The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	放射性燐32に依るβ線外面照射に於ける組織内線量分布に就いて 第I報
Author(s)	高橋, 達夫
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1962, 22(2), p. 130-152
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17786
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

放射性燐32に依るβ線外面照射に於ける組織内線量分布に就いて (第 I 報)

東北大学医学部放射線医学教室（主任 古賀良彦教授）
高 橋 達 夫

（昭和37年5月2日受付）

Fundamental Examination on the External Beta Radiation by Radiophosphorus ^{32}P

By

Tatuo Takahashi

Department of Radiology, Faculty of Medicine, Tohoku University.
(Director: Prof Y. Koga)

External beta irradiation method with radiophosphorus ^{32}P have been usually used by means of pasting the ^{32}P filter paper on the affected part. and was intended to give homogeneous radiation effects on the whole affected part, by making the ^{32}P-paper as the same size as that of the affected part, But in fact. it is difficult to obtain such an ideal effect of the treatment. This experiment was tried to see how the dose-distribution in the affected area would be, according to the size and the form of the ^{32}P-paper.

Experimental method: ^{32}P-paper for the experiment was obtained by immersing the filter paper in the ^{32}P solution homogeneously and dried up with an infrared lamp. In this experiment, we used the ^{32}P-papers of various ^{32}P density and of various size. Using these ^{32}P-papers, the x-ray films were irradiated with various doses through a phantom of soft paraffin and of vinyl. The irradiation dose in the various depth of the phantom were measured by means of densitometry of the blackened film exposed with ^{32}P-paper. On the other hand, the dose distribution in the phantom were measured by scintillation counter.

Experimental results: The dose in the central part of the irradiated field was found to be in creased with the increase of the wideth of the ^{32}-paper. When the area of the ^{32}P-paper was larger beyond a certain limit, the difference of the dose in the peripheral part is much reduced than that of the central part. The self absorption of the ^{32}P-paper within 30 $\mu c/cm^2$ density was so small that the dose and the density of ^{32}P-paper were in a simple proporsional relation ship.

Conclusion: When a wide ^{32}P-paper is used, the dose in the central part of the field will be larger in comparison with the small sized paper. The dose distribution in the

irradiated field is not homogeneous, showing in the central a larger dose and a smaller in the peripheral, But this difference of the dose-distribution will not be improved even when a smaller size of the ^{32}P-paper is used. This lack of homogeneous dose distribution was so troublsome for the clinical application that improvements in the application method of the ^{32}P-paper were eagerly expected.

研究目標

^{32}Pβ 線に依る血管腫並びに，色素性母斑等の一部表在性疾患に対しての外面照射療法では，予め ^{32}P 溶液を均質な濾紙に，而も均等に含ませて，之れを皮膚病巣部に貼布する方法が主に用いられているが，此の様な療法は，前報にても既に述べた通り，簡易でありそうに見えながら，実際は容易でなく，理想的な効果を挙げしかも美容目的を完全に果すことが極めて困難である．例えば治療の実際に当つて，屢々次項のような現象が見られる．

（1）小さな面積の病巣では殆んど見られないが，比較的大きな面積をもつた病巣の治療では適当と思われる投与線量でも，糜爛水泡形成及び湿性皮膚炎等を生ずる場合が極めて多く，恰も過剰照射に依るものと同様な反応を呈したものが，加療者中約72%程の高率を示していることが分つた．

（2）病巣部の面積の大小，或は形状の如何んに抱はらず，少しく深在性のものでは，^{32}P 濾紙を病巣部の形に合致させて貼布しても，一般に病巣の中心部には比較的早効を示すが，病巣の辺縁部に至ると効少く，外輪を残す場合が極めて多く，加療中者約62%程に見られた．

（3）一般に不規則な形状を示した病巣部の治療に当つては，病巣部に均等なる照射効果を与えることは極めて困難であつて，加療者中の過半数即ち56%以上は軽快又は略治程度で終つていることが分つた．

以上の様な諸現象の発生する原因として，考えられるものは，第Ⅰにβ線の濾紙内に於ける分布の不均等性と，第Ⅱに照射を受けた場合の組織の感受性の不均一性によるものと思われる．^{32}P 濾紙よりの放射線量が，濾紙全体の面積を変えたり，又濾紙の形を色々と変えること等によつて，皮膚表面や皮下組織内に於ける線量分布に色々と変化を来たすのではあるまいか．それが原因で此の如く，治療効果がうまく挙がらないのではなかろうか等と考えられる．此処に於て私は次の如き疑問を設定して，各種の実験を行い此の間の消見を探らんとした．

（Ⅰ）^{32}P 濾紙の面積を色々の大きさに変えた場合，其の各々の ^{32}P 濾紙の中心部と辺縁部とに於ける線量分布にかなり著明な分布差が生ずるのではなかろうか．

（Ⅱ）上記と同様 ^{32}P 濾紙の面積を色々の大きさに変えることに依つて，其の各々の組織内に於ける線量分布，特に中心部と，辺縁部とでは一層著明な分布差が生ずるのではなかろうか．

（Ⅲ）上記二者を併せて，即ち不規則な形状をなした ^{32}P 濾紙の場合では，濾紙の小縁と大縁とでは，放射される放射線量にもかなり差が生じ，又組織内に於ける線量分布の場合にも同様，均等性を欠くのではなかろうか．

以上の様なことについて追求した．

其の（1）

線源（^{32}P 濾紙）の作製法並びに予備実験に就いて．

予備実験

“濾紙面に於ける ^{32}P 粒子の附着分布状態に就いて”

外面照射に際して，^{32}P を均等な線源として用いるために，^{32}P 溶液を均質な濾紙に均等に吸着させる訳であるが，私は直径11糎の円形濾紙（東洋紙 No. 60）に^{32}P を，3乃至4 mc を次の実験で述べるような方法にて，濾紙に均等に吸着させて線源を作成した．（Assay の日時の強度は夫々 31.59乃至 42.22μc/cm^2）即ち32 P溶液を濾紙に

吸着させる場合の容器及び乾燥方法等に就いて，均等なる線源を作るためには充分な技巧が必要であるので，此等に就いて予備的に実験を行つた．

予備実験（I）

“^{32}P 溶液の濾紙吸着時に使用する容器に就いて．”

実実方法：

^{32}P 源液所定 mc の稀釈溶液同量を，一方は市販のガラス製シヤーレに，他方は特製のプラスチック製シヤーレに分配して，此等の中に同質濾紙を各々浸して吸着させ，後乾燥して出来上つた各々の ^{32}P 濾紙に就いて，其の均等性を検討した．又各々容器の ^{32}P 附着残留率に就いても同様に比較検討した．此のようにして出来上つた濾紙面に於ける ^{32}P の分布状態を見るためには，各々の ^{32}P 濾紙を所定時間フィルム上に密着貼布して，其の黒化したフィルムの末端部より中心部に至る同一線上の黒化度を測定した．又各々容器の ^{32}P 附着残留量に就いては，シンチレーションカウンター（東芝製）を用いて測定した．

実験成績：

（1）市販ガラス製シヤーレを用いた場合．

実験成績に就いては，第I図，第I表，第II図，第III図及び第IV図に示す通りである．第I図は市販ガラス製シヤーレを用いて，^{32}P 紙濾を作つた場合のフィルム黒化標本で，第I表はそれに就いての黒化度測定値である．表の横軸は ^{32}P 濾

第I図　市販のガラス製シャーレを用いて^{32}P濾紙を作つた場合のフィルム黒化標本である．

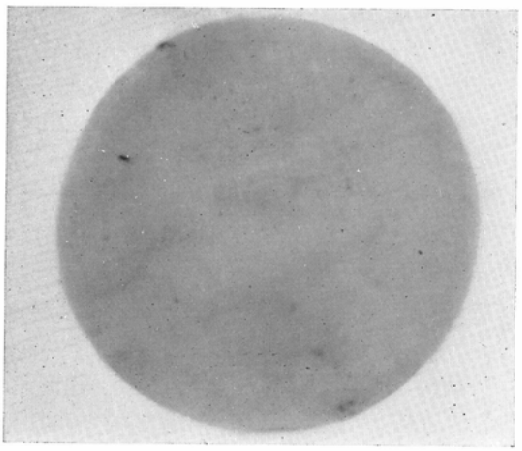
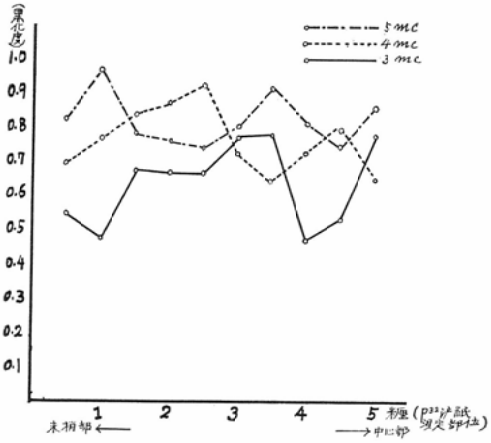


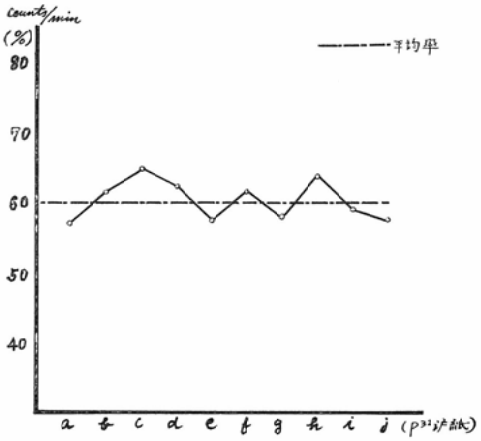
表　I　表

部位＼濃度	3 mc	4 mc	5 mc
0	0.13	0.18	0.36
0.5	0.56	0.70	0.82
1.0	0.48	0.76	0.98
1.5	0.69	0.84	0.79
2.0	0.68	0.88	0.72
2.5	0.68	0.92	0.86
3.0	0.71	0.78	0.76
3.5	0.76	0.68	0.92
4.0	0.48	0.72	0.98
4.5	0.52	0.80	0.72
5.0	0.63	0.84	0.86

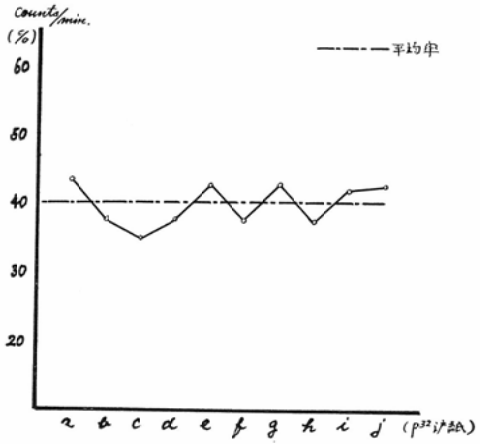
第II図　市販ガラス製シャーシにより作つた^{32}P濾紙の線量分布状態である．



第III図　市販ガラス製シャーレにより作つた濾紙の^{32}P含有率である．



第Ⅳ図　市販ガラス製シャーレを用いた場合の容器の^{32}P 附着残留率.



紙（直径11糎，東洋紙 No.60）の濃度（mc）を各々変えた場合を示し，表の縦軸はフィルムの黒化部の末端より中心部に至る同一線上の距離（糎）を示したものである．第Ⅱ図はそれをグラフにて示したものである．図の縦軸は黒化したフィルムの位置を示し，図の横軸は其の部位の黒化度を示している．（此の場合は三種類の濃度の^{32}P濾紙に就いて示してあるが，図の波線は5mc，点線は4mc，実線は3mcの各々である）

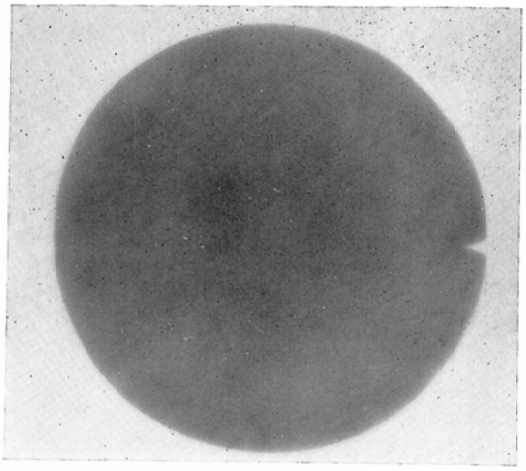
以上より市販ガラス製シヤールを用いて，^{32}P濾紙を作成した場合は，シヤーレの底面が極めて凸凹であることが分り，均等に^{32}Pを濾紙に吸着させることは困難であることが分つた．

ガラス製シヤールを用いた場合の，^{32}Pの濾紙に吸着される割合と，容器に附着残留する割合とを比較すると，第Ⅲ図及び第Ⅳ図に示す通りである．両図共に横軸は同方法にて作成した11枚の^{32}P濾線及び11個ガのラス製シヤーレ（a,b,c,d,e,f,g,h,i,j）を示したもので，両図の縦軸は之等に就てのシンチレーシヨンカウンターに依る測定値である．

以上より濾紙自身に吸着する^{32}Pは約60%で，残りの約40%は容器に附着残留することが分り，^{32}P濾紙の計算値と実測値との間にかなり隔りのあることが分つた．

（2）特製プラスチック製シヤーレを用いた場合．

第Ⅴ図　特製プラスチック製シャーレを用いて^{32}P濾紙を作つた場合のフィルム黒化標本である．

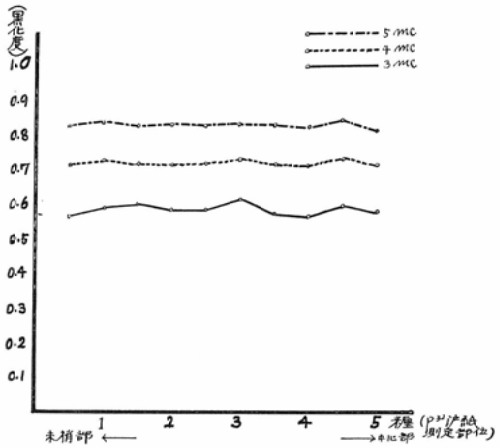


第　Ⅱ　表

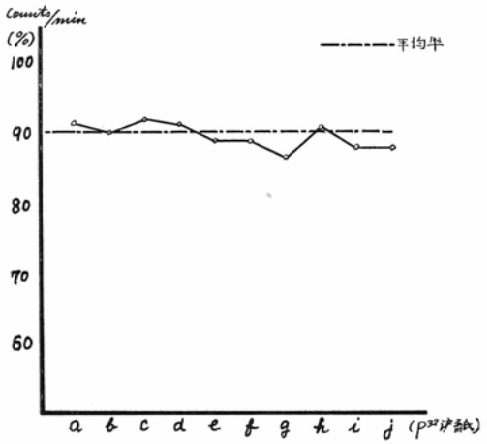
部位＼濃度	3 mc	4 mc	5 mc
0	0.14	0.20	0.32
0.5	0.58	0.72	0.84
1.0	0.60	0.76	0.86
1.5	0.62	0.75	0.84
2.0	0.60	0.74	0.84
2.5	0.60	0.74	0.85
3.0	0.62	0.75	0.86
3.5	0.60	0.73	0.86
4.0	0.59	0.73	0.84
4.5	0.61	0.75	0.85
5.0	0.60	0.73	0.86

実験成績に就いては，第Ⅴ図，第Ⅱ表，第Ⅵ図，第Ⅶ図及び第Ⅷ図に示す通りである．第Ⅴ図は特製プラスチック製シヤーレを用いて，^{32}P濾紙を作つた場合のフィルムの黒化標本で，第Ⅱ表はそれに就いての黒化度測定値である．表の横軸は^{32}P濾紙（大きさ及び紙質は前実験の場合と同じ）の濃度（mcを変えた場合を示し，表の縦軸はフイルムの黒化部の末端より中心部に至る同一線上の距離（糎）を示したものである．第Ⅵ図はそれをグラフにて示したものである．図の横軸は黒化したフィルムの位置を示し，図の縦軸は其の部位の黒化度を示している．（前実験と同様，三

第VI図　特製プラスチック製シャーレにより作つた ^{32}P 濾紙の線量分布状態である．



第VII図　特製プラスチック製シャーレにより作つのた濾紙の ^{32}P 含有率である．

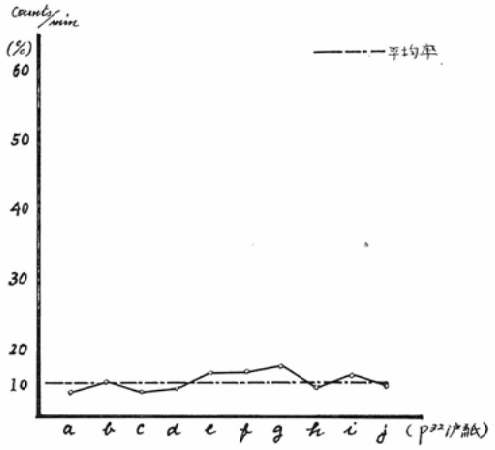


種類の濃度の ^{32}P 濾紙に就いて示してあるが，図の波線は5 mc，点線は4 mc，実験は3 mc の各々である）

以上より特製のプラスチック製シヤーレを用いて，^{32}P 濾紙を作成した場合は，シヤーレの底面が極めて吟味して，扁平に作つてあるので，均等に ^{32}P を濾紙に吸着させ得ることが分つた．

プラスチック製シヤーレを用いた場合の，^{32}P の濾紙に吸着される割合と，容器に附着残留する割合とを比較すると，第VII図及び第VIII図に示す通

第VIII図　特製プラスチック製シャーレを用いた場合の容器の ^{32}P 附着残留率である．



りである．両図共に横軸は同方法にて作成した11枚の ^{32}P 濾紙及び11個のプラスチック製シヤーレ（a,b,c,d,e,f,h,i,j）を示したもので，両図の縦軸は之等に就いてのシンチレーションカウンターに依る測定値である．

以上より濾紙自身に吸着する ^{32}P は約90%で，容器に附着残留するものは極めて少なく，約10%内外で前者の場合と異なり，^{32}P 濾紙の計算値と実測値との間に隔りの少ないことが分つた．

予備実験（I）の結論：

予備実験（I）より，両者を比較すると，特製プラスチック製シヤーレを用いて ^{32}P 濾紙を作つた場合は，市販のガラス製シヤーレを用いて ^{32}P 濾紙を作つた場合よりも出来上つた ^{32}P 濾紙の分布状態が極めて均等性を示していることが解り，而も ^{32}P の容器に附着残留する割合も僅かですむので極めて便利であることが分つた．

予備実験（II）

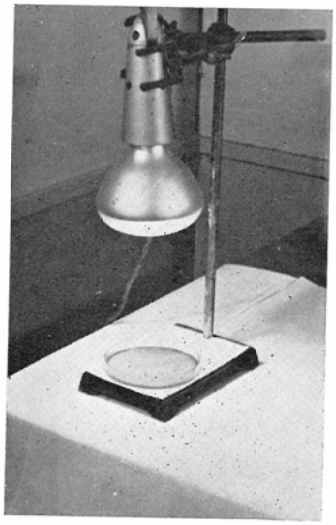
“^{32}P 溶液の濾紙吸着後の容器内乾燥方法に就いて．”

実験方法：

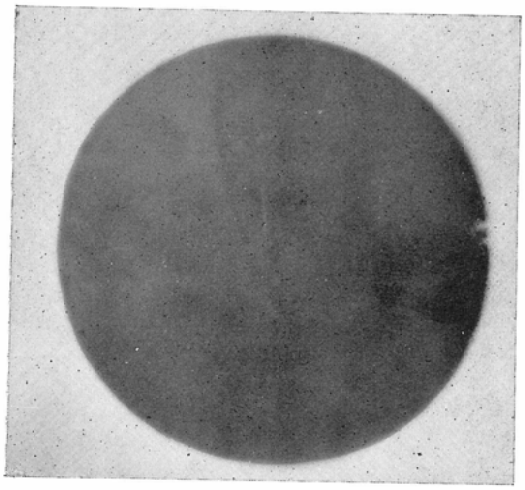
^{32}P 源液所定 mc の稀釈液を，特製プラスチック製シヤーレに取り，其の中に濾紙を浸して ^{32}P を吸着させ，後容器のまゝで赤外線ランプで乾燥する訳であるが，之の場合シヤーレと赤外線ランプとの距離を色々に変えて乾燥を試みた．先づ

シヤーレとランプとの距離を遠く離して，即ちランプの熱分布が濾紙面に均等にあたる様にした場合（遠距離乾燥法）と，比較的近接した場合（近距離乾燥法）との両者に就いて，乾燥後出来上つた濾紙の ^{32}P 分布状態について観察した．之れを検するために，之等 ^{32}P 濾紙を所定時間フイルム面に密着貼布し，フイルムの黒化せる部分

第Ⅸ図　^{32}P 濾紙の作成時に於ける赤外線ランプによる乾燥装置で，ランプと容器との距離はスタンドによつて伸縮自在に仕掛けてある．



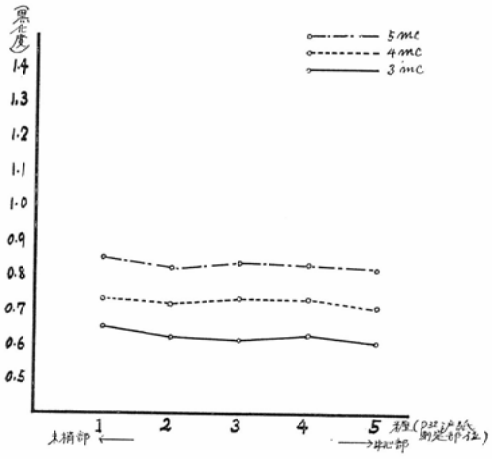
第Ⅹ図　特製プラスチック製シャーシを用いて遠距離乾燥法にて ^{32}P 濾紙を作つた場合のフィルム黒化標本である．



第　Ⅲ　表

部位＼濃度	3 mc	4 mc	5 mc
1.0	0.64	0.71	0.83
2.0	0.62	0.70	0.82
3.0	0.63	0.72	0.83
4.0	0.64	0.72	0.83
5.0	0.62	0.70	0.82

第Ⅺ図　遠距離乾燥法にて作つた ^{32}P 濾紙の線量分布状態である．



を末端より中心部に至る同一線上の黒化度を測定した．尚第Ⅸ図は ^{32}P 濾紙作成時に於ける赤外線ランプに依る乾燥方法を示したものである．

実験成績：

（1）遠距離乾燥法を行つた場合

実験成績については，第Ⅹ図，第Ⅲ表及び第Ⅺ図に示す通りである．第Ⅹ図は遠距離乾燥法を行つて，^{32}P 濾紙を作つた場合の ^{32}P 濾紙によるフイルム黒化標本で，第Ⅲ表は之れに就いての黒化度測定値である．表の横軸は，^{32}P 濾紙（直径11　東洋紙 No.60）の濃度（mc）を示し，表の縦軸は黒化したフイルムの末端より中心部に至る同一線上の距離（糎）を示したものである．第Ⅺ図は之れをグラフにて示したもので，図の横軸は黒化したフイルムの位置を示し，図の縦軸は其の部位の黒化度を示したものである．（三種類の濃度の ^{32}P 濾紙に就いて示してあるが，図の波線は5 mc，点線は4 mc，実線は3 mc の各々

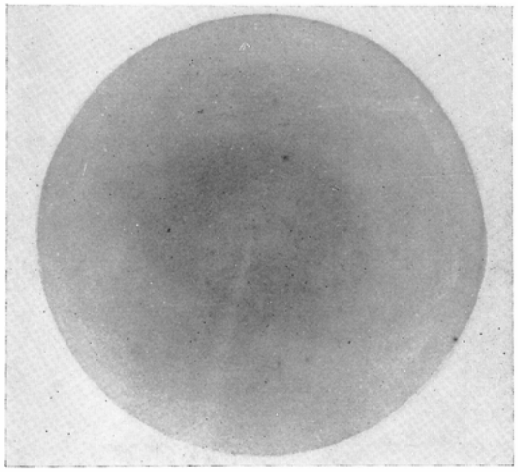
である）

以上より遠距離乾燥を行つた場合は，赤外線ランプの熱分布も緩かで，而も濾紙全面に均等にあたつているので仕上りも良いことが分つた．

（2）近距離乾燥法を行つた場合

実験成績については，第XII図，第IV表及び第XIII

第XII図　特製プラスチック製シャーシを用いて近距離乾燥法にて ^{32}P 濾紙を作つた場合のフィルム黒化標本である．

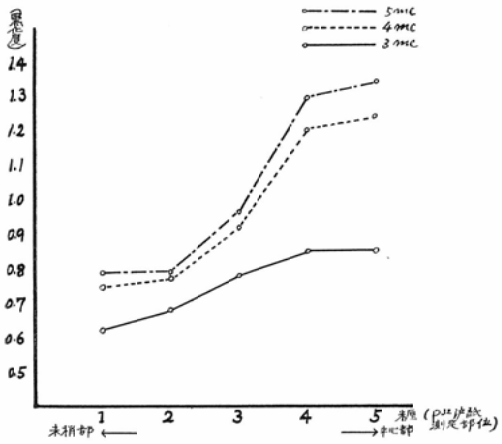


第　IV　表

部位＼濃度	3 mc	4 mc	5 mc
1.0	0.62	0.72	0.76
2.0	0.68	0.70	0.78
3.0	0.78	0.86	0.96
4.0	0.86	0.96	1.30
5.0	0.95	0.98	1.32

図に示す通りである．第XII図は近距離乾燥法を行つて，^{32}P 濾紙を行つた場合の ^{32}P 濾紙によるフィルム黒化標本で，第IV表は之れについての黒化度測定値である．表の横軸は ^{32}P 濾紙の濃度を示し，表の縦軸は黒化したフィルムの末端より中心部に至る同一線上の距離を示したものである．第XIII図は之れをグラフにて示したもので，図の横軸は黒化したフィルムの位置を示し，図の縦軸は其の部位の黒化度を示したものである．（前実験と同様に三種類の濃度の ^{32}P 濾紙に就いて示してあるが，図の波線は5 mc，点線は4 mc，実

第XIII図　近距離乾燥法にて作つた ^{32}P 濾紙の線量分布状態である．



線は3 mc の各々である）

以上より近距離乾燥を行つた場合は，赤外ランプの熱分布も急で，比較的濾紙の中心部に強くあたつているので仕上りも悪いことが分つた．

予備実験（II）の結論：

予備実験（II）より，両者を比較すると，近距離乾燥法は早く濾紙を乾燥させることが出来るが，結果的には濾紙の吸収状態に異常を来たし，濾紙面に於ける ^{32}P の分布状態が極めて不均等である．之に反して遠距離乾燥法は，濾紙にあたる温熱も緩やかで，且つ温熱分布も均等であるので濾紙自身に変質を来たしたり，又吸収状態に異常を来たすこともなく，従つて濾紙面に於ける ^{32}P の分布状態も極めて均等であることが分つた．

総括並びに結論

β線（^{32}P）外面照射に当つては，均等な線源を作成することが望ましく，次項に述べる本実験を行うに際しては，先ず均等な線源を使用しなくては正確な結果を得ることが出来ないので予備実験を行つた．実験（I）より市販のガス製シヤーレは，^{32}P 濾紙の作成に当つては不都合であることが分つた．特製プラスチック製シヤーレは前者の欠点を補い，^{32}P 濾紙の作成に当つては極めて優れていることが分つた．又 ^{32}P 溶液中に浸した濾紙の乾燥方法としては，^{32}P が濾紙一面に均

等に吸着させるためには，遠距離操燥法が合理的であることは夫々再実験により知ることが出来た．

（附記）本予備実験を行うに際して，特別御協力を頂いた磯部寛氏に深謝する．

其の（二）

フイルム黒化法に依る線源面（^{32}P 濾紙）及び組織内に於ける線量分布の測定に就いて

本実験（I）の要領

本実験に用いた ^{32}P 濾紙は，前報予備実験（I）の（2）及び（II）の（1）の方法にて作成したものである．日常治療に用いるもの（3乃至4 mc, assay の日時の強度は，夫々 31.59μc/cm^2 乃至 42.22μc/cm^2 である）に準ずる実験用 ^{32}P 濾紙であるが，今回の実験では，其の濃度を 10μc/cm^2 より30μc/cm^2 の各種のものに作り，之れを 1.0mmより20.0mmの直径に至る色々の大きさの円形の濾紙に切取り，之れ等を用いて照射量が1 μch/cm^2 より 100μch/cm^2 になるように時間を加減してフイルムに照射を与えた．

尚本実験に用いた軟組織フアントムは，1.0mmの厚さをもつた軟質パラフイン板（齒科用のパラフイン板）を重ね合せて作つたものである．使用したフイルムはＦＵＪＩフイルムである．最上層部の線量測定には，此のようなフアントムの表面にフイルムを置いて照射したものを用い，1mmの深さの場合はパラフイン板を一枚上にし下三枚のパラフイン板が重なり合うようにフイルムを狹んで照射を投えた．以下2mmより4mmに至る照射も之れに準じて行つた．フアントムは第XIV図に示すように，厚さ0.05mmの黒色遮光紙にて作つた暗箱の中に格納し，其の遮光紙の表面より ^{32}P濾紙を貼布するようにした．之れは暗室内にての細かな操作を省くためのものである．

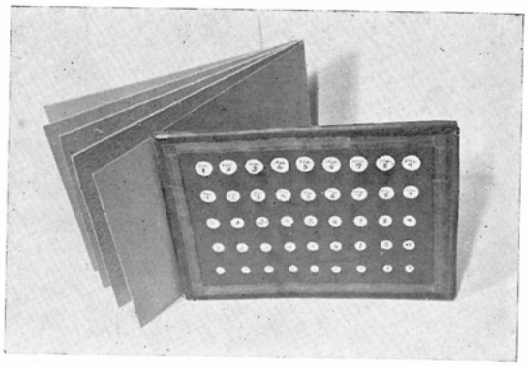
本実験（I）

“夫々面積を異にする ^{32}P 濾紙の組織内に於ける線量分布の状態に於いて”

実験方法：

前記作成法に準じて，濃度 16.5μc/cm^2 の実験用の ^{32}P 濾紙を作り，之の ^{32}P 濾紙を夫々直径

第XIV図　実験〔I〕に使用したもので，遮光紙にて暗箱を作り，此の中に各層の薬間をもつたパラフイン板ファントムが格納されるようにしてある．尚取り出してあるものはファントムである．

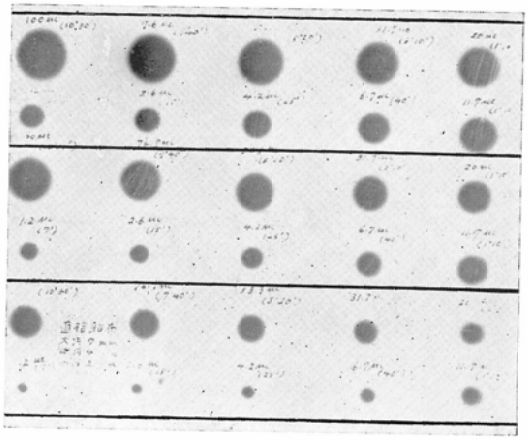


第　XV　図

(A)	(10) ← (9) ← (8) ← (7) ← (6) (1) → (2) → (3) → (4) → (5) ↑
(B)	(10) ← (9) ← (8) ← (7) ← (6) (1) → (2) → (3) → (4) → (5) ↑
(C)	(10) ← (9) ← (8) ← (7) ← (6) (1) → (2) → (3) → (4) → (5) ↑

^{32}P 濾紙によるフィルム黒化標本の説明図である．（A）は直径7mm，（B）は直径4mm，（C）は直径2mmの夫々の円形 ^{32}P 濾紙を貼布した場合で，照射順序は番号及び矢印の示す通りで，照射量は別記の通りである．

第XVI図　実験〔I〕に於ける最上層のフィルム黒化標本で照射順序及び照射量については第XV図にて説明を附してある．



2㎜，4㎜及び7㎜の円形に切取り，之れを順序よく遮光紙で作つた暗箱の上に貼布して，内部に格納してあるフイルムに第XV図にて説明してある如く，照射量1μch/cm^{2}より100μch/cm^{2}に至る10種類の照射を行い，其の黒化したフイルムの各々の黒化円についての大きさ及び黒化度を知るために各黒化円の末端部より中心部に至る同一線上の点を測定した．之れによつて夫々の大きさの^{32}P濾紙により所定量照射した時の黒化度測定値より夫々の面積を異にする^{32}P濾紙の組織内に於ける線量分布の状態を比較検討した．

実験成績：

（1）最上層にフイルムを置いた場合

実験成績については，第XVI図，第V表及び第XVII図に示す通りである．第XV図は第XVI図の^{32}P濾紙に依るフイルム黒化標本についての説明図である．第XVI図は最上層に置いたフイルム黒化標本で，第V表では之れについての黒化度測定値である．表の横軸は^{32}P濾紙による照射量（μch/cm^3）を示し，表の縦軸は黒化したフイルムの末端部より中心部に至る同一線上の距離（cm）を示したものである．尚（A）は直径7㎜，（B）は直径4㎜，（C）は直径2㎜の夫々の^{32}P濾紙の場合を示している．第XVII図は之等をグラフにて示したもので，図の横軸は黒化したフイルムの位置(cm)を示し，図の縦軸は上記部位の黒化度を示したものである．尚曲線に附してある数字は夫々の照射量を示すもので，下記に示す通りである．

第　V　表　（A）

cm黒化の拡り ＼ 濾紙 μch/cm^2	1.2	2.6	4.2	6.7	11.7	20.0	31.7	53.3	76.7	100.0
0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
0.5	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
1.0	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06
1.5	0.17	0.14	0.12	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07
2.0	0.28	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.19	0.18	0.16	0.15
2.5	0.40	0.38	0.36	0.34	0.30	0.30	0.29	0.28	0.26	0.24
3.0	0.65	0.60	0.55	0.48	0.44	0.42	0.40	0.38	0.36	0.34
3.5	0.92	0.85	0.80	0.70	0.60	0.60	0.58	0.52	0.50	0.47
4.0	1.03	1.00	0.93	0.87	0.82	0.80	0.76	0.70	0.67	0.62
4.5	1.05	1.28	1.25	1.15	1.05	1.03	1.00	0.95	0.90	0.80
5.0	1.05	1.30	1.47	1.38	1.30	1.28	1.22	1.18	1.15	1.00
5.5	1.05	1.30	1.65	1.55	1.47	1.45	1.38	1.32	1.28	1.17
6.0		1.30	1.75	1.80	1.72	1.70	1.58	1.52	1.43	1.38
6.5		1.30	1.75	1.98	1.94	1.87	1.83	1.72	1.67	1.58
7.0			1.75	2.00	1.98	1.97	1.92	1.87	1.78	1.77
7.5			1.75	2.00	2.00	2.00	2.00	1.97	1.97	1.95
8.0			1.75	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
8.5				2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
9.0				2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
9.5				2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
10.0					2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
10.5					2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
11.0						2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
11.5							2.00	2.00	2.00	2.00
12.0								2.00	2.00	2.00
12.5									2.00	2.00
13.0										2.00

第 V 表 (B)

cm黒化の拡り ＼ 濾紙 μch/cm²	1.2	2.6	4.2	6.7	11.7	20.0	31.7	53.3	76.7	100.0
0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04
1.0	0.11	0.11	0.16	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06
1.5	0.17	0.17	0.28	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10
2.0	0.30	0.29	0.48	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.19	0.17
2.5	0.55	0.52	0.88	0.40	0.38	0.36	0.34	0.32	0.30	0.27
3.0	0.82	0.78	0.83	0.58	0.54	0.53	0.50	0.47	0.43	0.40
3.5	0.97	0.92	1.13	0.78	0.73	0.62	0.58	0.55	0.50	0.47
4.0	1.00	1.20	1.47	1.03	0.97	0.95	0.87	0.84	0.78	0.67
4.5	1.00	1.20	1.65	1.38	1.25	1.17	1.10	0.97	0.92	0.87
5.0		1.20	1.65	1.62	1.50	1.40	1.33	1.25	1.13	1.07
5.5		1.20	1.65	1.82	1.72	1.70	1.63	1.52	1.42	1.35
6.0			1.65	2.00	1.95	1.95	1.87	1.72	1.68	1.65
6.5			1.65	2.00	2.00	1.98	1.95	1.92	1.86	1.82
7.0				2.00	2.00	2.00	1.98	1.97	1.96	1.94
7.5				2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.98	1.96
8.0					2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.98
8.5					2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
9.0						2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
9.5						2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
10.0							2.00	2.00	2.00	2.00
10.5							2.00	2.00	2.00	2.00
11.0								2.00	2.00	2.00
11.5								2.00	2.00	2.00
12.0									2.00	2.00
12.5										2.00
13.0										2.00

第 V 表 (C)

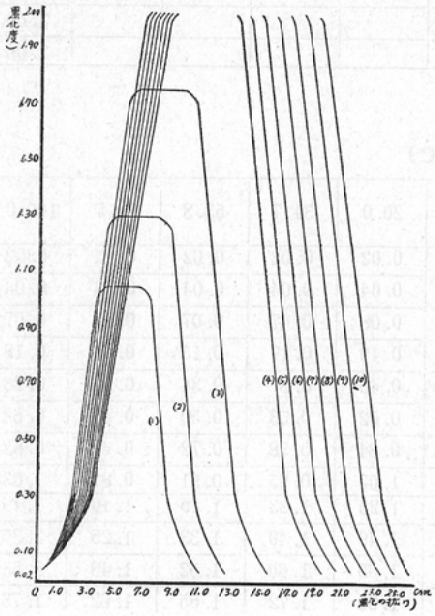
cm黒化の拡り ＼ 濾紙 μch/cm²	1.2	2.6	4.2	6.7	11.7	20.0	31.7	53.3	76.7	100.0
0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
0.5	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
1.0	0.37	0.28	0.21	0.15	0.09	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07
1.5	0.64	0.52	0.45	0.30	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13
2.0	0.92	0.80	0.72	0.55	0.45	0.40	0.37	0.34	0.32	0.28
2.5	0.95	1.00	0.93	0.78	0.63	0.62	0.53	0.50	0.47	0.66
3.0	0.95	1.15	1.20	1.02	0.87	0.84	0.78	0.72	0.68	0.82
3.5		1.15	1.43	1.27	1.08	1.02	0.95	0.91	0.87	1.03
4.0			1.60	1.52	1.30	1.25	1.23	1.15	1.10	1.19
4.5			1.60	1.75	1.50	1.49	1.40	1.33	1.25	1.37
5.0				1.80	1.72	1.65	1.60	1.52	1.43	1.53
5.5				1.80	1.95	1.90	1.72	1.65	1.62	1.73

6.0					2.00	2.00	1.92	1.86	1.83	1.92
6.5					2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
7.0					2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
7.5						2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
8.0						2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
8.5							2.00	2.00	2.00	2.00
9.0							2.00	2.00	2.00	2.00
9.5								2.00	2.00	2.00
10.0								2.00	2.00	2.00
10.5									2.00	2.00
									2.00	2.00
										2.00

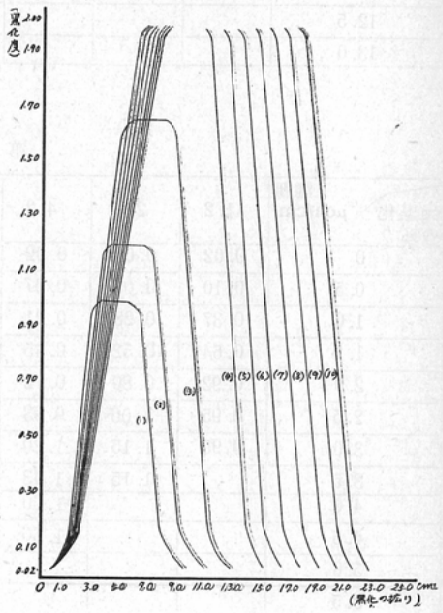
（1） 1.2μch/cm^2,（2） 2.6μch/cm^2,（3） 4.2μch/cm^2,（4）6.7μch/cm^2,（5）11.7μch/cm^2,（6）20.0μch/cm^2,（7）31.7μch/cm^2,（8） 53.3μch/cm^2,（9）76.7μch/cm^2 (10) 100.0 μch/cm^2 である．

以上の実験よりフイルムの黒化した部分を夫々の黒化円について比較検討してみると，^{32}P 濾紙の面積が大きくなるにつれて黒化度も増し，又各々共に照射量を増すにつれて黒化度は勿論のこと其の拡がりも増して来ることが分つた．即ち第XVII図をもつて説明すると，^{32}P 濾紙の面積が大きくなるにつれて，カーブは一般に緩斜を示し且つ黒化度も強く，其の拡がりも増して来ることが分るが，此の原因は ^{32}P 濾紙の面積が大きくなる程 ^{32}P 濾紙全体の線量も増加を示すもので，又辺縁部に於ては干渉線も増大を来たすことが分る．逆に ^{32}P 濾紙の面積が小さくなるに従つてカーブは一般に急斜を示し且つ黒化度も弱く，其の拡がりも減じて来ること分るが，此の原因は ^{32}P 濾紙の面積が小さくなる程 ^{32}P 濾紙全体の線量も減弱を示すもので，又辺縁部に於ては干渉線も減少を来たすことが分る．

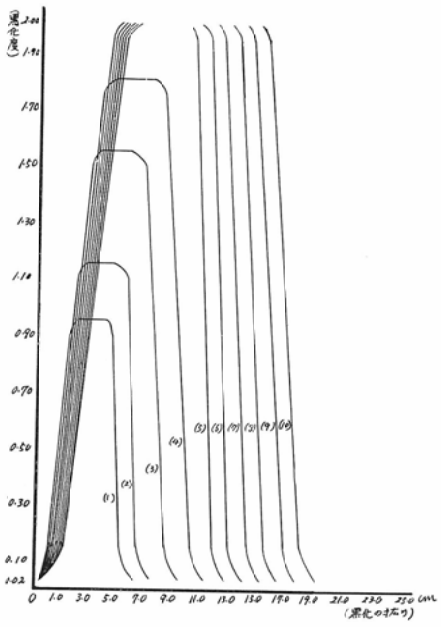
第XVII図（A）



第XVII図（B）



第XVII図（C）



以上より ^{32}P 濾紙の面積を色々と変えた場合，^{32}P 濾紙全体としての線量率の増減及び ^{32}P 濾紙の中心部と，辺縁部に於ける線量分布に差のある

第XVIII図　実験〔I〕に於ける4mm葉間のフィルム黒化標本で，前記と同様に照射順序及び照射重については第XV図にて説明を附してある．

第　VI　表　（A）

cm黒化の拡り ＼ 濾紙 μch/cm²	1.2	2.6	4.2	6.7	11.7	20.0	31.7	53.3	76.7	100.0
0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
0.5	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
1.0	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07
1.5	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12
2.0	0.05	0.08	0.08	0.10	0.11	0.10	0.12	0.15	0.18	0.22
2.5		0.08	0.10	0.12	0.14	0.14	0.20	0.23	0.28	0.37
3.0		0.08	0.12	0.16	0.18	0.22	0.27	0.32	0.38	0.50
3.5			0.14	0.19	0.23	0.28	0.35	0.41	0.47	0.62
4.0			0.16	0.23	0.27	0.35	0.45	0.53	0.59	0.78
4.5			0.16	0.26	0.32	0.40	0.54	0.63	0.70	0.90
5.0				0.26	0.35	0.46	0.63	0.72	0.82	1.03
5.5				0.26	0.40	0.53	0.72	0.83	0.94	1.18
6.0					0.40	0.59	0.80	0.91	1.04	1.31
6.5					0.40	0.62	0.92	1.06	1.17	1.38
7.0						0.62	0.95	1.10	1.23	1.40
7.5						0.62	0.95	1.20	1.28	1.40
8.0							0.95	1.20	1.30	1.40
8.5							0.95	1.20	1.30	1.40
9.0								1.20	1.30	1.40
9.5									1.30	1.40
10.0										1.40

第 VI 表 (B)

cm黒化の拡り ＼ 濾紙 μch/cm²	1.2	2.6	4.2	6.7	11.7	20.0	31.7	53.3	76.7	100.0
0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
0.5	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06
1.0	0.02	0.04	0.03	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
1.5		0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.12	0.13	0.15	0.16
2.0		0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.20	0.24
2.5		0.05	0.09	0.11	0.14	0.17	0.22	0.27	0.29	0.33
3.0			0.10	0.14	0.18	0.21	0.27	0.31	0.36	0.46
3.5			0.10	0.16	0.21	0.25	0.33	0.40	0.47	0.56
4.0			0.10	0.18	0.25	0.30	0.42	0.48	0.58	0.68
4.5			0.10	0.20	0.28	0.35	0.49	0.58	0.69	0.80
5.0				0.20	0.30	0.40	0.57	0.66	0.76	0.90
5.5				0.20	0.30	0.45	0.65	0.80	0.88	1.02
6.0					0.30	0.45	0.74	0.92	1.03	1.14
6.5						0.45	0.80	1.03	1.15	1.25
7.0							0.80	1.10	1.20	1.30
7.5							0.80	1.10	1.20	1.30
8.0								1.10	1.20	1.30
8.5									1.20	1.30
9.0										1.30

第 VI 表 (C)

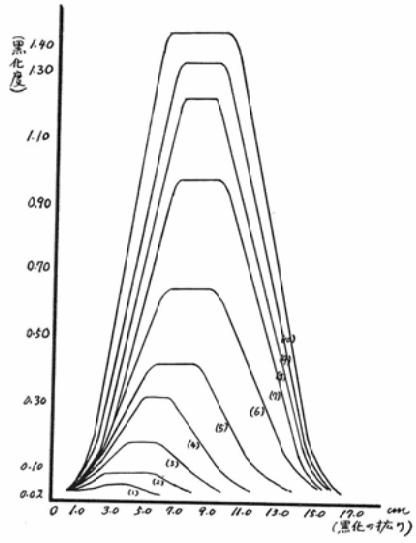
cm黒化の拡り ＼ 濾紙 μch/cm²	1.2	2.6	4.2	6.7	11.7	20.0	31.7	53.3	76.7	100.0
0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
0.5		0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06
1.0		0.02	0.02	0.03	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
1.5		0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.09	0.12	0.13	0.14
2.0		0.02	0.05	0.06	0.08	0.11	0.12	0.15	0.18	0.19
2.5			0.07	0.08	0.10	0.14	0.17	0.20	0.23	0.25
3.0			0.07	0.10	0.13	0.17	0.25	0.27	0.28	0.30
3.5				0.10	0.16	0.22	0.32	0.34	0.35	0.38
4.0					0.16	0.25	0.40	0.42	0.44	0.48
4.5						0.25	0.45	0.52	0.55	0.63
5.0							0.45	0.58	0.64	0.73
5.5								0.65	0.70	0.82
6.0								0.65	0.75	0.88
6.5									0.75	0.90
7.0										0.90

ことが分つた.

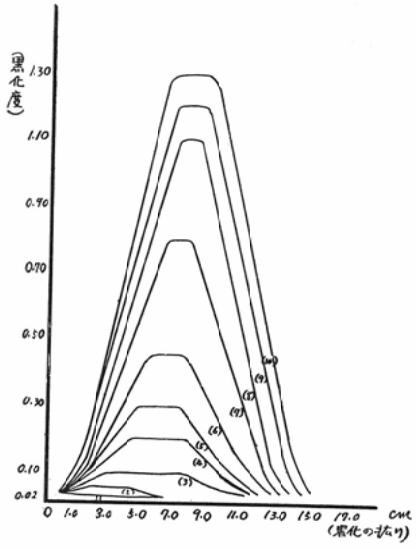
(2) 4 mmの薬間にフイルムを狹んだ場合.

実験成績は第XVIII図, 第VI表及び第XIX図に示す通りである. 第XVIII図は4mmの薬間に狹んだフイルムの黒化標本で(説明は第XV図に示す通りである)第VI表は之れについての黒化度測定値である. 表の横軸は ^{32}P 濾紙に依る照射量 (μch/cm²) を示し, 表の縦軸は黒化したフイルムの末端部より

第XIX図（A）

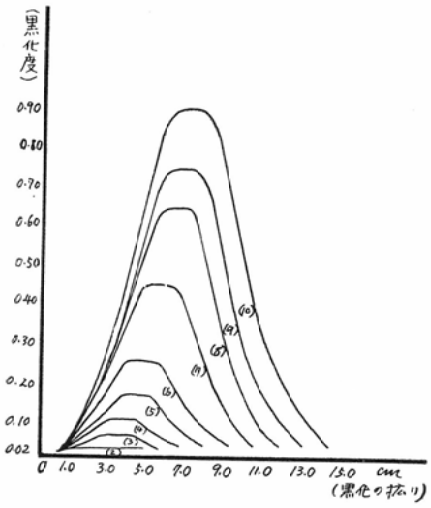


第XIX図（B）



中心部に至る同一線上の位置（cm）を示したものである．尙（A）は直径7cm，（B）は直径4cm，（C）は直径2mmの夫々の ^{32}P 濾紙の場合を示している．第XIX図は之れをグラフに示したもので，図の横軸は黒化したフイルムの位置（cm）を示し，図の縦軸は上記部位の黒化度を示したものである．尙曲線に附してある数字は，夫々の照射量

第XIX図（C）



を示すもので前記の場合と同様である．

以上の実験よりフイルムの黒化した部分を夫々の黒化円について比較検討してみると，^{32}P 濾紙の面積が小さくなるに従つて前記最上層の場合よりも黒化度は著しく減じ，又各々共に照射量を減ずるにつれて黒化度は勿論のこと，其の拡がりも一層著明に減じて来ることが分つた．即ち第XIX図にて説明すると前記最上層に於ける線量分布とは少し趣きを異にしていることが分る．^{32}P 濾紙の面積が大きくなるにつれてカーブは一般に急斜を示し，且つ最上層の場合と同様に黒化度も強く，其の拡がりも増していることが分るが，此の原因は ^{32}P 濾紙の面積が大きくなる程，^{32}P 濾紙全体の線量も増加を示すもので，従つて組織内に於ける線量率も増し，線量分布に於てもかなり辺縁部まで干渉線が作用していることが分る．逆に ^{32}P 濾紙の面積が小さくなるに従つてカーブは前記最上層に於ける場合とは少し趣きを異にして緩斜を示し，且つ最上層の場合と同様に黒化度も弱く，其の拡がりも減じて来ることが分るが，此の原因は ^{32}P 濾紙の面積が小さくなる程，^{32}P 濾紙全体の線量も減弱を示すもので，従つて組織内に於ける線量率も減じ，線量分布に於ても中心部と辺縁部とではかなり著明な差が認められるが，

之れは干渉線の減弱によるものであることが分る.

以上より ^{32}P 濾紙の面積を色々と変えた場合の組織内に於ける全体としての線量率の増減及び中心部と辺縁部の線量分布の差が一層著明であることが分つた.

本実験（2）の要領

本実験に用いた ^{32}P 濾紙は，前報予備実験（Ⅰ）の（2）．及び（Ⅱ）の（1）の方法にて作成したものである．日常治療に用いているもの（3乃至4 mc,assay の日時の強度は夫々 31.59μc/cm^2 乃至 42.22μc/cm^2 である）に準ずる実験用^{32}P濾紙であるが，今回の実験では其の濃度を10μc/cm^2 より30μc/cm^2 の各種のものに作り，之れを1.0㎜より20.0㎜の直径に至る色々の大きさの円形の濾紙に切取り，之れ等を用いて照射が1μch/cm^2 より80μch/cm^{2}になるように時間を加減してフイルムに照射を与えた.

尚本実験に用いた軟組織フアントムは 1.0㎜の厚さをもつた軟質パラフイン（歯科用のパラフイン板）を重ね合せて作つたものである．使用したフイルムはＦＵＪＩフイルである.

方法は夫々の ^{32}P 円形濾紙の切点をパラフインフアントム面上に垂直に立て，最上部の線量測定には此のようなフアントムの表面にフイルムを置いて照射したものを用い，1㎜の深さの場合は，パラフイン板を一枚上にし下三枚のパラフィン板が重なり合うようにフィルムを狭んで照射を与えた．以下2㎜より4㎜に至る照射も之れに準じて行つた．尚本実験に使用したフアントムは第ＸＸ図にて示す通りである．^{32}P 濾紙を貼布したフアントムを他のフアントムの面上に垂直に立てられるようにしてある.

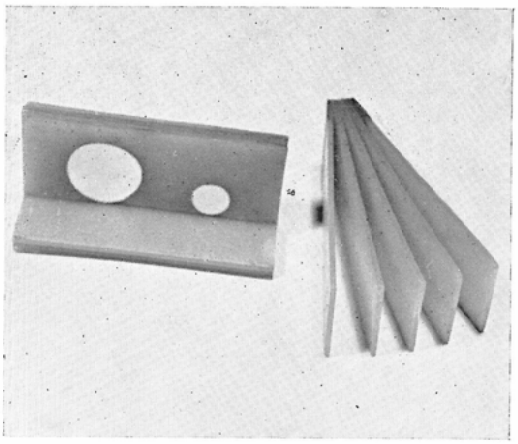
本実験（Ⅱ）

“夫々面積を異にする ^{32}P 濾紙辺縁部の組織内に於ける線量分布の状態に就いて”

実験方法：

前記作成法に準じて，濃度12.5μc/cm^2 の実験用の ^{32}P 濾紙を作り之の濾紙を夫々直径1㎝と2㎝の円形に2枚に切取り第ＸＸ図にて示す2ように，夫々の円形^{32}P濾紙の切点をパラフィンフアントム面上に垂直に立てゝ，下面フアントムの葉間に狭んであるフィルムに，第ＸＸI図にて説明してあるように照射量 1.1μch/cm^3 より80μch/cm^{2}に

第ＸＸ図　実験〔Ⅱ〕に使用したもので，^{32}P 濾紙を貼布したファントムを他のファントムの面に垂直に立てられるようにしてある．尚下面のファントムは左方に示すように薬間をもち，此の中にフィルムを挾むことが出来るようにしてある.



第ＸＸI図　^{32}P 濾紙によるフィルム黒化標本の説明図であるＡ桁は直径2㎝の円形^{32}P濾紙を貼布した場合でＢ桁は直径1㎝の円形^{32}P濾紙を貼布した場合である．照射順序は番号及び矢印の示す通りである照射量は別記の通りである.

（Ｇ面はファントーム面，Ｌは空中面を示す）

A（2㎝）		B（1㎝）	
G	①	G	①
L	↓	L	↓
G	②	G	②
L	↓	L	↓
G	③	G	③
L	↓	L	↓
G	④	G	④
L	↓	L	↓
G	⑤	G	⑤
L	↓	L	↓
以下省く		以下省く	

至る7種類の照射を与え，其の黒化したフイルムの各々の黒化円についての黒化度及び其の拡がりを知るために，各黒化円の末端部より切点部に至る同一線上の黒化度を測定し，之れによつて夫々の大きさの ^{32}P 濾紙の所定照射時の黒化度測定値を知り，各々の ^{32}P 濾紙の辺縁部に於ける組織内線量分布の状態を比較検討した．

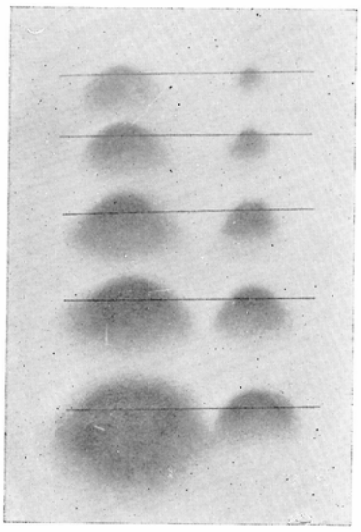
実験成績：

（1）最上層にフイルムを置いた場合

実験成績については第XXII図，第VII表及び第XXIII図に示す通りである．第XXII図は最上層に置いたフィルムの黒化した標本で，第VII表は之れについての黒化度測定値である．表の横軸は ^{32}P 濾紙による照射量(μch/cm²)を示し，表の縦軸は黒化したフィルムの末端部より切点部に至る同一線上の位置(cm)を示したものである．尚(A)は直径2cm，(B)は直径1cmの夫々の ^{32}P 濾紙の場合を示している．第XXIII図は之れ等をグラフにて示したもので図の横軸はフイルムの黒化の拡がり(cm)を示し，図の縦軸は其の部位に於ける黒化度を示したものである．尚曲線に附してあ数字は，夫々の照射量を示したもので下記の通りである．（1） 1.1μch/cm²，（2） 2.2μch/cm²，（3） 4.4μch/cm²，（4） 8.8μch/cm²，（5） 21.5μch/cm²（6）43.0μch/cm²，（7） 86.0μch/cm² ^{32}P である．

以上の実験よりフィルムの黒化した部分を両円について比較検討して見ると，^{32}P 濾紙の面積の大きい方は，^{32}P 濾紙の面積の小さい方と比較し

第XXII図　実験〔II〕に於ける最上層のフィルムの黒化標本である照射順序及び照射量については第XXI図にて説明を附してある．



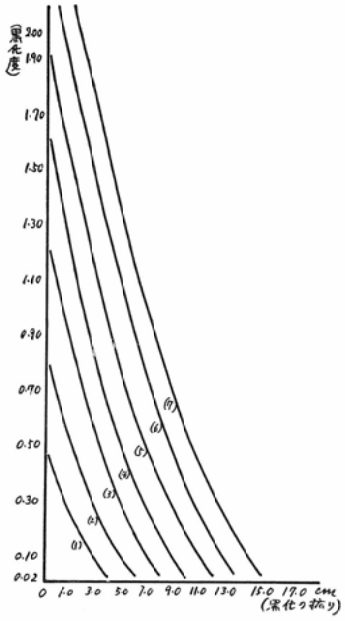
第VII図（A）

cm黒化の拡り ＼ 濾紙 μch/cm²	1.1	2.2	4.4	8.8	21.5	43.0	86.0
0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
0.5	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
1.0	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06
1.5	0.10	0.10	0.10	0.08	0.09	0.09	0.09
2.0	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14	0.14
2.5	0.18	0.18	0.18	0.19	0.18	0.17	0.18
3.0	0.24	0.22	0.23	0.23	0.23	0.21	0.20
3.5	0.30	0.27	0.27	0.28	0.27	0.27	0.23
4.0	0.37	0.32	0.31	0.32	0.31	0.30	0.28
4.5	0.65	0.38	0.43	0.38	0.36	0.35	0.31
5.0		0.46	0.52	0.43	0.42	0.40	0.36
5.5		0.52	0.60	0.50	0.49	0.43	0.41
6.0		0.65	0.70	0.57	0.55	0.50	0.46
6.5		0.90	0.82	0.64	0.61	0.56	0.51
7.0			0.92	0.73	0.68	0.62	0.58
7.5			1.02	0.84	0.77	0.69	0.63
8.0			1.30	0.93	0.84	0.77	0.72
8.5				1.07	0.93	0.84	0.80
9.0				1.22	1.07	0.94	0.89
9.5				1.32	1.18	1.03	0.94
10.0				1.50	1.32	1.13	1.02
10.5				1.70	1.43	1.22	1.12
11.0					1.56	1.37	1.23
11.5					1.65	1.50	1.35
12.0					1.76	1.63	1.47
12.5					2.00	1.75	1.53
13.0						1.88	1.70
13.5						2.00	1.80
14.0						2.00	1.90
14.5						2.00	2.00
15.0							2.00
15.5							2.00
16.0							2.00
16.5							2.00

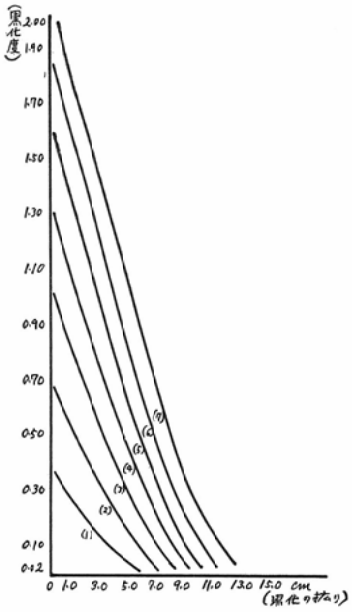
第 Ⅶ 図（B）

cm黒化の拡り ＼ 濾紙 μch/cm²	1.1	2.2	4.4	8.8	21.5	43.0	86.0
0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
0.5	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
1.0	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
1.5	0.09	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08
2.0	0.12	0.10	0.12	0.10	0.12	0.11	0.12
2.5	0.15	0.13	0.16	0.14	0.15	0.15	0.17
3.0	0.18	0.16	0.20	0.18	0.19	0.19	0.21
3.5	0.20	0.19	0.24	0.23	0.24	0.23	0.25
4.0	0.23	0.23	0.28	0.28	0.28	0.29	0.32
4.5	0.27	0.28	0.33	0.32	0.34	0.35	0.37
5.0	0.30	0.32	0.38	0.38	0.39	0.41	0.43
5.5	0.33	0.36	0.44	0.44	0.42	0.49	0.50
6.0	0.44	0.42	0.51	0.51	0.53	0.56	0.57
6.5		0.47	0.58	0.59	0.62	0.64	0.66
7.0		0.53	0.68	0.66	0.69	0.72	0.74
7.5		0.60	0.76	0.75	0.78	0.80	0.82
8.0		0.75	0.85	0.83	0.86	0.88	0.91
8.5			0.95	0.92	0.97	0.97	1.00
9.0			1.14	1.02	1.06	1.04	1.11
9.5				1.10	1.17	1.20	1.25
10.0				1.20	1.27	1.30	1.37
10.5				1.43	1.38	1.41	1.43
11.0					1.50	1.51	1.57
11.5					1.70	1.62	1.68
12.0						1.73	1.78
12.5						1.90	1.90
13.0							2.00
13.5							2.00

第ＸＸⅢ図（A）



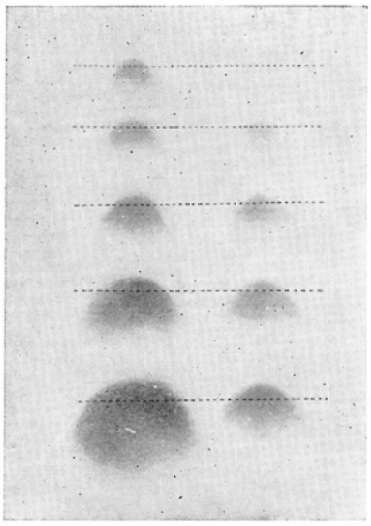
第ＸＸⅢ図（B）



て，黒化度も強く又照射量を増すにつれて黒化度は勿論のこと，其の拡がりも増して来ることが分つた．即ち第XXIII図をもつて説明すると，^{32}P 濾紙の面積が大きいとカーブは一般に急斜を示し且つ黒化度も強く，其の拡がりも増して来ることが認められるが，此の原因は ^{32}P 紙濾の面積大がきくなる程，^{32}P 濾紙全体の線量も増加を示すもので，又辺縁部に於ては干渉線も増加を来たすことが分る．逆に ^{32}P 濾紙の面積が小さいと，カーブは一般に緩斜を示し且つ黒化度も弱く，其の拡がりも減じて来ることが認められるが，此の原因は ^{32}P 濾紙の面積が小さくなる程，^{32}P 濾紙全体の線量も減弱を示すもので，又辺縁部に於ては干渉線も減弱を来たすことが分る．

以上より ^{32}P 濾紙の面積を色々と変えた場合，^{32}P 濾紙の辺縁部に於ける線量分布に増減を来た

第XXⅣ図　実験〔Ⅱ〕に於ける4㎜薬間に挟んだフィルムの黒化標本である．照射順序及び照射量については第XXⅠ図にて説明を附してある．



第　Ⅷ　表（A）

cm黒化の拡り ＼ 濾紙 μch/cm²	1.1	2.2	4.4	8.8	21.5	43.0	86.0
0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
0.5	0.05	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.04
1.0		0.04	0.06	0.07	0.08	0.09	0.07
1.5		0.05	0.07	0.10	0.12	0.13	0.13
2.0		0.07	0.09	0.13	0.16	0.19	0.18
2.5		0.08	0.11	0.17	0.20	0.22	0.24
3.0		0.10	0.13	0.20	0.26	0.28	0.32
3.5			0.15	0.23	0.31	0.34	0.39
4.0			0.17	0.27	0.36	0.40	0.47
4.5			0.19	0.31	0.42	0.48	0.53
5.0			0.20	0.35	0.47	0.54	0.61
5.5			0.23	0.38	0.52	0.60	0.68
6.0			0.26	0.42	0.57	0.67	0.75
6.5				0.46	0.61	0.73	0.82
7.0				0.49	0.66	0.80	0.89
7.5				0.55	0.70	0.86	0.96
8.0					0.74	0.92	1.02
8.5					0.84	0.98	1.07
9.0						1.03	1.15
9.5						1.14	1.22
10.0							1.28
10.5							1.36

すことが分つた．

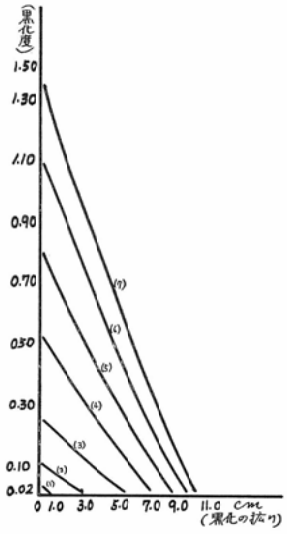
（2）4㎜の薬間にフィルムを狭んだ場合．

実験成績については，第XXⅣ図，第Ⅷ表及び第XXⅤ図に示す通りである．第XXⅣ図は4㎜

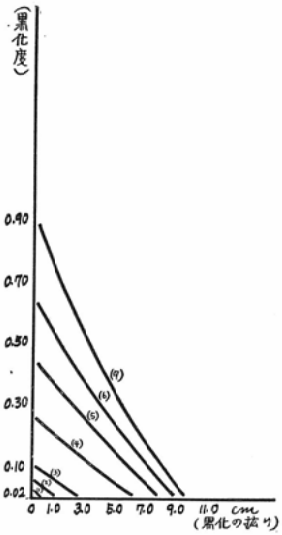
第　Ⅷ　表（B）

cm黒化の拡り ＼ 濾紙 μch/cm²	1.1	2.2	4.4	8.8	21.5	43.0	86.0
0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
0.5		0.05	0.03	0.05	0.04	0.04	0.04
1.0			0.05	0.06	0.06	0.06	0.06
1.5			0.05	0.08	0.08	0.09	0.09
2.0			0.06	0.10	0.10	0.11	0.13
2.5			0.07	0.11	0.12	0.14	0.16
3.0			0.10	0.13	0.15	0.17	0.20
3.5				0.15	0.18	0.20	0.23
4.0				0.17	0.20	0.23	0.28
4.5				0.19	0.23	0.27	0.32
5.0				0.21	0.26	0.30	0.37
5.5				0.23	0.29	0.34	0.41
6.0				0.27	0.32	0.37	0.48
6.5					0.34	0.42	0.52
7.0					0.38	0.46	0.57
7.5					0.40	0.50	0.63
8.0					0.46	0.54	0.69
8.5						0.58	0.74
9.0						0.65	0.80
9.5							0.94

第XXⅤ図（A）



第XXV図（B）



の葉間に狭んだフィルムの黒化した標本で，第Ⅷ表は之れについて黒化度測定値である．表の横軸は ^{32}P 濾紙による照射量(μch/cm^2)を示し，縦軸は黒化したフィルムの末端部より中心部に至る同一線上の位置（cm）を示したものである．尙（A）は直径2cm,（B）は直径1cmの夫々の ^{32}P 濾紙の場合を示している．第XXV図は之れをグラフに表わしたもので，図の横軸はフィルムの黒化の拡がり（cm）を示し，図の縦軸は黒化度を示したものである．尙曲線に附してある数字は夫々の照射量を示したもので，前記の場合と同様である（省略）

以上の実験よりフィルムの黒化した部分を両円について比較検討して見ると，^{32}P 濾紙の面積が小さくなるにつれて，前記最上層の場合よりも黒化度は著しく減じ，又両円共に照射量を減ずるに従つて最上層の場合よりも黒化度は勿論のこと，其の拡がりも一層著明に減じて来ることが明らかに分つた，即ち第XXV図をもつて説明すると，前記最上層に於ける線量分布と同様に，^{32}P 濾紙の面積が大きくなるにつれて，カーブは一般に急斜を示し且つ黒化度も強く，其の拡がりも増して来ることが認められるが，此の原因は前記の場合と同様に，^{32}P 濾紙の面積が大きくなる程，^{32}P 濾紙全体の線量分布も増加を示すもので，又 ^{32}P 濾紙辺縁部に於ては干渉線も増加を来たすことが分る．逆に ^{32}P 濾紙の面積が小さいと，カーブは一般に前記最上層に於ける線量分布の場合と同様に緩斜を示し且つ黒化度も弱く，其の拡がりも減じて来ることが認められるが，此の原因は ^{32}P 濾紙の面積が小さくなる程 ^{32}P 濾紙全体の線量も減弱を来たすことが分る．

以上より ^{32}P 濾紙の面積を色々と変えた場合，^{32}P 濾紙辺縁部に於ける線量分布に増減を来たすことが分つた．

総括並びに考按

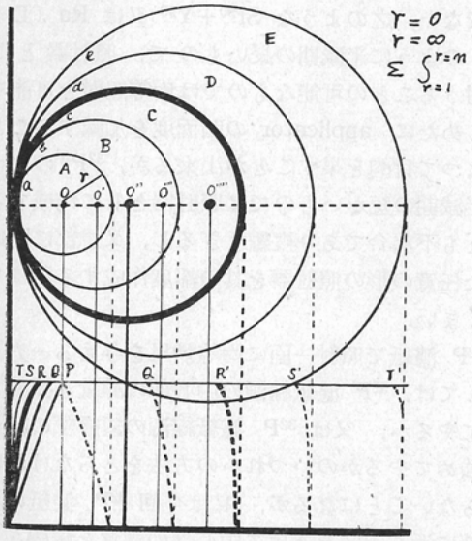
病変が皮膚表層に近く存在する血管腫及び色素性母斑の治療には，主として近接X線，ラジウム，コバルト，雪状炭酸等が使用されて来たが其の効果については必らずしも理想的とは云えなかつた．例えばコバルト照射では効果の出現する迄には数カ月も要する場合があり，これがために照射調節がむずかしく，一般に過剰照射による色素沈着，色素脱失，慢性皮膚炎及び難治性潰瘍等の予防が仲々困難である．此等に比較して ^{32}P によるβ線外面照射療法では比較的休止期の幅も広く且つγ線の場合とは異つて隣接部に障害を与えるようなこともなく，又効果の出現も極めて早い特色をもつている．而し ^{32}P の場合では，β線であるので極めて表在性の疾患にのみ限られている．現在迄のβ線による治療成績を見ると必ずしも好成績とは云え難い．其等の主なものとしては，皮膚反応の異常を来たす場合が取り挙げられるが，此等の諸現象については過半数のものは個人差或は皮膚の感受性の異常として取扱われて来た傾向があるが，之等だけに依るものではなく，照射線源（^{32}P 濾紙）の不完全なる作成法による線源面（^{32}P 濾紙）のβ線分布の不均等及び，此等の原因による照射線量の不正確さに起因するものも決して少くないものと思われる．Low-Beer, Plastic 及び Sinclair など之等の点については既に記載はしているが，之の原因については何等の解決を見ない．

皮膚の異常反応の原因としては，先ず照射線源

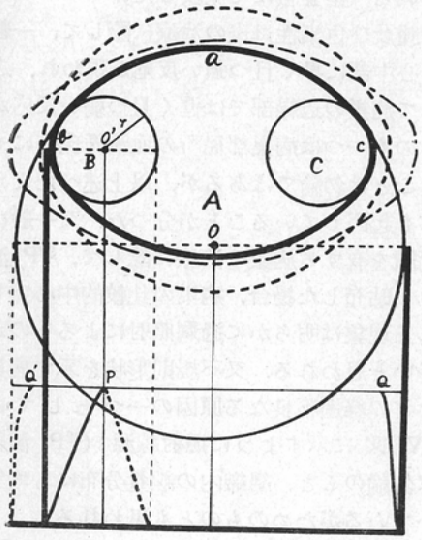
(^{32}P 濾紙) 側からと，次に照射を受ける皮膚組織の感受性及び組織内に於ける線量の分布状態について考えてみる必要がある．

本実験Ⅰ及びⅡの結果を綜合して見ると，第XXⅦ図及び第XXⅥ図にて示す如く，即ち ^{32}P 濾紙の周辺部を除く中央部では ^{32}P 濾紙の面積が或る程度まで大きくなるにつれて，濾紙内の一点に於ては周囲よりの干渉線が加わつて全体的に線量分布に増加を来たすことが分る．又 ^{32}P 濾紙の辺縁部でも ^{32}P 濾紙の面積が大きくなるにつれて周囲よりの干渉線も増し，同様に線量分布に増加を来たすことが明らかに認められた．一方照射を受ける組織に於ても，此等と同様な現象が認められた．

第XXⅥ図



第XXⅦ図



^{32}P濾紙全体の線量分布の状態から見ると，^{32}P濾紙の中心部に入るにつれて線量が増して来るが，一方組織内に於ける線量分布も同様である．即ち ^{32}P 濾紙の面積が大きくなるにつれて，辺縁部の線量も増し，組織内に於ける線量分布にも増加を来たすが，^{32}P 濾紙の中心部と辺縁部とでは常に線量分布には差がある．^{32}P 濾紙の面積が大なるときは ^{32}P 濾紙の面積の小なる時よりも，^{32}P 濾紙の中心部と辺縁部との差が狭まつて来ることも分つた．

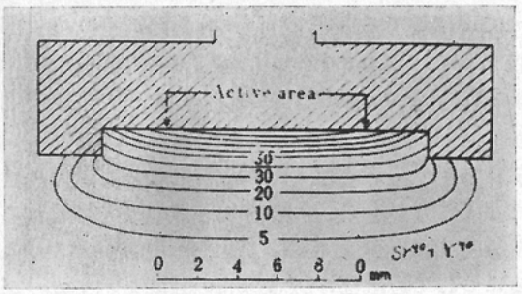
第XXⅥ図は実験（Ⅰ）及び（Ⅱ）に於ける夫々 ^{32}P 濾紙の面積を異にした場合のフィルム黒化度より測定した ^{32}P 濾紙辺縁部の線量分布状態を作図したものである．各々直径を異にする円 O,O′,O″,O‴,O⁗ の中心を同一線上にとり，各円の切点を f に合せた場合，各々円 A,B,C,D,E の末端部 f に於ける線量（辺縁部に於ける線量分布）を夫々の曲線 P,Q,R,S,T をもつて表わしたもので，即ち円Aの f に於ける線量分布はPで，下同様に円BはQ，円CはR，円DはS，円EはTをもつて表わしたものである．故に切点に働く各円の線量については，円（^{32}P 濾紙）が如何に大きくなつても ^{32}P の濾紙内に於ける飛程には限度があるので一定範囲内のものしか働き得ないことになるが，円（^{32}P 濾紙）が大きくなるに従つて f に対する周囲の干渉野（干渉線の発生部位を示す）a,b,c,d,e が増して来るので従つて干渉線量も増加を示して来る．故に ^{32}P 濾紙の面積が大きくなるにつれて ^{32}P 濾紙の辺縁部 f に於ける線量分布も増し，中心部との差が狭められて来ることが分る．同様なことが組織内に於ける線量分布にも云え得る．即 ^{32}P 濾紙が大きくなるにつれて辺紙部の線量分布の強度を示すカーブ

が急斜を示すようになることが分つた.

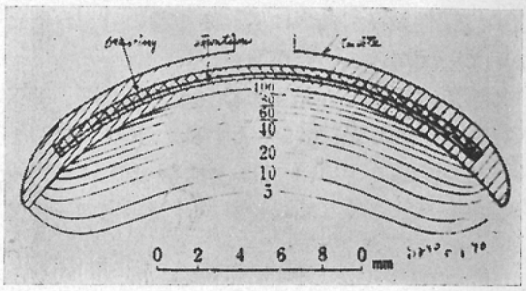
第XXVII図も前図と同様に実験（I）及び（II）に於ける ^{32}P 濾紙の夫々面積を異にした場合のフィルム黒化度より測定した ^{32}P 濾紙辺縁部の線量分布状態を応用作図したものである. 楕円形Kについて其の線量分布を見ると, 長径aは大円Aの辺縁部に相当し, 短径bは小円Bの辺縁部に相当するので, 此のような形に作つた場合の ^{32}P 濾紙の線量分布状態（特に ^{32}P 濾紙辺縁部の）を夫々図に示す如く曲線P及びQをもつて示した. 即ち辺縁部a径に於ける線量分布Qで, b径はpをもつて夫々表わした. 前記と同様に辺縁部a及びbに働く線量については, 働き得る ^{32}P の飛程には限度はあるが, 一般に径（辺縁部）が大きくなるにつれて干渉野も増し, それに伴う干渉線も増加を示して来るが, 径（辺縁部）の小さい場合は干渉野及び干渉線共に減少を示して来ることが分る. 此れと同様なことが組織内に於ける線量分布に於ても認められる. 即ち ^{32}P 濾紙の径が大きくなるにつれて辺縁部の線量分布の強度を示すカーブが急斜を示すようになることが分つた.

第XXVIII図及び第XXIX図は Sinclaic & Trott 及び Kastner & Greenberg 氏等により試みられた β 線外面照射器（$Sr^{90}+Y^{90}$）であるが, 例えば第XXVIII図に示すように, 平面照射線源では中心部と辺縁とではかなり線量分布に差が見られるが, 此れに返して第XXIX図に示す如く, 凹面照射線源では中心部と辺縁部との線量分布の差が少なくて良いが, 此の場合では集光照射の目的であつて, 均等照射の意味で凹面度には適

第XXVIII図



第XXIX図



格でない, 之のような $Sr^{90}+Y^{90}$ 又は Ra（D+E）のように半減期の長いもので, 照射器として用うることの可能なものでは均等照射を可能ならしめたに applicator の凹面度を加減することによつて目的を果すことが出来るが, ^{32}P のように半減期の短かいものでは照射器として作成することも不都合であり複雑すぎるし, 又患部に則応した任意の形の照射器を其の都度作成する訳にも行くまい.

^{32}P 濾紙で照射一面に均等効果を与える一方法としては, ^{32}P 濾紙線源の中心部の線量を減弱させてやるか, 又は ^{32}P 濾紙線源の辺縁部の線量を強めてやるかのいづれかの方法をとらなければならないことになるが, 私は今回 ^{32}P 濾紙の中央部に近く小穴をあけて中心部の線量を減弱させてやる方法を考え臨床的に極めて理想的な良結果を得ている（第III報にて発表した).

血管腫及び色素性母斑の治療に際して, 一般に病巣の心中部に早く且つ強い反応が現われ, 之れに反して病巣の辺縁部では遅く且つ弱い反応が現われるのも一つは病巣部局所の血液循環等にも関与することは勿論ではあるが, 以上述べたような事柄にも起因していることが分つた. 又一般に大きな面積を有する病巣の治療に際して, ^{32}P 濾紙を大きく貼布した場合, 病巣の比較的中心寄りに見られる現象は明らかに過剰照射によるものが比較的多いと思われる. 又不規則形状を示す病巣の場合などの経過不良なる原因の一つとしては, 第XXVII図に示すように照射線源（^{32}P 濾紙）自身は勿論のこと, 組織内の線量分布にも均等性を欠いているがためのものとも思われる.

以上のような不均等な照射を毎回繰返し行つていることよにり，病巣部の或る部分（主に中心部）は明らかに過剰照射に陥入り，其の結果として皮膚炎，糜爛，水泡，潰瘍などを生じ，色素沈着或は色素脱失等の副作用を招来せしめるよなことも臨床的にかなり多くある事実を認めることが出来た．

我々は ^{32}P 濾紙をもつて血管腫及び色素性母斑等の治療を行い，現在まで経過の明らかで且つ臨床的には軽快したと思われる約 100例について照射休止後約1カ年以上経過した患者について照射部の皮膚の状態を定期的に検診を行つて来たが，明らかに不均等照射による部分的過剰線量の投与と思われる副作用の多いことを知ることが出来た．即ち粃糠形成28%，色素沈着42%，色素脱失40%，皮膚萎縮10%，瘢痕又は肉芽増殖症5%，皮膚肥厚4%，慢性皮膚炎3%，瘙痒及び時々局所に疼痛を訴えるもの4%で，過半数を占める色素異常は既記に起因することの明らかなものがかなり多かつた．このような方法による治療の旺んに行われている今日，既記臨床的欠点の改良を省みないとするならば，将来皮膚癌の発生等もかなり増すのではあるまいか．

結　論

治療用 ^{32}P 濾紙の作成法に準じて ^{32}P 溶液を均質な濾紙に均等に吸着させて後乾燥し出来上つた ^{32}P 濾紙を所定の大きさに切り取つた場合，此の ^{32}P 濾紙面及び組織内に於ける線量分布の状態についてフィルム黒化法によつて測定した結果によると，^{32}P 濾紙面の中央部と辺縁部とではかなり分布差が認められた．中就 ^{32}P 濾紙を大きくすると，^{32}P 濾紙の中央部と辺縁部との線量分布の差は狭められて来るが，^{32}P 濾紙全体としての線量率は増加する，之れに反して ^{32}P 濾紙を小さくすると ^{32}P 濾紙の中央部と辺縁部との線量分布の差は開き，^{32}P 濾紙全体としての線量率はかなり減弱する．以上より臨床的に次のことが之云え得る．

（I）比較的面積の大きな病巣部の治療に際して，^{32}P 濾紙を広く貼布照射すると病巣部の中心部の線量分布に増加を来たし，其の結果として過剰照射を招来する原因となる．

（II）稍ゝ深層に及んだ病巣部の治療に際して，^{32}P 濾紙を患部形と同じ大きさに貼布照射すると病巣部の辺縁部の線量分布に減弱を来たしている関係上，辺縁部には遅効を示し，其の結果として外輪を残す原因となる．

（III）一般に不規則形状をなした病巣部の治療に際して，^{32}P 濾紙を患部形と同じ形大に貼布照射しても病巣部の径（辺縁部）の大小によつて線量分布の状態も一様でなく，均等性を欠く原因となり其の結果均等な治療効果は望めない．

（本論文は第17回日本医学放射線学会総会及び第2回日本アイソトープ会議に於て発表した．）

終止御指導を戴きました古賀教授に深謝申し上げます，尚予備実験を行うに当り材料の提供並びに測定器の調整に御協力下されました磯部寛氏に感謝致します．

尚本論文の一部は第2回日本アイソトープ会議集に協同研究者連名にて発表してある．

文　献

1) H.L. Friedell, C.I. Thomus and J.S. KrohmemerDescrisption of and Sr^{-90} Beta.-Ray applicator and its use on the Eye, Amer. J. Roemt. Vol 65, 1951. —2) H.H. Rossi and R.H. Ellis calculation for Distributed sources of Beta Radiation, Amer. J. Roent. Vol 67, 1952. —3) The Cliniirl use of Radioisotopes. 1959. —4) Moximan permussible amounts of Radioisotopes in the Human Boday and maximan perimis sible Concentration in air and water 1958. —5) Strahlenhtherapie 107 Band Heft 4 1958. —6) Radiation Research Vol 9 No 3 Sept 1958. —7) Radio Isotopes Vol 8 No 2 Sept 1959. —8) Physikalisches: Gund, K., U.R. Schittenhelm: Strahlen therapie 92, 1952: 519. —9) Radio Isotopes: Vol 8 No 1 March 1959. —10) Glocker, R.: Strahlen therapie 93 (1953). —11) Mehl, H.G.: Strahlen therapie 102 (1957). —12) Lossel, H-J., U.A. Jakob: Strahlen therapie 104 (1957). —13) Markus, B.: Strahlen therapie 103 (1957). —14) Allgemeines: Gersing, R.: Fortschr. Röntgenstr, 88 (1958). —15) Praktische: Strahlen therapie, Stuttgast1957. —16) Strahlen therapie 107 Bund Heft 1958. —17) Becker, J, U. K.E Scheer: Strahlen therapie97, 1955. —18) Yianna hopoulos, A., U.K.E. Scheer: Strahlen

therapie 100, 1956, 165. —19) Ilse W.: Atompradis —20) Low-Beer B.V.A.: Amer J. Roent 28, 1947. —21) Evans Radioativity units and Standards. Nucleonics 1 : 32, 1947. —22) Freundlich: A new beta-ray applicator using fission products. Nature, 164 : 308, 1949. —23) Parker: Tentative dose units for mixed radiations. Radiology, 54 : 257, 1950. —24) Bizzell, Burnett, Tomyskins & wish: Properties of phosphorus-bakelite beta-ray sources. Nucleonics 8 : 17, 1951. —25) Brues & Reitz: Effects of extermal and internal radiation on cell division. Ann. N-Y. Sci. 51 : 1497. —26) Hahn: Amannal of radioisotope therapy Academic Press. New York 1951. —27) Krohmer: Phrpical measurements on various beta-ray applicatoros. Amer. J. Roent. Radium Therapy 66 : 791, 1951. —28) Krohmer & Mc Carthy: A simple laboratory set-up for rapid measurement of beta-ray dosages above 1 rep/sec. Science, 113 : 360, 1951. —29) Raper, Zirkle and Barnes: Techniques of extermal irradiation with beta ray. In "Effects of external beta radiation" p. 1. Mc Craw-Hill, New York 1951. —30) Kastner & Greenberg: Measurement of betaray applicators, Radiology 58 : 731, 1952. —31) Wilson, F.M & Wilson, J.W.: Radioactive strontiunr therepy of the eye, corneal biostandarization and evaluation of an applicator for us in ophthalmology. Arch of ophthalm. 48 : 686, 1952. —32) Haybittle: Measurements with a Ce 144 betaray applicator. Brits J. Radiol, 26 : 423, 1952. —33) Mc Inally & Neary: Investigations on beta-ray dosimetry fora ^{32}P enclosure. Brit J. Radiol 26 : 539, 1952. —34) Loevinger: Extrapolation chamber for the measusement of beta sour cer. Rev. Sci Instr, 24 : 907, 1952. —35) Tochilin, & Golden Film measurement of beta ray depthdose. Nucleonics 11: 26 1952. —36) Hughes: Beta irradiation using the Strontium-90 Applioator, Amer. J. Ophthalm, 37, 945 : 1954. —37) Haybittle: Ionization chambers for the dosimetry of beta-ray applicators, Brit. J. Radiol. 28 : 320, 1955. —38) Low-Beer: The clinical use of ranioactive isotopes, Charles Thomas, Springfield III. U.S.A, 1956. —39) Sinclair, & Trott: The construction and measurement of beta-rayapplicators for use in ophthalmology. Brit. J. Radiol, 29, 15, 1956. —40) アイソトープ物理学（田島）1956. —41) 日医放誌, 14, 7（宮川森）1954. —42) ラジオアイソトープ（日放同協会）1959, —43) 日本アイソトープ会議集（第一回）1957, —44) 日本アイソトープ会議集（第二回）1958. —45) 日医放誌（広石）1958. —46) 日レントゲン会誌（中泉足立）1 : 45, 1940. —47) 人体と放射線（江藤）岩波 145, 1949, —48) 日眼誌（村田松本）55 : 538, 1951 —49) 大阪市立医誌^{32}Pによる研究（池田）1 : 28, 1952. —50) 臨眼（池田）7 : 287, 1952, —51) 臨眼（池田）7 : 761, 1952, —52) 日眼（池田）57 : 723, 1952. —53) 臨床放射線治療学（改訂5）（中泉）1952. —54) 日医放誌, 15 : 455, 1955. —55) 日眼（萩野）59, 1955, —56) アイソトープの設備と防護（井上）1956, —57) 診断と治療（伊東）45 : 460, 1956, —58) ラジオアイソトープの治療学的応用（β線源 Applicator について）（中泉）. —59) 日医放誌（中泉）24 : 420, 1957, —60) 癌のアイソトープ療法, 診断と治療, 45 : 452, 1957.