

原子能輻射應用之實地參訪研習活動規劃：特別在醫療與農業領域的應用

1. 擬參訪單位暨參訪內容說明：

(1) 台北三軍總醫院輻射防治中心：一天期參訪活動，由輻射傷害防治中心醫護人員針對原子能輻射物質外洩進行實際演練與醫療處置，並參觀該院核子醫學中心，實際了解原子能科學運用在醫療臨床上的診斷與治療，並負責輻射防護的把關，以減低一般民眾對於輻射的安全疑慮。



<http://www.tsgh.ndmctsg.edu.tw/nuc/C10-1.html>

國防醫學院 / 三軍總醫院輻射防治中心

醫療動線圖

沿革

- 民國78年：國防醫學院與台灣電力公司正式簽約合作，籌設輻射傷害防治中心。
- 民國81年：本部籌備小組規劃並陸續進行人員訓練。
- 民國89年11月：硬體動工完成。
- 民國90年07月：完工正式啟用。
- 民國90年07月：行政院衛生署正式編列本院為「三級核災急救責任醫院」。
- 參加90、92、96年度全國核安演習之三級責任醫院傷急處理部份。
- 協助台北縣衛生局規劃94-96年全國核安演習及完成演習。
- 參加90至99年年度台電核一、二廠之廠區演習，共計18次。
- 100年迄今每年配合國軍年度漢光演習，演練輻射傷病急醫療處置作業。

任務

- 提供國軍、民間輻射教育訓練、演習。
- 提供輻射病患、三級防護。
- 提供臨床輻射相關之醫療諮詢。

活動紀錄

- 2011年07月12日 衛生署官員參訪
- 2012年08月30日 通過ISO認證
- 2011年11月24日 WHO官員專家參訪 (Dr. Inoue, Japan)
- 2011年12月12日 日本輻射專家參訪
- 2011年03月18日 國防醫學院醫學系參訪 (Dr. Pasteris, J. J. J. Hospital, Korea)
- 2011年03月18日 衛生署ECC參訪演習
- 2012年04月15日 漢光28號輻射醫療演習
- 2013年04月15日 漢光29號輻射醫療演習

(2) 清華大學原子科學研究中心(新竹市)：水池式反應器(簡稱 THOR)和下圖各單位



<http://nstdc.web.nthu.edu.tw/bin/home.php>

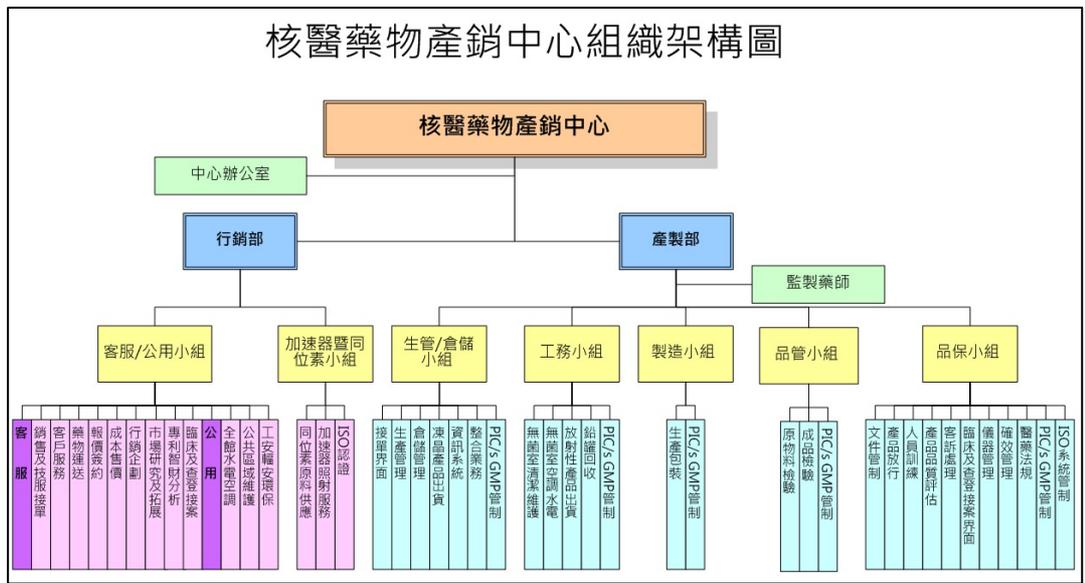
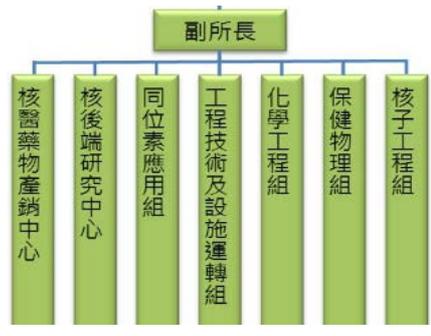
(3) 核能研究所(桃園縣龍潭鄉)：



<http://www.iner.gov.tw/>, <http://192.192.22.5/rpc/index.htm>

(a) 核醫製藥中心：該中心應用原子能科技，陸續開發出國內迫切需求且不易進口的短半衰期核醫藥物，及用以標誌核醫藥物的凍晶製劑。其中核醫藥物產銷中心在衛生福利部 PIC/S GMP 及輻射防護法規與制度下，(i)負責生產、供應與推廣已獲得藥品許可證的核醫藥物，(ii)試產進行臨床試驗的核醫藥物，及(iii)查驗登記需要之產品試製。

核醫製藥中心



原能會核能所核醫藥物產銷中心組織架構



核醫藥品 Radiopharmaceuticals



臨床造影 Clinical Imaging 腦部造影 Brain SPECT 腦部造影 TRODAT-1



熱鉛室 Hot Cells

以上照片來源：<http://www.iner.gov.tw/>, <http://192.192.22.5/rpc/index.htm>

(b) 國家游離輻射標準實驗室：



<http://www.tdais.gov.tw/>

(4) 台中區農業改良場參訪：一天期參訪活動，以「原子能在農業改良與病蟲害防治」等議題，帶領學員進行一場農業之旅，了解原子能在民生應用的廣泛性，亦可引導高中教師融入高中應用生物農業改良的課程議題。



<http://www.tdais.gov.tw/>

2. 預計辦理對象：各級 K12 學校師生與民眾社群團隊。若 K12 師生團隊，擬選擇參訪醫療領域之應用單位，因考量到學員是否具備足夠的基本科學知識外，另考量未成年者不宜進出易有高輻射計量存在的場所，故建議至少需為高中以上之年級的師生團體參與為宜。

3. 參訪行程規劃：每一設施單位的參訪，至少會請被訪單位，安排 1-3 位資深的專業講員進行 1-3 場次相關的專題講座，再進行實地實物的參觀與觀摩，活動結束前，另安排 Q&A 與交流座談，最後並安排大合照作為活動的 Ending。請參見下了兩個範例。

4. 參訪活動範列：



(1) 台中區農業改良場參訪行程暫訂範列表

時間	課程內容	講師/主持人/負責人	地點
09:00-09:10	報到	本計畫助理	台中區農改場
09:10-09:20	開幕致辭	農改場負責人 計畫主持人：戴明鳳教授	
09:20-12:00	專題講座：原子能與農業改良 簡介與應用項目介紹	農改場專員	
12:00-13:00	午餐時間	計畫助理	
13:00-15:00	專題講座：細說原子能照射與 菊花品系改良	農改場專員	
15:00-16:30	農改場實地參觀	農改場專員(分組)	

16:30-17:00	Q & A	主持人	
17:00-17:30	交流討論會		
參訪相關資料來源：原子能與農業的應用： http://www.tdais.gov.tw/view.php?catid=1750 和 http://www.tdais.gov.tw/view.php?catid=1757			

(2) 台北三軍總醫院輻射防治中心或慈濟醫院參訪行程暫訂範列表

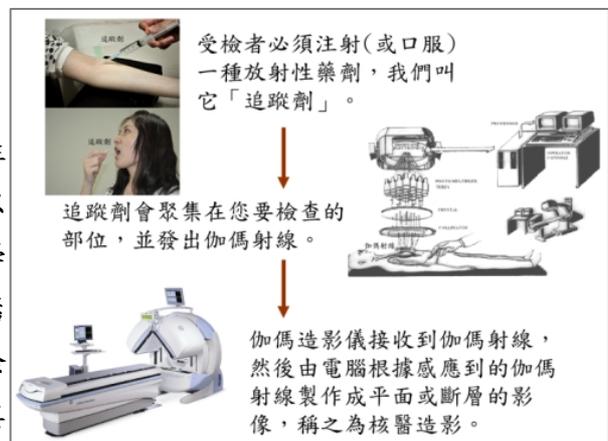
時間	課程內容	講師/主持人/負責人	地點
09:00-09:10	報到	本計畫助理	 三軍總醫院 核子醫學中心 或 慈濟醫院新店分院 放射診斷科 
09:10-11:10	專題講座：核子醫學之原理與應用	總醫院核子醫學中心資深醫師	
11:10-12:00	參觀該院核子醫學中心	核醫中心醫師	
12:00-13:00	午餐時間	計畫助理	
13:00-15:00	專題講座：輻射物質外洩與醫療處置實際演練	三總輻射防治中心醫護人員	
15:00-16:30	Q&A	主持人	
16:30-17:00	交流討論會	主持人	
 參訪單位簡介資料來源： 三軍總醫院核子醫學部： http://wwwu.tsgh.ndmctsg.edu.tw/nuc/C10-1.html http://wwwu.tsgh.ndmctsg.edu.tw/nuc/C3-1.html			

5. 可能安排的課程主題與內容：

(1) 核子醫學之原理與應用

(<http://wwwu.tsgh.ndmctsg.edu.tw/nuc/C3-1.html>)

核子醫學是利用微量且短半衰期的放射性藥劑(或示蹤劑)反映體內生理、生化變化以達到疾病診斷及治療目的的一門科學。醫學儀器及藥學科技的進步，現代核子醫學儀器已可從器官組織影像進入分子醫學領域。除生理、生化主導之功能影像之外，強化其解剖解晰能力也是近年發展特色之一，希望



藉此讓疾病獲得更早期診斷與治療。因此，病患經臨床醫師評估認為需要到核醫部，作進一步檢查，以更深入了解疾病的狀況，以對病情做最適當的處置。

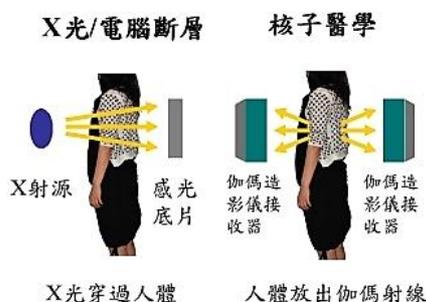
核子醫學包括試管及體內檢查兩大類；前者測定人體各種體液，如血液、尿液、腦脊髓液等某些特定成份含量的多寡；而後者是將極少量的放射性藥劑經由氣道、靜脈或口腔等路徑進入人體，經過些許時間後，這些放射性藥劑會釋出 γ 射線，利用 γ 閃爍攝影儀收集這些射線，再配合核醫專用電腦加以處理後，便可使體內多種器官成像，甚至反應出體內特定器官的代謝訊息。

因所使用的放射藥劑具有量微、短半衰期及易排出特性，因此基本上核醫檢查是一種非侵襲性、無痛且安全的診療工具。唯考慮胎、幼兒對輻射敏感度較高，因此；除非必要，否則對懷孕、即將懷孕或哺乳的婦女則不建議接受核醫檢查。

目前在臺灣核子醫學是衛生署認定 18 個正式專科之一；核子醫學部成員包括醫師、藥師、技術師、護士及輻射防護人員等國家認定之專業人員。院部另外設有輻防委員會，平時即針對人員、設備及環境作定期評估；工作人員每月亦需接受委外輻防單位的劑量評估以符合法規，所使用的放射藥劑及劑量亦均經過國內、外政府機構仔細評估認為安全無慮後才核可上市。至於檢查過程則有核定的統一步驟，同時也受衛生署及原子能委員會的監督。因此核子醫學醫療的任務除利用放射同位素進行醫療診療之外，亦負責輻射防護的把關工作；期能對病患作最完整醫療的服務也將輻射安全的疑慮降至最低。

目前國內核子醫學部門提供的臨床診療項目包括：腦部、心臟、肺臟、肝膽、腸胃道、腎臟泌尿道、內分泌、骨關節系統等的功能檢查。由於疾病發生過程中生化性功能變化比解剖性結構變化更早出現，因此核醫檢查的主旨即在早期診斷疾病以期獲致早期治療之契機。當然，人體疾病變化可能極為複雜，此時配合相關理學或實驗室檢查來獲得完整資料以期有效掌握病況是必須的。

X光和核子醫學的不同：



除在傳統核醫如結合功能與解剖方式的造影儀，評估心臟代謝或神經受體的新製劑等，近年迭有進展外，新式核醫正子檢查也在最近應用在臨床病人上，其中對癌症診斷、分期及療效評估已獲肯定，對神經精神異常、心智變化及心臟功能的評估則逐步落實在病人臨床應用上，目前在美國除多項癌症項目已獲健保核可給付外，今年更增加癲癇發作、心肌缺氧等項目予以給付，目前最熱門的基因治療也因為可以藉由正子影像反應其表現程度而大大提昇其在主流醫學的重要性。

隨著醫療科技的進步，核子醫學已由過去移動式線性掃描，進展到照相式閃爍造影及單光子斷層掃描，乃至於配置解剖功能之同步偵測造影和正子斷層造影，可說明醫學領域中的高科技學門，將製藥、儀器等新知以最快的速度導入醫學範疇，而與時

俱進，均將目前的核子醫學推向更深入、更廣泛的分子影像醫學領域中，它將有效地監控疾病變化和治療反應。所帶來的效益則是進一步提昇醫療水平，增加病患福祉，或許也可因減少不必要的資源浪費而減輕政府醫療財政負擔。

2.游離輻射照射在農業上的應用(台中區農業改良場/黃勝忠撰，資料來源：

<http://www.tdais.gov.tw/view.php?catid=1750>

A.輻射照射的原理：

- (1) 輻射照射係利用放射性元素釋出的高能量 γ 射線進行各種物質的照射。 γ 射線有如光線，也是電磁波，也是能量的一種形式；只是 γ 射線的能量較高、波長較短、穿透力也較強。
- (2) 基本上「輻射照射」是一種光波的照射，所以被照射過的物體，不會有放射線的殘留。
- (3) 輻射照射所需要的劑量則依其應用目的而定。
- (4) 核能研究所之照射是利用鈷 60 釋放出 γ 射線，使對生物體產生特定的生物化學效應，以達到殺蟲、滅菌、突變、矮化等醫學、農業應用，
- (5) 對非生物體物質，可利用輻射引起的物理化學效應，以達到工業應用之目的。
- (6) 輻射照射的應用領域有農業用途、工業用途、醫療用途等。下表為輻射在農業上的多種使用目的、應用範圍和適當的使用劑量。

B.輻射照射的應用領域： γ 射線照射的應用領域可分為生物與非生物系，

- (1) **生物系應用**：是利用照射後的生物化學效應，達到花卉矮化、植物突變、品種改良、抑制發芽、食品滅菌保鮮、微生物之消除、醫材滅菌等目的。
- (2) **非生物系應用**：是利用照射後的物理化學效應，達到木塑材聚合強化、橡膠改質、塑膠聚合物接枝、有機化合物單體聚合化、玉石增色等效應。

輻射在農業上的多種使用目的、應用範圍和適當的使用劑量

(資料來源網站：<http://www.tdais.gov.tw/view.php?catid=1750>)

使用目的	使用範圍	使用劑量
1.抑制發芽	馬鈴薯、甘藷、洋蔥、大蒜	15krad 以下
2.延長儲存期限	木瓜、芒果	150krad 以下
3.防治害蟲	米、煙草、紅豆、綠豆、大豆、小麥、麵粉	100krad 以下
4.雄不孕性	東方果實蠅、甜菜夜蛾	25krad
5.殺蟲滅菌	淡水魚(殺滅中華肝吸蟲等)、豬肉	50krad 以下
6.檢疫照射	果蔬檢疫照射等	50krad 以下

7.動物飼料減菌	動物飼料等	2Mrad
8.品種改良	冬瓜、稻米	1krad
9.抑制生長	水仙花	1krad 以下

C. 輻射照射在農業上的應用：

- (1) **中國水仙花的鱗莖**：經 5~10 Gy γ 射線照射後栽植時，花莖與葉片的生長會受到抑制，而使植株矮化，不會發生倒伏。其花的形狀、大小及芳香均不受影響，可提升觀賞品質。
- (2) **防治雄東方果實蠅**：以輻射照射雄東方果實蠅，可使之無法受孕，無法繁殖，以達到植物免於受蠅蟲侵害的防治效果。
- (3) **儲物**：經 1.5 KGy 輻射照射，則可徹底防治儲物害蟲再發生，可接受照射的儲物項目包括禾穀類、豆類、乾果、鮮果及加工食品等。
- (4) **外銷菊花**：以 0.2~0.6 KGy 照射可有效的防治蟲害，且不傷害切花品質。
- (5) **馬鈴薯與大蒜**：輻射照射後，可達到抑制發芽，延長貯存期限等效果。

D. 誘變育種在花卉具有潛力：營養繁殖作物的誘變具有遺傳改良的高潛能，尤其是具有高品質觀賞植物的育種中已被廣泛使用，所誘導的任何顏色變化，可直接利用，並以切枝法等無性繁殖。人工誘變的主要優點是能改變優良商業品種中之單一或少數性狀，而不會改變其它的基因形。誘變個體經由營養繁殖，可大量繁殖商品化的營養系。有鑑於此，除進行傳統的雜交法育種外，欲以誘變育種開發花卉新品種，而菊花是台灣栽培面積最大的花卉，且菊花插穗無性繁殖，極具誘變育種的潛力，故以菊花利用 γ 射線期誘變出花色變異品種。

E. γ 射線在菊花誘變育種上之應用(資料來源：<http://www.tdais.gov.tw/view.php?catid=1757>, 台中區農業改良場/許謙信、洪惠娟、黃勝忠撰)

菊花具有花色、花形繁多，易進行產期調節，可周年栽培生產，瓶插壽命佳等優點，為台灣地區栽培面積最廣之大宗切花。為求新品種之育成，除了雜交育種外，利用體細胞誘變及組織培養技術繁殖亦是可行之途徑。



菊花之放射線誘變育種自 1980 年代，即陸續有多位學者進行研究，並有尋找出體細胞變異之品系，體細胞變異易為肉眼觀察所獲，常在花瓣上顯現，而利用花瓣培養可以獲得非鑲嵌體之植株，以不同培植體培養，誘發之不定芽亦可發現變異植株，這些來自不同器官誘發之變異常利用組織培養方式以獲得新品系之植物繁殖來源，而且常應用於花色上

之選拔，本試驗探討誘導花瓣上獲得不同顏色突變之 γ 射線照射適期，利用組織培養技術於突變花瓣上誘發不定芽，以期得到顏色突變的新品系。

表一、菊花桃姬品種於不同時機照射 γ 射線發生變異之花瓣數*

照射劑量 (Krad)	照射時間(短日天數)										花瓣數
	8		13		18		23		28		
	Org	DC	Org	DC	Org	DC	Org	DC	Org	DC	
0.5	7	0	54	0	20	0	200	0	152	5	438
1.0	0	0	21	0	0	0	225	4	502	7	759
1.5	0	0	0	0	0	0	67	1	37	0	105
2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
合計	7	0	75	0	20	0	492	5	691	12	1302

*每處理3株每株摘心後留3側枝，數據仍持續調查中。
 a：含1白色變異4紫色變異，
 b：含4紫色變異，
 c：含7白色變異，
 d：含1白色變異，餘為桔色變異。

表二 菊花荷蘭白品種於不同時期照射 γ 射線發生變異之花瓣數

照射劑量 (Krad)	照射時間(短日天數)					花瓣 總數
	8	13	18	23	128	
0.5	0	164	0	3	0	167
1.0	10	127	45	16	1	199
1.5	0	53	1	111	2	167
2.0	-	-	-	186	-	186
合計	10	344	46	316	3	719

*每處理3株每株摘心後留3側枝。