

輻射防護原理 與意外事件之分析

中台科大醫學影像暨放射技術系

謝栢滄

98年4月10日



內 容

- 一、何謂輻射
- 二、輻射的來源
- 三、背景/人造輻射劑量
- 四、輻射的危害
- 五、輻射防護法規
- 六、輻射防護目的
- 七、輻射防護精神
- 八、輻射管制
- 九、輻射防護原理
- 十、輻射安全管理與意外事件之分析

輻射科技與生活

輻射與生活

The collage consists of several newspaper articles. The largest article on the left is titled '香菸會放射物、癮君子當心' (Cigarettes emit radiation, addicts beware) and '針一〇含量分析、國產品略高於進口貨' (Needle 10 content analysis, domestic products slightly higher than imported goods). To its right is an article titled '新樂園竟「一枝獨秀」、超過一般菸一至四倍' (New Paradise is a 'one-of-a-kind', exceeds general cigarettes 1 to 4 times). On the right side, there are two smaller articles: '使用微波爐、當心不孕' (Using microwave ovens, beware of infertility) and '男性注意保護「隱私處」' (Men pay attention to protecting 'private parts'). At the top right, there is a headline '輻射屋高危險群 可強制偵測' (Radiation house high-risk group, can be forced to be tested) with a sub-headline '同棟樓有輻射屋約有三千多戶 集中在基隆以北大板橋' (Same building has radiation house about 3000 households, concentrated in Keelung to the north of Banqiao).

我們都被嚇長大的

輻射與生活-前俄諜死亡(96.10.25)

國際新聞 A8

放射性元素鈷致死

【本報多倫多訊】一名前蘇聯間諜，在十月廿六日於倫敦去世。據悉，他的死因是放射性元素鈷-137的輻射。這名間諜在蘇聯期間曾參與過核子彈的研發工作。他的死因引起了國際輿論的廣泛關注。據悉，他在去世前曾接受過治療，但最終未能挽回生命。他的死因被認為是核子彈研發過程中的一個悲劇。他的死因引起了國際輿論的廣泛關注。據悉，他在去世前曾接受過治療，但最終未能挽回生命。他的死因被認為是核子彈研發過程中的一個悲劇。



放射性物質=毒物???

好消息-

肝癌之剋星~ 銻-188-ECD-Lipiodol

銻188治肝癌 動物實驗8成存活

核研所正與台中榮總和台大醫院合作，進行銻劑劑量安全性評估。待結果出爐後，即可正式向衛生署提出人體臨床試驗。沈立漢指出，銻-188帶到肝癌細胞裡，沈立漢指出，銻-188原本就具有顯微營養素，殺死肝癌細胞的作用，把銻-188帶到肝癌細胞後，更發揮雙重火力，徹底摧滅癌細胞。沈立漢強調，目前全球核研所利用銻-188進行癌症治療藥物研發，美國擁有研究團隊利用銻-188進行治療藥物研發，但銻-188僅限於治療肝癌，確定間接具有殺死癌細胞的作用，卻無法精確診斷、確定療效。

銻-188 兼具治療與診斷功效

(97.02.18 中國時報頭版)

自由時報 2002.5.9

治療冠狀動脈狹窄 銻-188 寫下新頁

長庚研究證實再狹窄率可減少六成 療程短暫 無副作用

【記者洪臣宏／高雄報導】心臟管氣球擴張術為冠狀動脈狹窄主要治療方式，不過再狹窄率偏高，反而增加醫療危險。高雄長庚醫院心臟內科醫師洪臣宏指出，心臟管氣球擴張術後，再狹窄率可減少六成。長庚研究證實，將五十五名研究組病患分為高劑量組、低劑量組及另一對照組，經過六個月後發現高劑量組病患的再狹窄率減少六成。核研所謝相嶺博士指出，銻-188具有製成成熟、劑量可平均分布及穿射距離有限不影響其他器官等特性，且注入時間只需五至十分鐘，療程短暫，無副作用。

鈷90微球體放射線治療末期肝癌新希望

2008/01/18

- 把直徑僅有頭髮三分之一的超迷你「放射線導彈」送進血管，在體內釋出β射線命中癌細胞，這是國內首創的鈷90微球體選擇性放射線療法，國外經驗顯示，逾半病人可多活九個月以上。
- no toxicity was observed for absorbed doses of between 5,000 and 10,000 cGy to the liver and up to 32,000 cGy to the

鈷90微球體療法小檔案

適用 肝癌患者
費用 約40萬元，健保不給付
副作用 疼痛、噁心、發燒、腸胃不適
組成物 鈷90是一種放射線元素，可殺死癌細胞。此療法所採用的微球體，是由特殊的樹脂所製，不會與人體發生排斥作用
進行方式 將鈷90黏附在微球體上，經導管打進人體，抵達腫瘤後，會停留在供應肝癌惡性腫瘤的肝動脈裡，釋放放射線，促使癌細胞凋亡

資料來源：龍上惠醫師、李潤川醫師

鈷90微球體治肝癌惡性腫瘤示意圖

1 顯微鏡將裝有放射性元素鈷90的微球體，以導管方式，從股動脈進入

2 透過血管將含有鈷90的微球體送至肝臟惡性腫瘤處

3 微球體抵肝腫瘤後，會停留在供應惡性腫瘤的肝動脈中，並開始釋放鈷90殺死癌細胞

鈷90治肝癌 體內放射療效佳

2009年3月24日 / 星期二 自由時報 生活新聞 A10

鈷90治肝癌 體內放射療效佳

【記者林德嘉/台北報導】目前鈷90微球體放射治療多在香港進行，台北榮民醫院日前發表「鈷90微球體內放射療法治療肝癌」報告，將有放射性元素鈷90的微球體，直接植入體內肝癌處，利用放射線進行高劑量的放射治療，期望能一舉兩得，一方面縮小腫瘤，另一方面觀察治療後發現，高濃鈷90微球體對腫瘤縮小或受抑制具有控制。

榮德消化系統放射科主治醫師李潤川表示，鈷90微球體放射治療是用幾百萬個微球體，含有百分之二至三左右的鈷90微球體，以肝動脈插管方式直接注入肝癌內，微球體會停留在肝癌血管中，被腫瘤吸收，並在肝癌血管中進行放射治療。

微球體放射治療較大成是已侵入肝門靜脈的肝癌，也適用於腫瘤體積較大或是已侵入肝門靜脈的肝癌，且多數病人要進行一次療程。

衛生署尚未核准 自費要80萬

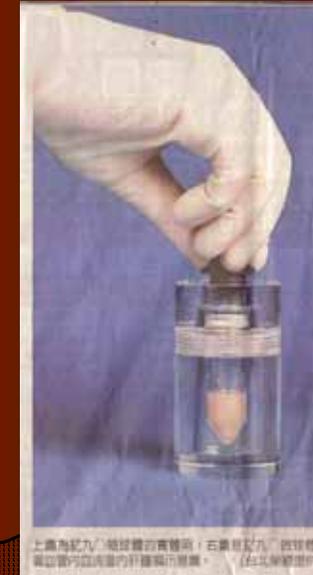
李潤川指出，鈷90微球體放射治療目前仍屬自費醫療，目前約有十名病人在進行治療，其中二名病人在治療後，肝腫瘤的縮小率約有百分之二十，其餘大腸癌、直腸癌、肝癌、肺癌、乳癌等，經一個月至兩個月追蹤發現，九成五病人腫瘤縮小或受抑制，約五分三病人在治療完一到兩個月內會出現類似感冒症狀，包括發燒、疲勞及食慾不佳等副作用，但是一個月內恢復正常。

嚴重肝硬化、衰竭者不適用

不過，並不是所有肝癌病人都適合此治療。李潤川表示，病人在治療前七到十四天，需作肝膽「鈷90微球體」肝動脈插管白蛋白注射劑，測定肝功能百分比並計算出腫瘤比率，同時須先檢查肝動脈的插管位置，避免微球體進入肝動脈分支或肺部。引發胃潰瘍或腸胃潰瘍化；此外，若病人在治療前肝硬化、肝功能已近衰竭，或腫瘤佔全身體積超過一半，治療效果及隨後亦不佳。

肝動脈插管基金會執行長許金川教授表示，鈷90微球體放射治療目前仍屬自費醫療，只是希望未來能納入健保給付。目前鈷90微球體放射治療，適合條件較特殊的肝癌病患，且腫瘤一定要符合條件，沒有血管阻塞或血流不暢，血流方向也會有影響。

鈷90微球體實體照



Case-1

- 有位65歲肝癌男性病患，近3年來先後開刀、2次肝動脈栓塞療法，仍然擋不住肝癌復發，1年前注射鈷90微球體，6周後6顆肝癌縮小，繼續追蹤至3個月，只剩2顆小于1公分的肝癌，6個月後肝癌消失

Case-2

- 有個69歲大腸癌轉移到肝臟的婦女，在開刀割掉右側大腸後，半年前以體內放射療法對付殘存的癌細胞，6個星期後，4顆惡性腫瘤明顯縮小且壞死，後來肝臟左葉新長1顆惡性腫瘤，改用熱射頻治療，當前所有腫瘤壞死且未復發。

Results

- 所有病患在1個半月至2個月後追蹤發現9成5病患的腫瘤縮小或受控制。
- 近2成患者腫瘤大幅縮小，且其中2位原來肝腫瘤無法開刀，治療後可用手術切除
- 追蹤到3到6個月後，近9成病人的病情持續受控制或維持穩定。

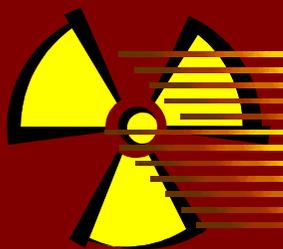
Conclusion

- 臺北榮總當前有41位病患接受體內放射治療，包括原發性肝癌，發生肝轉移的大腸直腸癌、直腸類腺癌、神經內分泌瘤、肝內膽管癌、平滑肌肉瘤、小腸癌甲狀腺癌與卵巢癌等，約有1/5病患接受2次療程，累積有50回治療經驗。

人類駕馭輻射-農業上的應用

@ 利用輻射線對生物體產生特定之生物化學效應，以達到殺蟲、滅菌、人工突變、矮化等農業應用。

利用加馬射線照射來矮化鬱金香株高，防止倒伏以增進其觀賞價值



15

農業改良又一樁 聖誕紅添新裝



成功研發聖誕紅新品種商機無窮

輻射在工業上的應用

@ 輻射滅菌

以照射食品為例：

1986, resembles a stylized flower
Food & Drug Administration (FDA)

"Treated by irradiation, do not irradiate again"

"Treated with irradiation, do not irradiate again"

Radura



17

輻射在工業上的應用

@ 核能發電

歷史回顧：



Photo of CP-1 during construction, before layer 19 was complete. Pure graphite layers like 19 alternated with layers of uranium dioxide "sandwiches" embedded in graphite, such as can be seen on the exposed edges of layer 18. Parts of the wooden scaffolding and surrounding floor (both also are visible). (Photo: ANL)

世界第一座反應器 - Chicago Pile

資料來源：

- 1896年，貝克發現天然鈾同位素的放射性
- 1939年，曼哈坦計畫（愛因斯坦信涵美總統羅斯福；促研製第一顆原子彈）
- 1942年，費米建造第一座核反應器
- 1945年，兩顆投在日本廣島與長崎的原子彈（結束血腥二次世界大戰）
- 1953，美國總統艾森豪於聯合國演說 **Atoms for Peace**（開展核能和平用途）
- 1956年，英國建造完成第一座氣冷式反應器（GCR）
- 1957年，美國西屋公司建造第一座壓水式（PWR）核能電廠
- 1960年，美國奇異公司設計的第一座沸水式反應器（BWR）
- 1962年，加拿大誕生首座重水式反應器（PHWR）。

輻射在工業上的應用

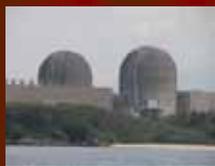
@ 核能發電

我國核能發電廠現

況：



核一廠



核三廠



核二廠



核四廠

輻射在工業上的應用

國家	排序	核能發電量佔總發電量之比率	國家	排序	核能發電量佔總發電量之比率
法國	1	76.4%	瑞典	9	39.0%
立陶宛	2	73.7%	瑞士	10	38.2%
比利時	3	56.8%	斯洛文尼亞	11	37.4%
斯洛伐克	4	53.4%	日本	12	33.8%
烏克蘭	5	47.3%	亞美尼亞	13	33.0%
保加利亞	6	45.0%	芬蘭	14	32.1%
匈牙利	7	42.2%	德國	15	30.6%
南韓	8	40.7%	西班牙	16	27.6%

* 迄公元2000年12月底止，在全球有438部核能發電機組在運轉中，總裝置容量達351 GW(e)，建造中的則有31部機組。全球有核能發電之國家共32個（含我國），其中有16個國家之核能發電量超過其總發電量之四分之一，**至於我國及美國之核能發電量則佔總發電量之23.6%及19.8%。**

20

資料來源：原子能委員會（世界核能發展現況 陳怡如 2001）

輻射在工業上的應用

@ 核能發電

各類能源發電經濟比

較：

發電方式	核能	燃煤	燃油	燃氣	水力
單位發電成本(元/度)	0.67	0.87	1.95	2.75	2.24
外部成本(元/度)	0.28	2.60	3.82	0.97	0.08
單位總成本(元/度)	0.95	3.47	5.77	3.72	2.32
發電總成本(億元)	361	1,319	2,193	1,414	882
比核能昂貴(億元)	0	+ 958	+1,832	+1,053	+521
為核能倍率	1.00	3.65	6.07	3.92	2.44

21

資料來源：新核家園 美麗新世界
<http://www.newnuclearhome.com/>

輻射在工業上的應用

環境影響指標 (以核能為常規化基準)	發電方式					
	核能	燃煤	燃氣	水力	風力	太陽能
空氣污染						
CO2生命週期排放量(核能倍率)	1.0	63.3	32.0	0.5	1.1	4.4
CO2生命週期排放量(萬噸/年)	57	3,610	1,824	27	61	251
SOx排放量(萬噸/年)	0.0	10.0	6.5	0.0	0.0	0.0
NOx排放量(萬噸/年)	0.0	5.1	0.2	0.0	0.0	0.0
外部成本(核能倍率)	1.0	12.3	4.8	0.4	2.0	0.3
外部成本(億元/年)	106	988	369	39	236	35
土地成本						
電廠用地(平方公里)	14	4	4	6,100	4,875	773
植樹造林面積(平方公里)	285	18,050	9,120	135	305	1,255
總土地成本(平方公里)	299	18,054	9,124	6,235	5,180	2,028
總土地成本(核能倍率)	1.0	60.4	30.5	20.9	17.3	6.8
水資源消耗(萬噸/年)	212	986	466	5,600,000	不詳	不詳

22

資料來源：新核家園 美麗新世界
<http://www.newnuclearhome.com/>

輻射在工業上的應用

@ 核能發電

各類能源發電安全比較：

發電方式	生命損失		受傷人數	
	每Twa死亡率	為核電倍數	每Twa死亡率	為核電倍數
燃煤	342	43	70	0.7
燃油	418	52	441	4.4
天然氣+液態天然氣	3,365	421	14,113	141
水力	883	110	195	2
核能	8	1	100	1

分析1969-1996年發生的1,943次重大能源事故，其中15,000多例與石油有關的死亡案例、8,000多例與煤有關、5,000例與水力有關。該報告結論摘要如表1與圖1。非常明顯地：1.核能是風險最低的發電方式。其他傳統發電方式，風險都是核能的十到百倍以上。2.各種發電方式中，唯一能與核能相提並論的清潔能源是水力發電，但其致命風險卻是核能的百倍。

23

資料來源：分析是瑞士Paul Scherrer Institut (1998)[3]，為探討各種發電外部成本，完成的Energy-related Severe Accidents Database, ERSAD資料庫 - (新核家園)

輻射在工業上的應用

@ 核能發電

核能的反撲 (核電廠事故)：



1979年美國三哩島核電廠

1986年蘇聯的車諾比電廠



24

輻射在工業上的應用

Am-241 smoke detector

契子

- 人類由X射線、放射性同位素和可分裂材料等在醫學、工業、科學研究和動力生產等方面的應用而獲得很大的利益。
- 輻射防護的目標即藉由適當的防護及管制措施，使輻射作業承擔的風險與其所獲得的利益取得一個平衡點，使人類在享受核能科技帶來福祉的同時，又可以使輻射產生之風險控制在可接受的範圍之內。

人類在一百多年前發現輻射以來，就嘗試應用於許多層面，如X光照射、農產品保鮮與飛機結構檢測等，皆帶給了我們許多的方便。事實上日常生活中已經少不了輻射的應用。

我們應該深入了解輻射是什麼，能利用它的優點，而避開它的危險性，不再只是莫名的害怕。



人類自古至今存在一個陽光、空氣、水與輻射的自然環境中

@輻射在那裡?



輻射簡單的說，它是一種能量的發射和傳遞。陽光便是輻射的一種，只是一般人所知輻射其能量比陽光高些。

空氣

輻射如同空氣與水存在於自然環境中

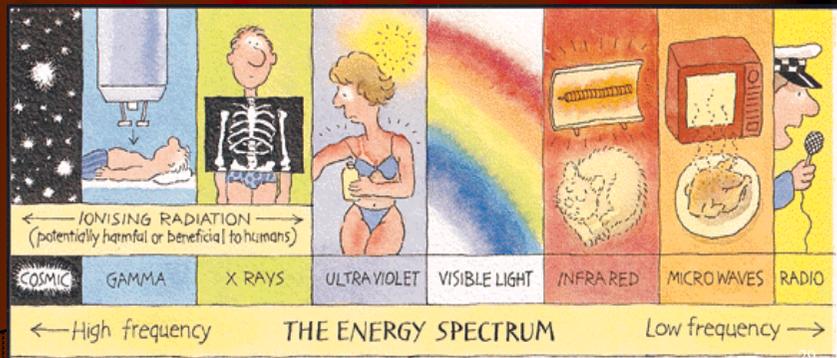


輻射本是伴隨地球而生的一種自然現象

水

@生活中的輻射應用?

r-射線可用於放射治療；X-射線應用於X光攝影；紫外光-食物衣物殺菌；可見光-照明；紅外光-遙控器；微波-微波爐；射頻-行動電話；UHF-電視；無線電波-收音機（游離、非游離輻射大致上以「10 KeV」為區分）



為什麼談『輻』變色？

看不見

摸不到

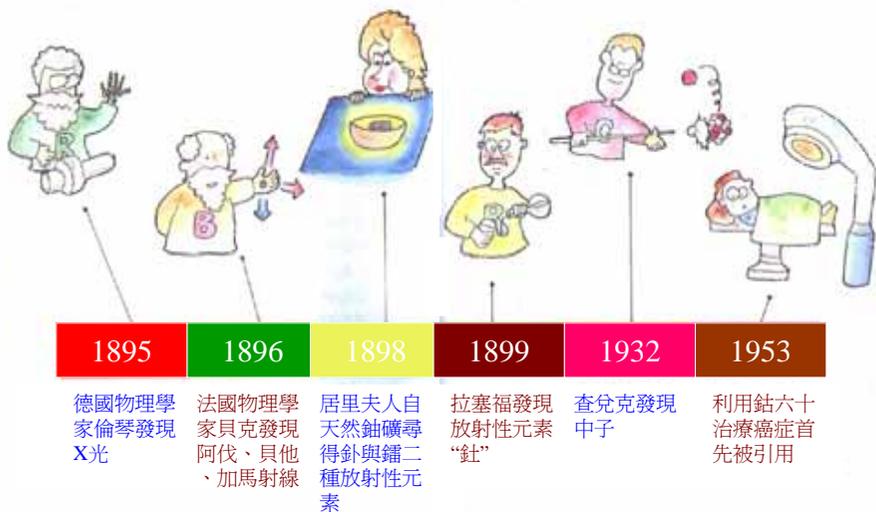
聞不到

感覺不到

輻射只能用儀器偵檢



輻射(放射線)發現史



一、何謂輻射

能量的發射和傳遞

1. 游離輻射：

直接或間接使物質產生游離作用之粒子輻射。(如 α 、 β 、高速電子

e^- 、正子 e^+ 、高速質子 P^+ 、中子 n 等及其他粒子)或電磁輻射(如X光、加馬 γ)

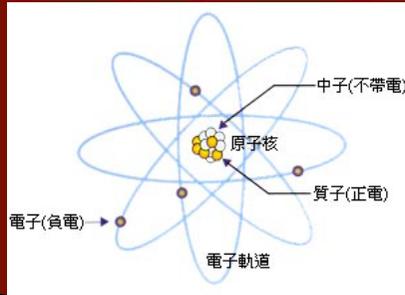
2. 非游離輻射：

只能造成激發，無法產生游離作用的輻射。如短波、微波、雷達波、紅外線、可見光、紫外線等。

原子的構造

原子的中心為原子核，內含質子和中子，體積很小但質量很大。原子核的外面有電子，像行星繞太陽一般，循著固定的軌道繞著原子核旋轉。

我們把原子核內質子數和中子數的總和稱作質量數，例如鈷 60，記成 ^{60}Co ，它有27個質子和33個中子，其質量數為60。



NUCLIDES

- ISOTOPE
- ISOTONE
- ISOBAR
- ISOMERS

輻射產生原因

• 原子核蛻變

當原子的核力與靜電力不能保持動態平衡時，該原子就會排放出多餘的粒子或能量，以恢復穩定，這種現象稱原子核的蛻變（自發衰變）

• 電磁作用

X光機、加速器

• 核分裂與核融合

核能電廠、核武器

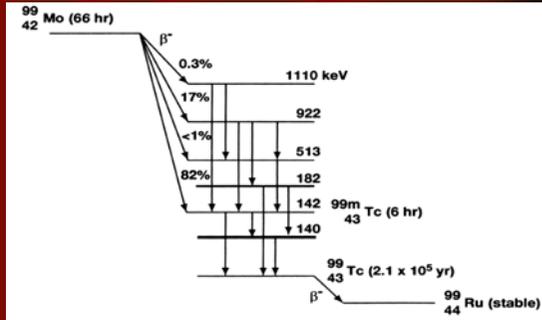
原子核不穩定??

原子核蛻變

1. 衰變：

放射性物質自發衰變。每秒自發衰變一次，單位為貝克(Bq)，秒⁻¹。

(1) 例如



(2) Po-210 蛻變例

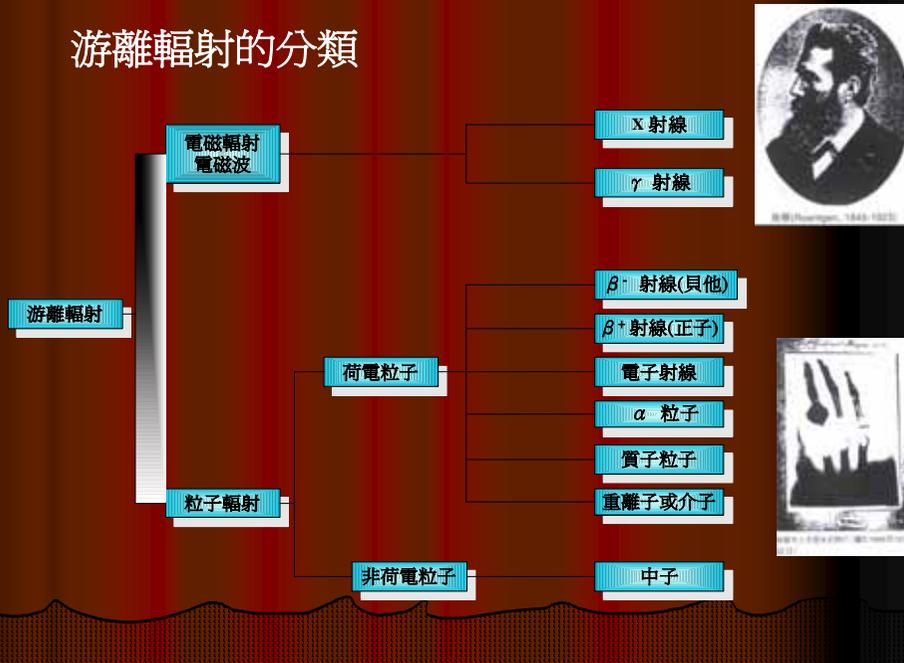


2. 半化期：放射性同位素蛻變到剩下原有數量的一半所需時間。

輻射的種類

1. 阿伐(α)粒子：即是氦原子核，包括兩個帶正電的質子與兩個不帶電的中子。
2. 貝他(β)粒子：是快速運動的電子，帶負電。
3. 加馬(γ)射線：是高能電磁波，或稱高能光子。與X射線相似，祇是來源不同而已。 γ 射線是由原子核放出的，而X射線則是由原子核外所產生的。
4. 中子(n)：是質量約與質子相等卻不帶電的中性粒子。

游離輻射的分類



Identifying of Radiation Types

- Alpha ?
- Beta ?
- Gamma?

輻射的性質-與物質的作用

1.帶電粒子(α , β):能使組成物質的原子游離(電子脫離原子成為一對正負離子)。 α 使原子游離的本領遠較 β 為大,但穿透力卻比 β 小的多,一張紙就可以把 α 擋住。放射 α 的核種在我們身體外面,穿不過我們皮膚的表皮,所以 α 不會構成體外危害。但如果發射 α 的核種侵入人體內,因其所發射的 α 射程短,破壞力強,故將造成嚴重局部危害。 β 粒子之體內危害雖較輕微,但卻會構成體外皮膚傷害。

2.光子(γ , X):經由下列三途徑與物質發生交互作用

- (1)光電效應:物質之原子將光子完全吸收而將軌道上的電子打出。
- (2)康普吞效應:光子與物質原子中之電子發生彈性碰撞,入射光子的部份能量轉移至電子,使電子脫離軌道而游離,另剩餘部份能量則為散射光子帶走。
- (3)成對發生:光子的能量大於1.02MeV以上時,光子和原子核場起互應作用,形成一對正、負電子。

以上三種作用的實質結果乃使原子被游離,不過發生作用的機會甚小,相反的其穿透力就較強了。所以 γ 或X光的體外危害遠比 α 或 β 為甚。但正因其穿透力強,射程遠,其能量不致為局部組織吸收,故其局部危害遠較 α 或 β 為小。

3.中子:不帶電,不會直接使物質游離。但正因其不帶電,不致受阻於原子核的電場,故極易進入原子核內與其起核反應。當中子之速率減至與室溫時氣體分子的速率相若時,因其與物質處於熱平衡狀態,故稱為熱中子。熱中子最易被原子核吸收而導致核分裂。

常見輻射之穿透能力比較

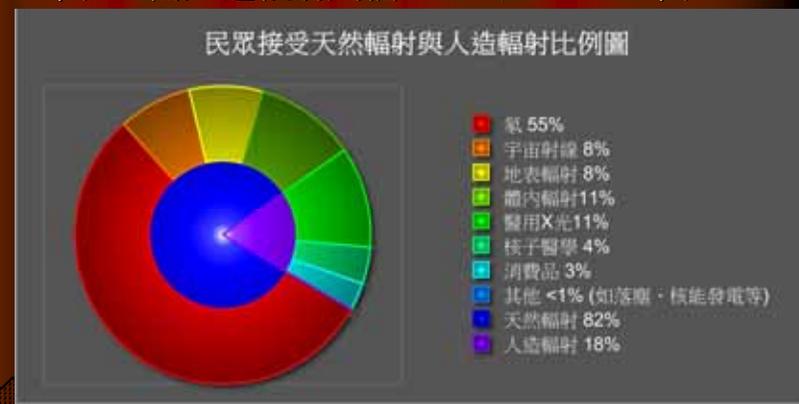
	空氣	水	人體組織
α (4MeV)	<3公分	<0.003公分	皮膚吸收
β (1MeV)	<4公尺	<0.3公分	<1.5公分
γ 、X(1MeV)	<500公尺	<1公尺	穿透

二、輻射的來源

天然輻射	人造輻射
宇宙射線	醫療與診斷
地殼中天然存在的核種	X光、CT、Co-60
鉀 -40	放射性同位素 ^{99m}Tc 、 ^{18}F
鉀 -87	生活消耗品
鈾系 (氡氣)	煙霧警報器
釷系	夜光錶
*攝取食物	指南針
	加速器與核反應器
	輻射塵
	銫-137、碘131、碳-14
	核武器

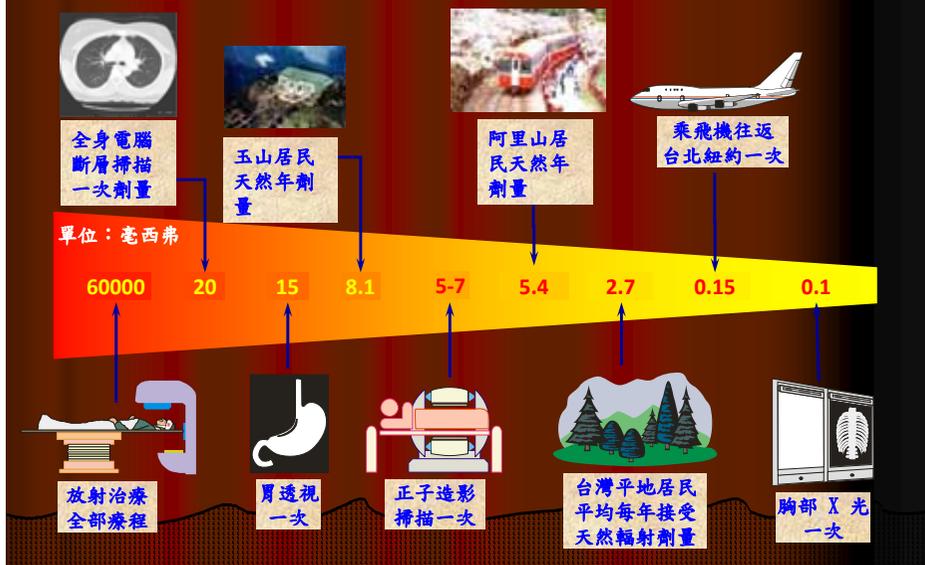
天然輻射與人造輻射

- 天然輻射與人造輻射，天然輻射佔82% (3mSv/年)，而人造輻射則佔18% (0.6mSv/年)



三、輻射劑量

日常生活中各種活動所接受的輻射劑量



輻射劑量新單位

輻射劑量的定義，乃表示「輻射對人體影響的程度」

- 西弗的單位：人體每公斤接受加馬射線的能量為一焦耳時，其劑量定為一西弗。故1西弗=100侖目。(1Sv=10000 erg/g= 100rem)(new)
- 侖目的單位：人體每克接受加馬射線的能量為一〇〇爾格時，劑量定為一侖目。即1侖目=100爾格/克(1 rem=100 erg/g)(old)。
- 簡單的換算,1西弗=100侖目

輻射劑量新單位

量	新國際專用單位 (符號)	國際制單位 (SI Unit)	約相當於舊輻射單位
活度	貝克(Bq)	1/秒(1/s)	(27.03/兆)居里(Ci)
暴露		庫倫/公斤 (C/Kg)	3876倫琴
吸收劑量 (物)	戈雷(Gy)	焦耳/公斤 (J/Kg)	100雷得
等效劑量 (人)	西弗(Sv)	焦耳/公斤 (J/Kg)	100倫目

四、輻射的危害

(一)確定效應(非機率效應)

接受高劑量，人體組織器官受損，有低限值，劑量愈高，傷害愈嚴重。

(二)機率效應

低劑量人體無任何傷害症狀，但假設只要接受輻射就有致死癌與不良遺傳的機率存在。故無低限值，接受劑量愈高，得致死癌或不良遺傳的機率愈大。輻射風險度即從事輻射工作導致生命損失程度。

*因時空的不同，不同的人對相同的機率常有不同的看法(主觀性)。

*接受 200 mSv以內，尚無流行病學證據。

1.軀體效應

(1)急性全身效應如下表所列：

一次劑量 (西弗)	一般症狀說明
小於0.10	無可察覺症狀，但遲延輻射病的產生仍可能發生。
0.10-0.25	能引起血液中淋巴球的染色體變異。
0.25-1.00	可能發生短期的血球變化(淋巴球、白血球減少)，有時有眼結膜炎的發生，但不致產生機能之影響。
1.00-2.00	有疲倦、噁心、嘔吐現象，血液中淋巴及白血球減少後恢復緩慢。
2.00-4.00	24小時內會噁心、嘔吐，數週內有脫髮、食慾不振、虛弱、腹瀉及全身不適等症狀，可能死亡。
4.00-6.00	與前者相似，僅症狀顯示的較快，在2-6週內死亡率為50%。
6.00以上	若無適當醫護，死亡率為100%。

(2)局部或遲延效應：(針對生體功能)

- 皮膚：紅斑、脫毛、色變灰白、質變乾脆，嚴重者會紅腫、起泡、潰瘍，有如一般燒傷。
- 眼睛：水晶體受5西弗以上之輻射劑量破壞後透明性喪失，出現雲絲狀物(俗稱翳)，是為白內障，嚴重者可能失明。
- 造血機能：紅骨髓為造血器官，對輻射極為敏感，受破壞後將減弱血液之殺菌，運輸及凝血功能，且可能導致血癌(俗稱白血病)。

- d.消化器官：受輻射傷害之主要症狀為噁心、嘔吐、腹瀉及食慾不振。小腸內壁最為敏感，受損後易致潰瘍，大量出血(不易凝結止血)，且不易消化吸收，造成體弱及貧血，並易感染併發症。
- e.甲狀腺：位於喉部，分泌荷爾蒙控制新陳代謝。碘-131侵入人體後，即被吸收，集中於此，減少生產荷爾蒙，以致減低新陳代謝而損及健康，或可能導致甲狀腺癌。
- f.生殖機能：男子睪丸一次接受5西弗以上時可致永久不孕，劑量較低或慢性累積者均可恢復，女子不孕劑量約為3西弗。遭受較高劑量損害之精子或卵子，如成孕則可能造成流產、死胎、畸形或智能遲鈍等現象。胎兒於細胞分裂生殖期中最易受輻射影響，故孕婦懷孕初期宜特別注意。孩童對輻射亦遠較成人為敏感。

2.遺傳效應：輻射可能導致染色體結構變異或基因突變，染色體分裂時如受嚴重照射將改變其特性。基因突變可能導致智能或身材的差異，如侏儒、智能減退、早產、多病或白痴等。

組織器官對輻射的敏感性（非機率效應）

敏感度	細胞名稱
高	胎兒、淋巴組織、生殖腺、骨髓、脾臟 (正在分裂中的細胞)
稍高	皮膚、水晶體、消化道
普通	肝臟、血管
低	肌肉、骨骼、神經 (已經分化成熟的細胞)

五、輻射防護法規

- (一)游離輻射防護法（91年1月30日公布，92年2月1日施行）。
- (二)實施輻射醫療品質保證計畫。
- (三)人：1.年滿18歲以上。2.接受相關講習。3.輻射安全證書。4.劑量佩章。5.工作之前須體檢合格，之後須定期健康檢查。
- (四)事：正確的操作程序。
- (五)物：物質、設備或輻射作業分類管理（申請許可或登記備查）。
- (六)地：輻射警告標誌及適當屏蔽、場地區隔。
- (七)工作人員劑量超過限值，除送醫檢查之外，還須檢討其工作條件及工作性質、場所之輻射狀況，且須報告原子能委員會。
- (八)加強行政罰規定提昇管制效能。

圖解游離輻射管制



罰責(例一)

第 43 條	1. 違反第 7 條第 1 項(輻防管理組織及輻防人員、第 14 條第 1-3 項(輻射作業之年齡限制及孕婦規定)) 2. 意外事故未實施調查、分析(第 13 條第 3 項) 3. 未實施人員劑量監測(第 15 條第 1 項) 4. 未經同意登記,擅自進行輻射作業(第 29 條第 3 項) 5. 放射物質或可發生游離輻射設備僱用無執照人員操作或無執照人員擅自操作(第 31 條第 1 項)。 6. 永久停用未依規定處理放射性物質或可發生游離輻射設備(第 35 條第 1 項)	NT 10 萬元以上 50 萬元以下罰鍰,限期改善;連續處罰,並得令其停止作業。
--------	---	--

罰責(例二)

第 45 條	1. 人員劑量監測結果未告知當事(第 15 條第 4 項) 2. 違反人員健康檢查規定(第 16 條第 1,4 項),許可及登記事項變更未申請(第 33 條) 3. 規避、妨礙或拒絕主管機關檢查、偵測或要求提供有關資料(第 20 條第 1 項)。 4. 僱用未經訓練之人員操作或未經訓練而擅自操作(第 31 條第 1 項規定)。	NT 4 萬元以上 20 萬元以下罰鍰,限期改善;連續處罰,並得令其停止作業。
第 46 條	1. 拒不接受教育訓練(第 14 條第 5 項) 2. 拒不接受檢查或特別醫務監護(第 16 條第 7 項)	NT 2 萬元以下罰鍰

六、輻射防護目的

- (一)須有明確獲益、防止不正當行為、確保人的安全(正當化)
- (二)防止「確定效應」的發生(皮膚或四肢之等效劑量限值, 500 mSv/y)
- (三)抑低「機率效應」的發生率(每連續五年週期之有效等效劑量不超過 100 mSv, 任一年不超過 50 mSv)(限制化)

民眾的年限值度 = 1 mSv

各行業之職業危險程度(每年每萬人之意外死亡人數)

危險程度	職業
0~1*	貿易、製造、服務、公務員
1~2	礦陶產品、鋼鐵鑄造、非金屬或其成品、石油、電氣事業、水泥
2~3	地表採礦
3~4	建築、伐木、鐵路車輛、鑿採石
10~12	地下採礦

*輻射工作者(包括癌症與遺傳效應在內)並未超過此值。

七、輻射防護精神

在考慮到經濟與社會因素之後，一切曝露應合理抑低（ALARA）。（最適化）

八、輻射管制

- (1)輻射示警標誌：對放射性物質或輻射存在地區，予以明顯標示，藉收示警之效。
- (2)人員監測：所有進入輻射管制區之人員均應佩戴劑量佩章，必要時加佩劑量筆或示警劑量計。
- (3)區域管制：分為監視區與管制區。監視區內分為清潔區及示警區，管制區依輻射強度及污染狀況劃分為輻射區與污染區，人員進入管制區時須著適當防護裝具，離開時應沐浴或洗手，自行偵檢手足。聞警號應迅即撤離，如發生意外事故，由輻射防護人員協助處理。

(4)放射性物料裝備之管制：處理、保管或運送放射性物質悉應依規定辦理。發現放射源遺失，應立即報備。

(5)放射性污染管制：處理非密封放射性物質時，應戴手套、穿工作衣(或塑膠防護衣)，檯面應鋪襯紙張。丟棄廢物時應按可燃性與不可燃性分別丟棄於預置之桶內。

(6)遵守輻射管制規定：管制規定為防止意外事件之經驗累積，凡我輻射工作人員，為求自身安全，減免不必要的輻射曝露，均應主動積極，確實遵守。

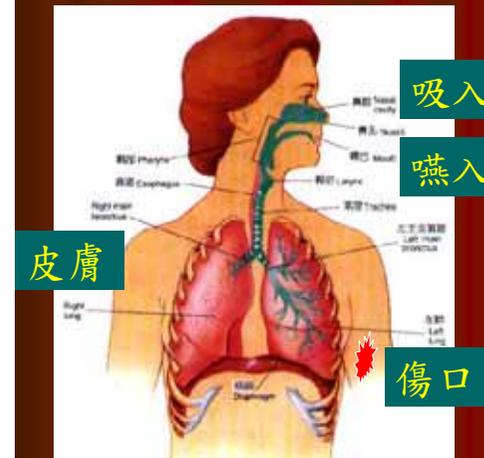
九、輻射防護原理

- 體內曝露的防護
- 體外曝露的防護

體內曝露的防護原則

2C-3D

體內曝露途徑



放射性物質侵入體內的途徑有：飲食、呼吸、皮膚吸收、傷口侵入。因此，體內曝露的防護方法就是避免食入、減少吸入、增加排泄、避免在污染地區逗留。此外還要加強場所除污的工作，以減少人員體內污染的機會。

體內曝露的防護原則

□ 嚥入

- 遵守規定正確穿脫防護衣物，並避免發生污染情形。
- 避免在可能有鬆散放射性物質污染的區域飲食、吸菸。
- 工作後及飯前洗手。

體內曝露的防護原則

□ 吸入

- 進入空氣污染地區時，須戴面具
 - 半面式：一般空浮區。
 - 全面式：用於空氣污染程度較高的地區，或有 β 危害眼睛時，其濾器可防阻污染微粒或汽化的放射性碘，但對氫則無效。
 - 送氣式：氫污染或惰性氣體空浮區。

體內曝露的防護原則

□ 傷口、皮膚

- 平日工作時必戴手套。
- 穿著工作衣或塑膠衣。
- 避免接觸到污染的水。

體內曝露的防護原則

□ 自行偵檢

- 離開可能有污染的區域時，應自行仔細偵檢髮、膚、衣、褲、鞋、襪有否污染。
- 離開輻射管制區時，再利用手足監測器作最後校驗。
- 清洗污染時，應即用肥皂輕洗，切忌重力抓、刮，以免有傷皮膚。如兩次仍洗不掉，則至保健物理人員或醫師求助。

體內曝露防護原則

2C的原則

- (1) 封閉(contain)：使射源不與人體直接接觸。例如收納於容器、使用手套工具箱(glove box)。
- (2) 集中(concentrate)：防止射源分散，集中管理。

體內曝露防護原則

3D的原則

- (1) 稀釋(dilute)：使用低濃度的射源。例如添加載體，低濃度溶液的稀釋。
- (2) 分散(disperse)：實施排氣、廢液的稀釋等。例如大型排氣機、稀釋槽的使用。
- (3) 除污(decontaminate)：除去放射性污染。例如除污、使用氣櫃。

【歷】非密封放射性物質侵入人體體內之途徑與其防護法為何？請申論之。

【解答參考】

- 1、非密封放射性物質侵入人體體內之途徑有吸入(inhalation)、吞嚥入(oral)、傷口(wound)或經由皮膚滲透等途徑進入人體中造成體內曝露。
- 2、防護方法：
 - (1) 2C的原則
 - 封閉(contain)：使射源不與人體直接接觸。例如收納於容器、使用手套工具箱(glove box)。
 - 集中(concentrate)：防止射源分散，集中管理。例如射源保管、射源濃縮分離。
 - (2) 3D的原則
 - 稀釋(dilute)：使用低濃度的射源。例如添加載體，低濃度溶液的稀釋。
 - 分散(disperse)：實施排氣、廢液的稀釋等。例如大型排氣機、稀釋槽的使用。
 - 除污(decontaminate)：除去放射性污染。例如除污、使用氣櫃。

【歷】試述放射性體內污染途徑與其防護措施。

【解答參考】

污染途徑	防護措施
經由呼吸道	1、使用呼吸防護面具 2、防止飛散與揮發（使用抽氣設備）
經口	1、禁止可能有放射性物質污染的區域內飲食、吸菸。 2、於工作後及飯前洗手。
經皮膚	1、使用橡膠手套 2、檢查有無傷口 3、減少露出部份（穿著防護衣） 4、增加距離（使用遙控操作器具）

【例】請說明使用非密封射源時，防止體內曝露的具體有效方法。

【解答參考】

2C的原則	(1) 封閉(contain)：使射源不與人體直接接觸。例如收納於容器、使用手套工具箱(glove box)。 (2) 集中(concentrate)：防止射源分散，集中管理。例如射源保管、射源濃縮分離。
3D的原則	(3) 稀釋(dilute)：使用低濃度的射源。例如添加載體，低濃度溶液的稀釋。 (4) 分散(disperse)：實施排氣、廢液的稀釋等。例如大型排氣機、稀釋槽的使用。 (5) 除污(decontaminate)：除去放射性污染。例如除污、使用氣櫃。

體內污染鑑定

- 全身偵檢
- 體外污染除污
- 口鼻、傷口塗抹取樣
 - 確定入侵途徑與核種
- 進行全身計測與尿樣分析
 - 確定體內殘留核種、積存器官及積存活度

【歷】體內輻射污染的偵測方法有那二種，使用時機為何？

【解答參考】

1、體內輻射污染的偵測方法有二：

一為間接偵測(生化分析)，一為直接偵測(全身計測)。

2、使用時機：

(1) 生化分析法：可以測量阿伐、貝他、加馬射線等任何核種。

(2) 全身計測法：對體內污染或加馬射線核種的測量甚為方便。

體內污染除污方法

□ 輕微污染

一由生理半化期等待衰變

□ 嚴重污染

一利用適當藥物，減少組織器官內的積存，加速核種排出。

➢ 口服碘化鉀，取代甲狀腺內的放射性碘

➢ 用祛痰劑以減少組織器官內的吸收

➢ 口服瀉劑，減少腸胃的吸收

➢ 用噴霧方式吸入DTPA，減少鏷系及鈾系於呼吸道存留

➢ 用靜脈注射DTPA，減少鏷系及鈾系沉積於骨骼

➢ 鹼性飲食、注射碳酸氫鈉及服用利尿劑，以利排出。

【歷】若懷疑體內受到放射性核種污染，該如何確定？如何除污？申論之。

【解答參考】

一、體內污染鑑定

1、全身偵檢

2、體外污染除污

3、口鼻、傷口塗抹取樣，確定入侵途徑與核種。

4、進行全身計測與尿樣分析，確定體內殘留核種、積存器官及積存活度。

二、除污：

以下列方法利用適當藥物，減少組織器官內的積存，加速核種排出。

1、口服碘化鉀片取代甲狀腺內的放射碘。

2、用痰劑以減少呼吸器官對核種的吸收。

3、口服瀉劑以減少腸胃的吸收。

4、以噴霧之方法吸入或靜脈注射DTPA以減少鏷系及鈾系的存留。

5、用靜脈注射DTPA，減少鏷系及鈾系沉積於骨骼。

6、鹼性飲食、注射碳酸氫鈉及服用利尿劑，以利排出。

體外曝露的防護原則

□ 時間T

□ 距離D

□ 屏蔽S

體外曝露

- 人體接受自體外放射源的曝露照射稱為體外曝露。
- 防護重點：加馬輻射
 - γ 輻射穿透力強，人體距射源的遠處即可接受其輻射曝露。
 - α 及 β 輻射穿透力較小、射程短，體外曝露之影響較小。

體外曝露

- 最佳防護方法—移除射源
- 體外照射累積劑量與照射時間呈正比。
- 點狀放射源周圍空間所產生的劑量率與距離平方成反比。
- 採取適當屏蔽可降低空間劑量率

體外曝露的輻射防護方法

時間、距離、屏蔽是體外曝露防護的三大原則：

□ 時間

— 接受曝露的時間要儘可能縮短，所以事先要瞭解狀況並做好準備，熟練操作程序。

□ 距離

— 要遠離射源，輻射的強度與距離的平方成反比關係，距離加倍，輻射強度減弱四倍。

□ 屏蔽

— 利用鉛板、鋼板或水泥牆可擋住輻射或降低輻射強度，保護人員的安全。



【歷】體外曝露的輻射防護三原則是：時間、距離、屏蔽。請問體內曝露的輻射防護原則是什麼？舉例說明這些原則的應用。

【解答參考】

體內曝露的輻射防護原則是：

- (1) 射源隔離：應用氣櫃、套手工作箱、熱室等。
- (2) 環境保護：應用污染監測、除污、廢棄物處理等。
- (3) 人員防護：應用手套、鞋套、防護衣、防護面具等。

【解答參考】

- 1、放射性物質侵入人體體內之途徑有吸入(inhalation)、吞嚥入(oral)、傷口(wound)或經由皮膚滲透等途徑進入人體中造成體內曝露。
- 2、防護方法：
 - (1) 2C的原則—封閉(contain)與集中(concentrate)。
 - (2) 3D的原則—稀釋(dilute)、分散(disperse)與除污(decontaminate)。

案例分析

北部某醫療院所歇業後 之輻射源安全管制



86

- 台北市某醫療院所，未依規定於94年4月15日前按月申報鈷-60治療機停用之動態，經原能會主動向台北市政府衛生局查證，該醫療院所已於3月28日歇業，原因為負責人去世，建築物捐贈予某慈善基金會。



87

原能會為維護輻射安全，
主動協助處理該部治療機之
永久停用事宜。

88

- 本會查證該醫療院所歇業後，隨即發函告知繼承人應辦理之事項，並前往檢查，為加強輻射安全，於治療室（地下一樓）入口及四周圍起警示繩，並懸掛輻射警示標誌及警語。
- 隨後另函請鄰近台北市警察分局加強巡邏，以免遊民、竊賊誤闖。

89

- 94年11月初本會再度前往查核鈷-60治療機之安全狀況，發現醫療院所已無人居住及看管，並發現三樓置有3只內含放射性物質之鉛罐。
- 94年12月8日在基金會代表及員警見證下，由本會派員先將置於3只鉛罐中的射源取回安全貯存。
- 對於該醫療院所留存之鈷-60治療機，經本會辦理公開招標，迅速完成拆除及後續廢棄射源處理事宜，確保該醫療院所歇業後的輻射安全無虞。

90

拆除前先檢測治療機表面輻射劑量，確認輻射安全無虞。



進行治療機表面污染擦拭檢查，確認無放射性物質外漏。

91

因治療機位於地下一樓，無法由樓梯搬運，故先將治療機上方一樓地板打洞，以便拆除後由此吊出。打洞時亦進行輻射偵測，確保工作人員安全。



作業中隨時進行輻射偵測。

92

吊出治療機機頭(鈷-60射源位於機頭內)後進行輻射偵測，確認拆除及吊出作業過程中未造成機頭屏蔽功能損壞。



93

拆除後進行治療室輻射偵測，確認拆除作業未造成輻射污染，治療室內亦未殘留放射性物質。



94

將妥善固定後之治療機頭送上貨車。



將治療機頭固定於貨車上，並進行運送前之輻射偵測。

95

治療機頭運抵至核能研究所，由工作人員將治療機頭卸下貨車。



96

治療機頭送至倉庫貯存，拆除作業至此順利完成。



97

- 對於該醫療院所留存之鈷-60治療機中的廢棄射源與置於3只鉛罐中的射源，已送往核研所收存保管。

98

此次經驗顯示：

本會施行的「輻射源按月申報制度」已展現成效，爾後將繼續結合電腦化的輻射防護管制系統，加強管制輻射源，以避免可能之遺失、遭竊而造成輻射意外事故，確保民眾安全。

99

南部某鋼鐵公司有效偵測出無主射源之處理經過



行政院原子能委員會

100

- ◎ 有鑑於近年來少數國家在密封放射性物質的管制與處理上發生疏失，以致射源脫離所有者及政府的掌控而流入一般環境中，並發生多起民眾因不慎接觸射源而產生輻射傷害的情形，國際間對此類「無主射源」的管理及後續處理開始高度重視。
- ◎ 國際原子能總署成立專家小組，協助不具處理射源能力的國家，處理不用或廢棄的射源，以避免造成環境污染或民眾遭受輻射傷害。

101

- ◎ 自民國81年發生輻射污染鋼筋事件後，原能會為防範國外無主射源混入廢鐵中進入國內，84年起即輔導國內設有熔煉爐的18家鋼鐵廠設置門框型輻射偵檢器，對進入廠內的鋼鐵原料加強偵測，防止廢棄射源誤熔事件再次發生。



102

- ◎ 96年7月14日南部某鋼鐵公司使用門框型輻射偵檢器對國外進口之廢鐵進行輻射偵測時，發現廢鐵有輻射異常現象。

103

- ◎ 廠內工作人員將廢鐵傾倒於廢鐵堆置場後，再使用手提式輻射偵檢儀器對每一廢鐵進行量測，找出1枚裸露的廢棄射源。



104

- ◎ 工作人員找出此廢棄射源後，立即以鉛板作為屏蔽，以降低周圍環境輻射劑量。



105

- ◎ 並劃定臨時輻射管制區域，將廢棄射源與工作區域隔離。



106

- ◎ 工作人員妥善處理回收作業，利用長柄夾將廢棄射源夾入鉛罐。



107

- ◎ 廢棄射源置入鉛罐後，以長桿式輻射偵測儀量測鉛罐外輻射劑量率。



108

- ◎ 將裝有廢棄射源之鉛罐置入運送車輛後，由保健物理人員量測運送車輛表面輻射劑量率，再運送至核能研究所。



109

- ◎ 廢棄輻射源經核能研究所鑑定為鈾-137核種，1967年7月製造，當時之活度為1000毫居里，鈾-137核種半衰期30年，現在活度為396毫居里。

- ◎ 此廢棄射源目前暫由核研所收存保管，並正請該鋼鐵業者將之送回原輸出國。



110

- ◎ 此經驗顯示：

原能會輔導國內設有熔煉爐的鋼鐵廠設置門框型輻射偵檢器，有效阻絕鋼鐵廠再次發生誤熔射源事件。

- ◎ 自84年起輔導國內設有熔煉爐的鋼鐵廠設置門框型輻射偵檢器迄今（96年9月30日），共發現32件混雜於廢鐵中之射源，成功的防止無主射源對國內民眾造成危害。

111

熔煉爐鋼鐵廠之輻射安全管制

- 鑑於1992年國內陸續發現多起建築物之鋼筋遭受鈾60放射性物質污染情事，引起國人對環境中輻射安全的關切。
- 統計至2007年底止，所有鋼鐵廠計發現412件輻射異常物，其中大部分屬含有微量放射性之天然放射性物質（如鐳226、鈾234及其子核種）
- 國內已建立完善之偵測系統，其防範輻射異常物之成效至為顯著。

112

國內18家具熔煉爐鋼鐵廠業者進行輻射偵測作業專案輔導



偵測發現含天然放射性物質之廢鐵管



鋼鐵廠歷年發現輻射異常物件數統計

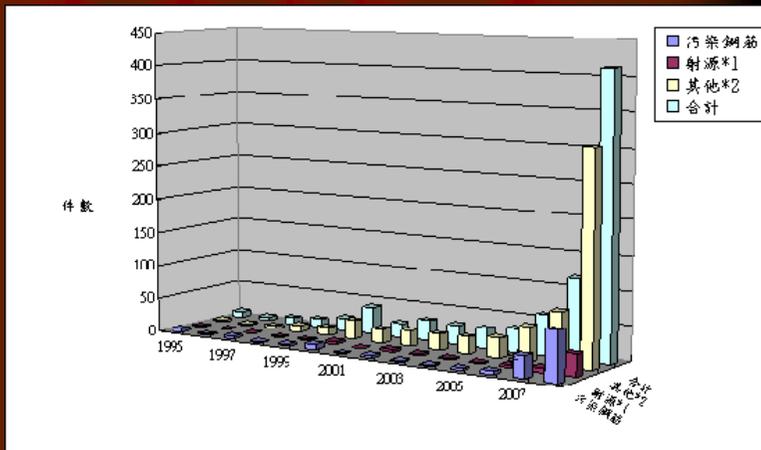


表1 鋼鐵廠歷年發現輻射異常物件數統計表

年度	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	合計
國內	8	4	5	3	13	15	7	14	16	22	20	33	51	211
國外	1	1	4	9	5	25	14	17	13	7	14	26	65	201
合計	9	5	9	12	18	40	21	31	29	29	34	59	116	412

異常物種類	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	合計
污染鋼筋	5	2	4	1	3	8	1	4	2	2	3	5	32	72
射源*1	1	1	1	1	2	4	0	4	3	2	2	4	7	32
其他*2	3	2	4	10	13	28	20	23	24	25	29	50	77	308
合計	9	5	9	12	18	40	21	31	29	29	34	59	116	412

97年度違規處分案件一覽表

案例	違規事由	備註
1	未經本會許可擅自將放射性物質輸出至愛爾蘭(愛爾蘭輻防局告知)	處10萬元以上50萬元以下罰鍰
2	非法使用可發生游離輻射設備(主動告知)	原可處10萬元以上50萬元以下罰鍰；惟考量主動告知、不知法令且積極改善，故引用行政罰法第8條及第18條第3項規定減輕處罰，裁處新台幣3萬4千元罰鍰。
3	非法使用可發生游離輻射設備(主動告知)	原可處10萬元以上50萬元以下罰鍰；惟考量主動告知、不知法令且積極改善，故引用行政罰法第8條及第18條第3項規定減輕處罰，裁處新台幣3萬4千元罰鍰。
4	非法使用可發生游離輻射設備(主動告知)	原可處10萬元以上50萬元以下罰鍰；惟考量主動告知、不知法令且積極改善，故引用行政罰法第8條及第18條第3項規定減輕處罰，裁處新台幣3萬4千元罰鍰。
5	擅自進口可發生游離輻射設備(主動告知)	原可處10萬元以上50萬元以下罰鍰；惟考量主動告知、不知法令且積極改善，故引用行政罰法第8條及第18條第3項規定減輕處罰，裁處新台幣3萬4千元罰鍰。
6	雇用未具資格人員操作可發生游離輻射設備(檢舉案)	裁處新台幣4萬元罰鍰

A公司於97年7月16日主動向本會申請X光機登記備查，並說明該設備未經本會許可即轉讓、使用及由無合格資格人員操作登記備查類X光機。

X光機控制台



訪談紀錄重點如下：

- 該公司前身為○○科技股份有限公司於民國87年進口X光機(fein focus s/n 42100007936)使用，惟並未經本會許可，○○公司因經營不善於95年而改組為A公司。
- 該設備經由○○公司轉讓予A公司便使用至今，A公司直至今年方得知X光機之使用應受法令管制，乃向本會申辦X光機登記備查。
- 事後得知依法須管制，即委託○○辦理操作人員訓練課程及申辦證照登記備查事宜，該公司陳述如有違法事宜，係屬不知法令，公司同意接受處分，希主管機關以最輕之罰責處分。

B公司

經本處97年9月2日訪談B公司及97年9月3日訪談C公司後，確認乙台可發生游離輻射設備未向本會申請登記備查及轉讓許可。

訪談紀錄重點如下：

- B公司於民國95年2月23日自C公司轉入X光機使用，惟事前未經本會許可。
- 事後得知X光機依法須管制，即委託○○向本會申辦證照登記備查事宜，該公司陳述如有違法情事，係採購承辦人屬不知法令，公司同意接受處分，希主管機關以最輕之罰責處分。
- 針對C公司未經本會許可即由91年5月26日進口安裝使用並轉讓登記備查類X光機乙節，該公司於民國91年5月26日由國外BEDE公司進口登記備查類X光機使用(因已超過行政罰之裁處權3年期限，故不予處分)，並於95年2月23日轉讓與B公司，惟並未經本會許可。



A, B, C 公司違反規定

前述三家公司在未經本會許可前，擅自進行輻射作業，故其行為疑涉及違反游離輻射防護法第29條（登記備查）及43條第4款（處10萬元以上50萬元以下罰鍰）。

第29條：除本法另有規定者外，放射性物質、可發生游離輻射設備或輻射作業，應依主管機關之指定申請許可或登記備查。經指定應申請登記備查者，應報請主管機關同意登記後，始得進行輻射作業。

第2條第12款：輻射作業指任何引入新輻射源或曝露途徑、或擴大受照人員範圍、或改變現有輻射源之曝露途徑，從而使人們受到之曝露，或受到曝露之人數增加而獲得淨利益之人類活動。包括對輻射源進行持有、製造、生產、安裝、改裝、使用、運轉、維修、拆除、檢查、處理、輸入、輸出、銷售、運送、貯存、轉讓、租借、過境、轉口、廢棄或處置之作業及其他經主管機關指定或公告者。

A, B, C 公司違反規定

第14條：雇主對在職之輻射工作人員應定期實施從事輻射作業之防護及預防輻射意外事故所必要之教育訓練，並保存紀錄。（第44條第3款：五萬元以上二十五萬元以下罰鍰）

第15條為確保輻射工作人員所受職業曝露不超過劑量限度並合理抑低，雇主應對輻射工作人員實施個別劑量監測。（第43條第3款：十萬元以上五十萬元以下罰鍰）

第16條：對在職之輻射工作人員應實施定期健康檢查，並依檢查結果為適當之處理。（第45條第2款：四萬元以上二十萬元以下罰鍰）

案例 6

本會核安監管中心於97年9月17日晚間11點26分，接獲○○電子離職員工檢舉該公司設置有40kVp備查類X光機，但操作人員並無合格操作證書，經調閱資料確認該公司設置有40kVp備查類X光機，故於97年9月18日前往訪談，該公司承認由無合格資格人員操作X光機。

調查結果



本處於97年9月18日針對D電子僱用未經訓練之人員操作登記備查類X光機乙節，進行訪談，該公司承認由無合格資格人員操作X光機。

訪談紀錄重點如下：

該公司於97年9月16日前X光機之操作，係由○○○與○○○及其他未具合格資格人員操作X光機，該公司承認確有僱用未經訓練之人員操作登記備查類X光機，違反游離輻射防護法之事宜。

因該公司仍有○○○先生具有操作資格，故未廢止該公司X光機之登記備查。

該公司陳述因電子業大環境不好，故9月間精簡人事，造成操作人員半個月空窗期，但將迅速辦理操作人員訓練課程，該公司陳述如有違法事宜，係屬不知法令，希主管機關以最輕之罰責處分，但同意接受處分。

違反規定

D電子僱用未經訓練之人員操作登記備查類X光機，涉及違反輻防法第31條第1項規定及45條第4款（處4萬元以上20萬元以下罰鍰）。

第31條第1項規定：操作放射性物質或可發生游離輻射設備之人員，應受主管機關指定之訓練，並領有輻射安全證書或執照。但領有輻射相關執業執照經主管機關認可者或基於教學需要在合格人員指導下從事操作訓練者，不在此限。前項證書或執照，於操作一定活度以下之放射性物質或一定能量以下之可發生游離輻射設備者，**得以訓練代之**；其一定活度或一定能量之限值，由主管機關定之。

第四十五條 有下列情形之一者，處新臺幣四萬元以上二十萬元以下罰鍰，並令其限期改善；**屆期未改善者**，按次連續處罰，並得令其停止作業：

四、**違反第三十一條第一項規定，僱用未經訓練之人員操作或未經訓練而擅自操作。**

輻射意外的緊急處理

一、保持安全

人命第一，財產居次，以救人為優先。

二、通報

通知鄰近工作人員離開，並向負責人員說明狀況：

1. 發生時間、地點。
2. 事件類別：如曝露、污染、爆炸、火警...等。
3. 狀況：人員有無傷亡，災害是否擴大等。
4. 報告自己姓名、所屬單位、電話號碼等。

三、防止災害擴大

啟動應變組織，採取既定措施，嚴密管制現場，把握安全原則，消除災害原因；對已控制下的嚴重輻射意外事件，慎重籌劃，熟練操持動作後，再作善後處理。

謝謝指教



'照射食品'標章



Radura

