

Title	本邦における超高圧治療装置の調査 : 超高圧照射法の研究(第5報)
Author(s)	北島, 隆; 植田, 俊男
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1967, 27(3), p. 275-281
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18716
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

本邦における超高压治療装置の調査

超高压照射法の研究（第5報）

愛知県がんセンター放射線第2部（部長：北島 隆）

北 島 隆 植 田 俊 男

（昭和41年10月22日受付）

Survey on High-Energy Radiotherapeutic Machines in Japan

by

Takashi Kitabatake and Toshio Ueda

Dept. of Radiotherapy, Aichi Cancer Center Hospital, Nagoya, Japan

Surveys on high-energy radiotherapeutic unit, dosimetric apparatus, radiotherapeutic worker, patient distribution, etc. were carried out, sending questionnaires to hospitals having high-energy radiotherapeutic units in Japan.

There are 341 high-energy units at 31 Aug. 1966 in Japan, that is, 223 fixed-type telecobalt units, 86 rotation type telecobalt units, 18 betatrons, 7 linear accelerators, and 7 telecesium units. High-energy units were most frequently installed per head of population in Shikoku district, and less frequently in Hokkaido. Of hospitals having high-energy units, 89 per cent have radiologists, 12 per cent have physicists, and 96 per cent have X-ray technicians. Dosimeters are utilized in 84 per cent of hospitals.

Size of source of telecobalt unit was under 500 Ci in more than a half of hospitals. Rotation technique was applied to about 16 per cent of patients in an average. The maximum energy of betatron distributed between 15 to 31 Mev. Output dose of electron beam was 100 to 400 R/min in equalized beam. However output of X-rays was about one tenth of that of electron beam. X-rays emitted from betatron were not used therapeutically in more than a half of hospitals. The maximum energy of linear accelerator distributed between 4.3 to 6 Mev. The maximum X-ray output was nearly 400 R/min/m in the majority hospitals. Frequency of electron beam therapy was under 3 per cent of all patients treated by linear accelerator. Average number of patients treated by linear accelerator was 45 in a day.

In general tendency in Japan, cancers of the uterine cervix, breast, and esophagus were treated mainly by telecobalt or by linear accelerator, while cancers of the head and neck, and skin mainly by electron beam emitted from betatron.

緒 言

本邦においては昭和30年頃から⁶⁰Co遠隔照射装置が実用され、以後超高压治療装置は急速に増加し、活用されている。またベータトロン、リニア・アクセラレーターなどの粒子加速器も国産されるに至り、これも急激に設置される気運にあ

る。そこで、これらの装置はいかなる現状で運営されているか、すなわち、装置の実数はどれ程であるか、どんな種類の装置がどのように分布しているか、いかなる患者に主として照射されているか、放射線医、物理学者、X線技師は充分であるか、将来加速器を購入しようとしている病院はど

の位あるか、などの点について調査を行なったので、その概要を報告しようと思う。

方法

調査は、無駄を省くために、2段階に分けて行なった。すなわち、まず超高圧治療装置を製作販売する商社（輸入業者も含む）の協力により、かかる装置を購入し現有する病院のリストを作成した。このリストに載った病院数は270である。この270病院の保有する装置の種別、設置年度、病院の所在地などは各商社の調査により判明した。このデータを基にして結果の項の1、装置数の結果を得た。

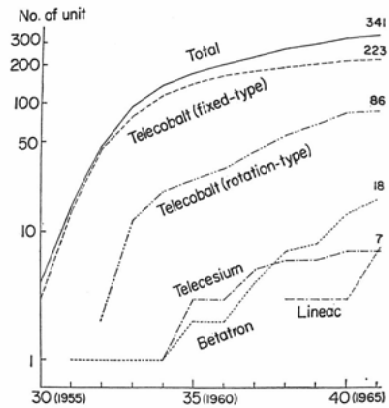
次に、これら270病院の病院長または放射線科医長に対し、治療装置の状況を知る目的で作成したアンケートを送付し、記載返送の協力を求めた。6週間後、回答のあったのは157通（58.1%）であった。従って、装置数以外の統計はこの有回答157通の分析に基づいている。

結果

1. 装置数：各商社によつて本邦の病院に納入された超高圧放射線治療装置は昭和41年8月現在で、総計341台である。その内訳は⁶⁰Co固定装置223、⁶⁰Co運動装置86、ベータトロン18、¹³⁷Cs装置7、およびリニア・アクセラレーター7である。昭和30年には⁶⁰Co固定装置3台、ベータトロン1台であったのが、10年間に急激に増加し、略々100倍に達した訳である。図1はその消長を示す。

地方別に調べると表1のごとくなる。人口の多い関東、関西、中部地方に台数が多いが、人口10⁵

図1 年代による超高圧装置数増加の状況
各曲線の最後の部分の数字は昭和41年8月の数



人¹あたりの割合で見ると四国が最も普及し、ついで中部、中国の順となっている。必ずしも関東地方に密であるとは云えない。いま癌患者が人口10⁵人あたり150であると見つもり²、その中の1/3に放射線治療が必要であると仮定すると（実際は癌治療施設を訪れ得ない患者もあるので、この仮定は過大評価のおそれがある）、1名の装置でもし平均50名の照射ができるとすれば（2000 Ci以上でなければ50名照射は難しいので、この仮定にも一寸無理がある）、人口10⁵人あたり、1台の超高圧装置があればよいことになる。表1の最下段の数値はかかる目論見で計算したものであるが、それによると、癌治療のために広く放射線を役立たせようとする、四国、中部、中国地方では現在数の約2倍、その他の地方では約3倍の超高圧治療装置が備えられねばならないことになる。

病院の規模による分類、すなわち大学病院、200

表1 超高圧治療装置の地方別の分布

地 方 名	北海道	東 北	関 東	中 部	関 西	中 国	四 国	九 州	合 計
装 置 数 (台)	⁶⁰ Co 固定装置	11	21	58	48	24	16	18	223
	⁶⁰ Co 廻転装置	2	10	22	19	11	10	2	86
	¹³⁷ Cs 照射装置			4				1	7
	直線加速器	1		3	2			1	7
	ベータトロン		2	4	2	5	2	1	18
	合 計	14	33	91	71	40	28	23	341
人口 (×10 ⁴) ¹⁾	500	930	2360	1670	1590	690	410	1280	9430
人口10 ⁵ 当りの現在台数	0.28	0.36	0.39	0.43	0.25	0.41	0.56	0.32	0.36
人口当りの理想台数	50	93	236	167	159	69	41	128	943

表2 病院の規模による装置の分布

病院	装置	⁶⁰ Co固定	⁶⁰ Co廻転	¹³⁷ Cs装置	リニアック	ベータ トロン	合計	病院数	1院当り 平均台数
大学病院		28	31	2		5	66	45	1.47
200床以上 (除大学)		144	49	4	6	6	209	165	1.27
200床以下		51	6	1	1	7	66	60	1.10
合計		223	86	7	7	18	341	270	1.26

表3 放射線治療専従人員

区分	人員(名)	0	1	2~3	4~5	6~9	10以上	不明	合計	総人員	平均
放射線 医	⁶⁰ Coのみの 病院	18 (12.5%)	68 (47.2%)	33 (22.9%)	9 (6.2%)	8 (5.6%)	6 (4.2%)	2 (1.4%)	144 (100.0%)	318	2.2
	加速器ある 病院			3 (23.1%)	3 (23.1%)	4 (30.7%)	3 (23.1%)		13 (100.0%)	108	8.3
	合計	18 (11.5%)	68 (43.1%)	36 (23.0%)	12 (7.7%)	12 (7.7%)	9 (5.7%)	2 (1.3%)	157 (100.0%)	426	2.7
物理学 者	⁶⁰ Coのみの 病院	131 (91.0%)	11 (7.6%)	1 (0.7%)	1 (0.7%)				144 (100.0%)	18	0.1
	加速器ある 病院	7 (53.8%)	2 (15.4%)	3 (23.1%)	1 (7.7%)				13 (100.0%)	13	1.0
	合計	138 (87.9%)	13 (8.3%)	4 (2.5%)	2 (1.2%)				157 (99.9%)	31	0.2
X 線技 師	⁶⁰ Coのみの 病院	6 (4.2%)	61 (42.4%)	57 (39.6%)	13 (9.0%)	6 (4.2%)	1 (0.7%)		144 (100.1%)	305	2.1
	加速器ある 病院		2 (15.4%)	5 (38.5%)	3 (23.1%)	3 (23.1%)			13 (100.1%)	50	3.8
	合計	6 (3.8%)	63 (40.1%)	62 (39.6%)	16 (10.2%)	9 (5.7%)	1 (0.6%)		157 (100.0%)	355	2.3

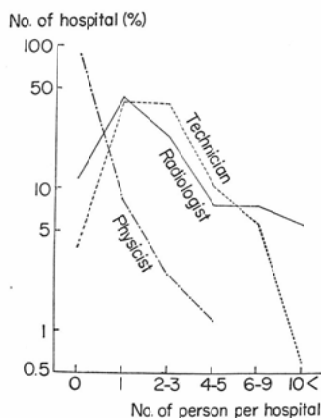
床以上の病院（除大学），200床以下の病院の3種に分けて装置の現有数を調べると表2のごとくなる。1院あたりの平均保有台数は341/270すなわち1.26台であるが，大学病院ではこれより多く，病院の規模が大きい程保有台数が多い傾向にある。

2. 専従人員：アンケートに回答を寄せた157病院の中で，放射線医のいるのは139(88.5%)，その中パートタイムでまかなっているのは9病院(7.1%)である。専門医なしで放射線治療を行なっている所が18病院(11.5%)である。しかし病院職制上放射線科がある場合に，他科の医師がその医長が兼ねる例も少なくない。かかる場合には積極的に回答が寄せられる傾向があるにせよ，放射線医ありと回答される可能性も考えられるので，実際は放射線医なしの病院の率はこれより上

廻るかも知れない。なおこの18病院は加速器を有していない。

物理学者のいる病院は約12% (19/157) であ

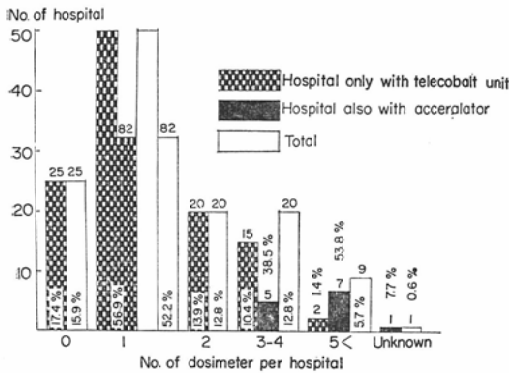
図2 放射線専従要員数の分布



る。加速器を持つ病院では13病院中の7病院に物理学者がをり、それでも略半数に過ぎない。また放射線治療に従事するX線技師は1院平均2.3名で、装置数平均1.26台に見較べると、1台当たり約2名となり、医師、物理学者に比してやや満足な数である。しかし放射線治療のために技師の定員を持たない病院が4%（6病院）もあるのは留意すべきことであろう。人員分布の概要を図2に、詳細を表3に示す。

癌治療対策には、機器の整備は勿論重要なことであるが、それと同時に、機器を活用する専従人員の養成とそれを適正に配置できるような行政措置の必要であることを、上述の統計は示している。

図3 線量計の保有台数調査



3. 線量計と線量測定：線量計をもつ病院は132（84%）、もたない病院25（16%）であった。線量計をもたない病院の大部分は、装置納入時に商社からデータの使用を受け、それを使用している。線量計を何台もつかの分布を図3に示す。略半数の病院は1台の線量計のみをもつが、加速器のある病院では3台以上持っている。

線量計を1台もつ病院82病院における頻度は、東芝直読線量計34、シーメンスユニバーサル10、島津直読型9、ラドコン6、その他13、不明（記載なし）10であった。また2台以上もつ病院では、東芝直読型32、シーメンスユニバーサル21、ラドコン15、ガラス線量計9、ビクトリンレーター9、コロニアル9などである。

表4 線量分布実測の方法

照射法 測定法	固定照射	運動照射	合計
等線量自記装置	25 (17.6%)		25 (12.7%)
点測定 (電離槽)	71 (50.0%)	24 (43.6%)	95 (48.2%)
フィルム法	15 (10.6%)	13 (23.6%)	28 (14.2%)
点測定とフィルム法	15 (10.6%)		15 (7.6%)
ガラス線量計	8 (5.6%)	10 (18.2%)	18 (9.1%)
その他	2 (1.4%)	3 (5.5%)	5 (2.5%)
不明	6 (4.2%)	5 (9.1%)	11 (5.6%)
合計	142 (100.0%)	55 (100.0%)	197 (99.9%)

線量分布を求める方法は、主として実測に頼るもの91（58%）で半数以上を占め、主として成書から引用して適用するもの47（30%）、主として商社のデータを使用するもの18（12%）であった。加速器をもつ病院では、実測10（77%）、成書引用1（8%）、商社提供2（15%）で、実測の割合が多い。物理学者をもつ割合に較べて、線量分布実測の割合が著しく多い訳である。

実測の方法を調べると表4のごとくなる。固定照射と運動照射では、その性格上、分布がやや異なるが、総じてみると略半数は電離槽型線量計による点測定に頼っている。なお表4の右端合計欄には実質的な意味はないが、大方の傾向を知るために求めたものである。点測定を行なっている病院実数は86であるが、この中、東芝直読型を用いるもの37（43%）、シーメンスユニバーサルを用いるもの19（22%）、その他を用いるもの18（21%）、記載のないもの12（14%）であった。

4. ⁶⁰Co 遠隔照射装置：⁶⁰Co 装置のある病院の中で今回回答を得たのは157病院であるが、2台以上もつ病院もあるので装置数合計は166台であった。この166台について昭和41年8月現在のCi数を調べると図4となる。Ci数不明分（記載ないもの）を除くと、約半数は500Ci以下である。廻転型の方が固定型よりも線源が大きい傾向にあるのは、線源皮膚間距離の違いからみて当然と思われる。

図4 ⁶⁰Co 照射装置の線源量 (Ci 数) の分布

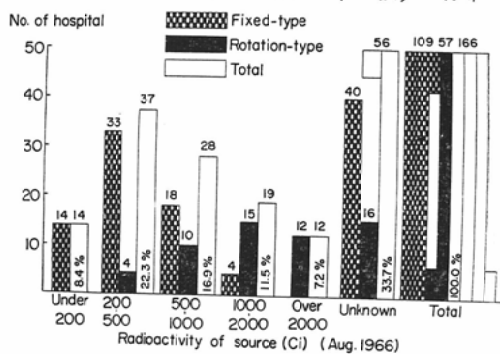
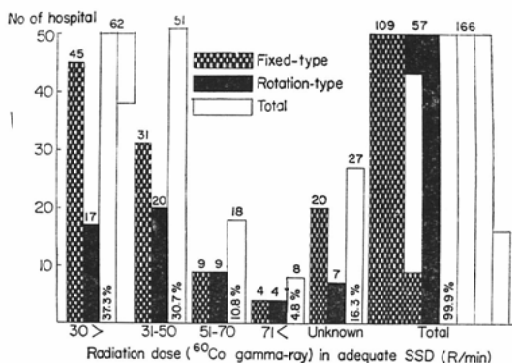


図5 普通用いられている距離における ⁶⁰Co 装置の線量率



次に、それぞれの病院で最も多く用いられている照射距離における線量率を図5に示す。すなわち、約¹/₃の病院では30 R/min、約²/₃では50 R/min以下であった。また各病院で使用している最大および最小照射野を調べて表5のごとくなる。

運動照射を行なっている患者の割合は、全く行なわない病院9(15.8%)、10%以下のもの20(35.1%)、11~20% 9(15.8%)、21~50% 9(15.8%)、50%以上の病院3(5.3%)、その割合の記載ないもの7(12.3%)で、平均すると約16%となる。

5. 加速器：現在加速器の備えなく、近い将来に購入の計画を立てている病院は49であった。ベータトロンとリニア・アクセラレーターの双方の希望を持つもの10で、他はいずれか一方である。いまこれを病院規模別、照射患者別に分類すると表6の通りとなる。大学病院や200床以上の病院(大学を除いた)に希望数の多いのは当然と考えられるが、1日の照射患者数が29名以下の病院に

表5 最大および最小照射野の調査

照射野の大きさ	最大照射野		最小照射野	
	固定	廻転	固定	廻転
400cm ² 以上	4 (4.3%)	4 (7.3%)		
220~399cm ²	33 (35.9%)	38 (69.1%)		
100~219cm ²	52 (56.5%)	13 (23.6%)		
49~99cm ²	1 (1.1%)		2 (2.4%)	2 (3.5%)
25~48cm ²	2 (2.2%)		28 (33.3%)	18 (31.6%)
9~24cm ²			47 (55.9%)	32 (56.1%)
8cm ² 以下			7 (8.3%)	5 (8.8%)
合計	92 (100.0%)	55 (100.0%)	84 (99.9%)	57 (100.0%)

表6 加速器購入計画のある病院

病院	加速器	両方		合計
		ベータトロン	リニアック	
規模から	大学病院	13	3	22
	200床以上(除大学)	11	10	25
	200床以下	1	1	2
照射患者数から	50名以上	3	2	6
	30~49名	7	2	14
	29名以下	15	10	29
合計		25	14	49

においても、加速器設置の希望が極めて大きいことが判った。

次に、購入予定なしの病院122の中で、その理由を記載しているものが77(63.1%)であった。その内訳をみるに、敷地に余裕がない10、予算がない33、患者が少ない6、病院の性格が違う7、採算がとれない4、高価である3、患者を専門機関に廻すからよい5、放射線医がない6、⁶⁰Co装置が入ったばかりだから1、⁶⁰Coでも充分治療できるから1、放射線効果の信頼性からみて加速器は不要1、であった。

現在すでに加速器をもつ病院の中でアンケートに回答されたのはベータトロン10病院(55.6%)、リニアック5病院(71.4%)である。この中で、いずれ一方をもつのが9病院、2台もつのが3病院である。

ベータトロン10台の最高エネルギーは 15 Mev 3台, 17~18Mev 2台, 21~26Mev 3台, 31 Mev 2台である。電子線量は最高エネルギーにおいて scattering foil をつけた場合に, すべて 400~100 R/min の範囲内に入る。同様にX線量は最高エネルギーにおいて flattness filter をつけた場合に, すべて40~10 R/min の範囲内にある。使用エネルギー範囲はそれぞれ 8~26, 7~15, 15, 6~15, 4~17.5, 10~31, 6~18, 6~20, 18~24, 4~21 Mev である。電子線治療の割合は病院によって差があり, 20~90%に亘るが平均約40%である。またベータトロンのX線を治療上使用しているかどうかは ⁶⁰Co 装置やリニアックを持つかどうかで, その割合が左右されるが, 全く使用しない病院6で過半数を占め, 使用する4病院はいずれも ⁶⁰Co もリニアックもない病院であった。

一方リニアック5台の中, 4台が最高エネルギー6 Mev で, 他の1台が 4.3 Mev であった。最大線量は 400R/min が3台, 300R/min が1台, 140R/min が1台である。電子線使用頻度は, 3病院では0%, 他は5%と2.6%であった。またリニアック1台で1日に照射する患者数は25~70名で平均45名である。リニアックX線と ⁶⁰Co との使いわけの基準は, リニアックは主として根治照射に使うというのが3病院, 術後照射は主として ⁶⁰Co を使うというのが2病院であった。リニアックの故障のため照射を中断した日数は2日/月以下2病院, 3日/月, 5日/月が各1不明が1病院であった。

6. 患者の分布

照射患者の数を各部位に分けて記載を求めたところ, 実数を報告したものを, 割合(%)を報告したものもあつた。それで全照射患者の実数は得られなかつた。しかし全報告数を100%とした時の各部位ごとの癌の割合は求め得るので, その結果を図6に示す。これをみると ⁶⁰Co とリニアック照射患者の分布は略々同じで子宮癌が最も多い。それに対しベータトロン(電子線)では頭頸部腫瘍と皮膚癌が多い。すなわち現状では, ベ

図6 装置による患者の分布

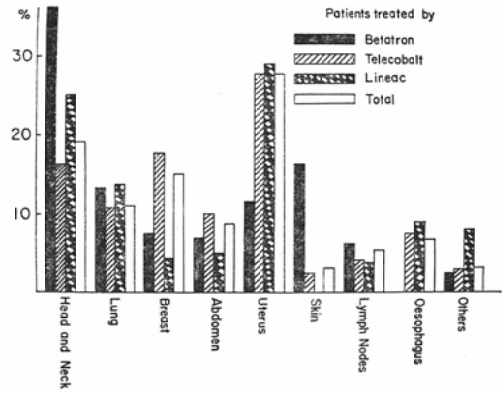
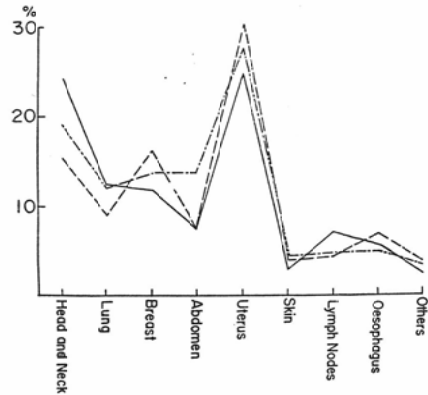


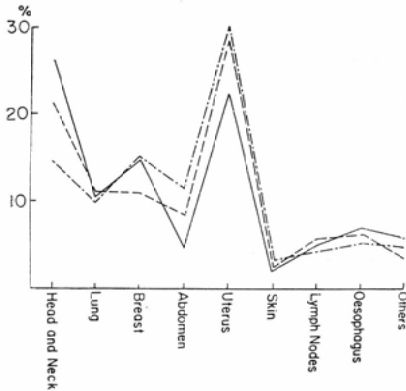
図7 病院の規模による患者の分布
実線が大学病院, 破線が200床以上の病院, 鎖線が200床以下の病院である。病院の規模による患者傾向はない。



ータトロンは頭頸部と皮膚癌に最も多く用いられ, リニアックは子宮癌, 肺癌, 頭頸部などに多く用いられていることが判つた。また乳癌は ⁶⁰Co によるのが多かつた。これは前項の ⁶⁰Co とリニアックの使いわけ基準と同じ方向の傾向である。

次に病院の規模によって患者分布が異なるかどうかをみるために, 病院を大学病院, 大学以外の200床以上の病院, 200床以下の病院の3つに分け, それぞれについて患者分布を求めたところ, 図7となり, 病院の規模によって患者分布には差のないことが判つた。次に, 1日の照射患者数の多少によって患者分布が異なるかどうかを調べた。すなわち照射患者29名以下, 30~49名, およ

図8 照射数による患者分布の差
 実線が1日照射患者数50名以上の病院、鎖線が30～49名、破線が29名以下の病院である。照射患者が多くなるにつれて頭頸部が増し、胃や子宮が減る。



び50名以上に3分し、分布を求めたところ図8を得た。これをみると患者数が多くなるにつれて、相対的に頭頸部が増加し、子宮癌が減少することが判った。患者数50名以上の病院は頭頸部患者が最も多く、ついで子宮癌、肺癌の順である。本邦では、かかる病院の大半が現在既にペータトロンを備えてをり、これは合理的であると思われる。

要 約

本邦における超高圧放射線治療装置、要員、患者分布などについて、主としてアンケート法によつて調査を行ない、次の結果を得た。

1. 本邦の超高圧治療装置は昭和41年8月現在341台である。その中、⁶⁰Co 固定 223, ⁶⁰Co 廻転86, ペータトロン18, ¹⁸⁷Cs およびリニアック各7である。地方別に人口当りで見ると、四国が

最も普及し、北海道が最も少ない。

2. 放射線医は超高圧装置を有する病院の約89%にをり、物理学者12%, X線技師96%である。線量計を持つ病院は84%である。

3. ⁶⁰Co 装置の半数の線源は 500 Ci 以下である。約2/3において線量率は 50 R/min 以下である。⁶⁰Co 運動照射は平均16%の患者に行なわれている。

4. 現在稼動中のペータトロンの最高エネルギーは15~31Mev で、電子線線量 400~ 100R/min, X線々量40~10R/min である。電子線治療は平均約40%の患者に行なわれている。過半数の病院ではX線を使用しない。

5. リニアックの最高エネルギーは 4.3~6 Mev, 最大X線々量 140~ 400R/min である。電子線使用頻度は3%以下である。平均1日照射数は45名である。

6. ⁶⁰Co やリニアック照射の行なわれる疾患は主として子宮癌、乳癌、食道癌などで、一方電子線は頭頸部、皮膚癌などに用いられている。

(本論文の一部は第3回臨床シンポジウム部会で述べた。本調査に当つてご指導賜つた高橋信次教授、ご協力頂いた全国各病院、各販売会社に深く感謝の意を表す。また本研究の一部は厚生省がん研究助成金によつて行なわれた。)

(本論文の要旨は41. 11. 27日医放第32回中部地方会で講演した。)

文 献

1) 厚生省統計調査部：昭和36年厚生統計年報，厚生統計協会，東京，昭39。
 2) 千種杏三：愛知県における悪性新生物の疫学的研究，民族衛生，25：393~446，昭34。