

長崎原子爆弾の 医学的影響

The Medical Effects of the Nagasaki Atomic Bombing



長崎大学原爆後障害医療研究所

Atomic Bomb Disease Institute
Nagasaki University

来訪の皆様へ

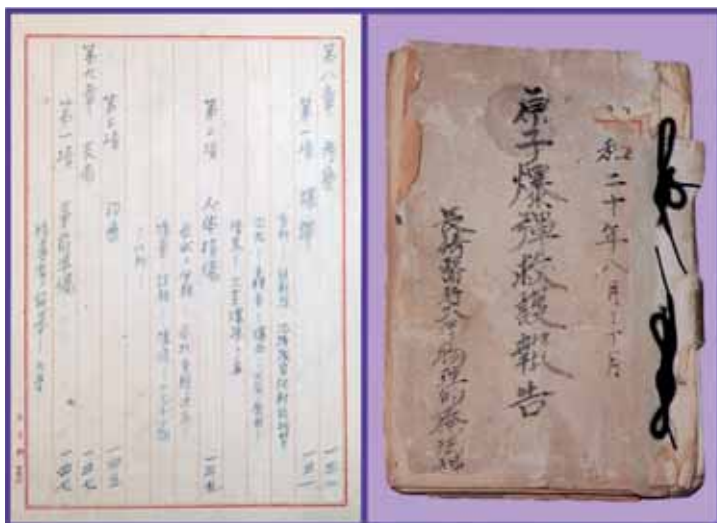
To our visitors

昭和20年（1945年）8月9日午前11時2分、人類史上2発目の核兵器が長崎市浦上上空で炸裂した。以来半世紀を経たが、核時代の終焉をまだみない。原爆50周年に当たって当研究所は、壊滅した長崎医科大学の復興以来、幾多の研究者によって追究されてきた原爆の医学的影響、とくにその放射線障害の実態を示す資料を再整理した。核兵器が人類にもたらしたものの本質を、皆様に短い時間で感得していただくことを願って、その多数の資料の中から厳選したものをここに掲示する。

人類が長崎で体験した核兵器の惨害の、とくに人体への影響を学んでいたが、長崎が地球上で核兵器による惨害の最後の地となることを、共に祈っていただければ幸いである。

An atomic bomb exploded over the Urakami district of Nagasaki at 11 : 02 a. m., August 9, 1945 . A half a century has passed since that second nuclear calamity in human history, but the end of the nuclear age remains stubbornly out of sight. On the occasion of the 50th anniversary of the atomic bombing, Atomic Bomb Disease Institute reorganized the information on the medical effects of the atomic bombing-particularly the late effects of exposure to radiation-assiduously compiled by researchers since the restoration of the former Nagasaki Medical College. The information presented here was chosen to give visitors a brief but comprehensive introduction into the effects of nuclear weapons.

We hope that you will grasp the impact of the atomic bomb on the human body and that you will join us in striving to ensure that Nagasaki is the last place on earth to suffer the effects of a nuclear explosion.



原子爆弾救護報告：被爆当時、長崎医科大学では非常事態に備えて医療救護隊が編成されていた。本記録はその第十一救護隊（物理的療法科班）の被爆当時の大学の被害状態と長崎市郊外三山地区における二ヶ月の診療記録を中心にした学長あての報告書である。

Atomic bomb rescue team report: Medical rescue teams were organized at Nagasaki Medical College (predecessor of Nagasaki University School of Medicine) prior to the atomic bombing for mobilization in times of emergency. This report by the Eleventh Rescue Team (physiotherapy), which is addressed to the president of the college, contains a description of the devastated state of the college after the bombing and records of the medical treatment conducted by the team for two months in the Nagasaki suburb of Mitsuyama.

目次

CONTENTS

2	長崎原爆の物理的被害	
	Physical Damages Caused by the Nagasaki Atomic Bombing	
3	長崎原爆の物理的影響	
	Physical Effects Caused by the Nagasaki Atomic Bombing	
4	長崎原爆の人体に与える影響	
	The Effects of the Nagasaki Atomic Bombing on the Human Body	
	原爆による死亡率	5
	Rate of deaths due to the atomic bomb	
	急性期症状の頻度	5
	Frequency of acute symptoms	
	1．急性期	
	Acute phase	
	脱毛	6
	Epilation	
	大腸	8
	Colon	
	骨髓組織	9
	Bone marrow	
	2．後障害初期	
	Early phase of late effects	
	ケロイド	10
	Keloid	
	原爆白内障	11
	Atomic bomb cataract	
	染色体異常	12
	Chromosomal aberrations	
	小頭症	13
	Microcephaly	
	3．後障害後期	
	Late atomic bomb effects	
	白血病	14
	Leukemia	
	甲状腺癌	16
	Thyroid cancer	
	乳癌	18
	Breast cancer	
	胃癌	20
	Stomach cancer	
	悪性腫瘍の部位別の過剰相対リスク	22
	Excess relative risk of malignant tumors by site	
	多重がん	23
	Multiple primary cancers	
	精神的影響	24
	Mental effects	
	4．疫学	
	Epidemiology	
	被爆者データベース	25
	Atomic bomb survivor database	
	抜歯資料を用いた被曝線量推定	26
	Estimation of radiation dose using the ESR signal from teeth	
	被曝線量と死亡率	27
	Radiation dose and death rate	
28.....	長崎原子爆弾の医学的影響ホームページ	
	The Medical Effects of the Nagasaki Atomic Bombing	

長崎原爆の物理的被害

Physical Damages Caused by the Nagasaki Atomic Bombing



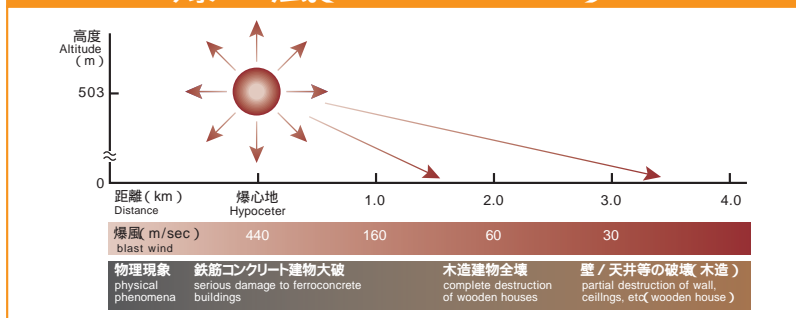
原子爆弾による物理的被害の特徴は、爆風と火災によるさまざまな破壊が、瞬間的に生じたことである。即ち、広範囲の建物が破壊されると同時に、火災が発生した。長崎原爆における建物の全壊全焼の範囲は、爆心地から2km以上離れた地点にまでおよんでいる。

The foremost characteristic of the physical damages caused by the Nagasaki atomic bombing was the tremendous, instantaneous destruction wreaked by the blast wind and the subsequent fires. These fires broke out simultaneously with the destruction of buildings over a wide area. The complete destruction and burning of wooden buildings extended beyond a distance of two kilometers from the Nagasaki hypocenter.

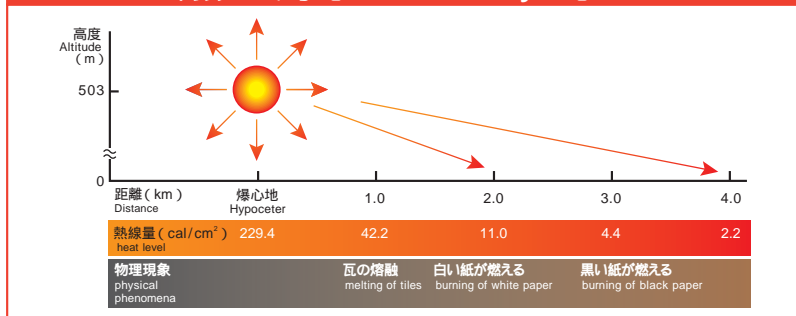
長崎原爆の物理的影響

Physical Effects Caused by the Nagasaki Atomic Bombing

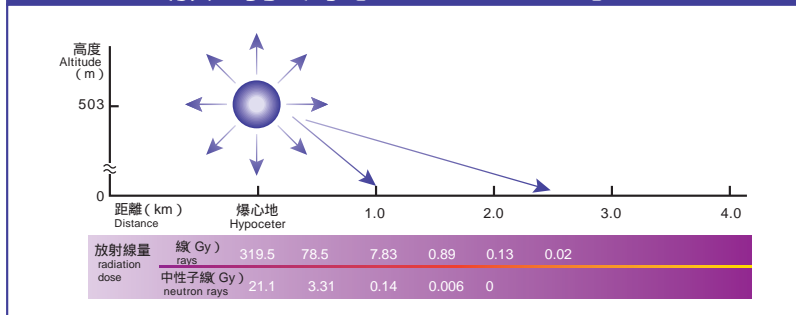
爆 風 (Blast wind)



熱 線 (Heat rays)



放 射 線 (Radiation)



爆発点の高度は1976年に発表された503±10 mを用いた。

Analysis of all data in 1976 revealed the estimated height to be 503±10m (Kerr & Solomon). Kerr GD, Solomon DL: The epicenter of the Nagasaki weapon-A reanalysis of available data with recommended values. ORNL-TM-5139 (1976)

長崎原爆の爆発力は通常火薬 (TNT) 21kt に相当し、通常爆弾に比較して桁違いの爆風と高温状態が生じた。すさまじい爆風と熱線 (放射熱) に加えて放射線も放出され、総エネルギーの50%が爆風、35%が熱線、15%が放射線として放出されたと考えられる。

Equivalent in force to 21 kilotons of gunpowder (TNT), the Nagasaki atomic bomb generated levels of blast and heat that cannot even be compared to those produced by conventional weapons. Radiation was released in addition to the ferocious blast wind and heat rays (radiant heat). It is thought that 50%, 35% and 15% of the total energy output was blast, heat and radiation, respectively.

長崎原爆の人体に与える影響

The Effects of the Nagasaki Atomic Bombing on the Human Body

原子爆弾による障害は、その爆風、熱線（輻射熱）、放射線の複合的な影響により生じ、その症状も非常に複雑な現れ方をしたものと思われる。特に1 km以内の被爆者では熱傷を負った者の96.7%、外傷を負った者の96.9%が死亡し、無傷の被爆者でも94.1%が死亡している。すなわち原爆による初期の死亡が、熱傷や外傷のみならず、放射線の強い障害が加わった為に起こったことが知られている。

この小冊子では長崎の原子爆弾が人体に与える影響について、急性原爆症（急性期～急性期晩期：被爆直後～1945年12月）、ケロイドや癌などの原爆後障害（後遺症：1946年～現在）、胎内被爆などについてその概略を解説する。病変の時期的な分類は研究者によって以下の様に種々あるが、ここでは急性期（広義）、後障害初期および後障害後期として分類する。

急性期原爆症

第 期：急性期早期、急性期：被爆直後～14日

第 a 期：急性期中期、亜急性期：15日～35日

第 b 期：急性期中期、亜慢性期：36日～60日

第 期：急性期晩期、慢性期：61日～120日

原爆後障害：1946年初頭～現在

後障害初期

後障害後期（悪性腫瘍を中心として）

また当研究所には長崎市在住の被爆者健康手帳保持者の被曝線量情報、検診情報はじめ、死亡などに関する情報をコンピュータに入力したデータベースとして保有している。そのデータをもとにした原爆被爆と健康についての疫学調査の結果も併せて示した。

The injuries inflicted by the atomic bomb resulted from the combined effect of blast wind, heat rays (radiant heat) and radiation and surfaced in an extremely complex pattern of symptoms. The death toll within a distance of one kilometer from the hypocenter was 96.7% among people who suffered burns, 96.9% among people who suffered other external injuries, and 94.1% among people who suffered no apparent injuries. These data show that the deaths occurring immediately after the atomic bombing were due not only to burns and external injuries but also to severe radiation-induced injuries.

This brochure provides an outline of the medical effects of atomic bomb exposure such as acute atomic bomb disease (the period from the bombing to December 1945), late atomic bomb effects such as keloid and cancer (the period from 1946 to the present) and intrauterine exposure. Although there is some difference of opinion among researchers concerning the chronological classification of diseases (the following categories), acute phase in a broad sense, early phase of late effects and late atomic bomb effects are followed in this brochure.

Acute phase of atomic bomb disease

Phase I: Early acute phase, acute phase: up to 14 days after the bombing

Phase IIa: Mid-acute phase, sub-acute phase: 15 to 35 days after the bombing

Phase IIb: Mid-acute phase, sub-chronic phase: 36 to 60 days after the bombing

Phase III: Late acute phase, chronic phase: 61 to 120 days after the bombing

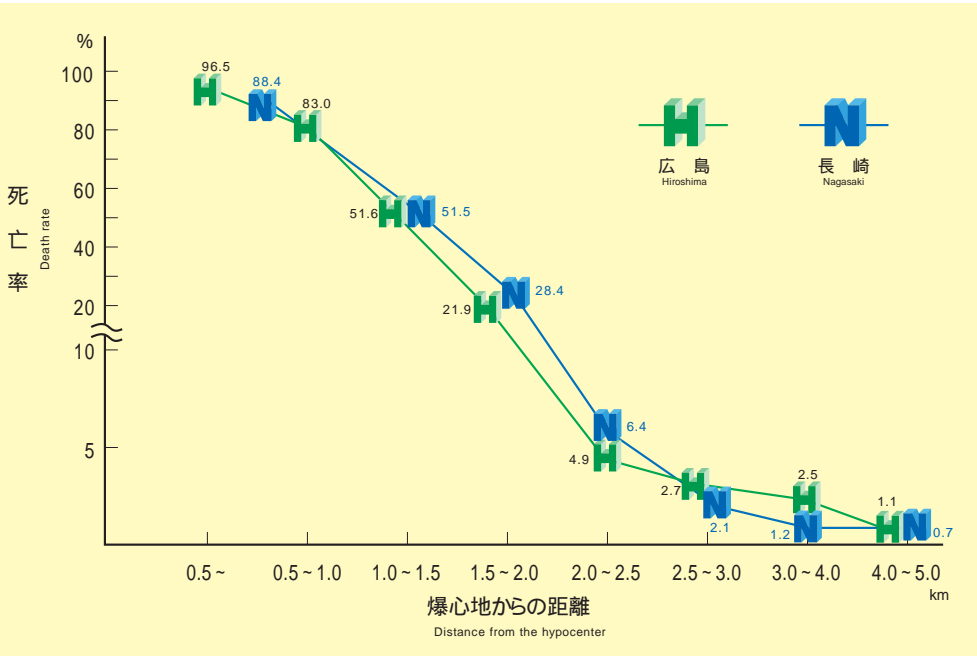
Late effects: Early 1946 to the present

Early phase of late effects

Late atomic bomb effects (particularly the malignancies)

Information on radiation dose, medical examinations and causes of death among atomic bomb survivor health handbook holders is stored in the center's computer database. This brochure includes the results of epidemiological studies on atomic bomb exposure and health conducted on the basis of this information.

原爆による死亡率
Rate of deaths due to the atomic bomb



(Oughterson AW and Warren S: Medical Effects of the atomic bomb in Japan. McGraw-Hill, New York ,1956より改変)

急性期症状の頻度
Frequency of acute symptoms

症 状 Symptoms	死亡例 (%) Deaths (n = 333)	生存例 (%) Survivors (n = 5520)
発 熱 Fever	80.0	21.5
下 痢 Diarrhea	67.6	33.3
嘔 吐 Vomiting	51.6	15.0
出 血 Purpura	48.6	14.7
口 内 炎 Stomatitis	43.6	17.8
頭 痛 Headache	39.0	20.4
脱 毛 Epilation	29.1	11.8
腹 痛 Abdominal pain	26.1	10.8
眩 暈 Dizziness	21.3	10.5
意識障害 Disturbance of consciousness	21.0	6.6

(調ら、1945年10月～12月調査より改変)

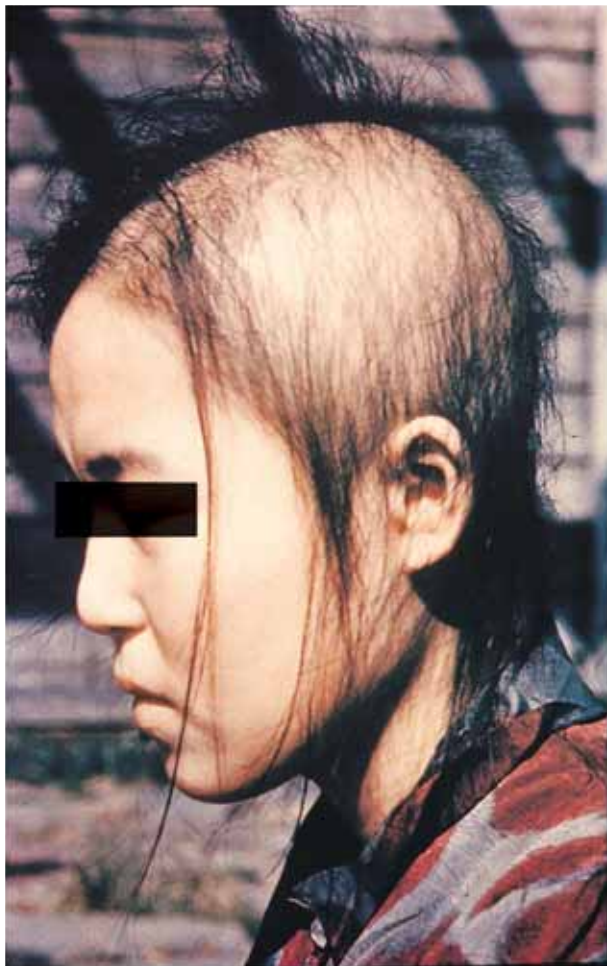
1 急性期

Acute phase

脱毛

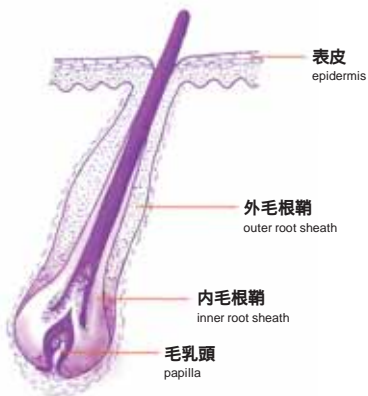
Epilation

A



B : 毛根とその基部の縦断

Longitudinal section of the hair and hair follicle



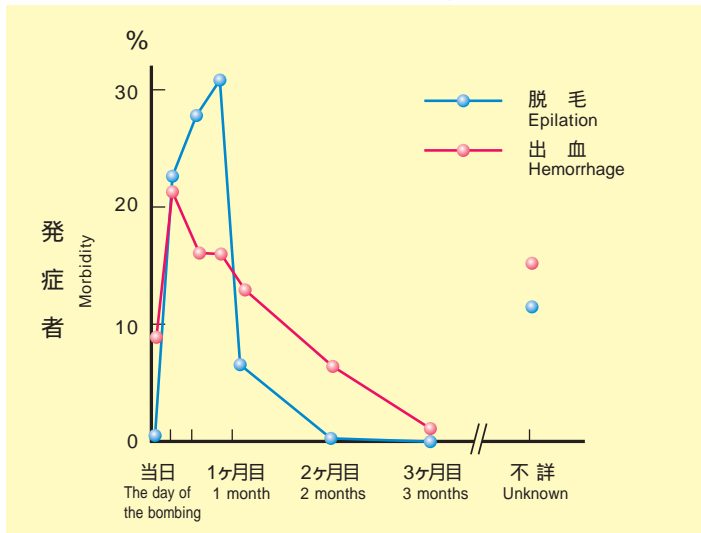
A : 18歳、女性、被爆地：約1.1km、〔 241260、NP159(K) 〕

B : 脱毛部では毛髪之母細胞である毛母基、そしてそれに続く内毛根鞘、外毛根鞘が強く障害されていた。

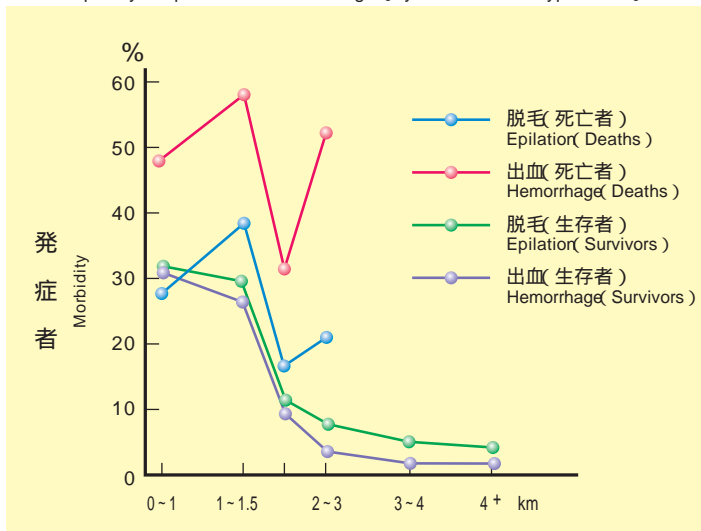
A : Age 18 female, exposed about 1.1 km from the hypocenter , [#24160,NP159(K)]

B : In the areas of epilation, the hair matrix including the dermal hair papilla that are the mother cells of the hair, and the connecting inner and outer root sheaths are severely affected.

C : 脱毛・出血の出現時期（死亡者例：計）
Period of appearance of epilation and hemorrhage (deaths : total)



D : 脱毛・出血の頻度（距離別）
Frequency of epilation and hemorrhage (by distance from hypocenter)



C : 早い人で1週間後から始まり、第3週頃発症した人が多かった。皮下出血もしばしば合併してみられた。
(生存者の多くでは、12~14週で元に戻った。)

D : 脱毛の発症頻度は被爆距離に密に相関し、生存者で見ると近距離で被爆した人ほど高頻度であった。

〔調査助、吉澤康雄：医師の証言 長崎原爆体験。東京大学出版会、東京、1982より改変〕

C : Although some survivors suffered epilation as early as one week after the bombing, the majority of cases occurred in the third week thereafter. The epilation was often complicated by subcutaneous hemorrhage. (The hair returned to normal in most survivors after 12 to 14 weeks.)

D : The frequency of epilation showed a close correlation with distance from the hypocenter, the number of cases increasing the closer the survivors were to the hypocenter at the time of the bombing.

大腸

Colon



被爆者
exposed



対照
control

放射線障害により、大腸に浮腫と出血が見られる。
強い下痢と血便がみられ、赤痢の流行が心配されたほどで
ある。〔NS 305(K)〕

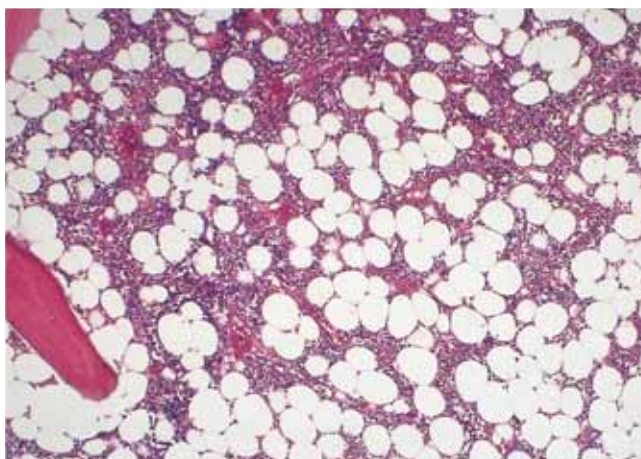
Radiation-induced edema and hemorrhage are evident in
the colonic mucosa.
The diarrhea and bloody stools were so severe that physi-
cians considered the possibility of dysentery .〔NS 305(K)〕

骨髓組織

Bone marrow



被爆者
exposed



対照
control

骨髓では細胞数が非常に少なく、血液細胞はほとんど造られていない。

したがって血小板も非常に減少し、出血しやすい状態にあった。60歳、女性、0.5km、〔249008〕

There is an extreme hypocellular pattern in the bone marrow, showing that virtually no blood cells are being made. This resulted in an extreme lack of platelets, leaving the patient prone to hemorrhage. A 60 year-old, female exposed 0.5 km from the hypocenter (# 249008)

2 後障害初期

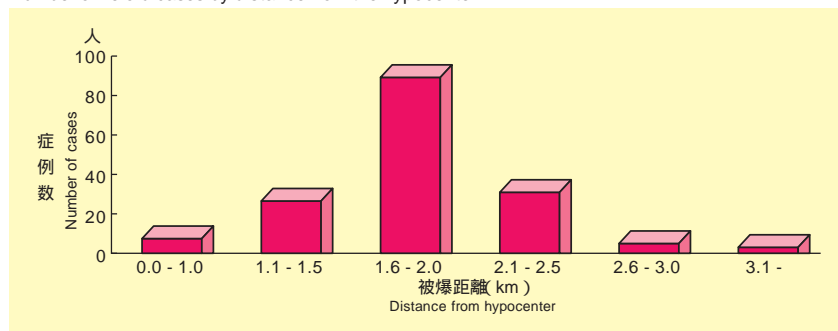
Early phase of late effects

ケロイド

Keloid



ケロイドの症例数（被爆距離別）
Number of keloid cases by distance from the hypocenter



熱傷の後、傷面の修復のため形成される癒痕組織が過剰に増殖し、あたかも蟹の甲と脚を皮膚面にはりつけたような、不規則な隆起を生ずる状態をいう。被爆後4ヵ月頃より発生し、6ヵ月～1年2ヵ月後に最も顕著となった。2年後には大部分が改善され、大きさも縮小していった。爆心地から2km前後で被爆した人に多かった。

〔調査員：手塚博：広島医学12、1959年〕

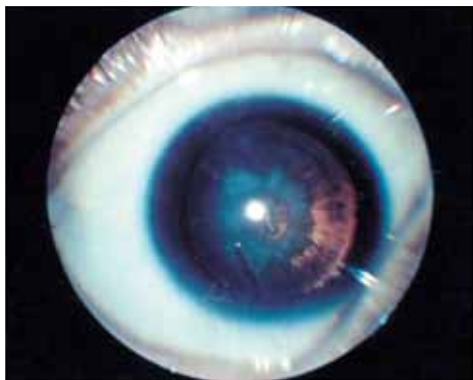
The word "keloid" refers to the irregular, abnormally protruding scar tissue that formed during the healing process in the burned skin of atomic bomb survivors. The name comes from the fact that the scars look like the shell and legs of a crab.

Appearing often in persons exposed to the bombing about two kilometers from the hypocenter, keloids formed four months after the bombing and became most prominent 6 to 14 months thereafter. Most of the scars shrank and healed after about two years.

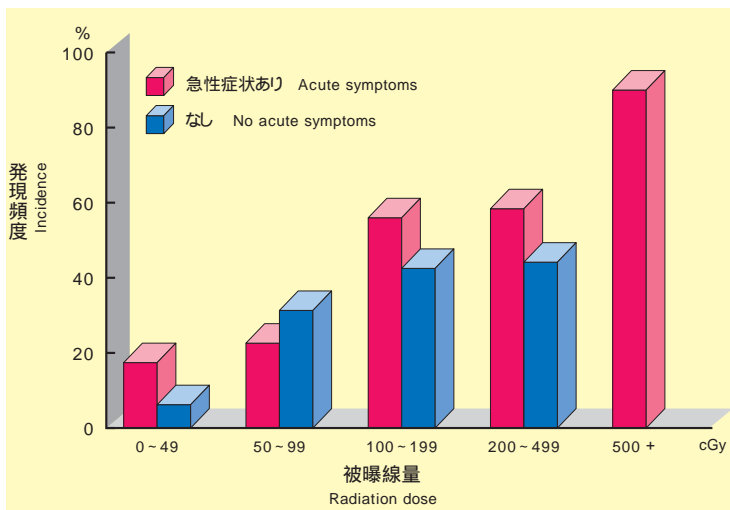
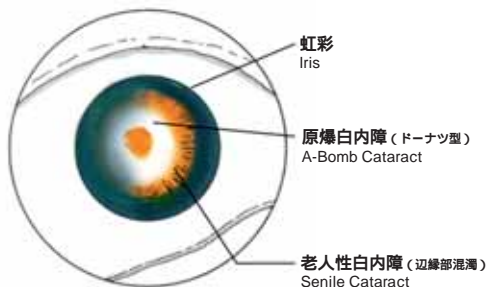
〔Shirabe R and Tezuka H: Hiroshima Igaku 12, 1959〕

原爆白内障

Atomic bomb cataract



白内障模式図
Scheme of Cataract



「重症型」原爆白内障、水晶体後極部に放射線白内障に特徴的なドーナツ形混濁がみられる（周辺部には老人性楔状混濁がある、被爆時21歳、女、805 の道路上で被爆、急性症状あり）。
徳永次彦博士提供

白内障は目の水晶体（レンズ）に混濁を生ずる病気であり、一般に「ソコヒ」とも呼ばれている。原因としては老人性変化、糖尿病、放射線、外傷などがある。

原爆白内障は被爆後3ヵ月、10年ぐらいの潜伏期があって、発症する。

視力障害の進行は老人性変化が加わることにより、顕著となる。被爆距離が近い程、発症率は高い。

〔広瀬泉、岡本昭：長崎医学会雑誌36：1961〕

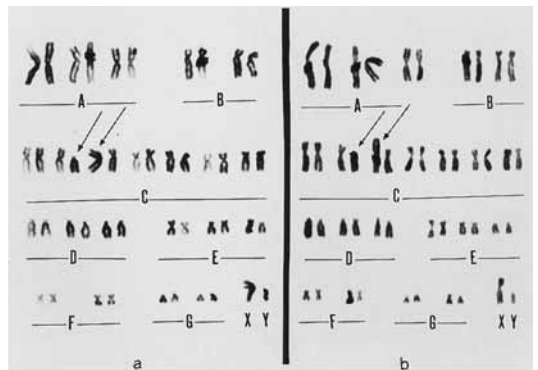
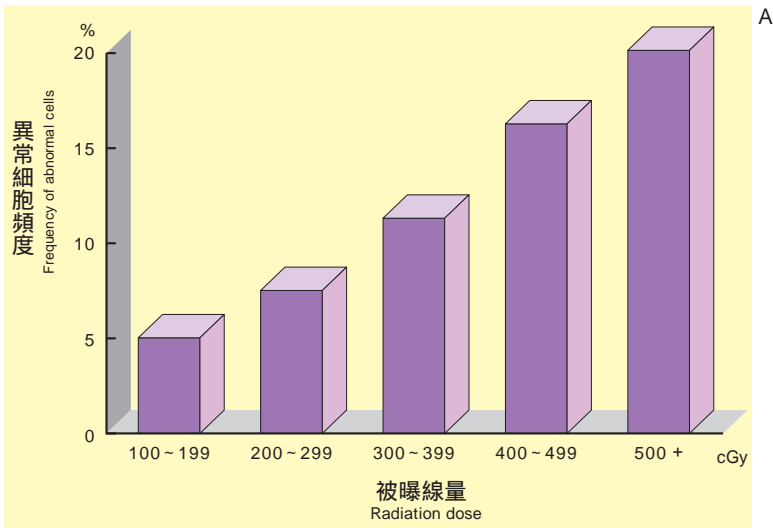
Severe atomic bomb cataract. The doughnut-shaped opacity peculiar to radiation-induced cataract is evident in the posterior pole of the crystalline lens (age-associated bracket-shaped opacity is also present in the peripheral portion, woman, 21 years old ATB, exposed on the street 805 meters from the hypocenter, with acute symptoms) .

photo courtesy of Dr. Tsugihiko Tokunaga

A cataract is an opacity of the crystalline lens associated with aging, diabetes mellitus, radiation, trauma and other causes. Atomic bomb cataracts appeared between about three months and ten years after exposure to the bombing, the progress of visual disturbance being promoted additionally by aging. The incidence is higher the shorter the distance from the hypocenter.

染色体異常

Chromosomal aberrations



A : 100cGy(1センチグレイ = 1ラド)以上の高線量の被曝群での末梢血中造血幹細胞 (GM-CFC, BFU-E) における放射線誘発性染色体異常の頻度を示す。検索した幹細胞総数に対する異常核型保有細胞の頻度を被曝線量別に示した。線量の増加に比例してその割合も上昇している。

B : 高線量被曝例で観察された末梢血中造血幹細胞の染色体異常核型株と末梢血 T リンパ球の異常核型株。いずれも極めて類似の核型異常 (染色体数46本、XY性染色体、C 群染色体の短腕欠失および過長) を示す。このことは放射線障害が全能性造血幹細胞レベルに及んだことを示唆する。

[Amenomori et al., Exp. Hematol .16 ,1988]

A : This figure shows the frequency of radiation-induced chromosomal aberrations in hematopoietic stem cells in the peripheral blood (GM-CFC, BFU-E) among atomic bomb survivors exposed to a radiation dose of 100 cGy (1 centigray = 1 rad) or more. The proportion of cells with abnormal chromosome among the stem cells investigated is shown by dose. There is a positive correlation between the proportion and dose.

B : This figure shows the chromosomal abnormality in the hematopoietic stem cells in the peripheral blood (a) and abnormality in the peripheral T-lymphocyte (b) observed in a high-dose survivor. The two types show extremely similar nuclear aberrations (chromosome number 46, XY chromosome, loss or elongation of the short arm in C-group chromosomes). These facts indicate that the radiation-induced damage involves the level of totipotent hematopoietic stem cells.

[Amenomori et al., Exp. Hematol .16 ,1988]

小頭症 Microcephaly



被曝線量(cGy) Exposure dose	胎齡18週未満 Gestational age 0 - 17Weeks	胎齡18週以上 Gestational age 18 + Weeks
0 ~ 9	0/ 1	0/ 9
10 ~ 19	0/ 7	0/ 6
20 ~ 29	0/ 5	2/ 7
30 ~ 39	2/ 4	0/ 6
40 ~ 49	0/ 6	0/ 3
50 ~ 99	0/ 9	0/11
100 ~ 149	0/ 2	1/ 5
150 ~	8(3)/ 9	2(1)/ 9
胎内被爆合計 Total	10(3)/43	5(1)/56
対 照 Control	10/246	

() は知能発育障害の例数

Of all the microcephaly, the number in parentheses means the number of mental retardation.
(Miller & Biot ,1972年より改変)

頭囲が、同じ年齢の平均頭囲に比べて、標準偏差の2倍以上も小さい場合を「小頭症」という。特に、胎齡16週未満の胎内被爆者に比較的高率に発症した。

右：小頭症。15歳8ヶ月。爆心地から1.2kmで胎内被爆（推定7週齡）。

全身の發育遅延、小頭、脳の發育の強い障害が認められ、16歳で死亡した。

左：標準児。12歳（対照）

〔横田素一郎 他：長崎医学会雑誌38，1963〕

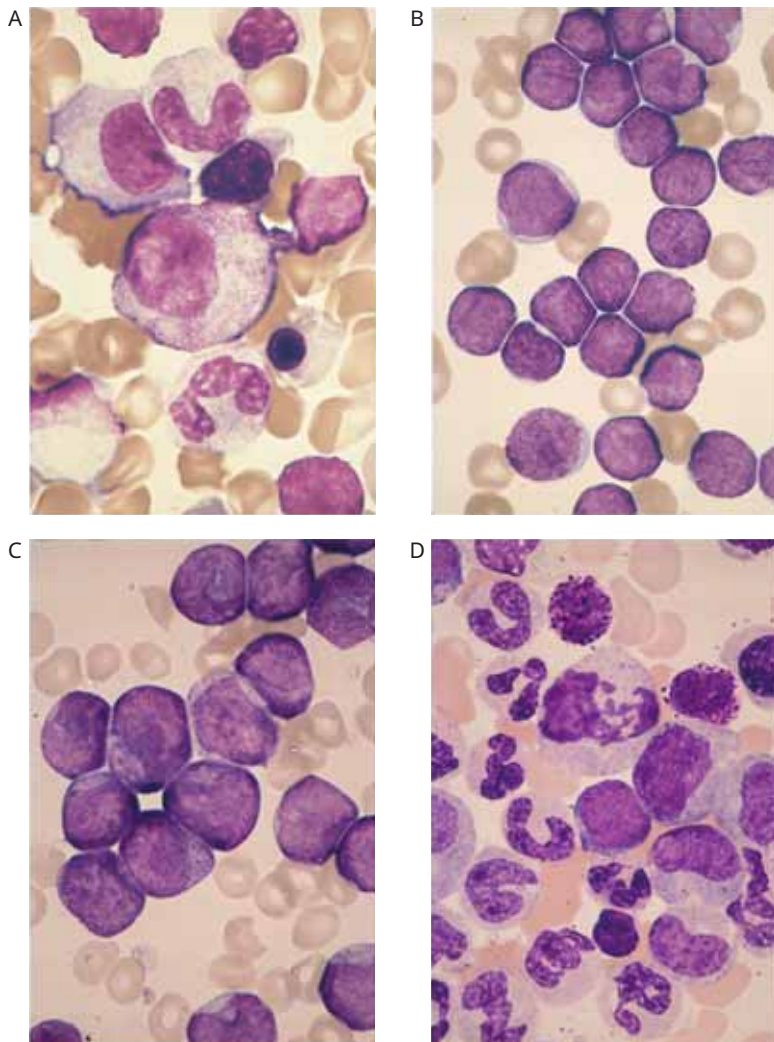
Microcephaly is a condition in which the head circumference is two times smaller than that of a normal person of the same age on a standard deviation. Microcephaly occurred relatively frequently among persons exposed in the uterus at a gestational age of less than 16 weeks.

Right : A 15 year-old boy exposed in the uterus 1.2 km from the hypocenter (estimated gestational age: seven weeks). The boy suffered general growth retardation, microcephaly and severe brain development disorder and died at the age of 16 .

Left : A normal 12 year-old boy. (control)

3 後障害後期 Late atomic bomb effects

白血病 Leukemia



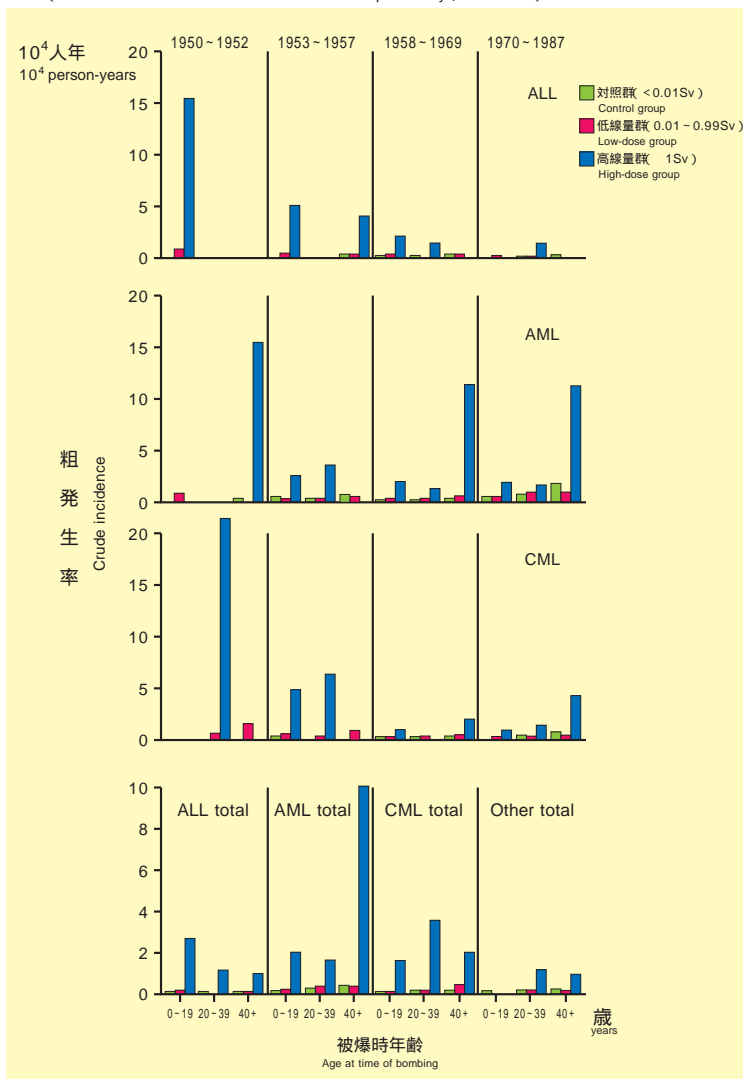
- A : 正常の骨髓血液像 ; 正常顆粒球系と赤芽球系の細胞がみられる。
- B : 急性リンパ性白血病(ALL) ; 小型のリンパ芽球が著しく増殖している。
- C : 急性骨髄性白血病(AML) ; 大型の骨髓芽球が著しく増殖している。
- D : 慢性骨髄性白血病(CML) ; 各成熟段階の顆粒球系細胞が著しく増殖している。

- A : Normal bone marrow; Normal granulocytes and erythroblasts are evident.
- B : Acute lymphoid leukemia (ALL) The marked proliferation of small lymphoblasts is evident.
- C : Acute myeloid leukemia (AML) The marked proliferation of large myeloblasts is evident.
- D : Chronic myeloid leukemia(CML) There is a marked proliferation of granulocytes at various stages of maturation.

E : 白血病の病型別粗発生率 (放射線影響研究所の寿命調査集団、1950～1987年)

Crude incidence of leukemia by type

(Radiation Effects Research Foundation Life Span Study ,1950～1987)



E : 急性リンパ性白血病 (ALL)、急性骨髄性白血病 (AML)、慢性骨髄性白血病 (CML) で線量反応関係が認められた。

現在までの研究によると、放射線誘発白血病は充実性腫瘍とは異なり、被爆2年目頃よりすでに発生がみられ、5～7年目にはピークに達した。そして、過剰相対リスクは被爆時年齢の低い者ほど高いことが分かっている。

〔Preston DL, 他, RERF TR 24-92, Radiat Res 137:S68-S97, 1994より引用、改変〕

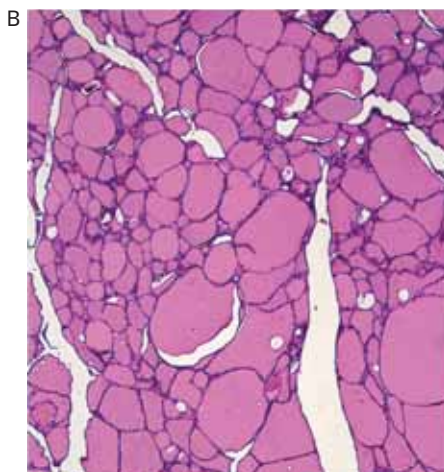
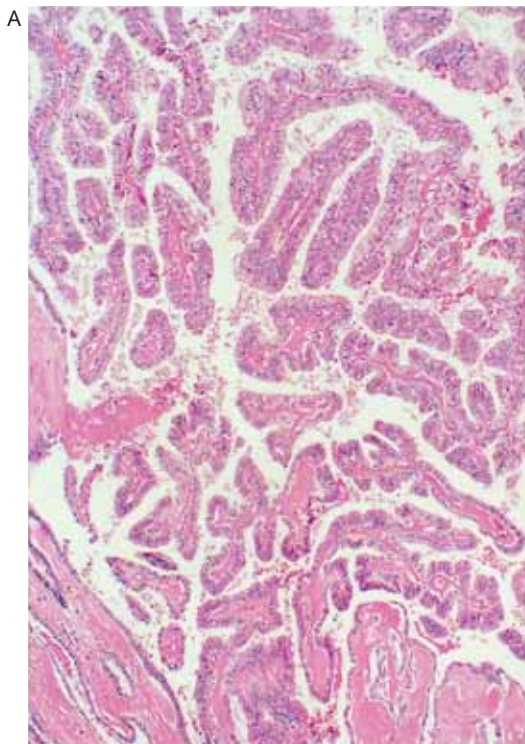
E : A dose response relationship was recognized in acute lymphoid leukemia (ALL), acute myeloid leukemia (AML) and chronic myeloid leukemia (CML).

According to research to date, radiation-induced leukemia, unlike solid tumors, appears from as early as two years after atomic bomb exposure and peaks five to seven years after exposure. It is also known that the excess relative risk is higher the lower the age of the exposed person at the time of the atomic bombing.

〔Cited and modified from Preston DL, et al, Radiat Res 137:S68-S97, 1994〕

甲状腺癌

Thyroid cancer



A : 細胞異型を伴い、乳頭状構造を示す腫瘍細胞の増殖がみられる(乳頭癌)。

B : 正常甲状腺(規則的配列の濾胞がみられる)。

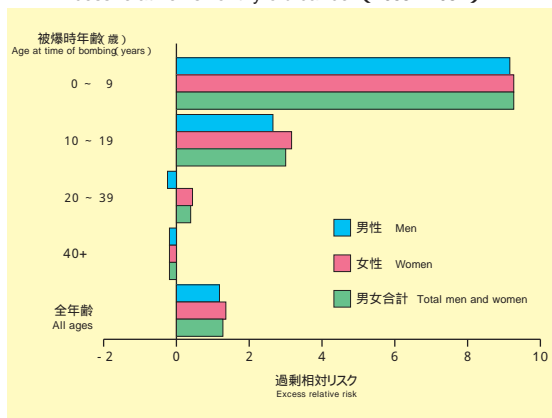
C : 頸部に結節状の腫瘍がみられる。

A : A papillary structure with atypical cells and the proliferation of tumor cells is evident (papillary carcinoma).

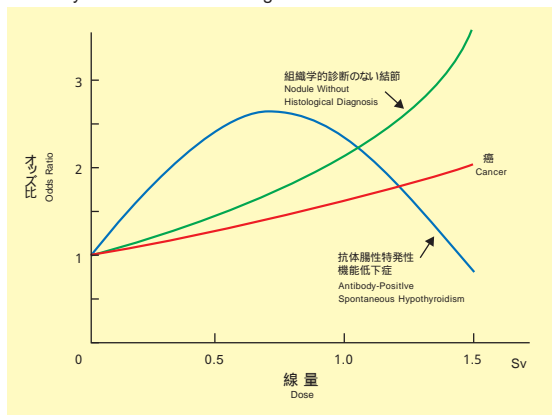
B : Normal thyroid tissue (colloid follicles show a regular arrangement).

C : A nodular tumor is evident in the cervical region.

D：甲状腺癌の過剰相対リスク（1958～1987年）
Excess relative risk of thyroid cancer (1958～1987)



E：長崎原爆被爆者の甲状腺疾患
Thyroid disease in the Nagasaki atomic bomb survivors



- D：・全年齢での1 Svでの過剰相対リスクは1.15であった。
・被爆時年齢の低い者は高い者より過剰相対リスクが高かった。

〔Thompson DE, 他, RERF TR 5-92, Radiat Res 137 : S17-S67, 1994より引用〕

- E：・被爆者に甲状腺充実性結節（甲状腺癌、腺腫、腺腫様甲状腺腫、組織学的診断のない結節）が有意に多く、被曝線量が多いほど患者数が多かった（また被爆時年齢が低いほど患者数が多かったことも分かっている）
・抗体陽性特発性機能低下症が被爆者に有意に多かった。しかも頻度がピークに達する線量は癌より低く0.7 Svであった。

〔長瀬重信他, JAMA, 272 : 364-370〔日本語版 p.64-73〕, 1994より引用、改変〕

- D：・ The increase in excess relative risk at 1 Sv for all ages was 1.15.
・ The excess relative risk was higher in people who were young at the time of bombing than in those who were old at the time of bombing.

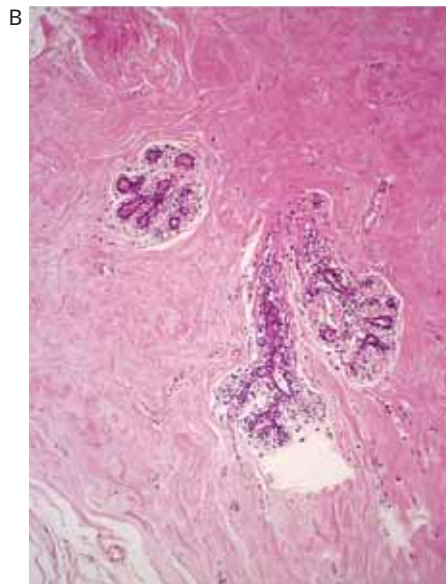
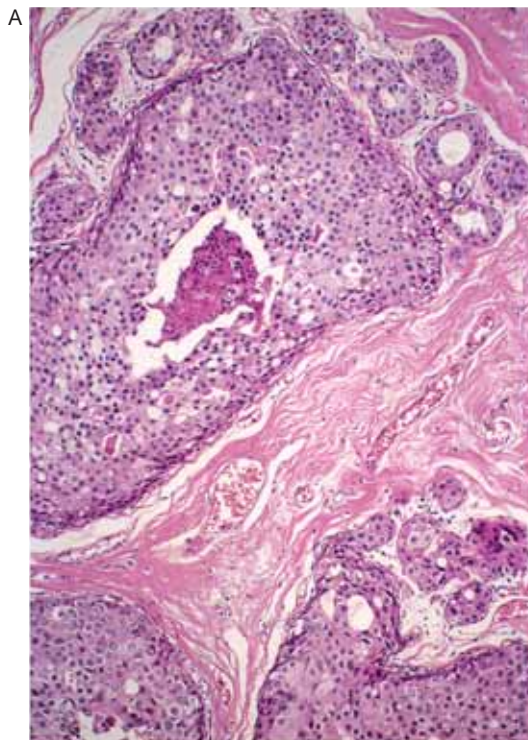
〔Thompson DE, et al., Radiat Res 137:S17-S67, 1994〕

- E：・ Solid nodules of the thyroid (thyroid cancer, adenoma, adenomatous goiter, nodules without histological diagnosis) were significantly more frequent among the atomic bomb survivors than among non-exposed persons, and it is known that the number of cases was higher the higher the dose and the lower the age at the time of bombing.
・ Antibody-positive spontaneous hypothyroidism was significantly more frequent among the atomic bomb survivors than among non-exposed persons. Moreover, the frequency reached a peak at a dose of 0.7 Sv, which was lower than that in cancer cases.

〔Cited and modified from Nagataki S, et al., JAMA 272:364-370, 1994〕

乳癌

Breast cancer



A : 中心部に壊死を伴った癌細胞の増殖巣がみられる (乳頭腺管癌)。

B : 乳腺組織 (対照)。

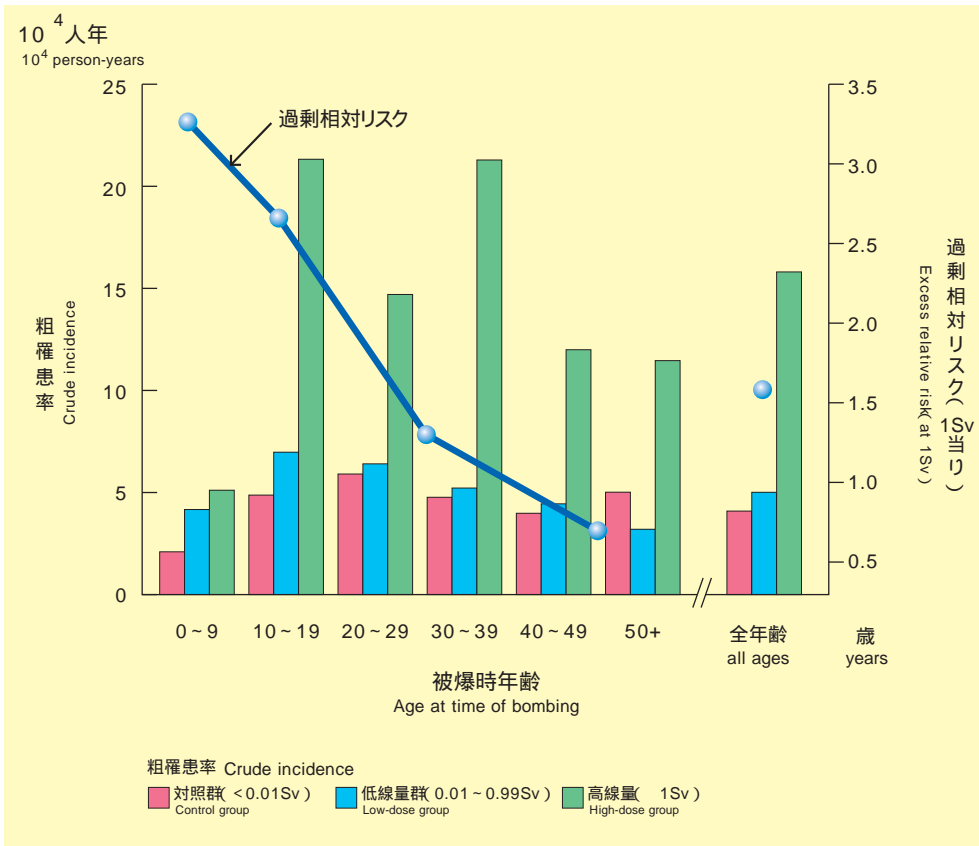
C : 右乳房に潰瘍を伴った腫瘍がみられる。

A : A nest of tumor-cell proliferation with necrosis at the center is evident (papillotubular carcinoma).

B : Breast tissue (control).

C : A tumor accompanied by ulceration is evident in the right breast.

D : 乳癌粗罹患率と過剰相対リスク (1958 ~ 1987年)
Crude incidence and excess relative risk of breast cancer (1958 ~ 1987)



- D : ・粗罹患率(全年齢)は対照群、低線量群、高線量群で10⁴人年当たり4.3、5.2、16.0で、線量反応関係を示した。
- ・被爆時年齢の低い者は高い者より過剰相対リスクが有意に高い。
 - ・グラフには示されていないが、早期発生乳癌(35歳以前)は被爆時年齢が20歳未満の女性に過剰相対リスクが高いことが分かっている。

[Thompson DE, 他, RERF TR 5-92, Radiat Res 137:S17-S67, 1994より引用、改変]

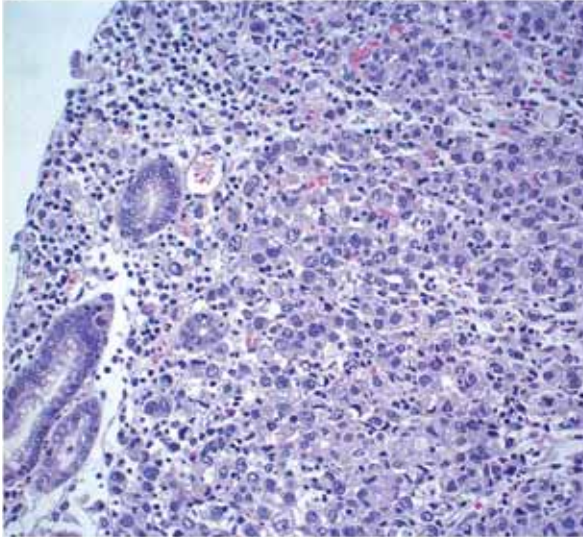
- D : ・ The crude incidence in the control, low-dose and high-dose groups (all ages) showed a dose response relationship of 4.3, 5.2 and 16.0 per 10⁴ person-years, respectively.
- ・ The excess relative risk was significantly higher in the young group at the time of bombing than in the old group at the time of bombing.
 - ・ Although not shown on the graph, it is known that the excess relative risk of early breast cancer (before the age of 35) is higher in women who were less than 20 years old at the time of bombing.

[Cited and modified from Thompson DE, et al, Radiat Res 137:S17-S67, 1994]

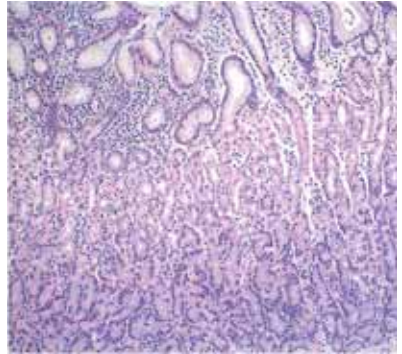
胃癌

Stomach cancer

A



B



C



D

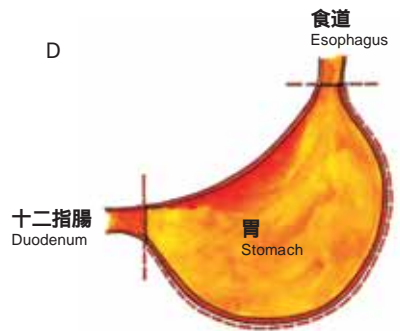


写真 は点線の部分を切り開いて広げた状態。

Figure C is the state of gastrectomy opened along the dotted line.

A : 腺管構造のはっきりしない腺癌の組織像 (低分化腺癌)。

病理組織学的に低分化型腺癌が、被曝線量の増加とともにその頻度が増加するとの報告もある。

B : 胃組織 (対照)。

C : 胃体部に隆起性の腫瘍がみられる (矢印)。

D : 胃の模式図。

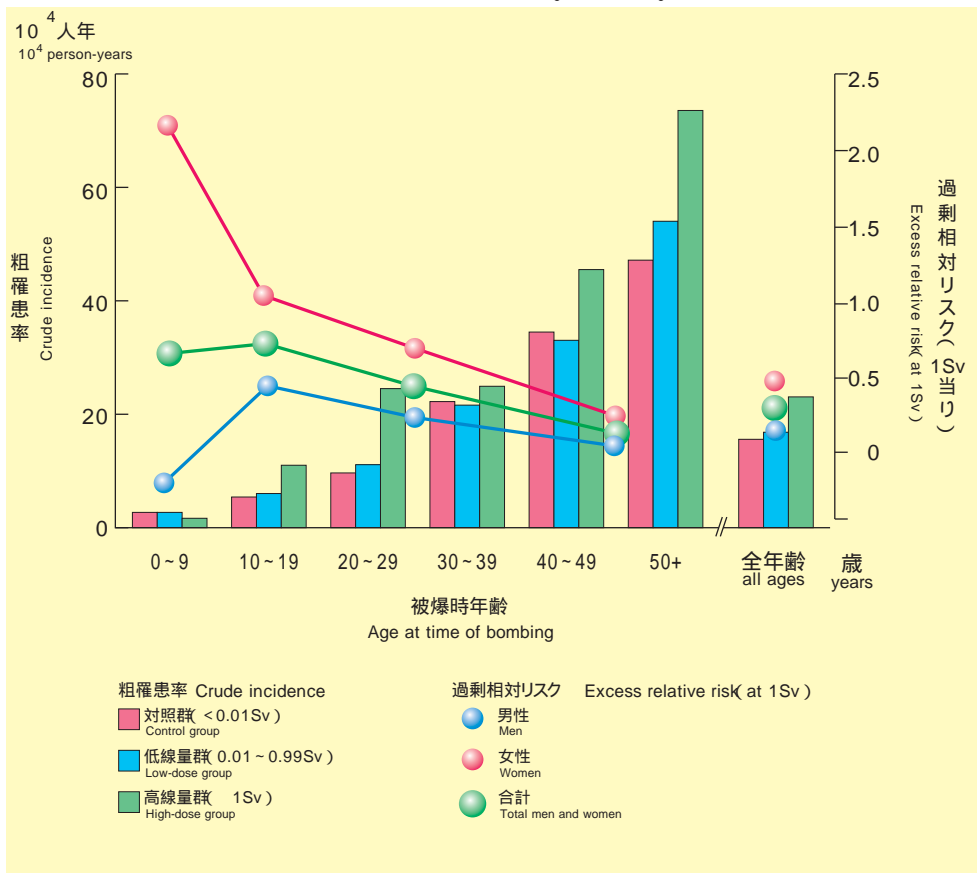
A : Poorly differentiated adenocarcinoma in which the tubular structure is unclear. It has been reported that, histopathologically, poorly differentiated adenocarcinoma increases with the increase in dose.

B : Stomach tissue (control).

C : A protruding tumor is evident in the body of the stomach (arrows).

D : Diagram of the stomach.

E : 胃癌粗罹患率と過剰相対リスク (1958 ~ 1987年)
Crude incidence and excess relative risk of stomach cancer (1958 ~ 1987)



E : ・粗罹患率 (全年齢) は対照群、低線量群、高線量群で 10^4 人年当たり15.2、16.3、21.3で線量反応関係を示した ($P < 0.001$)。

・被爆時年齢の低い者は高い者より過剰相対リスクが高い。

・女性は男性よりも過剰相対リスクが高い。

〔Thompson DE, 他, RERF TR 5-92, Radiat Res 137 : S17-S67, 1994より引用、改変〕

E : ・ The crude incidence in the control, low-dose and high-dose groups (all ages) showed a dose response relationship of 15.2, 16.3 and 21.3 per 10^4 person-years, respectively ($P < 0.001$).

・ The risk was higher in people who were young at the time of bombing than in those who were old at the time of bombing.

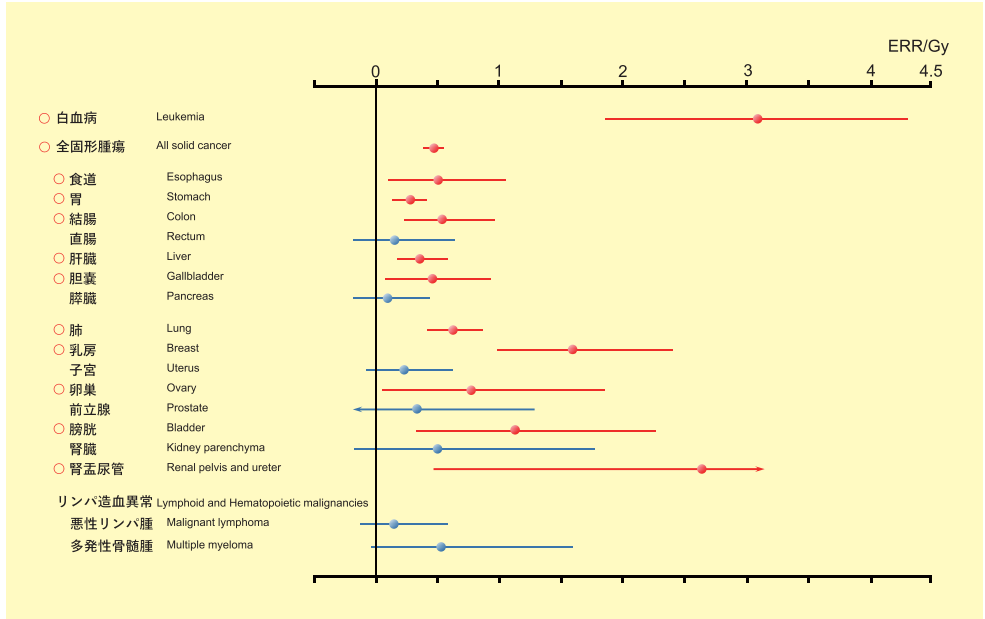
・ The excess relative risk was higher in women than in men.

〔Cited and modified from Thompson DE, et al., Radiat Res 137:S17-S67, 1994〕

悪性腫瘍の部位別の過剰相対リスク

Excess relative risk of malignant tumors by site

悪性腫瘍による死亡の部位別の 1 Sv 当たりの過剰相対リスクの推定値と95%信頼区間(1950 ~ 2003年)
Estimates of excess relative risk(ERR)per Gy and 95%CI for major causes death



放射線によるリスク増加が統計的に認められる

- 悪性腫瘍の部位別に2002年線量推定方式 (DS02) による臓器線量またはカーマ線量を用いて死亡の過剰相対リスクを推定した。
- 白血病、胃、肺、肝臓、結腸、乳房、胆嚢、食道、膀胱、卵巣において、過剰相対リスクが有意に高かった。

〔 Ozasa K 他, Radiat Res 177, 229-243(2012) より引用、改変 〕

- At each malignant tumor site, excess relative risk of mortality was estimated on the basis of the organ dose using the 2002 dosimetry system (DS 02).
- A significantly high excess relative risk was recognized in leukemia, malignant tumors of the stomach, lung, liver, colon, breast, ovary, gallbladder, esophagus, bladder and ovary.

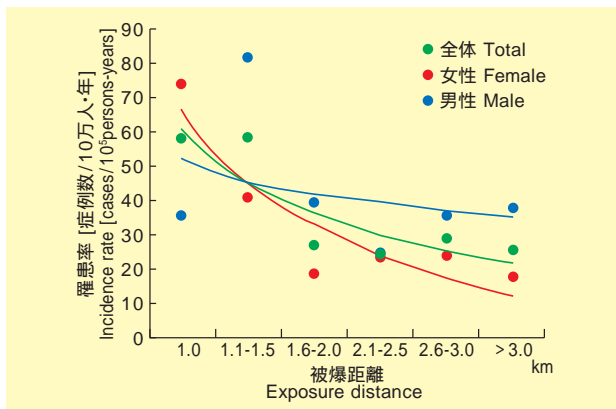
〔 Cited and modified from Ozasa K et al. Radiat Res 177, 229-243 (2012) 〕

多重がん

Multiple primary cancers

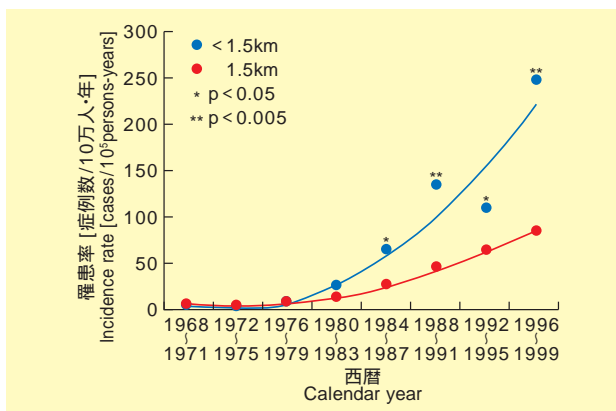
A：長崎原爆被爆者の被爆距離による多重がん罹患率（1968～1999）

Incidence rate of multiple primary cancers in Nagasaki A-bomb survivors by exposure distance (1968～1999)



B：長崎原爆被爆者の多重がん罹患率の年代別推移

Time trend of incidence rate of multiple primary cancers in Nagasaki A-bomb survivors in each distance group



多重がんとは、ひとりの2個以上の臓器に発生するがんのことである（例：胃がんと大腸がん、甲状腺がんと乳がんと皮膚がん、など）。多重がん発生の増加は放射線などのがん原因子の全身的暴露や個人のもつ腫瘍になりやすい性質を反映するものとみなされる。原爆被爆者では若年近距離被爆者ほど多重がんの罹患率が高いことが判明したA。近距離被爆者での多重がん罹患の有意な増加は、1980年代から始まり、現在まで継続しているB。このことは多重がん発生への放射線被曝の関与を示唆している。多重がん罹患は原爆放射線のもつ人体への晩発性影響のひとつであり、現在においてもそのリスクは継続している。

A case of multiple primary cancers (MPC) is defined as two or more independent primary cancers arising in different organs in the same individual (ex: gastric cancer and colon cancer, thyroid cancer, breast cancer, and skin cancer, etc). The occurrence of MPC is considered to be a reflection of systematic exposure to environmental carcinogens or of a predisposition to cancer. A higher incidence rate of MPC was revealed in A-bomb survivors, particularly for those who were exposed at a younger age and closer distance from the hypocenter A. The incidence rate of MPC continued to increase annually, and significantly higher in the proximal group than the distal group (distance from hypocenter) since 1980 s B. These results provide evidence for the involvement of A-bomb radiation in MPC among the survivors. A higher risk of MPC, as a late effect of A-bomb radiation, will still persist in survivors.

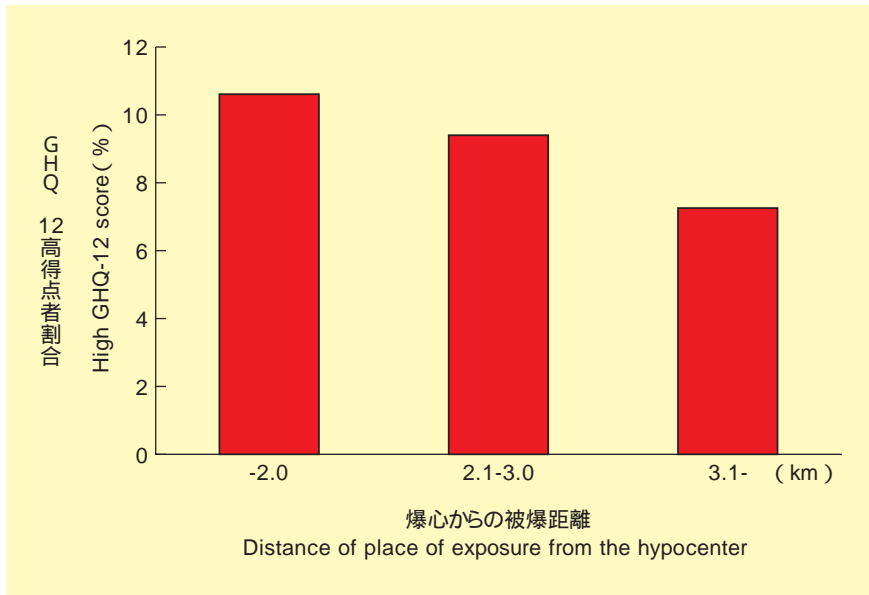
[Nakashima M. et al., Cancer Sci. 99, 87-92, 2008]

精神的影響

Mental effects

被爆距離別の GHQ-12 項目高得点者割合

Frequency of subjects with a high GHQ-12 score by the distance of place of exposure from the hypocenter

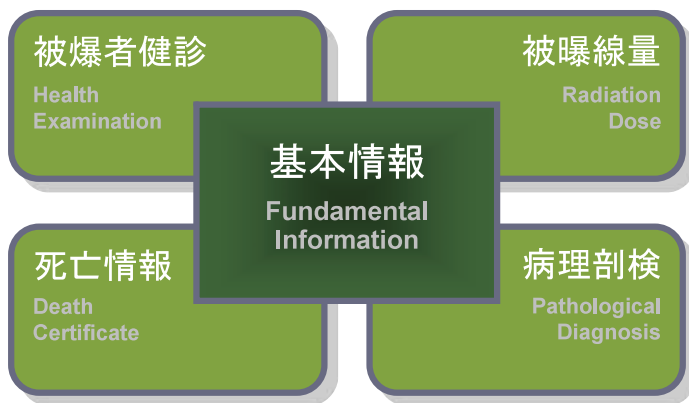
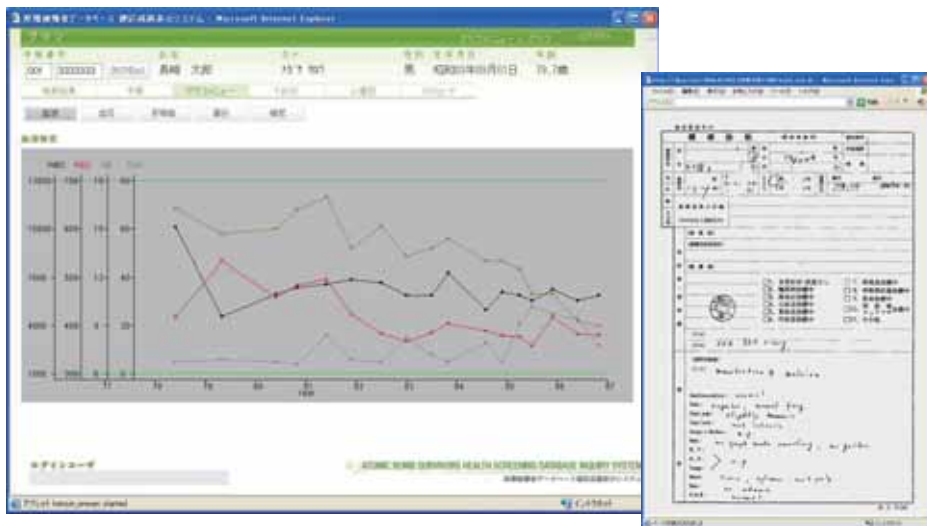


原爆被爆から52年後に行った質問紙調査の結果、被爆時の状況や被爆体験、現在の生活習慣や生活状況が、被爆者の精神的な健康状態に影響を及ぼすことが明らかになった。

GHQ (General Health Questionnaire)-12項目得点の高得点者割合を比較したところ、爆心から2 km以内の近距離で被爆した人(10.6%)は、2.1 - 3 kmで被爆した人(9.4%)および3.1 km以上で被爆した人(7.2%)に比べて、高得点者割合が高かった。

A self-administered questionnaire survey conducted in 52 years after the atomic bombing revealed that atomic bomb exposure conditions, experiences at the time of bombing, current lifestyle factors and current living conditions have affected survivors' mental health. The frequency of subjects with a high GHQ-12 (12-item version of the General Health Questionnaire) score was higher in those exposed within 2 km of the hypocenter (10.6%) than in those exposed at 2.1 to 3 km from the hypocenter (9.4%) and those exposed 3.1 km or further from the hypocenter (7.2%).

[Honda, S. et al., Psychiatry Clin Neurosci, 56 (5), 575-83, 2002]

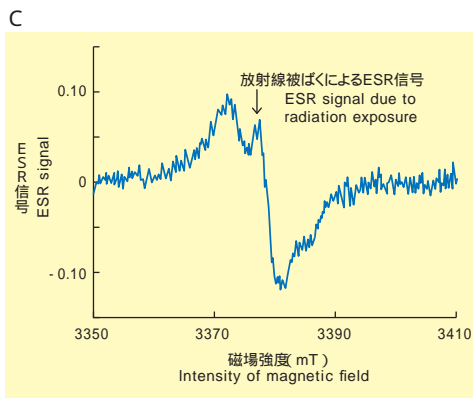
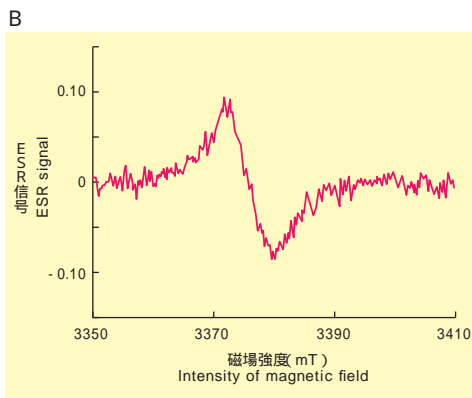


長崎市に在住する被爆者健康手帳保持者を全てコンピュータに登録し、「被爆者データベース」を作成した。約12万人の被爆者について、被曝線量の情報、被爆者健診の情報、死亡に関する情報、病理解剖の情報などが保存されている。これらのデータをもとに、当施設では原爆放射線被爆の健康に与える影響を長期にわたって追跡する疫学調査を実施している。

All information on atomic bomb survivor health handbook holders living in Nagasaki is registered in a computerized "atomic bomb survivor database." This information includes data on dose estimates, health examination results, causes of death and autopsy data for approximately 120,000 survivors. Using this wealth of information, the center is implementing long-term epidemiological studies on the effects of atomic bomb radiation.

抜歯資料を用いた被曝線量推定

Estimation of radiation dose using the ESR signal from teeth



放射線を被曝した人の歯の ESR 信号を測定することにより被曝線量を推定することができる。これを電子スピン共鳴法という。被曝線量の推定が困難な場合には電子スピン共鳴法によって歯から直接推定できる。

A : 測定用の被爆者の歯。

B : 被爆していない人の歯の ESR 信号。

C : 被爆者の歯の ESR 信号。

Radiation dose can be estimated by the measurement of ESR (electron spin resonance) signals from the teeth of exposed persons. This method, which facilitates estimation directly from teeth, is useful when dose estimation by other means presents difficulties.

A : A tooth from an atomic bomb survivor

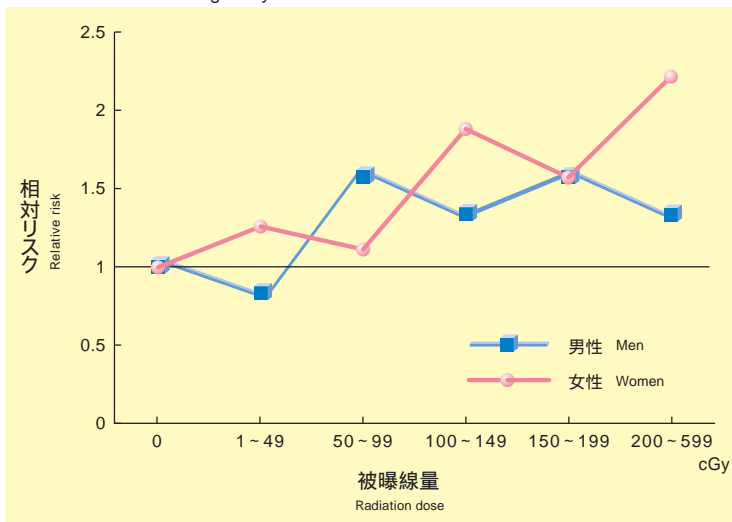
B : The ESR signal in a non-exposed tooth

C : The ESR signal in an exposed tooth

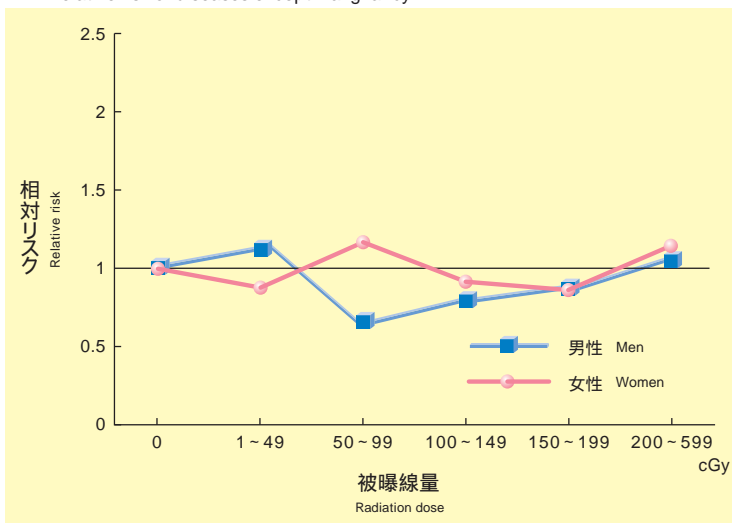
被曝線量と死亡率

Radiation dose and death rate

A : 悪性腫瘍の相対リスク
Relative risk of malignancy



B : 悪性腫瘍以外の相対リスク
Relative risk of diseases except malignancy



被曝線量と死亡率の関連について調べた結果、被曝線量が高くなるにつれて癌による死亡のリスクは上昇する傾向Aがみられたが、癌以外による死亡のリスクにはそのような傾向はみられなかったB。

[Mine, M. et al., Int. J. Radiat. Biol., 58, 1035-43, 1990]

Studies on the relationship between radiation dose and death rate reveal that the risk of death due to cancer tends to increase with increasing dose A but that the risk of death due to causes other than cancer shows no such tendency B .

[Mine, M. et al., Int. J. Radiat. Biol. 58, 1035-43, 1990]

長崎原子爆弾の医学的影響ホームページ

The Medical Effects of the Nagasaki Atomic Bombing

展示資料はインターネットでもご覧になれます

長崎原子爆弾の医学的影響

The Medical Effects of the Nagasaki Atomic Bombing

English

ご覧の画像へ

1945年8月9日午前11時3分、人類史上2回目の核兵器が長崎市上空で炸裂しました。以来半世紀が過ぎましたが、被爆者の健康はまだみられません。高橋村満洲に海たり、壊滅した長崎医科大学の復興以来、戦争の研究等によって遠ざかれてきた地域の医学的影響、特にその放射線障害の調査をより深くも再探求しました。核兵器が人類にもたらしたものの全容を正確に正しい価値で検討して頂くことを願ってその多数の資料から精選したものをここに掲載します。

長崎市民が受けてきた核兵器の被害の、特に人身への影響を学んで頂き、長崎が地球上で核兵器による被害の最後の地となることを共に祈って頂ければ幸いです。

[ご覧の画像へ](#)
[被爆者調査記念事業](#)
[展示室のご案内](#)
[資料収蔵保管・展示部](#)
[リンク](#)
[お問い合わせ](#)

■原子爆弾被害の医学的側面

長崎原爆の人体に与える影響

急性期

原爆による死亡率
急性期症状の頻度
脱毛
大腸
骨髄細胞

被爆後期

ケロイド
原爆白癩
染色体異常
小腸症

被爆後期

白血病
甲状腺がん
乳がん
腎がん
悪性腫瘍の部位別発生リスク
多量がん
精神的影響

二カ年・展示室来訪者

	2021	人数
10.17	長崎大学・長崎大学医学部・長崎大学歯学部・長崎大学看護学部・長崎大学薬学部・長崎大学工学部・長崎大学経済学部・長崎大学法学部・長崎大学文学部・長崎大学教育学部・長崎大学国際学部・長崎大学環境学部・長崎大学健康学部・長崎大学スポーツ学部・長崎大学芸術学部・長崎大学音楽学部・長崎大学音楽学部	1
10.17	長崎大学・長崎大学医学部・長崎大学歯学部・長崎大学看護学部・長崎大学薬学部・長崎大学工学部・長崎大学経済学部・長崎大学法学部・長崎大学文学部・長崎大学教育学部・長崎大学国際学部・長崎大学環境学部・長崎大学健康学部・長崎大学スポーツ学部・長崎大学芸術学部・長崎大学音楽学部・長崎大学音楽学部	1
10.17	長崎大学・長崎大学医学部・長崎大学歯学部・長崎大学看護学部・長崎大学薬学部・長崎大学工学部・長崎大学経済学部・長崎大学法学部・長崎大学文学部・長崎大学教育学部・長崎大学国際学部・長崎大学環境学部・長崎大学健康学部・長崎大学スポーツ学部・長崎大学芸術学部・長崎大学音楽学部・長崎大学音楽学部	1
10.17	長崎大学・長崎大学医学部・長崎大学歯学部・長崎大学看護学部・長崎大学薬学部・長崎大学工学部・長崎大学経済学部・長崎大学法学部・長崎大学文学部・長崎大学教育学部・長崎大学国際学部・長崎大学環境学部・長崎大学健康学部・長崎大学スポーツ学部・長崎大学芸術学部・長崎大学音楽学部・長崎大学音楽学部	1
10.17	長崎大学・長崎大学医学部・長崎大学歯学部・長崎大学看護学部・長崎大学薬学部・長崎大学工学部・長崎大学経済学部・長崎大学法学部・長崎大学文学部・長崎大学教育学部・長崎大学国際学部・長崎大学環境学部・長崎大学健康学部・長崎大学スポーツ学部・長崎大学芸術学部・長崎大学音楽学部・長崎大学音楽学部	1
10.17	長崎大学・長崎大学医学部・長崎大学歯学部・長崎大学看護学部・長崎大学薬学部・長崎大学工学部・長崎大学経済学部・長崎大学法学部・長崎大学文学部・長崎大学教育学部・長崎大学国際学部・長崎大学環境学部・長崎大学健康学部・長崎大学スポーツ学部・長崎大学芸術学部・長崎大学音楽学部・長崎大学音楽学部	1
10.17	長崎大学・長崎大学医学部・長崎大学歯学部・長崎大学看護学部・長崎大学薬学部・長崎大学工学部・長崎大学経済学部・長崎大学法学部・長崎大学文学部・長崎大学教育学部・長崎大学国際学部・長崎大学環境学部・長崎大学健康学部・長崎大学スポーツ学部・長崎大学芸術学部・長崎大学音楽学部・長崎大学音楽学部	1
10.17	長崎大学・長崎大学医学部・長崎大学歯学部・長崎大学看護学部・長崎大学薬学部・長崎大学工学部・長崎大学経済学部・長崎大学法学部・長崎大学文学部・長崎大学教育学部・長崎大学国際学部・長崎大学環境学部・長崎大学健康学部・長崎大学スポーツ学部・長崎大学芸術学部・長崎大学音楽学部・長崎大学音楽学部	1
10.17	長崎大学・長崎大学医学部・長崎大学歯学部・長崎大学看護学部・長崎大学薬学部・長崎大学工学部・長崎大学経済学部・長崎大学法学部・長崎大学文学部・長崎大学教育学部・長崎大学国際学部・長崎大学環境学部・長崎大学健康学部・長崎大学スポーツ学部・長崎大学芸術学部・長崎大学音楽学部・長崎大学音楽学部	1

■原子爆弾被害の物理的側面

物理的被害

物理的被害地図

物理的影響

爆風による影響
熱線による影響
放射線による影響

■原子爆弾被害の疫学的データ

被害者データベース
被害資料を用いた被爆線量推定
被爆線量と死亡率

※本HPの小子(PDF)をダウンロードできます。
画像をクリックしてください。



日本語
English

The Medical Effects of the Nagasaki Atomic Bombing

The

Medical aspect

The Effects of the Nagasaki Atomic Bombing on the Human Body

Acute phase

- Rate of death due to the atomic bomb
- Frequency of acute symptoms
- Epidemiology
- Cases
- Bone marrow

Early phase of late effects

- Epilation
- Acute bomb cancer
- Chromosomal alterations
- Microcephaly

Late atomic bomb effects

- Leukemia
- Thyroid cancer
- Breast cancer
- Stomach cancer
- Excess relative risk of malignant tumors by site
- Multiple primary cancers
- Mental effects

Physical aspect

Physical damages

- Map of damage

Physical effects

- Wind and
- Heat rays
- Epilation

Epidemiology

Atomic bomb survivor database

Estimation of radiation dose using the DSIR signal from teeth

Radiation dose and death rate

Epilation

A. Age 19, female, exposed about 1.1 km from the hypocenter. [304155, NP1150K]

B. In the areas of epilation, the hair matrix including the dermal hair papilla that are the mother cells of the hair, and the connecting inner and outer root sheaths are severely affected.

C. Period of appearance of epilation and hemorrhage (death: total)

https://www.genken.nagasaki-u.ac.jp/abomb/index_j.htm(日本語)

https://www.genken.nagasaki-u.ac.jp/abomb/index_e.htm(English)

原爆医学資料展示室
Atomic Bomb Medical Museum



この印刷物の初版は
「長崎大学医学部原爆復興50周年医学同窓記念事業会」
による資金援助を受けて作成された。深甚の謝意を表する。

長崎原子爆弾の 医学的影響

The Medical Effects of the Nagasaki Atomic Bombing

初 版 1995年12月
第2版 1999年 8 月
第3版 2005年 8 月
第4版 2008年 8 月
第5版 2010年 5 月
第6版 2011年11月
第7版 2013年 6 月
第8版 2016年 1 月
第9版 2018年 2 月
第10版 2021年 8 月
第11版 2025年 5 月

〒852 8523 長崎市坂本1丁目12番4号
長崎大学原爆後障害医療研究所
TEL 095 819 7123
FAX 095 819 7131

Atomic Bomb Disease Institute
Nagasaki University
1 12 4 Sakamoto, Nagasaki 852 8523, Japan
TEL .+ 81 95 819 7123
FAX .+ 81 95 819 7131
E-mail: datactr_a_bomb@ml.nagasaki-u.ac.jp
印刷 / 株式会社昭和堂

