nonexposed control group. However, many factors enter into the number of offspring, and these observations are generally tenuous. A more complete study is planned for part of the Adult Health Study. More than 15 years now have elapsed since the bombings and it is hoped that late effects on fertility, if any, can be more definitively evaluated.

#### AGING ACCELERATION

Many experiments in animals show that irradiation shortens the life span, but in most studies it has been concluded that the decreased life span of the animal population is not related simply to the accumulation of radiation-induced lethal disease processes.<sup>54</sup> Although recently this interpretation of the animal data has been criticized,<sup>56, 57</sup> a nonspecific acceleration of aging processes has come to be widely discussed as a late radiation sequela in animals.<sup>54</sup> No data for man support this concept,<sup>58-60</sup> but the problem is sufficiently important to deserve careful study in the Hiroshima and Nagasaki survivors.

Study of general longevity, as well as specific causes of death, are objectives of the NIH-ABCC Life Span Study. The analysis of 1950-58 deaths in the 20,000 subjects of the Adult Health Study did not indicate shortening of life span in the irradiated survivors.<sup>50</sup>

通予想される以上に多かったが、これらの婦人の大部分は更年期に近いが、あるいは重症の卵巣疾患の持主であった。

精巣および卵巣に対する後影響は妊孕率の変化として現われるはずであるが、上記の観察のほかは全く資料がない。1951-52年にかけて検査の行なわれた広島サンプルの産児若干例を解析した結果によれば、対照として用いられた非被爆者群に比較して、1500m未満の被爆婦人には出産数が少なかった。ただし、出産数については種類の因子が加わることであり、上記の観察も一般に正確とはいえない。これについて現在実施中の成人健康調査の一環として更に完璧を期した研究を計画している。既に被爆後15年を経過していることでもあるから、妊孕率に対する後影響がもしあるとすれば、この際もっとはっきりと評価ができるようにしたい。

#### 加齢現象の促進

放射線照射によって寿命の短縮が起ることは多くの動物実験の示すところであるが、大多数の研究では動物群のこの寿命短縮は単に放射線によって誘発された致命的疾患過程の集積のみにかかわるものではないとしている。<sup>54</sup> 動物実験資料によるこの解釈には最近批判も現われているが、<sup>56, 57</sup> 非特異性加齢促進の問題は動物における放射線の後影響として広く論議を呼ぶに至った。<sup>54</sup> 人間についての資料にはこの説を裏書きするものはないが、<sup>58-60</sup> この問題は広島および長崎の被爆生存者について慎重に検討するに足る重要性を持つ。

一般寿命に関する研究は特定死因の研究とともに、厚生省国立予防衛生研究所・ABCC共同の寿命調査の目標である。成人健康調査対象20,000名中の1950-58年における死亡者について行なわれた解析によれば、被爆生存者に寿命短縮は認められなかった。<sup>50</sup>

Many physiologic variables which are known to change with age have been studied in subsamples of the Adult Health Study population, and none of these variables has indicated aging acceleration in the irradiated. The following phenomena, all strongly age-related, have been studied: systolic and diastolic blood pressure, heart size, incidence of electrocardiographic abnormalities, timed and total vital capacity of the lungs, hearing acuity, incidence of gastric achlorhydria, skin elasticity, hair graying, blood group antibody levels, and change in erythrocyte antigen strength manifested by change in agglutination by antisera.

Despite the negative results obtained to date, ABCC plans a continued study of the aging acceleration problem, both by the mortality survey and by a battery of tests of physiologic age.

#### GENERAL AND MISCELLANEOUS EFFECTS

Although various factors preclude a systematic analysis of the data collected prior to 1950, no unusual findings have been detected. Data from the 1951-52 medical program consisting of 2060 subjects within 1500 meters and 2020 nonexposed subjects recently have been examined without revealing any distinct differences in disease prevalence. Miller<sup>23</sup> in 1954 reported similar negative results from experience with irradiated and nonexposed children. Except for leukemia, no specific diseases were found to be more frequent in the exposed in the recently completed 1950-58 death certificate analysis of the 20,000 subjects comprising the Adult Health Study sample.

Miller<sup>23</sup> in his pediatric study did find a decrease in visual acuity in children who were aged 7-10 at the time of the bombing. Since the retina is known to be radiosensitive,<sup>35</sup> this observation needs confirmation and amplification and such examinations are under way as a part of the Adult Health Study.

成人健康調査対象群から抽出した副標本について、年齢とともに変化することが知られている種々の生理学的変数の検討を試みたが、これら変数には被爆者の加齢現象を示すものは認められなかった。また、いずれも年齢と密接な関係がある次の諸項目、すなわち心収縮期および拡張期血圧、心臓の大きさ、心電図異常、時限肺活量および総肺活量、聴力、胃液塩酸欠如症、皮膚の弾性、白髪、血液型抗体値、および抗血清による凝集反応の変化として現われる赤血球抗原力価の変動を検討した。

今日まで異常は認められていないが、ABCCでは死亡調査および一連の生理的年齢テストを通じて、引続き加齢現象の研究を実施して行く予定である。

#### 一般的影響その他

諸般の事情のため、1950年以前の収集資料については、組織的な解析が行なわれなかった。また異常所見も発見されていない。最近1500m未満の被爆者2060名および非被爆者2020名を対象として行なわれた1951-52年の医学的調査の資料に検討が加えられたが、有病率に明確な差は認められなかった。Miller<sup>23</sup>も1954年に被爆児および非被爆児を調査して同様の陰性的結果を報告している。更に成人健康調査対象20,000名について1950-58年の死亡診断書の解析が最近完了したが、白血病を除けば被爆者に特定疾患多発の傾向は認められなかった。

Miller<sup>23</sup>はその小児科的研究において、被爆当時の年齢7才から10才までの児童に視力の減退を認めた。網膜は周知の通り放射線に対して敏感であるから、<sup>35</sup>この観察は改めて確認を要するとともに拡充の必要があり、既にこれは成人健康調査計画の一環として実施されている。

In general, all studies have indicated complete recovery of the hematopoietic system from the initial damage. Distribution of hemoglobin and leukocyte levels was equal in the irradiated and the nonirradiated groups according to Miller's analysis and the 1951-52 medical sample. One unusual finding in the 1951-52 medical study was that the blood sedimentation rate in the exposed males ran considerably higher than in the nonexposed. Preliminary analysis of data from the current Adult Health Study indicates that this difference whatever its cause in 1951-52 has now disappeared.

Aplastic anemia has been reported as an atomic bomb sequela from Nagasaki<sup>61</sup> and one case was reported in a Hiroshima child.<sup>23</sup> However, no consistent findings in this disease have emerged. There are very great difficulties in differentiating aplastic anemia from the aleukemic form of acute leukemia, and it seems possible that certain of the reported cases represent misdiagnosed cases of leukemia. The subject now is being investigated.

Despite the fact that past general examination programs detected few radiation effects, this approach remains a major facet of the ABCC programs. A sustained and intensive program of careful clinical examinations should, as its findings accumulate over the years, confirm the observations made in other ways and allow study of mechanisms involved in such findings. The clinical approach brings the patient into contact with the medical facility so that specific hypotheses can be tested. If the incidence of a particular disease was not affected by irradiation, it still seems possible that its progress might be affected either beneficially or adversely. Progress of radiation-induced diseases can be followed only by clinical examination. Minor diseases or physiological abnormalities may be detected only by clinical and laboratory means. More importantly, perhaps, is that careful clinical investigation can provide strong reassurance that specific processes and

一般にいずれの研究においても、造血組織には初期の障害からの完全な回復が認められる。Miller の解析および1951-52年の医学調査標本の示すところによれば、血色素量および白血球数の分布は被爆者群においても非被爆者群においても同様であった。1951-52年の医学的調査に認められた唯一の異常は、男子被爆者の赤血球沈降速度が非被爆者に比較してかなり高かったことである。現在実施されている成人健康調査資料の予備的解析によれば、1951-52年当時の原因がいずれにあったにせよ、この差は既に解消している。

無形成性貧血は長崎で原爆後遺症として報告されており、<sup>61</sup> 広島においても小児に関する報告例が1例ある。<sup>23</sup> しかしながら、この2例においては共通な所見はあまり見出されない。無形成性貧血と非白血性白血病の鑑別は極めて困難であるから、報告例の中には白血病が誤診されたものもあるであろう。この点は現在調査中である。

従来行なわれてきた一般検査による方法では放射線の影響は余り発見されていないが、この方法がABCCの研究計画の重要面をなしていることに変わりはない。慎重な臨床検査を絶えず強力に進めて行くならば、年とともに所見の蓄積が行なわれて、他の方法によって観察された事項の確認もでき、またこれら所見に関連した各種の機序の研究も可能になるであろう。臨床的方法によるならば患者と医学的施設との接触が行なわれて、特定の仮説の検定も可能となろう。たとえ特定の疾患の発生については放射線の影響がなかったとしても、その進行には好悪いずれかの影響があるはずである。放射線誘発性疾患の経過は臨床的検査によってのみ追求し得る。小疾患ないし生理学的異常は臨床的方法および研究室活動によって初めて発見できるであろう。更に重要なことは、細心な注意をもってする臨床研究によるならば、ある種の経過ないし疾患には放射線による影響がないと

diseases are not influenced by radiation, and such reassurance can only be obtained from the large numbers of subjects now participating in studies at ABCC.

いう強力な保証が得られることであり、このような保証は現在ABCCの研究に参加している多数の被検者があって初めて可能であるということである。

## REFERENCES

### 参考文献

1. National Research Council of Japan, Medical Section, Special Committee for the Investigation of the Effects of the Atomic Bomb: Medical Report on Atomic Bomb Effects. Tokyo, Nankodo, 1953  
(原子爆弾の影響に関する医学的報告)
2. Oughterson AW, LeRoy GV *et al*: Population and Casualties, Hiroshima. Population and Casualties, Nagasaki. Medical Effects of Atomic Bomb: The Report of the Joint Commission for the Investigation of the Effects of the Atomic Bomb in Japan. USAEC NP-3041, 1951. Vol 6 pp 5-79, 80-119  
(日本における原子爆弾影響合同調査団の報告)
3. 青森和雄: 広島市の原爆による被害人口について, 統計の泉 2(1): 27-35, 1951  
(Aomori K: Concerning the population casualties due to the A-bomb in Hiroshima City. Tokei no Izumi)
4. Hollingsworth JW, Beebe GW, Yamasaki M: ME-55 Adult medical survey 1950-53, Hiroshima New series tabulations. ABCC TR 08-61  
(広島におけるME-55成人医学調査の新規集計)
5. 原子爆弾被爆者の医療に関する法律. 法律第41号, 昭和32年3月31日  
(Atomic Bomb Survivors Medical Treatment Law. Law No. 41, 31 March 1957)
6. Ishida M, Beebe GW: Research plan for joint NIH-ABCC study of life span of A-bomb survivors. ABCC TR 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)
7. Ritchie RH, Hurst GS: Penetration of weapons radiation: Application to the Hiroshima-Nagasaki studies. Health Physics 1:390-404, 1959  
(核兵器放射線の透過性—広島・長崎調査への応用)
8. Arakawa ET: Radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors. ABCC TR 14-59  
(広島および長崎被爆生存者に関する放射線量測定)
9. 広島原爆障害研究会: 広島における原爆障害の実態: 広島原爆の物理的効果. 日本医師会雑誌39: 674-82, 802-8, 1958  
(Hiroshima Atomic Bomb Casualty Research Group: Atomic bomb casualties in Hiroshima: Physical effects of the atomic bomb. Nippon Ishikai Zasshi-J Jap Med Ass)
10. Neel JV, Schull WJ: The Effect of Exposure to the Atomic Bombs on Pregnancy Termination in Hiroshima and Nagasaki. Washington, D.C., NAS-NRC, 1956. Publication No. 461  
(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)



11. Oughterson AW, LeRoy GV *et al*: Statistical Analysis of the Medical Effects of the Atomic Bombs: The Report of the Joint Commission for the Investigation of the Effects of the Atomic Bomb in Japan. USAEC TID 5252, 1955. Vol 5  
(日本における原子爆弾影響合同調査団の報告)
12. Lange RD, Moloney WC, Yamawaki T: Leukemia in atomic bomb survivors. I. General observations. *Blood* 9:754-85, 1954.  
(原爆被爆生存者における白血病. I. 一般的観察)
13. Francis T(chairman), Jablon S, Moore FE: Report of *ad hoc* Committee for Appraisal of ABCC Program, unpublished memorandum dated 6 November 1955, Hiroshima, and addressed to Dr. R. Keith Cannan, Chairman, Division of Medical Sciences, NAS-NRC  
(ABCC研究計画の評価に関する特別委員会の報告)
14. 戸籍法. 法律第 224号, 昭和22年12月22日改正  
(Family Registration Law of Japan, Law No. 224, 22 December 1947, amended)
15. Hollingsworth JW, Beebe GW: ABCC adult health study; provisional research plan. ABCC TR 09-60  
(成人健康調査. 暫定研究計画)
16. Arakawa ET, Ishii G: An Analysis of the Reproducibility of Reported Data with Time, Informal Report, 17 December 1959. ABCC Files  
(時間の経過による報告資料の再現性に関する解析)
17. Kato H, Schull WJ: Joint NIH-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)
18. Nobechi K, Ishimaru T *et al*: Field studies on the health status of atomic bomb survivors. Provisional research plan. ABCC TR 27-60  
(原爆被爆者の健康状態に関する野外調査. 暫定研究計画)
19. Ellinger FP: Medical Radiation Biology, Springfield, Ill., Charles C. Thomas, 1957 pp 14-77  
(医学放射線生物学)
20. Yamazaki JN, Wright AW, Wright PM: A study of the outcome of pregnancy in women exposed to the atomic bomb blast in Nagasaki. *J Cell Comp Physiol* 43:319-328, 1954. Suppl 1  
(長崎における被爆女性の妊娠終結に関する研究)
21. Hicks SP: Developmental malformations produced by radiation; a timetable of their development. *Amer J Roentgenol* 69:272-93, 1953  
(放射線による胎児の発育上の奇形. その発生の経緯)
22. Plummer GW: Anomalies occurring in children exposed *in utero* to the atomic bomb in Hiroshima. *Pediatrics* 10:687093, 1952  
(広島市における胎内被爆児童に発現した異常)
23. Miller RW: Delayed effects occurring within the first decade after exposure of young individuals to the Hiroshima atomic bomb. *Pediatrics* 18:1-18, 1956  
(広島において原子爆弾被爆後最初の10年間に青少年に現われた遅発性影響)
24. Stewart A, Webb J, Hewitt D: A survey of childhood malignancies. *Brit M J* 1:1495-1508, 1958  
(児童の悪性腫瘍の調査)
25. Ford DD, Paterson JCS, Treuting WL: Fetal exposure to diagnostic x-rays, and leukemia and other malignant diseases in childhood. *J Nat Cancer Inst* 22:1093-104, 1959  
(診断用X線の胎内照射並びに小児期の白血病および悪性腫瘍)

26. Takamura T, Ueda S: Hematologic findings for children exposed *in utero*, Hiroshima. ABCC TR 26-60  
(胎内で被爆した広島児童の血液学的所見)
27. 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)
28. Schull WJ, Neel JV: Radiation and the sex ratio in man; sex ratio among children of survivors of atomic bombings suggests induced sex-linked lethal mutations. *Science* 128:343-48, 1958  
(放射線照射と人間における性比. 被爆生存者の児童の性比は伴性致死性突然変異の誘発を示唆する)
29. Greulich WW, Crismon CS, Turner ML: The physical growth and development of children who survived the atomic bombing of Hiroshima or Nagasaki. *J Pediat* 43:121-45, 1953  
(広島または長崎における被爆生存児童の身体的成長及び発育)
30. Reynolds EL: Growth and development of Hiroshima children exposed to the atomic bomb. Three year study (1951-1953) ABCC TR 20-59  
(広島原爆被爆児童の成長および発育)
31. Abelson PH, Kruger PG: Cyclotron-induced radiation cataracts. *Science* 110:655-7, 1949  
(サイクロトンにより誘発された放射線性白内障)
32. Cogan DG: Ocular effects of radiation. *New Engl J Med* 259:517-20, 1958  
(放射線照射の眼科学的影響)
33. Cogan DG, Martin SF *et al*: Ophthalmologic survey of atomic bomb survivors in Japan, 1949. *Trans Amer Ophthal Soc* 48:62-87, 1950  
(日本における原子爆弾被爆者に関する眼科学的調査)
34. Sinskey RM: The status of lenticular opacities caused by atomic radiation: Hiroshima and Nagasaki, Japan, 1951-53. *Amer J Ophthal* 39:285-93, 1955  
(原爆放射線によって生じた水晶体混濁の現状: 広島および長崎, 1951-1953)
35. Ellinger FP: *Ibid* Ref 19 pp 216-9  
(参考文献19の 216-9頁)
36. Folley JH, Borges W, Yamawaki T: Incidence of leukemia in survivors of the atomic bomb in Hiroshima and Nagasaki, Japan. *Amer J Med* 13:311-21, 1952  
(広島・長崎両市の原爆被爆生存者における白血病の発生率)
37. Moloney WC, Kastenbaum MA: Leukemogenic effects of ionizing radiation on atomic bomb survivors in Hiroshima City. *Science* 121:308-9, 1955  
(広島市の原爆被爆生存者における電離放射線の白血病発生効果)
38. Wald N, Truax WE *et al*: Hematological findings in Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors. A ten year review. Proceedings of the 6th International Congress of the Society of Hematology, Aug 27-Sept 1 56. New York, Grune & Stratton Co, 1958. pp 382-9  
(広島・長崎両市の原爆被爆生存者における血液学的所見 - 10年間の観察)
39. Heyssel RM, Brill AB *et al*: Leukemia in Hiroshima atomic bomb survivors. *Blood* 15: 313-31, 1960 and ABCC TR 02-59  
(広島原爆被爆者における白血病)
40. Tomonaga M, Brill AB *et al*: Leukemia in Nagasaki atomic bomb survivors. ABCC TR 11-59  
(長崎原爆被爆者における白血病)
41. Court-Brown WM: Nuclear and allied radiations and the incidence of leukemia in man. *Brit Med Bull* 14:168-73, 1958  
(原子核及び類似放射線と人間の白血病発生率)

42. Court-Brown WM, Doll R: Leukemia and aplastic anaemia in patients irradiated for ankylosing spondylitis. Medical Research Council Special Report Series No. 295. London, Her Majesty's Stationary Office, 1957  
(強直性脊椎炎に対して放射線照射を受けた患者における白血病及び再生不能性貧血)
43. Rous P: Surmise and fact on the nature of cancer. Nature 183:1357-61, 1959  
(癌の本質についての推定と事実)
44. Furth J, Upton AC: Vertebrate radiobiology: Histopathology and carcinogenesis Ann Rev Nucl Sci 3:303-8, 1953  
(脊椎動物放射線学: 組織病理学と癌発生)
45. Simpson CL: Radiation-induced neoplasms in man. Radiation Biology and Cancer. Austin, Texas, U of Texas Press, 1959, pp 336-46  
(人体における放射線誘発新生物)
46. Brues AM: Critique of the linear theory of carcinogenesis. Science 128:693-9, 1958  
(癌発生の線型理論に対する批判)
47. Furth J: Radiation neoplasia and endocrine systems. Radiation Biology and Cancer. Austin, Texas, U of Texas Press, 1959, pp 7-25  
(放射線性新生物と内分泌系)
48. Segi M: Cancer mortality statistics in Japan, 1900-1954. Nippon Gakujutsu Shinkokai, 1955  
(瀬木三雄: 癌死亡統計, 明治33年—昭和29年. 日本学術振興会, 昭和30年11月)
49. Murphy ES, Yasuda A: Carcinoma of the stomach in Hiroshima, Japan. Amer J Path 34: 531-42, 1958  
(広島における胃癌について)
50. Stone RS, Anderson PS Jr: A comparison of death certificate and autopsy diagnoses, Hiroshima. ABCC TR 19-60  
(死亡診断書と剖検診断との比較, 広島)
51. Harada T, Ishida M: Neoplasms among atomic bomb survivors in Hiroshima City. ABCC TR 10-59  
(広島市の原子爆弾被爆生存者における悪性新生物の疫学的観察)
52. Berg JW, Bader GM: The present potential of exfoliative cytology in the detection of cervix cancer. Cancer 11:758-64, 1958  
(脱落細胞診断法による子宮頸部癌の探知能力)
53. Ellinger FP: *Ibid* Ref 19 pp 274-300  
(参考文献19の 274—300頁)
54. Report of the Committee on Pathologic Effects of Atomic Radiation. Washington, NAS-NRC 1956. Publication No 452. Section 4  
(原子放射線の病理学的影響に関する委員会の報告)
55. Oughterson AW, Warren S: Medical Effects of the Atomic Bomb in Japan. New York, McGraw Hill, 1956  
(日本における原子爆弾の医学的影響)
56. Cole LJ, Nowell PC, Arnold JS: Late effects of x-radiation. The influence of dose fractionation on life span, leukemia, and nephrosclerosis incidence in mice. Radiat Res 12:173-85, 1960  
(X線照射の遅発性影響. 廿日鼠の寿命, 白血病および腎臓硬化症の発生率に対する放射線分割照射の影響)
57. Alexander P, Connell DI: Shortening of the life span of mice by irradiation with x-rays and treatment with radiomimetic chemicals. Radiat Res 12:38-48, 1960  
(X線照射による廿日鼠の寿命の短縮および放射類似薬品による治療)

58. Seltzer R, Sartwell PE: Ionizing radiation and longevity of physicians. JAMA 166: 585-7, 1958  
(電離放射線と医師の寿命)
59. Seltzer R, Sartwell PE: The application of cohort analysis to the study of ionizing radiation and longevity in physicians. Amer J Public Health 49:1610-20, 1959  
(電離放射線と医師の寿命の研究に対するコホート解析の応用)
60. Court-Brown WM, Doll R: Expectation of life and mortality from cancer among British radiologists. Brit Med J 2:181-7, 1958  
(英国放射線科医の余命と癌による死亡率)
61. Lange RD, Wright SW *et al*: Refractory anemia occurring in survivors of the atomic bombing in Nagasaki, Japan. Blood 10:312-24, 1955  
(長崎の原爆被爆生存者に現われた抗療性貧血)