

篇名：  
認識輻射與防護

作者：  
陳長德老師。私立高英高級工商職業學校。

## 壹● 前言

西元2011年3月11日，日本發生規模9.0的地震和伴隨而來的海嘯，造成嚴重的災害，其中最讓人擔憂的問題是日本福島核電廠因地震而爆炸，引發輻射外洩的問題。輻射外洩不只對人的健康影響很大，對環境更是一大破壞，對於健康會造成皮膚灼傷、吸入過多輻射塵會影響肺部、影響中樞神經，嚴重的話會導致死亡、對於後代也會有基因突變的影響。

對環境也會造成汙染，像是輻射外洩造成的輻射塵，遇到下雨，就會增加有毒物質接觸的機會，在發電的過程中為了要冷卻反應爐，所使用的冷卻水排到沿海會使珊瑚白化和各種生物的基因突變。

## 貳● 正文

### 一、何謂輻射

#### 1.輻射的發現

輻射最早發現於1895年11月，德國物理學教授倫琴(Roentgen)，發現一種眼睛看不見，但能穿透物質的射線，稱為X射線。而之後的幾世紀，就陸續有科學家、物理學家研究而發現出由原子所分離出的各種帶電質子、中子、電子等輻射線粒子。

#### 2.輻射的定義

輻射指的是能量以波或是次原子粒子移動的型態傳送。(註一)廣義的說法「輻射」是指，含有能量並從一個輻射源(學術上簡稱射源)向四面八方放射出去的意思。輻射是一種具有能量的波或粒子，從字面上解釋，「輻」為車輪的橫木，「射」即射出。一般如電磁波、超音波、以及從放射物質發射出來的微小粒子都稱為輻射。

#### 3.輻射的來源

A.天然輻射：環境中存在著天然的輻射線，如來自太空的宇宙射線、土壤及建築材料所含的天然放射性核種(鉀40、鈾238、釷232及它們一系列的子核種)、食物中的鉀40、空氣中的氡222等。

B.人為輻射：如醫療輻射、核爆落塵、核能發電、工業輻射等，皆是由人為所產生的輻射。

### 二、輻射的種類

學術上根據電磁波能量的高低可以將輻射分為：

1.游離輻射：指能量高到可以使物質產生游離作用的輻射，以輻射照射原子，使原子軌道上的電子脫離原子的束縛而成為自由電子，而使原子變成帶正電的離子，這種作用就叫做『游離』(註二)

游離輻射簡稱輻射，在醫院稱之為放射線。所具能量較高，如X射線與 $\gamma$ 射線。游離輻射主要有三種： $\alpha$ 、 $\beta$ 及 $\gamma$ 輻射(或稱射線)。(註三)以及X射線等。

2.非游離輻射：指能量低無法使電子脫離原子的輻射，電子在原位置振盪或跳至更高位階，此現象稱為激發，例如：太陽光、燈光、紅外線、微波、無線電波、雷達波……等。

輻射對不同物質產生游離作用所需要的能量並不同。在應用上，輻射對一般物質產生游離作用所需能量大約是1萬電子伏(10keV)。因此一般游離輻射與非游離輻射的區別以10keV能量做為分界點，以能量高於10keV者，稱為游離輻射。反之，能量低於10keV者，則稱為非游離輻射。(註四)

### 三、輻射的特性

輻射是無色、無味、也無聲的，人類的感官不能直接反應得知輻射的存在，必須藉儀具來偵測與度量。輻射依其表現具有以下四種特性，分為：

#### 1.放射性蛻變是自發性的反應

意指放射性物質所釋出之輻射不需經由外力去誘發，並能自發性的放射釋出之自發性的反應特性。

#### 2.輻射受電磁場影響

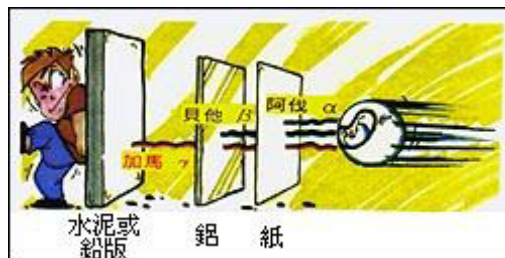
輻射帶有電荷，行進時會受電磁場影響而偏轉， $\gamma$ 射線因不帶電荷，故其行進軌跡不會受電場影響。

3.輻射強度隨時間的增加而遞減輻射強度會隨時間的增加而遞減。輻射強度每減少一半所需要的時間稱為半衰期。

#### 4.不同的輻射有不同的穿透能力

由下(圖一)可知 $\alpha$ 射線的穿透能力最弱，一張紙就可以全部把它擋住。 $\gamma$ 或X射線的穿透力最強，需要適當厚度的混凝土或鉛板才能有效地阻擋。

(圖一)



圖片來源<http://vm.nthu.edu.tw/science/shows/nuclear/rad/index.html>(註五)

### 四、輻射對人會造成哪些影響

輻射對人體的健康效應，分為機率效應和確定效應兩類。

確定效應:當人體接受劑量超過某一程度，造成細胞死亡或已無法修復，當接受劑量更高時，症況嚴重程度增加，甚至死亡，稱為確定效應。

機率效應:沒有劑量限制，而致癌或不良遺傳的機率與接受劑量成正比，劑量愈高，罹患的機率越大，稱為機率效應。

輻射對人的危害可以分為兩種：

軀體效應：危害反應在受照者本人，例：傷殘、噁心、嘔吐、食慾不振……。

遺傳效應：危害反應在受照者後代，例：畸形兒或遺傳疾病。

沒有劑量限制，而致癌或不良遺傳的機率與接受劑量成正比，劑量愈高，罹患的機率越大，稱為機率效應。

表 1 輻射感染Sievert，Sv（西弗）劑量表:

0~0.25 Sv	無法確定有傷害
0.25~0.5 Sv	血球可能產生變化
0.5~1 Sv	血細胞起變化
1~2 Sv	可能傷殘、噁心、嘔吐
2~4 Sv	食慾不振、虛弱、腹瀉、可能死亡
6 Sv	以上半數以上會在數周內死亡

受到輻射汙染，傷害是長期的，身體不可能在短時間內代謝掉有毒物質，所以受汙染後，應定期做健康檢查，確保自身狀況。

## 五、輻射的應用

### 1. 醫學方面的應用：

#### A. 放射診斷—

利用x光片的影像來診斷疾病。例如腫瘤診斷，骨折診斷等。

#### B. 核子醫學—

應用非密封放射性同位素，直接將放射性物質注入病患體內，再以儀器偵測其分佈位子，作為診斷及治療的參考之一。例如注射含有微量放射性的藥劑，用掃描機紀錄該放射性藥劑在體內分布的情形，以提供臨床醫師有關病人新陳代謝的資訊。

#### C. 放射治療—

放射治療是用來治療癌症的方法之一，運用高劑量的放射線直接照射癌細胞，進而破壞癌細胞，以達治療效果。

#### D. 放射免疫分析—

其原理在於胰島素抗體中，自然胰島素與標誌胰島素之間的競爭結合。(註六)利用放射性核種碘125，作體外或試管檢查，測定蛋白質、賀爾蒙、維他命、酵素、藥物、病毒等

### 2. 農業方面的應用

#### A. 誘變育種—

目的在於利用基因突變，改良育種的優良性，將作物經由輻射，造成基因產生突變，並篩選出具有優良基因的後代，以達到增強農產品之抗病、抗蟲、抗寒性、加強色澤、香氣、營養品質……等。

#### B. 食品照射—

經輻射直接照射在食品上，藉以抑制發芽、延緩成熟老化、防治蟲害、延長動物

性食品之冷藏及供應期、及肉品之完全滅菌…等。

#### C.區域性的昆蟲防治—

利用輻射照射，使雄蟲產生不孕性，以抑制害蟲繁殖達到滅絕效果。

#### D.分析技術應用—

利用分析技術，分析出動物泌乳量與植物養分測量等，以達控制效果。(註七)

### 3.工業方面的應用：

#### A.輻射計測—

包括某物質的密度、高度、寬度、厚度、以及均勻度等的測定。例如:利用穿透物質之後與未穿透物質之前的輻射強度做相互比較，來測出紙張、塑膠及非金屬等物質的厚度。

#### B.放射攝影—

利用輻射穿透力，透過檢驗物體，以檢視物體內部情況。例如:工業鋼鐵焊接檢驗。

#### C.輻射照射處理—

利用輻射技術改良各類聚合物附有各種比如耐熱性、親水性、不變形…等各種物理性質之品質，以達品質改善之效果。

#### D.放射性示蹤—

運用在管路洩漏定位、引擎磨耗的測定…等。(註八)

### 4.輻射在水文及地球科學應用

利用輻射能量低、半衰期短、水溶性不易與土壤岩石發生作用、容易獲得之特性，而得以利用該相關儀器測量出地球上的各種資源並得以妥善控制與使用。

#### A.測定水源—

迅速方便的測定出水源分布、年代、流速、補充水源與流程等。

#### B.探勘岩石—

與同位素有關係的核子技術亦廣泛應用於地球科學與分析岩石的年代的測定。

#### C.測定油井—

利用中子射源測定油井中石油的蘊藏量。(註九)

總言之輻射在醫、農、工各方面被廣泛應用，對我們社會上的發展，有極大的影響，如果能善加運用，則可發揮增進公眾利益，提高生活水準的功效。

## 六、輻射的單位

### 1.貝克(Bq)

放射性活度的單位。活度是指放射性物質在單位時間內的衰變數，故活度單位是以秒的倒數表示，即 $s^{-1}$ ，類似頻率。活度的特殊單位是貝克( $s^{-1}$ )。放射性物質因為不穩定，會進行衰變。1秒鐘有1次衰變就是1貝克，所以某一放射性物質，若1秒中進行1000次衰變，此放射性物質活度即為1000貝克。影響活度大小的因素有放射性物質的量與此放射性物質的半衰期。

### 2.戈雷(Gy)

吸收劑量的單位。定義為每公斤物質因游離輻射照射所吸收的能量，以焦耳·公

斤-1 ( $J \cdot kg^{-1}$ ) 表示。對於游離輻射防護標準化的建立，這是一個非常重要的量，所以建立一特殊的S.I.單位，戈雷( $J \cdot kg^{-1}$ )。

### 3.西弗(Sv)

游離輻射被大量的使用後，人類發現也開始注意游離輻射所造成的潛在危害。因為不同類型的輻射，例如 $\alpha$ 射線，在相同的劑量下所造成的生物效應，比某一類型的輻射劑量，例如X光，所造成的生物效應高很多。所以，為了建立一個能在共同標準上，將曝露於輻射中的人所受游離輻射的危害加以表達的量，國際放射防護委員會(ICRP)建議以西弗來代表游離輻射危害的量， $1 Sv = 1 J \cdot kg^{-1}$ 。

在日本大地震的輻射外洩事件裡用的輻射劑量單位則是為西弗。西弗 (Sievert, Sv) 是輻射劑量單位，人體所受的輻射劑量是以輻射場強度與暴露時間相乘計算，常見的單位有「微西弗/時」及「毫西弗/年」兩種。1 毫西弗 (millisievert, mSv) 等於1000微西弗 (microsievert,  $\mu Sv$ )。

普通人1 年可承受輻射量國際標準上限為1毫西弗，不過此標準十分嚴格，如果超過，不會有立即危險，但若在數天的短時間內受到4000 毫西弗污染，就會有白血球減少等立即危險。三總核子醫學部主任鄭澄意說單次暴露輻射劑量超過100 毫西弗，體內血球將受損傷。其暴露劑量為下表二所示。

表2 單次暴露輻射劑量

100~250 毫西弗	開始抑制造血功能、淋巴、血球數下降
250~2000 毫西弗	將產生噁心、嘔吐、全身倦怠、破壞腸黏膜、造成腹瀉
2000~6000 毫西弗	破壞神經系統、死亡

(資料來源：

[http://tw.nextmedia.com/applenews/article/art\\_id/33251154/IssueID/20110316](http://tw.nextmedia.com/applenews/article/art_id/33251154/IssueID/20110316) 蘋果日報)

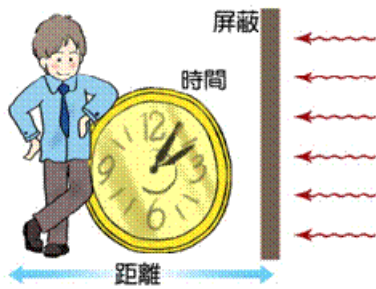
## 七、輻射的防護

游離輻射照射人體的過程稱為輻射曝露，輻射曝露有體外曝露與體內曝露二種。體外曝露是指游離輻射由體外照射身體的曝露，例如健康檢查的胸部X光檢查；體內曝露則是指由攝入體內的放射性物質所造成的曝露，例如吃入含有天然放射性物質或受放射性物質污染的食物。我們在採行輻射防護措施時也將從體外曝露與體內曝露分別考慮。

### 1.體外曝露防護

TSD原則交互運用，是體外曝露防護非常實用的方法，不論你面對的是X光機，或是放射性物質。T指的是時間(Time)，意指縮短曝露時間；S指的是屏蔽(Shielding)，使用適當屏蔽物質阻擋輻射；D指的是距離(Distance)，儘量遠離輻射源。所以選擇適當的屏蔽物質，再以TSD原則搭配運用，就可以減少從體外照射人體的輻射劑量。

## 體外曝露防護原則



體外曝露防護原則

(資料來源：<http://www.aec.gov.tw/www/radtown/default.php> 行政院原子能委原會)  
(註十四)

### 2. 體內曝露防護

體內曝露是因放射性物質沉積於人體內。造成放射性物質侵入體內沉積的主要途徑有食入(受污染的食物或飲水)與吸入(呼吸含放射性物質的氣體、塵粒或煙霧)，次要的有皮膚或傷口接觸放射性物質。因此，若能阻隔放射性物質進入人體，就可有效做好體內輻射防護。所以在可能造成體內曝露的輻射工作環境，例如非密封放射性物質的使用場所，除了工作環境要特別設計與規定外，工作人員務必要遵守作業規範，配合注意事項，如避免飲食等，切勿輕忽。而對於一般國民的防護，政府也在國內重要核子設施附近設立多個輻射監測點，隨時監控空氣與環境中的輻射狀況，而對於食品、肉類與水產、牛乳等，也有輻射偵測中心、清華大學以及核能研究所等單位，進行定時與不定時的檢驗，以維護國人輻射方面”食”的安全。

### 3、受到了輻射汙染，該怎麼處理

環境受到輻射汙染後，盡可能不要出門，即是出門也要戴口罩，如果遇上下雨天，一定要撐傘，減少降雨落下的有毒物質，多吃蔬菜、多喝水，還有含有碘的食物，補充碘片或a-Lipic Acid 硫辛酸，來降低輻射傷害!使用碘片主要是避免甲狀腺吸收過多輻射碘，碘劑預先服用應謹慎，但為保護健康，建議可以攝取高碘含量的食物

### 參●結論

生活中的各個角落中充斥著與放射性和輻射的事物，當你看著別人在抽菸，他已經間接將放射性物質吸入體內了！又如最近日本因為強震而引爆了核廠，使得輻射塵向四周國家侵襲。但是，這些物質也不盡然全是壞的，在醫療方面上也幫了不少大忙，因為有關檢查人體的部分都需要用到放射線。日常生活中的種種事物都讓我們有意想不到的發現與潛在的危險，而這也是等待大家去發掘。

#### 肆●引註資料

(註一)維基百科，自由的百科全書

<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E8%BC%BB%E5%B0%84&variant=zh-tw>

(註二) 財團法人中華民國輻射防護協會編。實用游離輻射防護-A-。新竹市。輻射防護協會。

(註三) 核能知識網路展覽。檢索日期2009/02/27，

<http://vm.nthu.edu.tw/science/shows/nuclear/rad/index.html>

(註四) 財團法人中華民國輻射防護協會編。實用游離輻射防護-A-。新竹市。輻射防護協會。

(註五) (圖一)圖片來源， <http://vm.nthu.edu.tw/science/shows/nuclear/rad/index.html>

(註六) 財團法人中華民國輻射防護協會編。實用游離輻射防護-A-。新竹市。輻射防護協會。

(註七) 財團法人中華民國輻射防護協會編。實用游離輻射防護-A-。新竹市。輻射防護協會。

(註八) 財團法人中華民國輻射防護協會編。實用游離輻射防護-A-。新竹市。輻射防護協會。

(註九) 財團法人中華民國輻射防護協會編。實用游離輻射防護-A-。新竹市。輻射防護協會。

(註十) 認識輻射。

<http://vm.nthu.edu.tw/science/shows/nuclear/rad/index.html>

(註十一)(表一)資料來源，

<http://vm.nthu.edu.tw/science/shows/nuclear/rad/index.html>

(註十二)行政院原子能委員會。

<http://www.aec.gov.tw/www/life/>

(註十三)琉璃光養生世界。

<http://www.lapislazuli.org/TradCh/magazine/200208/20020815.html>

(註十四) 行政院原子能委原會

<http://www.aec.gov.tw/www/radtown/default.php>