



Title	放射性「コバルト」-60による研究(特にラヂウム代用としてのコバルト-60による治療の研究)
Author(s)	宮川, 正; 田坂, 眞
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1951, 11(3.4), p. 29-33
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/19444">https://hdl.handle.net/11094/19444</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## 放射性「コバルト」-60による研究

(特にラヂウム代用としてのコバルト-60による治療の研究)

宮川正田坂皓

國立東京第一病院放射線科

Study on the radioactive Cobalt-60

(especially study on the therapeutic use of the radioactive cobalt-60)

Tadashi Miyakawa, Akira Tasaka.

(The First National Hospital of Tokyo.)

(本研究内容は既に昭和25年11月日本醫學放射線學會關東部會並に昭和26年4月日本醫學放射學會第10回總會に於て演説した)

昭和25年夏當院が米國から入手した放射性「コバルト」-60に就て醫療上必要と思われる基礎實驗を行い、更にラヂウム代用として是を用いるため「コバルト」-60針並に板を製作した。尙臨床的に用いたので是等の結果を報告する。

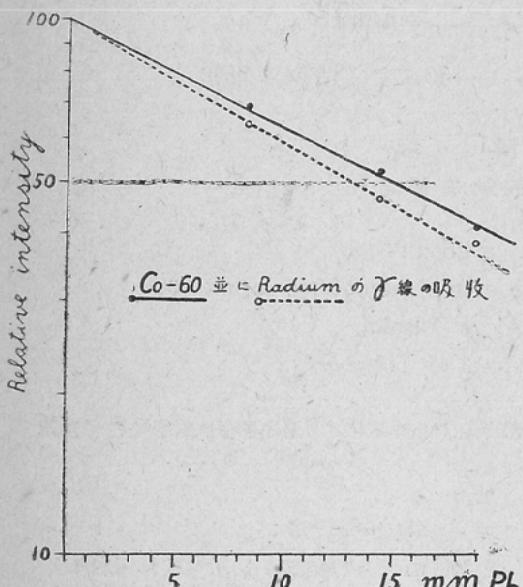
「コバルト」-60とは：

既に日本の醫學雑誌にも紹介されて居るので詳細は略すが、是こそ放射線治療にとつては人工「ラヂウム」と云うべきものである。周知の如く「ラヂウム—パイル」中にて製造されるもので「コバル

ト」の人工放射性同位元素の一つである。「コバルト」-60は $\beta$ 線を放出してニッケルになるのであるが其の時同時に2種類の $\gamma$ 線を放射する。此の $\gamma$ 線のエネルギーが「ラヂウム」から放射する $\gamma$ 線の平均エネルギーに近いこと並に半減期が比較的長く、即ち5.3年であるので、主として $\gamma$ 線治療として「ラヂウム」と同様に使用出来るわけである。

「コバルト」-60の $\gamma$ 線並に $\beta$ 線に関する実験。 $\gamma$ 線：一ローリツエンエレクトロスコープを用いコバルト-60～2mcを線源として $\gamma$ 線の鉛による吸収を測定した。同時に「ラヂウム」の $\gamma$ 線の吸収を測定し兩者を比較した。吸収曲線は図1の如くである。鉛の半價層は文献に記載されて居るものよりやゝ厚い結果となつたが是は吾々の用いた鉛の純度並に測定器の構造其の附近の物體による散乱線等の影響によるものと思われる。此の値は將來「コバルト」-60の遠隔大量照射を行う際使用する鉛照射筒の設計並に是に準する防 $\gamma$ 線の設備の設計等に必要である。尙2mcのコバルト-60にフィルターとして2mm鉛を用いたものと白金壁0.5mm

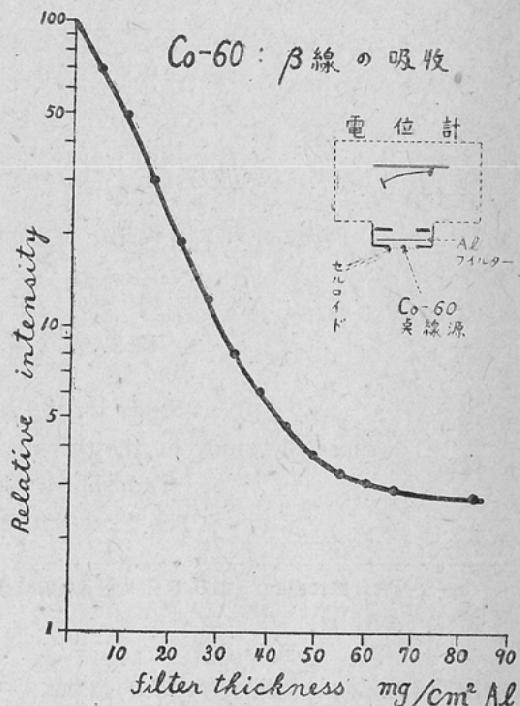
図 1



此の値は「コバルト」-60遠隔大量照射に用いる照射筒の設計並に之に準する防 $\gamma$ 線の設備の設計に必要である

の「ラヂウム」針2mgとの $\gamma$ 線の強さを比較すると152:100なる値を得た文献によれば約160:100である。即ち「コバルト」-60を $\gamma$ 線治療に用うる時、或るmcの「コバルト」-60より放射される $\gamma$ 線の強さは之と同じmg數のラヂウムの $\gamma$ 線の強さの1.5～1.6倍と考えてよい。例えば「コバルト」-60の100mc時は「ラヂウム」の150～160mg時に相當すると考えればよい。後述する臨床治療に於ても此の値を基礎として配量を行つたのであるが妥當と思われた。勿論物理學的に厳密に云えば波長の異なる2系統の $\gamma$ 線を或る特定の装置による電離測定により比較し其の値を直ちに生體組織の照射量として配量に應用することは妥當でないが「コバルト」-60より放射される $\gamma$ 線とラヂウムから放射される $\gamma$ 線の各々の平均エネルギーが似て居るので大體

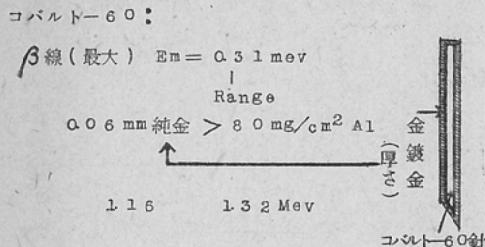
図 2



Feather Method によれば、「コバルト」-60より放出される $\beta$ 線を完全に吸収する最小の厚さは80 mg/cm<sup>2</sup> Alである

圖3の「コバルト」-60針の鍍金金屬層の厚さを決めるに必要な値である

図 3



電離測定値による兩者の比を臨床治療の配量に用いてよいと思う。

β線:一 文獻によれば「コバルト」-60より放出されるβ線の最大エネルギーは0.31 MeVである。吾々がローリツエンエレクトロスコープを用い圖2に示す方法にて線源として、徑25 mmの測定皿の底部をセルロイドとなし、背後散乱の影響を出来るだけ少くし其のセルロイド底の中央に極く僅かの「コバルト」-60を點源として塗布したもの用いた。アルミニューム箔をフィルターとしてβ線の吸收を測定した結果は圖2の如くである。γ線を伴う放射性同位元素のβ線吸收の測定は困難で特に最大エネルギーEmaxのβ線を完全に吸收する最小の厚さを求めるることはFeather methodによるべきである。今回は此の測定法を行わなかつた。文獻によれば、「コバルト」-60のβ線(Emax)を完全に吸收する最小値は約80 mg/cm<sup>2</sup>アルミニュームである。此の値は「コバルト」-60針或は板を用うる時其のβ線を除くための鍍金金属の厚さを決めるために必要である(圖3)。

参考のため吾々の實測値並に文獻より得た「コバルト」-60並にラヂウムの恒數を表に示す。

表 1

「コバルト」-60 「ラヂウム」		
β線エネルギー (MeV)	1.16	0.19 (Ra 226)
	1.13	? (Ra B)
	◎1.8 (Ra C)	
	0.047 (Ra D)	
	0.773 (Ra F)	
γ線鉛半價層(種)	1.4	約1.23
	(1.53) ← 實測 → (1.34)	
1 mc の γ線の張さの比	160	.. 100 (152) ← 實測

β線(Emax) 0.31 MeV 略す  
半減期 5.3年 1500年(1600年)  
(實測一宮川、田坂による實測値)

「コバルト」-60針並に板の製作:

今回「コバルト」-60は鹽化「コバルト」水溶液として入手した。放射能の強さ20mc、溶液量10ccであつた。

東京大學第二工學部助教授加藤正夫氏(冶金學科)の協力を得て「コバルト」-60針並に板を製作することが出来た。同氏の行われた方法の概略を示すと次の如くである。

1) ニッケル-鐵合金針金(徑約0.6~0.7 mm)並に板に電解法により銅の下地鍍金を行う。

2) 次に上記針金並に板に白金容器中に電解法により「コバルト」-60鍍金を行う。此の鍍金操作條件により針の放射能の強さが決まるわけである目的の強さにすることが出来る。

3) 次に上記コバルト-60鍍金針金並に板を水素雰圍氣中にて900°Cの熱處理を行う。此の操作により針並に板の表面は(ニッケル)-(鐵)-(「コバルト」-60)の合金になるわけである。

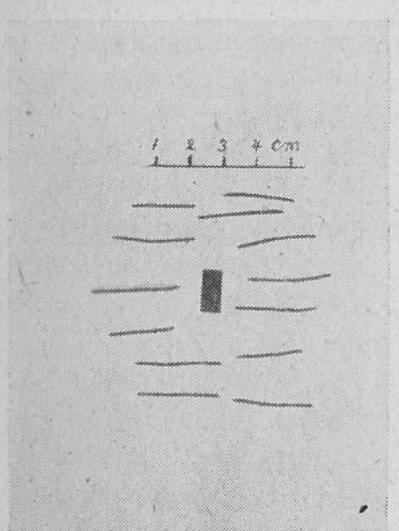
4) 更にβ線を除くために0.06~0.1 mmの厚さの金鍍金を行う。

今回の針並に板はβ線除去のために鍍金金属として耐蝕性の強い金を用いたが金は比較的軟く使用中に金鍍金層が磨滅した針もあつた。今後はニッケル、クローム、「コバルト」或は等の合金を使用することがよい。尙γ線による二次β線を出来るだけ少くする意味からも原子番號の少ない金属で此の目的に合うものを選ぶべきである。

斯くして出来上つた針並に板を圖4に示す。「コバルト」-60針は長さ15~20 mm、太さ徑0.71 mm、放射能の強さ1本につき0.5~3 mc、板は5 mm×10 mmの大きさで、1枚の放射能の強さ1 mcであつた。

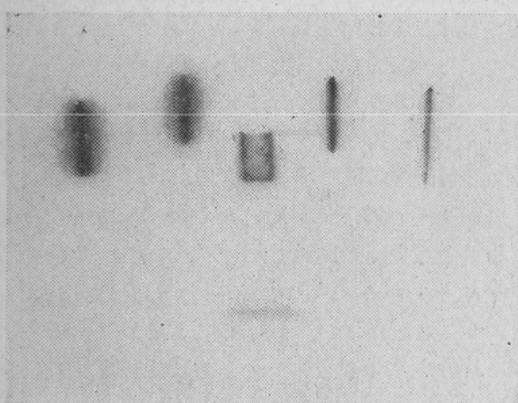
是等を寫眞乾板上に密着させ黒化により針並に板の放射能の分布の概略を知ることが出来た。圖5に示す如くである。「コバルト」-90の鍍金がやや平等を缺いて居るものもある特に板に於て認められる。

圖 4



出來上つたコバルト-60針並に板(中央)  
下列中央のやゝ太い針は1mg「ラヂウム」針である

圖 5



寫真乾板に「コバルト」-60針並に板を密着黒化せしめたもの(針、板の Radioautograph)  
中央は板、一放射能の分布が不平等である下にうすく認められるのは1mg「ラヂウム」針である

#### 臨床治療への應用：

昭和25年11月より26年3月末までに単純性血管腫13例、海綿状血管腫9例に「コバルト」-60針並に板による密着照射を行い、2例の手術不能の子宮癌に「コバルト」-60針の腫瘍内照射を行つた、未だ治療経過の途中であるものもあるが今までの結果を表2、3、4に示す。

表2 単純性血管腫に對する「コバルト」-60の效果

年齢	性別	部位	クール回数	效果
30年	♀	顔面	1	(-)
23年	♀	"	1	(-)
21年	♀	額	4	(+)
20年	♂	顔面	1	(-)
19年	♀	"	3	(±)
19年	♀	"	3	(±)
18年	♂	"	1	(-)
5年	♀	"	2	(+)
4年	♂	"	1	(-)
2年	♀	"	3	(±)
1年3ヶ月	♀	"	3	(++)
9ヶ月	♂	"	2	(++)
3ヶ月	♀	"	2	(++)

表3 海綿状血管腫に對する「コバルト」-60の效果

年齢	性別	部位	クール回数	效果
1年6ヶ月	♀	顔面	2 (+Rad)	(++)
1年	♀	"	4	(++)
1年	♀	"	3	(++)
11ヶ月	♂	額	4	(++)
10ヶ月	♀	側腹	1	(+)
7ヶ月	♀	胸部	1 (+Rad)	(++)
7ヶ月	♀	下腿	4	(++)
7ヶ月	♀	顔面	1 (+Rad)	(++)
4ヶ月	♀	"	2	(++)

表4 子宮癌の「コバルト」-60針腫瘍内照射例

年齢	43		39	
	程度	III度	程度	III度
照射量	乳嘴状膠様癌	4,000 mchr	扁平上皮癌	4,000 mchr
效果	腫瘍の縮小度	++	++	++
	組織學的所見	++	++	++

癌細胞の強度破壊度  
癌細胞の強度減少度  
癌細胞浸潤度  
減少壞死鐵化度

単純性血管腫は幼児を除いては元來放射線治療の困難なものであるが今回用いた「コバルト」-60針並に板は從來の「ラヂウム」針の如く白金壁(厚さ0.5mm)がない即ち「コバルト」-60の場合は線源を皮膚に極度に密着し得ることになる。従つて針密着部附近の空間的線量分布が從來の「ラヂウム」針を用いた場合より、より合理的であろうと云う見解から、敢えて成人の単純性血管腫の治療を行つたわけである。表2に示す如く2年以下の幼児には例外なく效果が認められた。成人に於てもクールを重ねたものにはやゝ效果が認められるも

のもあるが大體「ラヂウム」の成績と同様であつた。海綿状血管腫には例外なく奏效した。

子宮癌の治療成績は「ラヂウム」と同様であるが針が細いので針穿刺が非常に容易であつた。

臨床治療上「コバルト」-60と「ラヂウム」との比較：

I)  $\gamma$ 線治療成績に於ては「コバルト」-60と「ラヂウム」と殆ど差を認めない。

II) 配量：—  $\gamma$ 線治療の場合照射量として「コバルト」-60のmc時を使用すれば其の $\gamma$ 線の照射量は從来の「ラヂウム」のmg時の數値の1.5~1.6倍に相當する(例えば「コバルト」-60の100mc時='ラヂウム'150~160mg時)。

#### $\gamma$ 単位とmc時との關係

是は將來遠隔大量「コバルト」-60照射の配量、或は防 $\gamma$ 線の見地より Tolerance Dose (0.05~0.1r/day) の計算に必要である。物理學的に厳密な意味では困難であるが、臨床的に 1mc の「コバルト」-60 線源より 1 粒の點にて 1 時間の $\gamma$ 線量は約12~14 $\gamma$ と考えてよい。

III) 「コバルト」-60の「ラヂウム」に優る點。

1) 價格が非常に安い。

2) 線源を種々なる形に加工出来る。治療目的に應じ特に細い針、細長い針金状或は任意に形、大いさの板等にすることが出来る。

3) 「ラヂウム」の如くラドン漏洩の心配がない。

IV) 「コバルト」-60の「ラヂウム」に劣る點。

1) 半減期(5.3年)が「ラヂウム」に比し遙かに短かい、従つて配量に際し放射能の減衰を考慮する必要がある臨床的には1年間に1~2回實測、又は計算により用うる線源の放射能の値を補正する必要がある(然し之は表又は減衰曲線により容易に實行出来る)。

2) ラドンの採取が出来ない。

(是は「ラヂウム」の「コバルト」-60に特に優る點である)。

3)  $\beta$ 線療法、「ラヂウム」の $\beta$ 線エネルギーが「コバルト」-60の其れよりも大である。「ラヂウ

ム」—ボタン等を使用すれば「ラヂウム」の方が優ると思われる。

4) ( $\alpha$ 線が出來ない—臨床的には殆ど意義がないと思うがラドンの注射、ラドンザルベ等の使用的には問題となる)。

#### 結語：

「コバルト」-60は米國當局者の許可があれば近き將來に於て、其の儘使用し得る金屬「コバルト」、或は合金の「コバルト」-60針、或は板として又は大線量源の圓筒状「コバルト」-60として輸入し得ることゝ思われる。惡性腫瘍の放射線治療への期待は大きい。從来、日本の「ラヂウム」の保有量は僅かで(日本全體で10數瓦)、特別な施設を除けば、放射線治療醫師と云えども大部分のものは大量の $\gamma$ 線源の取扱いになれて居ないわけである。價格の點のみから云えれば一病院、或は一個人にて現在日本にある「ラヂウム」全量の數倍に達する $\gamma$ 線源の「コバルト」-60を購入することも可能であろう。然もエツクス線の場合より遙かに困難な防 $\gamma$ 線に對する知識と設備を充分に整えて受入れ態勢の萬全を期さなくてはならない。米國としても此の點を強調し要求して居る。日本側の當局者も此の災害防止に關しては充分に考慮し監視することは當然である。我々放射線治療醫にとって「コバルト」-60は偉大なる福音であると同時に一步誤れば使用醫師のみならず附近の者までも取り返しのつかない災害を蒙ることになる。「コバルト」-60の取扱いは「ラヂウム」の取扱いに準じて行われるわけであるから、此の取扱い規則を充分に熟知、實行してかかる後に「コバルト」-60の偉力を用いたい。

今回の研究にあたり吾々としては輸入された「コバルト」-60溶液をいかにして針、或は板に固定するかについて苦慮して居たのであつたが、東京大學第二工學部助教授加藤正夫氏(冶金學科)が取受けて下さり、研究の結果、吾々が醫療に用い得るように製作して下さつた。同氏に對し衷心より深謝致す次第であります。