



Title	九州地区における原子力関連産業従事者の医療被曝と職業被曝の実態調査
Author(s)	櫻田, 尚樹; 法村, 俊之; 土屋, 武彦
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1992, 52(8), p. 1183-1188
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/18267">https://hdl.handle.net/11094/18267</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 九州地区における原子力関連産業従事者の 医療被曝と職業被曝の実態調査

産業医科大学放射線衛生学教室

櫻田 尚樹 法村 俊之 土屋 武彦

（平成3年8月9日受付）

（平成3年11月28日最終原稿受付）

### A Survey of Annual Radiation Dose for Radiation Workers from Occupational and Medical Exposures in Kyushu

Naoki Kunugita, Toshiyuki Norimura and Takehiko Tsuchiya

Department of Radiation Biology and Health, University of Occupational and Environmental Health, Japan

---

Research Code No. : 304

---

Key Words : *Medical exposure, Occupational exposure,  
Effective dose equivalent,  
Bone marrow dose equivalent*

---

This study was carried out to determine annual dose equivalents of exposure in workers exposed to medical radiation and occupational radiation in an enterprise associated with nuclear power plants. The results indicated that medical exposure is much higher than occupational exposure. Average annual effective dose equivalents for medical and occupational exposure were 4.0—7.5 mSv and 2.4—3.6 mSv, respectively. Individual occupational exposure limits have been well controlled and maintained at one-fifth of the dose limit for radiation workers (50 mSv/yr). On the other hand, medical exposure in the older workers of this enterprise has been increasing as a result of X-ray diagnosis with barium meal.

#### はじめに

今日医療技術の進歩につれ、新しい検査法の確立や確定診断を目指して、あらゆる医療分野で使用される放射線検査は膨大な量になり医療での患者の被曝つまり医療被曝が増加してきている。一方非破壊検査等での放射線の利用や、産業の発展とエネルギー消費の増大に伴う電力消費量の急速な増加による原子力発電の増加がみられるなか放射線業務に従事する人の職業被曝の機会も増加しているものと考えられる。国連科学委員会(UNSCEAR)は1988年の報告書<sup>1)</sup>で、自然放射線源からの被曝線量をラドン・トロンの壊変生成核種の内部被曝の影響を考慮して、全世界の平均した年間

実効線量当量は成人一人当たり2.4mSvと以前より高く評価した。同時に医療被曝については一人当たりの年間実効線量当量は約1.0mSvとしている。また職業被曝については10年間で10~20%の減少がみられ、原子炉の運動に関与するものの職業被曝として3~8mSvと報告している。人工放射線源による放射線被曝のなかで最も大きな比重をしめるのは医療被曝であるといわれている。放射線の平和利用の増加に伴い、放射線被曝や放射線影響に対する社会的な关心や批判が高まるなか、医療被曝と職業被曝の実体について調査したので報告する。

## 方 法

原子炉に利用されるバルブの生産及び原子炉を停止して実施する定期検査・交換作業等に携わっている九州内のバルブ工場の従業員のうち男性を対象として1985, 1986, 1989年の定期健康診断時にFig. 1に示した調査票を配布し自己記入式で過去1年間の放射線被曝状況の回答を依頼し回収した。

1985, 1986, 1989年それぞれの調査対象人数は, 708, 695, 581人であり, 回収率はそれぞれ94.5%, 91.5%, 94.8%であった。

医療被曝線量の集計には、橋詰ら<sup>2)</sup>の報告に従い検査項目と撮影枚数により撮影照射回数1回当たりあるいは診断検査1件当たり線量より実効線量当量及び骨髄線量当量を求めた。橋詰らの報告した値をSI単位に変換した数値の一部をTable 1に示した。健康診断時の胸部撮影は撮影枚数1枚の間接撮影の値を、胃透視検査は透視時間・フィルム枚数が不明であったため橋詰らの報告にある各検査項目の平均線量として示されたTotal線量を利用し、そのほかの撮影枚数の判明している検査に関しては撮影部位、枚数より算出した。

### Medical exposures

#### Mass examination

Portion	Radiography	Date	No. of exposure	Exposure time of fluoroscopy
Chest	Direct			
	Indirect			
Stomach	Direct			
	Indirect			

#### Examination for disease

Date	Name of disease	Portion	Type of examination	No. of exposure	Exposure time of fluoroscopy

#### Occupational exposures

Year/Month m rad  
(TLD or Film badge)

Fig. 1 Scheme of questionnaire

Table 1 Effective dose equivalents and bone marrow dose equivalents per exposure and examination of X-ray diagnosis by type of examination (Adult male)

Type of examination	Effective dose equivalent		Bone marrow dose equivalent	
	D/Exp.	Total	D/Exp.	Total
Head	0.04	0.16	0.08	0.26
Cervical	0.08	0.31	0.04	0.15
Chest	0.06	0.10	0.05	0.09
Barium meal		11.38		8.15
Abdomen	0.23	0.75	0.35	0.88
Barium enema		8.30		15.57
Lumber spine	0.59	1.83	0.14	0.44
Urography	0.66	3.32	0.16	0.90
CT (Head)	0.10	1.02	0.24	2.45
CT (Body)	0.34	3.43	0.39	3.94
Photofluorography				
Chest	0.28	0.28	0.33	0.33
Stomach		8.05		3.00

D/Exp.: Dose in mSv per exposure

Total: Total dose in mSv per examination.

(from data of Hashizume et al. (reference 2))

職業被曝については、各業務従事者が装着している熱蛍光線量計(TLD)あるいはフィルムバッジの記録装置を用いた。アンケート用紙はm rad表示となっていたが、実際は個人モニターで測定し、報告された被曝線量記録〔線量当量単位(1985, 1986年度はm rem, 1989年度はmSv)で表示〕を各個人がアンケート用紙に記入した。なおこれらの被曝線量当量の値は事業所の放射線管理者の確認を得ている。回収された線量当量から実効および骨髄線量当量の評価には、松本らのファントム実験の報告<sup>3)</sup>をもとに、線量当量にそれぞれ0.63, 0.51を掛けることで算出した。なお年間の内、一部の期間のみ放射線業務に従事したもの被曝線量は、その期間の被曝線量をそのまま年間線量として使用した。ただし個人モニターの検出限界である0.1mSv以下は0として評価した。

## 結 果

年次別の被曝線量をTable 2に示す。従業員全体の医療被曝と放射線業務従事者の職業被曝を比較すると、実効線量当量ではいずれの年度でも医療被曝が職業被曝より高値を示していた。骨髄線量当量では1985年度は医療被曝が高値を示してい

Table 2 Comparison of average annual dose equivalents for radiation workers and non-radiation workers in 1985, 1986 and 1989

Effective dose equivalent (mSv)

		'85	'86	'89
Radiation Workers	O.E.	2.52	2.40	3.64
	M.E.	5.54 (112)	2.71 (149)	2.04 (165)
Non-radiation Workers	M.E.	7.83 (557)	4.41 (487)	6.29 (386)
	Total	M.E. 7.45 (669)	4.01 (636)	5.02 (551)

Bone marrow dose equivalent (mSv)

		'85	'86	'89
Radiation Workers	O.E.	2.04	1.94	2.95
	M.E.	2.29	1.31	0.88
Non-radiation Workers	M.E.	3.19	2.05	2.85
	Total	M.E. 3.04	1.87	2.26

O.E.; Occupational exposure

M.E.; Medical exposure

Population numbers are indicated in parentheses.

Table 3 Comparison of average annual dose equivalents among four age groups of men in 1985

Effective dose equivalent (mSv)

Age		~29	30~39	40~49	50~
Radiation Workers	O.E.	2.40	2.74	3.06	1.71
	M.E.	0.76 (14)	3.46 (35)	7.84 (40)	8.20 (18)
Non-radiation Workers	M.E.	1.78 (28)	7.15 (128)	8.69 (236)	9.02 (138)
	Total	M.E. 1.44 (42)	6.36 (163)	8.57 (276)	8.92 (156)

Bone marrow dose equivalent (mSv)

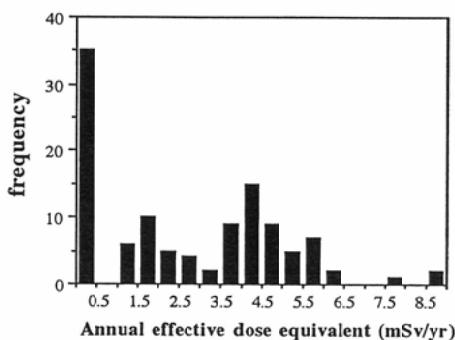
Age		~29	30~39	40~49	50~
Radiation Workers	O.E.	1.94	2.22	2.47	1.38
	M.E.	0.33	1.48	3.26	3.34
Non-radiation Workers	M.E.	0.74	3.02	3.53	3.60
	Total	M.E. 0.60	2.69	3.49	3.57

O.E.; Occupational exposure

M.E.; Medical exposure

Population numbers are indicated in parentheses.

Occupational Exposure (Radiation Workers)



Medical Exposure (All Workers)

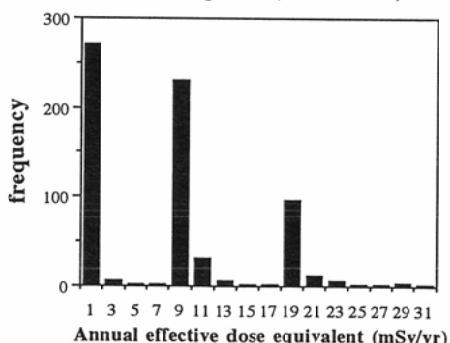


Fig. 2 Distributions of annual individual dose equivalents in 1985.

たが、1986年度はほぼ同程度で1989年度は医療被曝が職業被曝より低値となった。

1985年度調査において年齢の判明している637名について年齢別被曝線量分布をTable 3に示す。実効線量当量、骨髄線量当量ともほぼ同様の分布を示しており、職業被曝では20~40代で徐々に増加傾向を示し50代以上では低下していた。これに対し医療被曝は、20代では低値であるが30代で急増し、年齢が進むに連れて高値を示した。

1985年度調査における職業被曝と医療被曝の実効線量当量での各線量別の度数分布をFig. 2に示す。放射線業務従事者の職業被曝では0.5mSv以下の低線量域が最も多く、その後1.0~2.5mSvと3.5~6.5mSvの二峰性の分布を示した。

一方従業員全体の医療被曝では特異な分布を示し1mSv以下のピークと9mSv及び19mSvにピークを示した。また最高値は職業被曝、医療被曝それぞれで8.52mSv、32.0mSvであった。また職業被

Table 4 Annual change of effective dose equivalents (mSv) in high dose group

case No.	Age	'85		'86		'89	
		M.E.	O.E.	M.E.	O.E.	M.E.	O.E.
1	33	0.06	5.10	—	—	0.06	6.80
2	33	18.76	5.10	0.06	3.84	9.35	0.38
3	41	0.06	5.29	0.06	2.71	0.06	5.54
4	34	9.41	5.36	0.06	2.71	0.06	8.19
5	43	18.76	5.42	0.06	2.27	9.41	—
6	45	0.06	5.55	0.06	5.48	0.06	0.19
7	32	0.06	5.73	0.06	4.22	0.06	6.80
8	46	10.34	5.73	0.06	5.86	0.06	4.35
9	51	0.06	5.99	0.06	—	0.06	5.48
10	41	9.41	6.18	0.06	3.21	0.06	5.54
11	46	0.06	8.52	0.06	2.33	20.79	0.32
12	46	0.06	8.52	—	—	0.06	5.23
13	53	20.76	—	0.06	—	—	—
14	44	21.08	—	11.44	—	9.41	—
15	48	21.71	—	0.06	—	9.41	—
16	51	21.71	—	0.06	—	9.41	—
17	53	22.05	—	0.12	0.19	—	—
18	33	22.30	—	0.06	—	9.41	2.90
19	36	23.19	—	0.30	0.06	0.06	2.21
20	45	24.33	—	9.41	—	20.79	—
21	46	25.95	—	4.72	—	—	—
22	45	27.26	—	0.06	—	10.16	—
23	49	29.04	—	11.50	—	0.06	2.84
24	53	29.04	—	0.06	—	9.41	—
25	41	29.16	—	11.44	3.09	0.06	0.13
26	32	32.00	—	20.79	—	0.06	—

M.E.; Medical exposure

O.E.; Occupational exposure

曝の大部分(約90%)は5mSv以下であった。医療被曝線量に占める各検査項目の割合は3年間それぞれで胃透視が91~95%, 残りが胸部撮影とその他病気によるものであった。被曝機会としては胸部撮影が年平均一人1.3回であり、胃透視が0.6回となり、だいたい一人が一年に2回程度は何等かの形で放射線検査を受けており、そのなかで集団検診も含め胸部のX線検査の件数が最も多かった。

つぎに1985年度調査での高被曝者群の経年変化を調べた。職業被曝で5mSv以上の12名と医療被曝で20mSv以上の14名の変化をTable 4に示す。職業被曝では1986年度被曝はcase No. 6, 7, 8の3名を除いて低値を示したが、1989年度被曝では約3分の2が再び5mSvを越える被曝を受けて

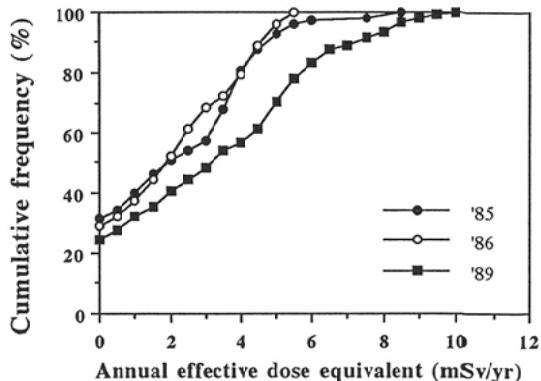


Fig. 3 Cumulative frequency of annual effective dose equivalents of occupational exposure for radiation workers in 1985, 1986 and 1989.

いた。一方医療被曝では、case No. 26が2年連続で20mSv以上と高値を示したがそのほかは全体に低く特に一定の傾向は認められなかった。

さらに職業被曝について各年次における実効線量当量の累積度数分布をFig. 3に示した。1985, 1986年度の分布はほぼ等しく、また両年度とも5mSv以上の被曝は抑えられた傾向を示す分布を得た。しかし1989年度分布では全体に高線量側へシフトし最高値でも1985, 1986年度より高値を示した。

### 考 察

現在、我々は種々の放射線源に曝露されながら生活している。今回その中で人工放射線源の代表と考えられる医療被曝と職業被曝について比較検討した。原子力発電所における放射線被曝については、今堀が年間の被曝の大部分が年に一度、原子炉を停止して行う定期検査時に集中しており、また集団線量で95%が外部委託の作業者により占められていると報告している<sup>5)6)</sup>。今回の測定対象は、その定期検査時作業に従事する人であったが、それでも実効線量当量で医療被曝(一人当たり年平均4.0~7.5mSv)が職業被曝(同2.4~3.6mSv)より高いことが確認された。これは著者らが以前日本の放射線技師を対象に行った調査の結果と同様の傾向を示した<sup>4)</sup>。

職業被曝に於ては熊澤らや<sup>7)8)</sup>UNSCEAR<sup>9)</sup>によつて一定の管理下では高線量域になるにした

がって線量管理が行われる傾向が報告されている。本調査では Table 4 にみたように高線量被曝者群において1985年度高被曝者群が1986年度には比較的低値に押さえられ1989年度には再び高い被曝が見られるような被曝線量の年次変動が見られた。放射線管理者の話では、この企業では過去任意の12カ月間をとっても規定の線量を越えないよう管理しているとのことであった。このために高線量被曝者群では積極的な職場配置調整などの被曝軽減処置がなされた結果を反映していると考えられる。この傾向は Fig. 3 で見ても高線量域での頻度が飽和した形で現われ高線量域になるに従って線量管理が行われていることを示していると考えられる。しかしこの傾向も年次を経るにしたがって高線量側へシフトする結果が得られた。事実、今回の調査対象集団とした事業所においては国際放射線防護委員会 (The International Commission on Radiological Protection : ICRP26)<sup>10)</sup>が勧告した職業被曝に対する実効線量当量限度50mSv を下回る限度において社内規定を設けて規制しているが最近その基準を変更したことであった。すなわち1988年までは一律年間10mSv 以下とし、その後は年齢別の規制とし、30歳未満を10mSv、30歳代を15mSv、40歳以上を20mSv として規制している。

一方、医療被曝は放射線による診断、治療によって患者の受ける被曝である。日本の医療被曝については、現状では放射線治療を含まないで計算して実効線量当量が約2.5mSv と報告されている<sup>11)</sup>。この中ではそれぞれの検査毎の被曝線量は撮影機器の進歩、撮影方法の改善等により低下傾向にあるが、最近の傾向として一回検査当たりの撮影枚数の多いCT撮影の普及による増加が特徴であると述べられている<sup>11)12)</sup>。医療被曝の中では今回の調査結果にみられたようにX線診断が最も比重が高く、先進工業国と発展途上国ではその頻度は異なり、前者は後者よりはるかに高く3~5倍あると考えられる。

職業被曝には、ICRP26の示す線量制限体系の正当化、最適化、線量当量限度の3つの管理原則が適用される<sup>10)</sup>。しかし医療被曝には線量当量限

度が設けられていない。これは医療においては、放射線は元来それを受ける人が利益を受けるように使用されている。つまり放射線を被曝することによる害よりもはるかに大きな便益が放射線診察行為によってもたらされていると考えられるからである。また線量当量限度によって一律の値は示すことができず、かつ医療従事者は患者の被曝減少について充分な知識を持ち線量低減の努力をしていると考えられるからである。従って医療被曝については正当化と最適化のみで線量制限の目的を達成しなければならず、それだけ医療従事者、特に医者の責任が重大であるということである。

今回の調査で医療被曝の内、大半の線量を占めていた胃透視による被曝については、飯沼・館野<sup>13)</sup>がリスク利益分析によりそのリスクと利益のバランスする年齢は32~35歳であり40歳以上の集団に対するX線撮影胃検査は許容範囲と見なされると報告している。しかし今後、高齢化社会が進み益々医療分野における被曝機会が増すことが予想されるなか、医療現場での放射線検査の適応と検査方法の選択等についてより慎重な対応が望まれる。

### 結 語

原子炉等に利用されるバルブの生産及び原子力発電所の定期検査・バルブ交換業務に携わっている九州内のバルブ工場の従業員を対象として1985、1986、1989年と継続して定期健康診断時に調査票を配布し自己記入式で過去1年間の放射線被曝状況の回答を依頼し回収し医療被曝と職業被曝の実体について調査した。

その結果、

1) 医療被曝が一人当たり平均実効線量当量4.0~7.5mSv であり、職業被曝の同2.4~3.6mSv より高値を示した。

2) 年齢別では医療被曝は高齢になるに連れて高値を示し、職業被曝は30~40代がやや高いが殆ど変化はなかった。

3) 個人線量の年次変化をみると職業被曝では被曝機会の積極的低減処置が取られ、職業被曝の高いと考えられる特殊な集団を対照としたにもかかわらず人工放射線源による被曝のなかで医療被

曝の占める割合が非常に高いことが改めて確認された。

調査に御協力戴いた多くの方々および被曝線量の集計に御協力戴いた原田駿治氏に深謝する。

なおこの研究の一部は、労働省特別研究の助成によった。

#### 文 献

- 1) UNSCEAR: Sources, effects and risks of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 1988 Report. 647, 1988, United Nations, New York
- 2) 橋詰 雅, 丸山隆司, 野田 豊, 他: 診断用 X 線によるリスクの推定. 第 2 報. X 線診断による個人のリスク, 日本医学会誌, 41: 59—70, 1981
- 3) 松本 進, 寿藤紀道, 福田光道, 他: 職業上の被ばく評価のための実効線量当量の測定, フィルムパッジニュース, 109: 6—14, 1983
- 4) Tsuchiya T, Norimura T: Radiation dose by medical and occupational exposure in radiologic technologists. J Jap Assoc Radiologic Technologists (English Issue): 60—63, 1984
- 5) Imahori A: Occupational radiation exposure at nuclear power plants in Japan. Health Phys 40: 317—322, 1981
- 6) 今堀 彰: 原子力発電所における定期検査時の放  
射線被曝, 産業医学, 29: 504—509, 1987
- 7) 熊澤 蕃, 松井 浩: 放射線管理データの高い値の出現頻度推定法に関する考察, 保健物理, 15: 101—109, 1980
- 8) Kumazawa S, Numakunai T: A new theoretical analysis of occupational dose distributions indicating the effect of dose limits. Health Phys 41: 465—475, 1981
- 9) UNSCEAR: Ionizing radiation: Sources and biological effects. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 1982 Report. 773, 1982, United Nations, New York
- 10) ICRP Publ No 26 (International Commission on Radiological Protection): Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, 1977, Pergamon Press, Oxford
- 11) 丸山隆司, 関元芳一, 野田 豊, 他: 日本における医療被曝と職業被曝のリスクの推定, 1990, 日本放射線影響学会講演要旨集, 278, 1990
- 12) 西沢かな枝: X 線 CT 検査による被曝, 放射線科学, 33: 334—341, 1990
- 13) 飯沼 武, 館野之男: 胃癌集団検診におけるリスク利益分析の再評価, 日本医学会誌, 50: 527—532, 1990