

RADIOLOGIC PRACTICE SINCE THE ATOMIC BOMBS

HIROSHIMA AND NAGASAKI, 1945-63

原 爆 投 下 以 後 の 放 射 線 診 療 活 動 状 況

広 島 ・ 長 崎 , 1945 - 63 年

SHOZO SAWADA, Ph.D. 沢田昭三

TOSHIRO WAKABAYASHI, M.D. 若林俊郎

KENJI TAKESHITA, Ph.D. 竹下健児

HARUMA YOSHINAGA, Ph.D. 吉永春馬

WALTER J. RUSSELL, M.D.



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION

国立予防衛生研究所 - 原爆傷害調査委員会

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

TECHNICAL REPORT SERIES

業 績 報 告 書 集

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

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

Approved 承認 27 October 1967

RADIOLOGIC PRACTICE SINCE THE ATOMIC BOMBS
HIROSHIMA AND NAGASAKI, 1945-63

原爆投下以後の放射線診療活動状況
広島・長崎，1945-63年

SHOZO SAWADA, Ph.D.^{1*} 沢田昭三
TOSHIRO WAKABAYASHI, M.D.^{2**} 若林俊郎
KENJI TAKESHITA, Ph.D.^{1†} 竹下健児
HARUMA YOSHINAGA, Ph.D.^{1†} 吉永春馬
WALTER J. RUSSELL, M.D.¹

Departments of Radiology¹ and Statistics²
放射線部¹ および統計部²



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION
HIROSHIMA AND NAGASAKI, JAPAN

A Cooperative Research Agency of
U.S.A. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES - NATIONAL RESEARCH COUNCIL
and
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE
with funds provided by
U.S.A. ATOMIC ENERGY COMMISSION
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH
U.S.A. PUBLIC HEALTH SERVICE

原爆傷害調査委員会
広島および長崎

米国学士院 - 学術会議と厚生省国立予防衛生研究所
との日米共同調査研究機関

米国原子力委員会，厚生省国立予防衛生研究所および米国公衆衛生局の研究費による

* Research Institute for Nuclear Medicine and Biology, Hiroshima University; Visiting Research Associate, ABCC

広島大学原爆放射能医学研究所，ABCC 客員研究員

** Hiroshima Branch Laboratory, Japanese National Institute of Health, Ministry of Health and Welfare

厚生省国立予防衛生研究所広島支所

† Research Institute for Nuclear Medicine and Biology, Hiroshima University; Advisor to ABCC

広島大学原爆放射能医学研究所，ABCC 顧問

† Faculty of Medicine, Kyushu University; Senior Consultant to ABCC

九州大学医学部，ABCC 顧問

ACKNOWLEDGMENT

感謝のことば

Our appreciation goes to the presidents of the Hiroshima and Nagasaki City Medical Associations and to the physicians and staff members of the numerous medical institutions in Hiroshima and Nagasaki without whose close cooperation this study could not have been conducted. The authors are indebted to Dr. Antonio Ciocco, Professor of Biostatistics, University of Pittsburg, Dr. Kiyoshi Tachikawa, Assistant Chief, ABCC Department of Statistics, and Dr. Gilbert W. Beebe, Director, Follow-up Agency, Division of Medical Sciences, National Academy of Sciences, National Research Council, for their suggestions and assistance pertinent to analysis of data obtained in this study, and to Dr. Beebe for his assistance in the preparation of this manuscript. We are grateful to the technical and clerical staff of the Dosimetry Section of the Department of Radiology for their persistent efforts in the collection of data and preparation thereof for analysis.

この調査の遂行にあたり絶大なるご協力を賜った広島・長崎両市の医師会長および両市の医療機関の全関係各位に深甚なる謝意を表する。また、入手した資料の解析にあたって適切な示唆および援助をいただいた Pittsburg 大学生物統計学教授 Dr. Antonio Ciocco, ABCC 統計部副部長立川 清博士, 米国学士院-学術会議統計調査室長 Dr. Gilbert W. Beebe に対して深謝するものである。また、本報告草稿の作成にご助力下さった Dr. Beebe, 資料の収集とその解析準備にたゆまぬ努力を払われた放射線部線量測定班の技術員および事務職員の諸氏にも感謝の意を表する。

A paper based on this report has been accepted for publication by the following journal:

本報告に基づく論文は下記の雑誌に受理された。

The American Journal of Public Health

CONTENTS

目 次

Background 背 景	1
Method 調 査 方 法	2
Results 結 果	10
Discussion 考 察	15
Summary 要 約	17
References 参 考 文 献	18
Appendix: Population of Hiroshima and Nagasaki by year	
付録 : 広島および長崎両市の年度別人口	17
Table 1. Hospitals and clinics surveyed by year and city	
表 年度別・都市別にみた病院および医院数	3
2. Hospitals and clinics by city and X-ray equipment, 1964	
都市別・X線装置別にみた1964年における病医院数	4
3. Small hospitals and clinics surveyed with X-ray equipment, 1964	
X線装置を有する「小」病医院および調査サンプル, 1964年	4
4. Estimated films, by year and city	
年度・都市別にみたフィルム の 総 数	11
5. Radiography examinations, by year and city	
年度・都市別にみた直接撮影検査総数	11
6. Fluoroscopy examinations, by year and city	
年度・都市別にみた透視検査総数	12
7. Chest photofluorography examinations, by year and city	
年度・都市別にみた胸部間接撮影検査総数	12
8. Radiation treatments by year and city	
年度・都市別にみた放射線治療数	16
Figure 1. Percent of full-time physicians, number of beds, and specialties of surveyed institutions by city	
図 調査した施設の常勤医師, ベッド数, および専門科目の百分率, 都市別	5
2. Recording form, hospital and clinic survey	
記録用紙, 病院・医院	7
3. Classification of examinations, hospital and clinic survey	
検査の区分, 病院・医院	8
4. Frequency of medical X-ray examinations by year, Hiroshima	
年度別医療用X線使用頻度, 広島	13
5. Frequency of medical X-ray examinations by year, Nagasaki	
年度別医療用X線使用頻度, 長崎	13
6. Films and frequency of medical X-ray examinations per capita by year	
都市別にみたひとり当たりの医療用X線使用頻度	14

RADIOLOGIC PRACTICE SINCE THE ATOMIC BOMBS

HIROSHIMA AND NAGASAKI, 1945-63

原爆投下以後の放射線診療活動状況

広島・長崎, 1945 - 63年

BACKGROUND

In assessing the contribution of medical X-ray to the total ionizing radiation exposure of the Hiroshima and Nagasaki populations, particularly for A-bomb survivors, the ABCC Departments of Radiology and Statistics, in cooperation with the Research Institute for Nuclear Medicine and Biology of Hiroshima University, are conducting continuing comprehensive investigations including population surveys and phantom dosimetry. Two series of projects and allied substudies have been completed,¹⁻⁸ but neither provided X-ray exposure data for periods before 1964.

Nearly all radiologic facilities in both cities were destroyed by the bombs.^{9,10} Even the largest hospital in Hiroshima required considerable time to rebuild.⁹ Activities and techniques of medical institutions using X-ray apparatus have changed significantly since the end of World War II.

It is impossible to reconstruct accurately the history of medical X-ray use and exposure in the two cities since the end of World War II. The present study was undertaken to determine the activity of these installations from 1945 to 1964 and to facilitate estimating medical X-ray exposure of the Hiroshima and Nagasaki populations since World War II, especially the participants of the ABCC-JNIH Adult Health Study.¹¹

Various means were considered and evaluated as possible data sources as indicators of activity of radiologic practice; among them:

City, prefectural, and public health records could provide general information about existing hospitals and clinics, but no records of examinations and treatments performed by those hospitals were available;

Film consumption on a city-wide basis had already proven an unreliable indicator in a study elsewhere in Japan,¹² because film distribution is often via adjacent city dealers, rather than directly from the manufacturer to the examiner;

背景

広島および長崎の市民、特に原爆被爆生存者が受けた電離放射線による累積被曝線量のうち、医療用X線線量が占める割合を判定するため、ABCC放射線部および統計部は広島大学原爆放射能医学研究所と協力して、人口調査とファントムによる線量測定調査などを含む継続的かつ広範な研究を行なっている。今までに二つの調査とそれに関連する副研究が完了しているが¹⁻⁸ これらの研究では1964年以前のX線照射に関する資料は得られていなかった。

両市における放射線診療施設の大半は原爆で破壊された。^{9,10} また、広島で最大の総合病院でもその再建には相当の日時を要した。⁹ したがって、X線装置を使用する医療施設においては、その診療活動と技術に戦後著しい変化が生じていると思われる。

両市における戦後の医療用X線使用状況を正確に再現することは不可能である。本調査は、1945年から1964年までの期間のこれら医療施設の活動状況を究明し、戦後広島・長崎両市の市民、特にABCC-予研成人健康調査¹¹の対象者が受けた医療用X線照射線量を推定する目的で行なわれた。

放射線診療活動状況を示す資料として次のような各種の方法を検討・評価した。

県・市の記録および公衆衛生記録で当時存在していた病医院についてその概況を知ることができたが、そこで実施したX線検査と治療に関する記録はなかった。

全市が消費したフィルム枚数を資料源として利用することも考慮したが、これは信頼できる方法ではなかった。なぜならば、すべてのフィルムは製造元から直接配給されるものではなく、隣接都市の業者の手を経て行なわれる場合もあるので正確な数をつかむことがむづかしいことが報告されている。¹²

Insurance records were also considered as possible sources of number of radiological examinations and treatments. These, however, are not recorded by radiological specialty, and are not easily retrievable from the patients' records;

The only other sources were records of volume of work in each institution. Inherent disadvantages were variation in quality and in detail of recorded data, and omission of hospitals and clinics whose practice ceased during years spanning these observations. However, these sources were considered feasible, and were the basis for the present study.

METHOD

Sampling of Survey Institution Ideally, the cumulative records of volume of work should be collected in both cities from all hospitals and clinics where the radiologic activities have been or had been in operation, since the end of the war.

Before designing such a survey one would need a list of all hospitals and clinics in operation in each city year by year, and a characterization of each hospital and clinic by means of a classification closely related to radiologic activity. In actuality, official records for the earlier years in each community provided no more than yearly counts of number of institutions, classified as "hospitals" or "clinics" (Table 1).

Since it is impracticable to survey all the institutions, a sample was selected by the following scheme: For the selection of our sample, two sizes of hospitals and clinics were defined to be "large" and "small." Size of hospitals and clinics is generally determined by the number of beds they contain,¹³ but size and bed number are not necessarily good indicators of activity of radiologic practice. Institutions were therefore classified according to whether they had X-ray equipment and by estimates of number of X-ray films used per year. For purposes of this study, a "large" institution was a hospital or clinic using more than 10,000 films per year (Table 2).

"Large" institutions based on the results of the pilot survey in 1963, contributed an estimated 63.8% and 68.8% to the total radiologic activity in Hiroshima and Nagasaki, respectively. Because of their relative importance and small number, all "large" institutions existing in 1964 were surveyed retroactively to 1945.

"Small" institutions being far too numerous, could be studied only on a sample basis (Table 1). The sampling

医療保険記録から放射線診療件数を入手することも考えられたが、これらはX線診断の方法別には記録されておらず、また個々の患者の個人診療録から取り出すことも容易ではない。

残された唯一の方法は、各医療機関が行なった作業量の記録を実際に調べることであった。ただしここに内在する欠点として、記録における質的、内容的差異、調査対象期間中に診療活動を中止した病医院の脱落があげられる。しかし、この方法は実行可能と考えられ、本調査の資料源となった。

調査方法

調査施設の抽出 理想的には広島・長崎両市において戦後今日まで放射線診療活動を行ってきた、あるいはかつて行っていたすべての病医院から「作業量」の記録を集めるべきである。

換言すれば、こうした調査の立案に先だって、広島・長崎両市における各年度ごとの全実働病医院の一覧表および放射線診療活動と密接な関係を持つ区分によって各施設の特徴を知ることが必要である。しかしながら実際には、戦後数年間の公表された記録では、両市ともに表1に示すごとく「病院」または「医院」というような施設の規模別に分類した年度別医療機関数だけが入手されうるにすぎない。

全医療機関について調査することは实际的に不可能である。したがって下記の計画によって調査施設を抽出した。すなわち、病院および医院を「大(施設)」および「小(施設)」の二つの大きさに区分して抜き出した。病医院の規模は一般にベッド数で決められるが、¹³ 病医院の大きさやベッド数は必ずしも放射線診療活動に関するじゅうぶんな指標ではない。したがって、本調査ではX線フィルムの年間推定使用枚数によって施設を分類した。すなわち年間使用フィルム枚数が10,000以上の病院または医院を「大」施設、それ以下を「小」施設とした。装置を持たない施設は除外した(表2)。

「大」施設—予備調査の結果では1963年において、広島における放射線診療活動のうち推定63.8%、長崎では68.8%が「大」施設において行なわれていることが知られた。このような「大」施設の相対的重要性に加え、その数が少ないことから、1964年に存在したすべての「大」施設は1945年までさかのぼって調査することにした。

「小」施設は数が多く抽出サンプルについてのみ調査することが最も可能な方法であると考えられた(表1)。抽

TABLE 1 HOSPITALS AND CLINICS SURVEYED BY YEAR AND CITY

表 1 年度別・都市別にみた病院および医院数

Year 年度	Hospitals. 病院			Clinics 医院		
	Total 総数	Large 大施設	Small 小施設	Total 総数	Large 大施設	Small 小施設
HIROSHIMA 広島						
1945	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-
47	-	-	-	-	-	-
48	24	6	18	205	3	202
49	29	6	23	229	3	226
50	34	7	27	241	3	238
51	43	7	36	232	3	229
52	44	8	36	236	3	233
53	46	9	37	221	3	218
54	49	9	40	294	3	291
55	51	9	42	307	3	304
56	55	10	45	336	3	333
57	62	11	51	357	3	354
58	62	11	51	325	3	322
59	66	11	55	326	3	323
60	66	11	55	370	3	367
61	69	11	58	387	3	384
62	71	11	60	410	3	407
1963	72	11	61	429	3	426
NAGASAKI 長崎						
1945	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-
47	-	-	-	-	-	-
48	21	4	17	118	1	117
49	21	4	17	120	1	119
50	21	4	17	152	3	149
51	22	4	18	152	4	148
52	22	4	18	156	5	151
53	22	4	18	167	5	162
54	22	5	17	179	5	174
55	22	5	17	192	5	187
56	25	5	20	193	5	188
57	26	5	21	193	5	188
58	27	6	21	215	5	210
59	28	6	22	231	5	226
60	28	6	22	266	5	261
61	27	6	21	254	5	249
62	30	6	24	283	5	278
1963	33	6	27	312	5	307

No information available before 1947. 1947年以前の資料は入手できない。

Source 資料源: Hiroshima 1948-49; Summary of Municipal Life, 1949 市勢要覧, 昭和24年

広島

1950; From Medical Affair Section, Prefectural Office 県医務課

1951-63; Summary of Health & Sanitation, 1964 保健衛生要覧, 昭和39年

Nagasaki 1948-63; Health Statistics Year Book 衛生統計年報

長崎

TABLE 2 HOSPITALS AND CLINICS BY CITY AND X-RAY EQUIPMENT, 1964

表2 都市別・X線装置別にみた1964年における病医院数

X-ray equipment & Radiologic activity X線装置の有無および放射線診療活動状況		Hiroshima 広島			Nagasaki 長崎		
		Hospitals 病院	Clinics 医院	Total 合計	Hospitals 病院	Clinics 医院	Total 合計
Total* 合計		75	442	517	33	312	345
No equipment 装置のないもの		15	167	182	8	139	147
Equipment present 装置を有するもの		60	275	335	25	173	198
Films/year 年間フィルム総数							
>10,000 Large 大施設		11	3	14	6	5	11
<10,000 Small 小施設		49	272	321	19	168	187
Proportion (r) of small institution with X-ray		(49/75-11)	(272/442-3)		(19/33-6)	(168/312-5)	
X線を有する小施設の比率(r)		.77	.62		.70	.55	

* At time of survey (1964). 1964年の調査時における合計

TABLE 3 SMALL HOSPITALS AND CLINICS SURVEYED WITH X-RAY EQUIPMENT, 1964

表3 X線装置を有する「小」病医院および調査サンプル, 1964年

		Hiroshima 広島			Nagasaki 長崎		
		Hospitals 病院	Clinics 医院	Total 総数	Hospitals 病院	Clinics 医院	Total 総数
Total 総数		49	272	321	19	168	187
Initial sample 一次サンプル		19	109	128	6	72	78
Effective sample 有効サンプル		18	78	96	5	61	66
* Rate to the total							
有効サンプルの抽出率		36.7%	28.6%		26.3%	36.3%	

* See Figure 1.

ratio was set at 0.4 and by means of random numbers the initial sample was selected as shown in Table 3. In Hiroshima, the survey revealed that in eight institutions either the X-ray equipment was not used or it was not actually in operating condition; in 24 others, data were unobtainable for various reasons. The effective sample of "small" institutions with X-ray equipment in 1964 was therefore reduced from 128 to 96. In Nagasaki the reduction was less, from 78 to 66.

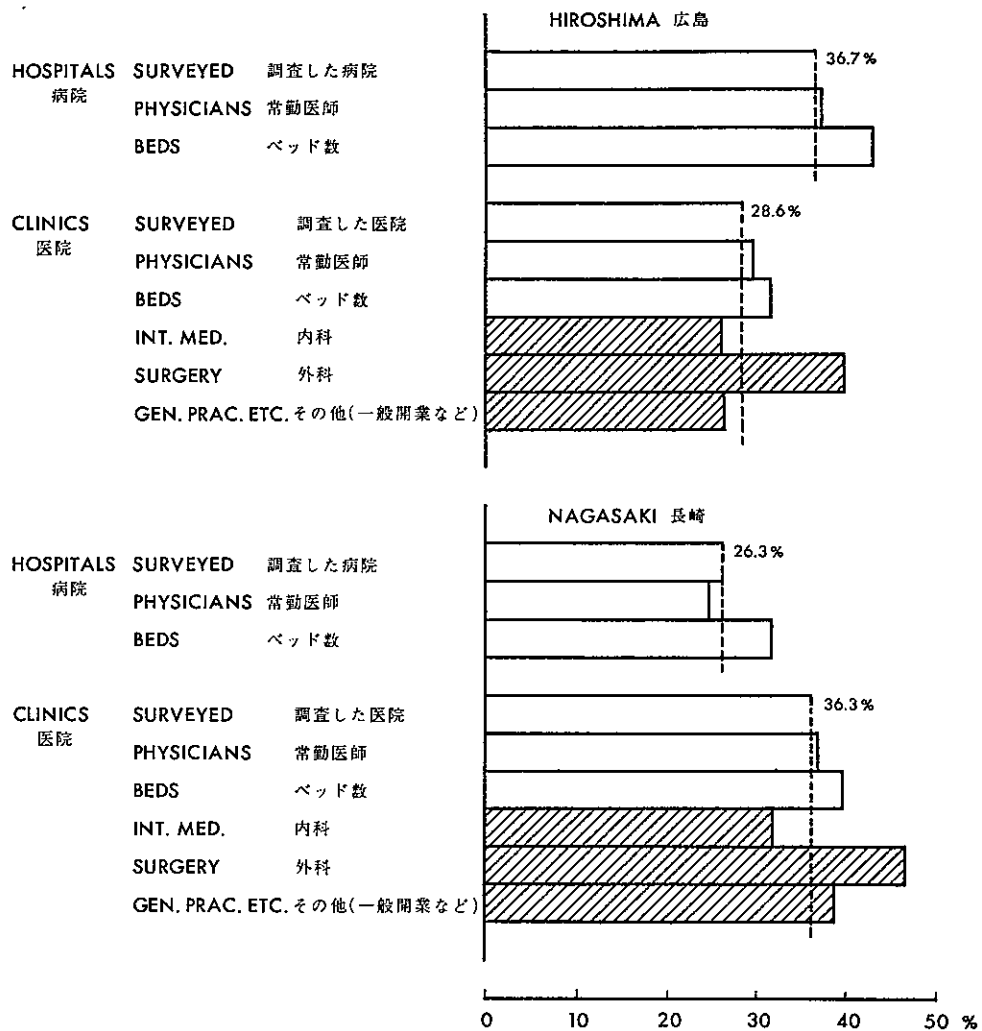
Accordingly, the effective sampling rates in Hiroshima and Nagasaki were decreased on the average of 0.29 and 0.35, respectively. The institutions with no X-ray equipment in 1964 are not in the sample. However, the nonresponse problem must be faced, and seems potentially serious, especially in Hiroshima. Therefore, the responding hospitals and clinics in the sample must be examined to see if they represent the population (all institutions varied) at least in characteristics such as number of full-time physicians, medical specialties, and beds, as shown in Figure 1.

出率を0.4に定め、任意数を用いて表3に示した一次サンプルを抽出した。広島における調査の結果、抽出された病医院のうち、八つの施設ではX線装置を使用していないかまたは使用不能であることがわかり、また、24の施設については何らかの理由で資料が入手できなかった。そこで1964年におけるX線装置を有する小さい施設の有効サンプルは128から96に削減された。長崎ではその減りかたは比較的小さく78から66に減少した。

したがって有効抽出率は広島、長崎それぞれ平均で0.29および0.35となった。なお1964年にX線装置を持たない施設はサンプルに含まれていない。有効抽出率の低減すなわち抽出された病・医院の中から脱落した施設がいくつかあり、特に広島ではそれが多かったことは重大であり考慮する必要があると思われた。そこで、有効サンプルの病院および医院の母集団抽出源である「小」施設総数に対する代表性を見るために図1に示したように、常勤医師の数、ベッド数ならびに専門科目について観察した。

FIGURE 1 PERCENT OF FULL-TIME PHYSICIANS, NUMBER OF BEDS, AND SPECIALTIES OF SURVEYED INSTITUTIONS BY CITY

図1 調査した施設の常勤医師、ベッド数、および専門科目の百分率、都市別



% indicates rate of effective sampled institutions (see Table 3).

百分率は、有効サンプルとしての医療機関の比率を示す(表3参照)。

For each city, the proportion of full-time physicians in the effective sample was nearly the same as the effective sampling rate, and seemed adequate in this respect. Number of beds was not so representative. As to specialties in clinics, surgical was slightly overrepresented in the effective sample compared to the internal medicine facilities in both cities.

Method of Data Collection. After determining the institutions to be surveyed, letters of endorsement from the City Medical Associations were sent to Hiroshima and Nagasaki radiology departments and clinics in question. To obtain the data, survey teams independently visited the institutions according to telephone appointments 5 days after mailing the letters. Data recorded included yearly totals for roentgenograms, radiographic, fluoroscopic and photofluorographic examinations, and number of treatments by X-ray and telecobalt (Figure 2). Number of films was recorded regardless of film size and whether multiple divided exposures were involved. Radiographic and fluoroscopic examinations were recorded according to body site, per institution (Figure 3).

Therapy for benign or malignant disease was recorded according to hospital records. We sought to record number of patients' courses of treatments, but this was impractical in terms of time and effort, since these data were kept in individual patients' records. We therefore recorded total number of treatments according to hospital or departmental therapy log records. For example, if one patient received a series of 10 treatments; another, 20, a total of 30 treatments was recorded.

Calculation of the Estimates. For each year, the final estimates of the number of films used and the number of radiographic and fluoroscopic examinations were calculated as follows:

For example, for type of film, the final estimate (F) is the sum of three components:

f_b = number of films on record in "large" institutions (including Health Center & ABCC)

f'_b = estimated number of films on record in small hospitals in "small" institutions

f'_c = estimated number of films on record in clinics in "small" institutions

where the estimated numbers (f'_b and f'_c) are obtained from the counts of films (f_b and f_c) in their respective sample as

有効サンプルにおける常勤医師の比率は、有効サンプル抽出率と近似しておりこの点では適切であると思われた。またベッド数はさほど事実を代表してはいなかった。医院の科目からみた場合は、両市とも有効サンプルには内科病医院よりも外科病医院がやや多いという結果であった。

資料の入手法。 調査対象の病医院名が決定されると同時に、広島・長崎両市医師会がこの調査を支持する旨の書簡を広島・長崎両市の該当病院の放射線科および医院へ発送した。調査班はこの書簡郵送の5日後に電話連絡で訪問の日時を決め、それらの施設を個別に訪問し、資料を入手した。調査票には年度別にX線フィルム使用総数、直接撮影、透視検査、間接撮影検査ならびにX線およびテレコバルトによる治療クール数を記録した(図2)。フィルムの大きさにかわらず、また分割照射を行なった場合もフィルム枚数の合計を記録した。直接撮影件数および透視回数は、図3の書式に従って部位別に各施設ごとに記入が行なわれた(図3)。

良性または悪性疾患に対する治療法は病院の記録で確認した。治療の「クール」を記録する予定であったが、その記載は患者の個人診療録にあったので、時間と労力の点から収録しなかった。したがって、治療総回数は病院または科別にある治療日誌によった。たとえば、もしある患者が10回治療を受け、さらに20回治療を受けていれば治療総数は30と記入された。

推定値の計算。 各年度の使用フィルムの枚数、直接撮影および透視の回数についての最終推定値は以下のように算出された。

例を使用フィルムにとればその最終推定値(F)は次の三つの値の合計である。

f_b = 「大」施設(保健所、ABCC等を含む)において記録されたフィルムの枚数

f'_b = 「小」施設に属する病院において記録されたフィルムの推定枚数

f'_c = 「小」施設に属する医院において記録されたフィルムの推定枚数

ただし推定枚数(f'_b および f'_c)は、それぞれのサンプルにおけるフィルム数(f_b および f_c)から求める。

HOSPITAL AND CLINIC ACTIVITY SURVEY

病院・医院活動状況調査

Hiroshima 広島 ☐
Nagasaki 長崎 ☐

Hospital or Clinic
病院 医院 ☐ ☐

Address:
所在地 _____

Interviewer
調査員 _____

Date of survey
調査年月日 _____

1. When did your clinic begin using diagnostic x-ray equipment?
貴施設ではいつから診断用X線装置を用いていますか。

_____ (year) _____ (month)
_____ (年) _____ (月)

2. When did your clinic begin using therapeutic x-ray equipment?
貴施設ではいつから治療用X線装置を用いていますか。

_____ (year) _____ (month) None
_____ (年) _____ (月) 用いていない

3. Please indicate the total number of x-ray examinations* conducted and the total number of sheets of x-ray film used during each year.
各年間に行なったX線検査の総回数*と使用したX線フィルムの総枚数を記入して下さい。

a = Radiography X線撮影
b = Fluoroscopy X線透視
c = Chest photofluorography 胸部間接撮影
d = Upper GI photofluorography 上部胃腸管間接撮影

Remarks:
備考

		YEAR 年													
		昭和39年	1964	昭和40年	1965	昭和41年	1966	昭和42年	1967	昭和43年	1968	昭和44年	1969	昭和45年	1970
Total examinations* 検査総回数	a														
	b														
	c														
	d														
Total Films フィルム総枚数															

* Examination - One examination by radiography (with 1 or more films) 1 examination by fluoroscopy (with or without spot and follow-up films); and 1 examination by photofluorography (with 1 or more films) including mobile unit.

* 1回=X線撮影による検査1回(フィルム1枚以上), X線透視による検査1回(担架撮影および透視後に撮影するフィルムの有無を問わない), X線間接撮影による検査1回(フィルム1枚以上), 移動X線車によるものを含む。

4. Please indicate the total number of courses† or treatments of radiation therapy your clinic administered during each year.

各年間に貴施設が行なった放射線治療の総“クール”数と更に良性および悪性疾患に対する治療“クール”の数を記入して下さい。

	YEAR 年									
	昭和39 年 1964	昭和40 年 1965	昭和41 年 1966	昭和42 年 1967	昭和43 年 1968	昭和44 年 1969	昭和45 年 1970			
Total courses** 総クール数										
Total treatments 総治療回数										

† Course - A single treatment or several treatments intended as means of curing or alleviating a benign or malignant condition.

† “クール”=良性または悪性疾患の治療ないし緩解を意図して行なわれる1回あるいは数回の治療。

Remarks:
備考

RAD23 171

FIGURE 2 RECORDING FORM, HOSPITAL & CLINIC SURVEY
図2 記録用紙, 病院・医院

FIGURE 3 CLASSIFICATION OF EXAMINATIONS, HOSPITAL & CLINIC SURVEY

図3 検査の区分, 病院・医院

TERMINOLOGY AND CLASSIFICATION OF EXAMINATION
HOSPITAL AND CLINIC ACTIVITY SURVEY

検査の定義と区分

病院・医院調査

Body Site 部位	Examinations 件数	
	Radiography 撮影	Fluoroscopy 透視
Esophagus, chest 食道, 胸	1	1
Esophagus, stomach, duodenum, small intestine 食道, 胃, 十二指腸, 小腸	1	1
Esophagus, stomach, duodenum, gallbladder 食道, 胃, 十二指腸, 胆のう	2	1
Esophagus, stomach, duodenum, biliary ducts 食道, 胃, 十二指腸, 胆管	2	1
Abdomen, gallbladder 腹, 胆のう	1	1
Abdomen, barium enema (colon) 腹, 大腸	1	1
Skull, sella turcica 頭, トルコ鞍	1	0
Skull and other head sites 頭およびそこに含まれるすべての部位	1	0
Skull, C-spine 頭, 頸椎	2	0
Chest, T-spine 胸, 胸椎	1	0
Chest, shoulder 胸, 肩	2	0
Chest, trachea, bronchus 胸, 気管, 気管支	1	0
Chest, apical lordotic 胸, 肺尖	1	0
Chest, heart 胸, 心臓	1	0
T-spine, L-spine 胸椎, 腰椎	2	0
L-spine, pelvis 腰椎, 骨盤	2	0
Pelvis, femur 骨盤, 大腿骨	2	0
Pelvis, hip joint 骨盤, 股関節	1	0
Shoulder, arm 肩, 上腕	1	0
Arm, forearm 上腕, 前腕	2	0
Thigh (femur), leg (fibula, tibia) 大腿, 下腿	2	0
Total body 全身	1	0

$$f'_h = f_h/n_h \times r_h N_h, \quad f'_c = f_c/n_c \times r_c N_c$$

where

N_h and N_c are the total numbers (N) of small hospitals (h) and clinics (c) in the "small" institutions

n_h and n_c are the number of hospitals and clinics with X-ray facilities in the survey year

r_h and r_c are the 1964 proportions of "small" institutions with X-ray facilities. Here, the constant value was adopted for every year (Table 2).

To the records of the "large" institutions, were then added the experiences of the two Health Centers in each city. The resulting estimate for smaller hospitals is best for 1964, because the initial sample was chosen at random, and the effective sample was large enough to yield estimates of radiologic activity with reasonably small sampling variability.

Estimates for earlier years were limited not only by nonresponse bias for 1964, but also because the initial random sample of smaller institutions operative in 1964 was not necessarily representative of the smaller institutions operative in earlier years. Also the effective sample, adequately large in 1964, was undersize for earlier years. The 1964 sample includes no representation of institutions that ceased to exist prior to 1964, and we have no information as to the similarity of those which disappeared and those that were still on the scene in 1964. We were therefore forced to assume that the proportion of small hospitals or clinics with X-ray facilities in earlier years was the same as that of 1964, which almost surely will result in exaggerating exposure in early years. Thus, although a rigorous sampling scheme could not be devised on the basis of the information available, it may be hoped that the present survey provides a reasonable approximation of the historical experience of interest.

Furthermore, several minor conventions were adopted for standardizing computations:

A hospital beginning activity in a given year was counted as 0.5 hospital for that year;

Since the official counts (Table 1) pertain to December, these values were used to prepare mid-year estimates on the basis of which calculations were performed;

Missing values were estimated by interpolation, but no extrapolation was performed. Interpolation was necessary

ただし,

N_h および N_c は「小」施設に属する病院 (h) および医院 (c) の総数 (N) である。

n_h および n_c は、調査年度で認めた X 線装置を有する病医院の数である。

r_h および r_c は、1964 年における X 線装置を有する「小」施設の割合である。これには仮定によってすべての年度につきコンスタントの値を用いた (表 2)。

広島・長崎両市の二つの保健所で実施された検査件数も「大」施設の数値に加算された。得られるべき「小」病院に対する推定値は、1964 年のものが最もよいと思われる。なぜならば、一次サンプルが任意に抽出されたこと、この有効サンプルの大きさでは、放射線診療活動をかなり小さい標本変動をもって推計できるからである。

初期の年代で得られた推定値については、次の理由でかなり制限がある。すなわち、1964 年には調査不能による偏向があったうえ、1964 年に存在している「小」施設の一次任意サンプルが必ずしも初期の年代においても存在していた「小」施設を代表していないことである。また抽出された有効サンプルは 1964 年では適切な大きさを持つが、初期の年代の施設を代表するにはあまりに小さい。さらに、1964 年のサンプルは 1964 年以前に消滅した施設を代表しておらず、1964 年までに消滅したものと、1964 年に存在していたものが類似していたという証拠はまったくない。そこで、初期の年代における X 線装置を有する小さい医院の割合は、1964 年に存在するものと等しいものと余儀なくみなした。そのため初期の年代における X 線照射をある程度誇大評価することになる。このように入手された資料について厳密な標本抽出計画を立案することが困難であったが、本調査結果は過去の実績についてかなりの概算を提供するものと期待される。

なお計算を標準化する目的で、次のように取り扱った。

ある年度に活動を開始した病院は、その年度については 0.5 病院として計算した。

公表された病医院数 (表 1) は 12 月によるものであるが、これを用いて年央の推定値を求め、この数値に基づいて計算を行なった。

不明の数値は内挿により推定したが、外挿はしなかった。広島については、1950 年の数値 (表 1) を求め、

to provide the 1950 counts for Hiroshima (Table 1) and to complete the data for a few individual hospitals.

The method described was used for estimating all films, radiographic examinations, and fluoroscopic examinations. Photofluorographic examinations, however, were performed in relatively few installations and in rather large numbers. Therefore, in lieu of sampling such institutions, all were taken as subjects for the survey. Thus, the method of estimation for photofluorographic examinations was similar to that used for ascertaining the experience of the "large" hospitals with respect to other types of X-ray exposure and all films consumed.

For estimating radiation therapy no formal sampling plan was devised. Counts were obtained from the survey of the "large" institutions, and from the effective samples of smaller institutions, and combined without further adjustment.

RESULTS

Of the 128 Hiroshima and 78 Nagasaki institutions in the sample, 96 institutions in Hiroshima and 66 in Nagasaki furnished data, as shown in Table 3. The others could not or did not furnish data, were no longer in practice, or were no longer using X-ray equipment. The sampling ratio was not changed. There was no way of determining whether the institutions omitted differed otherwise from those for which information was obtained. For analysis the data of the 14 "large" institutions and two Health Centers in Hiroshima were added to the estimated number from the 96 institutions randomly sampled in that city. In Nagasaki, data of the 66 randomly sampled institutions, 11 "large" institutions, and two Health Centers were analyzed.

Estimates of total films and number of films per person per year in Hiroshima and Nagasaki are shown in Table 4. No data were obtainable for 1945. After the initial period of restoration of facilities, ending about 1953, there has been a fairly steady annual increase in the use of films in both cities.

Estimates of radiographic, fluoroscopic and photofluorographic examinations by year and per capita by year are shown in Tables 5-7 and in corresponding Figures 4-6 (See Appendix for population of Hiroshima and Nagasaki 1944-64).

The data for photofluorography include only chest examinations; a small number of survey examinations of the stomach were excluded from the analysis. After about

少数の病院に対する観察値を得るため内挿が必要であった。

上記の方法を用いてすべてのフィルム枚数、直接撮影および透視の件数を推計した。しかし、間接撮影検査は比較的少数の施設だけで多数実施されているので、このような施設を抽出するかわりに全施設を調査した。したがって、間接撮影検査数を推定する方法は、「大」病院におけるその他のX線撮影およびフィルム消費総数を求める方法とほとんど同様であった。

放射線療法の推定には、特定の抽出計画は立案なかった。「大」施設および「小」施設の有効サンプルから入手した数値をそのまま何らの処置を加えず合計した。

結 果

調査対象にした広島128および長崎78の施設のうち、表3に示すとおり、広島で96、長崎で66の施設が資料を提供した。その他の施設は資料を提出できなかったか、すでに廃業していたか、またはX線装置を使用していなかったかのいずれかであった。しかし、サンプル抽出比は変更されなかった。除外した施設が、資料を入手した施設と異なるかどうかを決定する方法はなかった。解析には、広島市で任意に抽出した96の施設の資料からの推定値と同市における14の「大」施設および二つの保健所の資料とを合計した。長崎では、任意に抽出した66の施設、11の「大」施設、および二つの保健所の資料を解析した。

表4に広島および長崎におけるフィルムの推定総枚数および年間ひとり当たりフィルム枚数を示した。1945年については資料は入手できなかった。施設の復旧期が終わる1953年ごろから、両市においてフィルムの使用は年々着実に増加している。

年度別および年間ひとり当たりの直接撮影、透視および間接撮影検査の推定件数を表5-7ならびに図4-6に示した(付録:年度別広島・長崎市人口1944-64年を参照)。

間接撮影に関する資料は胸部間接撮影に限る。本調査では胃の間接撮影検査は少数なので解析しなかった。広島および長崎両市においてだいたい1953年ごろから間接撮

TABLE 4 ESTIMATED FILMS AND FILMS PER CAPITA, BY YEAR AND CITY
表4 年度別・都市別にみたフィルムの総数およびひとり当たりのフィルム枚数

Year 年度	Hiroshima 広島		Nagasaki 長崎	
	Total films* フィルム総数	Films/capita ひとり当たりの枚数	Total films* フィルム総数	Films/capita ひとり当たりの枚数
1945	-	-	-	-
46	6.3	0.04	-	-
47	20.7	0.09	-	-
48	35.2	0.14	18.7	0.09
49	85.9	0.31	21.4	0.09
50	118.4	0.41	34.4	0.14
51	124.3	0.42	52.1	0.20
52	139.8	0.45	86.5	0.32
53	135.7	0.42	86.5	0.31
54	166.6	0.49	92.0	0.33
55	175.9	0.49	99.8	0.33
56	183.1	0.49	115.1	0.37
57	221.4	0.57	135.1	0.41
58	241.6	0.59	144.9	0.44
59	268.0	0.63	161.9	0.48
60	295.8	0.69	176.5	0.50
61	339.3	0.76	177.0	0.50
62	438.3	0.93	222.7	0.59
1963	515.9	1.05	259.4	0.65

* Thousands 千単位

TABLE 5 RADIOGRAPHY EXAMINATIONS AND EXAMINATIONS PER CAPITA, BY YEAR AND CITY
表5 年度別・都市別にみた直接撮影検査総数およびひとり当たりの検査回数

Year 年度	Hiroshima 広島		Nagasaki 長崎	
	Exams* 検査総数	Exams/capita ひとり当たり検査回数	Exams* 検査総数	Exams/capita ひとり当たり検査回数
1945	-	-	-	-
46	1.5	0.01	-	-
47	4.5	0.20	-	-
48	27.4	0.11	12.7	0.06
49	83.9	0.31	15.7	0.07
50	102.5	0.36	23.1	0.09
51	97.7	0.33	41.6	0.16
52	113.0	0.36	69.5	0.26
53	125.6	0.39	65.8	0.24
54	132.1	0.39	75.5	0.27
55	150.3	0.42	78.7	0.26
56	145.1	0.39	86.9	0.28
57	169.9	0.44	93.9	0.30
58	188.8	0.48	104.1	0.32
59	199.3	0.47	114.2	0.35
60	211.6	0.49	126.1	0.37
61	240.1	0.53	116.2	0.33
62	301.7	0.64	136.5	0.36
1963	331.8	0.68	156.8	0.40

* Thousands 千単位

TABLE 6 FLUOROSCOPY EXAMINATIONS AND EXAMINATIONS PER CAPITA, BY YEAR AND CITY

表6 年度別・都市別にみた透視検査総数およびひとり当たりの検査回数

Year 年度	Hiroshima 広島		Nagasaki 長崎	
	Exams* 検査総数	Exams/capita ひとり当たり検査回数	Exams* 検査総数	Exams/capita ひとり当たり検査回数
1945	-	-	-	-
46	-	-	-	-
47	1.0	0.01	-	-
48	5.5	0.02	0.1	0.00
49	9.2	0.03	1.7	0.01
50	28.7	0.10	0.8	0.00
51	58.5	0.19	5.4	0.02
52	50.5	0.16	7.1	0.03
53	53.7	0.16	7.4	0.03
54	44.4	0.13	5.2	0.03
55	49.9	0.14	6.0	0.02
56	50.2	0.13	7.4	0.02
57	58.7	0.15	7.3	0.02
58	53.0	0.13	9.2	0.03
59	54.3	0.13	10.0	0.03
60	55.3	0.13	11.6	0.03
61	60.8	0.14	13.9	0.04
62	65.3	0.14	16.2	0.04
1963	71.1	0.15	19.4	0.05

* Thousands 千単位

TABLE 7 CHEST PHOTOFLUOROGRAPHY EXAMINATIONS AND EXAMINATIONS PER CAPITA BY YEAR AND CITY

表7 年度別・都市別にみた胸部間接撮影検査総数、およびひとり当たりの検査回数

Year 年度	Hiroshima 広島		Nagasaki 長崎	
	Exams* 検査総数	Exams/capita ひとり当たり検査回数	Exams* 検査総数	Exams/capita ひとり当たり検査回数
1945	-	-	-	-
46	0.9	0.00	-	-
47	2.1	0.01	-	-
48	7.1	0.03	-	-
49	69.0	0.25	25.0	0.11
50	64.9	0.23	45.0	0.18
51	99.6	0.33	76.9	0.30
52	107.3	0.35	77.0	0.29
53	145.0	0.45	71.7	0.26
54	196.8	0.59	79.7	0.29
55	229.1	0.64	84.7	0.28
56	248.0	0.66	88.6	0.29
57	262.9	0.68	117.1	0.37
58	273.3	0.67	129.0	0.40
59	292.4	0.69	142.6	0.44
60	322.9	0.75	147.0	0.43
61	358.0	0.80	162.3	0.46
62	388.5	0.82	184.0	0.49
1963	408.0	0.83	197.8	0.50

* Thousands 千単位

FIGURE 4 FILMS AND FREQUENCY OF MEDICAL X-RAY EXAMINATIONS BY YEAR, HIROSHIMA

図4 年度別にみた医療用X線使用頻度，広島

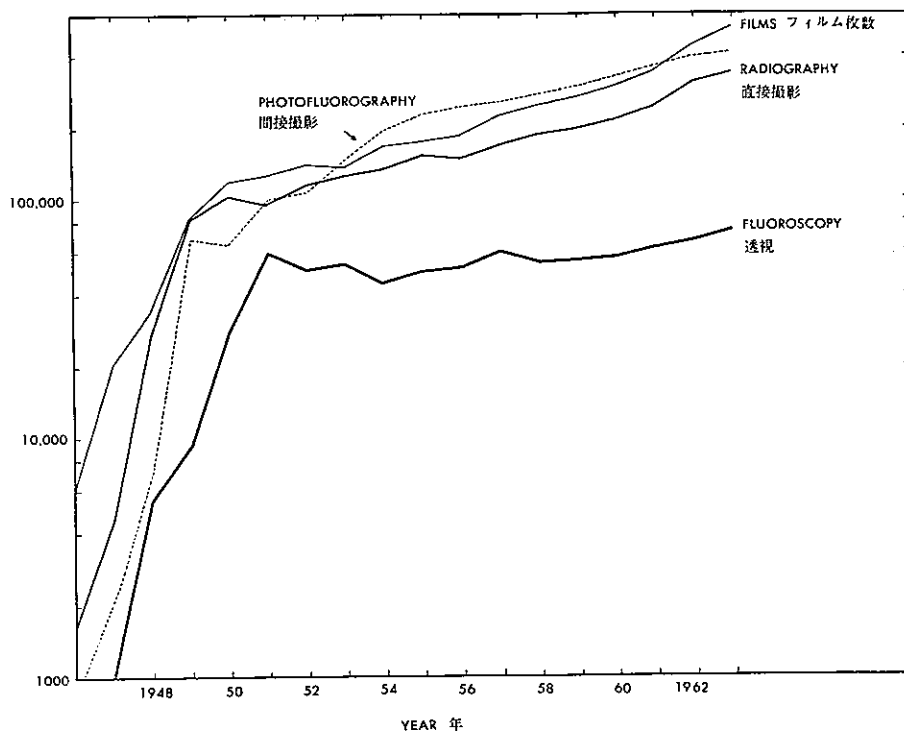


FIGURE 5 FILMS AND FREQUENCY OF MEDICAL X-RAY EXAMINATIONS BY YEAR, NAGASAKI

図5 年度別にみた医療用X線使用頻度，長崎

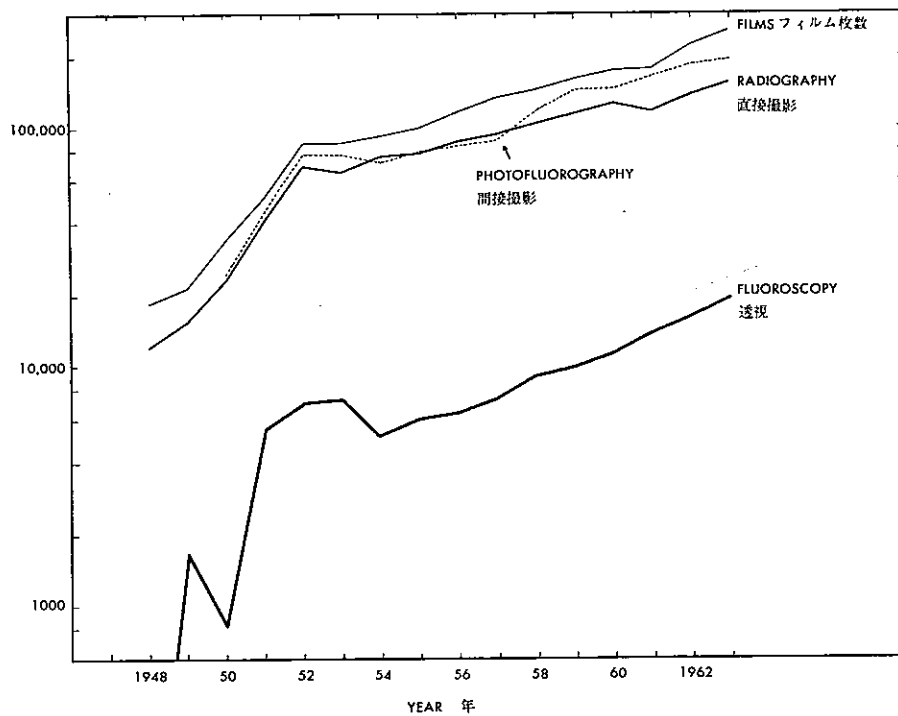
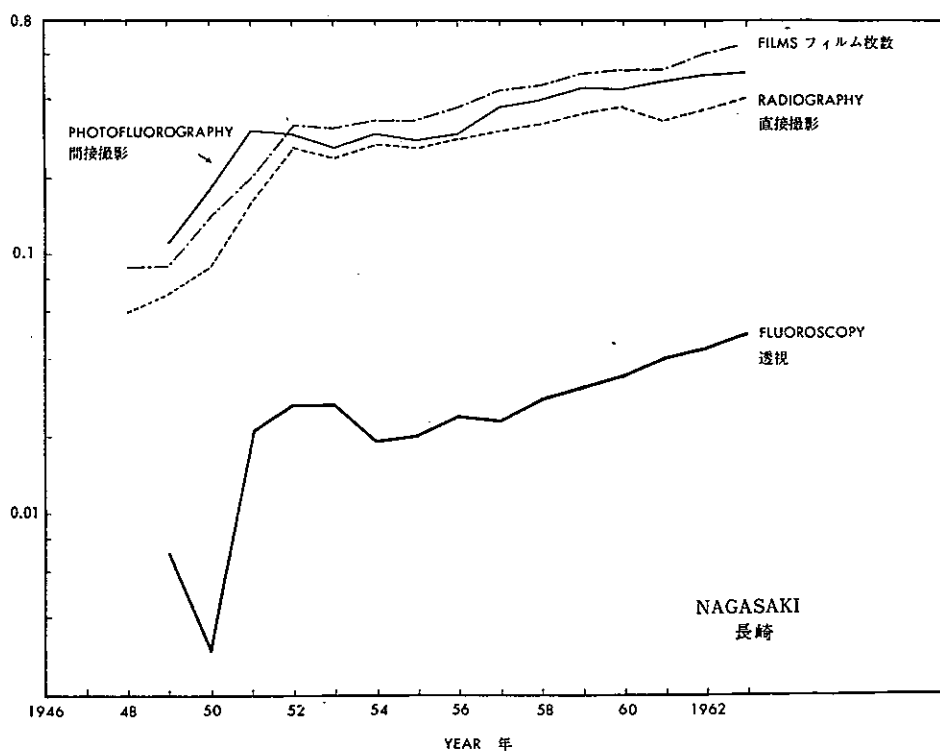
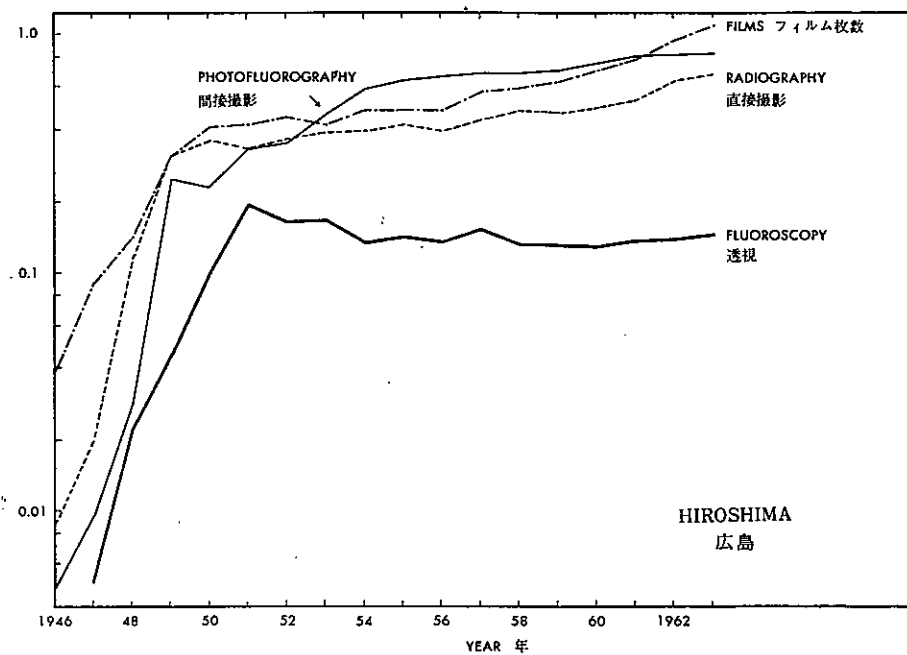


FIGURE 6 FILMS AND FREQUENCY OF MEDICAL X-RAY EXAMINATIONS PER CAPITA BY YEAR

図6 都市別にみたひとり当たりの医療用X線使用頻度



1953 there has been a steady increase in photofluorography and radiography in both cities. The curve for fluoroscopy in Hiroshima, unlike other modes of diagnosis, does not increase appreciably, in fact decreases in 1952 and 1954. This could well be due to a decrease in the use of fluoroscopy of the chest, in favor of radiography. A similar tendency was seen on the analysis of records at a "large" community hospital in Hiroshima.⁸

The total number of X-ray treatments per year are shown in Table 8. These represent actual counts of treatments administered, obtained from records of all "large" medical facilities. The numbers are small, and no definite conclusions can be drawn as to the increase in radiation treatments with time.

DISCUSSION

Initially there was a rapid increase as X-ray facilities were restored following the destruction during the war period and then there was a steady increase in the use of medical X-ray in each city. The only exception to an otherwise general trend was in Hiroshima where the use of fluoroscopy seems not to have increased much since 1951, possibly because of a substitution of radiography for fluoroscopy of the chest. There may be some error in the high estimates for 1951-53 because there were so few reporting hospitals in those years.

In a previous study of the records of a large hospital in Hiroshima,⁸ similar tendencies were found, including that for fluoroscopy. In that study, by 1963, a ratio of 1.9 films per examination was noted, but of course it was not known whether this ratio was valid for the community as a whole. A study of hospitals and clinics concerning exposure of Adult Health Study subjects led to the estimate of 1.96 films per examination in 1963.⁵ In both of these studies, the estimates were based on hospital records. In the present study the film:examination ratio for Hiroshima was 1.6 in 1963. While this value is lower, it is of the same order as that obtained in the two previous studies for Hiroshima.^{5,8} The film:examination ratio in Nagasaki for 1963 was also 1.6, the same as was obtained in the hospital and clinic survey.⁵

The accuracy of the curves is best for recent years in both cities, poorest for the earlier years because of the following reasons:

Some institutions had discarded films after 5 years storage as Japanese law requires retention of patients' records for a period of 5 years.¹⁴ The present study

影および直接撮影数が着実に増加した。しかし、他の診断法と異なり、広島のと透視件数の曲線はそれほど上昇しておらず、事実、1952年および1954年には下降している。これは胸部のと透視検査のかわりに直接撮影が増加したことに起因することがじゅうぶん考えられる。広島における「大」病院の記録を解析し、同様な傾向を認めた。⁸

表8に年度別X線治療総数を示す。これらは、実際に実施した治療件数を示し、「大」病院全部の記録から入手した。件数が少ないので年次的に放射線治療件数が増加したという結論をひき出すことはむづかしい。

考 察

戦後、X線施設が復興するにつれて、広島・長崎両市における医療用X線の使用は最初は急速に増加し、その後は緩慢な増加がみられた。この傾向の例外としては、広島においては、1951年以降透視の使用がそれほど増加しなかった。おそらくこれは胸部透視検査のかわりに直接撮影を行なうようになったからであろう。1951-53年に資料を提供した病院の数がきわめて少ないので、この期間における高い推定値は若干誤っているかもしれない。

以前に広島の大病院における記録を調査し、透視に関するものを含めて同様な傾向を認めた。⁸ その調査では、1963年までは1回の検査で使用するフィルム枚数は1.9であったが、もちろんこの比率が全市に適用できるかどうかはわからなかった。成人健康調査対象者のX線照射に関する病医院の調査では、1963年における1回の検査当たりの推定フィルム枚数は1.96であった。⁵ この両調査では病院の記録に基づいて推計を行なった。本調査におけるフィルム/検査の比は1963年に広島では1.6であった。この値はやや低い。広島について行なった過去2回の調査で得た値と近似している。^{5,8} 長崎におけるフィルム/検査の比は1963年では1.6でさきに病医院調査で得た値と同様であった。⁵

両市における年次的放射線活動の推移を示す曲線の精度は最近のものが最もよく初期年次のものは最も劣っている。これは次の理由による。

フィルムを5年間保存した後、破棄した施設があるためである。日本の法律では患者の記録を5年間保持しなくてはならない。¹⁴ ところが今回の調査対象

TABLE 8 RADIATION TREATMENTS* BY YEAR AND CITY

表8 年度別・都市別にみた放射線治療数

Year 年度	Hiroshima 広島	Nagasaki 長崎
1945	-	-
46	-	-
47	0.3	-
48	0.4	-
49	0.2	-
50	0.5	-
51	10.1	-
52	9.1	0.8
53	9.7	1.0
54	11.3	0.8
55	10.9	1.0
56	11.9	8.5
57	18.3	10.1
58	16.3	10.1
59	17.6	10.6
60	20.4	18.2
61	21.3	20.2
62	22.1	23.3
1963	23.5	13.6

*Thousands 千単位

encompassed a period of some 20 years since the end of World War II, during much of which the law did not prevail, and for some of which no data were available. Only by making certain assumptions was it possible to arrive at results particularly for years prior to 1958. It was better to do this than ignore the period before 1958, when X-ray apparatus is generally known to have been in operation.

A list of institutions using X-ray apparatus in 1964 provided the starting point for the survey. Since lists were not available for earlier years, some institutions using X-ray apparatus were unknown. A 1964 sample was used for the entire period starting in 1946.

A number of the sampled institutions in each city could not furnish data for certain years. The calculations adjust for their loss, on the assumption that they were the same in earlier years, as were the institutions that could furnish data. Similar problems have been encountered in other studies in Japan.¹⁵

The estimates of X-ray activity obtained here correlate reasonably well with those of another study.⁸ These data will be used to estimate average cumulative dose from medical X-ray procedures since World War II in both cities. The methodology developed in this investigation may be applicable to other studies of epidemiologic types.

期間は戦後約20年にわたっているからその大半の期間は、上記の法律の適用範囲外となり、じゅうぶんなデータが得られなかった。結局いくつかの仮定を設けて推定する以外に方法がなく特に5年前すなわち1958年以前は多くの困難を伴った。しかし、1958年以前に両市内の病医院で医療用X線装置が使用されていたことがはっきりわかっている以上、これを無視するよりも、正確度は落ちて一応推定値を出すべきだと思われた。

1964年にX線装置を使用している施設の一覧表がこの調査の起点になった。初期の年度については、その一覧表が得られなかったので、初期の年度にX線装置を使用していた施設の中のいくつかは不明であった。そこで1946年から1963年までの全期間を通じてこの1964年の標本を使用した。

広島・長崎両市で若干の病医院はある期間について資料が提供できなかった。しかし、それらは初期の年次において資料を提出できた施設と同様であると仮定して補正を行なった。日本における他の調査でも同様な問題に当面している。¹⁵

本調査で得られたX線診療活動の年次の推移は、他の調査⁸のそれとかなり一致している。この資料は戦後両市内の医療用X線による平均累積線量の推定に使用する予定である。本調査でとった方法は他の疫学的研究にも適用できるものと思われる。

SUMMARY

From a study of records of community hospitals and clinics in Hiroshima and Nagasaki the frequency of use of medical X-ray from World War II to 1963 has been determined according to films used, and radiographic, fluoroscopic, and photofluorographic examinations performed. A steady increase in use of medical X-ray over the years was demonstrated for both cities and for all modes, except fluoroscopy in Hiroshima. The resulting data will facilitate estimation of average cumulative dose from medical X-ray procedures since World War II in Hiroshima and Nagasaki. The methodology developed in this study may have useful application in other investigations of epidemiologic nature.

要 約

広島・長崎における病医院の記録を調査して、戦後から1963年までの期間における医療用X線使用頻度を、使用フィルム数、および直接撮影、透視、間接撮影検査数によって表わした。両市とも、また広島のと透視以外のどの検査も、医療用X線使用は年々着実に増加するのがみられた。得られたこれらの資料は、戦後広島・長崎における医療用X線使用による平均累積被曝線量の推定に利用する予定である。本調査でとった方法は他の疫学的研究にも有効に適用できると思われる。

APPENDIX POPULATION OF HIROSHIMA AND NAGASAKI BY YEAR

付録：広島および長崎両市の年度別人口

Year 年度	Hiroshima 広島	Nagasaki 長崎
1944	336,483	240,000
45	136,578	153,212
46	171,204	186,119
47*	222,434	195,174
48	246,134	213,698
49	270,863	229,823
50*	285,712	247,248
51	297,758	258,392
52	310,172	266,374
53	325,732	274,809
54	337,837	277,900
55*	357,287	303,724
56	375,926	307,835
57	389,473	315,496
58	407,460	322,912
59	442,223	327,070
60*	431,336	344,079
61	448,956	350,230
62	473,876	376,048
63	491,105	395,652
1964	504,326	399,258

* National Census 国勢調査

Source 資料源: Hiroshima City Office (Summary of Health & Sanitation, 1964)

広島市役所(保健衛生要覧, 昭和39年¹⁾)

Nagasaki City Health Center Annual Reports

長崎市保健所年報

REFERENCES

参考文献

1. RUSSELL WJ, ISHIMARU T, IHNO Y: ABCC-JNIH Adult Health Study, Hiroshima and Nagasaki. Exposure to medical X-ray, July—November 1962. Survey of subjects. ABCC TR 9-63
(ABCC—予研成人健康調査。広島・長崎, 1962年7月—11月。診断用X線照射, 対象者の調査)
2. IHNO Y, RUSSELL WJ, ISHIMARU T: ABCC-JNIH Adult Health Study, Hiroshima and Nagasaki, 1962-63. Exposure to medical X-ray. Community hospital and clinic survey. ABCC TR 11-63
(ABCC—予研成人健康調査, 広島・長崎, 1962—63年。診断用X線照射, 病院および医院についての調査)
3. ANTOKU S, YOSHINAGA H, et al: Dosimetry, diagnostic medical X-ray. Exposure of ABCC subjects in community hospitals and clinics. ABCC TR 6-65
(診断用X線の線量調査。ABCC調査対象者が地方病医院で受ける線量)
4. SAWADA S, WAKABAYASHI T, et al: Exposure to medical X-ray in community hospitals and clinics. Survey of subjects, February 1964—January 1965. ABCC TR 24-67
(広島・長崎の病医院における医療用X線照射。対象者の調査, 1964年2月—1965年1月)
5. SAWADA S, RUSSELL WJ, WAKABAYASHI T: Radiography and fluoroscopy techniques in hospitals and clinics of Hiroshima and Nagasaki, 1964-65. ABCC TR 2-68
(病医院における直接撮影法および透視法, 広島・長崎, 1964—65年)
6. ANTOKU S, MILTON RC: Dose to bone marrow and gonads from chest examinations. Calculations by electronic computer. ABCC TR 4-67
(電子計算機による胸部X線検査の骨髄・生殖腺線量)
7. ANTOKU S, YOSHINAGA H, RUSSELL WJ: Bone marrow and gonadal dose in roentgenography, excluding posteroanterior chest examinations, Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 5-68
(背腹方向胸部X線以外のX線検査による骨髄および生殖腺線量, 広島・長崎)
8. MATSUURA K, SAWADA S, et al: Radiological practice and medical records in a large general hospital in Hiroshima. Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi—Nippon Acta Radiol 26:1225-36, 1966
(広島市内のある総合病院における放射線診療と医学記録)
9. OUGHTERSON AW, et al: Medical effects of atomic bombs. The report of the Joint Commission for Investigation of Effects of the Atomic Bombs in Japan, Vol 1. USAEC NP-3036, 1951
(原子爆弾の医学的影響)
10. UNITED STATES STRATEGIC BOMBING SURVEY: The Effects of Atomic Bombs on Health and Medical Services in Hiroshima and Nagasaki. Washington DC, US Government Printing Office, 1947
(広島および長崎における保健および医療機関)
11. Research plan for joint ABCC-JNIH Adult Health Study in Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 11-62
(広島・長崎におけるABCCと予研が共同で実施する成人健康調査の研究企画書)
12. 栗冠正利: 我国における白血病と電離放射線。東京医科歯科大学, 1961年
(SAKKA M: Ionization Radiation and Leukemia in Japan. Tokyo Med Dent Univ, 1961)
13. 衆議院・参議院法制局編: 現行法規。1966年改訂。p 1057
(LEGISLATIVE BUREAU, HOUSE OF REPRESENTATIVES, HOUSE OF COUNCILORS: Current Laws and Regulations, Revised 1966. p 1057)
14. 衆議院・参議院法制局編: 現行法規総覧18(厚生4)医事・薬事。東京第一法規出版, 1950年。p 1176
(LEGISLATIVE BUREAU, HOUSE OF REPRESENTATIVES, HOUSE OF COUNCILORS: Current Laws and Regulations (Vol 18, Welfare 4), Medical Affairs and Pharmaceutical Affairs. Tokyo, Daiichi Hoki Shuppan, 1950)
15. MIYAKAWA T, et al: The genetically significant dose by the X-ray diagnostic examinations in Japan. Nippon Acta Radiol 21:565-616, 1961
(医学診療用放射線による遺伝有意線量に関する研究)