

行政院原子能委員會 委託研究計畫研究報告

放射診療劑量分布實驗及評估(第四年)

計畫編號：932001INER009

受委託機關(構)：華濟醫院

計畫主持人：黃英明

報告日期：中華民國九十三年十二月十五日

目 錄

	頁次
一、中文摘要	2
二、英文摘要	3
三、計畫目的	4
四、計畫緣起	5
五、執行方法與進度說明	6
六、結論與建議	39
七、參考文獻	42

一、中文摘要

為因應 ICRP 60 作業量與氣液體劑量評估與偵測之建立，配合數值化人體模型及其體內外劑量分析模式建立的治療計畫，本研究將先於空氣中，以單點射源的模式，先以 TLD-100H 高效率熱發光劑量計測量其劑量率，由點的劑量分布組成線型劑量分布，再由線型劑量分布形成曲線型排列，並於水假體中重複以上步驟，先建立單點射源在均質空氣及水假體中的劑量分布模式，再以 $30 \times 30 \times 30 \text{ cm}^3$ 固態假體為實驗對象，利用 Siemens Somatom plus 電腦斷層掃描儀取得橫切面影像，以 Theraplan Plus 三度空間電腦治療計劃系統重組後模擬高劑量率 Ir-192 射源在均質假體中之劑量投予及分布情形；再取人型假體，以電腦斷層掃描儀掃描胸腔部、骨盆腔（含前列腺）部位，同樣用電腦治療計劃系統重組影像，模擬近接治療套加治療器在治療食道或肺部氣管、子宮頸癌及前列腺癌等不均勻組織中之劑量分布；再將 TLD-100H 高效率熱發光劑量計埋入假體內，以一公分間隔距離為佈置點，形成矩陣，實際量測假體內組織中劑量分布，並與治療計劃系統運算結果相比較，以建立數值化人體劑量分析模型及其體內外劑量分析模式之完整。

二、英文摘要

To establish the operation and dose evaluation and measurement of ICRP No.60 Report and the establish of digitalized human body data set, this study firstly arranged to measured the dose rate of the high-dose-rate Ir-192 brachytherapy source in air and in homogeneous water phantom to observe the dose distribution of point source. By these results, the dose distribution of line sources and curvature source distributions were simulated to observe the dose distribution of real exposure and dose distribution by Theraplan plus 3D treatment planning system.

Then, the CT images of $30 \times 30 \times 30 \text{ cm}^3$ solid water and the chest and pelvic contain prostate image of anthropomorphic phantom were transferred to the Theraplan plus treatment planning system to simulate the dose distribution around the point source and constructed line source and curvature tube dose distribution.

The high efficiency thermoluminescence dosimetry, TLD 100H were used to measure the absorbed dose and dose distribution in air, in water and in inhomogeneous phantom around the source train. Finally, a self-designed inhomogeneous water phantom was used to measure the dose distribution to compare the difference to treatment planning system.

三、計畫目的

為因應 ICRP 60 作業量與氣液體劑量評估與偵測之建立，配合數值化人體模型及其體內外劑量分析模式建立的治療計畫，須結合電腦斷層或核磁共振(CT/MRI)影像技術、放射治療計畫技術及 TLD 量測技術與成果，整合成蒙地卡羅法程式可應用之數值化人體模型之施政目標，提供專業醫學、解剖學、醫學物理等技術以及電腦放射治療計畫系統、電腦斷層掃描儀、Ir-192 近接治療設備等設備臨床應用之軟、硬體技術成果，協助建立數值化人體模型之完整，並能成功地與蒙地卡羅程式連結，作為臨床劑量驗證評估之用。

放射治療計畫設計及劑量評估：近接治療假體實驗與治療計畫；近接治療套加治療器及不均勻組織之劑量分布量測；TLD 劑量量測及評估。

四、計畫緣起

最近幾年，有關放射診療設備周圍輻射曝露值及其分布已有多位學者進行研究，如電腦斷層攝影機，數位遞減血管攝影機，加馬刀立體定位治療儀等已有文獻報告可供諮詢。配合新游離輻射防護法當中對病患及協助照射家屬告知醫療輻射曝露值的規定，本計劃主持人鑒於在放射治療領域當中，高劑量率近接放射治療目前已廣泛使用銥-192、活度為 $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$ (10 Ci)、平均能量為 0.38 MeV 加馬射線的高強度射源來取代過去的低劑量率射源，如 Ra-226、Cs-137；及高劑量率 Co-60 射源；又因應 ICRP 60 作業量與氣液體劑量評估與偵測及配合數值化人體模型及其體內外劑量分析模式之建立，整合成蒙地卡羅法程式可應用之數值化人體模型之施政目標，作為臨床劑量驗證評估之用。

五、執行方法與進度說明

本計畫之近接治療射源，採用國內醫療院所相當普遍使用的射源 Ir-192。為符合臨床上使用情況，對不同的病灶套入不同的治療器，並設計不同的使用情況，其預期完成的項目如下：

(1) 套入食道或肺部使用的塑膠套管治療器

- ① 單一點射源分別量測於空氣中與水中的劑量分佈
- ② 利用單點射源模擬成一線射源，分別量測於空氣中與水中的劑量分佈
- ③ 模擬的線射源使成一圓弧彎曲狀，分別量測於空氣中與水中的劑量分佈
- ④ 不同劑量計算方式的近接治療計劃與實驗結果作比較

(2) 套入子宮頸用單管不銹鋼治療器

- ① 單一點射源量測水中的劑量分佈
- ② 利用單點射源模擬成一線射源，量測於水中的劑量分佈
- ③ 不同劑量計算方式的近接治療計劃與實驗結果作比較

(3) 套入攝護腺插種用不銹鋼治療器

- ① 單一點射源量測水中的劑量分佈
- ② 利用單點射源模擬成一線射源，量測於水中的劑量分佈
- ③ 數根線射源圍繞於圓狀外圍，模擬攝護腺插種治療情況，量測於水中的劑量分佈。
- ④ 不同劑量計算方式的近接治療計劃與實驗結果作比較。

(4) 套入塑膠套管治療器，在不均勻物質時的劑量測量

- ① 設計一個空氣與水的不均勻假體
- ② 單一點射源安置於不均勻假體內的空氣中，量測在不均勻物質時的劑量分佈

③單一點射源安置於不均勻假體內的水中，量測在不均勻物質時的劑量分佈

④模擬一線射源，安置於不均勻假體內的空氣中，量測在不均勻物質時的劑量分佈

⑤模擬一線射源，安置於不均勻假體內的水中，量測在不均勻物質時的劑量分佈

⑥不同劑量計算方式的近接治療計劃與實驗結果作比較

(一) 測量方法：

採用 Harshaw TLD-100H (LiF : Mg, Cu,P) 高靈敏度熱發光劑量計及計讀系統進行吸收劑量的測量及計讀；

加熱時程為前置加熱(preheat)：由 135°C 以 10°C/sec 加熱至 240°C，時間為 10sec；持續在 240°C 開始進行收集主峰曲線量，收集時間 23sec；最後以 240°C 迴火 10sec；收集單位為:nC.

最後依各 TLD 之修正因子，將 nC 讀值修訂為 cGy.

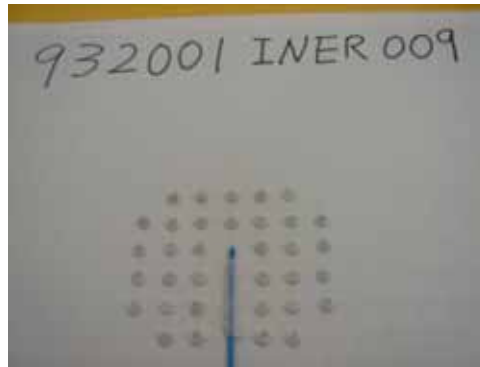
所有測量均歸一至射源活度 3.7×10^{11} Bq(10 Ci)，投予時間為 1sec 條件下的劑量分佈。劑量分布圖使用 MatLab 程式繪得。



(二) 測量結果：

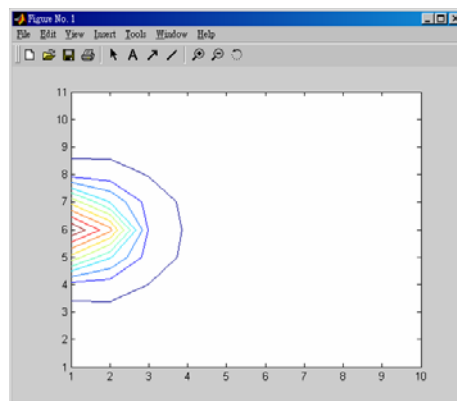
(1) 套入食道或肺部使用的塑膠套管治療器

① 單一點射源分別量測於空氣中與水中的劑量分佈



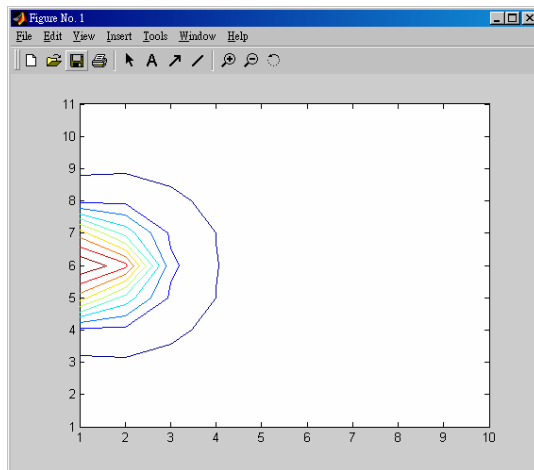
圖一：塑膠套管治療器單一點射源於空氣中測量情形。

0.38	0.42	0.4	0.31	0.27	0.22	0.18			
0.61	0.66	0.59	0.51	0.36	0.26	0.21	0.17	0.14	
0.95	1.03	0.91	0.66	0.48	0.32	0.25	0.19	0.15	
2.13	2.1	1.42	0.89	0.56	0.39	0.27	0.21	0.16	
9.12	5.68	2.17	1.16	0.68	0.46	0.30	0.22	0.17	0.14
I	11.31	2.7	1.23	0.71	0.46	0.30	0.22	0.17	0.14
	5.45	2.15	1.14	0.64	0.44	0.28	0.2	0.14	0.12
	1.98	1.38	0.85	0.54	0.37	0.25	0.19	0.13	
	1.01	0.89	0.64	0.45	0.3	0.21	0.17	0.11	
	0.64	0.54	0.48	0.33	0.25	0.19	0.15	0.1	
	0.4	0.36	0.29	0.24	0.19	0.16			



圖二：塑膠套管治療器單一點射源於空氣中劑量分佈情形(右半側)。

0.27	0.47	0.42	0.34	0.29	0.23	0.19			
0.69	0.75	0.66	0.54	0.31	0.28	0.23	0.17		
1.08	1.17	1.01	0.76	0.54	0.34	0.26	0.2	0.15	
2.40	2.38	1.66	1.01	0.65	0.43	0.29	0.22	0.16	
10.19	6.22	2.46	1.35	0.76	0.5	0.32	0.23	0.17	
I	12.69	3.05	1.40	0.80	0.51	0.33	0.23	0.17	0.14
	6.15	2.34	1.33	0.74	0.48	0.3	0.21	0.15	
	2.35	1.46	0.98	0.64	0.42	0.27	0.20	0.14	
	1.02	0.97	0.59	0.49	0.31	0.24	0.18	0.14	
	0.64	0.59	0.52	0.30	0.27	0.2	0.15		
	0.44	0.36	0.31	0.28	0.21	0.15			



圖三：塑膠套管治療器單一點射源於水中劑量分佈情形（右半側）。

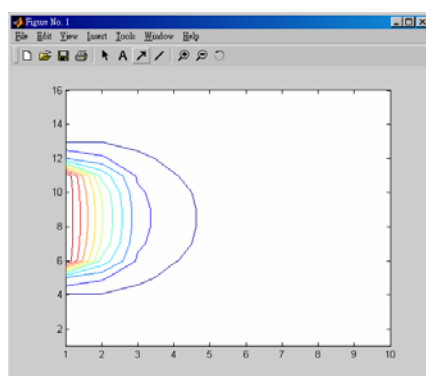
②利用單點射源模擬成一線射源，分別量測於空氣中與水中的劑量分佈



圖四：塑膠套管治療器線射源於空氣中測量情形。

表三：塑膠套管治療器線射源於空氣中測量結果

0.38	0.42	0.4	0.31	0.27	0.22	0.18			
0.99	1.08	0.99	0.82	0.63	0.48	0.39	0.17	0.14	
1.94	2.11	1.9	1.48	1.11	0.8	0.64	0.36	0.29	
4.07	4.21	3.32	2.37	1.67	1.19	0.91	0.57	0.45	
13.19	9.89	5.49	3.53	2.35	1.65	1.21	0.79	0.62	0.14
I	21.2	8.19	4.76	3.06	2.11	1.51	1.01	0.79	0.28
I	26.23	9.94	5.59	3.43	2.33	1.61	1.21	0.93	0.4
I	27.55	10.73	5.93	3.61	2.44	1.65	1.23	0.92	0.4
I	28.1	11.54	6.87	3.88	2.67	1.72	1.33	1.01	0.45
I	26.4	10.38	5.41	3.54	2.45	1.82	1.12	0.89	0.44
I	22.3	9.29	4.62	3.12	2.23	1.61	0.98	0.75	0.29
	10.74	5.64	3.85	2.64	1.78	1.35	0.85	0.65	0.15
	3.89	3.58	2.58	2.24	1.31	1.01	0.64	0.48	
	2.24	2.11	1.67	1.52	0.92	0.82	0.41	0.27	
	1.45	1.31	0.93	0.72	0.65	0.42	0.19	0.18	
	0.53	0.48	0.41	0.36	0.33	0.21			



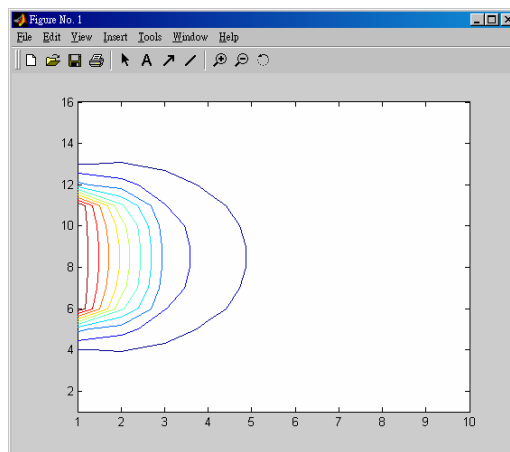
圖五：塑膠套管治療器線射源於空氣中劑量分佈情形（右半側）。



圖六：塑膠套管治療器線射源於固態水假體中測量情形

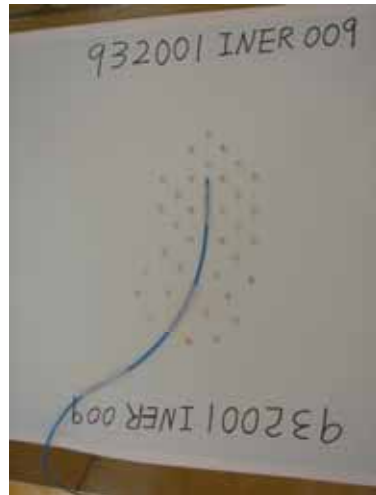
表四：塑膠套管治療器線射源於固態水假體中測量結果

0.27	0.47	0.42	0.34	0.29	0.23	0.19			
0.96	1.22	1.08	0.88	0.60	0.51	0.42	0.17		
2.04	2.39	2.09	1.64	1.14	0.85	0.68	0.37	0.15	
4.44	4.77	3.75	2.65	1.79	1.28	0.97	0.59	0.31	
14.63	10.99	6.21	4.00	2.55	1.78	1.29	0.82	0.48	
I	23.68	9.26	5.40	3.35	2.29	1.62	1.05	0.65	0.13
I	29.36	11.18	6.39	3.80	2.54	1.73	1.26	0.8	0.16
I	30.96	11.98	6.83	4.13	2.68	1.77	1.29	0.94	0.14
I	30.81	11.94	6.66	4.08	2.65	1.75	1.27	0.93	0.13
I	29.07	10.87	6.17	3.73	2.49	1.66	1.20	0.77	0.15
I	23.29	8.77	5.13	3.25	2.20	1.49	0.97	0.60	0.12
	10.60	5.72	3.73	2.45	1.69	1.16	0.74	0.43	
	4.45	3.38	2.40	1.71	1.21	0.86	0.53	0.28	
	2.10	1.92	1.42	1.07	0.79	0.59	0.33	0.14	
	1.08	0.95	0.83	0.58	0.48	0.35	0.15		
	0.44	0.36	0.31	0.28	0.21	0.15			



圖七：塑膠套管治療器線射源於水中劑量分佈情形（右半側）。

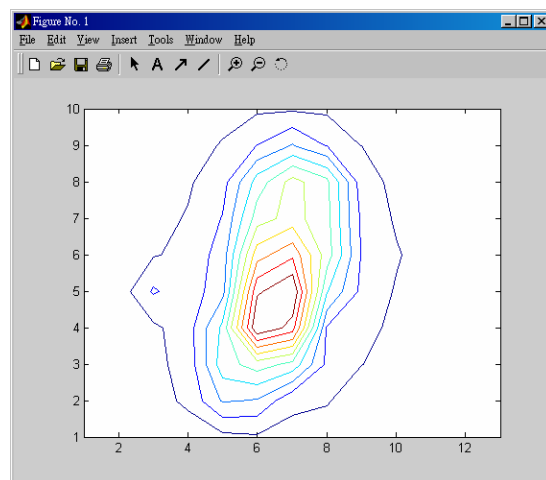
③模擬的線射源使成一圓弧彎曲狀，分別量測於空氣中與水中的劑量分佈。



圖八：塑膠套管治療器線射源成一圓弧彎曲狀，於空氣中劑量分佈測量情形。

表五：塑膠套管治療器線射源成一圓弧彎曲狀於空氣中劑量分佈測量結果

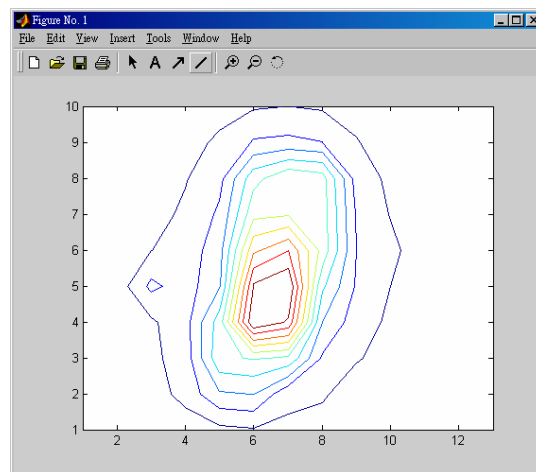
1.29	1.67	2.36		4.21	4.96	4.53	3.57	2.65				
1.64	2.09	3.53	6.52		14.19	6.2	5.9	2.89				
1.77	2.69	4.35	7.11	21.64	I	22.26	9.03	5.63	3.67	2.61		
2.02	3.08	4.65	7.88	20.38	I	44.46	9.74	7.23	4.39	3.02	1.97	
2.03	2.96	4.69	7.22	13.29	45.62	I	19.48	8.9	5.15	3.23	2.1	1.82
	2.92	5.16	6.84	12.08	35.27	I	25.91	9.54	5.97	3.32	2.24	1.55
	2.65	3.85	5.91	10.35	26.12	I	25.18	9.14	4.99	3.27	2.18	1.5
	2.33	3.34	4.93	8.37	21.26	I	25.01	7.79	4.28	2.93	2.07	1.4
	2.02	2.7	3.79	5.91	10.23		9.86	5.48	3.47	2.49	1.71	
	1.57	2.09	2.95	3.86	4.75		4.57	3.61	2.64	2.03		



圖九：塑膠套管治療器線射源成一圓弧彎曲狀於空氣中劑量分佈情形

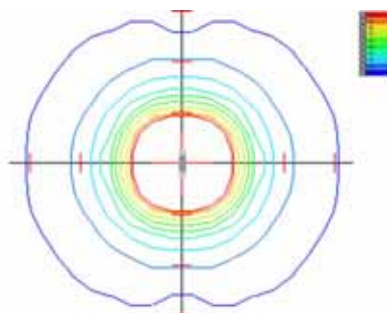
表六：塑膠套管治療器線射源成一圓弧彎曲狀於水中劑量分佈測量結果

1.38	1.8	2.53		4.76	5.62	5.13	4.05	2.99				
1.75	2.52	3.83	7.39		15.77	6.89	6.56	3.27				
1.9	2.92	4.76	8.07	24.47	I	24.86	10.09	6.36	4.16	2.86		
2.17	3.35	5.11	9	23.12	I	49.45	15.83	8.2	5.02	3.32	2.15	
2.17	3.23	6.11	8.29	15.15	50.79	I	21.69	10.14	5.92	3.66	2.3	1.95
	3.19	5.84	7.86	13.77	39.26	I	28.84	10.87	6.86	3.76	2.45	1.66
	2.89	4.23	6.75	11.74	29.05	I	28.01	10.37	5.7	3.6	2.38	1.61
	2.53	3.65	5.59	9.46	23.75	I	27.94	8.81	4.86	3.2	2.25	1.5
	2.18	2.93	4.3	6.68	11.37		10.96	6.2	3.93	2.7	1.85	
	1.69	2.24	3.3	4.36	5.38		5.18	4.08	2.95	2.18		



圖十：塑膠套管治療器線射源成一圓弧彎曲狀於水中劑量分佈情形

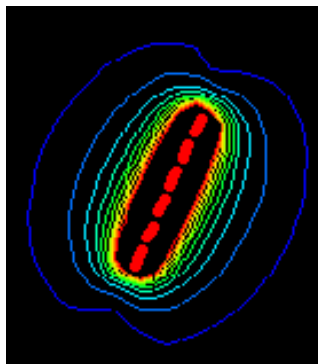
④不同劑量計算方式的近接治療計劃分別與實驗結果作比較。



圖十一：Theraplan Plus 治療計畫系統計算點射源於空氣中劑量分佈情形。

0.41	0.45	0.44	0.34	0.30	0.25	0.20			
0.59	0.70	0.63	0.54	0.39	0.24	0.23	0.19	0.16	
0.98	1.06	0.96	0.70	0.52	0.34	0.23	0.21	0.13	
2.06	2.19	1.49	0.84	0.59	0.42	0.29	0.23	0.18	
9.39	5.89	2.25	1.21	0.72	0.49	0.32	0.24	0.19	0.16
I	11.68	2.79	1.18	0.75	0.49	0.28	0.23	0.19	0.13
	5.66	2.23	1.19	0.68	0.48	0.30	0.22	0.15	0.14
	2.07	1.45	0.89	0.51	0.41	0.27	0.20	0.14	
	1.05	0.84	0.68	0.48	0.33	0.19	0.16	0.12	
	0.67	0.57	0.52	0.36	0.27	0.20	0.16	0.11	

表八：治療計畫系統計算點射源於空氣中劑量分佈結果與測量之誤差值									
8.89%	7.98%	9.98%	8.97%	9.64%	14.51%	12.34%	11.25%	10.48%	
-2.54%	5.46%	5.97%	6.66%	8.76%	-9.46%	11.05%	10.24%	11.14%	
2.98%	3.09%	5.41%	6.54%	7.79%	7.24%	-7.11%	9.87%	-12.34%	
-3.30%	4.05%	5.01%	-5.57%	5.98%	6.79%	6.99%	8.74%	10.98%	
3.01%	3.68%	3.49%	4.23%	6.42%	6.98%	6.47%	7.89%	11.24%	11.34%
I	3.30%	3.50%	-3.74%	5.45%	6.41%	-5.39%	6.49%	9.78%	-6.97%
	3.87%	3.57%	4.57%	5.63%	7.98%	8.45%	8.85%	9.97%	13.14%
	4.68%	4.79%	4.49%	-5.79%	9.87%	9.87%	7.46%	9.76%	
	3.68%	-5.52%	5.59%	6.57%	9.52%	-7.46%	-5.59%	8.87%	
	4.49%	5.67%	7.98%	9.64%	8.87%	5.97%	5.91%	12.57%	
	6.78%	6.79%	9.87%	10.57%	8.63%	10.27%	6.97%	11.47%	



圖十二：Theraplan Plus 治療計畫系統計算線射源於空氣中劑量分佈情形。

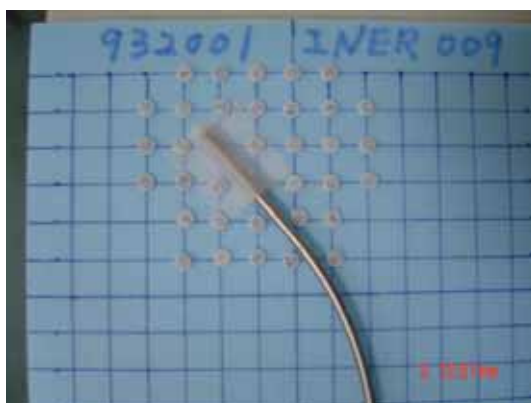
表九：Theraplan Plus 治療計畫系統計算線射源於空氣中劑量分佈結果

0.31	0.46	0.43	0.33	0.29	0.24	0.20			
0.96	0.99	1.08	0.86	0.66	0.52	0.41	0.18	0.15	
2.09	2.00	1.98	1.56	1.18	0.85	0.68	0.38	0.31	
3.89	4.09	3.42	2.47	1.74	1.26	0.99	0.62	0.49	
14.19	9.66	5.85	4.31	2.42	1.70	1.26	0.84	0.67	0.14
I	19.54	7.67	4.60	2.89	1.99	1.40	0.97	0.72	0.25
I	28.19	10.08	5.30	3.28	2.18	1.56	1.17	0.90	0.43
I	28.19	11.65	5.98	3.29	2.17	1.50	1.21	0.88	0.43
I	28.93	11.99	7.79	3.78	2.60	1.63	1.40	1.05	0.47
I	28.68	11.03	4.99	3.19	2.21	1.69	1.00	0.83	0.46
I	21.64	8.18	4.39	3.01	2.03	1.46	0.64	0.70	0.27
	10.94	6.51	4.07	2.84	1.89	1.48	1.09	0.70	0.16
	4.24	3.77	2.75	3.84	1.39	1.09	0.69	0.51	
	2.16	2.23	1.82	1.67	0.98	0.89	0.43	0.29	
	1.32	1.37	0.98	0.76	0.71	0.45	0.20	0.19	
	0.47	0.50	0.44	0.39	0.36	0.23			

表十：治療計畫系統計算線射源於空氣中劑量分佈結果與測量之誤差值									
18.42%	-9.52%	-6.98%	-6.72%	-7.48%	-7.39%	-8.88%			
3.03%	8.33%	-9.43%	-4.45%	-4.01%	-8.40%	-5.01%	-3.84%	-7.15%	
-7.73%	5.17%	-4.08%	-5.43%	-6.31%	-6.00%	-6.61%	-6.08%	-6.76%	
4.42%	2.85%	-3.03%	-4.24%	-4.30%	-6.07%	-8.94%	-8.10%	-9.34%	
-7.58%	2.33%	-6.52%	-22.17%	-2.92%	-3.28%	-4.24%	-6.13%	-7.46%	-2.13%
I	7.83%	6.40%	3.38%	5.46%	5.53%	7.13%	3.51%	8.60%	10.54%
I	-7.46%	-1.37%	5.14%	4.45%	6.23%	2.81%	3.17%	3.46%	-6.72%
I	-2.34%	-8.54%	-0.79%	8.84%	11.10%	8.96%	1.59%	4.68%	-6.65%
I	-2.96%	-3.94%	-13.34%	2.48%	2.74%	5.49%	-4.92%	-3.51%	-4.02%
I	-8.64%	-6.29%	7.79%	10.02%	9.67%	6.91%	10.59%	7.26%	-3.90%
I	2.96%	11.92%	4.92%	3.43%	8.80%	9.18%	35.09%	6.05%	7.19%
	-1.86%	-15.37%	-5.68%	-7.61%	-5.93%	-9.28%	-28.50%	-7.94%	-4.86%
	-9.00%	-5.22%	-6.75%	-71.34%	-6.20%	-8.25%	-8.11%	-7.22%	
	3.39%	-5.49%	-8.71%	-9.70%	-6.46%	-7.94%	-4.28%	-8.19%	
	8.97%	-4.38%	-5.88%	-6.21%	-9.59%	-6.92%	-5.05%	-6.99%	
	11.32%	-4.34%	-6.93%	-7.28%	-7.63%	-7.55%			

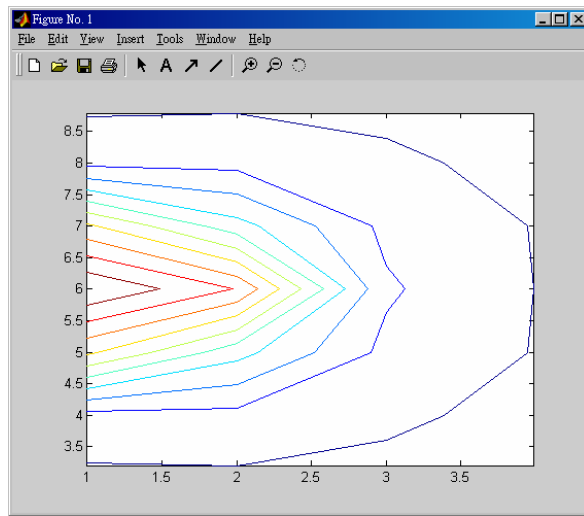
(2) 套入子宮頸用單管不銹鋼治療器

① 單一點射源量測水中的劑量分佈。



圖十三：子宮頸用單管不銹鋼治療器單一點射源於固態水假體中測量情形。

0.26	0.47	0.42	0.33	0.28	0.23	0.19			
0.67	0.74	0.65	0.53	0.31	0.27	0.23	0.17		
1.07	1.15	0.97	0.74	0.53	0.33	0.26	0.20	0.15	
2.37	2.34	1.64	0.99	0.63	0.42	0.29	0.22	0.16	
10.15	6.20	2.37	1.30	0.74	0.48	0.32	0.23	0.17	
I	12.25	2.92	1.38	0.77	0.51	0.33	0.22	0.17	0.14
	6.06	2.22	1.30	0.73	0.47	0.30	0.21	0.15	
	2.30	1.43	0.96	0.62	0.41	0.27	0.20	0.14	
	0.99	0.94	0.57	0.48	0.31	0.23	0.17	0.14	
	0.61	0.58	0.50	0.29	0.27	0.19	0.15		
	0.43	0.35	0.30	0.28	0.21	0.15			

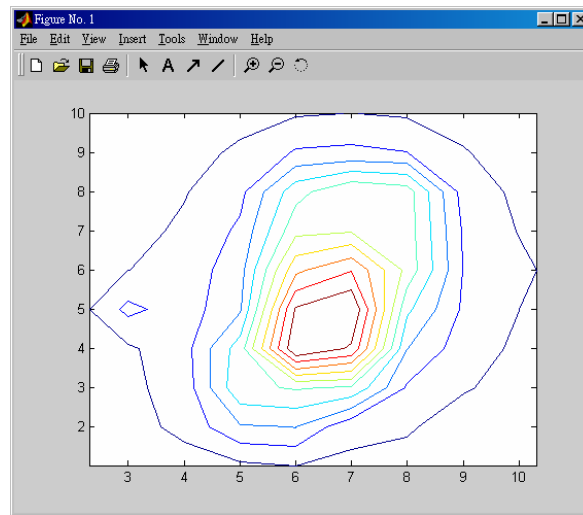


圖十四：子宮頸用單管不銹鋼治療器單一點射源於固態水假體中劑量分布情形。

②利用單點射源模擬成一線射源，量測於水中的劑量分佈

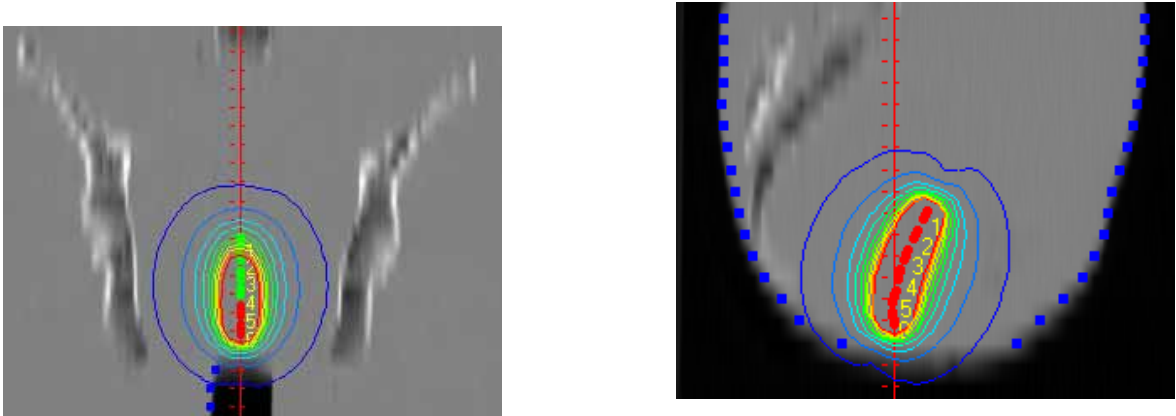
表十二：子宮頸用單管不銹鋼治療器線射源於固態水假體中測量結果

1.37	1.77	2.50		4.63	5.37	4.87	3.83	2.88				
1.74	2.49	3.77	7.27		15.08	6.72	6.38	3.07				
1.90	2.91	4.70	8.03	23.74	I	24.14	9.68	6.02	4.05	2.85		
2.15	3.30	5.05	8.85	22.66	I	45.00	15.56	7.82	4.84	3.27	2.12	
2.17	3.18	6.07	8.07	14.70	47.23	I	20.19	9.86	5.55	3.62	2.26	1.91
	3.10	5.76	7.74	12.94	35.73	I	27.74	10.41	6.70	3.75	2.42	1.64
	2.89	4.16	6.73	11.51	27.71	I	25.15	9.78	5.48	3.55	2.32	1.59
	2.47	3.64	5.53	9.22	23.09	I	26.35	8.49	4.64	3.17	2.22	1.46
	2.17	2.89	4.18	6.44	10.95		10.65	5.99	3.73	2.63	1.84	
	1.68	2.21	3.25	4.18	5.13		4.96	3.97	2.77	2.15		



圖十五：子宮頸用單管不銹鋼治療器單一點射源模擬成一線射源於固態水假體中劑量分布情形。

③不同劑量計算方式的近接治療計劃分別與實驗結果作比較



圖十六：Theraplan Plus 治療計畫系統計算子宮頸用單管不銹鋼治療器線射源於假體中劑量分佈

表十三：治療計畫系統計算子宮頸用單管不銹鋼治療器線射源於假體中劑量分佈結果

1.20	1.64	2.33		4.19	4.86	4.53	3.57	2.66				
1.69	2.43	2.80	6.15		16.34	6.09	6.10	2.95				
1.95	3.01	6.34	8.99	25.72	I	23.16	9.15	5.64	3.81	2.66		
2.36	3.63	5.44	8.29	21.74	I	31.49	14.90	7.48	4.55	2.98	1.95	
2.23	3.26	5.26	6.95	14.05	45.80	I	15.71	8.68	4.26	2.74	1.90	1.58
	2.97	5.57	6.04	12.24	34.22	I	21.65	8.96	5.81	3.84	2.49	1.89
	2.63	3.91	6.44	10.78	21.57	I	20.46	9.16	5.91	3.91	2.54	1.70
	2.31	3.42	5.18	8.82	18.02	I	27.13	9.50	5.80	3.60	2.64	1.59
	2.17	2.89	4.01	6.25	8.91		10.45	5.07	2.77	1.90	1.60	
	1.68	2.21	3.10	3.87	5.28		4.51	3.76	2.58	0.62		

表十四：治療計畫系統計算子宮頸用單管不銹鋼治療器線射源於假體中劑量分佈與測量結果誤差值

-12.39%	-7.34%	-6.75%		-9.52%	-9.52%	-6.98%	-6.72%	-7.48%				
-2.93%	-2.61%	-25.68%	-15.37%		8.33%	-9.43%	-4.45%	-4.01%				
2.80%	3.43%	34.92%	11.92%	8.33%	I	-4.08%	-5.43%	-6.31%	-6.00%	-6.61%		
9.67%	10.02%	7.79%	-6.29%	-4.08%	I	-30.03%	-4.24%	-4.30%	-6.07%	-8.94%	-8.10%	
2.74%	2.48%	-13.34%	-13.94%	-4.45%	-3.03%	I	-22.17%	-11.92%	-23.28%	-24.24%	-16.13%	-17.46%
-6.13%	-4.24%	-3.28%	-21.92%	-5.43%	-4.24%	I	-21.96%	-13.94%	-13.34%	2.48%	2.74%	15.49%
-8.10%	-8.94%	-6.07%	-4.30%	-6.31%	-22.17%	I	-18.64%	-6.29%	7.79%	10.02%	9.67%	6.91%
	-6.61%	-6.00%	-6.31%	-4.30%	-21.96%	I	2.96%	11.92%	24.92%	13.43%	18.80%	9.18%
			-4.01%	-3.01%	-18.64%		-1.86%	-15.37%	-25.68%	-27.61%	-12.93%	
			-4.48%	-7.48%	2.96%		-9.00%	-5.22%	-6.75%	-71.34%		

(3) 套入攝護腺插種用不銹鋼治療器

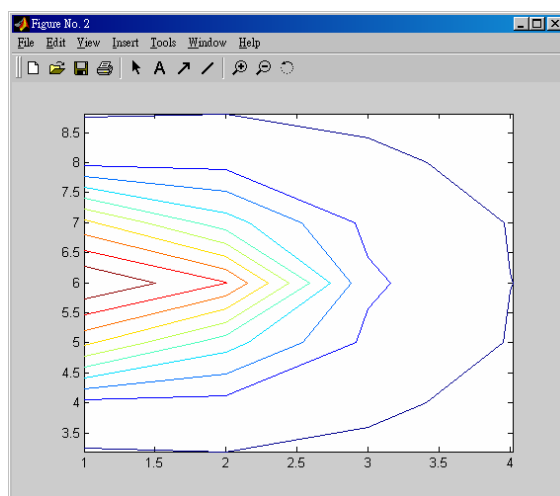
① 單一點射源量測水中的劑量分佈



圖十七：攝護腺插種用不銹鋼治療器單一點射源水中劑量分佈測量情形

表十五：攝護腺插種用不銹鋼治療器單一點射源於固態水假體中測量結果

0.26	0.46	0.41	0.33	0.28	0.23	0.19			
0.68	0.74	0.65	0.53	0.30	0.27	0.23	0.17		
1.06	1.15	0.99	0.74	0.53	0.33	0.25	0.20	0.15	
2.35	2.33	1.63	0.99	0.64	0.42	0.28	0.22	0.16	
9.99	6.10	2.41	1.32	0.74	0.49	0.31	0.23	0.17	
I	12.44	2.99	1.37	0.78	0.50	0.32	0.23	0.17	0.14
	6.03	2.29	1.30	0.73	0.47	0.29	0.21	0.15	
	2.30	1.43	0.96	0.63	0.41	0.26	0.20	0.14	
	1.00	0.95	0.58	0.48	0.30	0.24	0.18	0.14	
	0.63	0.58	0.51	0.29	0.26	0.20	0.15		
	0.46	0.41	0.33	0.28	0.23	0.19			

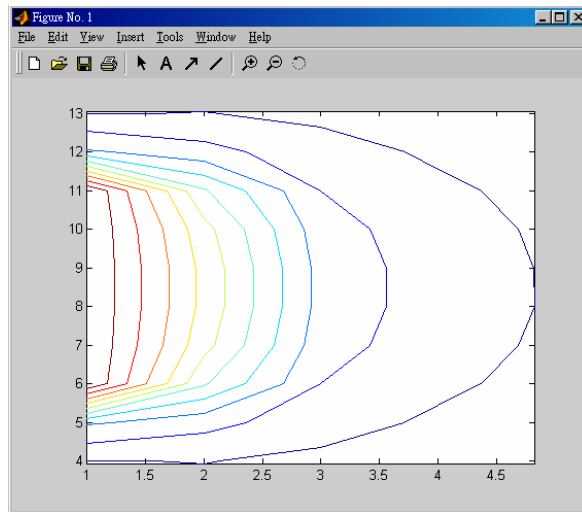


圖十八：攝護腺插種用不銹鋼治療器單一點射源於固態水假體中劑量分布情形。

②利用單點射源模擬成一線射源，量測於水中的劑量分佈

表十六：攝護腺插種用不銹鋼治療器線射源於固態水假體中測量結果

0.27	0.46	0.41	0.33	0.29	0.23	0.19			
0.95	1.20	1.06	0.87	0.59	0.50	0.41	0.17		
2.01	2.35	2.06	1.62	1.12	0.84	0.67	0.36	0.15	
4.37	4.70	3.69	2.61	1.76	1.26	0.96	0.58	0.31	
14.41	10.83	6.12	3.94	2.51	1.75	1.27	0.81	0.47	
I	23.32	9.12	5.32	3.30	2.26	1.60	1.03	0.64	0.13
I	28.92	11.01	6.29	3.74	2.50	1.70	1.24	0.79	0.16
I	30.50	11.80	6.73	4.07	2.64	1.74	1.27	0.93	0.14
I	30.35	11.76	6.56	4.02	2.61	1.72	1.25	0.92	0.13
I	28.63	10.71	6.08	3.67	2.45	1.64	1.18	0.76	0.15
I	22.94	8.64	5.05	3.20	2.17	1.47	0.96	0.59	0.12
	10.44	5.63	3.67	2.41	1.66	1.14	0.73	0.42	
	4.38	3.33	2.36	1.68	1.19	0.85	0.52	0.28	
	2.07	1.89	1.40	1.05	0.78	0.58	0.33	0.14	
	1.06	0.94	0.82	0.57	0.47	0.34	0.15		
	0.43	0.35	0.31	0.28	0.21	0.15			



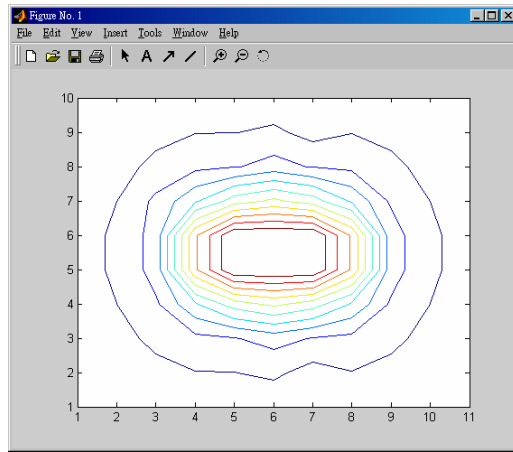
圖十九：攝護腺插種用不銹鋼治療器線射源於固態水假體中劑量分布情形。

③數根線射源圍繞於圓狀外圍，模擬攝護腺插種治療情況，量測於水中的劑量分佈。



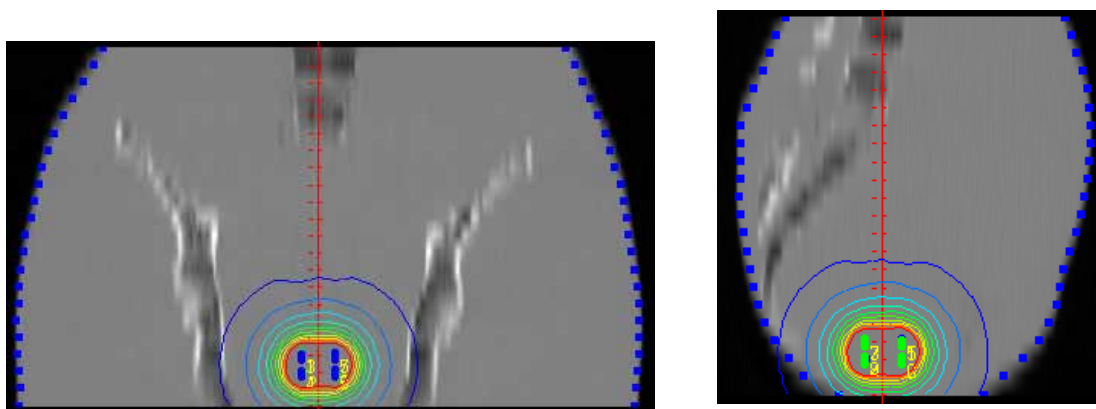
圖二十：四根線射源圍繞成圓狀模擬攝護腺插種治療時水假體中的劑量情形。

1.24	1.64	2.10	2.58	2.54	3.00	2.54	2.58	2.10	1.64	1.24
2.84	3.84	5.20	6.44	6.46	7.68	6.46	6.44	5.20	3.84	2.84
3.48	5.08	7.72	10.62	11.50	14.16	11.50	10.62	7.72	5.08	3.48
4.04	6.58	11.06	21.90	30.74	34.36	30.74	21.90	11.06	6.58	4.04
4.42	7.52	14.14	43.22	I		I	43.22	14.14	7.52	4.42
4.62	7.64	14.58	44.53	I		I	43.18	14.25	7.68	4.46
4.14	6.69	13.15	22.84				21.70	13.06	6.64	4.01
3.51	5.15	9.64	10.54				10.54	9.72	5.12	3.42
2.94	3.78	5.10	6.48				6.21	5.20	3.91	2.75
1.13	1.79	2.26	2.69				2.43	2.10	1.72	1.15



圖二十一：四根線射源圍繞成圓狀模擬攝護腺插種治療時水假體中的劑量分佈情形

④不同劑量計算方式的近接治療計劃分別與實驗結果作比較。



圖二十二：Theraplan Plus 治療計畫系統模擬四根線射源圍繞成圓狀模擬攝護腺插種治療時假體中的劑量分佈情形。

1.17	1.55	1.92	2.41	2.60	3.08	2.60	2.44	1.97	1.53	1.13
3.00	3.70	4.86	6.08	6.27	7.37	6.14	6.20	5.49	3.63	2.65
3.31	4.87	7.26	11.21	11.88	14.63	11.88	10.19	7.33	5.36	3.27
3.77	6.13	9.89	19.74	29.81	33.33	29.81	21.12	10.63	6.21	3.86
4.27	7.27	13.37	44.84	I		I	41.79	13.65	7.80	4.18
4.31	7.12	13.14	39.82	I		I	41.51	13.74	7.33	4.21
3.94	6.38	13.91	21.81				20.68	12.43	6.34	4.24
3.32	4.99	8.89	9.85				10.21	9.19	4.79	3.15
2.77	3.61	4.61	5.96				5.93	4.91	3.60	2.48
1.09	1.72	2.11	2.58				2.34	2.03	1.65	1.08

表十九：治療計畫系統模擬四根線射源圍繞成圓狀模擬攝護腺插種治療時假體中的劑量分佈與測量值之誤差

5.97%	5.46%	8.76%	6.66%	-2.54%	-2.54%	-2.54%	5.46%	5.97%	6.66%	8.76%
-5.52%	3.68%	6.57%	5.59%	2.98%	4.05%	5.01%	3.68%	-5.52%	5.59%	6.57%
5.01%	4.05%	5.98%	-5.57%	-3.30%	-3.30%	-3.30%	4.05%	5.01%	-5.57%	5.98%
6.79%	6.78%	10.57%	9.87%	3.01%	3.01%	3.01%	3.57%	3.87%	5.63%	4.57%
3.50%	3.30%	5.45%	-3.74%	I		I	3.30%	3.50%	-3.74%	5.45%
6.78%	6.79%	9.87%	10.57%	I		I	3.87%	3.57%	4.57%	5.63%
4.79%	4.68%	-5.79%	4.49%				4.68%	4.79%	4.49%	-5.79%
5.41%	3.09%	7.79%	6.54%				3.09%	5.41%	6.54%	7.79%
5.67%	4.49%	9.64%	7.98%				4.49%	5.67%	7.98%	9.64%
3.49%	3.68%	6.42%	4.23%				3.68%	3.49%	4.23%	6.42%

(5)套入塑膠套管治療器，在不均勻物質時的劑量測量

①設計一個空氣與水的不均勻假體



圖二十三：測量用之模擬空氣與水的不均勻假體。

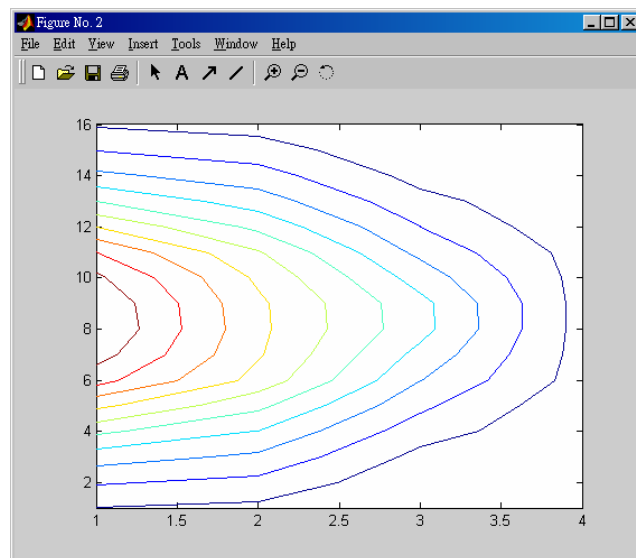
②單一點射源安置於不均勻假體內的空氣中，量測在不均勻物質時的劑量分佈



圖二十四：單一點射源安置於不均勻假體內的空氣中，量測在不均勻物質時的劑量分佈測量情形。

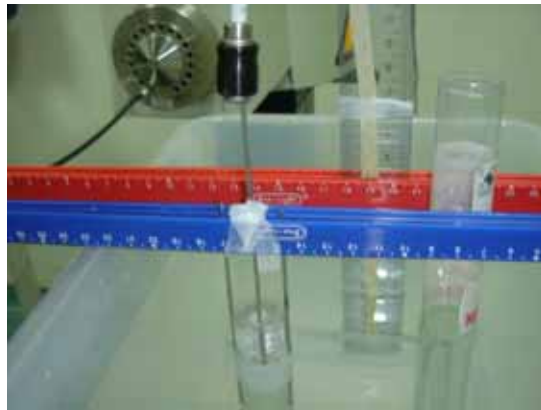
表二十：單一點射源安置於不均勻假體內的空氣中，量測在不均勻物質時的劑量分佈測量結果

0.52	0.52	0.48	0.41	0.31	0.24	0.2	0.16		
0.81	0.9	0.7	0.52	0.45	0.31	0.22	0.18		
1.41	1.4	1.2	0.77	0.52	0.41	0.26	0.21	0.16	
3.15	3.0	1.6	1.2	0.66	0.49	0.31	0.22	0.18	
12.67	7.9	3.1	1.41	0.81	0.52	0.34	0.27	0.2	
I		3.06	1.41	0.81	0.52	空氣腔	0.27	0.2	
12.8	7.93	3.14	1.45	0.84	0.53	0.36	0.28	0.22	
3.16	3.2	1.75	1.24	0.68	0.51	0.32	0.24	0.17	
1.44	1.47	1.3	0.78	0.57	0.48	0.27	0.27	0.15	
0.83	0.95	0.72	0.53	0.44	0.37	0.24	0.19		
0.54	0.53	0.47	0.44	0.32	0.25	0.27	0.18		



圖二十五：單一點射源安置於不均勻假體內的空氣中，在不均勻物質時的劑量分佈情形。

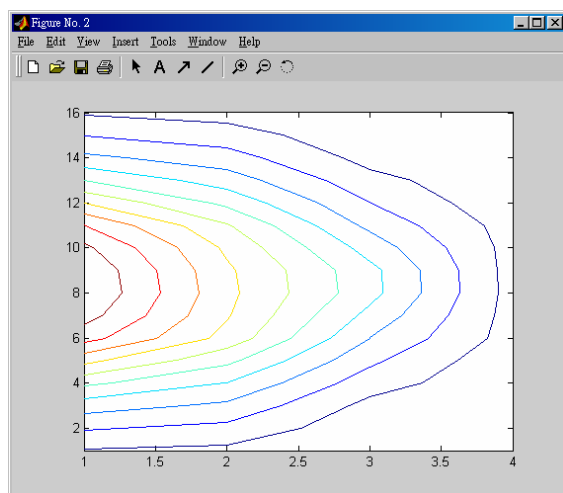
③單一點射源安置於不均勻假體內的水中，量測在不均勻物質時的劑量分佈



圖二十六：單一點射源安置於不均勻假體內的水中，在不均勻物質時劑量分佈測量情形。

表二十一：單一點射源安置於不均勻假體內的水中，在不均勻物質時劑量分佈測量結果

0.51	0.51	0.48	0.4	0.3	0.23	0.19	0.15		
0.8	0.8	0.7	0.51	0.44	0.3	0.21	0.17		
1.4	1.39	1.1	0.76	0.51	0.4	0.25	0.2	0.15	
3.05	2.9	1.5	1.1	0.65	0.48	0.3	0.21	0.17	
12.64	7.8	3.00	1.4	0.8	0.51	0.33	0.26	0.19	
I	12.64	3.05	1.4	0.8	0.51	空氣腔	0.26	0.19	
13.64	7.96	3.40	1.44	0.81	0.54	0.33	0.29	0.22	
3.45	2.93	1.52	1.17	0.67	0.49	0.31	0.24	0.19	
1.44	1.49	1.17	0.79	0.57	0.41	0.27	0.23	0.16	
0.83	0.82	0.74	0.55	0.54	0.35	0.23	0.27		
0.58	0.54	0.48	0.43	0.35	0.28	0.21	0.17		

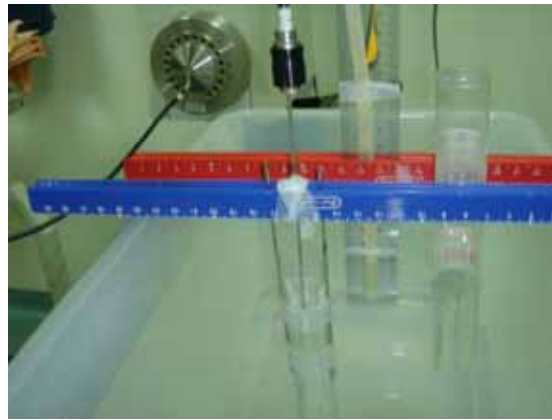


圖二十七：單一點射源安置於不均勻假體內的水中，在不均勻物質時劑量分佈情形。

表二十二：單一點射源安置於不均勻假體內的水中與空氣中，在不均勻物質時劑量分佈修正因子

0.98	0.98	1.00	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94		
0.99	0.89	1.00	0.98	0.98	0.97	0.95	0.94		
0.99	0.99	0.92	0.99	0.98	0.98	0.96	0.95	0.94	
0.97	0.97	0.94	0.92	0.98	0.98	0.97	0.95	0.94	
1.00	0.99	0.97	0.99	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	
I		1.00	0.99	0.99	0.98	空氣腔	0.96	0.95	
1.07	1.00	1.08	0.99	0.96	1.02	0.92	1.04	1.00	
1.09	0.92	0.87	0.94	0.99	0.96	0.97	1.00	1.12	
1.00	1.01	0.90	1.01	1.00	0.85	1.00	0.85	1.07	
1.00	0.86	1.03	1.04	1.23	0.95	0.96	1.42		
1.07	1.02	1.02	0.98	1.09	1.12	0.78	0.94		

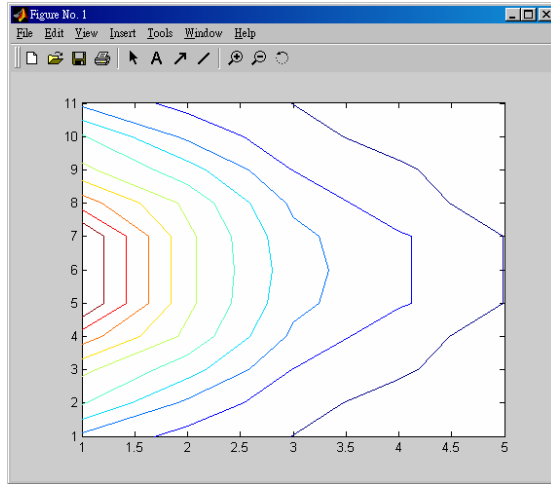
④模擬一線射源，安置於不均勻假體內的空氣中，量測在不均勻物質時的劑量分佈。



圖二十八：模擬一線射源，安置於不均勻假體內的空氣中，在不均勻物質時劑量分佈測量情形。

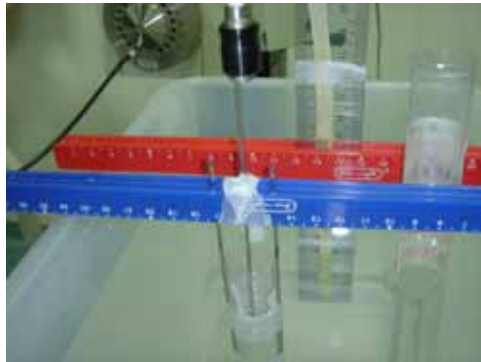
表二十三：模擬一線射源，安置於不均勻假體內的空氣中，量測在不均勻物質時的劑量分佈測量結果

	0.47	0.42	0.34	0.29	0.23	0.19			
	1.22	1.08	0.88	0.60	0.51	0.42			
	2.39	2.09	1.64	1.14	0.85	0.68		0.17	
	4.77	3.75	2.65	1.79	1.28	0.97		0.35	
	10.99	6.21	4.00	2.55	1.78	1.29	空	0.54	
I	23.68	9.26	5.40	3.35	2.29	1.62		0.73	0.14
I	29.36	11.18	6.39	3.80	2.54	1.73	氣	0.9	0.15
I	30.96	11.98	6.83	4.13	2.68	1.77		1.06	0.15
I	30.81	11.94	6.66	4.08	2.65	1.75	腔	1.05	0.15
I	29.07	10.87	6.17	3.73	2.49	1.66		0.87	0.15
I	23.29	8.77	5.13	3.25	2.20	1.49		0.67	0.14
	10.60	5.72	3.73	2.45	1.69	1.16		0.49	
	4.45	3.38	2.40	1.71	1.21	0.86		0.32	
	2.10	1.92	1.42	1.07	0.79	0.59		0.16	
	1.08	0.95	0.83	0.58	0.48	0.35			
	0.44	0.36	0.31	0.28	0.21	0.15			



圖二十九：模擬一線射源，安置於不均勻假體內空氣中，在不均勻物質時劑量分佈情形。

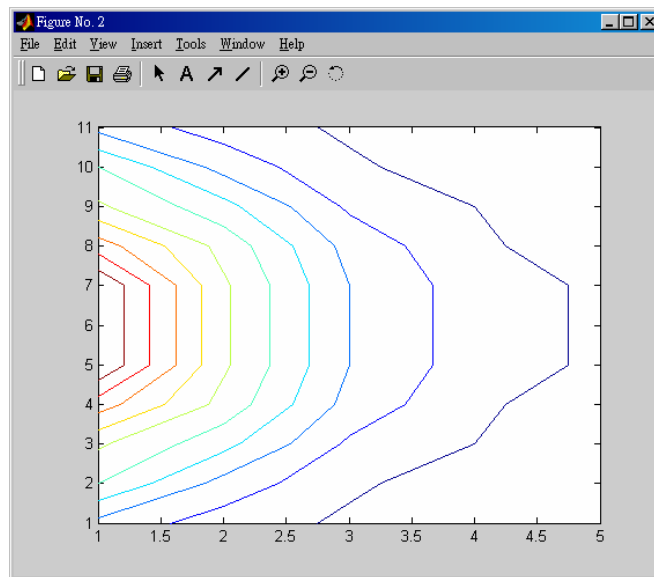
- ⑤ 模擬一線射源，安置於不均勻假體內的水中，量測在不均勻物質時的劑量分佈



圖三十：模擬一線射源，安置於不均勻假體內的水中，在不均勻物質時劑量分佈測量情形。

表二十四：模擬一線射源，安置於不均勻假體內的水中，量測在不均勻物質時的劑量分佈測量結果

	0.46	0.41	0.33	0.28	0.23	0.19			
	1.20	1.06	0.86	0.59	0.50	0.41			
	2.34	2.05	1.61	1.12	0.83	0.67		0.17	
	4.67	3.68	2.60	1.75	1.25	0.95		0.34	
	10.77	6.09	3.92	2.50	1.74	1.26		0.53	
I	23.21	9.07	5.29	3.28	2.24	1.59	空	0.72	0.14
I	28.77	10.96	6.26	3.72	2.49	1.70		0.88	0.15
I	30.34	11.74	6.69	4.05	2.63	1.73	氣	1.04	0.15
I	30.19	11.70	6.53	4.00	2.60	1.72		1.03	0.15
I	28.49	10.65	6.05	3.66	2.44	1.63	腔	0.85	0.15
I	22.82	8.59	5.03	3.19	2.16	1.46		0.66	0.14
	10.39	5.61	3.66	2.40	1.66	1.14		0.48	
	4.36	3.31	2.35	1.68	1.19	0.84		0.31	
	2.06	1.88	1.39	1.05	0.77	0.58		0.16	
	1.06	0.93	0.81	0.57	0.47	0.34			
	0.43	0.35	0.30	0.27	0.21	0.15			

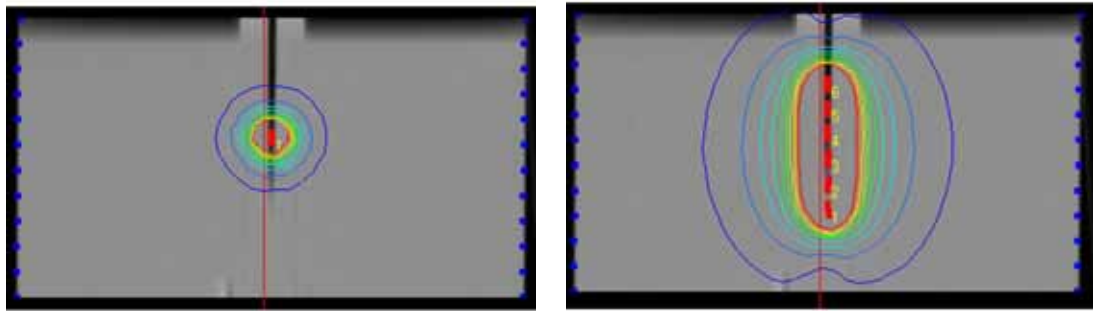


圖三十一：模擬一線射源，安置於不均勻假體內的水中，在不均勻物質時劑量分佈情形。

表二十五：模擬線射源，安置於不均勻假體內的水中與空氣中，不均勻物質時的劑量分佈修正因子

	0.99	0.98	0.97	0.97	1.02	1.09			
	0.98	0.98	0.96	0.98	0.98	0.98			
	0.96	0.97	0.98	0.98	0.98	0.99		1.01	
	1.00	1.08	0.99	0.96	1.12	0.92		1.03	
	0.92	0.87	0.94	0.99	0.96	0.97		1.12	
I	1.01	0.90	1.01	1.00	0.85	1.00		1.07	1.03
I	0.86	1.03	1.04	1.23	0.95	0.96		1.06	1.05
I	1.02	1.02	0.98	1.09	1.12	0.98		1.04	1.01
I	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98		0.97	1.01
I	0.97	0.98	0.98	0.98	0.96	0.98		0.98	1.02
I	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.96		0.99	1.06
	1.00	1.08	0.99	0.96	1.02	0.92		1.00	
	0.92	0.87	0.94	0.99	0.96	0.97		1.12	
	1.01	0.90	1.01	1.10	0.85	1.00		1.07	
	0.86	1.03	1.04	1.23	0.95	0.96			
	1.02	1.02	0.98	1.09	1.12	0.78			

◎不同劑量計算方式的近接治療計劃分別與實驗結果作比較



圖三十二：Theraplan Plus 電腦治療計畫系統計算不均勻假體內的劑量分佈情形，左側：單點射源；右側：模擬線射源。

表二十六：電腦治療計畫系統計算不均勻假體內單點射源的劑量分佈結果

0.27	0.47	0.42	0.34	0.29	0.23	0.19			
0.70	0.76	0.67	0.55	0.31	0.28	0.23	0.17		
1.09	1.18	1.02	0.77	0.55	0.34	0.26	0.20	0.15	
2.42	2.40	1.68	1.02	0.66	0.43	0.29	0.22	0.16	
10.29	6.28	2.48	1.36	0.77	0.51	0.32	0.23	0.17	
I	12.82	3.08	1.41	0.81	0.52	0.33	0.23	0.17	
10.39	6.21	2.36	1.34	0.75	0.48	0.30	0.21	0.15	
2.22	2.37	1.47	0.99	0.65	0.42	0.27	0.20	0.14	
1.19	1.03	0.98	0.60	0.49	0.31	0.24	0.18	0.14	
0.75	0.65	0.60	0.53	0.30	0.27	0.20	0.15		
0.25	0.44	0.36	0.31	0.28	0.21	0.15			

表二十七：電腦治療計畫系統計算不均勻假體內模擬線射源的劑量分佈結果

0.27	0.47	0.42	0.34	0.29	0.23	0.19			
0.96	1.22	1.08	0.88	0.6	0.51	0.42	0.17		
2.04	2.39	2.09	1.64	1.14	0.85	0.68	0.37	0.15	
4.44	4.77	3.75	2.65	1.79	1.28	0.97	0.59	0.31	
14.63	10.99	6.21	4	2.55	1.78	1.29	0.82	0.48	
I	23.68	9.26	5.4	3.35	2.29	1.62	1.05	0.65	0.13
I	29.36	11.18	6.39	3.8	2.54	1.73	1.26	0.8	0.16
I	30.96	11.98	6.83	4.13	2.68	1.77	1.29	0.94	0.14
I	30.81	11.94	6.66	4.08	2.65	1.75	1.27	0.93	0.13
I	29.07	10.87	6.17	3.73	2.49	1.66	1.2	0.77	0.15
I	23.29	8.77	5.13	3.25	2.2	1.49	0.97	0.6	0.12
	10.6	5.72	3.73	2.45	1.69	1.16	0.74	0.43	
	4.45	3.38	2.4	1.71	1.21	0.86	0.53	0.28	
	2.1	1.92	1.42	1.07	0.79	0.59	0.33	0.14	
	1.08	0.95	0.83	0.58	0.48	0.35	0.15		
	0.44	0.36	0.31	0.28	0.21	0.15			

表二十八：電腦治療計畫系統計算不均勻假體內單點射源的劑量分佈與測量結果之誤差值

9.69%	9.54%	3.15%	9.39%	5.84%	3.31%	4.22%			
6.23%	8.81%	5.01%	-4.66%	4.72%	9.62%	-5.29%	4.83%		
9.26%	8.47%	7.64%	0.31%	-4.66%	9.39%	-0.99%	3.96%	5.61%	
9.95%	4.80%	-4.57%	7.64%	0.53%	2.83%	5.84%	-0.99%	1.39%	
3.11%	5.75%	4.77%	3.41%	5.52%	2.97%	-5.20%	6.23%	6.48%	
I		-0.67%	-0.28%	0.25%	0.95%	空氣腔	6.23%	6.48%	
2.53%	7.18%	3.17%	4.97%	8.38%	7.26%	2.21%	7.30%	3.01%	
3.17%	6.40%	8.50%	2.24%	2.10%	5.51%	3.68%	8.91%	7.30%	
9.36%	5.90%	2.49%	9.22%	5.07%	3.95%	7.26%	5.51%	3.15%	
5.71%	9.23%	7.47%	-0.99%	8.51%	3.68%	8.91%	8.81%		
9.59%	7.01%	3.01%	3.95%	9.62%	3.15%	3.01%			

表二十九：電腦治療計畫系統計算不均勻假體內模擬線射源的劑量分佈與測量結果之誤差值

	2.17%	2.44%	3.03%	3.57%					
	1.67%	1.89%	2.33%	1.69%	2.00%	2.44%			
	2.14%	1.95%	1.86%	1.79%	2.41%	1.49%		-11.76%	
	2.14%	1.90%	1.92%	2.29%	2.40%	2.11%		-8.82%	
	2.04%	1.97%	2.04%	2.00%	2.30%	2.38%		-9.43%	
I	2.02%	2.09%	2.08%	2.13%	2.23%	1.89%	空	-9.72%	-7.14%
I	2.05%	2.01%	2.08%	2.15%	2.01%	1.76%		-9.09%	6.67%
I	2.04%	2.04%	2.09%	1.98%	1.90%	2.31%	氣	-9.62%	-6.67%
I	2.05%	2.05%	1.99%	2.00%	1.92%	1.74%		-9.71%	-13.33%
I	2.04%	2.07%	1.98%	1.91%	2.05%	1.84%	腔	-9.41%	0.00%
I	2.06%	2.10%	1.99%	1.88%	1.85%	2.05%		-9.09%	-14.29%
	2.02%	1.96%	1.91%	2.08%	1.81%	1.75%		-10.42%	
	2.06%	2.11%	2.13%	1.79%	1.68%	2.38%		-9.68%	
	1.94%	2.13%	2.16%	1.90%	2.60%	1.72%		-12.50%	
	1.89%	2.15%	2.47%	1.75%	2.13%	2.94%			
	2.33%	2.86%	3.33%	3.70%					

六、結論與建議：

- (1) 套入食道或肺部使用的塑膠套管治療器：Sivert Integral 劑量計算方式的近接治療計劃計算方式與實驗結果比較得知：點射源於空氣中劑量分布結果與測量之誤差值由-9.46%~+13.14%，隨劑量愈低誤差度有增加的情形。模擬線射源於空氣中的劑量分布誤差值由-28.05%~+35.09%，誤差度明顯增加，且在低劑量區誤差值愈大，顯示射源組成愈多造成測量誤差愈大；在射源前後二端誤差較大的原因為 Theraplan Plus 治療計畫系統有最佳化(optimization)的功能，將距射源一公分處的劑量分布均勻化，因此造成中間劑量較接近測量值，而二端劑量有偏低的趨勢。
- (2) 套入子宮頸用單管不銹鋼治療器：其劑量平均比食道或肺部使用的塑膠套管治療器的劑量低約 1~2%，因此在劑量分布圖上無法明顯觀察到其變化，此與本實驗以一公分為偵測間隔亦有關係；彎曲型治療管治療計劃系統計算值與實驗結果誤差值由：-30.03%~+34.92%，在最大曲度外側誤差較大(約-30.03%)，此判斷也是由於最佳化處理所造成的。
- (3) 套入攝護腺插種用不銹鋼治療器：其劑量平均比食道或肺部使用的塑膠套管治療器的劑量低約 1~1.5%，因此在劑量分布圖上無法明顯觀察到其變化，此與本實驗以一公分為偵測間隔亦有關係；四根線射源圍繞於直徑二公分圓狀外圍，模擬攝護腺插種治療情況，量測於水中的劑量分佈與治療計劃系統計算結果誤差值由：-5.52%~+10.57%，比子宮頸治療器誤差度小的原因可能是攝護腺插種用不銹鋼治療器為直線，導致測量穩定度增加之故。
- (4) 套入塑膠套管治療器，在不均勻物質時的劑量測量誤差：
單一點射源安置於不均勻假體內的空氣中，在不均勻物質時

的劑量分佈與單一點射源安置於不均勻假體內的水中，在不均勻物質時的劑量分佈修正因子由：0.94~1.23，平均：1.04，顯示射源置於氣腔中間對周圍組織的劑量有增加的情形；在距射源六公分處不均勻空氣腔外側的劑量，不論射源置於空氣腔中或是水中，平均無明顯增加；但與均質假體中相比較則在相對位置劑量有明顯增加 13% ($=0.26/0.23$)。

模擬線射源於不均勻假體內的水中與空氣中的劑量修正因子由 0.97~1.12，平均：1.045，顯示射源置於氣腔中間對周圍組織的劑量有增加的情形；在距射源六公分處不均勻空氣腔外側的劑量，不論射源置於空氣腔中或是水中，平均無明顯增加；但與均質假體中相比較則在相對位置劑量有明顯增加 10.6% ($=1.04/0.94$)。

(5) Theraplan Plus 近接治療計劃計算結果與實驗結果作比較：單點射源的劑量分佈與測量結果之誤差值由：-5.29%~9.69%；模擬線射源的劑量分佈與測量結果之誤差值由：-14.29%~3.7%；但 Theraplan Plus 近接治療計劃系統尚無法修正組織不均勻性，因此在治療鼻咽腔、肺部氣管腫瘤時，劑量不準確度將增大。

由於後荷近接治療在射源附近，劑量衰減率大，變化梯度大，因造成測量上誤差增加，本實驗的誤差度可以經由使用高靈敏度，能量依持性低，校正因子穩定，體積小的劑量偵測器以獲得較佳的準確性；由於 Ir-192 的平均能量為 0.38MeV，因此，要正確校正 TLD 有其困難性，且在假體中低能散射光子的增加將對偵測的準確度造成重大干擾；另外增加偵測的空間解析度亦可提高與治療計畫系統的吻合度。

為求治療上正確估算投予劑量，發展可修正組織不均勻性的治療計畫系統，如蒙地卡羅計算法為基礎的治療計畫系統，以發展配合數值化人體模型及其體內外劑量分析模式建立的治療計畫系統。

七、参考文献

1. Baltas D., Geramani K., Ing D. et al., Comparison of calibration procedures for ^{192}Ir high-dose-rate brachytherapy sources, *Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys.*, Vol. 43. No. 3, pp: 653-661, 1999.
2. AAPM Radiation therapy committee task group #56, Code of practice for brachytherapy physics, Vol. 24, Issue 10, 1997.
3. AAPM Radiation therapy committee task group #43, Dosimetry of interstitial brachytherapy sources, 1995.
4. AAPM Radiation therapy committee task group #40, Comprehensive QA for Radiation Oncology, 1994.
5. AAPM Remote afterloading technology task group #41, Remote Afterloading Technology, 1993.
6. AAPM Radiation therapy task group #32, Specification of brachytherapy source strength, 1987.
7. AAPM Radiation therapy task group #24 with contribution by task group #22, Physical aspects of quality assurance in radiation therapy, 1984.
8. Buermann L, Kramer HM, Schrader H, Selbach HJ. Activity determination of ^{192}Ir solid sources by ionization chamber measurements using calculated corrections for self-absorption. *Nucl Instr Meth Phys Res A*, vol. 339, pp:369-376, 1994.
9. Goetsch SJ, Attix FH, Pearson DW, Thomadsen BR, Calibration of ^{192}Ir high-dose-rate afterloading systems. *Med. Phys.* 18:462-467, 1991.
10. Grimbergen TWM, van Dijk E. Comparison of methods for derivation of iridium-192 calibration factors for the NE 2561 and NE 2571 ionization chambers. *Activity Int Selectron Brachyther J*, Special report, No. 7; 1995.
11. Mark J. Rivard, Bert M. Coursey, et al., Update of AAPM Task Group No. 43 Report: A revised AAPM protocol for brachytherapy dose calculations, *Med. Phys.*, 31(3), pp:633-674, 2004.
12. Pengpeng Zhang, A. Sam Beddar, et al., AAPM TG-43 formalism for brachytherapy dose calculation of a ^{137}Cs tube source, *Med Phys.*, 31(4), pp:755-759, 2004.
13. T. Palani Selvam, K. N. Gorinda Rajan, P. S. Nagarajan, P. Sethulakshmi and B. C. Bhatt, "Monte Carlo Aided Room Scatter Studies in the Primary Air Kerma Strength Standardization of a Remote Afterloading ^{192}Ir HDR Source," *Phys. Med. Biol.* 46, 2299 (2001)
14. Jeffrey F. Williamson and Ravinder Nath, "Clinical Implementation of AAPM Task Group 32 Recommendations on Brachytherapy Source Strength Specification," *Med. Phys.* 18(3), 439 (1999)

15. L. Bueermann, H. M. Kramer, H. Schrader and H. J. Selbach, "Activity Determination of ^{192}Ir Solid Sources by Ionization Chamber Measurements Using Calculated Corrections for Self-absorption," Nucl. Instr. and Meth. In Phys. Res. A 339, 369 (1994)
16. Glenn P. Glasgow, J. Daniel Bourland, Perry W. Grigsby, Jerome A. Meli and Keith A. Weaver, "A Report of AAPM Task Group No.41 Remote Afterloading Technology," American Association of Physicists in Medicine by the American Institute of Physics (1993)
17. Dimos Baltas, Konstantina Geramani, Georgios T. Ioannidis, Kirsten Hierholz, Bernd Rogge, Christos Kolotas, Klaus Muller-Sievers, Natasha Milickovic, Bernd Kober and Nikolaos Zamboglou, "Comparison of Calibration Procedures for ^{192}Ir High-Dose-rate Brachytherapy Sources," I. J. Radiation Biol. Phys. Vol.43, No.3, 653 (1999)
18. Ravinder Nath, Lowell L. Anderson, Gary Luxton, Kith A. Weaver, Jeffrey F. Williamson, Ali S. Meigooni, "Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 43 : Dosimetry of Interstitial Brachytherapy Sources," American Association of Physicists in Medicine by the American Institute of Physics (1995)
19. F. Verhaegen, E. Van Dijk, H. Thierens, A. Albers and J. Seuntjens, "Calibration of Low Activity ^{192}Ir Brachytherapy Sources in Terms of Reference Air Kerma Rate with Large Volume Spherical Ionization Chambers," Phys. Med. Biol. Vol.37, No11, 2071 (1992)
20. S. J. Goetsch, F.H. Attix, L. A. Dewerd and B. R. Thomadsen, "A New Re-entrant Ionization Chamber for the Calibration of Iridium-192 High Dose Rate Sources," I. J. Radiation Oncology Biol. Phys. Vol.24, 167 (1992)
21. M. J. Woods, M. J. Rossiter, J. P. Sephton, T. T. Williams and S. E. M. Lucas, " ^{192}Ir Brachytherapy Sources : Calibration of the NPL Secondary Standard Radionuclide Calibrator," Nucl. Instr. And Meth. in Phys. Res. A312, 257 (1992)
22. B. M. Coursey, L. J. Goodman, D. D. Hoppes, R. Loevinger, W. L. McLaughlin, C. G. Soares and J. T. Weaver, "The needs for Brachytherapy Source Calibration in the United States," Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. A312, 246 (1992)
23. Steren J. Goetsch, F. H. Attix, D. W. Pearson and B. R. Thomadsen, "Calibration of ^{192}Ir High-Dose-Rate Afterloading Systems," Med. Phys. 18 (3), 462 (1991)
24. M. J. Rossiter, T. T. Williams and G. A. Bass, "Air Kerma Rate Calibration of Small Source of ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{226}Ra and ^{192}Ir ." Phys. Med. Biol. Vol.36, No.2, 279 (1991)
25. Harshaw TLD Thermoluminescence Dosimetry Materials and

Assemblies, HARSHAW TLD, NE TECHNOLOGY, BICRON.
26.C. Yu and G. Kuxton, TLD dose measurement:A simplified accurate
technique for the dose range from 0.5 to 1000cGy, Med. Phys. 26(6),
pp:1010-1016, 1999.