

人為災害及其防救－ 核災

古建國 編著



防災師資培育教材
基礎課程 6-3
人為災害及其防救－核災



教育部編印
www.edu.tw



目次

第一章 前言 02

第一節 課程簡介 02

第二節 教學目標 02

第三節 課程大綱與時間配置 02

第二章 教學內容 03

第一節 認識輻射 03

第二節 輻射應用 08

第三節 原子結構與放射線物質 09

第四節 核能發電 11

第五節 核子事故與防護 15

參考文獻 20

評量題目 21

教材簡報 24

第一章 前言

第一節 課程簡介

在我們生活環境中，存在著來自宇宙的天然游離輻射、生活也有人為輻射，應用在檢測或醫療等，然而現階段中、小學『自然與生活科技』課程中並未特別規劃相關教材，一般民眾普遍對輻射了解來自於核能發電，當日本福島核能電廠發生事故後，引起大家對輻射的防護重視恐慌，因此，希望透過本課程的介紹，增加對輻射了解與熟悉核子事故防護。據此，本課程教學重點包括自然界游離與非游離輻射及其分布、生活中人為游離與非游離輻射及其應用、核能電廠與反應器與核子事故防護等。本課程從認識輻射出發，了解輻射在生活中的應用、核能與災害，進而學習如何進行核輻射防治與演練。

第二節 教學目標

學習完本課程後，學習者將能夠：

- 一、了解自然與生活中游離與非游離輻射及其應用。
- 二、探討核輻射災害與防治。
- 三、對發生核輻射時正確態度。
- 四、熟悉發生核輻射災害時緊急避難技能。

第三節 課程大綱與時間配置

單元名稱	時間（分）
認識輻射	30
輻射應用	30
原子結構與放射性物質	10
核能發電	20
核子事故與防護	30



第二章 教學內容

第一節 認識輻射

在我們生活環境中，存在著來自宇宙的天然游離輻射與因為人們生活所需所產生的人為輻射，然而現階段中小學「自然與生活科技」課程中並未特別規劃相關教材，國人普遍對輻射了解來自於核能，以致於當日本福島核能電廠發生事故後，引起國人對輻射的恐慌。因此，透過輻射教育規劃，介紹輻射與增加核子事故民眾防護之認知，並融入在學生學習課程中。

輻射是什麼？輻射又在哪裡呢？「輻射」無色、無味、看不見也摸不著，但又充滿在我們生活中，為使民眾了解輻射，將就輻射種類、單位、對人體影響程度與生活應用情況簡述如下：

一、輻射種類

1895 年德國科學家倫琴（Roentgen），在實驗室發現了 X 射線（X 光），拉開了對輻射研究序幕；接著是 1896 年法國貝克勒爾（Becquerel）發現具有穿透性的射線，所以現在輻射活度單位採用「貝克」，就是紀念他的貢獻。1898 年法國科學家居里夫人（Curie）自瀝青鈾礦中發現釷（Po）及鐳（Ra），卓越貢獻讓她獲得若貝爾獎，其中「放射性」（radioactivity）這個名詞就是居里夫人所創的。1900 年韋拉特發現加馬（ γ ）射線，1934 年做出人工放射性物質。這些研究拼出我們輻射的基本認識。

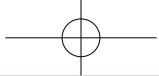
輻射根據能量高低可以區分為游離輻射及非游離輻射兩大類。其中游離輻射指具能量較高的射線與物質作用後，可以將原子外層的電子撞離，使原本正負電核相同的電中性的原子，變成帶正電（少掉帶負電的電子，造成原子本身正電數較多）離子，同時釋放電子，這種作用，就稱為游離（ionization），此輻射就稱為游離輻射，常見的有射線包括阿爾伐粒子、貝他粒子、中子、高速電子、高速質子等，或是加馬射線與 X 射線等兩大類放射線。

反之，能量較低的輻射。無法使物質產生游離作用，稱為非游離輻射，包括紫外光、可見光、微波、雷達、廣播無線電波與電視無線電波等。

另一種分類是根據來源，可區分為天然輻射與人為輻射。

表 1、輻射的區分及種類

區分		種類
能量	游離輻射	X 射線、 α 粒子、 β 粒子、 γ 射線
	非游離輻射	紫外線、紅外線、微波、無線電波、雷達波
來源	天然輻射	宇宙射線、地表射線、空氣中的氡、人體體內輻射
	人造輻射	醫療設施、核爆落塵、核能設施、含放射性物質的消費性產品



(一) 天然輻射

天然輻射來自宇宙與地球空氣、土壤或岩石中，來自宇宙的射線包括不同能量的電磁波和粒子。以進入地球的宇宙輻射為例，質子 (proton) 和重原子核 (heavier nuclei) 占大多數約有 98%，剩下 2% 為電子及其他物質，這些粒子我們稱為初級宇宙射線 (Primary cosmic ray)。當這些初級宇宙射線進入地球的大氣層之後會與大氣中各種粒子發生碰撞，進而產生更多不同粒子，包括中子、質子、電子、正電子 (positron)、光子 (photon) 等，我們稱這些所產生的粒子為次級宇宙射線 (secondary primary cosmic ray)。

因為宇宙射線來自於外太空，即離地表愈高的位置，與大氣層粒子作用較少，所以輻射強度愈大。宇宙射線越接近地表，與大氣層粒子作用較多，輻射強度愈小，經測量每升高約 1,500 公尺，輻射劑量約增加一倍。以臺灣海平面高度與阿里山高度為例，海平面附近的宇宙射線，所造成的劑量每年約為 0.27 毫西弗，居住在高約 1,500 公尺阿里山，每年所接受的宇宙射線劑量為 0.54 毫西弗；居住在玉山，高度超過 3,000 公尺，每年所接受的宇宙射線劑量為 0.81 毫西弗。

除了宇宙射線之外，有些輻射線來自於土壤及岩石中，因為土壤及岩石中含有鈾 -232、鈾 -238、鉀 -40 等不同的天然放射性核種，這些元素是地殼形成時候開始存在，所以在臺灣地區岩石中，皆含上述元素而具有放射性，見圖 1 與表 2。這些具有放射線的岩石，以臺北市北投區地熱谷附近岩石具有較多放射性物質，最為有名。1905 年日本岡本要八郎因底片曝光，意外於北投溪中北投石發現含有微量放射性元素鐳 (Ra)，故以產地命名為北投石，目前若前往在北投溫泉博物館，可以看到這個聞名中文的北投石。諾貝爾得主李遠哲博士 1959 年在國立清華大學原子科學研究所的碩士論文即以「北投石放射性研究」為碩士論文進行相關研究。



圖 1 含放射性元素的岩石
(圖片來源：行政院原子能委員會)



臺灣地區岩石放射性濃度，見表 2。

表 2、臺灣地區岩石放射性濃度

岩石種類 (SiO ₂ 重量 %)	鈾 -238 (ppm)	鈾 -232 (ppm)	鉀 40 (%)
花崗岩 (70.18)	5	18	3.8
頁岩 (58.10)	2.51	12.4	2.70
石灰岩 (5.19)	1.36	1.26	0.26
砂岩 (5.19)	1.53	7.48	1.75
玄武岩 (49.06)	1.27	4.86	1.35
橄欖岩 (44.62)	0.07	0.15	0.05

資料來源：行政院原子能委員會

有些輻射來自於空氣中，例如無色、無味的氡氣。氡氣來自於鐳的放射性衰變。聯合國原子輻射效應科學委員會（Effects of Atomic Radiation of the United Nations Scientific Committee；UNSCEAR）進一步指出，全球每人每年接受的天然輻射劑量，體內劑量占三分之二，體外劑量占三分之一。體內劑量約 90% 源自氡氣，另 10% 來自於鉀 -40。鉀 -40 來自於飲食所造成，因為食物中像是米、肉、蛋、蔬菜、水果、麵粉、雞肉、魚中，均含有鉀 40，透過飲食攝取鉀 -40。

(二) 人為輻射

因為輻射可以用在農業、工業、醫療、能源與消費性產品等領域，所以產生不同類型輻射，包括游離輻射與非游離輻射。

(三) 偵測輻射

行政原子能委員會（以下簡稱原能會）於民國 1974 年 2 月奉准設置臺灣輻射偵測工作站，執行國內有關環境輻射偵測業務，以維護國民之輻射安全，並於同年 9 月即正式接辦全國放射性落塵偵測作業。

輻射偵測有幾種方式，一種是手提式輻射偵測儀；例如 α 、 β 輻射偵測儀，重量輕、攜行方便，適於緊急機動採樣偵測，可用於核電廠事故緊急空浮偵測、反恐緊急應變輻射偵測作業等

另一種是固定位置的偵測儀，1989 年建置完成環境輻射自動監測系統，由資訊監控中心和全台各輻射監測站所建構而成。2003 年以後利用電腦網路連接所有輻射監測站，建構輻安預警自動監測網。

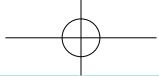


圖 2 環境偵測儀

(圖片來源：原子能委員會 <http://www.trmc.aec.gov.tw/utf8/big5/>)

另外還有機動式環境輻射自動監測器，利用衛星定位及 3G 行動網路，結合輕巧型輻射監測模組。倘若核子事故發生時，針對事故核電廠下風向地區與民眾居住村里或收容場所，輔以快速有效地建置機動式環境輻射監測站，所測得各項數據與位置資訊，利用無線網路傳輸至輻射偵測中心伺服器。

二、常用的輻射單位

我們測量輻射量多寡常用的輻射單位有活度 (Activity) 和劑量 (Dose)。

(一) 活度：一定量放射性核種在單位時間內發生的衰變次數，活度愈大表示放射性愈強。單位是「貝克」(Bq)。

(二) 輻射劑量：不同種類的輻射，照射人體時會造成組織或器官不同的程度影響，單位為「西弗」(Sv)。因為西弗是非常大的單位，人體能接受輻射量劑遠低於此。因此通常使用毫西弗 (mSv) 與微西弗 (μ Sv)。

(三) 輻射單位換算：

1 西弗 (Sv) = 1,000 毫西弗 (mSv) = 1,000,000 微西弗 (μ Sv)。

1 毫西弗 (mSv) = 1,000 微西弗 (μ Sv)。

(四) 輻射劑量率：單位時間內平均所接受的輻射劑量稱為輻射劑量率，單位為毫西弗 / 年 (mSv/y) 或微西弗 / 小時 (μ Sv/h)。



表 3、輻射單位

單位名稱	單位	符號	描述
活度 (Activity)	貝克	Bq	放射性物質的強度
劑量 (Dose)	西弗	Sv	輻射對人體影響的大小

三、不同的輻射劑量對人體的反應

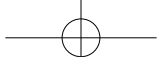
生活中不同的輻射劑量對人體有不同程度的反應症狀，根據原能會資料，250~500 毫西弗不會有任何明顯症狀，500~1,000 毫西弗輕微的血液異常反應，1,000~2,000 毫西弗普遍會產生噁心、腹瀉、食慾不振、全身倦怠、淋巴球顯著減少等症狀。其他影響程度見表 4。

表 4、不同的輻射劑量對人體的反應

輻射量	身體反應症狀
250~500 毫西弗	不會有任何明顯症狀
500~1,000 毫西弗	輕微的血液異常反應
1,000~2,000 毫西弗	<ul style="list-style-type: none"> · 5%~ 50%的患者 3 小時內會嘔吐 · 普遍會產生噁心、腹瀉、食慾不振、全身倦怠、淋巴球顯著減少等症狀 · 可在數週內復原
2,000~6,000 毫西弗	<ul style="list-style-type: none"> · 2 小時內出現嘔吐反應 · 嚴重的血液變化 · 2 週後出現脫髮現象 · 約 1~12 個月間復原
6,000~10,000 毫西弗	<ul style="list-style-type: none"> · 骨髓細胞會受到破壞 · 1 小時內會出現嘔吐反應，且會出現嚴重血液變化、出血、感染及脫髮 · 約 80% -100%的患者在 2 個月內死亡 · 生存者需要很長的時間復原

資料來源：行政院原子能委員會

根據美國國家輻射防護與度量委員會 (NCRP) Report No.160 (2006) 統計，美國人每年接受的平均輻射劑量為 6.25 毫西弗，天然輻射約 50%、醫療輻射約 48%、其他（職業及工業、消費性）約占 2%。根據原能會偵測，臺灣地區的天然輻射劑量每年約 1.62 毫西弗，這些天然輻射主要來自於太陽光與宇宙射線，另外在我們生活環境中的土壤、岩石、建材、煤灰、人體和食物中的天然放射性物質。



第二節 輻射應用

輻射的相關應用在周遭生活中更是不勝枚舉，包括：

一、考古學研究

因為天然放射線物質經一段時間後會衰變成另外一個物質，所以根據原物質與衰變後物質的含量比，可以計算地層所屬時間，目前普遍應用在考古、地質學、人類學定年，目前常見檢測方法如下：

(一) 「碳 -14 定年法」

碳 -14 來自於宇宙射線撞擊地球大氣層後，二氧化碳的碳為碳 -14，透過植物所進行的光合作用吸入含有碳 -14 的二氧化碳，動物因為攝取植物，碳 -14 的二氧化碳就會進入動物體內。當植物或動物死後，體內便會停止吸取含碳 -14 的二氧化碳，此時碳 -14 的量會隨時間而減少，透過測量古代有機體的碳 -14 含量，我們便可以概估生物死亡的年份。

(二) 「熱釋光定年法」

「熱釋光定年法」常被用作判斷陶器的年代，因為陶器在加熱時會透過輻射能藉由光的形式輻射出來，叫做熱釋光現象。熱釋光的強度和受輻射時間成正比，所以發出的熱釋光越強，表示年代就越遠（黃士強，1979）。

二、核能發電

在多層圍阻體內，利用鈾燃料在反應爐內透過中子進行核分裂連鎖反應，此熱能將高壓的循環冷卻水加熱形成蒸氣，藉由蒸氣的力量來推動汽輪機，帶動發電機發電，但是核反應過程中會產生游離輻射，即阿伐粒子（ α 粒子）、貝他粒子（ β 粒子）、加馬射線（ γ 射線），這些粒子若外洩會造成人與環境傷害。

三、材料改良

材料經輻射照射後會造成物理性改變，例如合成的高分子材料如塑膠或化學纖維等，經輻射線照射處理後耐熱度增加或機械強度增強。

四、檢測

利用輻射良好穿透性可以進行內部結構瑕疵進行非破壞性檢測，例如橋梁檢查、鋼鐵厚度測定與貯存槽容量判定。目前造船業、鋼鐵業或機械業等已普遍採用此項技術來檢測電焊的瑕疵、鋁材電鍍薄膜的厚度控制或是輪胎內部鋼絲的分布等。另一個常見例子是出國經過海關的時候，利用 X 光機檢查行李。

五、農業用途

「輻射照射」屬於光波的照射，因為沒有核種持續放射，所以不會有放射線的殘留，目前普遍應用在農業。例如利用鈷 60 所釋放出 γ 射線，對動、植物進行照射，達到殺蟲、滅菌、突變、植物矮化等目的（原能會核能研究所）；水仙花之鱗莖經 γ 射線照射後可使植株矮化，



提升觀賞價值；雄性東方果實蠅經輻射照射使之不孕，透過野放不再繁衍後代；菊花經輻射照射後有效的防治蟲害，且不影響品質，亦應用在誘變育種開發花卉新品種等。

六、食品處理

食品若經過輻射照射，可以控制內部酵素之活性、滅菌、食品不易變質與保持食品新鮮度（黃勝忠，1999）。目前衛生福利部（前身為衛生署）已於 1985 年核准 14 項農產品可接受照射；馬鈴薯與大蒜經輻射照射後，可抑制發芽，而延長保存期限；淡水魚輻射照射以抑制寄生蟲感染；金針菜輻射照射以抑制黴菌生長；香菇經輻射照射後可以抑制蟲害。

七、醫療應用

輻射在醫療上應用可以分成兩類：診斷與治療。診斷部分有，X 光檢查（常見胸部與牙齒的檢查）與電腦斷層檢查等，例如每年接受乳房 X 光攝影的婦女有 50 萬人次以上（原能會）。治療部分有放射線癌症治療，國內癌症患者接受放射治療每年已逾 100 萬人次以上（原能會）。根據研究，輻射也可應用在醫學器材的消毒，經過輻射照射後，可達百分之百之滅菌效果（王文濱，1978）。

第三節 原子結構與放射線物質

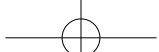
一、原子結構

所有的物質，都是由各種原子所組成，1897 年約瑟夫·湯姆森（Sir Joseph John Thomson）突破性地從陰極射線中，發現了電子的存在，原子可以分割；原子有著負電荷的電子，可以從原子中移開。1904 年，湯姆森設計了原子模型。這模型是由許多電子（當時湯姆森稱之為粒子）被認為分布於幾個同心圓球面。

1909 年，在歐尼斯特·拉塞福（Ernest Rutherford）的指導團隊用阿伐粒子射撞擊於只有幾個原子厚度的金箔紙，發現大部份電子都能穿透，只有少部分被反射到其他地方，而奠定原子核帶正電。拉塞福對原子核實驗加上道耳吞原子說，奠定我們對原子的結構的認識。原子則是由中子、質子和電子所構成。不帶電的中子和帶正電的質子組成原子核，而電子帶負電圍繞著原子核，因為中子或質子質量為電子 1,840 倍左右，所以原子主要質量來自於原子核。可以想像原子核內塞進質量大的中子與質子，而質量小的電子分布空間寬廣，當一個中子撞擊原子核，破壞維繫質子與中子的力時，所釋放能量就很可觀。

表 5、原子中三種基本粒子的比較

位置	粒子名稱	帶電性	帶電量 (庫倫)	質量 (公克)	質量比
核外	電子 (e)	負電	-1.602×10^{-19}	9.1×10^{-28}	1
原子核	質子 (p)	正電	$+1.602 \times 10^{-19}$	1.67×10^{-24}	1,836
	中子 (n)	不帶電	0	1.67×10^{-24}	1,836



二、同位素

不同數量質子形成不同元素，所以相同元素，其質子數也相同，而相同元素質子數相同，中子數不同，稱為同位素，見表 6。

表 6、常見的同位素

氫	^1H	氕
	^2H	氘
	^3H	氚
碳	^{12}C	碳 -12
	^{13}C	碳 -13
	^{14}C	碳 -14
氧	^{16}O	氧 -16
	^{17}O	氧 -17
	^{18}O	氧 -18

以鈾為例，鈾質子數為 92，故其原子序為 92，在中性條件下 92 個正電，表示原子核外有 92 個負電的電子。質量數有 235 與 238 兩種，表示中子數有兩種：其中「鈾 -235」的原子核內含有 92 個質子與 143 個中子 ($92+143=235$)、「鈾 -238」的原子核內含有 92 個質子與 146 個中子 ($92+146=238$)，故稱鈾具有兩種同位素：「鈾 -235」與「鈾 -238」。

以氫為例，氫的原子序為 1，代表原子核內含有 1 個質子，原子核外有 1 個電子，然我們發現氫具有三種同位素，表示中子數分是 0, 1, 2 三種，其中「氫 -1」表示原子核內含有 1 個質子與 0 個中子 ($1+0=1$)、「氘 -2」表示原子核內含有 1 個質子與 1 個中子 ($1+1=2$)、與「氚 -3」表示原子核內含有 1 個質子與 2 個中子 ($1+2=3$)。

三、放射性物質

放射性物質具有以下四種特性：

- (一) 放射性蛻變屬於自發性的反應：自發反應表示放射性物質不需經由外力就能釋放出輻射。
- (二) 輻射受電磁場影響：部分輻射帶有電荷例如阿伐粒子 (α 粒子)、貝他粒子 (β 粒子)，所以行進時會受電磁場影響而偏轉，部分輻射，例如 γ 射線因不帶電荷，行進方向就不會受電場影響。
- (三) 輻射強度隨時間的增加而遞減：因為核種會發生蛻變，故輻射強度會隨時間的增加而遞減，我們定義輻射強度每減少一半所需要的時間為半衰期。
- (四) 不同的輻射有不同的穿透能力：因為輻射能量不同，能量高的穿透能力強，例如 γ



或 X 射線，需要適當厚度的混凝土或鉛板才能有效地阻擋，有些輻射能量較低，例如 α 射線，一張紙就可以全部把它擋住。

四、放射線同位素及半衰期

放射性元素屬於不穩定的原子核，可以進行自發反應轉變成其他原子核，並以射線的方式釋放出多餘的能量，通常分為天然放射性元素和人工放射性元素。天然放射性元素即在自然界中存在的元素，在元素週期表中原子序數大於 83 的重元素，例如：Po、At、Rn、Fr、Ra、Ac、Th、Pa 和 U 等。除 U 和 Th 在自然界仍然存在外，其餘 7 個成員都是 ^{238}U 、 ^{235}U 、 ^{232}Th 為母體所衰變後元素。地表中天然放射性無處不在，例如我們居住樓房的水泥或大理石材料中，含有天然放射性。正常這些天然放射性輻射量低，對人體影響小。

人工放射性元素來自於人為核反應所合成的元素，例如 Tc、Pm 和原子序數大於 93 的元素。在週期表中，鈾以後的元素稱為超鈾元素，原子序數 89~103 的 15 種元素，稱為錒系元素。

五、t：半衰期 (Half Life)

放射性元素隨著時間會進行衰變，故其放射性原子核的數目會逐漸減少，當原子核衰變至數目為原來一半時，這段時間稱為半衰期。每種放射性元素的半衰期差異極大，如鈾 -238 的半衰期為 45 億年，空氣中放射性氣體氫 - 222 的半衰期只是 3.8 天。利用半衰期可以進行定年，如常見同位素碳 -14，半衰期約為 5,730 年。考古學家可以根據碳 -14 估算年代。

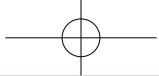
第四節 核能發電

一、核分裂

原子質量主要集中在原子核，當原子核進行核分裂時候，會產生新的分裂原子核並放射出一些粒子或放射線，此時這些粒子總質量會較分裂前原子核的總質量少一些，根據愛因斯坦 (Albert Einstein) 提出公式得知，所放出來能量為核分裂反應造成質量損失乘上光速平方，雖然這個質量損失很小，但產生的能量卻很大，利用核分裂所釋放能量將水加熱形成水蒸氣，即可發電。若以 1 公克的質量為例，所釋放的能量相當於 16 萬公噸黃色炸藥的爆炸威力約可讓 100 瓦的燈泡點三萬年。

目前進行核反應是利用鈾 -235 原子核，當鈾 -235 被中子撞擊後，鈾 -235 分裂成數個質量較小的原子與中子（一個中子撞擊鈾 -235 的原子核→產生 2 到 3 個新的中子）→新的中子又去撞擊其他鈾 -235 的原子核，如此下去中子會產生越來越多，反應就會加速，為避免此情況發生，核反應器內有吸收中子裝置，以控制反應進行。

二氧化碳排放是目前造成全球暖化元素之一，其中火力發電所排放的二氧化碳，是列為減碳項目之一。而核能發電過程中並不會產生二氧化碳，相較於火力發電可有效降低二氧化碳排放量，曾經是各國思考選項之一，然 2011 年日本福島核電廠事故，引發人們對核能發電的安全疑慮之後，尋找其他替代方案進行減碳為各國努力方向。



二、反應器種類

目前核電廠使用反應器有「沸水式」與「壓水式」這兩種方式，「沸水式」反應器是指在反應爐中直接產生蒸汽後，直接送到汽機，轉動發電機產生電力（將蒸汽能量轉為機械能）。

「壓水式」反應器是反應爐中產生高壓高溫的水，送到蒸汽產生器，將另外一個系統的水變為蒸汽，再送到汽機，轉動發電機產生電力。目前世界上使用反應器數量最多的是壓水式核電廠，其次是沸水式核電廠。目前核一、核二廠屬於「沸水式核能電廠」，核三廠則是「壓水式核電廠」。

兩者間最大的差別是反應器將水加熱成蒸汽的過程中採用了兩套迴路，「主迴路」裡冷水經過加熱後送到「蒸汽產生器」後，變成冷水再送回鍋爐；而在「蒸汽產生器」內的次迴路的水被加熱成蒸汽後推動汽輪機，用過的次迴路的水再經海水冷卻後重複使用，這種設計可以確保汽輪機使用的蒸汽絕無放射性物質。

三、核能電廠安全防護措施～多重圍阻

為防範核子發電過程中造成危險，燃料丸與反應爐外面有多層防護措施，由內而外防護如下：

- (一) 陶瓷結構燃料丸。
- (二) 鋯合金燃料護套。
- (三) 反應爐壓力槽為 20 公分厚鋼板製成。
- (四) 兩層圍阻體。

四、核廢料

核能電廠發電過程中所產生的廢料稱為核廢料，分為「低放射性廢棄物」與「高放射性廢棄物」兩種。其中「低放射性廢棄物」來自於在核能電廠的設備維修或改善工程，有可能沾染到低程度的放射性元素（但不是核物料），或清潔時（如擦拭用紙）與輻射防護（如防護衣、手套等）等所使用的物品，這些廢棄物須經過減容及水泥固化處理。

另一種屬於「高放射性廢棄物」，為核反應後的燃料棒，目前臺灣是將這些核反應後的燃料棒置於電廠內。

五、臺灣核能電廠現況

目前運轉發電核電廠共有三座，每座有二部核能機組，合計共六部核能機組，核能發電目前發電量約佔總發電量約為 20%。核能一廠位於臺灣最北端的新北市石門區，於 1970 年核准興建，一號機反應爐於 1978 年開始進行商業運轉。二號機反應爐則於 1979 年開始進行商業運轉。核能二廠位於新北市萬里區，於 1974 年開工興建，一、二號機分別於 1981 年及 1983 年進行商業運轉。核能三廠位於臺灣南端屏東縣恆春鎮，於 1978 年興建，一、二號機分別於 1984 年及 1985 年商業運轉。1993 年動工興建位於新北市貢寮區興建核能四廠，原計畫於 2011 年底開始商業運轉，目前處於停工情況，商業運轉日期未定。

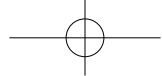


表 7、臺灣核能電廠

廠別	核能一廠	核能二廠	核能三廠	核能四廠
位置	新北市石門區	新北市萬里區	屏東縣恆春鎮	新北市貢寮區
商業運轉日期	1 號機 1978 年 12 月	1 號機 1981 年 12 月	1 號機 1984 年 7 月	1 號機 停工情況，商業運轉日期未定
	2 號機 1979 年 7 月	2 號機 1983 年 03 月	2 號機 1985 年 5 月	2 號機 停工情況，商業運轉日期未定
裝置容量	636 千瓩 *2	985 千瓩 *2	951 千瓩 *2	1,375 千瓩 *2
反應器類型	輕水式反應器 (沸水式)	輕水式反應器 (沸水式)	輕水式反應器 (壓水式)	輕水式反應器 (進步型沸水式)

註：每座電廠均有兩個發電機組。

六、各國核能電廠現況

依世界核能協會 (World Nuclear Association) 2010 年 12 月 1 日發布之統計資料，各國機組數及發電量資料如下表。

表 8、各國機組數及發電量

國家	運轉中機組		國家	運轉中機組	
	機組數	裝置容量 MW (e)		機組數	裝置容量 MW (e)
加拿大	18	12,679	法國	58	63,130
美國	104	101,229	英國	19	10,962
墨西哥	2	1,310	德國	17	20,339
阿根廷	2	935	西班牙	8	7,448
巴西	2	1,901	比利時	7	5,943
日本	55	47,348	芬蘭	4	2,721
南韓	20	17,716	荷蘭	1	485
中華民國	6	4,927	瑞士	5	3,252
中華人民共和國	13	10,234	瑞典	10	9,399
印度	19	4,183	南非	2	1,800
巴基斯坦	2	400	亞美尼亞	1	376
伊朗	0	0	羅馬尼亞	2	1,310
捷克	6	3,686	保加利亞	2	1,906
俄羅斯	32	23,084	斯洛伐克	4	1,816
匈牙利	4	1,880	斯洛維尼亞	1	696
烏克蘭	15	13,168			

註：本資料摘自 World Nuclear Association 2010 年 12 月 1 日之統計資料 (網址：<http://www.world-nuclear.org/info/reactors.html>)。

各國發電比率見下表。

表 9、各國發電比率

國家	核電裝置容量	核電裝置容量占比	核電發電量占比
巴西	2.0GW	1.7%	3.1%
瑞士	3.3GW	16.8%	39.9%
比利時	5.9GW	32.4%	51.5%
瑞典	9.0GW	24.6%	38.0%
芬蘭	2.8GW	25%	25%
斯洛伐克	1.8GW	23.2%	53.1%
法國	63.1GW	50.8%	75.8%
德國	12GW	7.5%	18%
英國	10.7GW	12%	19%
美國	101.4GW	8.2%	19.3%
加拿大	16.1GW	12.0%	14.8%
墨西哥	1.365GW	2.2%	2.2%
日本	46.1GW	20.0%	2.6%
韓國	18.7GW	23.6%	31.1%

資料來源：經濟部 <http://anuclear-safety.twenergy.org.tw/ExternalNews/expand?p=1>

核後端基金於 1987 年成立，歷年每度電分攤率介於新臺幣 0.14 ~ 0.18 元間，目前每度電分攤率為 0.17 元。

表 10、各國後端營運費用攤提率

	國 家					
	美國	瑞典	瑞士	西班牙	芬蘭	中華民國
攤 提 率	1 美厘 / 度電	1.65 美厘 / 度電	9.43 美厘 / 度電	3.4 美厘 / 度電	3.54 美厘 / 度電	5.56 美厘 / 度電



涵蓋 範圍	- 用過核子燃料最終處置	- 用過核子燃料最終處置	- 用過核子燃料最終處置	- 用過核子燃料最終處置	- 用過核子燃料最終處置	- 用過核子燃料最終處置
		- 除役拆廠	- 除役拆廠	- 除役拆廠		- 除役拆廠
		- 低放射性廢棄物之最終處置	- 低放射性廢棄物之最終處置	- 低放射性廢棄物之最終處置		- 低放射性廢棄物之最終處置

資料來源：經濟部 http://www.nbef.org.tw/index005_3.asp

臺灣核能電廠使用期限到了後，仍需費用進行核能廢棄物最終處置及核電廠拆廠等作業，應預收適當費用成立基金，以確保後端營運工作執行之經費無虞，以目前核一廠、核二廠與核三廠運轉中 6 部核能機組為例，若高放射性廢棄物及低放射性廢棄物均採境內處置方式為計算基礎，合計約須新臺幣 3,353 億元（97 年幣值）。核能發電後端營運基金於 1987 年成立至 2013 年 4 月底止，基金餘額累積約新臺幣 2,275.45 億元（資料來源：經濟部）。

第五節 核子事故與防護

當核子反應器設施發生或有可能發生放射性物質外釋並引起輻射危害時，我們稱為核子事故。無論如何，核子事故發生時，一定要鎮定，透過電視、廣播等去了解政府的處理措施，核電廠部分，視情況，當超出設計基準的災害時，將被要求電廠立即進入「斷然處置程序」，立即注水，務必維持反應爐核燃料被水覆蓋，避免爐心熔毀及輻射外洩，以確保民眾的安全。

平日我們仍須做好萬全的準備與演練，因應與熟悉萬一核電廠發生核子事故，中央與地方人力及資源共同應變方式。

一、核安演練

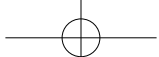
（一）核安演習

核能電廠內每年定期舉行演習及舉辦核安演習，演練緊急應變及動員配合的能力，原能會在場督導，協助各應變中心實施演習。核電廠周邊學校或社區及區域內機關學校，亦應進行核安演習，熟悉防護與避難措施。

當核子事故情況嚴重時，需要進行疏散，在福島核電廠事故之後，臺灣核電廠緊急應變區已由 5 公里擴大為 8 公里，政府於此區域內設有緊急疏散路線、集結點、收容所及需要發放碘片等措施。

（二）核安宣導溝通

平時即對民眾做核能教育宣導，使民眾了解核子事故防護行動的意義與作法。



二、事故分類：

核子事故發生時，對設施或周邊所造成的衝擊程度也不一，將事故可能影響的程度分類為：緊急戒備事故、廠區緊急事故、全面緊急事故三種。

(一) 緊急戒備事故

發生核子反應器設施安全狀況顯著惡化或有發生可能性，但程度尚不須執行核子事故時民眾防護行動，這階段稱為緊急戒備事故。

(二) 廠區緊急事故

發生核子反應器設施安全功能重大失效或有發生之虞，而執行民眾防護行動。

(三) 全面緊急事故

發生核子反應器設施爐心嚴重惡化或熔損，並可能喪失圍阻體完整性或有發生之虞，必須執行核子事故民眾防護行動。

表 11、國際核能事件分級制度基本架構

等級	準則 1	準則 2	準則 3
	廠外衝擊程度	廠內衝擊程度	安全防禦之衰減程度
7 級最嚴重意外事故	極大量放射性物質外釋：造成廣泛性民眾健康及環境影響		
6 級嚴重意外事故	發生顯著放射性物質外釋：造成須全面施行區域性緊急計畫		
5 級廠外意外事故	有限度之放射性物質外釋：造成須部份施行區域性緊急計畫	嚴重之核心或放射性屏蔽毀損	
4 級廠區意外事故	輕微放射性物質外釋：造成民眾輻射曝露達規定限值程度	局部性核心或放射性屏蔽毀損之狀態或工作人員接受致命性曝露	
3 級嚴重事件	極小量之放射性物質外釋：民眾輻射曝露尚未達規定限值之程度	發生嚴重污染或工作人員超曝露導致急性健康效應	接近發生事故狀態，喪失安全防禦功能程度
2 級偶發事件		發生重大污染或工作人員超曝露	發生潛在安全影響之事件
1 級異常警示			發生功能上之偏差
0 級未達級數	無安全顧慮		



三、核子事故案例

(一) 三哩島事故

1979年3月28日美國賓夕凡尼亞州哈里斯堡的三哩島核能電廠2號機發生跳機，因人員處理不當，導致反應爐的爐心熔毀嚴重事故，當時在圍阻體內的放射性強度高於正常值數倍，電力公司宣布進入「廠區緊急事故」，依「國際核能事件分級制度」(International Nuclear Event Scale, INES) 評定三哩島核電廠事故為「第五級」核能事故。

(二) 車諾比事故

1986年4月25日前蘇聯烏克蘭省(現已獨立)核電廠4號機，利用定期保養停機進行實驗，但因該機組設計的缺陷以及實驗不當的措施，加上人為運轉錯誤，發生嚴重輻射外洩，造成周遭人員疏散與土壤含有過多輻射線，根據「國際核能事件分級制度 INES」評定為歷史上最嚴重的「第七級」核能事故。

(三) 福島事故

2011年3月11日在日本宮城縣東方外海發生地震，所引發的海嘯造成在福島第一核電廠冷卻水無法正常運轉，進而造成設備損毀、爐心熔毀與輻射釋放等災害事件。根據「國際核能事件分級制度 INES」評定為歷史上最嚴重的「第七級」核能事故。

四、臺灣核子事故緊急應變體系

核子事故發生時，若未能有效控制在廠區內，會影響我們及環境的安全時，則依「核子事故緊急應變法」，成立核子事故中央災害應變中心、核子事故輻射監測中心、核子事故地方災害應變中心及核子事故支援中心執行各項核子事故緊急應變作業。

(一) 核子事故中央災害應變中心：

由原能會、國防部、內政部、經濟部、交通部、衛生福利部、行政院環境保護署、行政院海岸巡防署與國家通訊傳播委員會等組成，統整各單位緊急應變。

(二) 核子事故輻射監測中心：

由原能會所屬機關及臺灣電力公司組成，隨時掌握輻射量即時資訊。

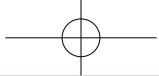
(三) 核子事故地方災害應變中心：

由核能電廠所在地的地方政府成立，執行災害各項措施；支援中心由國防部成立，支援相關單位救災。

五、核子事故預警系統與民眾防護行動

(一) 核子事故民眾預警廣播系統，目前設置情況：

1. 核一廠設置 4 個警報站
2. 核二廠設置 7 個警報站
3. 核三廠設置 6 個警報站
4. 龍門電廠設置 8 個警報站



(二) 事故警報：

當發生事故時，會發布事故警報，為響一秒，停一秒，並重覆 90 次，時間合計為 180 秒。同時會以國語、臺語廣播各兩次：「這是核能發電廠事故警報，請不要慌張，並依照政府機關或電視、電臺播報的指示行動」。

(三) 解除警報：

當解除警報時，會以連續 180 秒長音通知民眾，同時會以國語、臺語廣播各兩次：「剛才是核能發電廠事故解除警報」，通知民眾。

六、輻射防護

輻射對人體的影響取決於輻射強度、接受輻射時間長短、輻射種類等。在日常生活裡，避免或儘量減少與輻射的接觸，並保持距離，是避免輻射影響的最好方式。

(一) 體外輻射防護：

TSD 三原則，即時間（T：time，曝露在輻射環境的時間儘可能縮短）、屏蔽（S：shield，用適當的屏蔽物質例如：鉛板、鋼板或水泥牆等，阻擋輻射）、距離（D：distance，儘量遠離輻射源）。

(二) 體內輻射防護的原則：

1. 避免放射性物質進入體內，並禁止飲用受放射性汙染的水源及食物。
2. 避免吸入空氣中有污染放射性物質的氣體或灰塵。
3. 妥善處理外傷，避免放射性物質經由傷口侵入人體。
4. 穿著防護衣，避免放射性物質可經由毛孔侵入人體。

七、民眾防護

當核子事故發生時，中央災害應變中心會利用各種方法（電視、收音機、車輛巡迴廣播、空中警察直昇機廣播、漁業電臺廣播等方式）發布防護行動命令，交由地方核子事故災害應變中心執行各項防護行動。而防護措施包括：

- (一) 在家中：應關緊家中門窗和關閉空調設備，收看電視或收聽廣播，以了解事故的發展情況及防護行動。
- (二) 在街上：迅速進入附近的建築物內。
- (三) 在車內：應關緊車窗及關閉空調設備，收看電視或收聽廣播，以了解事故的發展情況及防護行動，若情況與環境許可迅速進入附近的建築物內防護。
- (四) 若需外出請戴帽子、穿雨衣與戴口罩，回家後即更換衣物並淋浴。
- (五) 中央災害應變中心決定疏散時，若在家中應適度防護下儘速到集結點集合，政府會派車負責接送到收容站。若學生在學校，學校會直接安排學生至收容站，家長不用前往接回。



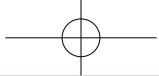
- (六) 當事故發生嚴重時，需服用碘片，服用時機應聽從核子事故中央災害應變中心發布後，才能服用碘片。碘片服用量如下：
1. 成人：130mg (1 錠) / 每日。
 2. 孕婦聽從醫生指示。
 3. 3 歲以下孩童，1/4 錠。
 4. 3~12 歲兒童：65mg (1/2 錠) / 每日。

八、校園防災 -- 接待學校建立

- (一) 緣由：從日本福島事故所吸取經驗，原能會參考國際作法與地方政府溝通與說明，於 2012 年起規劃將學童安全列為第一優先，將靠近核電廠 8 公里範圍內的學生列為預防疏散之對象，如於上課期間發生核災，在放射性物質尚未外釋前，優先調度車輛到這些學校，接送學童前往預先規劃 16 公里外之接待學校，進行預防性疏散。同時學校透過回報機制，讓家長們清楚知道孩子所在位置及安全與否。
- (二) 家長接送：疏散至接待學校前，若家長剛好在學校附近上班或住家就在鄰近學校區域，家長可就近將小孩接回，同時學校應進行登記作業以掌握學生情況。
- (三) 學生送達接待學校：學校首先確認班級數及學生數，並由各班級導師打電話給家長回報，而家長可在接獲通知後再前往接待學校接送小孩學生。
- (四) 啟動接待學校作業時機：設定在核能電廠達到核子事故分類「廠區緊急事故」，也就是電廠安全功能重大失效或有發生之虞，由地方政府預先安排疏散專車執行校園接待學校疏散。
- (五) 疏散到收容所時機：接待學校是一個短暫安置場所（並不提供過夜），提供學生安全地點，等待家人接回或是由政府專車送達住家所對應的收容所，所以時間停留上不會太長。收容所屬於中長期安置場所，有床墊、盥洗設施與用具、棉被、醫療關懷、物資發放、諮詢服務及弱勢特別照護寢區等，如親人已被疏散到收容所，政府也會派遣專車將學生分別送往住家所在地所規劃之收容所。而這也就是兩者最主要的差異點。

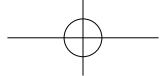
九、「核安即時通」手機 App 查詢系統

日本福島事件後，大家都高度的關切環境輻射及國內核電廠的安全，民眾如何快速獲得即時核安資訊呢？連結行政院原子能委員會網站 (<http://www.aec.gov.tw>)，可以獲得環境輻射與相關核安資訊。另外行政院原子能委員會推出「核安即時通」App 免費應用軟體，利用智慧型手機以「核安」關鍵字搜尋，即可免費下載「核安即時通」App 應用軟體，之後只要一「指」神功，就可隨時隨地查詢到目前距離我們最近的环境輻射監測站的輻射量數值。除此之外，「核安即時通」手機 App 查詢系統還提供輻射屋、核電廠即時資訊、核物料資訊及原子能最新消息等查詢功能，讓您隨時了解輻射資訊。



參考文獻

- 王文濱（1978）**輻射線在工業、農業上之應用**。科學月刊全文資料庫，103。取自 <http://service.lib.uch.edu.tw/scienceweb/content/1978/00070103/0004.htm>
- 行政院原子能委員會網站（<http://www.aec.gov.tw>）。
- 黃士強（1979）**新發現的澎湖新石器時代遺址**。藝術家雜誌，9（4）：42-47。
- 臺灣電力公司（<http://www.taipower.com.tw>）。
- 蔡奇助、黃勝忠、易美秀（1999）**文心蘭‘草莓’品種 5.8S rRNA 基因與內轉錄間隔區之選殖**。臺中區農業改良場研究彙報，62:31-40。



評量題目

是非題

- 1. 微波爐不具有游離輻射的輻射源。
- 2. 不同的輻射有不同的穿透力， α 、 β 、 γ 這三種射線的穿透力，大小依序為： α 、 β 、 γ 。
- 3. 臺灣提供核能電廠發電的能源是 U-238。
- 4. 我們常使用鈾 -235 放射性同位素測量化石年代。
- 5. 利用輻射照射處理食品，照射過後的食品會殘留輻射。
- 6. 實施放射線照相作業時，工作人員須配帶偵測劑量佩章。
- 7. 目前臺灣地區的核能電廠用來發電的能量，來自於原子核的分裂反應。
- 8. 臺灣三座核能電廠的「緊急應變計畫區」以反應爐為中心，周圍半徑 8 公里的區域為「緊急應變計畫區」。
- 9. 2011 年 3 月日本發生的規模 9.0 級的大地震，地震引發海嘯，造成福島第一核電廠發生爐心熔毀、輻射的外洩的災害。依「國際核能事件分級制度 INES」評定為歷史上最嚴重的第七級核能事故。
- 10. 當一個中子撞擊鈾 -235 原子核引發核反應，並產生兩個以上的中子，而這些中子再撞擊鈾核引發更多的核反應，如此一直重覆下去，這種反應稱為擴張反應。
- 11. 透過網路可取得原能會核安監管中心監測的環境中的輻射值。
- 12. 輻射曝露會引起腫瘤或癌症發生的機會或風險提高，這種為輻射照射而引起癌症稱為急性效應。
- 13. 國內游離輻射防護之主管機關為行政院原子能委員會。
- 14. 居住在臺灣的民眾平均每年接受到人造輻射劑量最主要來源為醫療輻射。
- 15. 宇宙射線全是屬於非游離輻射。
- 16. 體外曝露的防護三要素為時間、屏蔽、距離。
- 17. 輻射示警標誌是底為黃色，三葉形為紫紅色。
- 18. 國內報章雜誌報導「核廢料」放置處指的是低放射性廢棄物。
- 19. 若核電廠發生意外，會警報和巡邏車廣播通知民眾。
- 20. 如有核子事故時，事故警報為響一秒，停一秒，重覆 90 次，合計 180 秒。

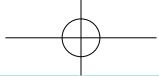
簡答題

1. 什麼是西弗？

答：輻射劑量單位，因為西弗是非常大的單位，人體能接受輻射量劑遠低於此。因此通常使用毫西弗 (mSv) 與微西弗 (μ Sv)。

2. 什麼是體外輻射？

答：指由體外照射於人體的輻射。



3. 什麼是體外曝露防護三原則？

答：時間、距離、屏蔽是體外曝露防護三原則。接受曝露的時間要儘可能縮短；要遠離射源；利用鉛板、鋼板或水泥牆來擋住或減低輻射。

4. 什麼是放射性物質侵入體內的途徑？

答：放射性物質侵入體內的途徑有飲食、呼吸、皮膚吸收及傷口侵入。

5. 受到輕微的輻射污染如何處理？

答：外部接觸到輻射污染物質，清洗並消毒外部皮膚。若衣服可能被污染，應馬上替換，並將汗衣放置於密封塑膠袋，儘快用肥皂和溫水徹底淋浴。

6. 什麼是放射性落塵？

答：核子試爆或原子彈爆炸時，核分裂產生許多分裂產物大量散逸，叫做放射性落塵；核能電廠發生意外事故又無安全屏蔽時，也會產生。

7. 如何偵測到是放射性落塵？

答：放射性落塵中含有許多放射性物質，剛逸出時就易偵測到的是碘 -131、銫 -137 等，因揮發性較強很容易跑出；其次逸散出來的是銻 -89、銻 -90 等。

8. 如何得知臺灣是否受到日本輻射影響？

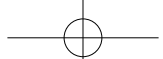
答：原能會環境輻射監測網路系統 24 小時全天候監測，每五分鐘更新監測數據一次，可在原能會全球資訊網查詢 (<http://www.aec.gov.tw/www/gammadetect.php>)。

9. 如何避免受輻射污染？

答：儘量待在室內，關閉門窗及空調。減少外出，戴帽子雨傘，戴口罩都是可以減少輻射劑量污染。

10. 從日本回國是否需要接受輻射污染檢測？

答：原能會已經在松山、桃園、小港等國際機場，設置輻射偵測器，檢測民眾是否遭到輻射污染。

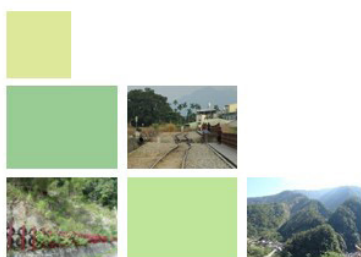


教材簡報

縣市防災師資培育教材- 基礎課程6-3



人為災害及其防救-核災



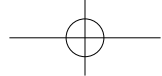
教育部資訊及科技教育司(環境及防災教育科)
撰稿：臺北市立大學 古建國 副教授

大綱



- 1 認識輻射
- 2 輻射應用
- 3 原子結構與放射性物質
- 4 核能發電
- 5 核子事故與防護





認識輻射



- 1895年德國科學家倫琴 (Roentgen)，在實驗室發現了X射線 (X光)
- 1896年法國貝克勒爾 (Becquerel) 發現具有穿透性的射線，現在輻射活度單位「貝克」就是紀念他的貢獻。
- 1898年法國科學家居里夫人 (Curie) 自瀝青鈾礦中發現鈾 (Po) 及鐳 (Ra)。而「放射性」(radioactivity) 這個名詞就是居里夫人所創的。

年代 (年)	貢獻	年代 (年)	貢獻
1895	倫琴發現X rays	1900	韋拉特發現加馬 (γ) 射線
1896	貝克勒爾發現放射性	1905	愛因斯坦發表相對論
1897	湯姆森發現電子	1911	原子模型建立
1898	居里夫婦發現天然放射性元素鈾和鐳	1932	查兌克發現中子 (原子核構造)
1899	拉塞福發現阿伐 (α) 與貝他 (β) 粒子	1934	人工放射性物質

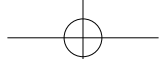


3

- 輻射示警標誌為黃底加上紫紅色的三個葉片，中央的小圓表示輻射源，三葉片表示射線。
- 任何有輻射的場所 (如醫院、工廠、研究室等) 或會產生輻射的儀器設備，都必須張貼輻射示警標誌，提醒大家所處環境有輻射的存在並注意自身的安全。



4



一、輻射種類



- **輻射**看不見、聞不到、摸不到，它就像光和熱一樣，**是一種能量**，普遍存在於宇宙中。我們依據**能量高低**分成游離輻射及非游離輻射。
- **游離輻射**使物質發生**游離現象**，例如：X射線、 α 粒子、 β 粒子、 γ 射線等，**能量比較高**。
- **非游離輻射**無法使物質發生**游離現象**，例如：紫外線、紅外線、微波、無線電波、雷達波等，**能量比較低**。

種類		名稱
能量	游離輻射	X射線、阿伐粒子(α 粒子)、貝他粒子(β 粒子)、加馬射線(γ 射線)
	非游離輻射	紫外線、紅外線、微波、無線電波、雷達波
來源	天然輻射	宇宙射線、地表射線、空氣中的氡、人體體內的輻射
	人造輻射	醫療設施、核爆落塵、煙霧偵測器



5

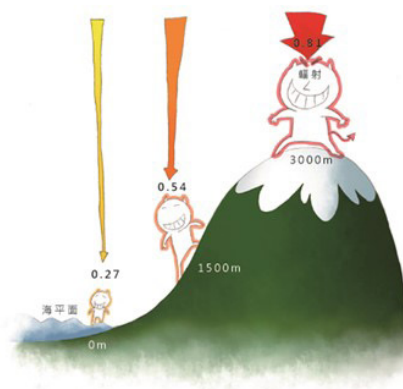
(一) 天然輻射



6

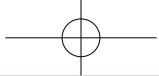


1. 宇宙射線：一般來說，高緯度地區的宇宙射線強度高於低緯度地區，高海拔地區高於低海拔地區。



宇宙射線因為來自太空，所以隨高度而增強，每升高1500-2000公尺，宇宙射線的強度約增加一倍。





臺灣地區海平面的劑量率約為0.04-0.08微西弗/時，嘉義觸口海拔238公尺，測得劑量率為0.096微西弗/時，沿著阿里山公路前進，往上到高度2,631公尺之塔塔加遊客中心，其劑量率為0.137微西弗/時。

顯示天然背景輻射隨著高度的增加而增加



9

搭乘飛機旅行的人，受到宇宙射線劑量是多少？



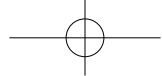
宇宙射線是天然背景輻射的主要成分之一，由於來自外太空，宇宙射線會受到大氣層的阻擋而減弱，所以愈接近地面，宇宙射線就愈小。對搭乘國際航線者而言，國際航線的飛行高度約是3萬5千英尺，一般而言，每增加2000公尺的高度，宇宙射線會增加一倍，飛行高度愈高及飛越南北二極之航線，所接受的宇宙射線會比較高些。以臺北往返美國西岸一趟為例，所接受的輻射劑量約0.09毫西弗，尚遠低於民眾之年劑量限值（每年1毫西弗）。

圖文資料來源：原能會

<http://www.iner.gov.tw/siteiner/wSite/ct?xItem=5518&ctNode=398&mp=INER>



10



2. 地表輻射：

來自地表的土壤和岩石所含有之天然放射性核種鈾、鈾、鉀及鈾系和鈾系元素衰變過程所產生的輻射。

- ▶ 地表的土壤及岩石含有天然放射性核種。
- ▶ 不同地區可能因地質型態之不同，而具有度不同的地表輻射劑量。



11

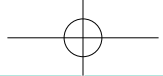
臺灣著名放射性礦石--北投石



- 1905年日本岡本要八郎，因意外引起底片曝光才被發現，北投溪中一種結晶物含有微量放射性元素鐳（Ra），故以產地命名為北投石。中研院前院長李遠哲博士1959年在國立清華大學原子科學研究所的碩士論文即為「北投石放射性研究」



12



3. 氡氣：氡氣是天然輻射的最大來源，主要為鈾系和釷系元素衰變過程中的產物，由於土壤及岩石都含有少量的鈾及釷，因此我們居住的環境亦不免有氡氣的存在。

▶ 地表土壤及岩石中都含有少量的鈾和釷，建材亦多為土壤和岩石之製品，氡氣因此長存於居住環境中，為天然輻射之最大來源。

▶ 密閉坑道、通風不良之居處環境，易造成氡氣濃度之累積。富含鈾或釷礦床之地區，氡氣濃度也較高。

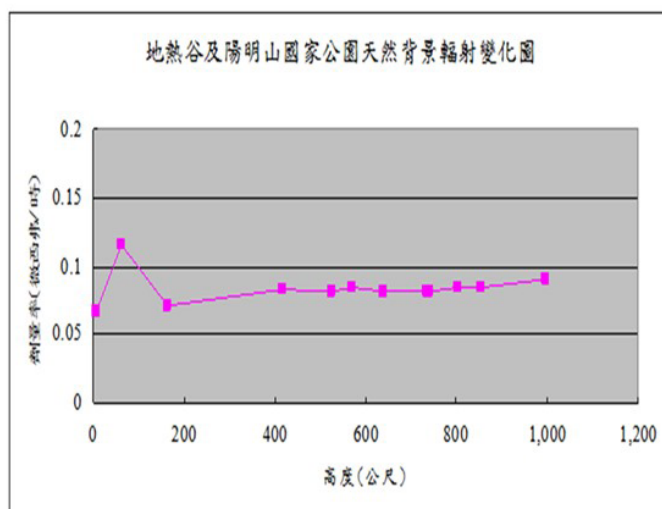


13

溫泉輻射的來源—鐳與氡氣



- 溫泉含有微量放射性鐳及氡氣，造成溫泉露頭處的輻射劑量較一般地區略高，陽明山國家公園有特殊的火山、地熱活動及景觀，因此像在北投地熱谷溫泉區可以量到較高之天然背景輻射(0.102微西弗/時)。



圖表資料：原能會
www.aec.gov.tw/webpage/service/other/files/book_22.pdf



14



4. 人體體內輻射：來自呼吸、飲食進入人體，及人體體內自然存在的放射性核種。人體體重約含0.2%的鉀。人類的食物來源中，有魚、蔬果、牛奶、肉類和五穀，或多或少含有鉀40。

來源		全球平均
體外 輻射	宇宙輻射 地表及建物	0.39
	小計	0.87
	氦等 鉀-40等	1.26
體內 輻射	小計	0.29
	合計	1.55
合計		2.42

圖表資料：UNSCEAR



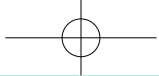
15

臺灣地區每人每年接受天然背景輻射劑量

根據原能會輻射偵測中心的調查，臺灣地區每人每年接受天然背景輻射劑量約**1.62毫西弗**，較全球的平均值**2.4毫西弗**略低。世界上有些地區的天然輻射劑量甚高，例如印度的喀拉拉邦地區，年平均劑量為5至15毫西弗。但2009發表的一份報告中指出，當地癌症的發生率並未特別高。



16



(二)人為輻射

- 行政院原子能委員會輻射偵測中心負責偵測及分析，生活環境中放射性落塵及食品、飲水中放射性含量分佈情形。
- 放射性落塵的偵測遍及全臺還包括離島地區。
- 食品的偵測則以民生消費產品及海魚、藻類等海產物；飲水的偵測以自來水廠水與市售礦泉水，進行抽樣調查。
- 進口嬰兒食品、國內外磁磚、網購食品亦有定期偵測，確保我們生活環境的安全。



17

(三)輻射偵測儀

手提式快速核種偵測分析儀
(Ident FINDER2)

X射線加馬射線輻射劑量測量儀 (AT1121)



18



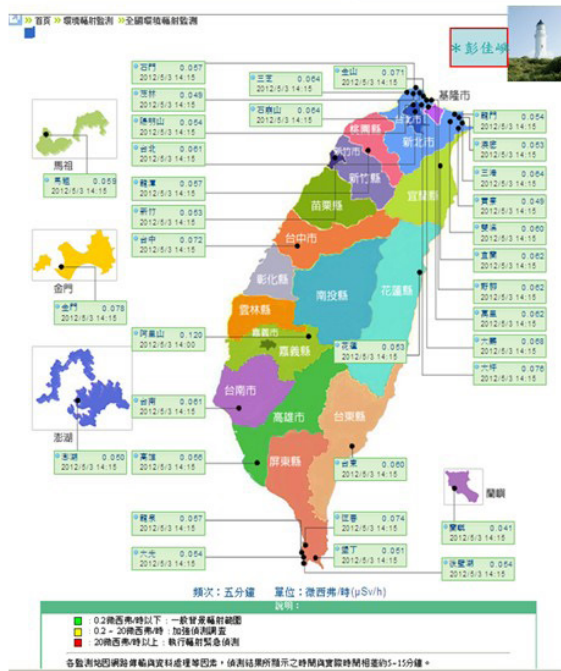
環境監測儀

1989年建置完成環境輻射自動監測系統，其主要係由資訊監控中心和設置於全臺各輻射監測站所建構而成。2003年以後利用電腦網路觀念連接所有輻射監測站，建構完成一幅安預警自動監測網。

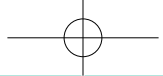


圖文資料來源：原能會<http://www.trmc.aec.gov.tw/utf8/big5/>

臺灣45個環境輻射監測站



自2013年10月31日起於全臺各地建置完成45個環境輻射監測站。



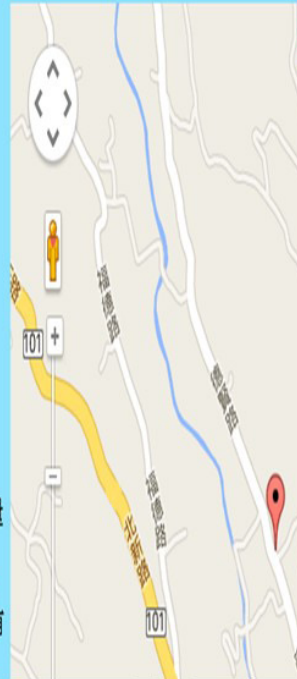
三芝監測站(50)

本監測站全天候二十四小時運作，量測結果透過電信網路傳送至原子能委員會輻射偵測中心。

所在地：新北市三芝區八連溪附近（三芝鄉共榮社區）

輻射偵檢器（INER ERM-CB蓋革管計數器）

1. 測量輻射：γ（加馬）射線。
2. 測量範圍：50 keV to 3 MeV。
3. 監測範圍：5 nSv/h to 1 mSv/h。
4. 能依性：±15%。
5. 每年定期進行儀器校正。



輻射小知識—輻射量測怎麼做

本中心進行輻射量測採樣地面1公尺處當偵測點高度為全球輻射專家所採納，原因是1公尺處約為人體重要器官所在之高度，測得的劑量率可以作為人體劑量評估的依據。

本中心大多數的當地監測站即依前述原則，進行環境輻射監測工作。但是，監測站的設置仍需考量地理形勢、是否容易取得通訊和電源、方便於後續維護等因素，少數的監測站（例如野柳、陽明山、頭城等站）位於建築物頂、高山或海邊。常年連續監測的結果，若有突增的情形就是一重要警訊，對核子事故的發生具有預警的效果，可以作為緊急應變民眾防護決策的參考。

圖文資料來源：原能會<http://www.trmc.aec.gov.tw>

21



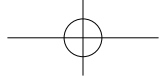
機動式環境輻射自動監測器

利用衛星定位及3G行動網路，結合輕巧型輻射監測模組。倘若核子事故發生時，針對事故核電廠下風向地區與民眾居住村里或收容場所，輔以快速有效地建置機動式環境輻射監測站，所測得各項數據與位置資訊，利用無線網路傳輸至輻射偵測中心伺服器。



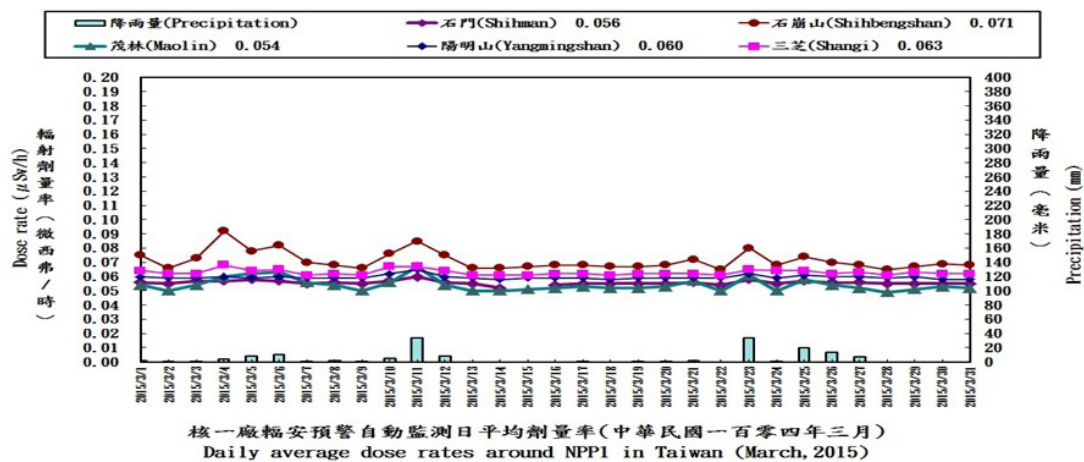
圖文資料來源：原能會<http://www.trmc.aec.gov.tw/utf8/big5/>

22



行政院原子能委員會輻射偵測中心

行政院原子能委員會於民國六十三年二月奉准設置臺灣輻射偵測工作站，執行國內有關環境輻射偵測業務，以維護國民之輻射安全，並於同年九月即正式接辦全國放射性落塵偵測作業。

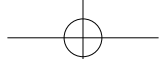


二、常用的輻射單位



- 活度：指一定量之放射性核種在某一時間內發生之自發衰變數目，其單位為貝克，每秒自發衰變一次為一貝克。
- 輻射劑量：不同種類的輻射，照射人體時造會成組織或器官不同的程度影響，單位為「西弗」(Sv)。因為西弗是非常大的單位，人體能接受輻射量劑遠低於此。因此通常使用毫西弗(mSv)與微西弗(μSv)。





二、常用的輻射單位



- 輻射單位換算：
- 1西弗(Sv)=1000毫西弗(mSv)
=1,000,000微西弗(μ Sv)
- 1毫西弗(mSv)=1000微西弗(μ Sv)

單位名稱	單位	符號	描述
活度 (Activity)	貝克	Bq	每秒自發衰變一次為一貝克
劑量 (Dose)	西弗	Sv	照1張胸部X光片約為0.02毫西弗

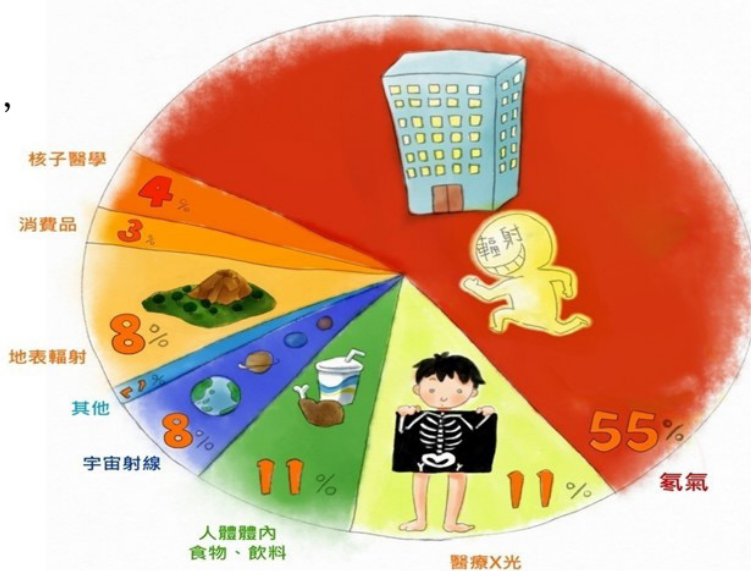


25

三、不同的輻射劑量對人體的反應



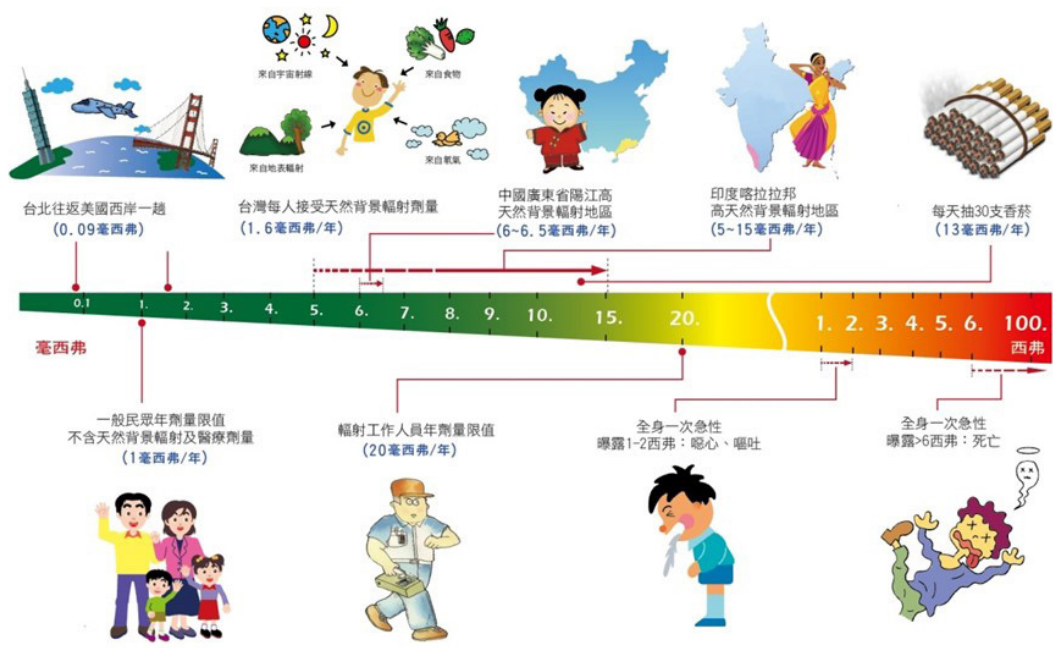
全球平均每
人每年接受的輻
射劑量約3毫西弗，
其中2.4毫西弗來
自天然輻射，約
佔80%；0.6毫西
弗來自人造輻射，
約佔20%。



26



一般游離輻射劑量比較圖

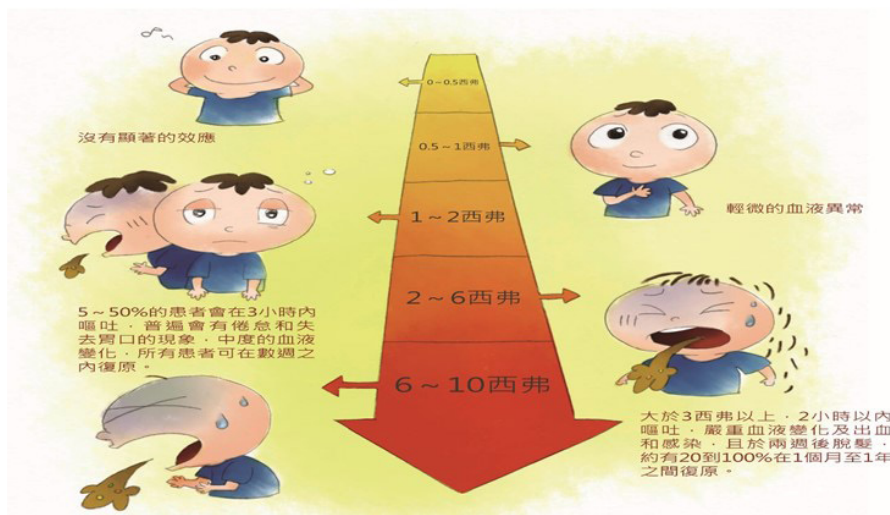


註：1 西弗 = 1000毫西弗

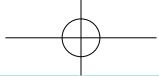
人體對不同輻射劑量的反應



短時間內一次接受輻射劑量造成人體反應(或症狀)



圖文資料來源：原能會<http://www.trmc.aec.gov.tw>



輻射應用



一、考古學研究

目前常見檢測方法如下：

(一)「碳-14定年法」

- 植物進行的光合作用吸入含有碳-14的二氧化碳，當植物或動物死後，體內便會停止吸取含碳-14的二氧化碳，此時碳-14的量會隨時間而減少，透過測量古代有機體的碳-14含量，我們便可以概估生物死亡的年份。

(二)「熱釋光定年法」

- 「熱釋光定年法」常被用作判斷陶器的年代，熱釋光的強度和受輻射時間成正比，所以發出的熱釋光越強，表示年代就越遠。(黃士強，1979)



29

二、核能發電

- 在多層圍阻體內，利用鈾燃料在反應爐內透過中子進行核分裂連鎖反應，此熱能將高壓的循環冷卻水加熱形成蒸氣，藉由蒸氣的力量來推動汽輪機，帶動發電機發電，但是核反應過程中會產生游離輻射，即阿伐粒子 (α 粒子)、貝他粒子 (β 粒子)、加馬射線 (γ 射線)，這些粒子若外洩會造成人與環境傷害。



30



三、材料改良

- 材料經輻射照射後會造成物理性改變，例如合成的高分子材料如塑膠或化學纖維等，經輻射線照射處理後耐熱度增加或機械強度增強。



31



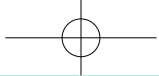
四、檢測

- 利用輻射良好穿透性可以進行內部結構瑕疵進行非破壞性檢測，例如橋梁檢查、鋼鐵厚度測定與貯存槽容量判定。目前造船業、鋼鐵業或機械業等已普遍採用此項技術來檢測電焊的瑕疵、鋁材電鍍薄膜的厚度控制或是輪胎內部鋼絲的分布等。另一個常見例子是出國經過海關的時候，利用X光機檢查行李。

機場X光行李檢查儀



32



五、農業用途

利用鈷-60加馬射線照射處理食品可以延長食物鮮度、方便儲存和運輸。

- 目前處理方式分為下列五項：抑制發芽、殺蟲照射、延長貯存期限、消毒照射、滅菌照射。
- 經照射的食品包裝上會標示輻射照射處理標章，供大家辨識。
- 食品的輻射照射在1968年得到國際原子能總署（IAEA）、國際糧農組織（FAO）及世界衛生組織（WHO）認同其安全性。



食品輻射照射處理標章



33

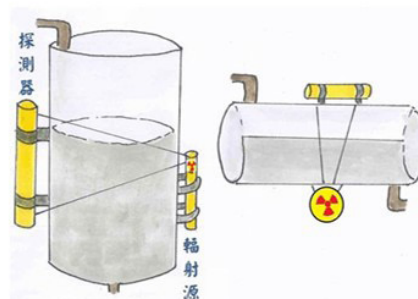


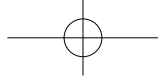
六、食品處理

- 檢查製造的產品是否有裂痕、缺陷或焊接品質等最佳方式，它是利用具有游離輻射能力的射線（如X光或 γ 射線），穿透物品後使底片成相，檢查出有問題的產品。例如：測物品厚度、密度及液面高度。
- 工廠塔槽的液位控制：只要用 γ 射線照射產品，透過探測器的訊號，即可檢測高度。



液位計Cs-137





七、醫療應用

- 放射診斷
- 放射治療
- 核子醫學



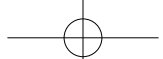
35

八、科學研究

- 2012年登陸火星的好奇號，本身除用鈾238作為熱能供應來源，亦配備有X光分析鑑定儀用於分析火星上採集岩石樣本的元素成分，另還配有輻射偵測儀，用於測量火星上環境輻射值。
- 考古學--X光檢查
- 輻射具有快速、非接觸及非破壞性的好處。利用輻射照射可滅菌、除蟲、防霉以確保古物保存，也可製造適當老化材料供給古物修補用。透過輻射透視照相可不破壞古物本身就可檢視其內部，提供古物更多的資訊，供古物專家鑑定其為真品的重要佐證。



36



原子結構與放射線物質



一、原子結構

- 所有的物質，都是由各種原子所組成，1897年約瑟夫·湯姆森 (Sir Joseph John Thomson) 突破性地從陰極射線中，發現了電子的存在，原子可以分割。
- 1909年，在歐尼斯特·拉塞福 (Ernest Rutherford) 的指導團隊用阿伐粒子射撞擊於只有幾個原子厚度的金箔紙，發現大部份都射過去，只有少部分被反射到其他地方，而奠定原子核帶正電。拉塞福對原子核實驗加上道耳吞原子說，奠定我們對原子的結構的認識。



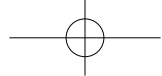
37

二、同位素

- 不同數量質子形成不同元素，所以相同元素，其質子數也相同，而相同元素中子數可以不同(即質量數相同，中子數不同)，稱為同位素。

氫	^1H	氕
	^2H	氘
	^3H	氚
碳	^{12}C	碳-12
	^{13}C	碳-13
	^{14}C	碳-14
氧	^{16}O	氧-16
	^{17}O	氧-17
	^{18}O	氧-18

38



三、放射性物質

放射性物質具有以下四種特性：

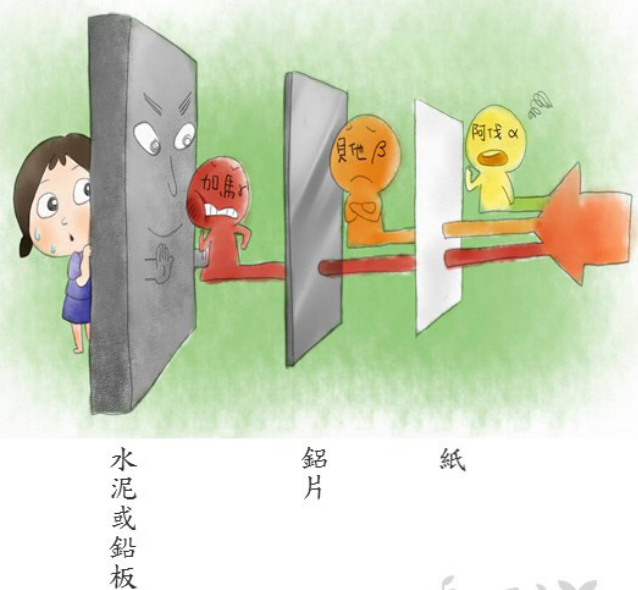
- (一) 放射性蛻變屬於自發性的反應，不需外力就能釋放輻射。
- (二) 輻射受電磁場影響：部分輻射帶有電荷例如阿爾伐粒子（ α 粒子）、貝他粒子（ β 粒子），所以行進時會受電磁場影響而偏轉，部分輻射，例如 γ 射線因不帶電荷，行進方向就不會受電場影響。
- (三) 輻射強度隨時間的增加而遞減，我們定義輻射強度每減少一半所需要的時間為半衰期。



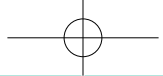
39



(四) 不同的輻射有不同的穿透能力：因為輻射能量不同，能量高的穿透能力強，例如 γ 或 X 射線，需要適當厚度的混凝土或鉛板才能有效地阻擋，有些輻射能量較低，例如 α 射線，一張紙就可以全部把它擋住。



40



四、放射線同位素及半衰期

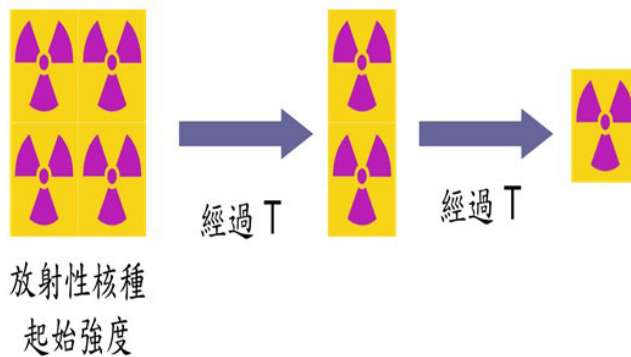
- 放射性元素為天然放射性元素和人工放射性元素。天然放射性元素即在自然界中存在的元素，在元素週期表中原子序數大於83的重元素，例如：Po、At、Rn、Fr、Ra、Ac、Th、Pa和U等。除U和Th在自然界仍然存在外，其餘7個成員都是 ^{238}U 、 ^{235}U 、 ^{232}Th 為母體所衰變後元素。
- 人工放射性元素來自於人為核反應所合成的元素，例如Tc、Pm和原子序數大於93的元素。在週期表中，鈾以後的元素稱為超鈾元素，原子序數89~103的15種元素，稱為錒系元素。



41



放射性物質	半衰期 (T)
氦-222	3.8天
銫-137	30年
碘-131	8天
鈷-60	5年
鈾-235	7億年
鐳-239	24,400年
碳-14	5730年
鉀-40	13億年



42



核能發電

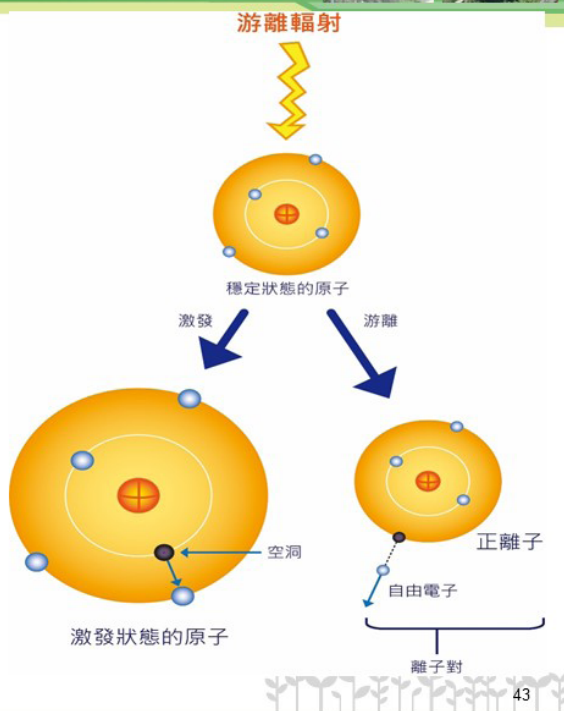


• 游離(ionization)

電子，自輻射獲得的能量，大於原子核對它的束縛能量以後，電子就會離開原子而射出，變成一帶正電和一帶負電的離子對(ion pair)，這種作用稱為游離。

• 激發 (excitation)

假如電子自輻射所獲得的能量，不足以使電子離開原子核的束縛，只能使電子在原位置振動或離開原位置跳到較高的能階上去，這種作用稱為激發。



43

鈾同位素

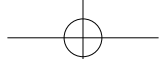


- 鈾的原子序為92，代表原子核內含有92個質子，原子核外有92個電子，但是鈾具有兩種同位素：
- 「鈾-235」的原子核內含有92個質子與143個中子(92+143=235)、
- 「鈾-238」的原子核內含有92個質子與146個中子(92+146=238)。

- 氫的原子序為1，代表原子核內含有1個質子，原子核外有1個電子，但是氫具有三種同位素：
- 「氫-1」的原子核內含有1個質子與0個中子(1+0=1)、
- 「氫-2」的原子核內含有1個質子與1個中子(1+1=2)、
- 「氫-3」的原子核內含有1個質子與2個中子(1+2=3)。



44



核能~核分裂



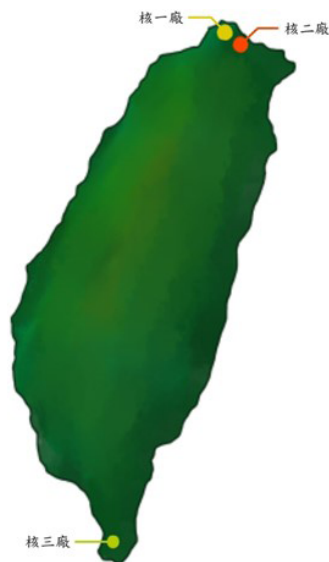
• 原理：

1939年，柏林兩位科學家奧廷二哈墨(OttoHahn)和奎斯·邁納(LiseMeither)發現以中子撞擊鈾-235的原子核，鈾-235分裂成數個質量較小的原子

• 連鎖反應：

一個中子撞擊鈾-235的原子核→產生2到3個新的中子→新的中子又去撞擊其他鈾-235的原子核

• 應用：核能發電



45

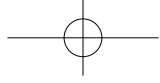
臺灣核能電廠



廠別	核能一廠	核能二廠	核能三廠	核能四廠
位置	新北市石門鄉	新北市萬里鄉	屏東縣恆春鎮	新北市貢寮鄉
商業運轉日期	一號發電機組 67年12月 二號發電機組 68年7月	一號發電機組 70年12月 二號發電機組 72年03月	一號發電機組 73年7月 二號發電機組 74年5月	104年1月29 日停工封存
裝置容量	636千瓩*2	985千瓩*2	951千瓩*2	
反應器類型	輕水式反應器 (沸水式)	輕水式反應器 (沸水式)	輕水式反應器 (壓水式)	輕水式反應器 (進步型沸水式)



46

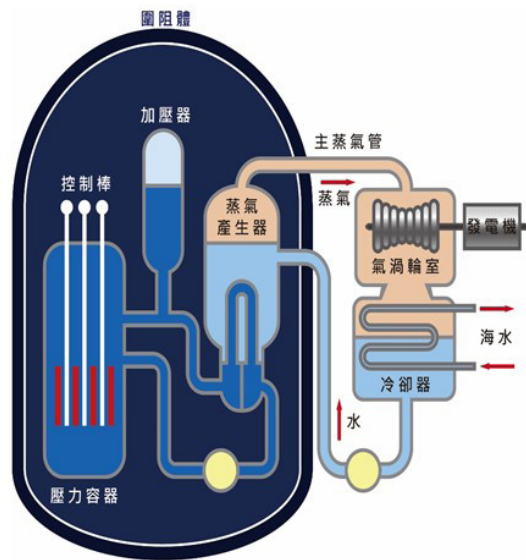


反應器種類



核分裂時能釋放出多少能量是依據1905年愛因斯坦所提出的理論 $E=mc^2$ 計算。

質量轉換產生的能量是非常巨大的，若以1公克的質量轉化所釋放的能量相當於16萬公噸黃色炸藥的爆炸威力或約可讓100瓦的燈泡點三萬年。

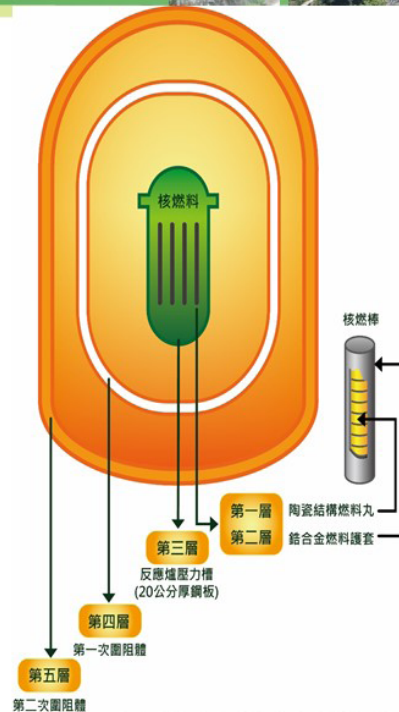


47

核能電廠多重圍阻



- 1. 最內一層為**燃料丸**（即二氧化鈾），燃料丸本身是第一層屏障。
- 2. 第二層：燃料丸外層是**鋳合金燃料護套**，能將小部分自燃料丸逸散出來的分裂產物留在燃料棒的套管內。
- 3. 第三層：**反應器壓力槽及冷卻水系統**，若放射性產物因燃料護套損壞，由燃料護套逸散出來，仍被包容於不鏽鋼反應爐壓力槽。
- 4. 第四層、第五層防護：均為**圍阻體**。內、外圍阻體均由預力鋼筋混凝土構成，可以承受一定的壓力，是為分裂產物的最後一道屏障。





放射性廢棄物處理



一、低放射性廢棄物：包括：

- 核能電廠在維護及運轉過程中產生受放射性物質污染的廢樹脂、廢液殘渣、防護衣物、手套、工具及廢棄零組件、設備等物質。
- 國內醫療院所、農業、工業及學術研究單位使用放射性同位素過程中，所產生的放射性廢棄物與不再使用之廢棄放射源。

二、高放射性廢棄物：指核能電廠的用過的核子燃料棒。以水池冷卻、乾式貯存、最終處置3階段方式，但同時保留再處理與尋求國際合作（境外）處置機會。



49

核子事故與防護



• 核子事故

指子反應器設施(即一般人所稱的核能電廠)發生緊急事故，且核子反應器設施內部的應變組織無法迅速排除事故成因及防止災害之擴大，而導致放射性物質外釋或有外釋之虞，足以引起輻射危害之事故。



50



一、核安演練



(一)核安演習

- 核能電廠內每年定期舉行演習及舉辦核安演習，演練緊急應變及動員配合的能力，原能會到場督導，協助各應變中心實施演習。核電廠周邊學校或社區及區域內機關學校，亦應進行核安演習，熟悉防護與避難措施。
- 當核子事故情況嚴重時，需要進行疏散，在福島核電廠事故之後，臺灣核電廠緊急應變區已由5公里擴大為8公里，政府於此區域內設有緊急疏散路線、集結點、收容所及需要發放碘片等措施。

(二)核安宣導溝通

- 平時即對民眾做核能教育宣導，使民眾了解核子事故防護行動的意義與作法。



51

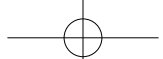
二、國內事故分類



事故類別	說明
緊急戒備事故	發生核子反應器設施安全狀況顯著劣化或有發生之虞，而尚不須執行核子事故民眾防護行動者。
廠區緊急事故	發生核子反應器設施安全功能重大失效或有發生之虞，而可能須執行核子事故民眾防護行動者。
全面緊急事故	發生核子反應器設施爐心嚴重惡化或熔損，並可能喪失圍阻體完整性或有發生之虞，而必須執行核子事故民眾防護行動者。



52



三、國際核子與輻射事件等級



等級	準則1	準則2	準則3
	廠外衝擊程度	廠內衝擊程度	安全防禦衰減程度
7級最嚴重意外事故	極大量放射性物質外釋：造成廣泛性民眾健康及環境影響		
6級嚴重意外事故	發生顯著放射性物質外釋：造成須全面施行區域性緊急計畫		
5級廠外意外事故	有限度之放射性物質外釋：造成須部份施行區域性緊急計畫	嚴重核心或放射性屏蔽毀損	

資料來源：INES

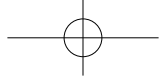
53

三、國際核子與輻射事件等級



等級	準則1	準則2	準則3
	廠外衝擊程度	廠內衝擊程度	安全防禦之衰減程度
4級廠區意外事故	輕微放射性物質外釋：造成民眾輻射曝露達規定限值程度	局部性核心或放射性屏蔽毀損之狀態或工作人員接受致命性曝露	
3級嚴重事件	極小量之放射性物質外釋：民眾輻射曝露尚未達規定限值之程度	發生嚴重污染或工作人員超曝露導致急性健康效應	接近發生事故狀態，喪失安全防禦功能程度
2級偶發事件		發生重大污染或工作人員超曝露	發生潛在安全影響之事件
1級異常警示			發生功能上之偏差
0級未達級數	無安全顧慮		

54



四、核子事故案例



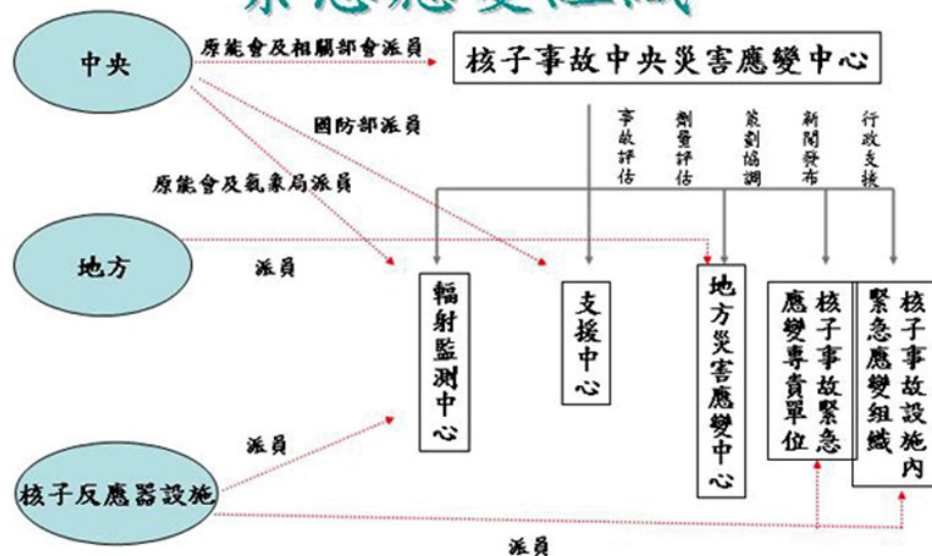
- **三哩島事故**
 - 1979年3月28日美國賓夕凡尼亞州哈里斯堡的三哩島（Three Mile Island）核能電廠2號機發生跳機，由於人員處理不當，以致發生輻射氣體外洩和反應爐爐心熔毀等嚴重事故。依「國際核能事件分級制度」（International Nuclear Event Scale, INES）三哩島核電廠事故評定為「第五級」核能事故。
- **車諾比事故**
 - 1986年4月25日前蘇聯烏克蘭省核電廠4號機，因實驗不當的措施與人為運轉錯誤而發生核子事故，「國際核能事件分級制度INES」評定為「第七級」，為歷史上最嚴重的核子事故。
- **福島事故**
 - 2011年3月11日在日本宮城縣東方外海發生規模矩震級9.0級地震，所引發海嘯，造成福島第一核電廠冷卻水無法運轉，而發生爐心熔毀、輻射外洩的災害。依「國際核能事件分級制度INES」評定為歷史上最嚴重的「第七級」核能事故。

55

五、核子事故緊急應變體系



緊急應變組織



圖文資料來源：原能會<http://www.trmc.aec.gov.tw>

56



(一)核子事故中央災害應變中心：

- 由原能會、國防部、內政部、經濟部、交通部、衛福部、行政院環境保護署、行政院海岸巡防署與國家通訊傳播委員會等組成，統整各單位緊急應變。

(二)核子事故輻射監測中心：

- 由原能會所屬機關及臺灣電力公司組成，隨時掌握輻射量即時資訊。

(三)核子事故地方災害應變中心：

- 由核能電廠所在地的地方政府成立，執行災害各項措施；支援中心由國防部成立，支援相關單位救災。



57

六、緊急應變計畫區

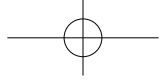


以電廠反應爐為中心，周圍半徑8公里的區域，優先執行民眾疏散之區域。

每年擇一電廠舉辦複合式核安演習，規劃防護行動並演練各項應變措施，以驗證災害防救的應變能力。



58



七、預警系統與民眾防護



核子事故民眾預警廣播系統，目前設置情況：

- 核一廠設置4個警報站
- 核二廠設置7個警報站
- 核三廠設置6個警報站
- 龍門電廠設置8個警報站



59

緊急應變計畫區—核能一廠



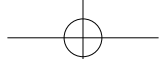
三芝鄉：
橫山村

石門鄉：
山溪村、茂林村、
草里村、乾華村、
富基村、石門村、
尖鹿村、老梅村

金山鄉：
永興村、西湖村、
三界村

圖文資料來源：原能會

60



緊急應變計畫區—核能二廠



萬里鄉：
大鵬村、中幅村、
北基村、炭腳村、
野柳村、萬里村、
龜吼村、磺潭村、
雙興村、

金山鄉：
豐漁村、三界村、
大同村、五湖村、
六股村、西湖村、
和平村、重和村、
清泉村、萬壽村、
磺港村、美田村、
金美村

圖文資料來源：原能會

緊急應變計畫區—核能三廠



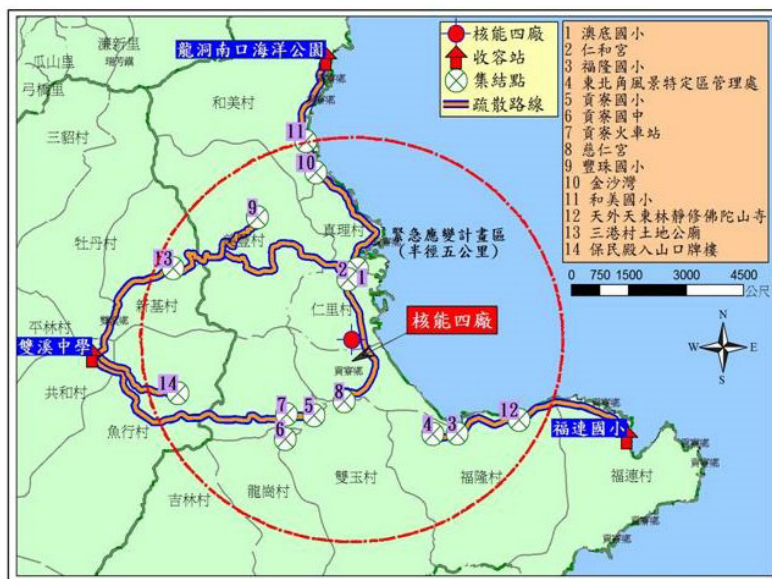
恆春鎮：
大光里、山海里、
山腳里、水泉里、
南灣里、城西里、
城南里、城北里、
德和里、墾丁里、
龍水里

滿州鄉：
永靖村

圖文資料來源：原能會



緊急應變計畫區—龍門電廠



貢寮鄉：

仁里村、吉林村、和美村、美豐村、真理村、貢寮村、福隆村、龍門村、龍岡村、雙玉村、福連村

雙溪鄉：

三港村、新基村、魚行村、

圖文資料來源：原能會

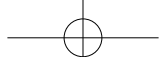


63

- 事故警報：響一秒，停一秒，重覆90次，時間為180秒。
- 以國語、臺語廣播各兩次：
- 「這是核能發電廠事故警報，請不要慌張，並依照政府機
- 關或電視、電臺播報的指示行動。」
- 解除警報：連續180秒長音。
- 以國語、臺語廣播各兩次：
- 「剛才是核能發電廠事故解除警報。」



64



八、核輻射防護



- 輻射防護
- 輻射對人體的影響取決於輻射強度、接受輻射時間長短、輻射種類等。雖然低劑量的輻射對人體沒有嚴重的傷害，在日常生活裡，最好還是盡量減少輻射的接觸。



65

• 體外輻射防護原則：

- (1)時間(time)：曝露在輻射環境的時間儘可能縮短。
- (2)屏蔽(shield)：用適當的屏蔽物質例如：鉛板、鋼板或水泥牆等，阻擋輻射。
- (3)距離(distance)：儘量遠離輻射源。

• 體內輻射防護原則：

- (1)吃入：避免放射性物質進入體內，所以禁止在可能有放射性污染的場所飲食。
- (2)吸入：空氣中有污染放射性物質的氣體或煙霧，即會吸入體內，工作時要穿戴適當的防護裝備。
- (3)外傷傷口侵入：放射性物質經由傷口侵入人體。
- (4)皮膚吸收：皮膚有毛孔，放射性物質可經由毛孔侵入人體。

66



碘片服用方法



(1) 成人：130mg(1錠)/每日。

40歲以上成人原則不建議服用。

(2) 3~12歲兒童：65mg(1/2錠)/每日。

(3) 3歲以下兒童：1/4錠/每日。

(4) **對碘有過敏的人、新生兒、孕婦應先詢問醫師後才可服用。**

• 政府統一下達碘片服用時機及發放範圍，請勿自行服用。



67

民眾防護

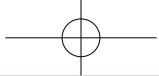


• 步驟一：如果您正在室內

		
關緊門、空調使用可循環性空調、關窗，不要再外出。	打開電視或收音機瞭解最新的狀況。	電話掛好，隨時接聽緊急通知。



68



• 步驟二：如果您正在室外

- 儘速離開事故地區或進入附近的建築物內。



69



• 步驟三：如果您正在車上

- 請立刻關上車窗、打開收音機收聽最新資訊的廣播，並儘速離開事故地區。



70



• 步驟四：如果您正在學校

- 迅速進入教室內，將教室的門窗關閉，並聽從老師的指示。



接獲疏散通知時



可自行
開車離開

接獲通知後到集結點或
可自行開車離開



防護站做輻射
污染偵測

可以到離住家最近的公車站牌
搭乘政府準備的車輛前往收容所



疏散通知

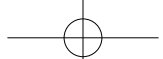


至集合點集合
等候疏散
有專車來接



若需協助
請放「我需要協助」指示牌

圖文資料來源：原能會



疏散集結點

三個電廠附近皆設有集結點，可參考「核安即時通」APP民眾防護資訊。

核能一廠：11個
核能二廠：19個
核能三廠：9個

疏散收容站

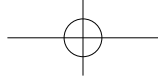
三個電廠附近皆設有收容站，可參考「核安即時通」APP民眾防護資訊。

圖文資料來源：原能會

73

學生疏散到接待學校





核子事故緊急醫療救護體系

- 衛生署已規劃建置三級制輻傷責任醫院
 - 一級(事故發生地點之現場急救):
 - 核電廠內醫務室及衛生所
 - 二級(事故鄰近醫院之緊急醫療):
 - 核一、二廠：馬偕淡水分院、基隆長庚醫院、署立基隆醫院、臺大金山醫院
 - 核三廠：恆春基督教醫院、屏東基督教醫院、署立屏東醫院、署立恆春旅遊醫院、安泰醫院、枋寮醫院、輔英醫院
 - 三級(特殊設施醫院之後送診療):
 - 核一、二廠：臺大醫院、馬偕醫院、林口長庚、臺北榮總、三總
 - 核三廠：高醫、高雄榮總、高雄長庚醫院



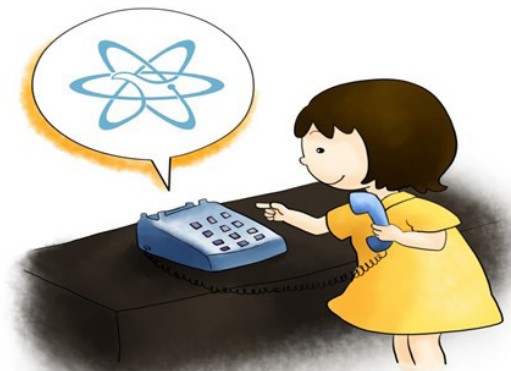
75

專業查詢



原子能委員會

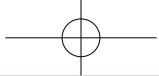
網站為<http://www.aec.gov.tw>



「核安即時通」手機App查詢



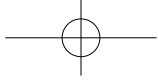
76



• 感謝聆聽

- 特別感謝提供相關資料：
- 照片：原能會
- 資料：林錦華老師
- 繪圖：劉心好





防災師資培育教材

基礎課程⑥ -3 地震災害及其防救

發行人：吳思華

主辦單位：教育部

承辦單位：臺北市立大學

編撰委員：古建國

審議委員：杜若婷、歐陽嶠暉

編輯小組：李蔡彥、劉文惠、邱仁杰、李心信、魏柏倫、劉彥廷、謝濬安、陳昱翰、張詠欣

美術編輯與插畫：陳昱融、徐蕙雯

出版單位：教育部

地址：臺北市中正區中山南路 5 號

電話：02-77129120

網址：www.edu.tw

印刷：健豪印刷事業股份有限公司

出版日期：中華民國 104 年 11 月出版

