

Title	放射性「コバルト」-60による研究(特にラジ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, 皓
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1951, 11(3.4), p. 29-33
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19444
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

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

国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は是等の結果を報告する。

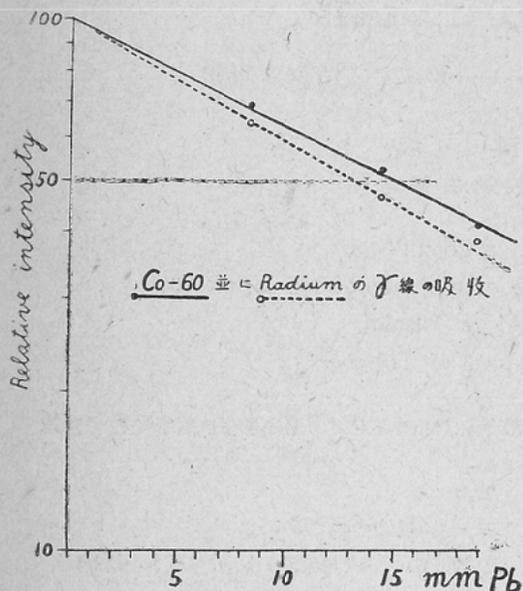
「コバルト」-60とは：

既に日本の醫學雜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「ウラニウム-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β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γ線を放射する。此のγ線のエネルギーが「ラヂウム」から放射するγ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γ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γ線並にβ線に関する実験。γ線：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γ線の鉛による吸収を測定した。同時に「ラヂウム」のγ線の吸収を測定し兩者を比較した。吸収曲線は圖1の如くである鉛の半價層は文獻に記載されて居るものよりやや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亂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ずる防γ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

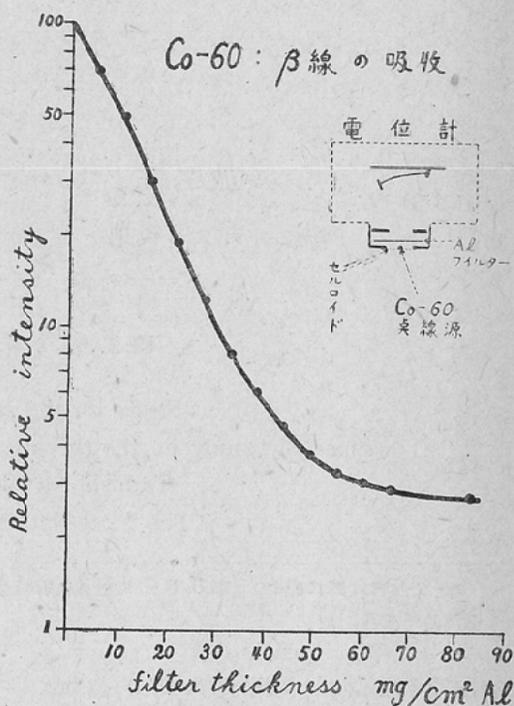
圖 1



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ずる防γ線の設備の設計に必要な値である

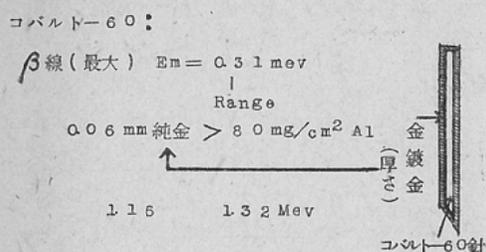
の「ラヂウム」針2mgとのγ線の強さを比較すると152:100なる値を得た文獻によれば約160:100である。即ち「コバルト」-60をγ線治療に用うる時、或るmcの「コバルト」-60より放射されるγ線の強さは之と同じmg數のラヂウムのγ線の強さの1.5~1.6倍と考えてよい。例えば「コバルト」-60の100mc時は「ラヂウム」の150~160mg時に相當すると考えればよい。後述する臨床治療に於ても此の値を基礎として配量を行つたのであるが妥當と思われた。勿論物理學的に嚴密に云えば波長の異なる2系統のγ線を或る特定の装置による電離測定により比較し其の値を直ちに生體組織の照射量として配量に應用するこ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

圖 2



Feather Method によれば、「コバルト」-60より放出されるβ線を完全に吸収する最小の厚さは80mg/cm² Alである。圖3の「コバルト」-60針の鍍金金属層の厚さを決めるに必要な値である

圖 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:— 文献によれば「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、径25mmの測定皿の底部をセルロイドとなし、背後散亂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を用いた。アルミニウム箔をフィルターとしてβ線の吸収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線吸収の測定は困難で特に最大エネルギー—Emax—のβ線を完全に吸収する最小の厚さを求めることは Feather method によるべきである、今回は此の測定法を行なかつた、文献によれば、「コバルト」—60のβ線(Emax)を完全に吸収する最小値は約80mg/cm²アルミニウムである。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屬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献より得た「コバルト」—60並にラヂウムの恒数を表に示す。

表 1

	「コバルト」—60	「ラヂウム」
γ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(μ)	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—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。

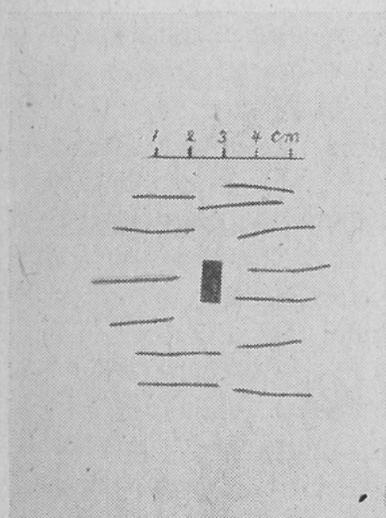
- 1) ニッケル—鐵合金針金(徑約0.6~0.7mm)並に板に電解法により銅の下地鍍金を行う。
- 2) 次に上記針金並に板に白金容器中にて電解法により「コバルト」—60鍍金を行う、此の鍍金操作条件により針の放射能の強さが決まるのである目的の強さにすることが出来る。
- 3) 次に上記コバルト—60鍍金針金並に板を水素雰囲気中にて900°Cの熱處理を行う、此の操作により針並に板の表面は(ニッケル)—(鐵)—(「コバルト」—60)の合金になるわけである。
- 4) 更にβ線を除くために0.06~0.1mmの厚さの金鍍金を行う。

今回の針並に板はβ線除去のために鍍金金屬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鍍金金屬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」或は是等の合金を使用することがよい。尙γ線による二次β線を出るだけ少くする意味からも原子番號の少ない金屬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15~20mm, 太さ徑0.71mm, 放射能の強さ1本につき0.5~3mc 板は5mm×10mmの大いさで、1枚の放射能の強さ1mcであつた。

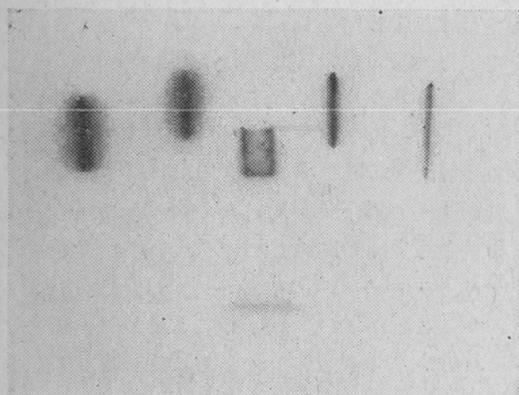
是等を寫眞乾板上に密着させ黒化により針並に板の放射能の分布の概略を知ることが出来た、圖5に示す如くである。「コバルト」—90の鍍金がやや平等を缺いて居るものもある特に板に於て認められる。

圖 4



出来上つたコバルト-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



寫眞乾板に「コバルト」-60針並に板を密着黒化
 せしめたもの(針, 板の Radicautograph)
 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月末までに單純性血管腫13例, 海綿狀血管腫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 單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カ月	♀	〃	3	(++)
9カ月	♂	〃	2	(++)
3カ月	♀	〃	2	(++)

表3 海綿狀血管腫に對する「コバルト」-60の效果

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

表4 子宮癌の「コバルト」-60針腫瘍内照射例

年齢	43		39	
	III度		III度	
程度	乳嘴狀膠様癌		扁平上皮癌	
照射量	4,000 mch		4,000 mchr	
效果	腫瘍の縮小度		++	
	組織學的所見		++	
	癌細胞の強度破壊細胞浸潤度		癌細胞の強度の減少壞死纖維化	

單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針並に板は従來の「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従來の「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, 敢えて成人の單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効果が認められた。成人に於てもクールを重ねたものにはやゝ効果が認められるも

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) γ 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：— γ 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 γ 線の照射量は従來の「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)。

γ 單位と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 γ 線の見地より Tolerance Dose (0.05~0.1r/day) の計算に必要である。物理學的に嚴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種の點にて1時間の γ 線量は約12~14rと考へてよい。

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、細長い針針状或は任意に形、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) β 線療法、「ラヂウム」の β 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」の方が優れると思われる。

4) (α 線が出来ない—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の時には問題となる)。

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狀「コバルト」—60として輸入し得ることと思われる。悪性腫瘍の放射線治療への期待は大きい。従來、日本の「ラヂウム」の保有量は僅か(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へども大部分のものは大量の γ 線源の取扱ひになれて居ないわけである。價格の點のみから云へば一病院、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 γ 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 γ 線に對する知識と設備を十分に整へ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十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つて「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つかない災害を蒙ることになる。「コバルト」—60の取扱ひは「ラヂウム」の取扱ひに準じて行われるわけであるから、此の取扱ひ規則を十分に熟知、實行してしかる後に「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いました。同氏に對し衷心より深謝致す次第であります。