



1.3 Nagasaki and Radiation

— Health Effects of Radiation: Atomic Bomb, Chernobyl and JCO —

長崎と放射線

—放射線の健康影響:原爆、チェルノブイリ、そしてJCO—

Shigenobu NAGATAKI

長瀧重信

Prof. Emeritus, Nagasaki University

長崎大学名誉教授

Executive Director, Japan Radioisotope Association

日本アイソトープ協会 (〒113-8941東京都文京区本駒込2-28-45)

Tel: 03-5395-8021, Fax: 03-5395-8051, E-Mail: nagataki@jrias.or.jp

Abstract

Under the title of Nagasaki and Radiation, this presentation will include the significance of the investigation of health effects of radiation on A-bomb survivors, dissociation between the scientific results and the public impression at the Chernobyl accident and problems in health control of the people in the regions surrounding JCO, Tokaimura. It is proposed that in the area of the low-dose radiation, economic, ethical, psychological, environmental, and scientific factors are all essential in the policy and regulatory decision-making process to assure public health and well-being.

要旨

国際放射線教育という視点で「長崎と放射線」について自分の経験を中心に講演する。長崎は原爆の被爆市である。高線量から低線量までの被爆を受けた膨大な数の被爆者を50年以上追跡した健康影響の調査結果は、現在でも世界で最も信頼すべき科学的な調査結果であり、後世に継承すべきものである。この講演では、第一に被爆者の健康調査の歴史、方法、結果をまとめて報告する。放射線の健康影響は、急性と晩発性影響に分けられ、晩発性影響はさらに確定的影響と確率的影響に分けられる。被爆者から得られる確率的影響の低線量域における疫学的調査結果についての問題をとりあげる。第二に、長崎の経験を基に、国際医療協力としてチェルノブイリ原発事故を取り上げ、被爆地の専門家として健康影響調査の企画から参加し、国際機関が事故の10周年目に健康影響の調査結果をまとめたシンポジウムにいたるまでの経過を述べ、国際的な科学的調査結果と報道機関の感覚との違い、それに対応する科学者の責任を考える。第三に、原爆被爆者の調査結果を基に、JCO事故の低線量被ばくを受けた周辺住民の健康管理のあり方を取りあげる。共通した問題は低線量被ばくの健康影響で、科学的知識の

限界領域に置いては、国際的な合意形成とともに、わが国における（世界各国における）、経済的、倫理的、心理的、環境保護など社会的なすべての条件を勘案した議論が肝要である。

本文目次 Contents 緒言 Introduction

2. 原爆被爆者の健康追跡調査 Follow-up studies on atomic bomb survivors
3. チェルノブイリ原発事故の健康影響
Radiation effects on humans in Chernobyl accident
4. 東海村 JCO 事故の周辺住民の健康管理
Health management of the residents living around JCO Tokaimura
5. まとめ Summary

1. 緒言 Introduction

1) 放射線の経験 Experiences in Radiation Effects

➤ 東京大学・アメリカ留学（1956-1980）

アイソトープの医学利用、甲状腺の基礎と臨床

University of Tokyo, Harvard University (1956-1980)

Investigation on Thyroid Glands and Clinical Application of Radioisotope

➤ 長崎大学内科教授（1980-1997）

（長崎大学、WHO、IAEA、EC、外務省、放影研、日本財団）

長崎原爆被爆者の診療ならびに調査研究

チェルノブイリ事故の健康影響の調査研究

Professor of Medicine, Nagasaki University (1980-1997),

(Nagasaki Univ., WHO, IAEA, EC, Ministry of Foreign Affairs,

Radiation Effects Research Foundation, Japan Foundation)

Investigation on Thyroid Diseases in Atomic Bomb Survivors

Investigation on Chernobyl Nuclear Plant Accident

➤ 放射線影響研究所理事長（1997-2001）

原爆被爆者の調査研究

東海村 JCO 事故の周辺住民の健康管理

Radiation Effects Research Foundation (1997-2001)

Investigation on Atomic Bomb Survivors

Health management of the residents living surrounding JCO

➤ 日本アイソトープ協会常務理事（2002-）

実務、審議会、専門委員会、検討会などの委員

Japan Radioisotope Association (2002-)

Administration, and Members of Councils, Committees and Commissions

2) 著者の立場 **Stance of Author**

➤放射線に対する安全、安心、信頼、恐怖、核アレルギーなどは、
いずれも放射線の健康に対する影響が中心である。

Safety, reliability, trustworthiness, radiophobia, nuclear allergy

- all perception toward radiation arise from radiation effects on human health

➤ 原子力利用、放射線利用、RI 利用に際しては健康に対する影響を
無視してはならない。

Considering health effects is indispensable to utilization of nuclear power, radiation and radioisotope

著者の立場のまとめ：Summary

- ・放射線影響は健康影響 Radiation Effects are Health Effects
- ・放射線の健康影響を科学的に調査研究し、社会に結果をわかり易く説明する
Conduct studies on radiation effects on humans and explain the results to the public

3) 20 世紀における放射線の健康影響に関する経験・情報

Information Source on Radiation Effects on Humans in the 20th Century

20 世紀における放射線の健康影響に関する経験・情報 (Table 1)

Table 1 Formation Source on Radiation Effects on Humans in the 20th Century

原爆投下 Atomic bombing	広島・長崎 Hiroshima, Nagasaki
原水爆実験 A-bomb/H-bomb tests	マーシャル群島 (ビキニ環礁、Bravo Test) ネバダ (米国)、セ ミパラチンスク (ソ連) 英国、フランス、中国、インド、パキ スタン Marshall (Bikini, Bravo Test) Nevada (USA), Semipalatinsk (USSR) UK, France, China, India, Pakistan
原爆製造中事故 A-bomb production accidents	ハンフォード (米国)、南ウラル (ソ連) Hanford (USA), Southern Ural (USSR)
原発事故 Nuclear plant accidents	スリーマイルズ、チェルノブイリ、JCO (東海村) Three Mile Island, Chernobyl, JCO (Tokaimura)
職業被ばく Occupational exposure	ウラニウム鉱山、蛍光塗料業者、原発従事者 Uranium mines, Fluorescent Paint, Nuclear Plants
医療被ばく Medical exposure	診断・治療 Diagnosis and treatment
医療事故 Medical accidents	世界各地 (IAEA, WHO に報告) 頻度が高い All over the world (reported to IAEA, WHO) most frequent

この中から、原爆、チェルノブイリ、JCO を選び自分の経験を中心に話したい。

Personal experiences on the investigation of Atomic Bomb survivors, Chernobyl accident and JCO accident will be described.

2. 原爆被爆者の健康追跡調査 低線量域における疫学的調査結果の意義

Follow-up studies on atomic bomb survivors

Significance of epidemiological study results in the area of low dose radiation

1) 急性影響 Acute Effects

(1) 死亡 Death

- 広島 Hiroshima 140,000/360,000 (38.9%)
- 長崎 Nagasaki 70,000/250,000 (28.0%)

LD50 約3グレイ(Gy) (2) 急性影響の症状 Signs and Symptoms of Acute Effects

悪心、嘔吐、下痢、紅潮、水疱や剥離等の皮膚症状、下血等の消化器症状、意識障害、造血機能障害、二次的に感染症、他の臓器不全など

Nausea, vomiting, diarrhea, skin damage, bloody stool due to digestive tract damage, disturbed consciousness, bone marrow damage, secondary infection, organ failures

2) 広島・長崎の原爆被爆者の長期追跡調査

Long-term Follow-up Study on A-bomb Survivors in Hiroshima and Nagasaki

(1) 放射線影響研究所 原爆傷害調査委員会 (ABCC) の後身

Radiation Effects Research Foundation :

The Successor to Atomic Bomb Casualty Commission (ABCC)

- ABCC は米国原子力委員会からの予算により 1947 年広島、1948 年長崎に設立された。
ABCC was established in Hiroshima in 1947, and in Nagasaki in 1948, with funding from the US Atomic Energy Commission.
- ABCC/放影研の研究は原爆被爆者とその子供のいくつかの固定集団を対象。
ABCC-RERF studies focus on several fixed cohorts of survivors and their children.
- それらの固定集団について、50 年間以上にわたり追跡調査を行っている。
Cohort members have been followed-up for more than 50 years.

(2) ABCC (1947-)および放射線影響研究所 (RERF 1975-)の調査集団

Cohorts of ABCC and Radiation Effects Research Foundation

- | | |
|--|---------|
| ➤ 寿命調査 Life Span Study (1950-) | 120,000 |
| ➤ 成人健康調査 (2年に1回受診)(1958-) | 20,000 |
| Adult Health Study (biennial exam.) | |
| ➤ 胎内被ばく <i>In Utero</i> Study (1950-) | 3,300 |
| ➤ 被爆二世 First Filial Generation (1946-) | 88,000 |

個々人の被爆線量は日米の専門家による委員会で推定 (DS86)-(DS02)

Individual exposure doses were estimated by US and Japanese experts

(3) 晩発影響 (後傷害) のまとめ Summary of Late Effects

一つ以上の研究により統計学的に有意の結果が得られ、かつリスクが被ばく線量に明確に関連する

Statistically Significant Results Obtained From More Than One Study and Risks Clearly Related to Radiation

(A) 被爆者 A-bomb survivors

① 悪性腫瘍 Malignancy tumor

白血病（慢性リンパ性および成人T細胞白血病を除く）

固形癌：乳癌、甲状腺癌、皮膚癌、結腸癌、胃癌、肺癌、卵巣癌

Leukemia (excluding chronic lymphocytic and T-cell leukemia)

Solid cancer: breast, thyroid, skin, colon, stomach, lung, ovary

② 癌以外の疾患 Noncancer Diseases

放射線白内障、子宮筋腫、甲状腺腺種、副甲状腺機能亢進症、

自己免疫性甲状腺機能低下症、心筋梗塞、慢性肝臓疾患、

成長発育の遅延（幼少時被爆）

Radiation cataract, myoma of uterus, thyroid adenoma,

hyperparathyroidism, autoimmune hypothyroidism, myocardial

infraction, chronic liver disease, delayed growth and development

(childhood exposure)

(B) 胎内被ばく者 *In Utero* exposed survivors

小頭症、成長発達の遅延、学業成績及び知能指数の低下

Microcephaly, delayed growth and development, decreases in school

performance and IQ scores

(C) 被爆二世 First Filial Generation

明らかな放射線の影響は認められていない

No evidence of clinical or subclinical effects has yet be seen.

(4) 原爆被爆者調査結果の国際的利用

International Approaches to the Results from Studies on A-bomb Survivors

① 放射線防護の為の基礎的線量情報

a. 国際放射線防護委員会

ICRP: International Commission on Radiological Protection

b. 国際連合原子放射線影響科学委員会

UNSCEAR: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation

② 放射線事故時の医学的対応の情報、調査研究方法の情報

世界保健機関／放射線緊急事故医学的対応・救援ネットワーク

WHO-REMPAN: WHO Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network

③ 放射線の人に及ぼす生物学的研究の情報

Biological studies on radiation effects on humans

国際社会が国際的な合意作成の基準として利用、放射線防護に関する合意は安全側を採用

Use the results as a standard for making international consensus,

Adopt the safe side for regulatory decision-making concerning radiation protection

(5)確率的影響 Stochastic Effects; Linear Dose Response, No Threshold (LNT)

- 疫学的に被爆線量と癌の発生が直線関係になり、閾値がない
Epidemiologically Cancer risk attributable to radiation effect is linear dose-response and does not have a threshold.
- 理論的に一個の細胞の被爆でも癌の発生の可能性がある (確率は異なるが0ではない)
Theoretically radiation on one cell may be a cause of cancer (probability is small but not zero)
- 被ばく線量に安全という線量はない No radiation dose is safe
- 被爆線量は低ければ低いほどよい The radiation dose is lower the better

放射線影響研究所の寿命調査

Life Span Study of RERF

Table 2

寿命調査 Life Span Study		
被爆時年齢	1950年の対象者数*	1998年の生存者数
Age at exposure	People	Alive
0-9	17,824	91%
10-19	17,558	80%
20-29	10,883	66%
30-39	12,266	31%
40-49	13,491	4%
50+	14,550	0%
合計 Total	86,572**	48%

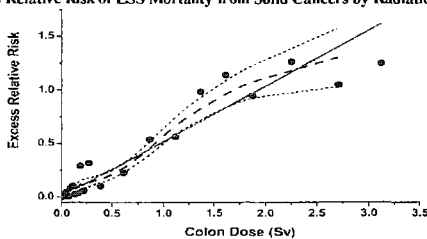
* 対象集団中原爆投下時に広島・長崎市内に居り個人線量の推定された人数
People in Hiroshima or Nagasaki at the time of bombings for whom dose estimates are available
** このうち37,458は被ばく線量が0.005Sv以下
37,458 were exposed to radiation dose lower than 0.005Sv

Table 3

寿命調査 Life Span Study 固形癌による死亡 1950-1997 Observed and Expected Solid Cancer Death				
線量(Sv)	対象者	癌による死亡者数	過剰死亡者数	%
Dose	People	Deaths	Fitted excess	%
<0.005	37,458	3,833	0	0.0%
0.005-0.1	31,650	3,277	44	1.3%
0.1-0.2	5,732	688	39	5.7%
0.2-0.5	6,332	763	97	12.7%
0.5-1	3,299	438	109	24.9%
1.0-2.0	1,613	274	103	37.6%
2.0-	488	82	48	58.5%
Total	86,572	9,355	440	4.7%

Table 4

寿命調査集団における固形がんによる死亡の過剰相対リスク (線量別) 1950年-1997年
Excess Relative Risk of LSS Mortality from Solid Cancers by Radiation Dose



30歳で被爆した者の70歳における固形がん死亡の男女で平均した線量反応関数 (線量効果)
Solid cancer dose-response function averaged over sex attained age 70 after exposure at age 30
実線の直線は推定した線量関数を、それぞれの点は線量区別過剰相対リスクを、破線はこれらの点から推定した平滑化曲線を、それぞれ示している。
点線の曲線は、平滑化曲線に対する上側および下側の1標準偏差限界を示している。

Table 5

種々の線量区域で推定した過剰相対リスク
Excess Relative Risk Estimates for Selected Dose Ranges

線量 Dose	ERR/Sv (SE)*	p値 p value**
0-0.05	0.93(0.85)	0.15
0-0.1	0.64(0.55)	0.30
0-0.125	0.74(0.38)	0.025
0-0.15	0.56(0.32)	0.045
0-0.2	0.76(0.29)	0.003
0-0.5	0.44(0.12)	<0.001
0-1	0.47(0.10)	<0.001
0-2	0.54(0.07)	<0.001
0-4	0.47(0.05)	<0.001

* 被爆時年齢30歳の者の70歳における1Svあたりの過剰相対リスクの推定値(男女の平均)とその標準誤差 (SE)
Sex-averaged estimates at age 70 after exposure at age 30
** 傾きが0という仮説の下で計算したp値
One-sided P value for a test of the hypothesis that the slope is 0

私の確率的影響のまとめ

My Proposal of Stochastic Effects ; Linear Dose Response, No Threshold (LNT)

被ばく線量に安全という線量はない No radiation dose is safe

被ばく線量は低ければ低いほどよい The lower radiation dose, the better

しかしながら 100m Sv 以下の線量 (低線量) の影響は科学的には否定もされていないし
証明もされていないことを認識すべきである

However, it should be recognized that scientifically the effects of radiation lower
than 100mSv (low dose radiation) and the existence of threshold has yet been proved
nor denied

3. チェルノブイリ原発事故の健康影響

科学的調査結果と報道機関の印象との違い 科学者の役割

Radiation effects on humans in Chernobyl accident

Gap between scientific study results and media coverage Responsibility of scientist

1) 1996 チェルノブイリ事故 10 周年のまとめ

IAEA・WHO・EC 合同シンポジウム

1996 International Symposia 10 Years after Chernobyl Accident

IAEA/WHO/EC Joint Symposium

■ 被曝者と考えられる人

- | | |
|-----------------|---------|
| 1. 原発勤務者・消防夫など | 数百人 |
| 2. 汚染除去作業者 | 数万～数十万人 |
| 3. 放射性降下物による被曝者 | 400 万人 |

■ People considered to have been exposed

- | | |
|---|-----------------------|
| 1. Power plant workers, firemen, etc. | Several hundreds |
| 2. Liquidators | Hundreds of thousands |
| 3. Those exposed to radioactive fallout | 4 million |

■ Demonstrated Health Effects のある人

- | | |
|----------------------------------|------------------|
| 1. 急性放射線障害の症状 | 134 人 (237 人が入院) |
| 3ヶ月以内に 28 人死亡 | |
| その後 10 年間に 14 人死亡 (うち 2 人は血液の病気) | |
| 2. 小児甲状腺癌 | 800 人 |
| そのうち死亡が確認された人 3 名 | |
| 3. 白血病も含めその他の疾患の増加は確認されていない | |

■ People with demonstrated health effects

- | | |
|---|------------------------|
| 1. Symptoms of acute radiation syndrome | 134 (237 hospitalized) |
| 28 died within 3 months | |
| 14 died within the subsequent 10 years (2 died of blood disease) | |
| 2. Childhood thyroid cancer | about 800 |
| 3 died because of thyroid cancer | |
| 3. Increase of other diseases including leukemia has not been confirmed | |

2) 調査結果の説明

Interpretation of Research Results to the Public

- 科学的調査結果と社会の感覚とのギャップ
Dissociation between scientific research results and impression of the public
- 特にマスコミが重要な役割
Significant role of mass media
- 科学的調査の詳細は、科学者に説明の義務
It is the duty of scientists to interpret scientific research results to the public
「科学的に証明されない」ということは「否定された」ということではない
“Radiation effects scientifically not demonstrated” does not mean “Radiation effects do not exist”

4. 東海村 JCO 事故の周辺住民の健康管理

Health management of the residents living around JCO

1) 低線量被ばく対応の実例

Examples of responses to low dose radiation

- JCO 事故 Criticality Accident at JCO Tokai-mura 1999 年 9 月 30 日
- 低線量被爆の国際会議（科学とポリシーの架け橋） Bridging Radiation Policy and Science 1999 年 12 月 1 - 5 日
- 原子力安全委員会 健康管理検討委員会報告 Health management of residents living around JCO 1999 年 11 月 8 日～2000 年 3 月 31 日
- 診断被ばくに基因する癌発症 The risk of cancer from diagnostic X rays 2004 年 1 月 31 日

2) JCO 事故 Criticality Accident at JCO Tokai-mura 1999 年 9 月 30 日

健康影響に対する医学的対応 Medical Response to Health Effects

高線量被ばく 作業従事者 2 名死亡 High dose radiation Two workers died

医学的対応は近代医療の粋 Top-level medical response

むしろ賞賛 Accepted

低線量被ばく 周辺住民 症状なし Low dose radiation Residents No signs

対応は科学の限界 Limitation of medical science

混乱 Confusion

3) 低線量被爆の国際会議（科学とポリシーの架け橋）

Bridging Radiation Policy and Science 1999 年 12 月 1 - 5 日

Final Conference Conclusions and Recommendation (1-5 December 1999)

結論：

- 放射線は癌を誘発する。過去 50 年のあらゆる研究結果から統計学的に有意な最低線量は 100 ミリシーベルトである。しかし、しきい値が存在するということではない。
- 1 ミリシーベルト以下の線量は自然放射線の健康影響と区別出来ない。
- 1-100 ミリシーベルトの間の健康影響は科学的には不確実あるいは科学の限界であり、国際的な放射線安全、防護のポリシーを促進することが必要である。
- 公衆衛生・健康の維持のために政策や規制の合意形成を行う際には、経済的、環境的、倫理的、心理的、科学的諸問題をすべて勘案しなければならない。
- During the past 50 years studies have been conducted. The lowest dose at which a statistically significant radiation risk has been shown is 100mSv. This does not imply the existence of a threshold.
- It is essential to foster international harmonization of radiation safety policies for low dose radiation.
- Economic, environmental, ethical, psychological, and scientific factors are all essential in the policy and regulatory decision-making process to assure public health and well-being.

4) 原子力安全委員会 健康管理検討委員会報告

Health management of residents living around JCO

健康管理の対象範囲：個人の線量評価の結果 (less than 1mSv to 25mSv) をふまえ、放射線影響については次のように考えられる。

- ①確定的影響については、影響が発生する線量レベルではない。
- ②確率的影響については、放射線が原因となる影響の発生の可能性は極めて小さく、影響を検出することはできない。従って、周辺住民等に対して、放射線の身体的な影響の有無を確認するための特別な健康診断は考えられないが、周辺住民等の健康に対する不安に適切な対応をとることが必要である。

Judging from radiation dose (less than 1mSv to 25mSv), ①no deterministic effects are expected, and ②the probability of stochastic effects is so small that it would be not possible to find out the radiation effects. Therefore, there would be no specific health examination to find out the radiation effects, but it is necessary to take care of psychological stress of residents living around JCO.

5) 診断用エックス線による発がんのリスク評価

～英国の医学誌「Lancet」2004年1月31日号掲載の論文より～

Risk of cancer from diagnostic X-rays:

estimate for the UK and 14 other countries in the "Lancet"

専門家の見解 What experts say ～「Lancet」2004年6月5日より～

- 低線量の放射線に発がんのリスクがあることは、科学的に証明されていない

- 発がんに対する恐れから必要なエックス線検査を思いとどまる人が増えることを危惧する
- None of surveys and studies has been able to show a carcinogenic effect of low dose radiation
- We fear this may dissuade individuals from doing necessary X-ray examinations for fear of a carcinogenic effect

by Dr. M. Tubiana

- 日常の診療で多くの癌が X 線検査によって発見され適切に治療されている。
- 低線量の放射線影響に関する分野においては、大きな科学的不確実性が存在する以上、諸問題をすべて勘案するべき
- In day-to-day clinical practice, many cancers are detected by diagnostic X-rays and adequately treated.
- Due to the existence of scientific uncertainty in the area of low dose radiation, every possible factor is essential in the policy and regulatory decision-making process to assure public health and well-being

by Dr. S. Nagataki

5.まとめ Summary

まとめ-1 Summary-1

- 放射線影響は線量に比例する。線量によって影響は異なる。
Health effects are dose-dependent. Effects vary according to radiation dose
- 急性影響、確定的影響には閾値がある。閾値以上の線量で影響がある。
There exists a threshold in acute and deterministic effects of radiation.
Effects are observed over a dose of threshold.
- 確率的影響（発癌など）には閾値がない。
線量がどんなに少なくても安全とはいえない。
There exists no threshold in stochastic effects (cancer, etc.)
There are no safe radiation dose.
- しかしながら 100m Sv 以下の線量（低線量）の影響は科学的には否定もされていないし証明もされていないことを認識すべきである
However, it should be recognized that scientifically the effects of radiation lower than 100mSv (low dose radiation) and the existence of threshold has yet been proved nor denied

まとめ-2 Summary-2 (低線量の影響 Low dose radiation)

低線量の健康影響は、科学的な限界であることを認識し、健康の防護、保持に関する国内、国外の合意形成においては、政治家、行政官、専門家、利害関係者が、社会的、経済的、倫理的、心理的、環境保護などの考え得る因子をすべて考慮することが肝要である。

It is important to recognize that effects of low dose radiation has not been proved nor denied, and in the area of the low-dose radiation, policy-maker, regulator, experts of

science and stakeholders have to consider that economic, ethical, psychological, environmental, and scientific factors in the policy and regulatory decision-making process to assure public health and well-being

文献 References

原爆被爆者の健康追跡調査 Follow-up studies on atomic bomb survivors

1. Nagasaki S. War of the worlds. Time 1995;28:3.
2. In: Glasstone S, ed. The effects of nuclear weapons. Washington DC: US Government Printing Office; 1962.
3. 原爆の医学的影響—被爆 50 周年記念誌, 1995.
4. Francis TJ, Jablon S, Moore F. Report of an Ad Hoc Committee for Appraisal of the ABCC program 1955. Hiroshima: Atomic Bomb Casualty Commission; 1959.
5. 原爆放射線の人体影響 1992, 放射線被曝者医療国際協力推進協議会編, 文光堂, 東京, 1992.
6. Preston DL, Shimizu Y, Pierce DA, Suyama A, Mabuchi K. Studies of mortality of atomic bomb survivors. Report 13: Solid cancer and noncancer disease mortality: 1950-1997. Radiat Res 2003;160(4):381-407.
7. Nagasaki S, Hirayu H, Izumi M, Inoue S, Okajima S, Shimaoka K. High prevalence of thyroid nodule in area of radioactive fallout. Lancet 1989;2(8659):385-6.

チェルノブイリ原発事故の健康影響

Radiation effects on humans in Chernobyl accident

8. Nagasaki S, Ashizawa K, Yamashita S. Cause of childhood thyroid cancer after the Chernobyl accident. Thyroid 1998;8(2):115-7.
9. In: Yamashita S, Shibata Y, eds. Chernobyl A Decade. Amsterdam: Elsevier; 1997.
10. In: Nagasaki S, ed. Radiation and the thyroid. Amsterdam: Excerpta Medica; 1989.
11. Yokoyama N, Nagayama Y, Kakezono F, Kiriya T, Morita S, Ohtakara S, Okamoto S, Morimoto I, Izumi M, Ishikawa N, Ito K, Nagasaki S. Determination of the volume of the thyroid gland by a high resolutional ultrasonic scanner. J Nucl Med 1986;27(9):1475-9.
12. Nagasaki S, Shibata Y, Inoue S, Yokoyama N, Izumi M, Shimaoka K. Thyroid diseases among atomic bomb survivors in Nagasaki. JAMA 1994;272(5):364-70.
13. Shirahige Y, Ito M, Ashizawa K, Motomura T, Yokoyama N, Namba H, Fukata S, Yokozawa T, Ishikawa N, Mimura T, Yamashita S, Sekine I, Kuma K, Ito K, Nagasaki S. Childhood thyroid cancer: comparison of Japan and Belarus. Endocr J 1998;45(2):203-9.
14. In: Delves D, Demir M, eds. One decade after Chernobyl: Summing up the

- consequences of the accident. Austria: IAEA; 1996.
15. Baranov A, Gale RP, Guskova A, Piatkin E, Selidovkin G, Muravyova L, Champlin RE, Danilova N, Yevseeva L, Petrosyan L. Bone marrow transplantation after the Chernobyl nuclear accident. *N Engl J Med* 1989;321(4):205-12.
 16. United Nations, Sources and effects of ionizing radiation: UNCCEAR; 2000.
 17. Panasyuk G, Masyakin V, Bareschenko A, Cot V. Findings of the Chernobyl Sasakawa Health and Medical Cooperation Project: thyroid nodules and cancer. Amsterdam: Elsevier; 1997.
 18. Nagataki S. Comments: lessons from the international collaboration. In: Yamashita S, Shibata S, Hoshi M, Fujimura K eds. *Chernobyl: Message for the 21st Century* Amsterdam: Elsevier; 2002: 95-102.
 19. Thomas GA, Williams ED, Becker DV, Bogdanova TI, Demidchik EP, Lushnikov E, Nagataki S, Ostapenko V, Pinchera A, Souchkevitch G, Tronko MD, Tsyb AF, Tuttle M, Yamashita S. Creation of a tumour bank for post Chernobyl thyroid cancer. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2001;55(3):423.

東海村 JCO 事故の周辺住民の健康管理

Health management of the residents living around JCO Tokaimura

20. Akashi M, Hiramata T, Tanosaki S, Kuroiwa N, Nakagawa K, Tsuji H, Kato H, Yamada S, Kamata T, Kinugasa T, Ariga H, Maekawa K, Suzuki G, Tsujii H. Initial symptoms of acute radiation syndrome in the JCO criticality accident in Tokaimura. *J Radiat Res (Tokyo)* 2001;42 Suppl:S157-66.
21. Nagataki S. Studies at Radiation Effects Research Foundation. In: *Proceedings of International Conference of Bridging Radiation Policy and Science*. Warrenton, VA; 1999: 5-6.
22. Gonzalez B, Darby S. Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries. *Lancet* 2004;363(9406):345-51.
23. Nagataki S. Risk of cancer from diagnostic X-rays. *Lancet* 2004;363(9424):1909.

謝辞 Acknowledgement

長崎大学関係者 Nagasaki University

放射線影響研究所関係者 Radiation Effects Research Foundation

日本アイソトープ協会関係者 Japan Radioisotope Association

スライド作成 Secretarial Service

赤川牧子、庄司 純子 Ms. Makiko Akagawa, Ms. Junko Shoji