

GE1712

# 能源核電與輻射

## 輻射與輻射防護

工程與系統科學系  
國立清華大學



輻射鋼筋惹禍？一男子生意不順與太太不合，獨居輻射屋內想不開

# 民生別墅受災戶 割腕 自殺獲救

【記者劉國棟／台北報導】一宗輻射屋自殺案，引起社會關注。一位受災戶因與太太不合，獨居輻射屋內，因生意不順，想不開，最後竟割腕自盡。幸而獲救，目前仍在醫院治療中。

這宗發生在「民生別墅」內的輻射屋自殺案，引起社會關注。據悉，該名受災戶因與太太不合，獨居輻射屋內，因生意不順，想不開，最後竟割腕自盡。幸而獲救，目前仍在醫院治療中。

12月11日  
自由時報

壹周刊

82年

8月24日

## 原委會無能 民生別墅受災戶健康亮紅燈

「屋危」在住仍戶16 染污筋鋼射輻內宜戶34  
命人官草戶住購欺嫌涉 府政擊抨題聯保環界醫

【本報訊】原能會對於民生別墅受災戶的健康狀況，近日亮起了紅燈。據悉，該別墅內有16戶仍居住在「危屋」中，而受輻射污染的房屋共有34戶。此外，還涉及欺騙購戶草率人命案，醫界環保團體紛紛抨擊政府。

民生別墅受災戶健康亮紅燈  
原能會無能 民生別墅受災戶健康亮紅燈  
原能會無能 民生別墅受災戶健康亮紅燈

民生別墅輻射源災戶  
今日日本返台  
是否能夠回國 輻射源測測有力證據 將成環保人士反核兇器

10月11日  
自由時報



# 桃園市出現輻射馬路

原委會證實至少有六、七條 街名尚不能公布

〔記者謝莉慧台北報導〕行政院原子能委員會官員今天證實，桃園市發現至少六、七條輻射馬路，其中有兩條丁字形道路，還有一條馬路長達兩公里，表面劑量大約都在一小時一點七微西弗左右，據悉，原能會早在今年九、十月間就發現上述情事，却一直不敢對外發佈，至今仍不願對外公佈輻射馬路，原能會官員說，要等各條輻射馬路的路況調查出來，才能討論。

原能會是於今年九月間在桃園市的玉山街及泰山街附近發現第一條輻射馬路，之後由輻射偵測車在桃園市大馬路繞圈，結果發現情況相當嚴重，輻射馬路至少有六、七條之多，其中新、舊路雜陳，令原能會大傷腦筋，不過，為免引起軒然大波，原能會決定先掩蓋事實，連輻射馬路的劑量偵測，核研所人員都被指示儘量小心，以防被外界知道曝光。

據原能會官員表示，以玉山街、泰山街為例，追查結果發現是砂子出了問題，而該道路的砂石採集係來自大漢溪，因此，外傳大漢溪被污染的事似乎不僅止於謠言，而可能是難以排除的事實。

圖 5.3：民國 83 年 12 月 19 日自立晚報新聞報導。

# 桃市輻射街 禍首是瀝青

## 所含天然核種劑量輕微 不會對人體造成傷害

【本報訊】造成桃園玉山街一帶居民極度恐慌的輻射街，行政院原子能委員會昨天證實「禍首」是來自柏油馬路上鋪設的瀝青，其中所含的核種均為鈾、鈷、鉀-40等天然核種，並非輻射鋼筋中所含的人工放射性核種鈷-60，和各種核子設施所產生的人工核種也不同，民眾不必過度驚慌。

原能會輻射防護處處長陳為立表示，一個人每天以四公里時速來回行經該路段一次，全年所接受的劑量為十二點五微西弗，是一般人年最高限制量五千微西弗的百分之零點二五，約等於台灣

地區每年自然輻射背值的一百五十分之一，相當於每年吸三枝香煙的致癌風險，對附近居民的健康影響相當輕微。

原能會上下對於這條突如其來的輻射街都大感頭痛不已，除了擔心可能必須對全國道路進行「輻射普查」之外，更擔憂一旦居民提出遷村、免費健檢的要求時會引起輿論支持而大幅增加工作壓力。此外，到底射源來自何方，也一直沒有定論。

昨天原能會發表核能研究所針對輻射街採樣所做的分析報告顯示，該路段共有七十六個點有輻射異常現象，離地面一公尺處的

空間劑量為每小時零點二二微西弗，劑量雖然很低，但是瀝青中含有比正常值為高的輻射劑量，卻值得原能會進一步追查真正成因。

陳為立昨天下午率領核研所等有關人員，參加由桃園縣政府及市公所主辦的輻射街說明會，除了向民眾解說不會因為住在附近而受到任何輻射傷害之外，原能會原則上建議不必採取任何改善措施；陳為立強調，外傳四至六微西弗的輻射劑量會導致百分之五十的致死率是錯誤的說法，會造成上述致死率的劑量正確數據應該是四至六西弗，兩者相差一百萬倍（十的六次方），該路段不會對人體造成任何傷害。

圖 5.4：民國 83 年 9 月 15 日民生報新聞報導。



# 中和日新國宅 37 戶輻射劑量過高

## 中和日新國宅 首日測出

### 原能會表示：汙染程度太高 應該緊急疏散

## 日新托兒所兒童家長考慮轉校 北縣另有五處國宅將一一偵測

【記者李忠義、鄭念琪／報導】行政院原子能委員會昨天赴台北縣中和日新國宅偵測住屋輻射劑量，經過六組人員一天檢測，在一百零五家住戶中，測出有三十七戶遭到輻射鋼筋汙染，其中最高輻射值超過八十微西弗，由於汙染程度過高，原能會呼籲居民緊急疏散。同時該國宅地下室有一所日新托兒所，測量人員雖未發現任何異常，但不少家長擔心幼童安全，已考慮轉校。

原能會表示，一般正常背景值輻射劑量是零點一到零點四微西弗，日新國宅是近來少見的高劑量，但是否確定遭到汙染，還必須進一步的檢驗證明，約一個星期後，正式報告才會出來；日新國宅共有三百零九戶，原能會今天將繼續進行偵測工作。

據了解，日新國宅於民國七十二興建，是輻射鋼筋住屋興建的高危險年代值得注意的，台北縣政府在同一時期還興建了五處國宅，也有可能遭到輻射鋼筋汙染，分別是中和一江及飛駝國宅、板橋仁教及仁愛國宅、林口國宅，共約有住戶二千多戶，原能會決定一一前往偵測調查。

此外，由於七十一年動工、七十四年完工的日新國宅並不在原能會重點普查名單內，原能會一再對外宣稱「只有七十一至七十三年完工建築物才是輻射屋高危險群」說法出現漏洞，原能會輻射鋼筋事件處理委員會將在下週一召開指導小組會議，討論

是否繼續擴大輻射屋普查及加強偵測範圍，以消除死角。

原能會輻射鋼筋小組組長陳立彬指出，昨天測出有三十七戶遭受汙染，並非每戶都是受輻射鋼筋影響，例如有的三樓是第四、五樓高質量輻射鋼筋照射到，有的甚至是被另一棟建築物輻射線所照射，實際屋內有輻射鋼筋的只有二十多戶。

然日新國宅地下室の日新托兒所未發現任何輻射異常，但官員指出，據上輻射強度極高，甚至可以穿透鐵板水泥樓層，對幼兒健康仍可能造成不良影響，仍須注意。

台北縣長尤清昨天表示，縣府絕對負責為住戶進行免費健檢，也會追究失察單位責任，如汙染戶拆除重建，縣府受限於經費，只能積極向省及中央爭取經費，由於拆除重建需時三至五年，這段期間也無法補助住戶租金費用。

原能會表示，此次日新國宅輻射鋼筋源和台北市民生別墅的汙染源出自同一煉鋼爐，因此劑量雖高，仍比不上新莊瓊林路、基隆市復興國宅及台北市中山北路得意人生 KTV 等輻射屋劑量，也非新發現的輻射源。

台北縣議員鍾小平表示，根據他調查，日新國宅原本的承建商因中途倒閉，蓋完二樓後，轉手由其他建商接手興建，可能接手的建商引進不同來源鋼筋，而造成疑似輻射汙染情形。

圖 5.2：民國 85 年 10 月 2 日民生報新聞報導。

# 射輻明不出測 娃娃信阿日製

定鑑會委原至送快「信阿」有家 倍百一至〇五值然自於高量劑面表

【記者陳如煥台北報導】行政院原子能委員會輻射鋼筋調查小組日前到台北縣板橋市仁愛國宅進行輻射偵檢時，竟意外發現來自日本的「阿信娃娃」有輻射異常反應。原委會除將行文日本文流協會要求提供這個「阿信」的生產地資料外，也將把「阿信」送至核研所進行核種鑑定，官員同時呼籲家有「阿信」的民衆，儘速與原委會聯絡，以免接受到不必要的輻射。

官員指出，輻射偵測小組日前到台北縣仁愛國宅進行輻射偵檢，結果在某一民衆家中發現有異常輻射反應。偵測人員原先懷疑牆壁有輻射鋼筋，仔細偵測卻毫無反應，最後才發現是在書櫃上的阿信娃娃散發出放射線。

官員指出，「阿信」測得的表面劑量率達每小時十微西弗，約為自然背景值每小時零點一到零點二微西弗的五十倍至一百倍。初步鑑定並不是鈷六十核種。據推測，有可能是鑄鐵本身含有核種，或是塗料含有天然鈾，將進一步進行核種鑑定。

官員指出，他們原來不知道有放射性物質的娃娃是日本有名連續劇「阿信」的化身。經向屋主探詢，才知道「阿信」是屋主的日本朋友到台灣旅遊送給他的禮物。屋主在知道阿信有「輻」後，趕忙要求原委會人員將她帶走。

官員表示，家有「阿信」娃娃的民衆，可以將她們帶到原委會進行鑑定。爲了解台灣到底有多少「輻射阿信」，原委會也希望有這類娃娃的民衆或有陳列販售的禮品業者儘速和原委會聯絡。

圖 5.5：民國 85 年 11 月 30 日中國時報新聞報導。



# 日本進口輻射玩具擺飾 是二宮 非阿信 商檢局：應從源頭禁絕

【記者盧鴻毅／報導】外傳日本進口含有輻射的「阿信娃娃」至我國，經濟部商品檢驗局初步瞭解，該產品並非是「阿信娃娃」，而是擺飾用的二宮鑄鐵塑像。商檢局表示，這類產品如有輻射汙染，應從源頭禁絕，讓產品無法進口，才是解決之道。

商檢局官員表示，二宮是日本勤學的模範，日本業者生產二宮的鑄像供消費者擺飾。只要是十四歲以下小孩使用的玩具，都要列入檢驗，但擺飾品並未涉及「危險性」、「安全衛生」等問題，所以商檢局未將其列入檢驗項目。

官員推測，如果業者進口的二宮鑄鐵塑像有輻射汙染之虞，可能原因是其材料受到汙染，但行政院原子能委員會已就商品訂定

一套表面輻射劑量標準，中央標準局及商品檢驗局實在沒有必要再就這種偶發事件特地訂定一套國際標準及檢驗措施。

標準局舉例說，過去發生立可白摻有甲笨，但甲笨已是環境保護署規定禁止使用，標準局就不會因此將其列入國家標準中；此外，過去發生飼料奶粉事件，也屬偶發事件，標準局也不會就飼料奶粉訂立一套標準。

標準局官員表示，玩具標準主要針對耐燃性、毒物學上要求、結構上要求、化學或相關科學實驗等制定，因為這些都涉及玩具的安全性等問題。如果政府又要針對一些偶發事件，就玩具標準再進行修訂，不僅做費周章，業者也會反彈。

圖 5.6：民國 85 年 12 月 3 日民生報新聞報導。



# 學生集體罹癌疑雲 家長不滿

輻射鋼筋肇禍？ 質疑土城中正國中卸責 教局長：有人故意打擊校方

記者黃福其／板橋報導

土城市中正國中疑似學生集體罹患癌症一事，三名罹病學童家長、民代與校方、教育局官員上午座談，家長抨擊校方及家長會未深入調查，即在媒體否認，雙方一度因「字義」發生爭執。最後校方同意向教育局報告，請求補助經費讓全校學生健康檢查，及聘請民間業者檢測有無輻射鋼筋。不過教育局長鄧運林表示，此事純是「瞎掰」，根本沒必要作健康檢查或教室檢測。

縣議員盧嘉辰與土城市廣川醫院院長柯基生及中正國中古姓、蔡姓、呂姓學生家長，在縣府與中正國中校長傅朝華、

教育局督學溝通。雙方一開始即為媒體披露此事，而指責對方說法誇大或卸責。

家長坦承把北市中正國中兩名學生誤當為土城中正國中學生，當初才傳為五人，但也強調在一名去年畢業及兩名三年級學生都罹患癌症，校方不應粉飾太平，對外說只有一名學生罹患骨癌，且不關心此事。家長強調他們的目的只是想讓教育局、學校重視此事，徹底檢查學校環境，以免有學生再受害。

校方說明當初只表明在學學生只有一人患骨癌，並非故意粉飾太平，而學校也向原子能委員會申請檢測有無輻射鋼筋，

但原能會說輻射鋼筋出現在民國71至74年，中正國中是79年建校，根本不可能用輻射鋼筋，因此拒絕到校檢測。

雙方數度爭執，還扯上家長會與民代立場對立情事，不過最後學校同意向教育局建議，若上級同意補助經費將替學生健康檢查，及聘民間業者檢測有無輻射汙染。

不過教育局長鄧運林表示，五千多名學生中有一名畢業生、兩名學生罹患癌症，根本不能證明與學校環境有關，此事純是有人故意打擊校方，他不會同意替學生健康檢查、檢測教室。

圖 5.8：民國 86 年 1 月 26 日聯合晚報新聞報導。

與大研究生 對同學下毒

# 陳景文 警方破窗逮捕

他正在燒毀一些文件，承認僅兩次放毒，昨晚收押禁見。

【記者蔡政中、楊相福／台中報導】中興大學植物病理研究所學生曾春儀，因同學陳景文「下毒」疑案，台中地檢署檢察官徐錦祥昨天指揮台中市警方逮捕陳景文。警方到陳景文的住處時，他拒絕開門，僵持了兩個小時，警方動用雲梯車破窗而入，才將他逮捕。陳景文辯護律師，在警方偵訊時拒絕做答，筆跡也拒絕簽名。檢察官訊問後，以他有逃亡及毀滅證據之虞，諭令收押禁見。

警方說，與大研究生陳景文（廿五歲）涉嫌在同學曾春儀盥洗用品、衣物、飲料，及飲用水內放了磷化二三十多種化學藥品，使曾春儀去年起經常腹痛，身體異常，兩卅二為放射型化學物質，可能致癌。曾春儀就醫多時，最近才獲知被陳景文「下毒」。徐錦祥檢察官昨天下午差役搜素與，指揮警方到台中市昆明南路陳景文住處搜索。下午四時卅分警方到達時，陳景文正和呂姓女友在四樓房內，但

拒絕開門，警方叫門叫了兩個小時，最後只好請消防隊支援，兩輛雲梯車破窗而入。

官員進入房內時，房內燒毀燬，陳景文正在焚毀一些文件。警方取得部分殘件，並在現場搜到「興大編制線安全講習會」等書面資料廿九張，把陳景文帶回偵辦。

警方偵訊時，陳景文辯護律師，但態度極不合作，警方問他焚毀何物，他拒絕回答，也拒絕在案錄上簽名，警方拿他沒辦法。徐錦祥檢察官昨晚九時卅分到第三分局偵訊陳景文。

疑遭下毒的曾春儀也到第三分局。她說，陳景文告訴她，每次「下毒」都有紀錄，而且只兩人考上研究所後，陳景文前往意他的行蹤，包括他舉插花，和同學去玩，都被一一紀錄；這些紀錄他都已取得，轉交給檢察官。曾春儀說，她和陳景文大學是同班

同學，兩人感情很好，直到雙雙考上研究所才逐漸疏遠；他覺得陳景文應該不可能只是為了誤業競爭而向他下毒手，至於究竟是什麼原因，他也搞不清楚。

檢察官徐錦祥偵訊陳景文兩個小時，陳景文承認因為和曾春儀相處不睦，發生口角，他為了報復，曾經在曾春儀身上「放毒」，但只有兩次，而且是同一種化學物質，劑量很低，弊會造成傷害，但絕不會致命。

由於陳景文被捕前曾在住處燒毀一些不明文件，檢察官認為他有逃亡及毀滅證據的嫌疑，下令將他收押禁見。陳景文的呂姓女友為陳景文辯解說，曾春儀當年雙高，與大植科系同學都知道，陳景文不過下微量的化學物，次數也不多，是曾春儀大情轉化，把事情弄大了。

圖 5.7：民國 85 年 5 月 7 日聯合報新聞報導。



# 龍鳥擺 件事水氣大清

歉致方校向妻其 訴告銷撤木春林 事沒統統 測計射幅析分液尿

【記者李青霖、駱焜祺／新竹報導】國立清華大學技正林春木疑遭具放射性「氫水」陷害事件，清大原子科學技術發展中心昨天公布林春木尿液試樣分析結果，所得數值與對照的蒸餾水無差異，對林春木所做的全身放射計測，也未發現人為放射污染。林春木昨天下午向埔頂警署派出所繳納告訴，他太太則向學校道歉，林太太表示，可能他們太過緊張的關係。

清大指出，對於這次擺鳥籠的放射污染事件，造成民眾、政府及全校師生的關切，深表遺憾，至於是否對林春木做任何處分，將待原委會分析結果出爐後再議。

林春木自稱遭氫水污染後，清大原科中心與行政院原子能委員會前天分別在校內取樣化驗，同時對林春木提供的抹布、機車把手做進一步分析，初步檢驗並無污染反應，原科中心為了徵信起見，昨天公布三月十一日和十二日對林春木所做尿液分析結果，證實未發現氫核種污染。

清大原科中心主任開執中表示，該中心連夜做尿液分析，結果與原委會核能研究所初步微量分析結果相同，沒有氫污染現象，應可排除校內外的疑慮。氫核種污染的分析是先將尿液蒸餾，再經萃取，把氫蒸餾出來，然後加上檢測溶液做分析；也有一種方法是直接分析尿液，不過怕有干擾；至於林春木第一次送檢試樣的原始實驗分析數據，原委會已與張姓教授聯繫，他們不清楚是用什麼方法測得的。

開執中表示，昨天上午，該中心也對林春木做全身放射計測，未發現任何人為放射污染，林春木也已放心。

原科中心顧問鄧希平教授指出，林春木在保健物理組工作五年多，最初他當工程監工，後來該組出缺，才請他到保物組，由於林春木非科班，為了取得放射防護執照，還參加放射防護學會主辦一個月的放射訓練課程，通過考試，平日做事認真。

林春木的太太代夫出席清大記者會。她說，林春木每天晚上都看輻射相關書籍，考績也都是甲等，也許是對自己期待過高，十日晚上是他們結婚十年來，首次出現睡不著的情況，可能是太過緊張的關係。她同時對此案引起學校、長官困擾，表示對不起。

鄧希平教授指出，林春木覺得當天他機車的把手黏黏的，事實上，該中心許多男、女同事放在樹蔭下的機車，都有類似情況。

此案急轉直下，有人懷疑是否林春木受到壓力？林太太表示，現代已非閉塞社會，不可能有壓力，如果有他們一定不會屈服的，對於這件案子，已告一段落，他們也不想再說什麼。

清大校長室顧問李家維表示，清大過去發生過科技犯罪事件，勞委會也要求各校重視實驗室安全，該校日前在校務會議中討論，近期會訂出實驗室安全防護守則，以確保師生安全。

林春木昨天知道學校原子科學技術發展中心為他做的尿液分析與全身放射計測結果，證實沒有一氫核種「污染」後表示，沒事就好，他很高興。不過，他不願意對整個事件做進一步說明，下午即避不見面，家中電話也拿起來了。

圖 5.9：民國 86 年 3 月 14 日聯合報新聞報導。

# 南極臭氧破洞大如歐洲

## 世界氣象組織報告 人類和動物罹癌機率將增加

【本報綜合內瓦十一日外電報導】聯合國負責監視氣候的機構「世界氣象組織」昨天報告說，南極上空已形成一個創紀錄的「臭氧破洞」，由於面積直比歐洲，地球暴露於紫外線輻射的威脅大為升高。

「世界氣象組織」說，南半球每逢美（八月至九月）就現的臭氧減現象，目前正以有紀錄以來的最快速度銳減中。科學家從一九〇年代開始紀錄臭氧減少現象，而現在的速度，如他們早先的預警，已達到紀錄的速度。

根據報告，南極目前的臭氧破洞面積已擴大到二千平方公里，與歐洲面積相當。一九九三年和一九九四年同期的兩倍。同時，八月的臭氧含量比七月份，也是九九三年和一九九四年同期的兩倍。

的「前臭氧破洞期」平均減少百分之廿五至百分之卅，與去年八月相較，臭氧值則足足下降了百分之十。

此外，南極上空高度十五至十八公里處，有數個地方的臭氧值出現缺少百分之五十的現象，異於尋常的低溫是這些地方臭氧破洞現象更為惡化的幫凶。

和往常一樣，「世界氣象組織」這次在發表臭氧破洞報告時，也一再提醒民眾，若是臭氧破洞不斷擴大，紫外線輻射持續維持在高檔，人類和動物罹患癌症的機率將大為升高。其他不良後果包括農作物生產減少，全球糧食產量大打折扣。去

# 地球飽受輻射威脅

## 全球合力減少廢氣排放才能解除危機

年，「世界氣象組織」專家已預期，儘管一些國家在維也納及蒙特婁分別簽署減少廢氣排放的協定，且維也納協定簽約至今已十年歷史，但在臭氧層情況獲得改善之前，臭氧破洞問題將每下愈況。

根據「世界氣象組織」去年的報告，全球政府合力對抗廢氣排放後，預料可在廿一世紀中葉見到成效，也就是說，臭氧層可望在那時恢復舊觀。

聯合國大會已選定本月十六日為第一個「國際保護臭氧層日」。當天，世界各地將同時以不同的活動響應重視臭氧破洞的呼籲。



# 福島核電廠核熔毀 恐銻外洩

記者徐尚禮／綜合報導

日本經濟產業省原子能安全保安院29日對福島第一核電站廠區內檢測出放射性核元素「銻」一事表示：這反映出反應爐壓力容器內的燃料有一定損傷，原本的封閉功能已被破壞，情況非常危急。官房長官枝野幸男表示，這代表核燃料有熔毀現象，為防止進一步惡化只能持續灌水降溫。

共同社引述保安院消息指出，可能在東電採集土壤樣本的21至22日間，燃料已有損傷。保安院還表示，此次檢測出的濃度與過去核子試驗時國內觀測到的程度相同，並不會影響人體健康。

• • • • •

• • • • •

• • • • •

# 福島銻含量 相當於背景值 - Yahoo!奇摩新聞

更新日期：2011/03/30 00:50

(法新社巴黎29日電)

法國核子安全局今天表示，日本當局在福島核電廠偵測到的銻，含量僅相當於背景值。

法國核子安全局(ASN)高級官員柯梅特(Marie-Pierre Comets)說，在福島核電廠營運公司東京電力公司(TEPCO)提及發現銻的5個地點，有兩處顯示「含有似乎跟福島危機相關的同位素」。

專家說，銻是目前已知毒性最強的物質之一，雖然主要危險性不是來自靠近它的放射物，而是藉由吸入或是攝取。

根據法國輻射防護暨核子安全研究所(IRSN)提到在實驗室動物上的實驗，只有在單次吸入數十毫克的銻，才會對人類致命。不過，柯麥特說，「就核電廠偵測到的銻含量而言，我們仍依據背景值來討論，這相當於大氣層核子試爆對全球留下的極微濃度。」

法國核安局副局長古普塔(Olivier Gupta)說，核安局尚未收到在福島發現的銻的「精確成分詳細分析」。他說，不過，這項資料證實了先前認為反應爐內燃料嚴重受損的假設。他說，這些銻可能是來自3號反應爐使用的混合氧化物核燃料，也就是銻與鈾的混合物，或者是在1號與2號反應爐中，鈾燃燒過後的剩餘物質。

(譯者：中央社張曉雯)



# 輻射偵測中心測出微量碘131

2011-04-01 新聞速報【中央社】

日本核電廠災變，各國擔心被輻射波及。行政院原子能委員會昨天公布測得空氣中含有微量碘131，但無害人體健康。原能會輻射偵測中心改變檢測方式，也檢測出微量碘131。

行政院原能會昨天下午公布，北部測到碘131每立方公尺0.0002貝克，南部為每立方公尺0.00006貝克，與鄰國測得微量值相當，對民眾健康沒有危害。

行政院原能會輻射偵測中心昨天下午改變全台18座空浮微粒抽氣站檢測方式，將過去2週每座抽氣站的濾紙36張集中放進檢測儀檢測，發現微量碘131每立方公尺0.0002貝克。每座抽氣站的濾紙以往是在每週抽換後，送輻射偵測中心進行個別檢測收集的輻射放射活度。

偵測中心表示，由於18座抽氣站濾紙集中檢測，因此很難知道微量碘131來自那個抽氣站。這項抽氣站濾紙集中檢測方式將持續進行。1000401

# 電塔有輻射？彰化鄉民嗆台電施工

【聯合報／記者簡慧珍／彰化報導】

彰化縣清水溪兩岸的北斗鎮與田尾鄉民擔憂新建高壓電塔釋放輻射影響健康，近百人昨天到彰化縣政府廣場，抗議縣府縱容台電違法施工。台電人員則表明，一切依法，電力不會釋放輻射，但民眾仍憂心忡忡。

民眾憂心高壓電塔釋放電磁波、輻射，組成反興建高壓電塔自救會，多次向縣政府陳情，強烈表明反對台電興建高壓電塔。縣政府建設處昨天舉辦協調會，民眾一到縣政府廣場，先拉白布條抗議，表達反高壓電磁波、反輻射。

縣政府建設處長周傑聲明，已要求台電依法施工，縣政府沒核准前，不可在公有地搭鷹架架設高壓電的線路。「人家縣府沒准，台電就偷跑，有夠鴨霸！」北斗鎮民廖明川說，民眾屢次陳情和抗議，台電「有聽沒有到」，照樣搭鷹架，不把法律放在眼裡。田尾鄉民劉進興也說，高壓電34萬5000伏特發出強大的電磁波和輻射線，居民很怕長期曝露在電波和輻射之下，傷害健康。

縣議員李俊諭表示，清水溪部分地區土壤液化，又測出地層下陷，台電硬要在這些地方建造高壓電塔，基樁深達二十多公尺，民眾擔心基樁不穩，萬一倒塌產生的骨牌效應將不堪設想，台電應審慎評估。如果二林地區的工業、科學園區都做不成，有必要大費周章建造高壓電塔嗎？

台電中區施工處溝通組課長楊世名說，台電依法向私人承租土地搭鷹架施工，並拆除有公共危險之虞的鷹架，只要是土壤液化區，台電都請專業人員勘查，確認安全才動工，至於高壓電釋放的電磁波屬於非游離輻射，「電走過去就沒有」，沒放射性，經測量還不到國際標準值的百分之一；台電將繼續與民眾溝通，否則南彰化的高科技園區用電將發生困難。

【2011/04/09 聯合報】



## 電價比陸便宜 用國人性命換的 - Yahoo!奇摩新聞 (1/2)

更新日期：2011/04/19 16:05

4月22日地球日，今年特別不同。一場日本福島核災，掀起全台一波波反核潮。台灣的能源供需，最迫切的，可能根本不是開源，而是節流。而我們的電價，便宜到根本讓人沒有省電的誘因。台灣每人每年排碳量竟高居亞洲第一，「節能減碳」僅成了企業維護形象的口號。超低電價，到底讓台灣人民付出了哪些代價？

• • • • •

• • • • •

• • • • •

## 電價比陸便宜 用國人性命換的 - Yahoo!奇摩新聞 (2/2)

更新日期：2011/04/19 16:05

### 【用性命換電力 值得嗎？】

6、7年前開始，鹿港胸腔科醫師葉宣哲在門診時陸續發現，鹿港鎮民的呼吸道疾病急遽增多，許多外出遊子回到鎮上，氣喘開始發作。國民健康局統計，中部沿海氣管癌死亡率是過去2倍以上，而且有年輕化趨勢。

中興大學環境工程學系教授莊秉潔研究發現，中部的戴奧辛濃度全台最高，幾乎天天是美國標準的3倍以上。台中火力發電廠「貢獻」最大。

「以犧牲人民的健康來換取電力，對嗎？」葉宣哲有理由相信，距離鹿港十五公里、被監控全球五萬座電廠的「碳監控行動」（CARMA）組織評為世界最大碳排放電廠的台中火力發電廠，以及第6大的麥寮電廠所排放出來的廢氣是疾病的元兇。



# 焚化爐並非戴奧辛唯一來源

## 致病風險容許值究竟多少？至今沒有百分之百的答案

郭育良／成大醫學院工業衛生科主任

根據環保署委託的一項研究顯示，國內垃圾焚化爐和醫療廢棄物焚化爐排放戴奧辛的致癌風險高於美國加州的標準。此一調查報告的結果的確令人訝異，但我們不應被嚇到，而是以謹慎、監督的心情來看這份報告，繼續注意不要再讓排放物中戴奧辛的致癌風險升高。戴奧辛之所以被稱為「世紀之毒」，是因為戴奧辛為所有化學物質中能以最濃度致癌的化學物質，而次一等的致癌物至少要十倍於戴奧辛的濃度才會致癌，戴奧辛亦被美國環保署列為首要注意的有毒物質。但戴奧辛的致癌風險容許值究竟是多少？至今沒有一個百分之百的確定答案。一九七六年義大利瑟維維市（Seveso）發生工廠爆炸，排放出不少戴奧辛，研究人員追蹤至今，只是初步地發現當地居民致癌的比例是有增加，但愛當初爆炸案的影響有多大，尚無法有確實的數據證實。

美國訂定的戴奧辛致癌風險容許值，乃以一百萬人不得增加一人以上的癌症風險加以評估，但由於人類之流行病學資料尚未齊備到能清楚地顯示出劑量—效應關係，只好以動物，如大白鼠與小鼠，做實驗研究，去推算在暴露於戴奧辛的人類可能有的危險性。而且通常為求補償自動物推估至人類所引起的不確定性，會在其劑量—效應關係中乘上一個安全係數。因此整體而言，美國的戴奧辛致癌風險容許值具有相當的不確定性。

當然一般人深信美國訂定的致癌風險容許值應具有相當的安全度，只是一旦超過其容許值是否就真的會致癌？即使是戴奧辛專家都無法給予肯定的答案。

目前可以肯定的是，燃燒含氯及含氮的化學物質如塑膠製品、塑膠袋、清潔劑等就會產生戴奧辛。因此做好分類必有所幫助。環保署委託的研究報告值得重視，但台灣目前焚化爐尚未普及，而一般人血中即含有戴奧辛及類似的化學物質，如多氯聯苯、多氯呋喃，顯見焚化爐並非戴奧辛唯一或最重要的來源。以北美洲與北歐國家而言，海產與牛肉為一般人口戴奧辛的最重要來源。對台灣來說，值得我們關切的是，整個生活環境中的戴奧辛含量，如上個月公布一研究報告顯示，位於高雄、台南交界的仁溪底泥、河水中產，如魚類、牡蠣等，都含有高於國際食用標準的戴奧辛，這些戴奧辛含量從何處來？無人知道，我們實在需要對整體環境做一全面性的調查。

（記者整理）

## 焚化爐戴奧辛排放量 宜速減低

凌永健／清大化研所教授

焚化爐在焚化過程中，會產生戴奧辛，台灣的焚化爐當然也不例外，問題是排放量的多少？是否超過排放管制標準？是否已達對人體健康有害的程度？而如何將排放量降至安全範圍內，是當務之急。以台北地區一座垃圾焚化爐和台中地區一座醫療廢棄物焚化爐所排放的戴奧辛平均值分別為每標準立方公尺零點二二微克，和每標準立方公尺零點四八三微克，和美國對現有的大小型垃圾焚化爐之排放管制標準分別為每標準立方公尺零點零二微克和每標準立方公尺零點零六微克（若以毒性當量計，每標準立方公尺一微克等於一千耐克表示，分別為零點五和零點零二微克），對新建之各型垃圾焚化爐則為每標準立方公尺零點零三微克（或零點零二微克毒性當量）。德國、瑞典和歐體的零點零零二微克毒性當量相較，此兩座焚化爐所排放的戴奧辛顯然偏高，雖然所測得之數據只能供參考用，然而以先進技術興建的國內焚化爐的毒氣不甚理想，其原因是值得探討的。是無法達到垃圾分類？是焚化原因素沒有確實遵守三T（溫度、時間、擾流）的操作規範？是焚化原因不能落實除汙步驟？抑是從國外引進的技術水土不服，不適用於焚化台灣的垃圾？

以都市垃圾百分之六十用焚化爐處理的瑞典而言，在一九八五年制定每立方公尺零點一微克戴奧辛的排放標準後，其全國戴奧辛年排放總量從二百億微克降至一九九二年的二至十億微克毒性當量，而在一九九一年瑞典全國之戴奧辛年排放總量九十一億微克毒性當量中，來自垃圾焚化爐只佔百分之六，為來自交通排氣之百分之三、兩倍，主要來源依多寡先後為垃圾掩埋場的垃圾燃燒之百分之二十七、金屬工業之百分之二十五、水泥工業之百分之二十二、燃煤木村之百分之十五。同年荷蘭全國之戴奧辛年排放總量四百八十四億微克毒性當量中，百分之七十九來自都市垃圾焚化爐，預估在降低排放標準到每立方公尺零點一微克毒性當量後，到公元二千年荷蘭全國之戴奧辛之排放量可降至五十八億微克毒性當量，其中來自都市垃圾焚化爐僅佔百分之五，和來自交通排氣的百分之四相近。因此相關單位，應可參考先進工業國家的戴奧辛管制標準

民國八十五年六月十九日聯合報



# 油氣逸散 隱形殺手

◎劉銘龍

**加** 油站所逸散的油氣，將導致長期暴露在苯和1,3-丁二烯的附近居民與工作人員罹患血癌的機率增高，早已獲得學界一致的證實。台灣地區目前一千三百多座加油站中，裝有油氣回收設施的加油站僅有一百三十餘座。換言之，多數加油站工作人員與附近的居民都長期不自覺的暴露在這種高度致癌危險的環境中。要解決這個問題的方法有兩種，第一是油品製造時就直接減低苯含量；次為加油站設置油氣回收系統。

然而日前在一場由環保官員、加油站業主與學者專家等共同參加的座談會中，雖然經由與會學者專家與環保官員的證實，吸入逸散油氣會大幅增加血癌的罹患率。但加油站業主仍以加裝成本過高、停業損失由誰負責，以及東南亞國家都沒有實施油氣逸散管制為由，反對加裝油氣回收系統。

根據「空氣污染防治法」第十三條的規定，固定污染源（加油站）空氣污染防治設施或監測設施之規格、設置等，應符合中央主管機關之規定。油氣回收設施，當然就是空氣污染防治設施的一種，而且是必要的一種。原

本這類設施應要求業者自行負擔設置成本，但環保署為鼓勵業者儘速加裝，已經用空污費編列預算，補助各加油站加裝真空式油氣回收設施。但業者仍食髓知味，不滿足環保署的補助額度，而以似是而非的理由來搪塞推拖。這種只顧一己賺錢，完全漠視大眾健康的作法，是應該受到社會大眾譴責的。

因此，基於整體環境保護與大眾健康保障，中油公司應加強油品品質管制，減低油品中的苯含量外，環保署也應該依法公告強制國內所有加油站，「必須」加裝油氣回收設備為加油站「污染防治設備」。對於拒不加裝的業者，則依「空氣污染防治法」第三十六條的罰則，處以十萬元以上一百萬元以下的罰鍰；必要時，可令其停業或歇業；此外，環保署也應依「空氣污染防治法」第十九條，將加油站「油氣逸散」公告為空氣污染行為，以迫使加油站業者早日全面加裝油氣回收設備，避免加油站成為大眾健康的隱形殺手。

（作者為環境品質文教基金會秘書長）

八十五年一月一日聯合報





# 各種致癌因素的風險比較表

風 險 型 態	個人風險/年
宇宙射線風險	
一次洲際飛行/年	1/2,000,000
在35,000英尺高空駕駛飛機50小時/月	1/20,000
經常搭乘飛機者	1/65,000
在15,000英尺高度露營一季夏天	1/100,000
其它輻射風險	
平均美國診斷醫療X光	1/100,000
居住磚造建築物所增加的風險	1/200,000
海平面背景輻射	1/65,000
食 物	
每天一罐減肥蘇打飲料（糖精）	1/100,000
平均美國糖精消耗	1/500,000
四湯匙花生油脂/天	1/25,000
一品脫牛奶/天	1/100,000
邁阿密或新奧爾良飲用水	1/800,000
每週吃一次1/2磅碳烤牛排	1/2,500,000
酒精	1/20,000
煙 草	
吸煙者，癌症	1/800
吸煙者，所有效應（包括心臟疾病）	1/300
吸二手煙	1/100,000
雜 項	
規律服用口服避孕丸	1/50,000
從事日光浴、爬岩以及其它戶外活動所導致的可治癒性皮膚癌	1/200

資料來源：N. McCormick, 'Reliability and Risk Analysis ; Methods and Nuclear Power Application', Academic Press, 1981.



# 竹科"砷"濃度超標 致癌率大增

更新日期:2007/11/12 14:29

有學者在竹科附近檢測空氣，意外發現砷濃度超高，每立方公尺高達120奈克，砷俗稱砒霜，在體內累積象了致癌機率大增，除了腹痛血便胸，還會中毒引發急性腎衰竭，神經病變。

這是烏腳病病患，因為感而必須截肢的情形，從腳指一直潰爛到膝蓋，就是因為砷中毒，四十幾年前是因為飲用污染的地下水發病，而現在新竹科學園區，也傳出受到砷的污染，一名交通大學教授，在園區內發現，空氣中砷的含量，最高竟然高達每立方公尺，120奈克，這個濃度如果用致癌的風險比較，0.2奈克有百萬分之一的機會，20奈克有萬分之一，而120奈克將超過兩千分之一。

所謂砷就是俗稱的砒霜，早期藏在農藥裡，後來金屬重工業也看得到，現在科技發達，半導體也須需要砷來清洗面板，他會長期在人體累積，會在頭髮、牙齒、內臟，會在骨頭，空氣中的砒霜，關係新竹上百萬民眾的健康。相關單位決定重測，把採樣的時間拉長，一旦真的含量過高，將要求廠商提高排放標準，以免烏腳病成為科技新貴的職業病。(楊舜欽 莊明憲 翁乾晃)



## 竹科砷超高？嚇壞周邊居民

更新日期:2007/11/13 04:09

〔記者洪美秀、許敏溶／綜合報導〕工研院五年前所做的「半導體與光電產業砷排放評估」論文，讓新竹科學園區周邊居民再度恐慌？新竹市環保局長張見聰表示，這份砷偏高的報告與環保署、科管局委託學者所做的報告出入甚大；衛生局則強調竹科周邊居民並未有肝癌及肺癌罹患比例高的情形。

國科會：與環境風向都有關

國科會主委陳建仁則指出，砷濃度除了與竹科產業有關外，周遭環境與風向也有關，他要求竹科管理局深入了解。陳建仁也以上次中科出現砷濃度偏高，後來發現原因是中科處於下風處，顯示火力發電、垃圾焚燒或鋼鐵廠都可能排放砷，而且砷濃度不能以兩至三分鐘內量測最高數值為主，必須是一小時或二十四小時平均值，才具有更高參考價值。

有媒體報導，由工研院環安中心正研究員簡弘民等人在五年前所做的前述論文，提到竹科砷污染十五個監測點中，最高值達每立方米一百二十奈克，砷濃度超高。

科管局：儀器造成「高」估

對此，竹科管理局昨發布新聞稿表示，這份報告是九十一年所做的量測，由於遠超過園區過去量測結果，當時與環保署立刻檢討，認為工研院所使用的儀器只能量測卅奈克以上量值，才會造成高估。科管局說，該局委託清華大學凌永健教授及環保署認證實驗室瑩諮公司，以高精度方法再進行量測，偵測極限約為每立方米〇點四奈克，測得砷濃度僅四至十奈克。後續從九十三年迄今長期檢測，砷濃度平均約在每立方米五奈克。

科管局強調，環保署有關砷及其化合物周界環境標準為每立方米兩百奈克，竹科園區周界，未來將以歐盟二〇一二年達年平均六奈克為目標值。

新竹市環保局長張見聰則說，竹科使用砷的列管廠商計有廿八家，環保局已向環保署爭取經費，進行砷製程及原料的監測調查。竹市衛生局表示，國人又稱砒霜的砷是有毒元素，若長期曝露在砷環境中，可能會堆積在人體內臟、骨頭或頭髮中，而砷也是致癌物質，致罹患肝癌及肺癌的比例較高。

# 低輻射有益人體？ 日學者舉證可刺激免疫能力

85.5.31 420 華  
666

而發現近年發現的輻射塵，有許多居民是長期處在低劑量環境中，近藤強調，他不敢肯定是否有正面或負面影響，但他強調，這件事件絕對值得長期關注，也是研究的好題材。

一蔡育凱·臺北一輻射真對人體有害嗎？越來越多研究顯示，低劑量輻射反而對人體有益，但也有專家持保留態度認為應是機率問題，還有待更廣泛而長期的研究才能確定。

輻射可刺激人體某些功能，尤其是免疫系統及修復細胞方面的能力，對人體反而有幫助，這就是所謂的輻射激效效應。

他並以大陸廣東陽江地區為例，該地天然輻射背景值遠高於其他地方，居民的染色體變異較對照區約高三倍，但致癌率反較低。

當年美國在日本長崎投下第一顆原子彈十天後，即進入災區從事輻射研究的大阪大學教授近藤宗本博士，最近來臺參加一項低劑量輻射效應研討會，昨日在行政院原子能委員會表示，就全球目前的輻射研究顯示，低劑量的輻射對人體是有正面的幫助。

近藤表示，人體有自然修復功能，實驗室中的細胞染色體發生變異，並不表示在人體細胞上會突變成轉化成癌細胞，而低劑量的射的正面效益也越明顯。

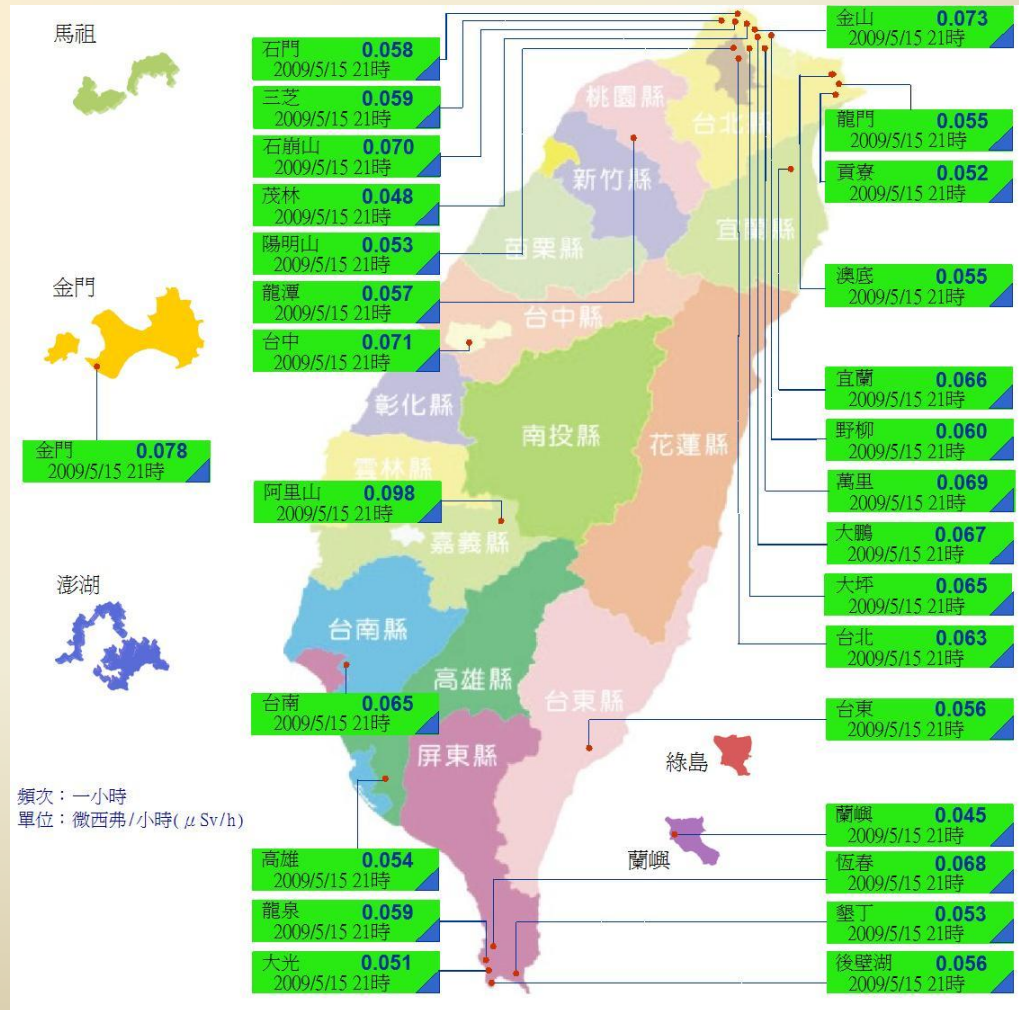
一蔡育凱·臺北一我國正積極進行與馬紹爾共和國核廢料最終處置的合作計畫，由於該國與美國關係特殊，美方態度將有關鍵性影響，但目前美國尚無反對跡象。

行政院原子能委員會放射射性物料管理局局長邱國聰指出，馬紹爾雖然是主權獨立國家，但由於歷史背景特殊，與美國間互有「自結構體」的關係，如果要在馬紹爾設置低放射性廢料最終處置場，美國的態度相當重要，到目前為止，美國雖沒有公開表示支持，但也沒有表達過反對意見。

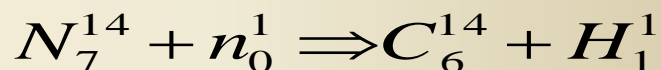
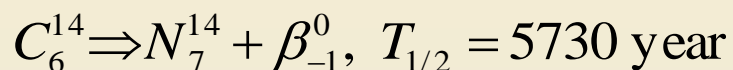
一蔡育凱·臺北一桃市宏昌六街發現的民國八十三年建物也受輻射污染案，原子能委員會細測後，發現至少有十六戶受污染，建商將在下月三日起抽換污染的鋼筋。



# 環境輻射即時監測 2009/5/15



輻射，又稱為放射線；可以是高速行進的粒子，即所謂的粒子輻射；也可以是能量傳遞的一種形式，即所謂的電磁輻射。常見的粒子輻射包括阿伐粒子，貝他粒子及中子等。阿伐粒子，也就是氦原子核，由兩個質子與兩個中子所構成，帶有2個正電荷。貝他粒子是自由移動的電子，帶有一個負電荷，但其質量僅為質子（即氫原子核）的1/1840。中子不帶電，其質量與質子相同，是構成原子核的基本粒子。粒子輻射通常經由核反應或不穩定原子核的衰變而產生。

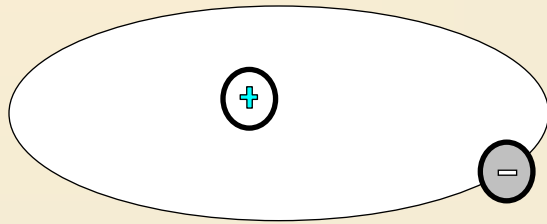


半衰期 (half-life)

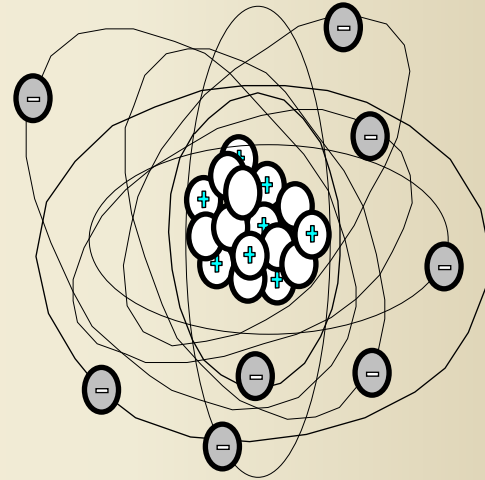
來自宇宙射線

一個70公斤的人，體內碳-14的活度為3,700貝克左右，這些自人體釋出的輻射，每年會對人體造成7微西弗左右的劑量。

化石內碳-14的含量可用來推斷古生物生存的年代






電子軌道的行經距離為  
原子核直徑的 10,000 倍



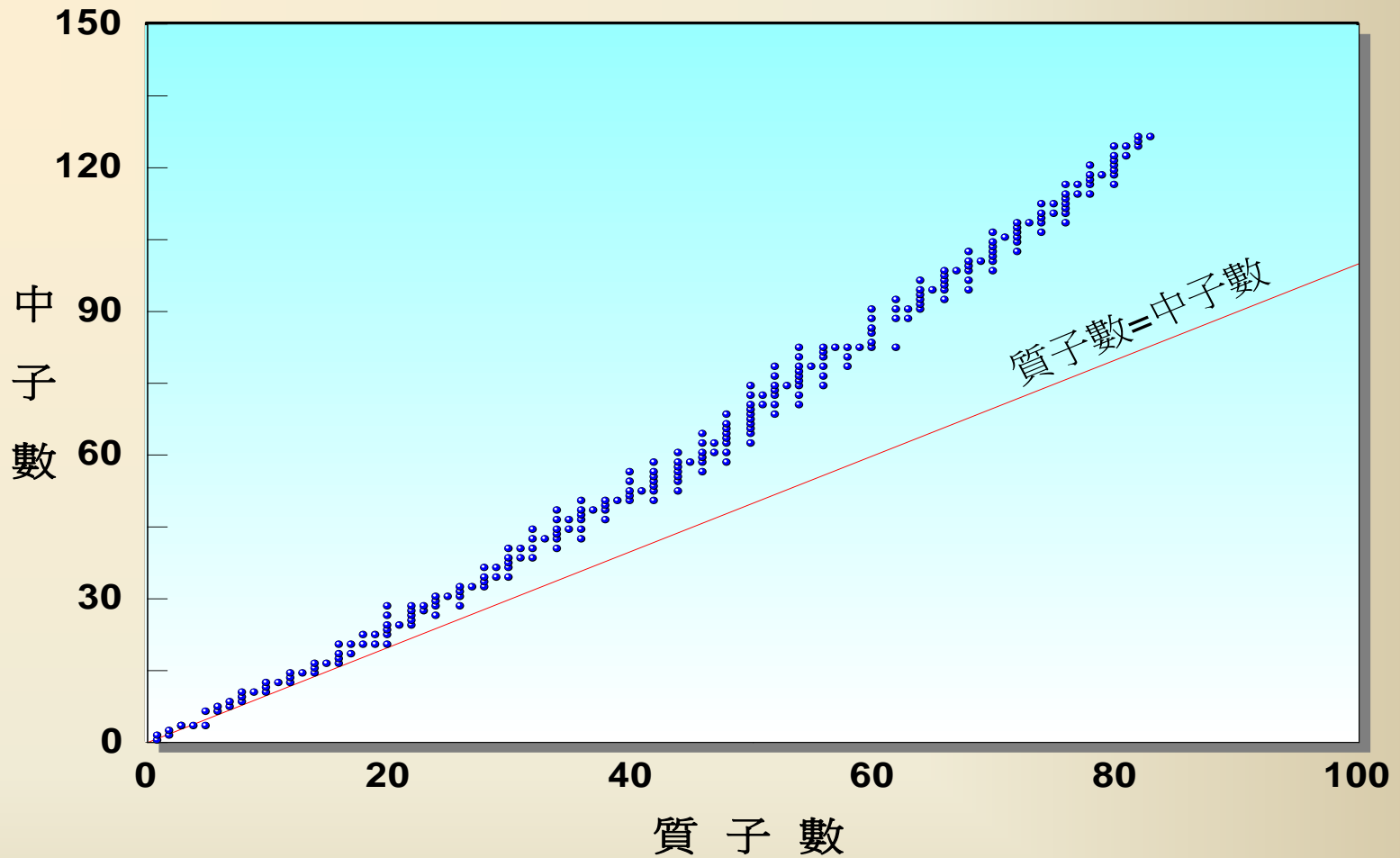
氫-1原子和氧-16原子結構示意圖；  
氧原子的8個電子分佈在不同能階軌道上



## 構成物質的基本粒子特徵說明

	中子(n)	電中性、一單位質量、能感受核力
	質子(p)	一單位正電荷、一單位質量、能感受核力。
	電子(e)	一單位負電荷、1/1840單位質量、能感受電磁力。

同位素：質子數相同但中子數不同的核種



自然界大約有340個天然核種，約有70個可釋出放射線  
自然界穩定存在之核種，其原子核內質子與中子數的配比關係。  
較輕的核種中其質子數約略等於中子數而較重核種的中，  
中子數大於質子數

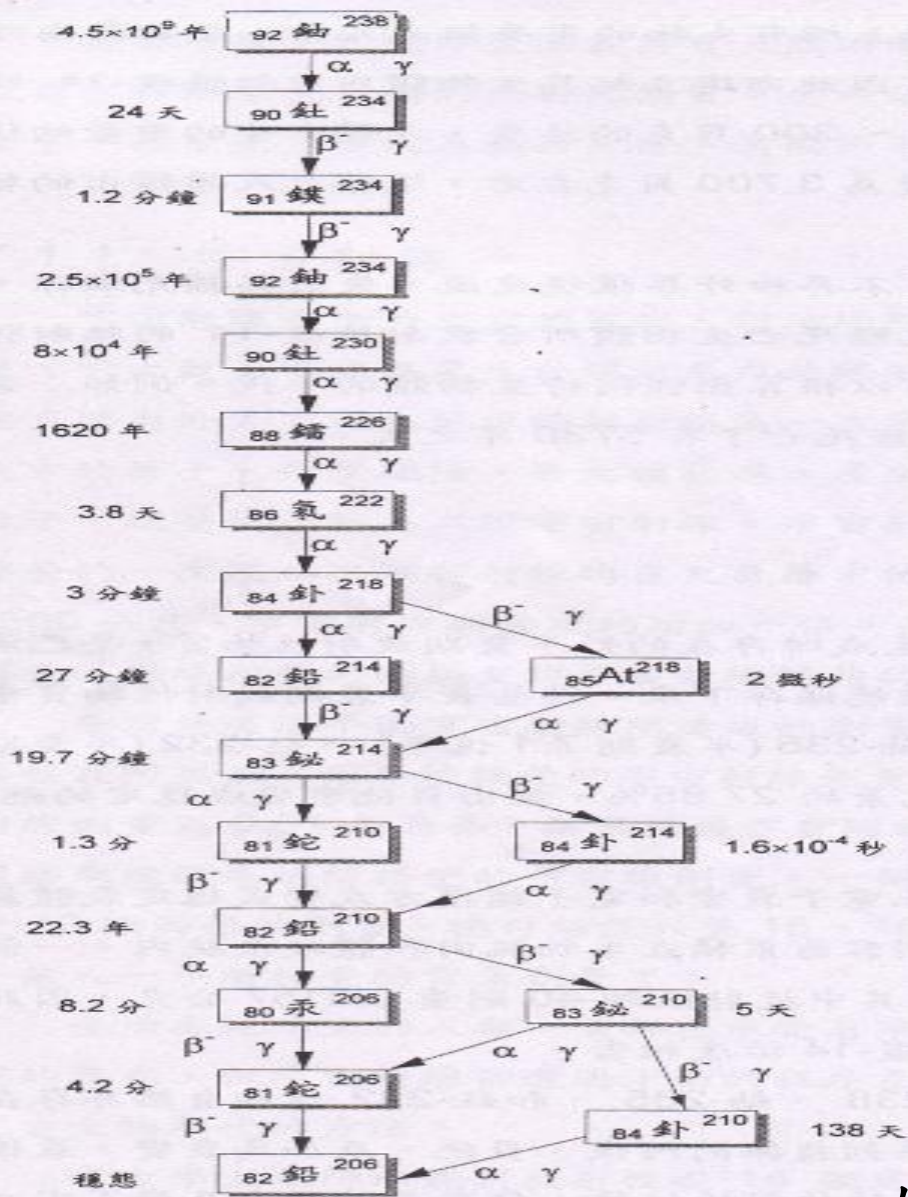
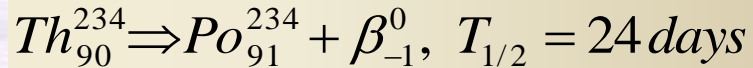
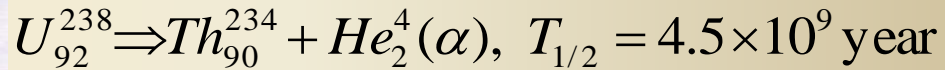
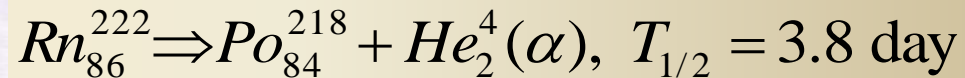


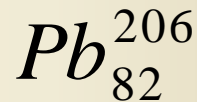
圖 7.1 : 鈾-238 衰變系列。



⋮



⋮



鈾-238 (半衰期45億年)

鈾-235 (半衰期7.1億年)

鈷-232 (半衰期140億年)

鈷-87 (半衰期480億年)

鉀-40 (半衰期13億年)

人體的鉀-40活度估算約為4000貝克



**電磁輻射即是電磁波**。電磁波在空間中以光速行進，它的傳遞並不需要介質的存在。電磁波依其波長(或頻率)的不同而區分為個個不同的區域。電磁波的波長與頻率的乘積即為電磁波行進的速度。電磁波所帶的能量與頻率成正比。

一般常見之低頻電磁波是由交流電在導線中流動所產生。國內交流電源的頻率為每秒60轉，故所產生電磁波的頻率亦為60赫茲(即每秒鐘振盪60次)

頻率在 $10^4$ 與 $10^5$ 赫茲間時，電磁波又稱為無線電波。

頻率在 $10^{11}$ 與 $10^{13}$ 赫茲間的電磁波，又稱為微波。

頻率在 $10^{11}$ 與 $3.94 \times 10^{14}$ 赫茲間的電磁波，又稱為紅外線。頻率在 $3.94 \times 10^{14}$ 與 $7.94 \times 10^{14}$ 赫茲，即為可見光區，又依波長的不同，分為七種不同的顏色。

電磁波的頻率此紫色光的頻率還高，但低於 $10^{18}$ 赫茲時，為紫外線。

頻率再增加，即進入X-光與加馬射線區了。

輻射依能量的高低又分為游離輻射與非游離輻射。

能量高的輻射通過物質時，會造成物質中原子內之電子與原子分離，形成一個自由電子與帶正電的離子，這種現象稱為游離 (ionization)。

能量足以產生游離現象的輻射稱為「游離輻射」，反之則稱為「非游離輻射」。

粒子輻射以及電磁輻射中的X-光與加馬射線均為游離輻射；除此之外，均為非游離輻射。

平時人們常討論的輻射，均是指游離輻射。

輻射一旦自放射性物質釋出後，行進的距離與輻射的類別及介質有關，可存在的時間非常短。

對生物造成傷害的是輻射，但對人持續產生威脅的是放射性物質

## 輻射與物質間的作用

輻射在通過介質時，會與介質裏的原子發生作用。輻射的能量會逐漸被介質吸收，導致輻射的消失。

帶電粒子進入物質後，會透過庫侖力與原子中的電子及原子核發生作用。經由庫侖力，帶電粒子會將部份能量傳遞給在軌道中運行的電子。如果傳遞給電子的能量，大到足以克服電子在軌道中的束縛能，電子會脫離原子，成為自由電子；失去電子的原子成為帶正電的離子，此種現象稱為游離。

帶電之粒子輻射其游離能力的強弱，與電荷量、質量及速度有關。電荷量愈大、速度愈慢的粒子輻射，其游離能力愈強。相同的動能與電荷量的粒子輻射，其質量愈大時，游離能力也愈強。

游離能力愈強的粒子，在物質中行進的距離愈短；但對物質的影響亦較大



帶電之粒子輻射亦可以藉由「**制動輻射(bremstrahlung)**」的產生，而將能量降低。根據古典力學，當電荷方向或速度改變時，將會釋出電磁波。帶電粒子受到原子核庫倫作用力的影響，使其行進方向發生偏轉，因而釋出之電磁輻射，稱為制動輻射。

質量小的帶電粒子輻射 (例如：貝他粒子) 較易透過制動輻射的產生，而降低能量。

醫學、工業、科學研究、非破壞性檢驗上所用的X-光都是制動輻射。

不帶電之輻射 (例如X-射線，加馬射線，中子)須先透過其他反應，生成帶電粒子，再透過制動輻射作用、游離與激發作用，完成和物質間的能量交換。

入射物質的光子，即X-射線與加馬射線會在物質內進行**成對發生**，**康普吞效應**及**光電效應**，產生**自由電子**。

## 阿伐射線

阿伐射線為粒子輻射，由兩個中子和兩個質子構成，攜帶兩單位正電荷。阿伐粒子具有非常強的游離能力，在穿透物質時，非常容易與物質裏的電子發生作用，使其游離，產生高密度的離子群。由於它能在短距離內，產生濃密離子群，使得原本具有的動能快速消失，因此阿伐射線在物質中行進的距離非常短，換言之它的穿透物質的能力很差，很容易被衣服或普通厚度的紙，甚至3公分厚左右的空氣所阻擋。

## 貝他射線

貝他射線亦為粒子輻射，是高速運動的電子，貝他射線由於只攜帶一個單位負電荷，且其質量非常的微小，因此游離能力遠比阿伐粒子為差，故貝他粒子的穿透能力較強；它能夠穿透1公分左右的固體和液體，也能穿透1公尺左右的空氣。貝他粒子在物質裏行進時，會因制動輻射的產生，而大輻的降低能量。制動輻射即為X-光，X-光可藉由下節中所述的作用，將能量做進一步的降低。

## 加馬射線

不帶電荷，和物質產生光電效應、康普吞散射、及成對發生等三種作用的機率不高，因此具有較強之穿透物質的能力，不容易被阻擋。百萬電子伏特的加馬射線，通常要有5公分以上的鉛磚才能將其完全吸收。

## 中子

會與原子核進行彈性與非彈性碰撞，亦有可能被中子吸收，或誘發核反應。這些過程有可能會產生加馬射線，或其他帶電粒子。



## 輻射劑量與輻射之生物效應

輻射在通過介質時，會造成介質中原子的游離，形成帶正帶的離子與自由電子。輻射對細胞的傷害就是經由游離作用而造成的。因造成傷害的過程不同，又分為**直接效應**與**間接效應**兩種機制。

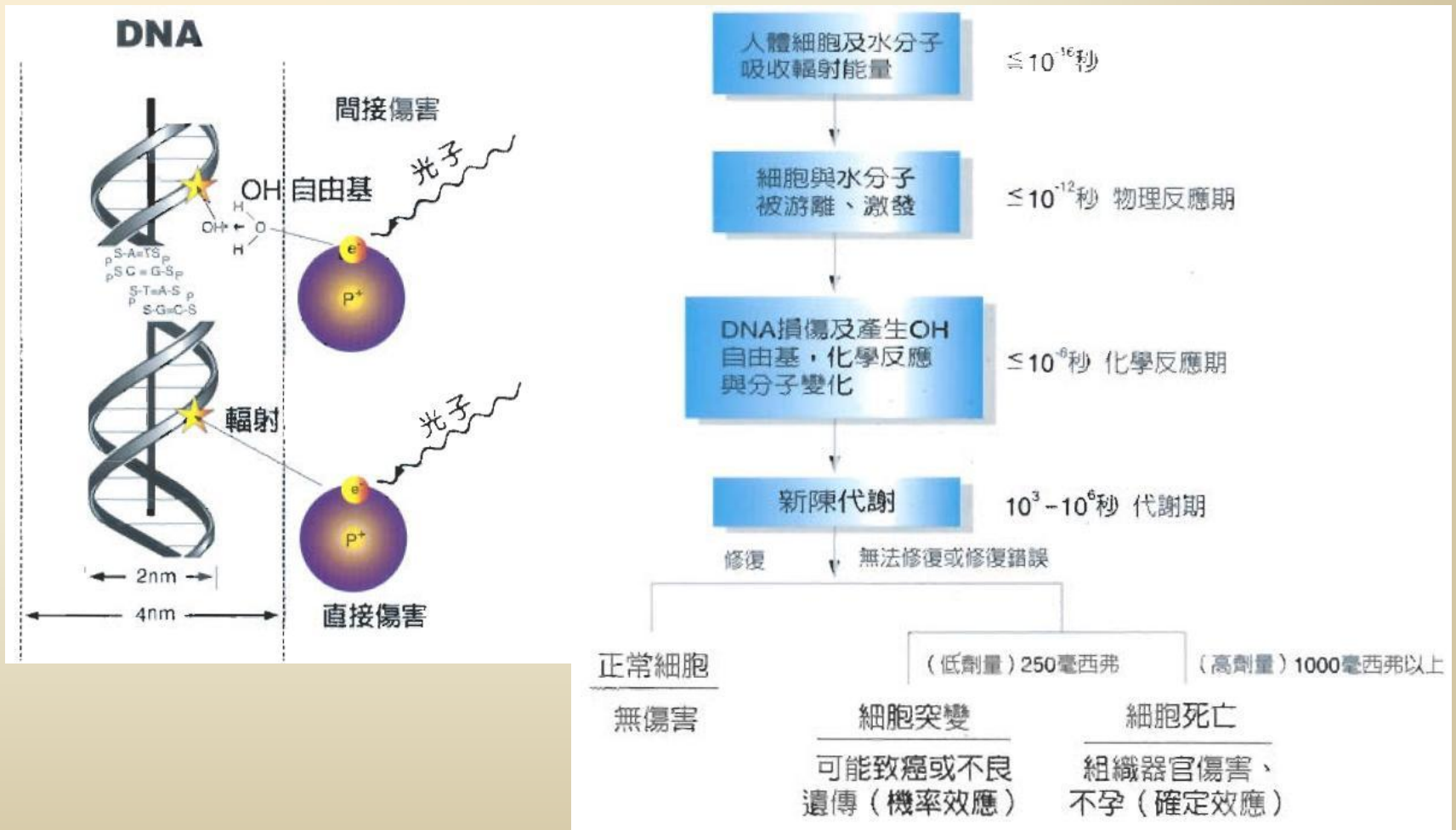
游離能力愈強的輻射，在極短距離內即會產生愈多離子與電子，故對細胞的影響也愈大。

### 直接效應

輻射通過細胞時，造成的游離的原子是細胞內重要物質之分子結構的一部份。破壞了重要物質的分子結構。這些被游離的原子，有可能會補獲一個電子，成為原來的分子，如此即不會對細胞造成的影響。但被游離的分子，有可能無法回復原樣，或者與其他的離子結合，形成了一個新的分子結構，使得細胞無法執行其即定的功能，對細胞造成傷害。

這類型的傷害是直接由游離現象造成的，故稱為直接效應。一般說來，游離產生之離子能夠存在的時間非常的短( $10^{-12}$ 秒左右)，故影響的範圍亦較小。

# 游離輻射傷害細胞的機制



## 間接效應

細胞內含有大量的水。有相當大的機會細胞內會產生游離的分子是水分子。被游離的水分子有可能會捕獲一個電子，回復成水分子，但亦有可能發生一連串的化學反應，形成所謂的自由基，包括H、OH、HO<sub>2</sub>、及H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>等物質。自由基是電中性的原子或分子，具有未配對的電子，因此化學活性很強，很容易引發一連串的化學反應。

自由基的穩定性遠較游離作用中形成的離子為強，存在的時間(10<sup>-6</sup>秒左右)較久，因而較有可能擴散到較遠的地方。

自由基的化學特性非常活潑，在擴散移動過程中，有可能與細胞內重要結構物的分子產生化學反應，改變了重要物質的基本分子結構，使其無法執行即定功能，造成細胞的傷害。

這種傷害，並不是由游離作用直接造成的，故被稱為間接效應。

一般說來，直接效應只會發生於輻射通過的路徑上，而間接效應卻可以透過自由基的移動，影響更大範圍內的細胞。

直接效應對細胞的影響，遠不如間接效應來得大。



輻射的間接生物效應係透過自由基，與細胞分子發生化學反應所造成的；這與自然界和人工製造的許多致癌物質，對生物體傷害的機制並沒有什麼不同。因此對於絕大部份的癌症病例而言，實在很難斷言致癌的原因，是低劑量的輻射，亦或是其它致癌物質

## 輻射對細胞造成之傷害

細胞被殺死(cell killing)。輻射劑量很高，則細胞將會腫脹裂而死亡。

細胞被改變(modified)後，雖可再分裂，但分裂後產生之子細胞無法存活。

細胞被改變後，可再分裂，並產生可存活之不正常子細胞。

若受到照射之原來母細胞為體細胞，將可能引起腫瘤(癌症)；若受影響之細胞為生殖細胞，可能造成遺傳傷害，例如生出畸型兒或嬰兒出生後夭折。細胞所受損害不嚴重，賴細胞本身之修復能力而於分裂前回復為正常細胞。在此情形下，其子細胞亦為正常細胞。

# 輻射與輻射劑量的單位

## ◆ 活度 (Activity, A)

單位: 貝克 (Bq) ; 1 貝克 = 每秒釋出一個輻射粒子  
( 1 居禮 =  $3.7 \times 10^{10}$  Bq)

## ◆ 吸收劑量 (absorbed dose, D)

單位: 格雷 (Gy) ; 1 格雷 = 1 焦耳/公斤。

## ◆ 等價劑量 (equivalent dose, $H_T$ )

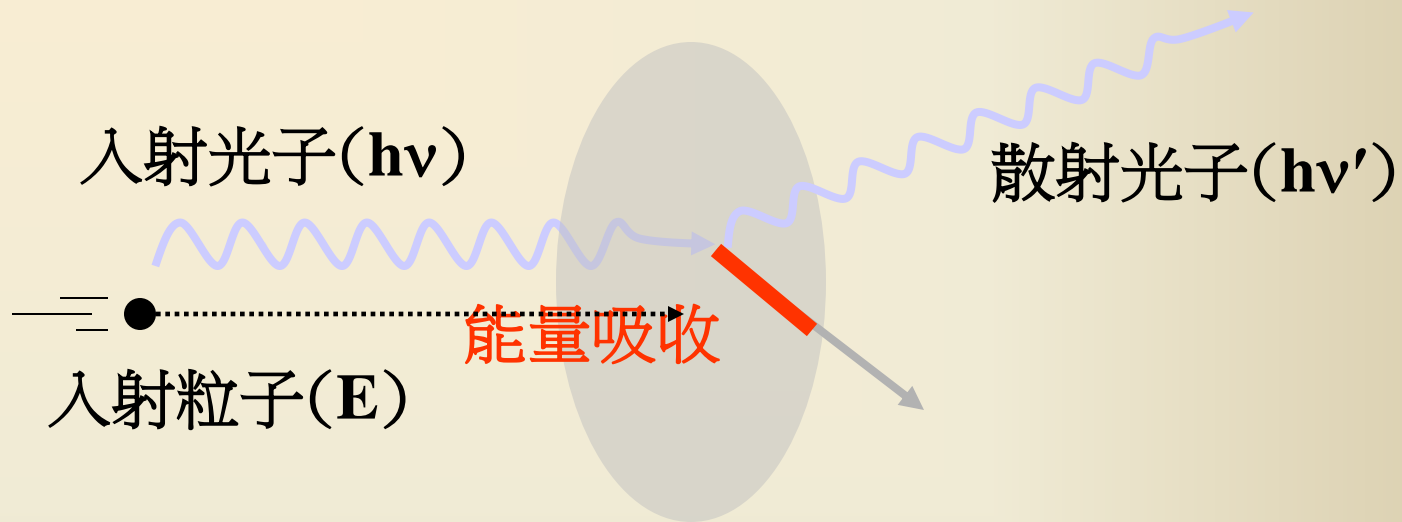
單位: 西弗 (Sv)

## ◆ 有效劑量 (effective dose, E)

單位: 西弗 (Sv)

# 輻射劑量

輻射劑量：單位質量所吸收的輻射能量。



能量吸收 = 物質吸收的輻射能量 = 射入體積的輻射能量 - 射出體積的輻射能量



# 吸收劑量 (D)

## 定義:

物質每單位質量吸收的能量，用以表示游離輻射對物質的影響程度。符號為D。

## 單位:

國際制單位為戈雷(Gy)。1 戈雷 = 1 焦耳/公斤。

## 器官吸收劑量( $D_T$ ):

指單位質量之組織或器官吸收輻射之平均能量，單位為Gy。

# 等價劑量 ( $H_T$ )

定義：

考慮不同游離輻射對人體組織的影響，用以表示游離輻射對人體組織的影響程度。符號為 $H_T$ 。

$$H_{T,R} = D_{T,R} \times \omega_R \quad (\omega_R \text{ 輻射加權因數})$$

$$H_T = \sum_R H_{T,R}$$

單位：

國際制單位為西弗(Sv)。1 西弗= 1 焦耳/公斤。

等價劑量用於**確定效應**的管制，例如白內障以及皮膚紅腫等。

# 輻射加權因數, $\omega_R$

輻射類別	$\omega_R$
所有能量的光子	1
所有能量的電子與 $\mu$ 介子	1
中子：	
小於 10千電子伏特	5
10~100千電子伏特	10
0.1~2百萬電子伏特	20
2~20百萬電子伏特	10
大於20百萬電子伏特	5
質子(回跳質子除外) 大於 2萬電子伏特	5
$\alpha$ 粒子、分裂碎片、重核	20



# 有效劑量 (E)

定義：

考慮不同器官對輻射傷害的敏感度。符號為E。

$$E = \sum_{\omega_T} \omega_T H_T \quad (\omega_T \text{ 組織器官加權因數})$$

單位：

國際制單位為西弗(Sv)。

有效劑量主要用於**機率效應**，如致死癌與初二代的遺傳效應。

# 組織器官加權因數, $\omega_T$

器官或組織	$\omega_T$		
	ICRP-26	ICRP-60	ICRP-103
性腺(生殖腺)	0.25	0.20	0.08
紅骨髓	0.12	0.12	0.12
結腸(大腸直腸)		0.12	0.12
肺	0.12	0.12	0.12
胃		0.12	0.12
膀胱		0.05	0.04
乳腺	0.15	0.05	0.12
肝臟		0.05	0.04
食道		0.05	0.04
甲狀腺	0.03	0.05	0.04
皮膚		0.01	0.01
骨髓表面	0.03	0.01	0.01
腦			0.01
唾腺			0.01
其餘部分	0.30	0.05	0.12

# 輻射健康效應

- 軀體效應 vs. 遺傳效應
- 確定效應 vs. 機率效應
- 急性效應 vs. 慢性效應
- 輻射防護原則
- 輻射劑量之法規限值



# 游離輻射對生物體的傷害

效應類別		症狀	效應類別
軀體效應	急性效應	皮膚發生紅斑 骨髓、肺、消化道傷害 白血球減少 噁心、嘔吐、腹瀉	確定效應
	慢性效應	白內障、不孕症胎兒之影響等	
		白血病、癌症	機率效應
遺傳效應	遺傳基因突變或染色體變異所發生的各種疾病		

# 確定效應

效應之嚴重程度與輻射劑量的多寡成正比關係。

## 有低限值

例：

皮膚的紅斑、脫毛

白內障 (水晶體劑量 > 150毫西弗/年)

不孕症 (卵巢劑量 > 200毫西弗/年)



接受劑量達15戈雷以上

# 輻射健康效應-急性輻射傷害

## 一次輻射劑量(毫西弗)

## 人體產生之效應

小於250	沒有顯著效應
250~1000	淋巴球、白血球暫時減少
1000~2000	有疲倦、噁心、嘔吐現象，淋巴球及白血球顯著減少
2000~4000	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。
4000~6000	與前者相似，僅症狀顯示的較快，在2~6週內死亡率為50%。
6000以上	若無適當醫護，死亡率為100%



# 機率效應

效應之發生無法事先預知，只要受到輻射的照射，就有發生機率效應的可能性存在。

## 無低限值

包括：癌症 (風險為 6%/西弗)

遺傳病變 (風險為 1.3%/西弗)

## 機率性效應

機率性效應即是所謂的致癌影響。流行病學專家從廣島、長崎、馬歇爾群島居民，核武試爆之軍事觀察員，接受輻射醫療的病人、輻射工作人員，高天然背景地區居民，遭受核子事故影響之人員等數十萬人中做長期追蹤調查，以探討輻射與癌機率的相關性。

從日本核爆生存者的長期調查顯示，接受低輻射劑量(約250毫西弗以下)者，並無任何臨床症狀，白血病或其他實體癌的發生率也和一般人相同並未增加。但是為了輻射安全起見，國際放射防護委員會(ICRP)做了很保守又很重要的假設：人體只要接受到輻射，不管劑量是多少，都有引發癌症和不良遺傳的機率存在，沒有低限劑量值，而且致癌或不良遺傳的機率與接受劑量成正比(直線關係)，劑量愈高，機率也愈大，這種現象稱為機率效應。機率效應沒有低限劑量值的存在，只要有劑量，就會增加引發癌症的機會。

癌症的肇因為器官內不正常的細胞，快速的繁殖，防礙了正常細胞的發展，使得器官喪失功能。一般說來，輻射產生的癌症，從人體器官接受輻射曝露，需經過一段時間的複雜變化，才會有癌症症狀的顯現，這段時間稱為潛伏期。潛伏期過後，即進入高危險期，在這段期間，癌症的症會逐漸顯現。

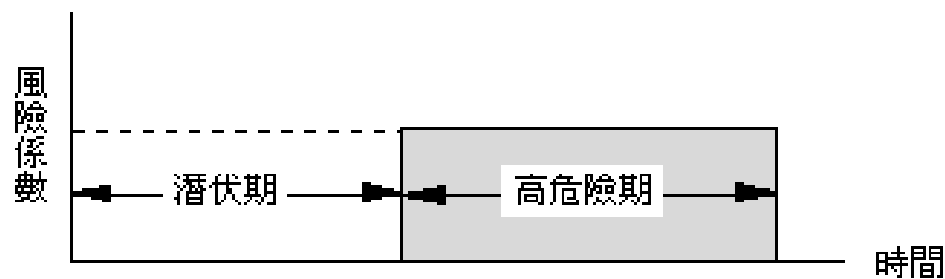


圖 6.4：輻射致癌的潛伏期與高危險期示意圖。



## 輻射引發癌症之統計數據

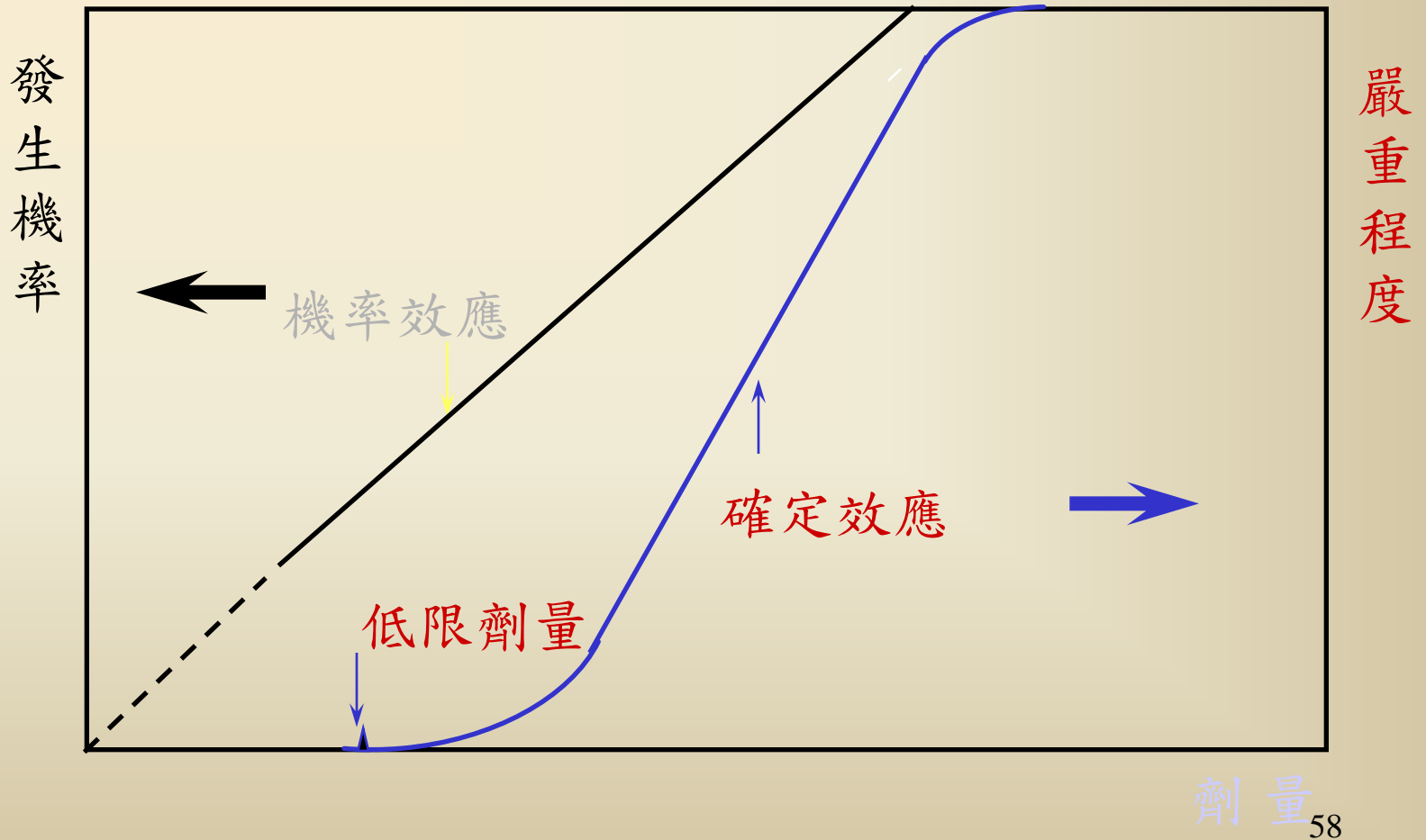
癌症類別	照射時年齡	潛伏期(年)	高危險期(年)	風險係數 (死亡/百萬人/ 年/命目)
骨癌	0 ~ 19.9	10	30	0.4
	20+	10	30	0.2
乳癌	10+	15	30	1.5
白血病	<i>In utero</i>	0	10	15
	0 ~ 9.9	2	25	2.0
	10+	2	25	1.0
肺及呼吸系統癌病	10+	15	30	1.3
胰臟癌	10+	15	30	0.2
胃癌	10+	15	30	0.6
食道癌	10+	15	30	0.2
甲狀腺癌	0+	10	30	0.43
其它	<i>In utero</i>	0	10	15
	0 ~ 9.9	15	30	0.6
	10+	15	30	1.0

根據流行病學調查結果顯示，人體器官對輻射致癌的敏感度有很大的差異。表示為人體各組織器官接受1,000毫西弗劑量引發致死癌症的機率的評估值。人口群分為全部人口(包括小孩及老人)和成年工人(18歲至65歲兩組)。由於小孩對輻射較敏感，故將小孩的致癌危險度亦考慮在內時，全部人口的平均致癌機率較工作人員的平均致癌機率高。胃、肺、結腸、和紅骨髓四個器官對輻射致癌性較敏感，而甲狀腺、骨表面、皮膚則較不敏感。如果有一個人接受了一個西弗的劑量，此人因胃癌死亡的機會為百分之1.1；此人因輻射劑量而導致癌症病發而死亡的機會為百分之5。換句話說，如果有一萬人，每人均接受了一西弗的劑量(相當於500年的天然背景輻射)，則可能增加癌症死亡人數500人。自然情況下，人類各種死亡原因中癌症佔了20%~30%。衛生署公佈台灣地區84年癌症佔總死亡數的21.9%，亦即每一萬人中，會有2190人死亡於癌症。

## 人體組織器官輻射致癌的機率

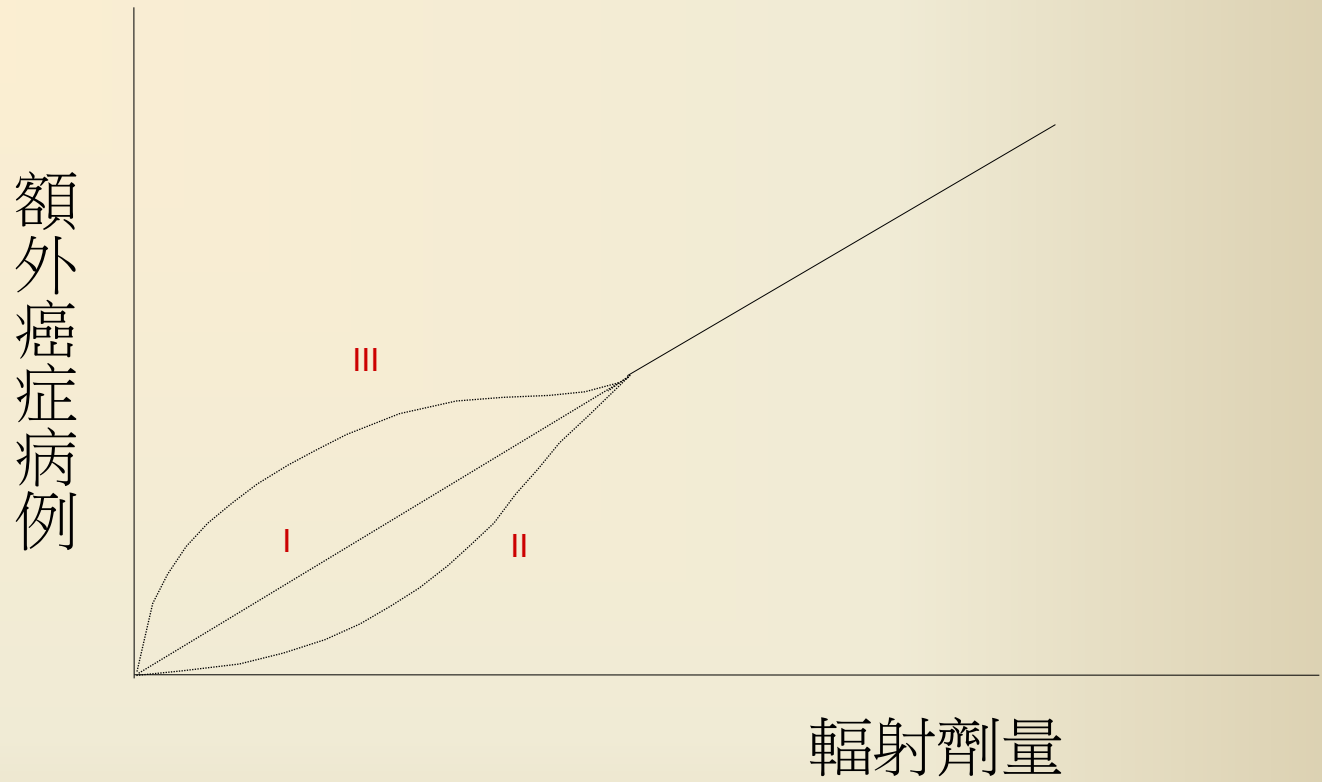
組 織 器 官	致死癌機率( $10^{-2}/\text{Sv}$ )	
	全部人口	成年工人
胃	1.10	0.88
肺	0.85	0.68
結腸	0.85	0.68
紅骨髓	0.50	0.40
膀胱	0.30	0.24
食道	0.30	0.24
乳腺	0.20	0.16
肝臟	0.15	0.12
卵巢	0.10	0.08
甲狀腺	0.08	0.06
骨表面	0.05	0.04
皮膚	0.02	0.02
其他	0.50	0.40
合計	5.00	4.00

# 效應與劑量關係





# 效應與劑量關係



癌症劑量曲線低輻射劑量區線性假設

## 遺傳效應

遺傳效應亦屬於機率性效應。生物用以延續生命的生殖細胞也有可能因受到輻射而造成損傷。受到輻射傷害的生物也許渾然不知，但已造成的輻射傷害卻可能在它的後裔裏察覺出來。輻射有可能會造成生殖細胞的染色體斷裂、移位或使得細胞進行有絲分裂時，染色體產生不當的組合。輻射也有可能造成染色體上去氧核糖核酸鍵結結構的異常，引發基因突變，造成遺傳缺陷，因而顯現某些隱性遺傳疾病(例如色盲、蒙古症、羊癲瘋)。

輻射對生物遺傳的影響之研究很不容易進行，一來它需要長時間追蹤好幾代的影響，才能判定遺傳效應。二來在追蹤研究的過程裏，不容易控制實驗條件，無法判定研究對象所顯現的遺傳效應確實是由輻射照射所引起。因此，輻射對人類所造成的遺傳效應之了解，很多仍來自二次大戰日本廣島和長崎核爆倖存者的長期追蹤統計資料。

1990年根據美游離輻射生物效應第五號報告所作的評估，每百萬人均接受10毫西弗(相當於5年天然背景輻射劑量)的遺傳效應，將增加50個額外的案例。換句話說遺傳效應發生的機會為每 $5 \times 10^{-5}$ /西弗。表列為輻射誘發之遺傳缺陷與自然發生率的比較。

## 自然發生與輻射誘發遺傳疾病之評估比較

遺傳疾病分類	自然發生率 (每百萬新生兒)	每代每10毫西弗之額外案例*	
		第一代	世代平衡
顯性染色體			
臨床嚴重的	2,500	5-20	25
臨床輕微的	7,500	1-15	75
X性連隱性	400	<1	<5
隱性染色體	2,500	<1	非常緩慢增加
染色體			
不平衡轉接	600	<5	非常少量增加
一套半染色體	3,800	<1	
先天性異常	20,000-30,000	10	10-100
其他複雜病原			不予評估
心臟疾病	600,000		
癌症	300,000		
其他	300,000		

## 激效效應

1982年美國Luckey教授提出低劑量對人體健康有益的調查結果1986年日本近藤宗平教授廣島、長崎的追蹤調查亦發現致癌機率較正常人低的現象。他們稱這個現象為激效(hormesis)效應。此外，經過長期對美國核子潛艇工作人員、加拿大接受乳癌X光攝影患者、以及匹茲堡大學住戶氬氣效應研究等，所進行低輻射劑量的流行病學調查，結果也都顯示出低輻射劑量具有正面的健康效應，能減少致癌的機率，並能刺激免疫功能的增加。

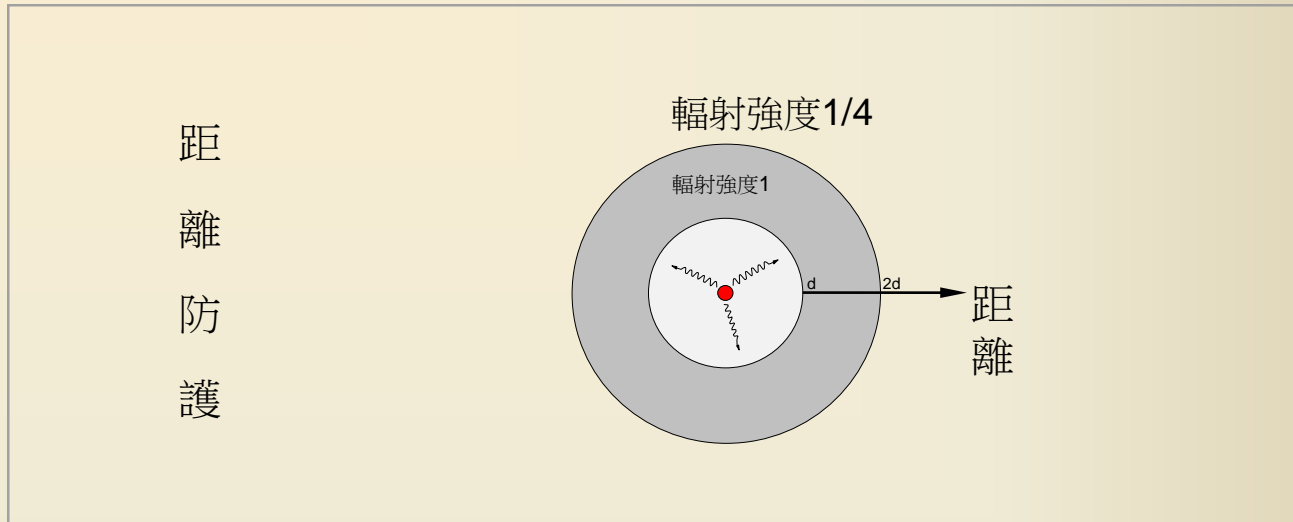


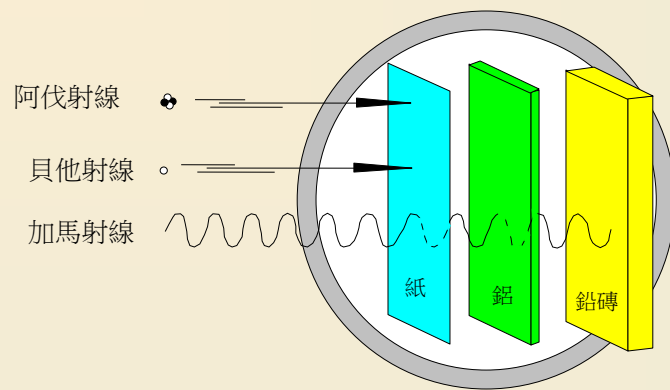
# 輻射健康效應

- 人一生中自然癌症風險約為 25%。
- 一年中若每天吸菸 20 支，其致癌機率相當於 70-280 毫西弗的劑量。
- 全身年劑量若低於 50 毫西弗，基本上被認為是相當安全的。
- 流行病學調查顯示，接受低輻射劑量(約 250 毫西弗以下)者，並無任何臨床症狀，癌症的發生率也和一般人相同。

# 輻射防護的方法

時間，距離，衰變，屏蔽





屏  
蔽  
防  
護

屏  
蔽  
防  
護

# 游離輻射防護原則

- 正當化

- 引起輻射曝露之行為，務必**利大於弊**

- 最適化

- 接受射源曝露之劑量、曝露人數及曝露之可能性，以社會與經濟因素考慮，務必**合理抑低**  
(As Low As Reasonably Achievable, **ALARA**)

- 劑量限制

- 防止確定效應的發生(等價劑量)
  - 抑低機率效應的發生的機率(有效劑量)

# 輻射劑量之法規限值

法規：原子能委員會「游離輻射防護法」、「游離輻射防護法施行細則」、「游離輻射防護安全標準」  
(92.02.01開始施行)

目的	組織器官	劑量限度(毫西弗/年)	
		輻射工作人員	一般民眾
抑低 機率效應	全身	50 (連續五年之年 平均小於20)	1
防止確定效 應發生	眼球水晶體	150	15
	個別組織 或器官	500	50



# 體內劑量的管制－食物、飲水、與空氣的 放射性物質『可允許最大濃度』

- 依劑量之法規限值，考慮放射性核種的化學與生物特性，包括輻射類別、能量、半衰期，以及受影響的器官、新陳代謝、與攝取量，計算得到不同核種的『可允許最大濃度』
- 職業暴露與一般民眾暴露的允許濃度不同

ICRP 建議之單一放射性核種之職業 『可允許最大濃度』  
 【一般成年人為1週168小時之1/10】

核種	影響最大器官	1週40小時		1週168小時		管制值	
		水	空氣	水	空氣	水	空氣
I-131	甲狀腺	$2.22 \times 10^6$	$3.33 \times 10^2$	$7.40 \times 10^5$	$1.11 \times 10^2$	50,000	8
Cs-137	肝	$1.85 \times 10^7$	$2.96 \times 10^3$	$7.40 \times 10^6$	$1.11 \times 10^3$	$3.0 \times 10^7$	7,000
Pu-239	骨	$3.70 \times 10^6$	$7.40 \times 10^{-2}$	$1.85 \times 10^6$	$2.22 \times 10^{-2}$	700	$6.0 \times 10^{-4}$

# 背景輻射的來源

## 宇宙射線

宇宙射線是由外太空的輻射入射地球所造成的。

高能的宇宙射線射入地球大氣層後和大氣中的原子、分子碰撞，發生核反應，產生許多仍具高能量的介子、光子、質子、中子等的粒子，這些粒子稱為二次宇宙射線。

台灣地區海平面宇宙射線所造成的劑量約為每年0.27毫西弗；阿里山高約1500公尺，居住在阿里山，每年所接受的宇宙射線劑量為0.54毫西弗；居住在玉山，每年所接受的宇宙射線劑量為0.81毫西弗。

一個飛在2萬公尺高空的戰鬥機駕駛，每小時即需接受13微西弗的劑量，換句話說只要15~16小時的飛行，戰鬥機駕駛所接受的劑量，即等於一般人一年所接受的背景劑量了。

## 國內外航線旅客所受宇宙射線劑量

航線 (往返)	接受劑量 (微西弗)
台北 ⇄ 紐約	156
台北 ⇄ 阿姆斯特丹	99
台北 ⇄ 洛杉磯	93
台北 ⇄ 約翰尼斯堡	72
台北 ⇄ 雪梨	48
台北 ⇄ 新加坡	15
台北 ⇄ 金門	0.67
台北 ⇄ 高雄	0.48
台北 ⇄ 台南	0.23
台北 ⇄ 蘭嶼	0.13
高雄 ⇄ 馬公	0.07

資料來源：原能會核研所保健物理組邱志宏先生所著之“輻射與健康”。

## 地球表層內存的放射性元素

地球生成至今約有45億年的歷史，當初地球生成時存在的短半衰期放射性物質，早已消失殆盡，唯有長半衰期的放射性物質及穩定的核種能保存下來。這些長半衰期放射性物質中較為重要的元素分別是鈾-238 (半衰期45億年)、鈾-235 (半衰期7.1億年)、釷-232 (半衰期140億年)、鉀-87 (半衰期480億年，含量佔鉀元素的27.85%，經由貝他衰變成穩定的銨-87)、鉀-40 (半衰期13億年)。鉀-40以貝它衰變成為穩定金屬鈣-40，或以正電子衰變和電子捕獲方式變成穩定氣體氬-40。

在所有的放射性核種中，氡是一非常重要的核種。氡為氣體，有可能自泥土及岩石的隙縫，跑到大氣中後，進行阿伐衰變，故有較大的機會對人體造成背景劑量。半衰期愈長的氡氣愈有機會自泥土的隙縫，跑到大氣中，在鈾-238的衰變系列中，氡-222的半衰期為3.8天，故亦有較大機會自泥土或岩石滲透進入大氣。



## 世界各地的室外氡氣濃度 (貝克/立方公尺)

美國辛辛那提市	9.6
法國	9.3
美國紐約市	4.8
英國	3.3
美國華盛頓市	2.9
日本	2.1
玻利維亞	1.5
菲律賓	0.3
印度洋	0.07
馬紹爾群島	0.02

## 各種建築材料的室內 氡氣濃度(貝克/公斤)

木材	1.1
石膏	29
砂石	34
水泥	45
磚	126
花崗石	170
飛灰	341
矽酸鈣渣	2140
鈾礦渣	4625

資料來源：董傳中，“核能發電與輻射安全”，1995國際核能發電研討會，1995，台北。

## 各國天然輻射劑量評估值的比較 單位：毫西弗/年

類別	世界平均	美國	日本	台灣
宇宙射線	0.36	0.28	0.38	0.27
地表及建物	0.41	0.28	0.29	0.55
小計(體外輻射)	0.77	0.56	0.67	0.82
氡...等	1.26	2.0	0.56	0.83
鉀-40...等	0.36	0.39	0.47	0.33
小計(體內輻射)	1.62	2.39	1.03	1.16
合計	2.4	3.0	1.7	2.0

資料來源：聯合國原子輻射效應科學委員會(UNSCEAR), 1993.

## 世界高輻射背景地區與劑量率

地區或國家名稱	年劑量(毫西弗)	倍數 <sup>4</sup>
伊朗Ramsar市 <sup>1</sup>	6至360	3 至180
印度Kerrafa區十個村莊 <sup>2</sup>	平均 13	6.5
巴西Espirito Santo <sup>3</sup>	0.9 至35	17.5
大陸福建鬼頭山區 <sup>3</sup>	平均 3.8 最高 120	1.9

資料來源：

1. 國際原子能總署簡訊，1991年第33卷第2期。
2. 聯合國原子輻射效應科學委員會1962及1992年報告。
3. 聯合國原子輻射效應科學委員會1992年報告。
4. 台灣地區平均自然背景輻射年劑量2毫西弗的倍數。

## 人造輻射

當鈾-235核分裂時，會形成兩個不等質量核種，稱為分裂產物

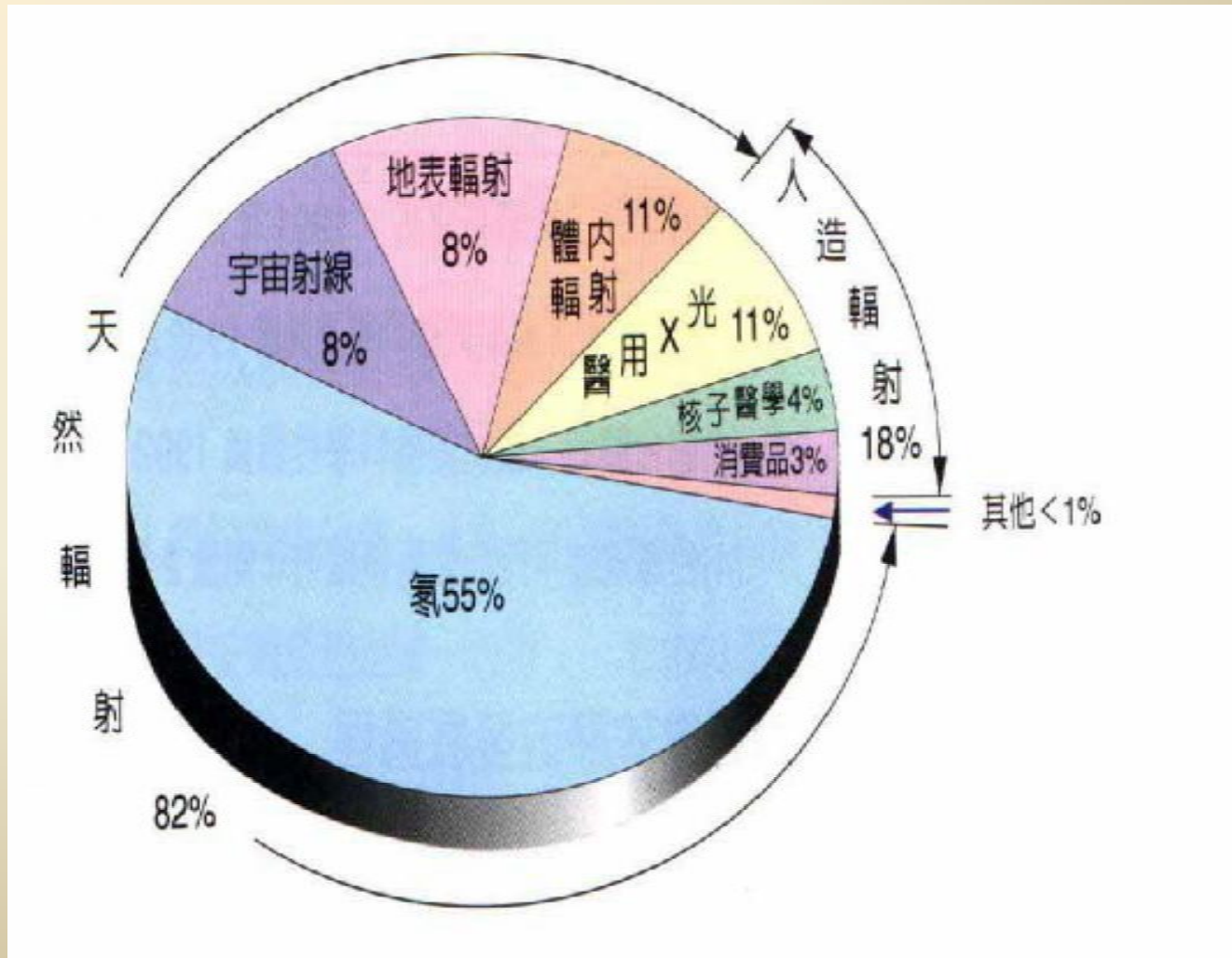
廣島長崎的原子彈爆炸、及二次世界大戰末期，與冷戰時期的大氣中之核武器試爆，所產生的落塵亦帶有放射性物質。落塵中，以長半衰期的 鋇-90 與 銫-137 最多。

人工放射性同位素的生產，供給醫療診斷與治療，以及各類型科學研究之用。常見的核種有鈷-60、碘-131、磷-34...等。

醫療診斷用的X-光機及產生電子束的機器，均會產生輻射。另外大型的科學研究裝置如加速器，同步輻射時在使用時亦會產生輻射。

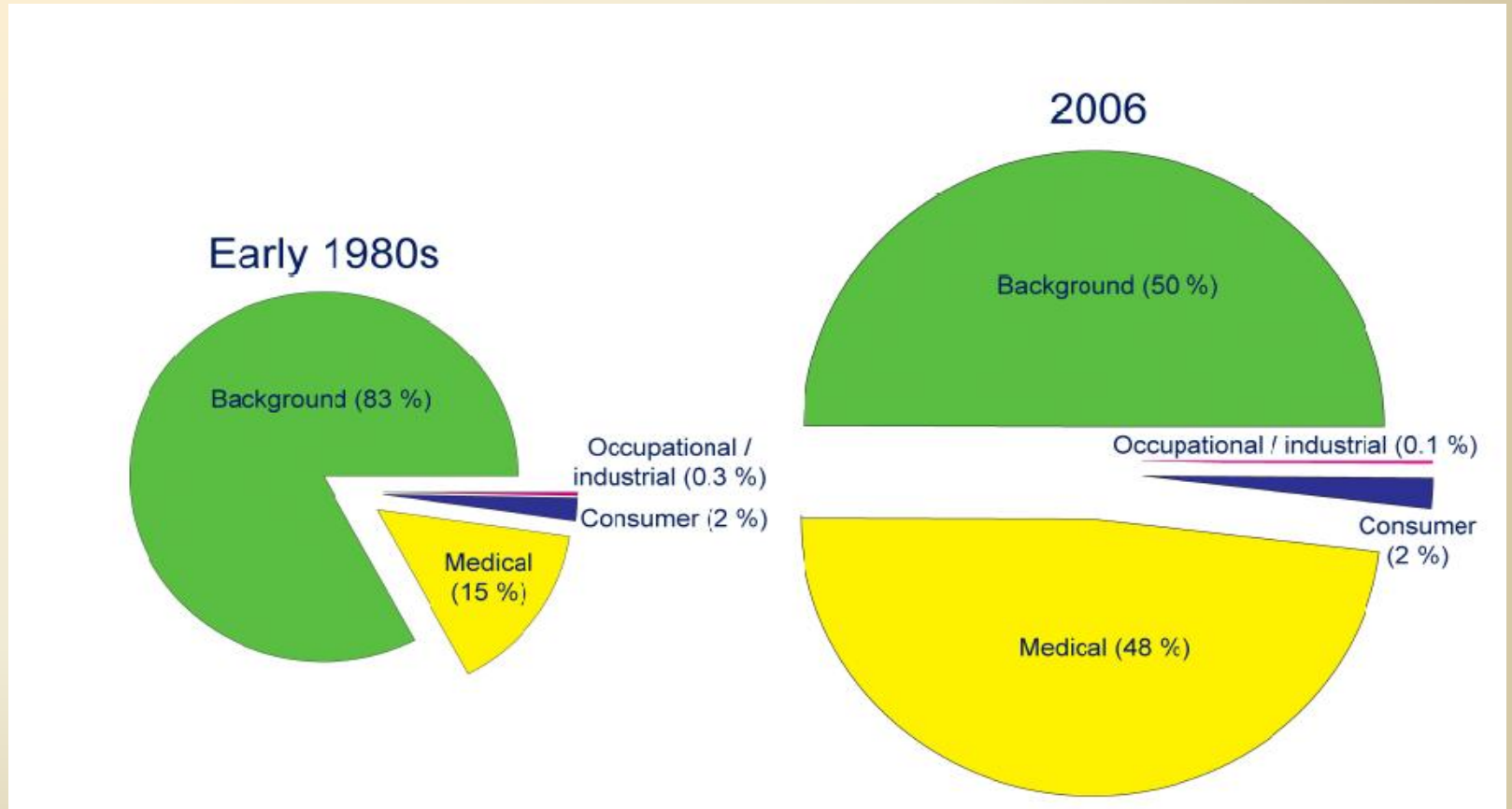
夜光鐘錶錶面的螢光物質、彩色電視、電腦顯示器、空航安全檢查用的行李或人員X-光、非破壞檢驗、及其他工業用的X-光、建築內使用的煙霧偵檢器等，都會釋出少量的輻射。

# 生活中的輻射





# 國民劑量之趨勢圖

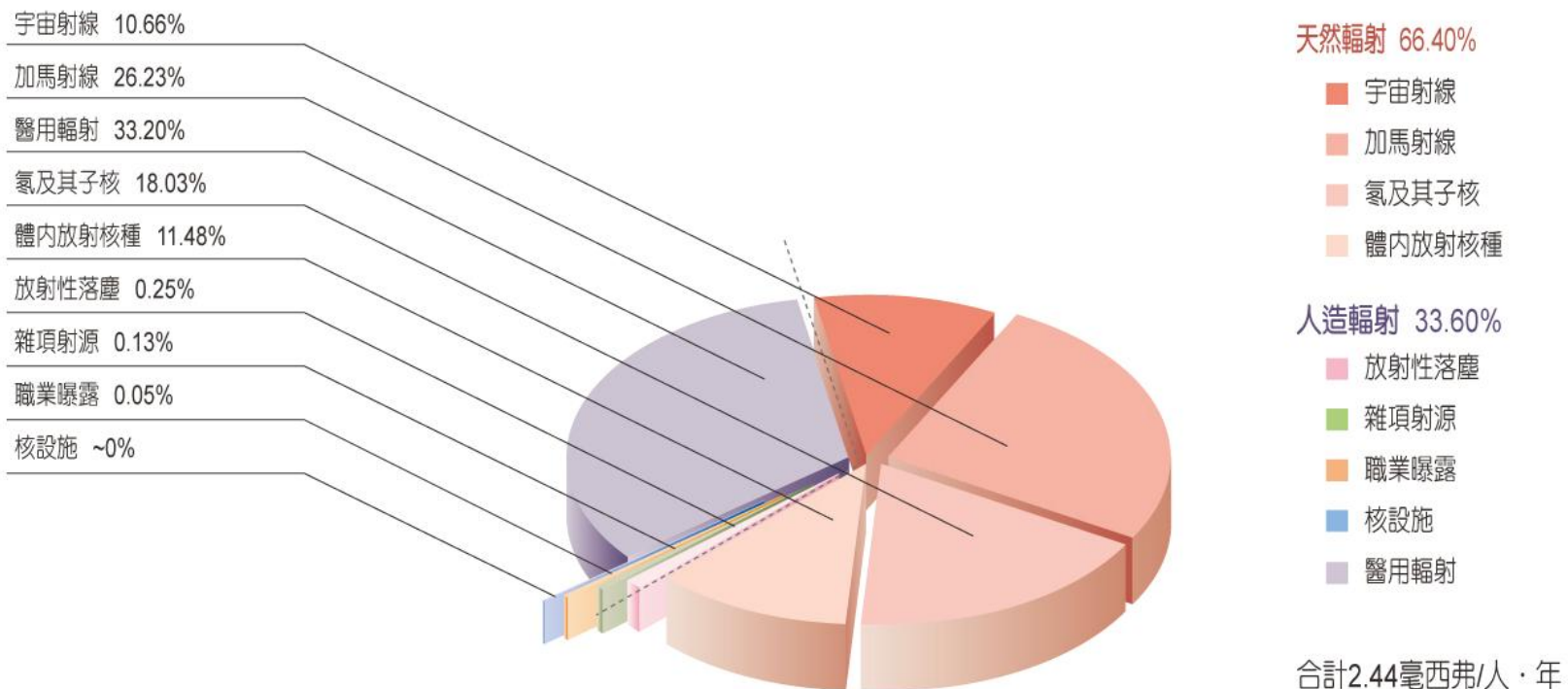


個人劑量：3.6 毫西弗/年      個人劑量：6.2 毫西弗/年

資料來源：美國NCRP 93(1980s)，NCRP 160(2006)

# 台灣地區國民輻射劑量

## 台灣地區國民輻射劑量評估結果分布圖



資料來源: 台灣電力公司 2009

*Hand mit Ringen 5 2. 1. 96*



*Hand mit Ringen:*

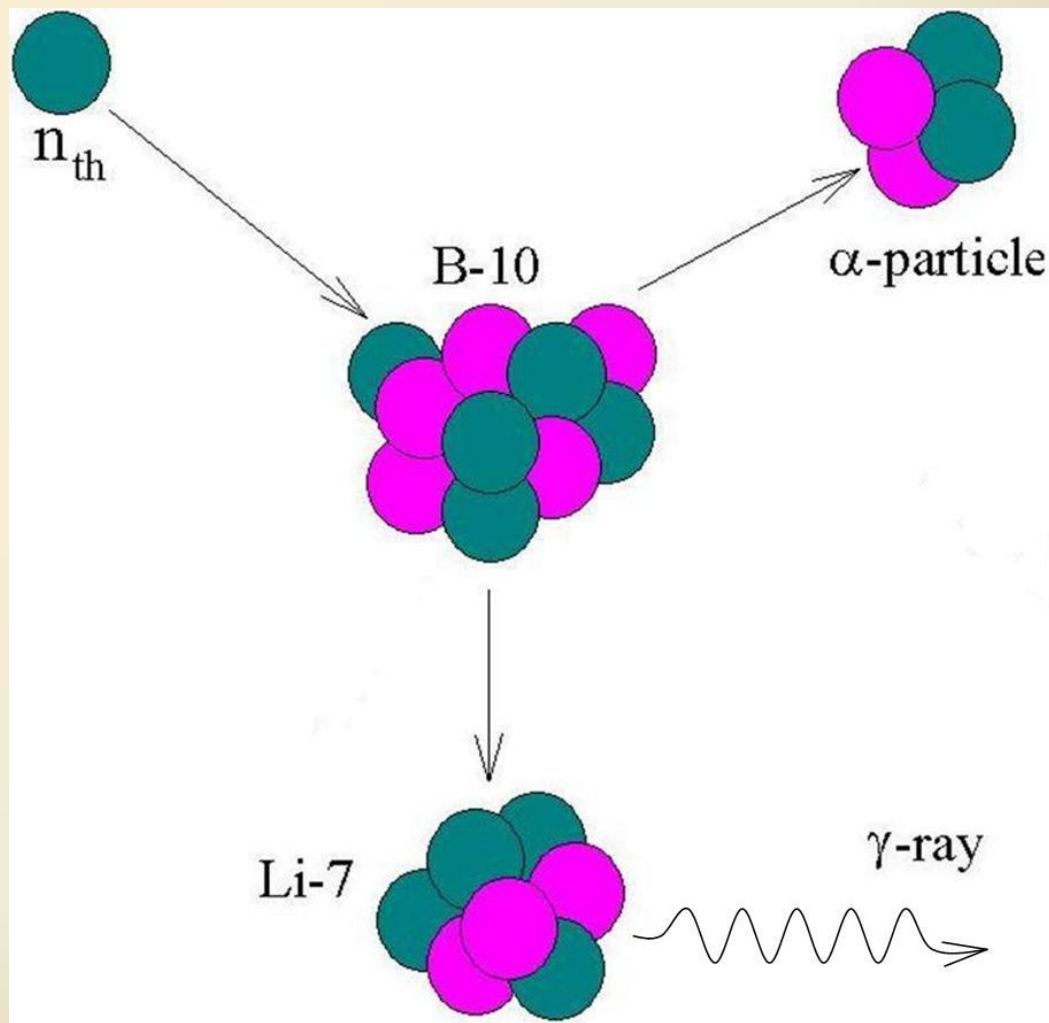
print of Wilhelm Röntgen's first "medical" x-ray, of his wife's hand, taken on 22 December 1895

and presented to

Professor Ludwig Zehnder of the Physik Institut, University of Freiburg, on 1 January 1896

*Eigentum von Prof. Zehnder  
Freiburg 1913*





硼中子捕獲治療  
(Boron Neutron Capture Therapy)

# THOR/BNCT

- *THOR in brief*

- \* TRIGA conversion type with max. power of 2MW

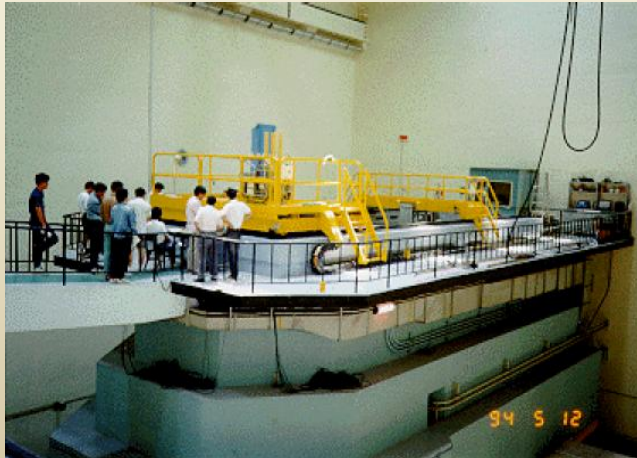
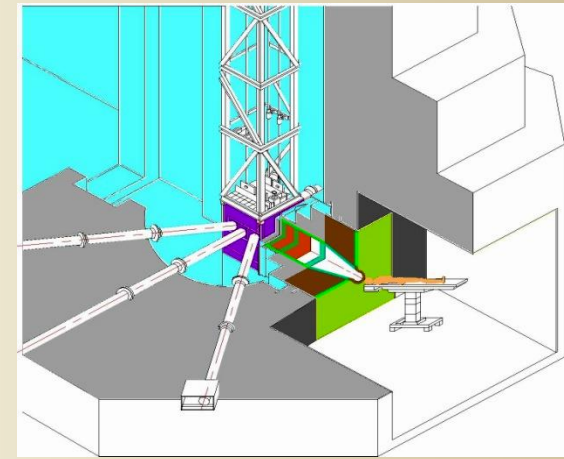
- \* First critical was reached in 1961 and reconstructed in 2004 for BNCT

- *BNCT Specifications*

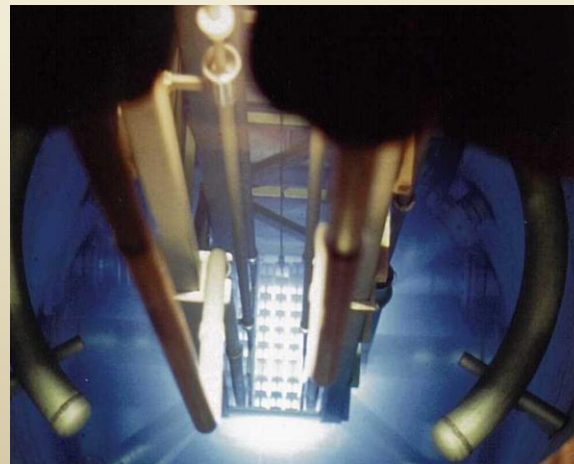
- \* Aperture Diameter = 14 cm ,

- \* Epithermal Neutron Flux  $> 1.0 \times 10^9$  n/cm<sup>2</sup>/sec

- \* Fast Neutron Dose + Gamma Dose  $< 1.0 \times 10^{-10}$  cGy-cm<sup>2</sup>/n



Reactor Hall of THOR



THOR Core at Full Power



BNCT beam at THOR



# In vivo/ vitro Study

- \* Boron drug (PBAD-lipiodol) developed by Dr. Chou was used in our study.
- \* Two animal models were performed before clinical trials (rat & rabbit)
- \* Cooperated with VGHTPE for BNCT pre-clinical study for liver cancer



Cell test



Animal test I (rat)



Animal test II (rabbit)

# 劑量比較

<http://xkcd.com/radiation/>

- 典型背景年劑量值：3.5 毫西弗 (85% 來自天然輻射)
- 典型背景劑量值 (每天)：10 微西弗
  - 人體內鉀-40 造成的年度劑量：390 微西弗
  - 居住在石頭、磚頭，或混凝土的建築內一年：70 微西弗
- 美國法規允許之年職業劑量：50毫西弗
- 美國法規之允許之民眾年劑量：1毫西弗
  
- 睡在一個人身旁8 小時: 0.05 微西弗
- 吃一根香蕉: 0.1微西弗
- 紐約飛洛杉磯一趟：40微西弗
- 居住在距離核能電廠80公里範圍內1 年：0.09微西弗
- 居住在距離燃煤電廠80公里範圍內1 年：0.3微西弗

# 劑量比較

<http://xkcd.com/radiation/>

使用CRT顯示器一年: 1微西弗

牙齒或手部 X-光: 5微西弗

胸部 X-光: 20微西弗

乳房 X-光檢查: 3毫西弗

胸部電腦斷層掃描: 5.8毫西弗

增加癌症罹患機率之最低年劑量值: 100毫西弗

產生輻射傷害症狀之短時間暴露劑量低限值: 400毫西弗

產生嚴重輻射傷害症狀(可能致命) 之短時間暴露劑量值:  
2,000毫西弗

產生非常嚴重輻射傷害症狀(及時治療有機會生存) 之短時間  
暴露劑量值: 4,000 毫西弗

絕對致命劑量: 8,000 毫西弗

緊急工作人員的劑量限值: 100 毫西弗

搶救生命時, 緊急工作人員的劑量限值: 250毫西弗

## 電價比陸便宜 用國人性命換的 - Yahoo!奇摩新聞 (1/2)

更新日期：2011/04/19 16:05

4月22日地球日，今年特別不同。一場日本福島核災，掀起全台一波波反核潮。台灣的能源供需，最迫切的，可能根本不是開源，而是節流。而我們的電價，便宜到根本讓人沒有省電的誘因。台灣每人每年排碳量竟高居亞洲第一，「節能減碳」僅成了企業維護形象的口號。超低電價，到底讓台灣人民付出了哪些代價？

• • • • •

• • • • •

• • • • •

## 電價比陸便宜 用國人性命換的 - Yahoo!奇摩新聞 (2/2)

更新日期：2011/04/19 16:05

### 【用性命換電力 值得嗎？】

6、7年前開始，鹿港胸腔科醫師葉宣哲在門診時陸續發現，鹿港鎮民的呼吸道疾病急遽增多，許多外出遊子回到鎮上，氣喘開始發作。國民健康局統計，中部沿海氣管癌死亡率是過去2倍以上，而且有年輕化趨勢。

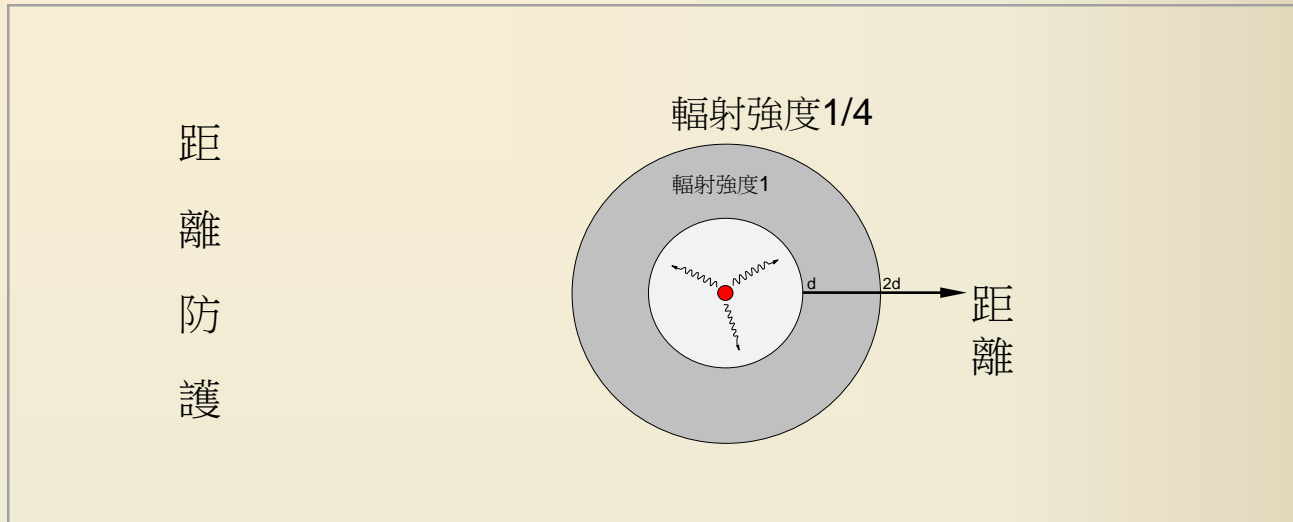
中興大學環境工程學系教授莊秉潔研究發現，中部的戴奧辛濃度全台最高，幾乎天天是美國標準的3倍以上。台中火力發電廠「貢獻」最大。

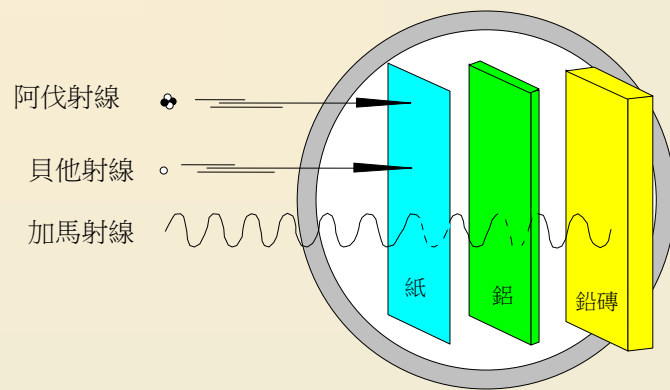
「以犧牲人民的健康來換取電力，對嗎？」葉宣哲有理由相信，距離鹿港十五公里、被監控全球五萬座電廠的「碳監控行動」（CARMA）組織評為世界最大碳排放電廠的台中火力發電廠，以及第6大的麥寮電廠所排放出來的廢氣是疾病的元兇。



# 輻射防護的方法

時間，距離，衰變，屏蔽





屏  
蔽  
防  
護

屏  
蔽  
防  
護

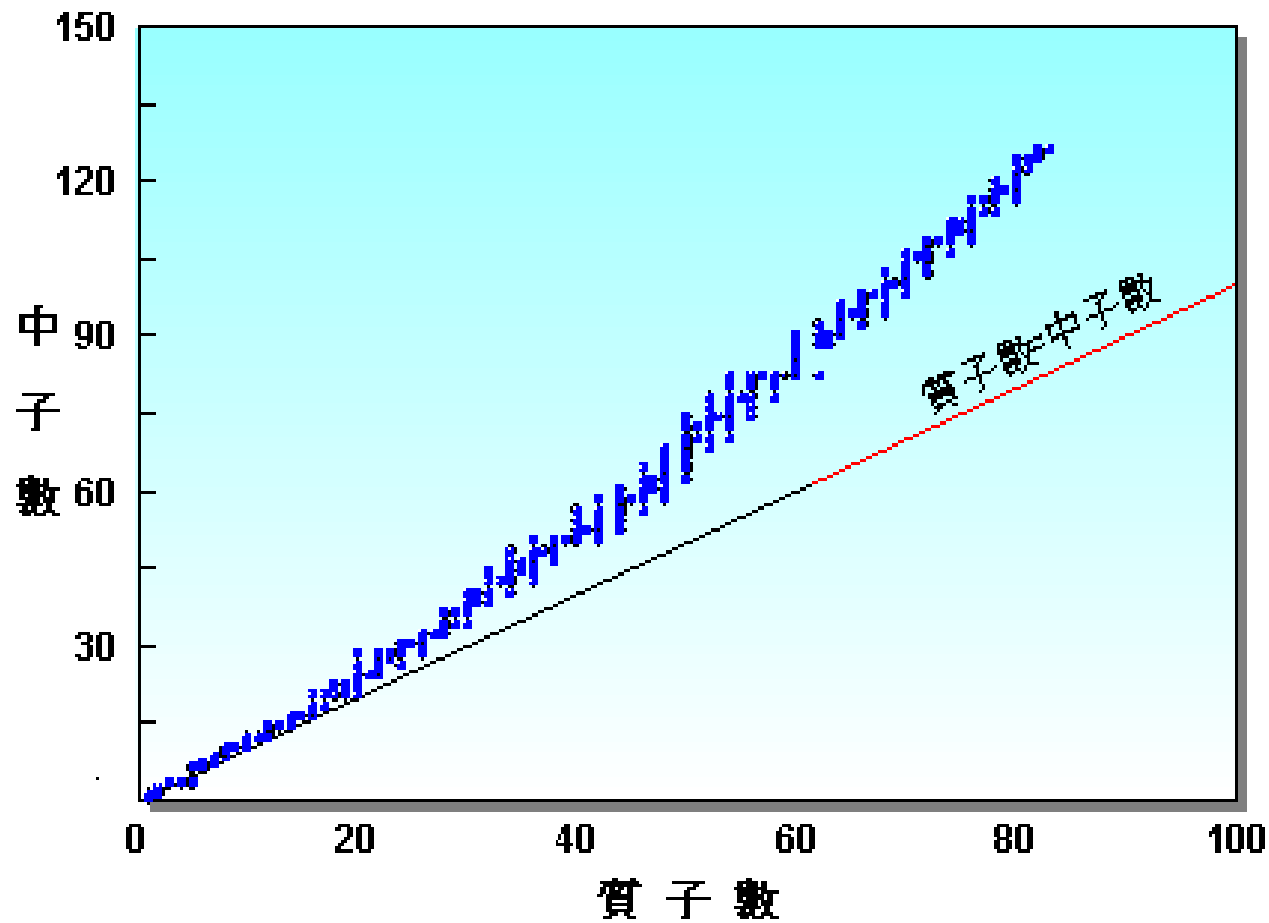


圖 2.2：自然界穩定存在之核種，其原子核內質子與中子數的配比關係。較輕的核種中，其質子數約略等於中子數；而較重核種的中，中子數大於質子數。



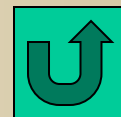
對某一單個的不穩定原子核而言，衰變是一個隨機過程，亦即我們無法預測不穩定的原子核，到底會於什麼時候釋出輻射。但將許許多多的同種之不穩定原子核放在一起觀察時，我們可以發現原子核的衰變速率是一常數。經過簡單的數學計算，可以得到特定質量之放射性物質釋出輻射的能力，在經過一段特定的時間後，只剩下原來的一半，這個特定的時間即稱為半衰期。

$$N = N_0 \left(1/2\right)^{t/T_{1/2}}$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\frac{t}{T_{1/2}} \ln 2$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad \lambda : \text{decay constant}$$

$$A = \lambda N = \lambda N_0 e^{-\lambda t} \quad A : \text{activity 活度}$$



# 焚化爐並非戴奧辛唯一來源

## 致病風險容許值究竟多少？至今沒有百分之百的答案

郭育良／成大醫學院工業衛生科主任

根據環保署委託的一項研究顯示，國內垃圾焚化爐和醫療廢棄物焚化爐排出戴奧辛的致癌風險高於美國加州的標準。此一調查報告的結果的確令人訝異，但我們不應被嚇到，而是以謹慎、監督的心情來看這份報告，繼續注意不要再讓排放物中戴奧辛的致癌風險升高。戴奧辛之所以被稱為「世紀之毒」，是因為戴奧辛為所有化學物質中能以最濃度致癌的化學物質，而第一等的致癌物至少要十倍於戴奧辛的濃度才會致癌，戴奧辛亦被美國環境署列為首要注意的有毒物質。但戴奧辛的致癌風險容許值究竟是多少？至今沒有一個百分之百的確定答案。一九七六年義大利瑟維維市（Sesto）發生工廠爆炸，排放出不少戴奧辛，研究人員追蹤至今，只是初步地發現當地居民致癌的比例是有增加，但愛當初爆炸案的影響有多大，尚無法有確實的數據證實。

美國訂定的戴奧辛致癌風險容許值，乃以一百萬人不得增加一人以上的癌症風險加以評估，但由於人類之流行病學資料尚未齊備到能清楚地顯示出劑量—效應關係，只好以動物，如大白鼠與小鼠，做實驗研究，去推算在暴露於戴奧辛的人類可能有的危險性。而且通常為求補償自動物推估至人類所引起的不確定性，會在其劑量—效應關係中乘上一個安全係數。因此整體而言，美國的戴奧辛致癌風險容許值具有相當的不確定性。

當然一般人深信美國訂定的致癌風險容許值應具有相當的安全度，只是一旦超過其容許值是否就真的會致癌？即使是戴奧辛專家都無法給予肯定的答案。

目前可以肯定的是，燃燒含氯及含氮的化學物質如塑膠製品、塑膠袋、清潔劑等就會產生戴奧辛。因此做好垃圾分类必有所幫助。環保署委託的研究報告值得重視，但台灣目前焚化爐尚未普及，而一般人血中即含有戴奧辛及類似的化學物質，如多氯聯苯、多氯呋喃，顯見焚化爐並非戴奧辛唯一或最重要的來源。以北美洲與北歐國家而言，海產與牛肉為一般人口戴奧辛的最重要來源。對台灣來說，值得我們關切的是，整個生活環境中的戴奧辛含量，如上個月公布一研究報告顯示，位於高雄、台南交界的二仁溪底泥，河水中產，如魚類、牡蠣等，都含有高於國際食用標準的戴奧辛，這些戴奧辛含量從何處來？無人知道，我們實在需要對整體環境做一全面性的調查。

(記者整理)

## 焚化爐戴奧辛排放量 宜速減低

凌永健／清大化研所教授

焚化爐在焚化過程中，會產生戴奧辛，台灣的焚化爐當然也不例外，問題是排放量的多少？是否超過排放管制標準？是否已達對人體健康有害的程度？而如何將排放量降至安全範圍內，是當務之急。以台北地區一座垃圾焚化爐和台中地區一座醫療廢棄物焚化爐所排放的戴奧辛平均分別為每標準立方公尺零點二二微克，和每標準立方公尺零點零四三微克，和美國對現有的大小型垃圾焚化爐之排放管制標準分別為每標準立方公尺零點零二微克和每標準立方公尺零點零六微克（若以毒性當量計，每標準立方公尺一微克等於一千耐克）表示，分別為零點五和零點零二，對新建之各型垃圾焚化爐則為每標準立方公尺零點零三微克（或零點二零毒性當量）。德國、瑞典和歐體的零點零零零零毒性當量相較，此兩座焚化爐所排放的戴奧辛顯然偏高，雖然所測得之數據只能供參考用，然而以先進技術興建的國內焚化爐的毒氣不甚理想，其原因是值得探討的。是無法達到垃圾分類？是人員為因素沒有確實遵守三T（溫度、時間、擾流）的操作規範？是經費原因不能落實除汙步驟？抑是從國外引進的技術水土不服，不適用於焚化台灣的垃圾？

以都市垃圾百分之六十用焚化爐處理的瑞典而言，在一九八五年制定每立方公尺零點零一毒性當量的排放標準後，其全國戴奧辛年排放量從二百億毒性當量降至一九九二年的二至十億毒性當量，而在一九九一年瑞典全國之戴奧辛排放量僅九十一億毒性當量中，來自垃圾焚化爐只佔百分之六，為來自交通排氣之百分之三、兩倍，主要來源依多寡先後為垃圾掩埋場的垃圾燃燒之百分之二十七、金屬工業之百分之二十五、水泥工業之百分之二十二、燃煤木村之百分之十五。同年荷蘭全國之戴奧辛排放量僅四百八十四億毒性當量中，百分之七十九來自都市垃圾焚化爐，預估在降低排放標準到每立方公尺零點零一毒性當量後，到公元二千年荷蘭全國之戴奧辛之排放量可降至五十八億毒性當量，其中來自都市垃圾焚化爐僅佔百分之五，和來自交通排氣的百分之四相近。因此相關單位，應可參考先進工業國家的戴奧辛管制標

民國八十五年六月十九日聯合報



# 油氣逸散 隱形殺手

◎劉銘龍

**加** 油站所逸散的油氣，將導致長期暴露在苯和1,3-丁二烯的附近居民與工作人員罹患血癌的機率增高，早已獲得學界一致的證實。台灣地區目前一千三百多座加油站中，裝有油氣回收設施的加油站僅有二百三十餘座。換言之，多數加油站工作人員與附近的居民都長期不自覺的暴露在這種高度致癌危險的環境中。要解決這個問題的方法有兩種，第一是油品製造時就直接減低苯含量；次為加油站設置油氣回收系統。

然而日前在一場由環保官員、加油站業主與學者專家等共同參加的座談會中，雖然經由與會學者專家與環保官員的證實，吸入逸散油氣會大幅增加血癌的罹患率。但加油站業主仍以加裝成本過高、停業損失由誰負責，以及東南亞國家都沒有實施油氣逸散管制為由，反對加裝油氣回收系統。

根據「空氣污染防治法」第十三條的規定，固定污染源（加油站）空氣污染防治設施或監測設施之規格、設置等，應符合中央主管機關之規定。油氣回收設施，當然是空氣污染防治設施的一種，而且是必要的一種。原

本這類設施應要求業者自行負擔設置成本，但環保署為鼓勵業者儘速加裝，已經用空污費編列預算，補助各加油站加裝真空式油氣回收設施。但業者仍食鹽知味，不滿足環保署的補助額度，而以似是而非的理由來搪塞推拖。這種只顧一己賺錢，完全漠視大眾健康的作法，是應該受到社會大眾譴責的。

因此，基於整體環境保護與大眾健康保障，中油公司應加強油品品質管制，減低油品中的苯含量外，環保署也應該依法公告強制國內所有加油站，「必須」加裝油氣回收設備為加油站「污染防治設備」。對於拒不加裝的業者，則依「空氣污染防治法」第三十六條的罰則，處以十萬元以上一百萬元以下的罰鍰；必要時，可令其停業或歇業；此外，環保署也應依「空氣污染防治法」第十九條，將加油站「油氣逸散」公告為空氣污染行為，以迫使加油站業者早日全面加裝油氣回收設備，避免加油站成為大眾健康的隱形殺手。

（作者為環境品質文教基金會秘書長）

八十五年一月一日聯合報



## 竹科砷超高？嚇壞周邊居民

更新日期:2007/11/13 04:09

〔記者洪美秀、許敏溶／綜合報導〕工研院五年前所做的「半導體與光電產業砷排放評估」論文，讓新竹科學園區周邊居民再度恐慌？新竹市環保局長張見聰表示，這份砷偏高的報告與環保署、科管局委託學者所做的報告出入甚大；衛生局則強調竹科周邊居民並未有肝癌及肺癌罹患比例高的情形。

國科會：與環境風向都有關

國科會主委陳建仁則指出，砷濃度除了與竹科產業有關外，周遭環境與風向也有關，他要求竹科管理局深入了解。陳建仁也以上次中科出現砷濃度偏高，後來發現原因是中科處於下風處，顯示火力發電、垃圾焚燒或鋼鐵廠都可能排放砷，而且砷濃度不能以兩至三分鐘內量測最高數值為主，必須是一小時或二十四小時平均值，才具有更高參考價值。

有媒體報導，由工研院環安中心正研究員簡弘民等人在五年前所做的前述論文，提到竹科砷污染十五個監測點中，最高值達每立方米一百二十奈克，砷濃度超高。

科管局：儀器造成「高」估

對此，竹科管理局昨發布新聞稿表示，這份報告是九十一年所做的量測，由於遠超過園區過去量測結果，當時與環保署立刻檢討，認為工研院所使用的儀器只能量測卅奈克以上量值，才會造成高估。科管局說，該局委託清華大學凌永健教授及環保署認證實驗室瑩諮公司，以高精度方法再進行量測，偵測極限約為每立方米〇點四奈克，測得砷濃度僅四至十奈克。後續從九十三年迄今長期檢測，砷濃度平均約在每立方米五奈克。

科管局強調，環保署有關砷及其化合物周界環境標準為每立方米兩百奈克，竹科園區周界，未來將以歐盟二〇一二年達年平均六奈克為目標值。

新竹市環保局長張見聰則說，竹科使用砷的列管廠商計有廿八家，環保局已向環保署爭取經費，進行砷製程及原料的監測調查。竹市衛生局表示，國人又稱砒霜的砷是有毒元素，若長期曝露在砷環境中，可能會堆積在人體內臟、骨頭或頭髮中，而砷也是致癌物質，致罹患肝癌及肺癌的比例較高。