

Title	往時における本邦のX線従業員の被曝線量の推定
Author(s)	北島, 隆; 岡島, 俊三
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1964, 23(10), p. 1151-1158
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16910
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

往時における本邦の X 線従業員の 被曝線量の推定

名古屋市立大学医学部放射線医学教室 (主任: 稲田五郎教授)

北 島 隆

名古屋大学医学部放射線医学教室 (主任: 高橋信次教授)

岡 島 俊 三

(昭和38年11月7日受付)

An estimation of past exposure dose to X-ray workers
in Japan

By

KITABATAKE, Takashi

Department of Radiology, Nagoya City Univ. (Director: Prof. G. Inada)

OKAJIMA, Shunzo

Department of Radiology, Nagoya Univ. (Director: Prof. S. Takahashi)

This paper deals with an estimation of radiation dose received by X-ray workers in the past days in Japan. Radiation dose received by X-ray workers is considered to be influenced or dominated by the following factors: (1) attention to X-ray protection, (2) sensitivity of X-ray films, (3) sensitivity of intensifying screens, (4) protection of control board, (5) protection of X-ray tube, and (6) quantity of X-ray work. When any of these factors were poorer, the radiation dose received by X-ray workers would be increased in proportion to the grade of poorness of the factors. For example, the sensitivity of X-ray films was about a half of present before 1954, therefore X-ray dose was required about twice of present level for obtaining the same density on the film. This may lead to twice of exposure dose to X-ray workers before 1954. Similar considerations are taken to get numerical values of poorness of other factors in old days. The results of dose estimation are as follows: 0.45 r/y at present, 2.25 r/y in 1954 to 1957, 13.5 r/y in 1946 to 1956, 135 r/y in 1941 to 1945, 405 r/y in 1936 to 1940, 900 r/y in 1931 to 1935, 1350 r/y in 1927 to 1930, 1800 r/y in 1922 to 1926, and 18000 r/y before 1921.

緒 言

X線従業員に放射線障害と考えられる異常が現われた際に、医学的な検査によつてその異常の質及び程度を見極める事は勿論重要であるが、同時にその従業員がX線始業以来どの位の放射線被曝があつたかの見積りを行う事が重要である。然し往時ではX線従業員の個人被曝量の測定は行はれ

ず、又環境を再現して測定実験を行う事も不可能に近い。しかし過去の被曝線量を知る事は保健物理的な見地のみならず、放射線生物学的な意味でも、線量効果関係の推定の上には是非必要な事である。そこで本報告では文献的な裏付けと、若干の調査から得られた結果を基にして、過去における本邦X線従業員の被曝線量の推定を試みた。

基礎調査及びその結果

本邦におけるX線防禦の概要を知る目的で、X線業務の勤続30年以上と目される医師16名、技師26名、合計42名に対し、管球グロツケの使用開始年、防X線管球の使用開始年、鉛衝立使用開始年、撮影室専用制御室設置年、ガラス乾板廃止年、増感紙使用開始年、防禦に対する注意力の向上せる年、往時の仕事量の多少等を問う調査票を送り、記入を求めた。返信を得た24名について各項目を整理すると第1表及び第2表の如くである。第2表は現在の仕事の量を10とした場合、往時の作業量はどの位に当たるかを整理したものである。

線量推定とその根拠

X線従業員の被曝量に影響する因子は多数考えられ、又各因子間の相互的な関係も複雑である。

然しその中で重要と考えられるのは、X線防禦に対する関心と注意力、フィルムの感度、増感紙の感度、制御盤の防禦程度、X線管球の防禦程度、作業量の6因子である。此の他に濾過の程度、線束の方向、管球制御盤従業員の相互の位置的関係、等も無視出来ないが、此らはその実情を推定出来ず、又上記の6因子中の何れかと密接な関係があり、例えば、濾過板が薄く、又線束が制御盤の方向にむいてをつても、制御室が完全に防護されてをれば、X線従業員の被曝は殆んど0と考えてよい。

従つて此らの6因子が、往時では現在と較べてどの位不完全であつたかを推定し、その乗数を現在の被曝量に乗じて、往時の被曝線量を逆算する方法を採つた。

第1表 各種項目の調査結果

	グロツケ使用開始年	防X線管球使用開始年	衝立(鉛)使用開始年	専用制御室設置年	ガラス乾板廃止年	増感紙使用開始年	X線防禦関心
大正元~2							
" 3~4	1 (5.55)						
" 5~6	1 (5.55)		1 (5.88)			1 (5.26)	
" 7~8	1 (5.55)				1 (6.66)		
" 9~10	3 (16.66)		1 (5.88)		1 (6.66)	2 (10.53)	1 (4.35)
" 11~12			2 (11.76)		3 (20.00)	2 (10.53)	
" 13~14	6 (33.38)		4 (23.54)	1 (5.88)	7 (46.60)	5 (26.31)	2 (8.69)
昭和元~2	1 (5.55)				1 (6.66)	2 (10.53)	1 (4.35)
" 3~4	1 (5.55)	3 (15.79)	2 (11.76)		1 (6.66)	4 (21.06)	1 (4.35)
" 5~6	3 (16.66)	1 (5.26)	4 (23.54)	1 (5.88)	1 (6.66)	1 (5.26)	3 (13.04)
" 7~8	1 (5.55)	1 (5.26)	3 (17.64)			1 (5.26)	8 (34.79)
" 9~10		6 (31.53)		2 (11.76)			2 (8.69)
" 11~12		4 (21.06)		3 (17.66)			2 (8.69)
" 13~14		2 (10.53)					
" 15~16							1 (4.35)
" 17~18						1 (5.26)	
" 19~20				1 (5.88)			
" 21~22		1 (5.26)					
" 23~24				1 (5.88)			
" 25~26				1 (5.88)			
" 27~28				1 (5.88)			
" 29~30		1 (5.26)		1 (5.88)			1 (4.35)
" 31~32				3 (17.66)			
" 33~34				1 (5.88)			1 (4.35)
" 35~36				1 (5.88)			
合計	18(100.00)	19(100.00)	17(100.00)	17(100.00)	15(100.00)	19(100.00)	23(100.00)

(註) 数値は調査回答の実数、括弧内は%を表わす。

第2表 往時のX線従業員の仕事量調査

報告者	現在昭31 年以降	昭 21~30	昭 11~20	昭 元~10	大 正	明 治
A*	10	10	7	5		
B	10	7.5	2.7	2.7		
C*	10				5	
D*	10	10	7	5	2	
E*	10	5	2			
F	10	10	5	2	2	
G	10	7	4	1		
H	10	7	3	2		
I	10	15	15	5		
J*	10	6	2	0.5		
K	10	7	3			
L	10	5	1.4	0.8		
M	10	5	2.5	2	1.2	
N	10	7	5			
O*	10	3	3	3		
P	10	9	6	2	1	
Q	10				2	
平均	10	113.5/15 =7.57	68.6/15 =4.57	31/12 =2.58	13.2/6 =2.2	外挿点 2.0

* 印が放射線医，他はX線技師

現在の被曝線量 荒川は昭和33年以来、フィルムバツチサービスを行い、全国のX線関係者の被曝線量を報告している^{1)~3)}。それによると昭和36年1ケ年で医療関係X線従業員2731名中、300mr以下が1965名、301~1000mrが452名、1001~3000mrが247名、3001~5000mrが54名、5000mr以上が13名である。此らのX線従業員の線量測定部位は必ずしも一定でなく、部位によつてはかなりの差異があり⁴⁾、又フィルムバツチ法そのものにもかなりの測定誤差がある事が判つている⁵⁾。従つて此らの値を単純に平均しても、その値の意味づけはかなり難かしいと云う意見もあるが⁷⁾、被曝水準の概況を知るには此の平均値を用いる以外に方法がない。即ち1カ年1人平均0.45rが現在のX線被曝線量であると考える事にする。此の値は余等が名大に於いて測定せるものと同水準である⁶⁾。

X線防護に対する注意力 同じ環境で同じX線作業に従事しても、X線防護に対する注意力の程度によつて、被曝線量が異つてくると考えられる。即ち以前の余らの調査によると、同一人が同一作業を行つていても、防護注意力の程度によつ

て昭和29年以降は、それ以前の被曝量の約 $1/2$ に減少し、又昭和33年以降は更に $1/2$ に減少している⁸⁾。当時X線防護の関心が急激に高まつたのは、此の前後に、医療法改正、電離放射線防止規則等の施行があり⁹⁾、又愛知県下のX線技師について滝川、高橋が広く血液学的調査を行つた事等が¹⁰⁾、その原因と考えられる。関心が高まれば被曝を注意して避ける様になる。昭和29年より昭和32年迄同一環境のX線技師は昭和32年以前は現在の2倍、昭和28年以前は現在の4倍の被曝があつた事は、防護に対する注意力という因子で説明されると思う。

フィルムの感度 フィルムの感度が悪いと、充分な黒化度を得る為に曝射線量を多く必要とし、それだけX線従業員の被曝量が多くなる。X線フィルムは昭和8年迄はすべて欧米からの輸入品が使用され、昭和9年から国産が行はれた¹¹⁾。此の頃の感度は現在の約半分である。その後、フィルムの諸特性は次第に改善されたが、感度そのものは殆んど変わらず、昭和30年に至り現在の高感度フィルムと称するものになつている¹²⁾。又大正10年頃迄は一般に片面塗布の乾板が使用されており、その感度はそのまもなく現はれたフィルムの約半分と考えられる¹³⁾。従つてフィルムの感度と云う点からみると、X線従業員は昭和29年以前は現在の2倍、大正10年以前は現在の4倍の被曝量があつた事になる。

増感紙の感度 フィルムと同様に増感紙の感度も曝射線量に影響する。大谷によると昭和21年以後本邦で広く販売されている増感紙の増感率は概ね30~40で、此は戦前に較べると増感率が増していると云う¹⁴⁾。尤も戦後直ちに全病院がかかる増感紙を採用したとは考え難いが、その後数年の間には概ね採用されたとは考えてもよさそうである¹⁵⁾。遠藤の調査によると、明治時代には無増感紙であり、大正末期~昭和初年頃の増感率は10~20、昭和12、3年~終戦の頃のものには15~25程度であろうと云う¹⁶⁾。明治39年の本堂の報文には胸部X線写真が附されてお¹⁷⁾、その撮影条件の記載はないが、附された写真は呼吸による動が大きく撮影時間が極めて長い事が推察され、無増感紙撮影と考えられる。長坂によると昭和4~5頃の

増感紙の増感率は5~10¹³、浦野は大正末年のもの4~7であると云う¹⁸。又前述の余らの調査や、瀬木によると¹⁹大正時代は殆んど消化管撮影のみに増感紙が用いられている。以上について、増感率の点は報告者によつて若干の食い違いがあるが、総括すると、増感紙と云う因子によって、X線従業員は、昭和20年以前は現在の2倍、昭和10年以前は3倍、大正15年以前は4倍、大正10年以前は10倍程度の被曝があつたと考えてよさそうである。

制御盤の防禦程度 撮影室に、防護された専用操作室があれば、そこで働くX線技師の被曝量は現在と同一水準と考えてよいであろう。然し前述の調査によると、昭和初期に専用操作室を有したものは僅か1割程度であり、昭和9~12年頃で約40%である。此に反し鉛衝立は昭和初年頃に既に殆んどの人が使用していると云う結果であつた(第1表参照)。一方志賀は昭和14年に東京市内の病院のX線装置を調べた所、内務省令(昭和12、治療用X線装置取締規則)に合格するものが56%に過ぎなかつた³¹。但し此の省令では撮影用装置に関する規定がないので、此の省令の施行が、撮影装置の防護制御室設置に拍車をかけたかどうかは疑問である。滝川、高橋は、昭和30年に愛知県下の状況を調べた所¹⁰、防護操作室設置は、昭和26年には約10%、昭和31年で30%程度で、又鉛衝立の使用は昭和25年に30%、昭和28年で76%、昭和31年で、92%であつた。第1表と較べるとかなりの差異が認められるが、先述の余らの調査はX線勤続30年以上の指導的立場にある人々のみが対象とされて行はれたので、一般病院に較べてX線防護の設備や防禦注意力が進んでいたと考えれば説明がつく。

以上の調査結果と事情を考えて、本邦のX線従業者は一般に、昭和30年以前は専用操作室使用が40%、鉛衝立使用が60%であり、昭和20年以前は専用操作室使用40%、鉛衝立40%、無防護20%であり、昭和10年以前には専用操作室20%、鉛衝立40%、無防護40%であり、昭和元年以前は鉛衝立40%、無防護60%、と云う環境でX線作業に従事していたと仮定してもよさそうである。

鉛衝立や専用操作室を使用しても、含鉛量の多

少によつても散乱線を防ぐ能力が異なる。そこで、近年発表された室内X線強度測定成績から考えて^{22)~29)}、鉛衝立は線量を $1/10$ に減じ、専用操作室は線量を $1/100$ に減ずるものと考えた。

以上を総合すると、X線従業員は制御盤の防禦程度に応じて、昭和30年以前は現在の6倍、昭和20年以前は20倍、昭和10年以前は40倍、昭和元年以前は60倍程度の被曝があつたと考えられる。

X線管球の防護程度 第1表の調査結果では、大正末年頃は約60%が裸管球にグロツケ使用で、防X線管は皆無である。昭和10年頃は約25%が防X線管を使用、75%はすべてグロツケである。昭和15、6年に至ると略90%は防X線管に切換えている。長坂、江藤らによると昭和初年頃は大半がグロツケ使用とある¹³⁾³⁰⁾³¹⁾ので、此は余らの調査とよく一致してある。

現在の防X線管による透視では、飯田、足立らによると60kVp、2~3mAで、管球の真横1mの点の散乱線量は50~60mr/hrである²²⁾²³⁾。Behnkenは1930年に75kVp 4mAで管球真横1mの点で720~1080mr/hrであると述べている³²⁾。此は若し60kVp、3mAで装束したとすれば略半分の線量になると考えられるので、飯田らの値の約8倍である。Behnkenの成績は年代から考えてグロツケ使用と考えられるので、此の比較から、グロツケ時代には現在の8倍程度の迷X線発生があつたと考えてよさそうである。裸管球の場合は測定値の記録がなく、又方向によつて線量が著しく異り、かかる状態でX線従業員が作業する時は、作業者と管球の位置的関係、患者との位置的関係等の因子で被曝線量は著しく変ると考えられる。従つて裸管球の場合には、管球が全く無防禦であるとする因子の為に現在の何倍位の被曝があるか推定する根拠が殆んどないが、今回は仮に此を100倍と推論しよう。そうすると管球保護の程度と云う因子によつて、昭和25年以前は現在の2倍、昭和15年以前は6倍、昭和5年以前は10倍、大正10年以前は20倍又はそれ以上の被曝ありと考えられる。

作業量 若し他の条件が同一であつて作業量が少なければそれだけ被曝線量は減少する。往時の

第3表 各時代における各因子の乗数

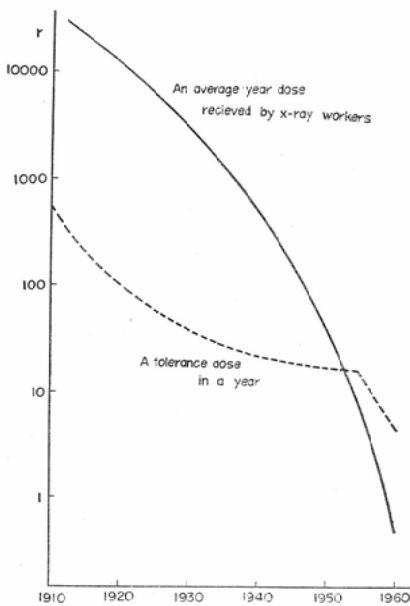
昭35	昭30	昭25	昭20	昭15	昭10	昭5	昭大元15	大10	大5	大明元45	明40
×1	×2		×4								
×1			×2						×4		防禦注意力
	×1			×2		×3	×4		×10		フィルム感度
×1		×6		×20		×40		×60			増感紙感度
	×1		×2		×6		×10		×20		制御盤防禦
×1		×0.7		×0.5		×0.3			×0.2		管球防護
×1	×5	×30	×300	×900	×2,000	×3,000	×4000		×40,000		作業量
0.45	2.25	13.5	135	405	900	1,350	1,800		18,000		総合
											年間線量

作業量は余らの調査結果、即ち第2表の平均値をそのまゝ採用した。

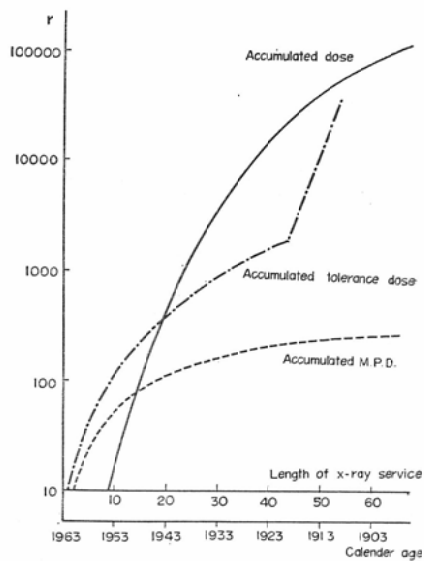
線量推定 以上述べた各項目についての、各時代毎の乗数を一括整理すると第3表の如くなる。即ち総合すると、昭和32年以前は現在の5倍(2.25 r/y)、昭和28年以前は30倍(13.5r/y)、昭和20年以前は300倍(135r/y)、昭和15年以前は900倍(405r/y)、昭和10年以前は2000倍(900r/y)昭和5年以前は3000倍(1350r/y)、大正15年以前は4000倍(1800r/y)、大正10年以前は40,000倍(18000 r/y)となる。此らの値を当時の認容量と比較して図示すれば第1図の如くなる。X線障害の見地からは、年間線量よりも蓄積線量の方

が重要なので、勤続年数と蓄積線量の関係を第2図に示した。此の図には比較の為に、当時認容量として認められていた量の蓄積量と、現在の最大許容量の蓄積量を附した。勤続37年以上の人は総量 10,000 r 以上被曝したおそれがある訳である。

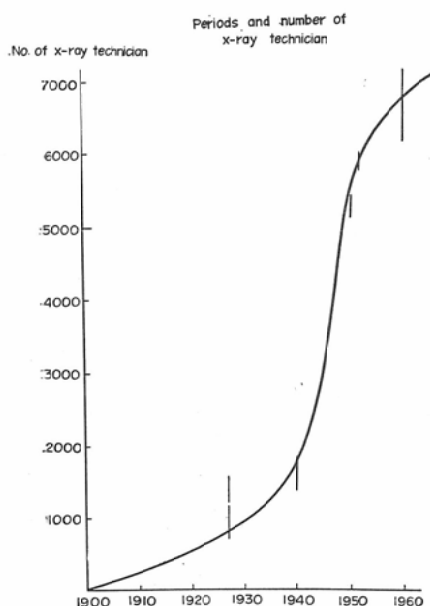
次にある総線量を受けたX線技師数を推定する為に、各年代における全技師数を推定するに、岡島の調査によると昭和37年における技師数は6000~7000、又日本X線技師会登録数は1942年1625、1952年4353、1953年5600、である。又栗冠によると、1927年に1200~1500と云うが、此は瀬木の記憶に基づく³⁵⁾。滝内によると此の頃のX線技師の実数は1000以下だろうと云う³⁶⁾。明治30年にはX線技師は0と考えてよいので、以上から各年代の



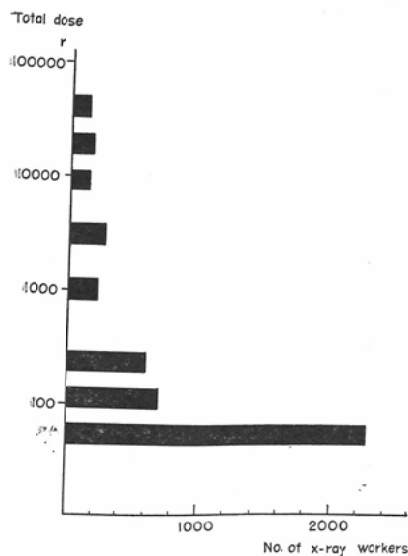
第1図 過去の各年代毎の被曝線量。縦軸は年間線量 r/y を示す。



第2図 X線勤続年数に対する現在迄の蓄積線量



第3図 各時代における本邦のX線技師数



第4図 総被曝線量(縦軸)とX線技師数(横軸)。

X線技師数を推定すると第3図となる。第2図と第3図から、総被曝線量とその技師数を求めると第4図の如くなる。即ち往時は現在の数千倍の被曝量が考えられるが、その様な大量被曝を受けた実数は余り多くなく現技師数の20~25%位である事が判る。現在就業中の大部分のX線従業員は、

総被曝線量が数百以下である。

考 按

現在X線従業員の個々の被曝線量はフィルムパツチやポケットチェンバーで測定されているが、此らが本邦で広く普及したのは昭和31, 2年以後の事であり、それ以前は被曝線量の測定は殆んど行われず、従つて正確な被曝量は知り得ない。然し過去におけるX線従業員の被曝量を知る事は、個人の保健上からも、又放射線の身体的影響の線量効果関係を推測する上には極めて重要な事である³⁷⁾。

過去の被曝線量を知るには、個々の従業員に就いて、X線装置、防護程度、作業上の習慣等をすべて再現して当時の条件の元で測定するのが最も望ましい事である³⁸⁾。実際にかかる方法で線量を求めた例もない訳ではない³⁹⁾、然し此を行う為には、過去の長い職歴の間に扱つたX線装置がすべて往時のままで現存されている事が必要で、条件の再現には大半が個人の記憶に挨たねばならぬ。従つて一般には実験的に過去の被曝量を知る事は不可能と考えねばなるまい。尤も特別な場合、原爆被曝や事故による被曝の場合は記憶も新しく線量推定も不能ではないが⁴⁰⁾、此らは一般的でない。

本報に述べた方法は、直接測定は全く行はず、被曝線量に影響すると考えられる諸因子の考察を出発点とせるものである。各因子はすべて独立して被曝量に影響すると云う考えに立つた為、若し各因子が独立でなく、お互に関係があれば、その分だけ多い目に線量を見積つた事になるし、又此以外にも影響因子があれば、その分だけ少ない目に見積つた事になる。然し被曝線量に最も大きく影響するものは制御盤と管球の防護である。此ら以外の因子は此らに較べると被曝量に与える影響は少ないと考えてよい。かかる意味から余らの推定にはそれ程大きい誤差はないと考えてよいのではないだろうか。尤も余らの推定は平均的な考え方であるので、個々の場合にはかなり大きいバラツキがあるかも知れない。

従来、医用放射線による障害を扱つた研究は本邦でも割に多いが、被曝線量が知られぬ為、線量効果の推定には最も苦心を払つている。粟冠は

放射線従業員の白血病を調べ、撮影フィルム枚数を線量と比例する量と考えた³⁵⁾。しかし戦前は外国製フィルムの輸入が多くその記録は戦災で失われその量の推定は不可能である。田中、大倉が遺伝学的な調査を行つた時も線量推定がもつと合理的であれば⁴¹⁾、此の研究は更に高く評価されるであろう。かかる意味から、本報告が放射線障害の研究分野で役立つものと考えている。

結 論

X線従業員の被曝線量に影響する因子として、X線防禦の注意力、フィルムの感度、増感紙の感度、制御盤の防禦程度、X管球の防禦程度及び作業量の6つを考え、此ら各因子が現在と較べ、過去はどんな状態であつたかを、調査及び文献で調べた。その結果得られた乗数を現在のX線従業員の平均被曝線量に乗じて、各時代の被曝線量を求めた。

現在のX線従業員は平均すると概ね0.45r/yの被曝があるが、昭和32年以前は2.25r/y、昭和28年以前は13.5r/y、昭和20年以前は135r/y、昭和15年以前は405r/y、昭和10年以前は900r/y、昭和5年以前は1350r/y、大正15年以前は1800r/y、大正10年以前は18000r/y程度の被曝があつたと考えられる。

本研究は文部省科学研究費による。又本論文作成に当つて、調査票記入を載いた各位の他に、荒川昌、星合重男、遠藤泰男、細江謙三、広住治夫の各位に御便宜御協力を頂いた。感謝の意を表す。

本論文の要旨は第22回日医放会東海北陸部会(38. 6・30)の席上発表し、又一部は第16回日本医学総会シンポジウム放射線障害(38. 4. 5)において高橋信次教授によつて報告された。

文 献

- 1) 荒川昌：わが国放射線従事者被曝線量の測定結果、日放技会誌、16/1、7~11、昭35。
- 2) 荒川昌：被曝線量集計(昭和35年度)、未発表。
- 3) 荒川昌：被曝線量集計(昭和36年度)、未発表。
- 4) Kitabatake, T. et al.: Distribution of dose irradiated on body surface of X-ray workers, Nagoya J. med. Sci. 22/3, 282-285, 1959.
- 5) Kitabatake, T. et al.: Reliability of the film badge method for dose measuring, Nagoya J. med. Sci. 22/3, 229-234, 1959.
- 6) 北島隆：X線診断時の防護、現代医学、8/1、72~78、昭35。
- 7) 荒川昌、星野和彦：私信、昭38。
- 8) 北島隆他：X線従業員(愛知県下)の産児状況の調査、特

- に父親の被曝線量と産児と性比との関係、日医放会誌、19/2、288~292、昭34。
- 9) 日本放射性同位元素協会編：放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法令集、日本放射性同位元素協会、東京、昭36。
- 10) 滝川清治、高橋信次：X線従業員の血液像、日血会誌、20/3、補冊、128~137、昭32。
- 11) 小西六写真工業株式会社小史、小西六社編、昭28。
- 12) 星合重男：フィルム感度の調査、私信、昭38。
- 13) 長坂亀三郎：レントゲン装置並に附属品、島津レ講義、第6集、島津製作所、京都、昭4。
- 14) 大谷信吉：増感紙螢光板の戦後10年、極光 X-ray, 7: 3~9, 昭30。
- 15) 四宮恵次：増感紙の応用に関する研究、極光 X-ray, 17: 1~19, 昭36。
- 16) 遠藤泰男：増感紙の調査、私信、昭38。
- 17) 本堂恒次郎：ボタリ氏管閉通症の臨床上補遺、第2回日本連合医学会軍陣医学部会誌甲、1~16、明39。
- 18) 浦野多門治：レントゲン写真並に透視技術、島津レ講義、第4集、島津製作所、京都、昭3。
- 19) 瀬木嘉一：レントゲン診断の今昔、臨床放射線、4/1、87~95、昭34。
- 20) 樋口助弘、本島柳之助他：レントゲンの今昔についての座談会、Fuji X-ray 研究、1/5、1~11、昭26。
- 21) 志賀達雄：帝都における診療用エックス線装置の調査、日医放会誌、1: 205~216、昭15。
- 22) 飯田博美他：X線室内における散乱線の分布、日医放会誌、17/10: 1142~1145、昭33。
- 23) 足立忠他：エックス線診療における散乱線、日医放会誌、14: 278~282、昭29。
- 24) 橋詰雅：レ線遮蔽に関する基礎的研究、日医放会誌、14/7、446~451、昭29。
- 25) 江藤秀雄：レ線診断時における防護、最新医学、12/9、2060、昭32。
- 26) 高橋信次：X線従業員のX線被曝時に微量連続被曝、臨床放射線、4/10、765、昭34。
- 27) 樋口喜代治：一般診断時に於ける二次線とその防護について、日放技会誌、12/3、118~124、昭31。
- 28) 中村実他：各種X線装置の散乱線分布状態に就いて、日放技会誌、12/3、125~129、昭31。
- 29) 二宮馨他：診断時における散乱X線に就て(続報)、日放技会誌、12/3、130~134、昭31。
- 30) 江藤秀雄：レントゲン管発達史の歴史、日レ学会誌、17: 54~77、昭14。
- 31) 藤本慶治：レントゲン発生装置並に附属品について、島津レ講義、第9集、島津製作所、京都、昭7。
- 32) Behnken, H.: Dosimetrische Untersuchungen über Röntgenstrahlenschutz und Strahlenschutzröhren, Fortschr. Röntgenstr. 41: 245-256, 1930.
- 33) 古賀良彦、関戸信吉：レントゲン災害予防に就て、日放医会誌、4: 737~778、昭12。
- 34) 岡島俊三：全国病院のX線設備調査、人癌班々会議にて報告、昭37。
- 35) Sakka, M.: Leukemia and ionizing radiation in Japan, An epidemiological survey. J. Radiation Res. 3/2, 109~119, 1962.
- 36) 滝内政次郎他：関西レントゲン技術学会の今昔、Fuji X-ray 時報、6/4、39~43、昭28。
- 37) Report of the United Nations

Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations, New York, 1962. — 38) Exposure of man to ionizing radiation arising from medical procedures with special reference to radiation induced diseases, An enquiry into methods of evaluation, A report of

the ICRP and ICRU, 1960.—39) 竹下健児：第16回日本医学会総会シンポジウム演説。—40) 森川進他：静電電子加速装置による電子線火傷の1例，臨床放射線，7/2，125～135，昭37。—41) 田中克己，大倉興司：放射線技術者の子供に現われた放射線の遺伝的影響，人類遺伝学誌，3：135，昭33。