The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	胃集団検診による国民線量の推定
Author(s)	橋詰, 雅; 加藤, 義雄; 丸山, 隆司 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1977, 37(6), p. 578-589
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17182
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

胃集団検診による国民線量の推定

放射線医学総合研究所，物理研究部
橋詰　雅　加藤　義雄　丸山　隆司
日本大学医学部，放射線科
鎌田力三郎　浦橋信吾

（昭和52年1月14日受付）
（昭和52年1月27日最終原稿受付・特別掲載）

Estimation of Population Doses from Stomach Mass Screening, 1975

Tadashi Hashizume, Yoshio Kato and Takashi Maruyama
Rikisaburo Kamata and Shingo Urahashi
Division of Physics, National Institute of Radiological Sciences, 9-1, 4-Chome, Anagawa, Chiba, Japan, 280
Department of Radiology, Nihon University, 8,1-Chome Kanda Surugadai, Chiyoda, Tokyo, Japan

Research Code No.: *302*
Key Words: *Population dose, Medical exposure, Photofluorography, Mass survey*

The population dose from mass photofluorography of stomach have been estimated on the basis of nation wide radiological survey. The number of photofluorographic examinations was 2.38 million for male and 1.74 million for female, with a total of 4.12 million. The gonad doses were determined with an ionization chamber, using a tissue equivalent phantom. The gonad dose for male was 10.4 mrad per examination and for female was 150 mrad per examination. The active bone marrow doses at 32 points of bone marrow in the whole body were measured with thermoluminescent dosimeter. The mean marrow dose per photofluorographic examination was 450 mrad for male and 390 mrad for female. The child expectancy factor and the leukemia significant factor were calculated based on the Vital Statistics 1975. The genetically significant dose (GSD) and *per caput* mean marrow dose (CMD) were calculated by the formulae presented from the United Nations Scientific Comittee of Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). The resultant GSD was 0.15 mrad per person per year. The CMD was 16.5 mrad per person per year. The Leukemia significant dose (LSD) was determined by adopting a weight factor, that is Leukemia significant factor. The resultant LSD was 14.5 mrad per person per year. These population doses were compared with those from diagnostic medical X-ray examinations in 1974.

1. 緒　言

診断用X線による国民線量については既に1959年，1969年，1974年の調査にもとづく推定値を[1)~3)]「原子放射線の効果に関する国連科学委員会（UNSCEAR）」に報告している．その中で第1回は胃集検は全くなかつたが，第2回には約180

万件あつた．第3回は調査対象が一般患者のみに限定したため，集検は全て除外した報告書となつている．

胃癌の発生は国によつて大きな差があり，日本を始めチリー等数カ国が異常に高い値を示している．そのため日本での上部消化器のX線検査は集検を除外しても，1974では年間 1,200万件，撮影枚数は 8,000万枚[4] にもなり，人口 1,000人当りの骨髄の Collective dose[5] は英国の18倍，オランダの40倍にもなつている．一方地方自治体を始め各企業は胃癌の早期発見のため胃の集団検診の拡大に力を入れており，国民線量の増大は容易ならぬものを感じさせられるに至つた．

集団検診の対象者は大部分が健康人であるため，1975年の UNSCEAR でも大きな関心をよせている．厚生省を始め関係各機関でもその適正化について検討を始めているし，医学放射線学会でも学問的な裏付けのある態度を表明する必要があると思われる．本調査研究がこれ等の問題の資料となれば幸いである．

2. 調査方法

集団検診としては間接撮影によるスクリーニングと，その結果によつておこなう精密検査があるが，後者は既に一般患者の調査[4] で補捉されているので，今回は前者のみを対象とした．

(1) 調査対象施設

胃集検をおこなつている施設については，日本胃集団検診学会が大部分把握しており，同学会の発行している全国集計調査対象機関名簿[6] に掲載されている．この名簿にある施設を次の4グループに別けて調査した．なおこの名簿にない施設が45あつたので，これは別途調査してDグループとした．

A—1　各県にある「対がん協会」

A—2　対がん協会がないか，あつてもX線検査をやつていない県の衛生部

B　胃集検学会名簿にあるもので，上記Aに報告していない施設のなかで地域集検を対象にしている施設

C　同上職域を対象にしている施設

D　上記のどれにも入らず，独自でおこなつている施設

上記5グループの合計は 778施設であつた．AとDについては全数を調査し，BとCについては無作為に20%抽出した，合計 229施設を調査した．その調査施設数，回答施設数等を Table 1に示す．

(2) 調査項目

調査は2回に別けておこなつた．第1回目の調査は昭和50年1月から12月までの1年間におこなつた胃集検のための間接撮影件数の性別，年齢（5歳間隔）別頻度分布，ならびに1件あたりの平均撮影回数と，その体位である．これに対する回答は 191施設（回答率83%強）であつた．第2

Table 1. The datails of the size of samples for the nation wide radiological survey

Group of Facilities	All Facilities (X)	Sampled Facilities (Y)	Answered Facilities (Z)	Ratio (Y/X)	Ratio (Z/Y)
A-1	35	35	35	1.00	1.00
A-2	12	12	12	1.00	1.00
B	489	98	74	0.20	0.76
C	197	39	30	0.20	0.77
D	45	45	40	1.00	0.81

A-1; Japan Cancer Society
A-2; Deparptment of Public Health in Prefecture
B; Mass Screening Association (membership list by reginal groups)
C; Mass Screening Association (membership list classified by occupations)
D; Others

(1) Radiography
1 Image system
(1) Lens Camera　(2) Miller Camera　(3) Image Intensifier
(4) High rosolution Image Intesifier　(5) Others
2 X-ray tube equipment
(1) Over tube　(2) Under tube
3 Focus-Fluoroscopic screen distance.　□□□ cm
4 Field size (at Fluoroscopic screen)　□□×□□ cm, □□ cm ϕ
5 Exposure factors

	Tube voltage	Tube current
PA	□□□ kV	□□□ mAs or Photo-timer
Obliqu	□□□ kV	□□□ mAs or Photo-timer

6 Position
(1) Upright Position Postero-Anterior Ba Filling method (UPAF).
(2) Upright Left Anterior Oblique Barium Filling method (ULO)
(3) Prone Position A-P Ba Filling method (APF)
(4) Supine Position P-A Double Contrast method (PAD)
(5) Supine Position Left Anteriol Oblique Ba Filling method (LOF)
(6) Supine Position Right Anteriol. Oblique Ba Filling method (ROF)
(7) Prone Position A-P Mucosal method (APM)
(8) Others
(2) Fluoloscopy
1 Time　□□□ sec
2 Mean field size　□□×□□ cm,　□□ cm ϕ
3 Image system
(1) Image Intensifier.　(2) Fluoroscopic screen
4 Fluoroscopic factor
(1) Tube voltage □□□ kV　(2) Tube current □□ mA
(3) Focus-Fluoroscopic screen distance　□□□ cm

Fig. 1. Form of questionnairs for photofluorographic factor

回目の調査は第1回の回答のあつた施設から無作為に25%（48施設）を抽出して照射条件を調査し，38施設から回答を得た（81%）.その調査表をFig. 1に示す.

3. 調査結果

(1) 撮影件数

各グループ別（A～D）の昭和50年中における性別，年齢別の撮影件数は Table 2 の如くなる．但しB，C，Dグループについては回答数を回答率で割り，さらにB，Cグループについてはそれを5倍（抽出率の逆数）している．Table 2 に示すように年間の間接撮影の件数は男 238万件，女 174万件でいづれも40～49歳のグループが最も多い．

(2) 平均撮影枚数

撮影枚数の回答のあつた 115施設（50%）の合計の撮影枚数は 670枚で1施設の1件あたりの平均撮影枚数は5.82枚となつた．そのグループ別，枚数別の頻度を Table 3 に示す．

(3) 撮影体位

撮影体位について回答のあつた74施設（32%）では，立位正面充満（立正充）が最も多く，つづいて腹臥位正面充満，背臥位二重造影撮影であつた．体位別の頻度分布を Table 4 に示す．

(4) 撮影管電圧

管電圧については回答のあつた38施設の中，最も多かつたのは 110kV であつた．施設による管電圧の使用頻度分布を Table 5 に示す．平均の管電圧は約 103kV であつた．

(5) 記録系

Table 2 The annual number of photoflucrographic examinations in Japan (1975)

Male group	Age											
	<19	—24	—29	—34	—39	—44	—49	—54	—59	—69	70<	Total
A	427	4,637	30,742	57,896	133,066	213,629	216,772	157,156	100,161	99,035	31,135	1,044,656
B	3,185	11,148	13,223	40,950	94,001	126,631	129,823	107,078	67,383	75,068	14,207	682,697
C	328	1,100	10,591	14,583	39,524	75,358	73,093	53,519	29,619	15,148	2,055	314,918
D	774	5,295	16,305	22,663	43,500	76,957	77,110	51,456	26,805	16,368	4,408	341,641
Total	4,714	22,180	70,861	136,092	310,091	492,575	496,798	369,209	273,968	205,619	51,805	2,383,912
Female group												
A	340	2,566	12,117	46,499	121,536	179,436	176,699	149,936	108,014	120,953	27,040	945,136
B	1,300	5,882	13,150	39,391	73,298	108,954	113,937	100,648	65,896	70,039	9,674	602,169
C	230	520	2,049	3,033	6,840	14,747	13,460	9,094	6,073	3,972	256	60,274
D	387	2,160	2,736	5,972	14,871	28,135	27,194	19,458	13,231	12,489	2,721	129,354
Total	2,257	11,128	30,052	94,895	216,545	331,272	331,290	279,136	193,214	207,453	39,691	1,736,933

Table 3 The numbe of exposure per photofluorographic examination.

group		exposure/examination								Total	mean
		4	5	6	7	8	9	10	12		
A	Facilities		15	19	1					35	5.60
	exposure		75	114	7					196	
B	Facilities	1	16	18	1	1	1		1	39	5.84
	exposure	4	80	108	7	8	9		12	228	
C	Facilities		6	11	1	4		1		23	6.30
	exposure		30	66	7	32		10		145	
D	Facilities		8	9	1					18	5.60
	exposure		40	54	7					101	
Total	Facilities	1	45	57	4	5	1	1	1	115	5.82
	exposure	4	225	342	28	40	9	10	12	670	

Table 4 Frequency of radiographic method

group	method								total
	UPAF	ULO	APF	PAD	LOF	ROF	APM	others	
A	39	29	28	30	28	9	6	23	192
B. C	41	34	38	34	28	21	11	32	239
total	80	63	66	64	56	30	17	55	431
rate	0.19	0.15	0.15	0.15	0.13	0.07	0.04	0.12	1.00

U: Upright O: Oblique M: Mucosal
R: Right F: Filling PA: Postero-Anterior
L: Left D: double contrast AP: Antero-Posterior

Table 5　Frequency of tube voltage

Tube voltage (kV)	> 120	110	100	90	80	70
Facilities	8	18	4	1	4	3

Table 6　Frequency of image system

Image system	Lens	Miller	II	HI. II	Total
Facilities	2	26	5	4	37
Rate	0.05	0.70	0.14	0.11	1.00

Lens; Lens Camera, Miller; Miller Camera, II; Image Intensifier, HI. II; High Resolution Image Intensifier.

Table 7　The position of center axis in X-ay beam

	UPAF	UPAM	APM	APF	PAF	PAO
Number rof Film	99	100	98	50	100	99
Position of Lumbar vertebrase	2.2	2.1	1.1	1.2	1.4	1.2
Standard Deviation	0.99	0.99	0.94	0.91	0.95	0.87

Table 8　Conditions of fluoroscopy

Image system	FFD (cm)	kV	mA	Time (sec)	FU
Fluoroscopic screen	50	90	1	59	0.75
Image Intensifier	80	70	0.35	89	0.25

FFD:　Focus-Fluoroscopic screen Distance
FU:　Frequency in use

撮影について回答のあつた37施設ではミラーカメラが最も多く全体の72%を占めており，レンズカメラは僅か2施設であつた．その頻度分布をTable 6に示す．

(6)　照射野

回答のあつた36施設の平均照射野は 940cm^2 で正方形にすると1辺が30.6cm となつた．なお最小は直径9インチの円，最大は45×45cm^2 の正方形であつた．

(7)　照射野の中心の位置

550枚の間接撮影フイルムを Table 7 の如く6体位に別け照射野の中心を腰椎の高さで表わした．第1腰椎の中心を基点（0）として脊椎の中心から中心までの間隔を1とし，その間を10等分して表示すると照射野の中心は Table 7 の如く，立位では第2腰椎のやや下，臥位では第1腰椎のやや下となつた．

(8)　透視条件

位置決めのための透視では，蛍光板（レンズとミラーカメラ）と Image Intensifier とでは Table 8 に示すように大きく異なつている．透視時間は蛍光板使用24施設の平均透視時間 T_1 は59秒で，その標準偏差は36秒，II 使用8施設の平均透視時間 T_2 は89秒で標準偏差は75秒であつた．

透視の平均時間Tは上記の T_i の値と Table 8 の使用率 q_i との積和（$\sum T_i \cdot q_i$）から66.2秒となつた．

4.　線　量

(1)　照射線量

(i) 撮影　大部分の施設がフォトタイマを使用しているため，実験室でファントムを使用して線量を推定することが困難であつた．そのためTLD素子（極光MSO）を各施設に郵送し，これを各施設で三種類の腹厚の人の背中の照射野の中心に貼付して立位正面充満の条件で照射したものを返送してもらい，放医研で線量を推定した．その結果をTable 9に示す．

平均照射線量（$\bar{R}$）は腹厚18～19cmの人の値（E_i）とTable 6の各記録系の使用頻度（p_i）とから $\bar{R}=\sum p_i E_i$ を求めると1.54Rとなる．なお，斜位では約1.2倍，臥位では約0.8倍となる．

(ii) 透視　Table 8の透視条件にしたがつてファントムをおいたとき，その照射野中心の皮膚表面での照射線量（R′）をTLDで測定した結果，蛍光板透視の条件で2.6R，IIのとき0.54Rとなつた．従つて，平均透視照射線量（$\bar{R}'$）は3—(8)で示された蛍光板とII透視の使用率から2.1Rとなつた．

(2)　生殖腺線量

(i) 撮影

(a) 1Rあたりの生殖腺線量　X線管照点から45cmの距離に$M_{IX}DP$製のファントム（50×30×18cm）をおき，透過面での照射野を30×30cmとして，Fig. 2の如き配置で管電圧を70kVおよび100kVで照射したときのA，BおよびC点の線量を内径0.6cm，長さ2.5cmの電離箱で測定した．AおよびB点は睾丸線量を推定するために設けられた測定点で，ファントム端の表面および中心点に相当する．C点は卵巣線量を推定するための測定点である．これらの測定点で測定された結果をTable 10に示す．ここで照射野の中心を第2腰椎としたときはa=30cm，b=16cm，第4腰椎としたときはa=25cm，b=11cmとした．

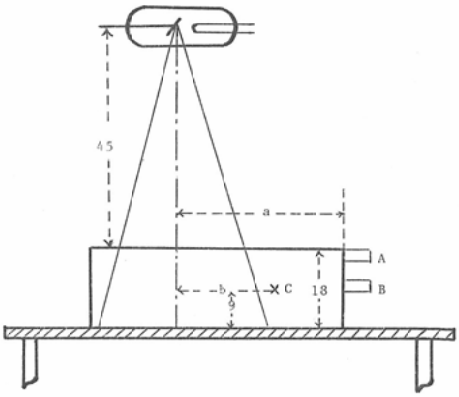

Fig. 2　Geometry of Irradiation (cm)

(b) 1Rあたりの平均生殖腺線量　Table 4の被検者の体位の頻度分布（p_i）と3—(7)で求めた照射野の中心の位置，さらに実態調査から得られた平均の管電圧（103kV）などを考慮して，Table 10の実験値から各体位における生殖腺線量を推定するとTable 11の如くなる．

Table 11から1回の撮影による平均生殖腺線量 $g\bar{d}$ は $\sum p_i \cdot {}_g d_i$ となり，男が1.06mR女が15mRとなる．これにラド換算係数0.915を掛け，吸収線量は男（$g\bar{d}^{(M)}$）が0.96mrad，女（$g\bar{d}^{(F)}$）が14 mradとなる．

(ii) 透視　透視の場合の管電圧はTable 8の如く蛍光板で90kV，IIで70kVである．Table 10，11の値から1Rあたりの生殖腺線量は90kV

Table 9　Exposure at the skin of center beam (R)

Thickness of body	Image system						
	Miller		II		HI. II		Lens
	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$
15—16 cm	1.39	0.8	0.06	0.02	0.04	—	1.62
18—19 cm	2.04	1.37	0.11	0.04	0.05	0.01	2.18
20—21 cm	2.89	0.95	0.36	—	0.09	0.05	3.65

Table 10　Gonad dose per exposure at skin (mR/R)

Tube voltage (kV)	100			70	
Lumber Ver. (position of beam center)	L—I	L—II	L—IV	L—II	L—IV
D_A	(0.60)	1.2	4.6	0.7	3.1
D_B	(1.00)	1.9	9.8	1.4	6.8
$\frac{D_A\ D_B}{2}$	(0.80)	1.55	7.2	1.1	5.0
D_C	(15)	31	132	18	95

The value of L-I are estimated from the value of L-II and L-IV

Table 11　Gonad dose by type of position

Position	UPAF	ULO	APF	PAD	LOF	ROF	APM	Others	$\sum p_i\ {}_gd_i$
Frequency (P_i)	0.19	0.15	0.15	0.15	0.13	0.07	0.04	0.12	
Testis (${}_gd_i^{(M)}$)	1.60	1.85	0.60	0.65	0.82	0.82	0.50	0.90	1.06
Ovary (${}_gd_i^{(F)}$)	21	26	10	10	11	11	8	14	15

で男0.96，女13mR，70kV で男0.70，女 9.5mR となる．これ等にラド換算係数 0.915を掛けてそれぞれ90kV で男0.88，女12，70kV で男0.64，女 8.7mrad となる．

(iii) 1件あたりの平均生殖腺線量 (d_g)

(a) 撮影　1Rあたりの生殖腺線量 (${}_gd$)，平均照射線量 ($\bar{R}$) と平均撮影枚数 n とから，1件あたりの生殖腺線量 (${}_g\bar{d}$) は ${}_gd \cdot \bar{R} \cdot n$ で求められる．これ等は既に4—(2)(b)，4—(1)(i)，3—(2)によつて求められた．${}^{(M)}{}_gd=0.96$ mrad，${}^{(F)}{}_gd=14$mrad，$\bar{R}=1.54$R，n=5.82回から ${}^{(M)}d_g=$ 8.6mrad，${}^{(F)}d_g=$ 125mrad となる．

(b) 透視　4—(2)(ii) で求められた1Rあたりの平均生殖腺線量 (${}_gd'$) と，4—(i)(ii) で求められた1件あたりの照射線量 $\bar{R}'$ と3—(8) の蛍光板 (90kV) と II (70kV) の透視の使用頻度分布 (p_i) から位置決め透視による1件あたりの平均生殖腺線 (${}_g\bar{d}'$) は ${}_gd'$，$\bar{R}'$，p_i の積の和から男 (${}^{(M)}{}_g\bar{d}'$) が 1.8mrad，女 (${}^{(F)}{}_gd$) が25mrad となる．

(c) 平均生殖腺線量　1件あたりの平均生殖腺線量 (d_g) は上記の撮影の線量 (${}_g\bar{d}$) と透視の線量 (${}_g\bar{d}'$) の和となり，男 ($d_g^{(M)}$) が 10.4 mrad，女 ($d_g^{(F)}$) が 150mrad となる．

(3) 骨髄線量

(i) 撮影

(a) 1Rあたりの骨髄線量　大きさ60×30×25cm のポリエスチレンの容器に Table 12に示すような部位に TLD 検出器を33個入れた骨を入れ，深さ18cm まで水を入れ，X線管焦点から水面までの距離を45cm とし，ファントムの下面で照射野が30×30cm になるように線束を絞る．管電圧 100kV と70kV のそれぞれに対して，ビームの中心を第2，第4腰椎にしてX線を照射したときの水面における照射線量と骨髄中の吸収線量を TLD にし測定し，骨髄線量 (md) を次式によつて算出した．

$$md=\frac{\sum M_i \cdot \Delta_i}{\sum \cdot \Delta_i} \qquad (1)$$

ここで M_i は各検出器が代表する骨髄の重さ，Δ_i は各検出器によつて測定された線量，なお $\sum M_i$ は 765g[7)8)] とした．照射線量1Rあたりの md の値を各体位別に示すと Table 13の如くなる．

(b) 1Rあたりの平均骨髄線量　Table 4に

Table 12 Bone marrow distribution for Japanese[8] and number of detectors (TLD).

Part	Bone marrow weight (g)	Number of detectors
Cervical vertebrae	22.3	1
Sternum	20.6	1
Scapulae	16.7	1
Clavicle	5.6	1
Ribs	104.5	7
Thoracic vertebrae	101.0	7
Lumbar vertebrae	85.8	5
Sacral vertebrae	65.8	2
Illiac bone	170.2	8
Total		33

Table 13 Bone marrow dose per exposure at skin (mR/R)

Tube voltage (kV)	100			70	
Lumar vertebrae (position of beamcenter)	L-Ⅰ	L-Ⅱ	L-Ⅳ	L-Ⅱ	L-Ⅳ
UPAF	(40)	46	69	33	49
UAPF	(34)	37	33	19	21
PAF	(32)	37	55	27	40
APF	(27)	30	26	15	17
SO	(48)	55	83	41	59

The values of L-Ⅰ were estimated from the L-Ⅱ and L-Ⅳ values.

Table 14 Bone marrow by type of position

Position	UPAF	ULO	APF	PAD	LOF	ROF	APM	Others	$\sum p_i d_i$
Frequency (p_i)	0.19	0.15	0.15	0.15	0.13	0.07	0.04	0.12	
Bone marrow dese (d_i)	48	57	28	33	50	50	25	37	42

U; Upright, O; Oblique, M; Mucosal, R; Right, F; Filling, PA; Postero-Anterior; L; Left, D; Double Contrast, AP; Antero-Posterior,

よる体位別の撮影頻度と3—(7)の照射野の中心を考慮したTable 13の骨髄線量を考慮して，実態調査によつて求められた各体位の線量を推定すると100kVのときTable 14の如くなる．この表の p_i と d_i の積の和から1回の撮影の平均骨髄線量 ($m\bar{d}$) は42mradとなる．女性の場合は身長，体重を考慮して男性の0.87倍とした．

(ii) 透視

透視の場合の骨髄線量はTable 8の如く蛍光板で90kV，II で70kV，その頻度は0.75と0.25である．各体位について位置決めのための透視がおこなわれるので，その頻度は撮影の場合と同じと考え骨髄線量 (md′) は90kV で36mrad，70kV で27 mradとした．この値を前記の両者の頻度分布から，1Rあたりの透視の平均骨髄線量 ($m\bar{d}'$) を男性34mrad，女性はその0.87倍とした．

(iii) 1件あたりの平均骨髄線量 (dm)

(a) 撮影 4—(3) (i) bで求められた

Table 15 Child expectancy and future number of children in the population by age-group

	Age-group (years old)	Population N_k	Child expectancy W_k (W_{jk})	Future number of childrdren N_k W_k
Male	0 — 14	13,546×10³	2.209	29,923×10³
	15 — 19	4,150	2.209	9,167
	20 — 24	5,135	2.176	11,174
	25 — 29	4,737	1.671	7,916
	30 — 34	4,441	0.600	2,664
	35 — 39	4,211	0.178	749
	40 — 44	3,973	0.048	191
	45 — 49	3,346	0.016	54
	50 — 54	2,305	0.005	12
	55 — 59	2,501	0.0016	3
	60 — 64	1,868	0.0004	0.7
	65 — 69	1,459	0.0002	0.3
	70 — 74	1,093	0.0001	0.1
	75 —	1,005	0.00003	0.03
	Subtotal	53,320×10³		61,855×10³
Female	0 — 14	12,890	2.105	33,448
	15 — 19	4,017	2.105	8,456
	20 — 24	5,162	1.997	10,309
	25 — 29	4,825	1.128	5,443
	30 — 34	4,500	0.275	1,238
	35 — 39	4,234	0.046	195
	40 — 44	3,559	0.0044	16
	45 — 49	3,518	0.00012	0.4
	50 — 54	2,959	0.000000	
	55 —	9,316		
	Subtotal	54,980×10³		59,105×10³
Total		108,300×10³		120,960×10³

1 Rあたりの平均骨髄線量，男 ($^{(M)}m\bar{d}$) 42mrad, 女 ($^{(F)}m\bar{d}$) 36.5mrad と4—(1) (i) で求められた平均照射線量 ($\bar{R}$=1.54 R) に1件あたりの平均照射枚数 (n) 5.82回から，1件あたりの平均骨髄線量 (d_m) は $m\bar{d}\cdot R\cdot n$ で求むられ，男 $^{(M)}d_m$= 376mrad, 女 $^{(F)}d_m$ 327=mrad となる．

(b) 透視　4—(3) (ii) で求められた1 Rあたりの平均骨髄線量 (md) と4—(1)(ii) で求められた照射線量 ($\bar{R}'$) と実態調査による3—(8) の蛍光板と II 透視の頻度分布の (p_i) から，位置決め透視による1件あたりの平均骨髄線量 ($m\bar{d}'$) は md', $\bar{R}'$, p_i の積の和から男 ($^{(M)}{}_m\bar{d}'$) 74mrad, 女 ($^{(F)}{}_m\bar{d}'$) 64mrad となる．

(c) 平均骨髄線量　1件あたりの平均骨髄線量 (d_m) は上記の撮影の線量 ($m\bar{d}$) と透視の線量 ($m\bar{d}'$) の和となり，男 ($d_m{}^{(M)}$) 450 mrad, 女 ($d_m{}^{(F)}$) 390mrad となる．

5. 国民線量の推定

胃集検 (間接) による国民線量の対象として遺伝有意線量，骨髄線量と白血病有意線量を推定し，さらに皮膚線量についても算出する．

(1) 遺伝有意線量 (GSD)

GSD (D_G) は1962年「国連原子放射線の効果に関する科学委員会 (UNSCEAR)」[9] から提出されている (2) 式によつて求める．

$$D_G=\frac{\sum_j\sum_k(N_{jk}^{(M)}W_{jk}^{(M)}d_{jk}^{(M)}+N_{jk}^{(F)}W_{jk}^{(F)}d_{jk}^{(F)})}{\sum_k(N_k^{(M)}W_k^{(M)}+N_k^{(F)}W_k^{(F)})} \qquad (2)$$

ここで，

D_G＝年間の遺伝有意線量

N_{jk}＝j タイプの照射を受けた k 年齢層の人の数

N_k＝ k 年齢層の人口

W_{jk}＝j タイプの照射を受けた k 年齢層の人に将来期待される子供の数（子供期待数）

W_k＝k年齢層の人に将来期待される子供の数（子供期待数）

d_{jk}＝j タイプの照射を受けた k 年齢層の人の1回の照射あたりの生殖腺線量

（F）および（M）はそれぞれ「女性」および「男性」を表わす．

N_{jk} は Table 2 の値を使用する．

W_k は1974年の人口統計[8]から算出した Table 15に示す値を用いる．これ等の値を第2式に入れて計算すると GSD は男性で0.03mrad per person per year，女性で 0.124mrad per person per year となり，GSD は合計 0.154mrad per person per year となる．

(1)　平均骨髄線量と白血病有意線量

放射線による白血病発生のメカニズムは解明されていないが，造血臓器，特に赤色髄がこれに関連していると考えられており，USCEAR の報告書では集団1人当りの平均骨髄線量（D_M）を3式で計算するように提案されている[10]．

$$D_M=\frac{\sum_j\sum_k(N_{jk}^{(M)}d_{jk}^{(M)}+N_{jk}^{(F)}d_{jk}^{(F)})}{\sum(N_k^{(M)}+N_k^{(F)})} \qquad (3)$$

この外に白血病発生因子（L_K）を考慮した白血病有意線量（D_L）を第4式によつて計算した．

$$D_L=\frac{\sum_j\sum_k(N_{jk}^{(M)}d_{jk}^{(M)}L_{jk}^{(M)}+N_{jk}^{(F)}d_{jk}^{(F)}L_{jk}^{(F)})}{\sum_k(N_k^{(M)}L_{jk}^{(M)}+N_k^{(F)}L_{jk}^{(F)})} \qquad (4)$$

（3）（4）式で N_{jk}, N_k, (M) および (F) は（2）式と同じ，d_{jk} は間接撮影を受けた人の骨髄線量で4—（3）（iii）に述べた．また，白血病有意率 L_{jk} は各年齢層の人の平均余命と広島，長崎での被曝後の白血病発生頻度から求めた[3]もので，その値を Table 16に示す．

これ等の値を（3）および（4）式に入れて計算した結果，男性，女性の平均骨髄線量および白血病有意線量はそれぞれ次の如くなつた．

$D_M^{(M)}$＝10.2mrad per person per year

$D_M^{(F)}$＝6.3mrad per person per year

$D_L^{(M)}$8.8mrad per person per year

$D_L^{(F)}$＝5.7mrad per person per year

(3)　皮膚線量

被検者のX線入射面で，利用線錐中心での平均照射線量は4—（1）により，撮影1回あたり1.54R，透視1件あたり 2.1Rである．第1次蛍光面での照射野が30×30cm² とすれば，被検者の

Table 16　Leukemia Significant FActor, L_{jk}

Age group	Male	Female
0 — 2	0.98	0.98
3 — 7	0.99	1.00
8 — 14	0.99	1.00
15 — 19	0.99	0.99
20 — 24	0.99	0.99
25 — 29	0.98	0.99
30 — 34	0.97	0.98
35 — 39	0.96	0.98
40 — 44	0.94	0.97
45 — 49	0.91	0.95
50 — 54	0.85	0.91
55 — 59	0.78	0.87
60 — 64	0.70	0.80
65 — 69	0.58	0.70
70 — 74	0.41	0.58
75 —	0.28	0.40

X線入射面での面積は約20×20cm² となる．胃集検1件あたりの撮影回数を5.82回とすれば，1件あたり皮膚の受ける線量は撮影で3,585R・cm² となる．同様に，透視では840R・cm² となるすなわち，胃集検を1回受けると撮影と透視との合計で0.44R・m² の照射線量を皮膚が受けたことになる．年間 412万件のX線間接撮影による胃集検によつて，照射された皮膚の線量は 1.8×10⁶R・m² となり，日本の人口を 1.1億人とすれば国民1人

Table 17. Genetically significant dose (GSD), per Caputmean bone marrow dose (CMD), Leukamia significant dose (LSD) from stomach mass survey

age group(yr)		—19	—24	—29	—34	—39	—44	—49	—54	—59	—69	70—	total
GSD μ rad per person	M*	0.89	4.15	10.2	7.0	4.7	2.0	0.68	0.16	0.03	0.005	0.0004	30
per year	F**	6.0	28	42	33	12.5	1.83	0.05	—	—	—	—	123
total		6.9	32	52	40	17.2	3.8	0.73	0.16	0.03	0.005	0.0004	153
CMD, mrad per person	M	0.02	0.09	0.30	0.57	1.30	2.07	2.08	1.54	1.15	0.86	0.22	10.2
per year	F	0.008	0.04	0.11	0.34	0.79	1.20	1.20	1.01	0.70	0.75	0.14	6.3
total		0.03	0.13	0.41	0.91	2.1	3.3	3.3	2.5	1.9	1.6	0.36	16.5
LSD, mrad per person	M	0.02	0.09	0.29	0.55	1.25	1.95	1.89	1.31	0.90	0.55	0.09	8.9
per year	F	0.008	0.04	0.11	0.33	0.77	1.16	1.14	0.91	0.60	0.56	0.07	5.7
total		0.03	0.13	0.40	0.88	2.0	3,1	3.0	2.2	1.5	1.1	0.16	14.6

M*=Male　　F**=Female

Table 18 Comparison of Population Dose (mrad per person per year)

Examination	GSD			CMD			LSD		
	male	female	total	male	female	total	male	female	total
Radiography*	6.38	4.72	11.10	21.1	15.9	37.0	18.1	14.0	32.1
Fluroscopy*	1.45	3.98	5.43	38.6	31.4	70.0	33.2	28.0	61.2
Photofluorography	0.03	0.12	0.15	10.2	6.3	16.5	8.9	5.6	14.5

* Data in 1974

あたり年間16.5mR・m² となる．皮膚線量としてはさらにX線の透過側にある皮膚も考慮しなければならない．日本人の平均の腹厚を18cm とすれば，人体透過率は 0.075であることが実験から推定された．従つて，X線の入射および射出面の両方を考慮した全皮膚線量は約18mR・m² となる．

皮膚癌の決定臓器は全身の皮膚とし，このような低線量による皮膚癌の発生が皮膚面での面積で重みづけられた線量 mR・m² に比例すると仮定すれば，職業被曝のように全身被曝を1点で測定している値と対応する線量としては，上記の mR・m² を全身の皮膚面積で除した値を採用すべきである．近似計算によれば，例えば，身長 162cm，体重55kg の人の体表面積は約 1.6m² である．この値を用いれば，全身被曝に対応する胃集検での皮膚線量は18/ 1.6=11.2mR となる．

6. 考　察

(1) 胃集検による間接撮影の件数は前回の調査（1969年）で 183万件であつたものが今回（1975年）は 412万件と大幅に増加した．これは胃癌の早期発見について各方面で努力されているためと思われるが，現状では胃集検により利益と損失について適正な評価がされていないので，至急解決すべき２３の問題がある．

(2) 性別，年齢別による GSD, LSD への負荷量を示すと Table 17の如くなる．男女の比率は LSD では余り変わらないが GSD では男が80%近くに占めている．最も線量の多い年齢層は LSD では男女とも40～44歳，GSD では25～29歳である．

特に GSD では35歳未満の占める線量が76%にもなつている．若年層は発癌率の少ないことも考慮し至急対策をたてる必要がある．

(3) 撮影の大部分はフォトタイマを使用しているが，照射線量のバラツキが非常に大きい．これは胃の位置による個人差と，必要以上に高い比率のリスホルム，ブレンデの使用によると思われる．

(4) ミラーカメラに比較して II (Image Intedsifier) は照射線量が1/20，高解像 II (CsI) は1/40でよい．前者は解像力に難点があるが，後者は鮮鋭度でもすぐれているので，早急にこれに移行させる必要がある．

(5) 一般の診断における撮影と透視による GSD と LSD の比較を Table 18に示す．胃間接撮影による線量は GSD では撮影の14%であるが，LSD では45%にも達している．胃集検の今後の動向には十分注意が必要である．

7. 結　論

胃癌の早期発見のため最近胃の集団検診が急激に増加し，1975年には1969年の2倍以上の 412万件になつた．それにともないX線による遺伝有意線量は0.15mrad per person per year となり，日本全国における一般X線診断による線量の14%，白血病有意線量は14.5mrad per person per year で同一般X線診断の45%にも達している．特に胃癌の発生率の少ない35歳未満の人達による GSD が胃集検による GSD の75%にもおよんでいることは問題がある．撮影装置も旧式なミラーカメラが未だに70%以上を占めており，必要以上に線量を大きくしているので，この面でも至急対策をたてる必要がある．

本研究の実態調査は科学技術庁の実態調査費，線量推定は厚生省のがん助成金の援助によつたものである，又医師会，放射線技師会の協力に謝意を表す．

文　献

1) Research Group on the Genetically Significant Dose by Medical Use of X-ray diagnostic Examination in Japan (Head Miyagawa, T.): The Genetically Significant Dose by the X-ray Diagnostic Examination in Japan. Nippon Acta Radiol. 21: 565—614, 1961
2) Hashizume, T., Kato, Y., Maruyama, T., Kumamoto, Y., Shiragai, A. and Nishimura, T.: Genetically Significant Dose from Diagnostic Medical X-ray Examinations in Japan, 1969. Health Physics Vol. 23: 827—843, 1972
3) 橋詰　雅，丸山隆司，隈元芳一：診断用X線による国民線量の推定（1974）第2報 遺伝有意線量の推定；日医放会誌 36巻（1976） 208—215，第3報 骨髄線量と白血病有意線量の推定；日医放会誌 36巻，216—224，1976
4) 橋詰　雅，丸山隆司，隈元芳一：診断用X線による国民線量の推定（1974）第1報 撮影照射回数，透視件数および診断件数について；日医放会誌 36巻，47—55，1974
5) United Nations: Ionizing Radiation: Medical Irradiation A/Ac, 82/R July 1975
6) 日本胃集団検診学会：全国集計調査対象機関名簿，昭和50年9月1日
7) Hashizume, T., Kato, K., Maruyama, T., Kumamoto, Y., Shiragai, A. and Nishimura, A.: Population mean marrow dose and leukemia significant dose from Diagnostic Medical X-ray Examinations in Japan 1969, Health Physics Vol. 23: 845—853, 1972
8) Hashimoto, M. and Yamada, T.: Annual Report of Scientific Research Grants 1963, Ministry of Education, 1964
9) Report of the United Nations Scientific Comittee on the Effects of Atomic Radiation. General Assembly, Official Records, 13 session, Suppl. 17 (A/3838) New York (1958) and Suppl. 16 (A/5216), New York, 1962
10) United Nations: Ionizing Radiation: Levels and Effects vol. 1 New York, 1974