



核能發電、輻射、與福島核一廠事故

李 敏

工程與系統科學系

國立清華大學

和平高中

中華民國100年5月2日



中和日新國宅 37 戶輻射劑量過高

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，但不少家長擔心幼兒安全，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管查名單內，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管查及加強偵測範圍，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棟鋼爐，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中途倒閉，蓋完二樓後，轉手由其他建商接手興建，可能後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。



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

【記者邱國偉/台北報導】一樁輻射屋內自殺事件，一位受災戶因此與太太不合，獨居在輻射屋內，因加上過去雙方發生的不快，以及事業不振，最後竟自割腕。

這起事件發生在民生別墅一內的輻射屋內。受災戶自稱姓張，姓張與張太太，因雙方在事業及生活上的不合，加上過去雙方發生的不快，以及事業不振，最後竟自割腕。

據悉，張先生與張太太，因雙方在事業及生活上的不合，加上過去雙方發生的不快，以及事業不振，最後竟自割腕。

12月15日
自由時報 82年

原委會無能 民生別墅別墅別墅 健康亮紅燈 受災居民居

「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 府政擊評題聯保環界醫

【本報訊】原能會原委會無能，民生別墅別墅別墅健康亮紅燈，受災居民居。原委會原委會無能，民生別墅別墅別墅健康亮紅燈，受災居民居。原委會原委會無能，民生別墅別墅別墅健康亮紅燈，受災居民居。

原委會原委會無能，民生別墅別墅別墅健康亮紅燈，受災居民居。原委會原委會無能，民生別墅別墅別墅健康亮紅燈，受災居民居。原委會原委會無能，民生別墅別墅別墅健康亮紅燈，受災居民居。

原委會原委會無能，民生別墅別墅別墅健康亮紅燈，受災居民居。原委會原委會無能，民生別墅別墅別墅健康亮紅燈，受災居民居。原委會原委會無能，民生別墅別墅別墅健康亮紅燈，受災居民居。

民生別墅輻射源災戶
是否可能回國...
今日日本返台
自章報 82年 10月11日



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、釷、鉀-40等天然核種，並非輻射鋼筋中所含的人工放射性核種鈾-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。



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

【記者陳如瑜台北報導】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。初步鑑定並不是鈾六十核種。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。

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，南半球每逢六月（七月至九月）就出現的臭氧減少現象，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。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。去年，也是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年前

的前一臭氧破洞期，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。去年，也是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年前

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。





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】



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。

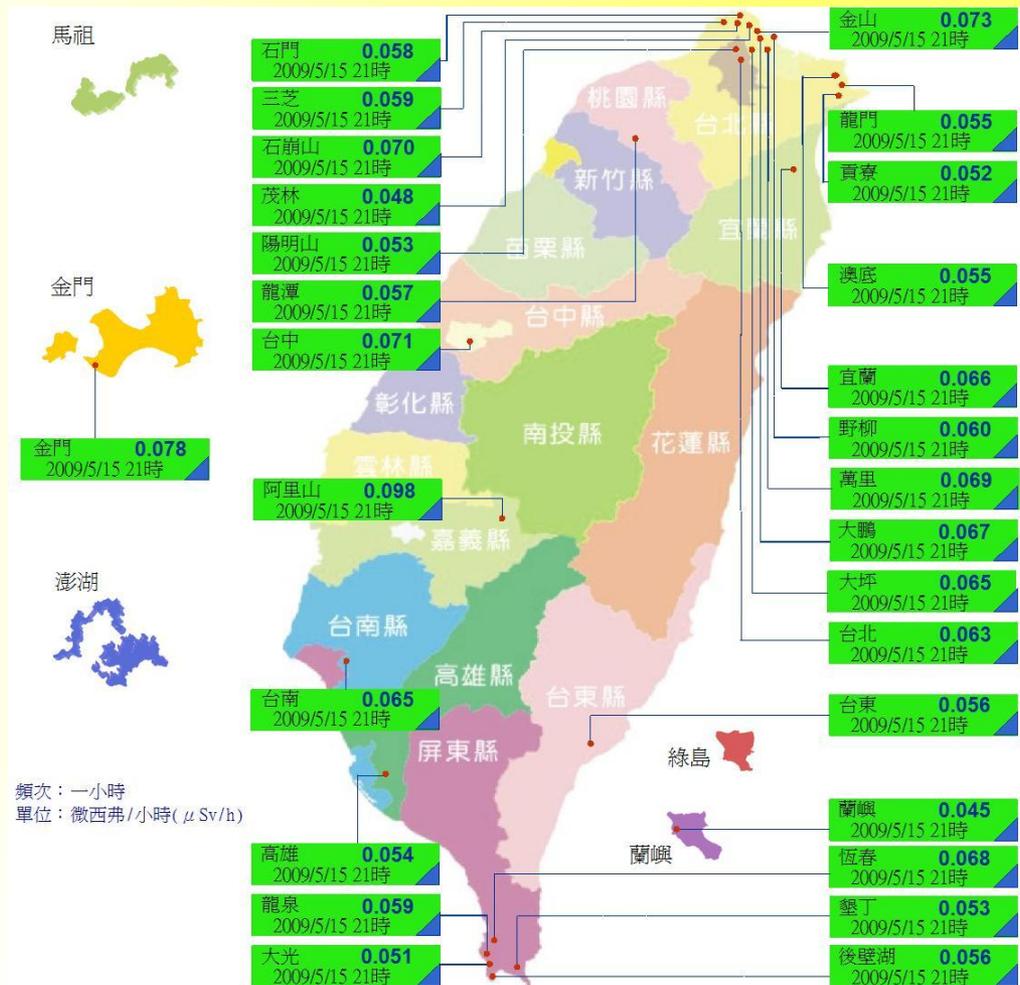
行政院原能會昨天下午公布，北部測到碘131每立方公尺0.0002貝克，南部為每立方公尺**0.00006貝克**，與鄰國測得微量值相當，對民眾健康沒有危害。

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



環境輻射即時監測 2009/5/15



資料來源：原子能委員會「環境輻射監測」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。**



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 3.94×10^{14} 赫茲間的電磁波，又稱為紅外線。頻率在 3.94×10^{14} 與 7.94×10^{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。



自然界中的放射性物質

宇宙射線：質子 (~87%)、阿伐粒子 (~11%)、較重的原子核 (~1%)、電子 (~1%)

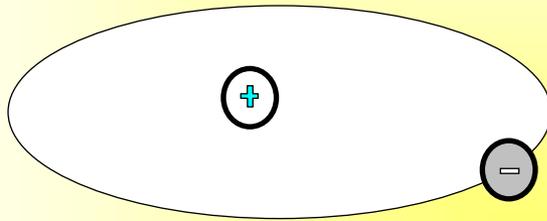
宇宙射線造成之核種：



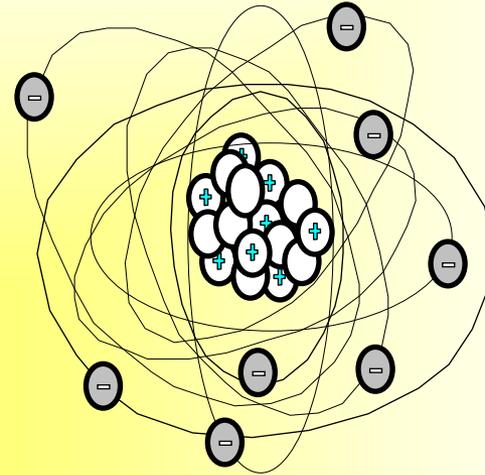
來自宇宙射線

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。

原生放射性核種：



電子軌道的行經距離為
原子核直徑的 10,000 倍



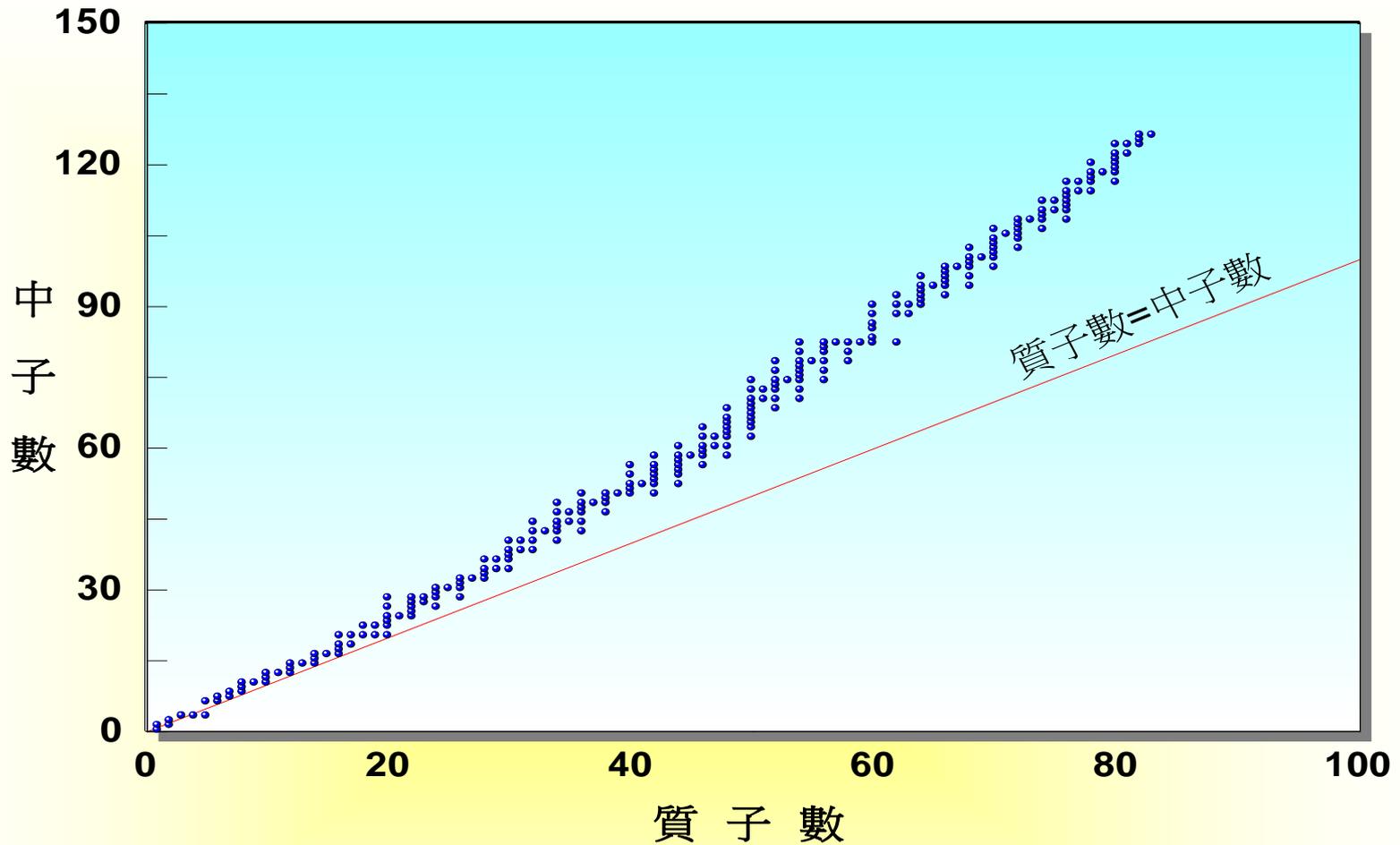
氫-1原子和氧-16原子結構示意圖；
氧原子的8個電子分佈在不同能階軌道上



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



輻射與生物體作用



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**。

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。

傷害生物的是輻射，但對生物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。

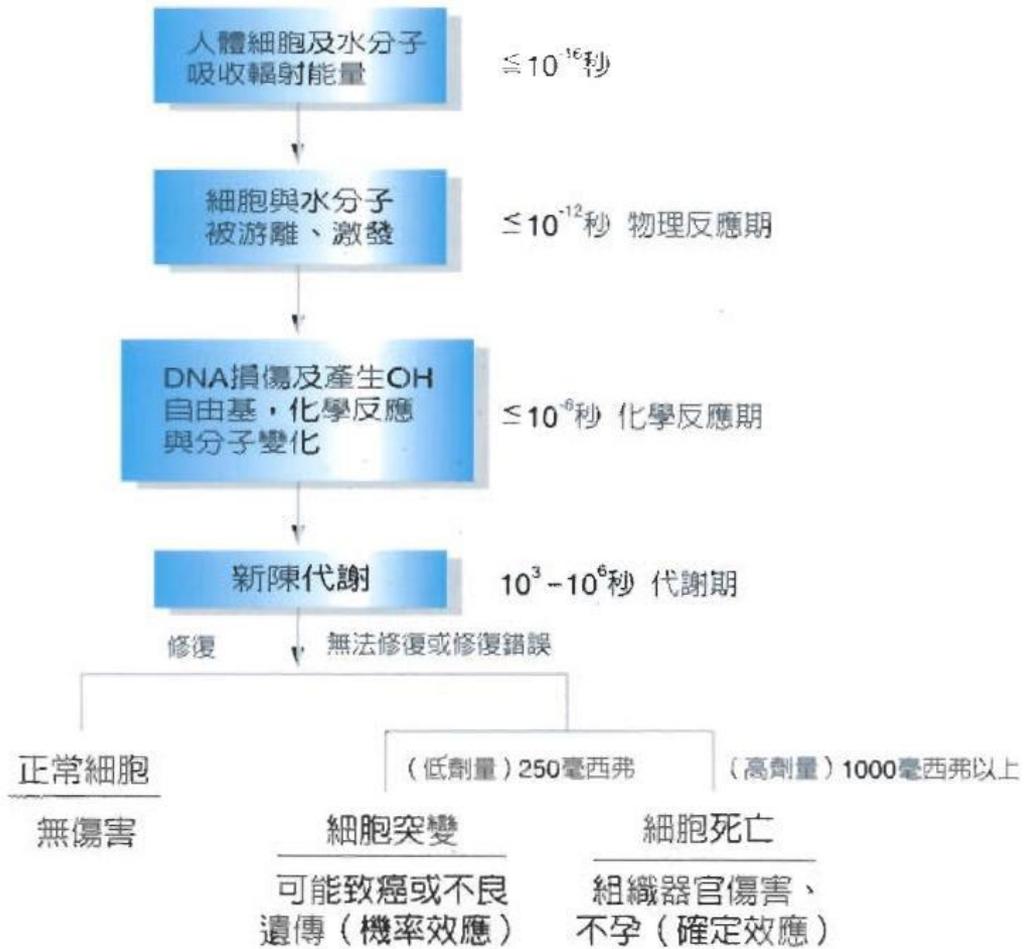
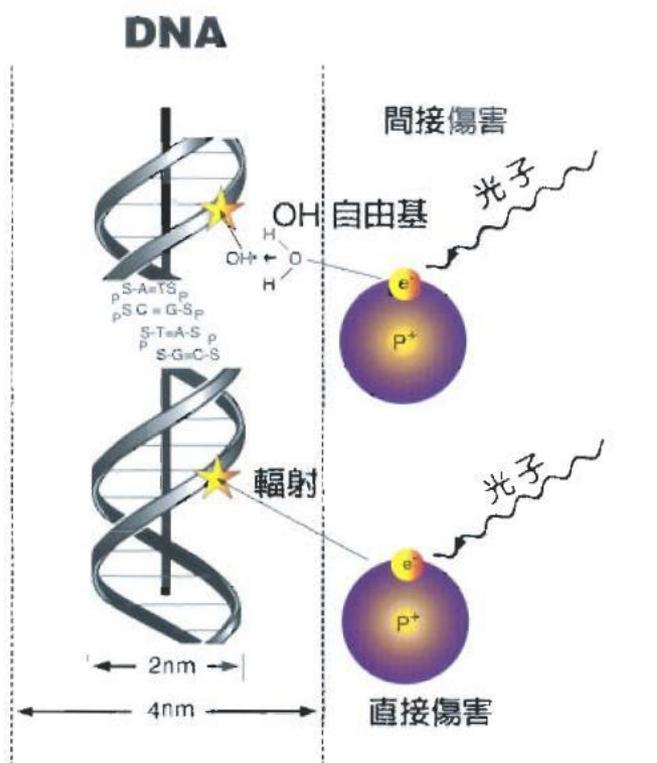
帶電粒子進入物質後，會透過庫侖力與原子中的電子及原子核發生作用。經由庫侖力，帶電粒子會將部份能量傳遞給在軌道中運行的電子。如果傳遞給電子的能量，大到足以克服電子在軌道中的束縛能，電子會脫離原子，成為**自由電子**；失去電子的原子成為**帶正電的離子**，此種現象稱為**游離**。

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



游離輻射傷害細胞的機制





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 = 3.7×10^{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)

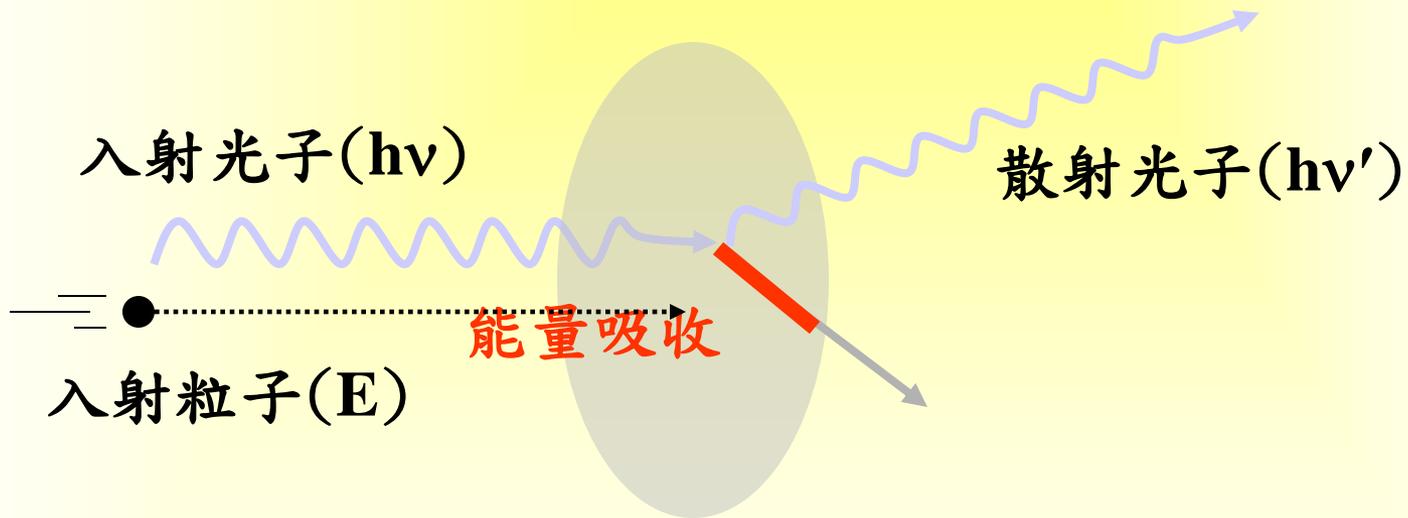
◆ 有效劑量 (effective dose, E)

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, ω_R

輻射類別	ω_R
所有能量的光子	1
所有能量的電子與 μ 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
α 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, ω_T

器官或組織	ω_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	
遺傳效應		白血病、癌症	機率效應
		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。

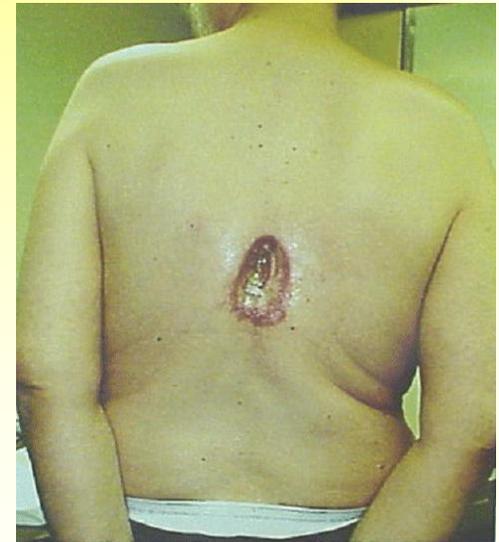
有低限值

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)

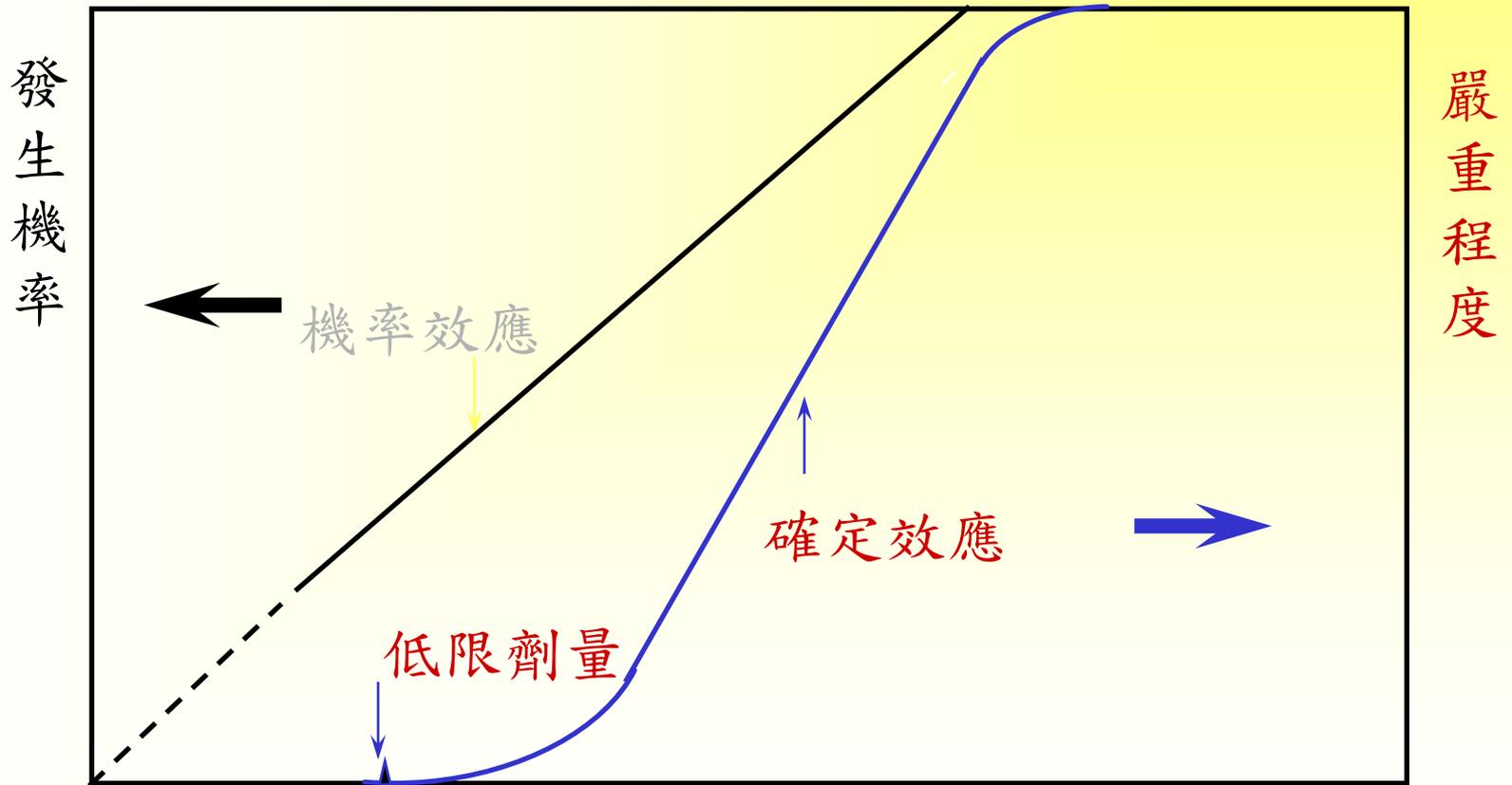


輻射健康效應

- 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。



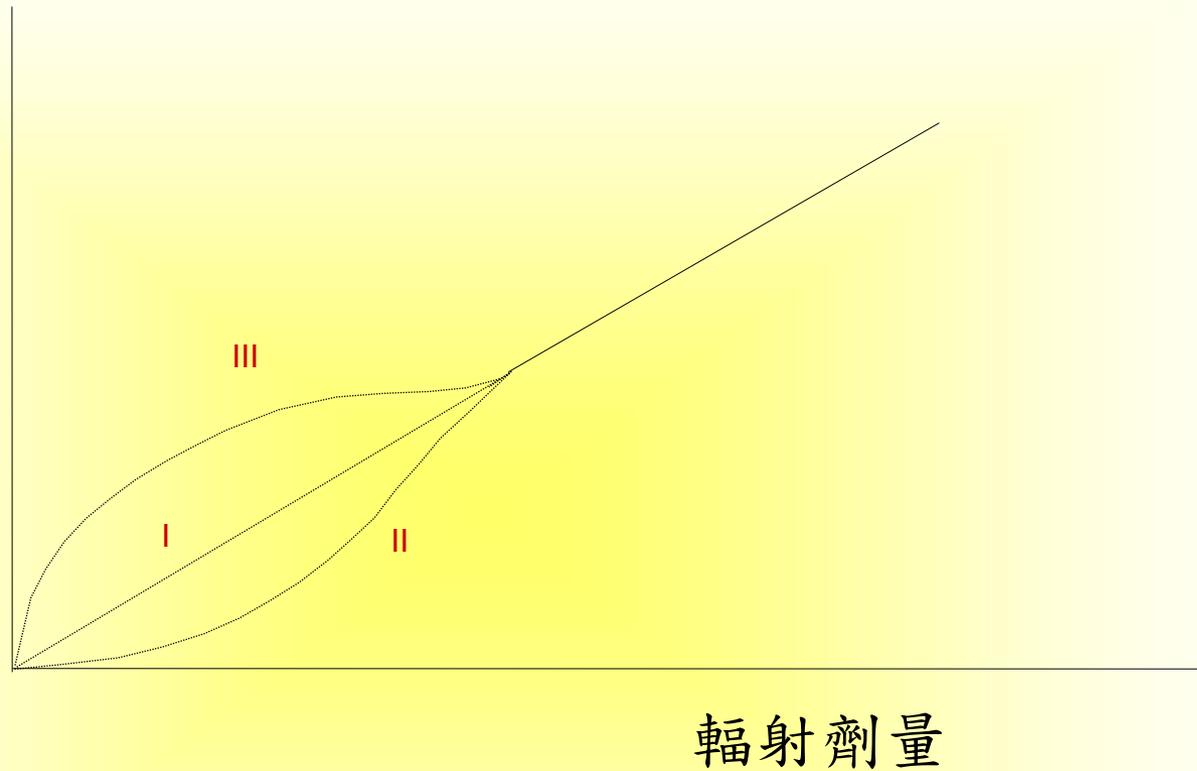
效應與劑量關係





效應與劑量關係

額外癌症病例



癌症劑量曲線低輻射劑量區線性假設



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	2.22×10^6	3.33×10^2	7.40×10^5	1.11×10^2	50,000	8
Cs-137	肝	1.85×10^7	2.96×10^3	7.40×10^6	1.11×10^3	3.0×10^7	7,000
Pu-239	骨	3.70×10^6	7.40×10^{-2}	1.85×10^6	2.22×10^{-2}	700	6.0×10^{-4}



生活中的輻射





生活中的非游離輻射

- 手機與基地台
- 家電產品
微波爐、電視、吹風機、冰箱、電鬍刀、
洗衣機、吸塵器、檯燈
- 變電所
- 紫外線(主要來自陽光)





生活中的游離輻射





生活中游離輻射的來源

1. 天然輻射

體外輻射： 宇宙射線、地表及建物輻射

體內輻射： 氡氣、人體內輻射(鉀-40)

2. 人造輻射

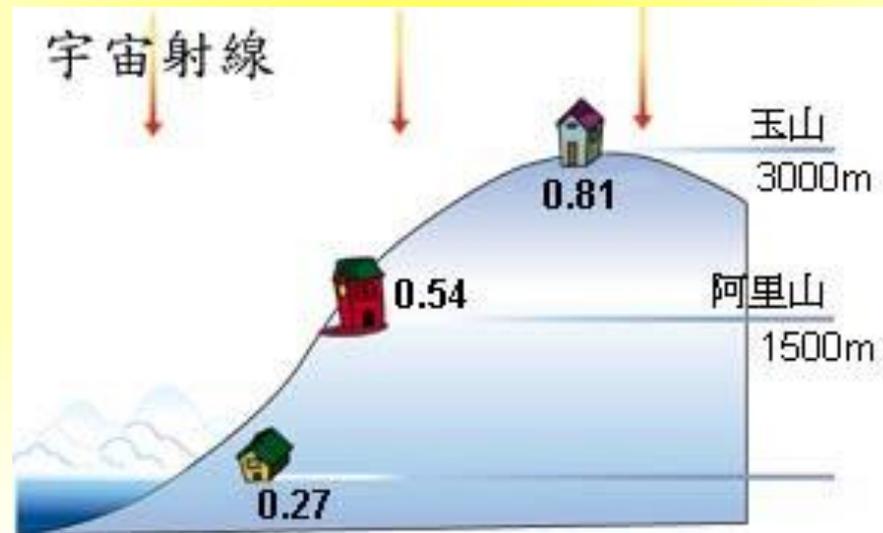
醫療輻射、民生消費品、

核爆落塵、核能設施



天然輻射-宇宙射線

宇宙射線主要由83%的高能質子，16%的阿伐及其他高能粒子所組成，稱為一次宇宙射線。這些一次宇宙射線與大氣層中的空氣分子作用，產生包括中子，質子等的二次宇宙射線，它們穿透大氣層造成對人類的輻射。



平地與高山可能接受之宇宙射線劑量



天然輻射-宇宙射線



高空飛行可能接受之宇宙射線劑量

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

註：1000 微西弗 = 1 毫西弗

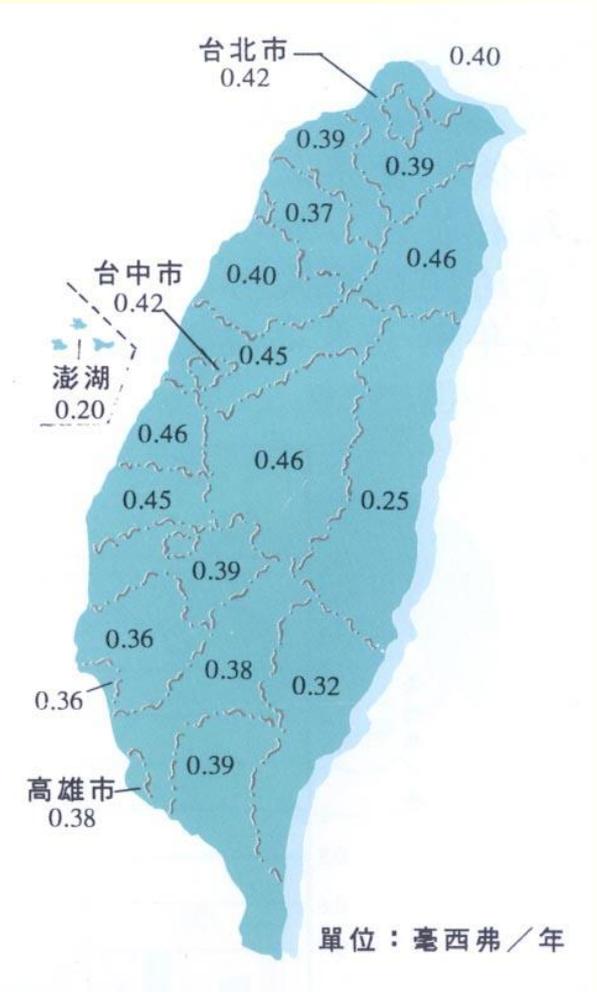


天然輻射-地表輻射

- ▶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。

輻射偵測中心

<http://www.trmc.aec.gov.tw/big5/start.htm>



台灣地區地表輻射年劑量



具放射性之北投石

- 北投石是一種溫泉沉澱結晶物，北投地熱谷冒出的泉水，酸性硫酸鹽及氯化物含量很高，當水溫、酸鹼值適當時，銀離子和鉛離子就會結合，而沉澱在河床或兩岸的岩石表面上或縫隙間，形成一層一層細粒的礦物結晶
- 全球唯一以台灣地名命名的礦石，僅在台灣和日本有發現
- 由日本人岡本要八郎發現命名（1912），我國中研院前院長李遠哲博士之碩士論文(北投石的放射能研究，1961)即以北投石為研究對象

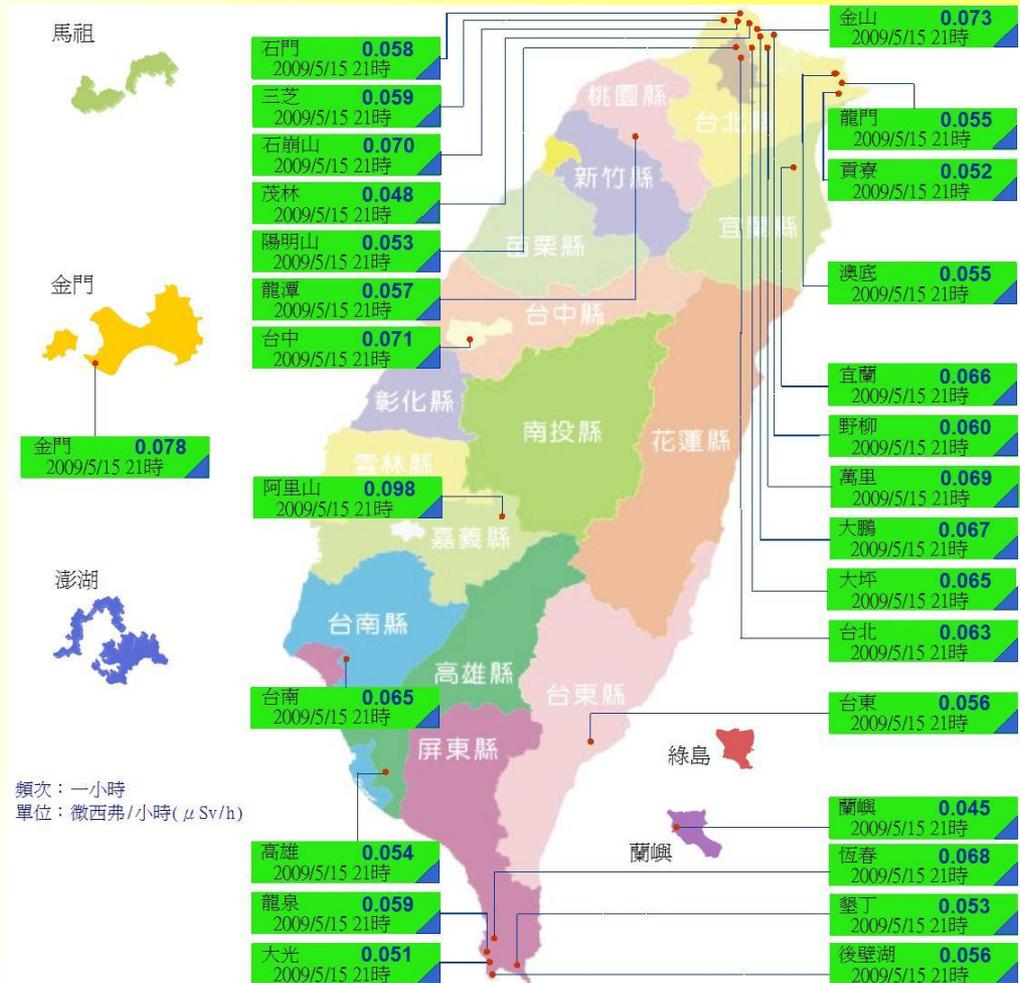


北投石－北投溫泉博物館鎮館之寶。
(800公斤重，表面最高劑量約為1.29微西弗/時)

47



環境輻射即時監測 2009/5/15

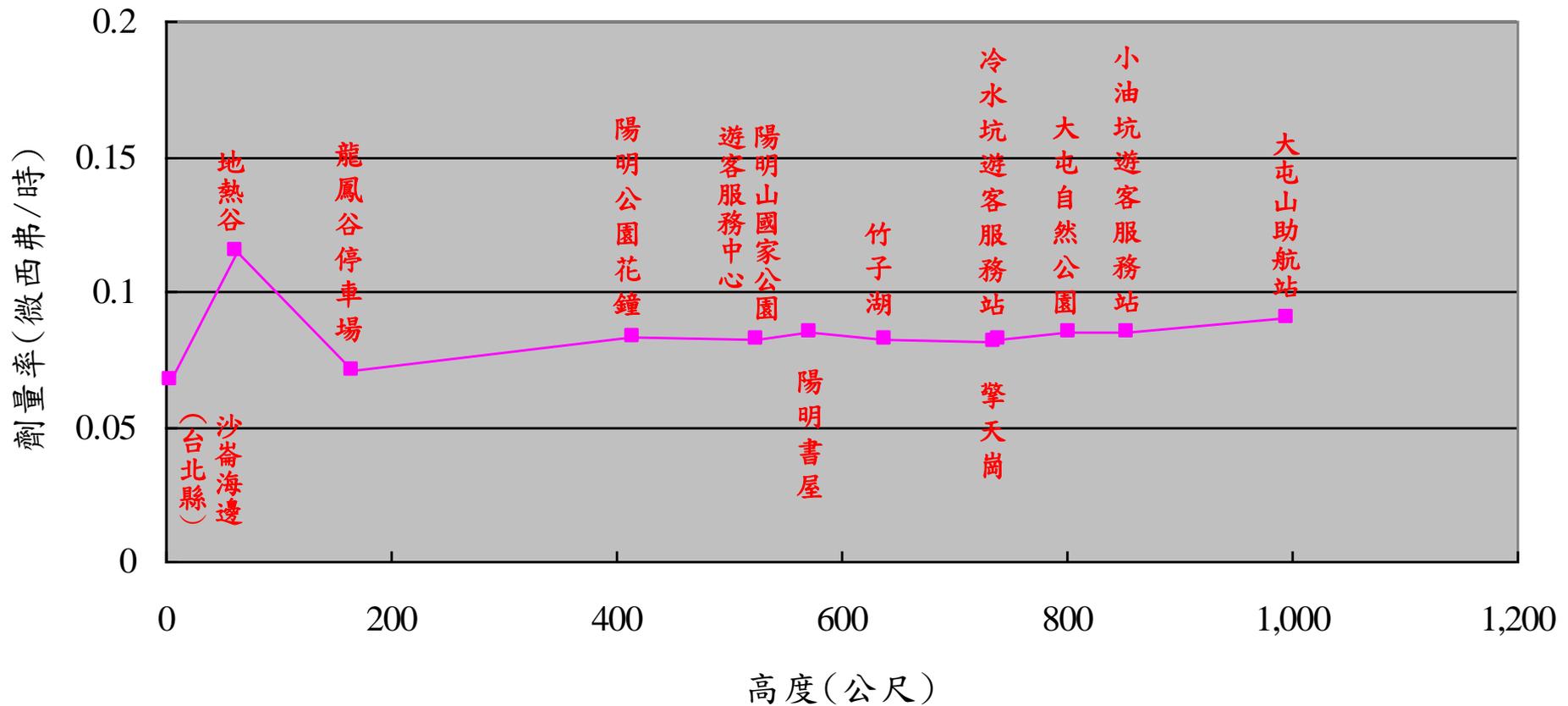


資料來源：原子能委員會「環境輻射監測」2009/5/15



陽明山國家公園之天然輻射

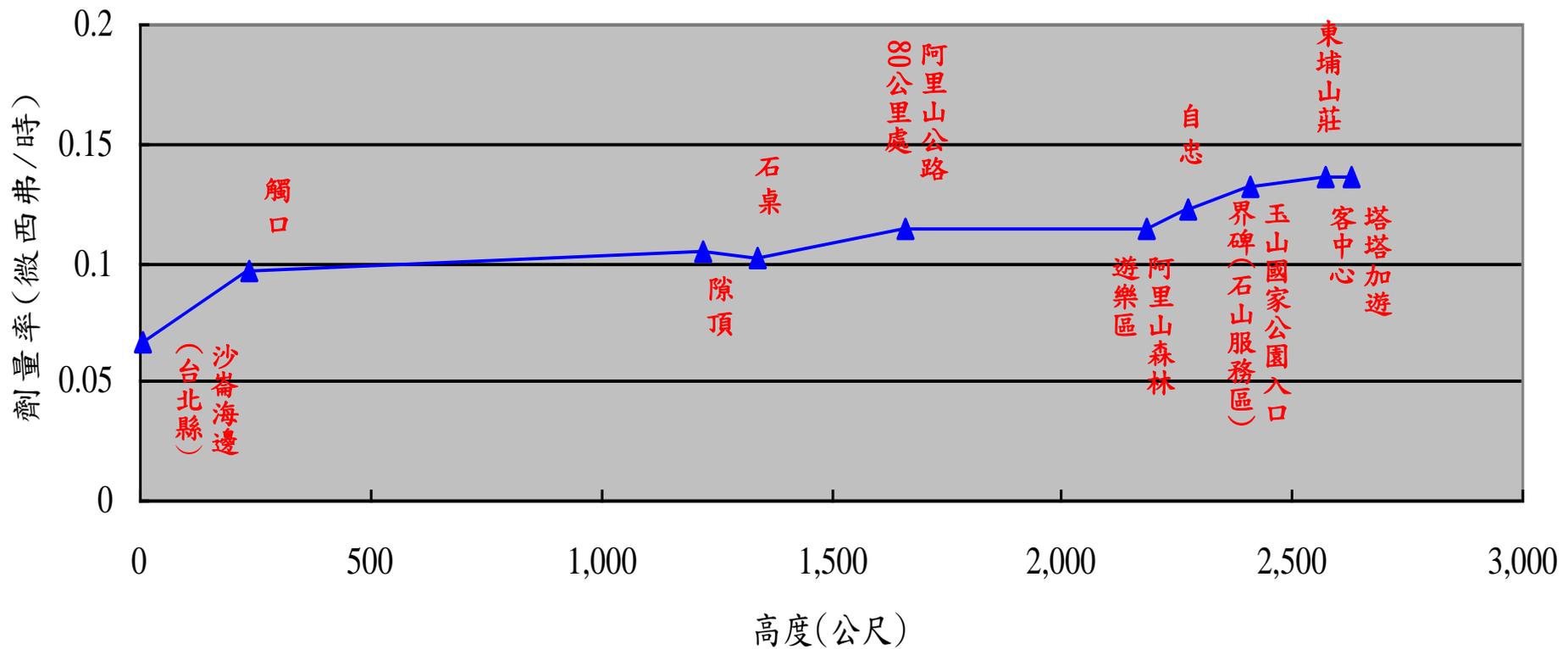
地熱谷及陽明山國家公園自然背景輻射變化圖





玉山國家公園之天然輻射

阿里山森林遊樂區及玉山國家公園自然背景輻射變化圖





天然輻射-建物輻射

台灣地區建材之放射性含量

建材種類	放射性核種活性(3.7×10^{-2} Bq/g)		
	鉀-40	鈾-238系列	釷-232系列
紅磚	14.89	0.80	1.21
鑽磚	18.16	1.12	1.62
磁磚	29.76	1.93	2.47
空心磚	13.51	0.35	0.78
砗礮	10.78	0.48	0.85
石棉瓦片	12.11	1.45	1.51
白砂	0.71	0.11	0.10
黑砂石	3.90	0.11	0.29
黏土	1.97	0.17	0.21
混凝土	5.58	1.06	0.46
水泥(A)	10.00	1.73	0.78
水泥(B)	6.01	1.87	0.65



天然輻射-人體內輻射

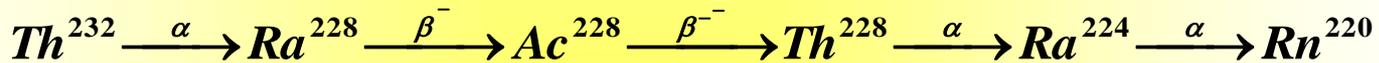
- ▶ 人體體重約含0.2%的鉀，其中0.012%為鉀40
鉀40為 β 放射性核種，年劑量為 7 為西弗
- ▶ 人體體重約含18%的碳，其中含有碳-14
碳-14 會釋出 β 粒子，年劑量為 7 為西弗
- ▶ 人類的食物來源中，魚、
蔬果、牛奶、肉類和五穀
也或多或少含有鉀40。



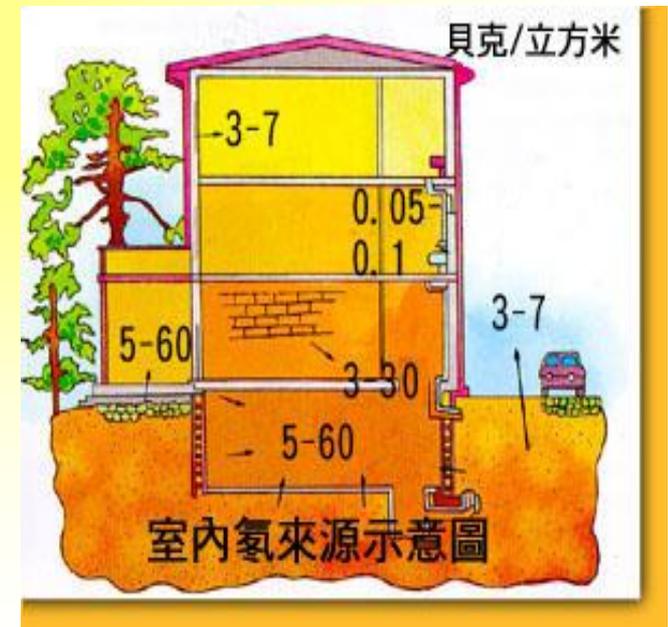


天然輻射-氡氣

- ▶ 氡 - 天然放射性氣體(α 核種)，為鈾和釷的子核種。



- ▶ 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。





生活中天然輻射的平均劑量

類 別	世界平均	美 國	日 本	臺 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
氬 等	1.26	2.00	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(毫西弗/年)	2.40	3.00	1.70	2.00

資料來源: 聯合國原子輻射效應科學委員會(1993)



天然輻射導致的平均劑量 (UNSCEAR 2000)

來源	世界平均(mSv)	範圍(mSv)
體外照射		
宇宙射線	0.4	0.3~1.0
地表 γ 射線	0.5	0.3~0.6
體內照射		
吸入 (主要是氡)	1.2	0.2~10
食入	0.3	0.2~0.8
總和	2.4	1~10

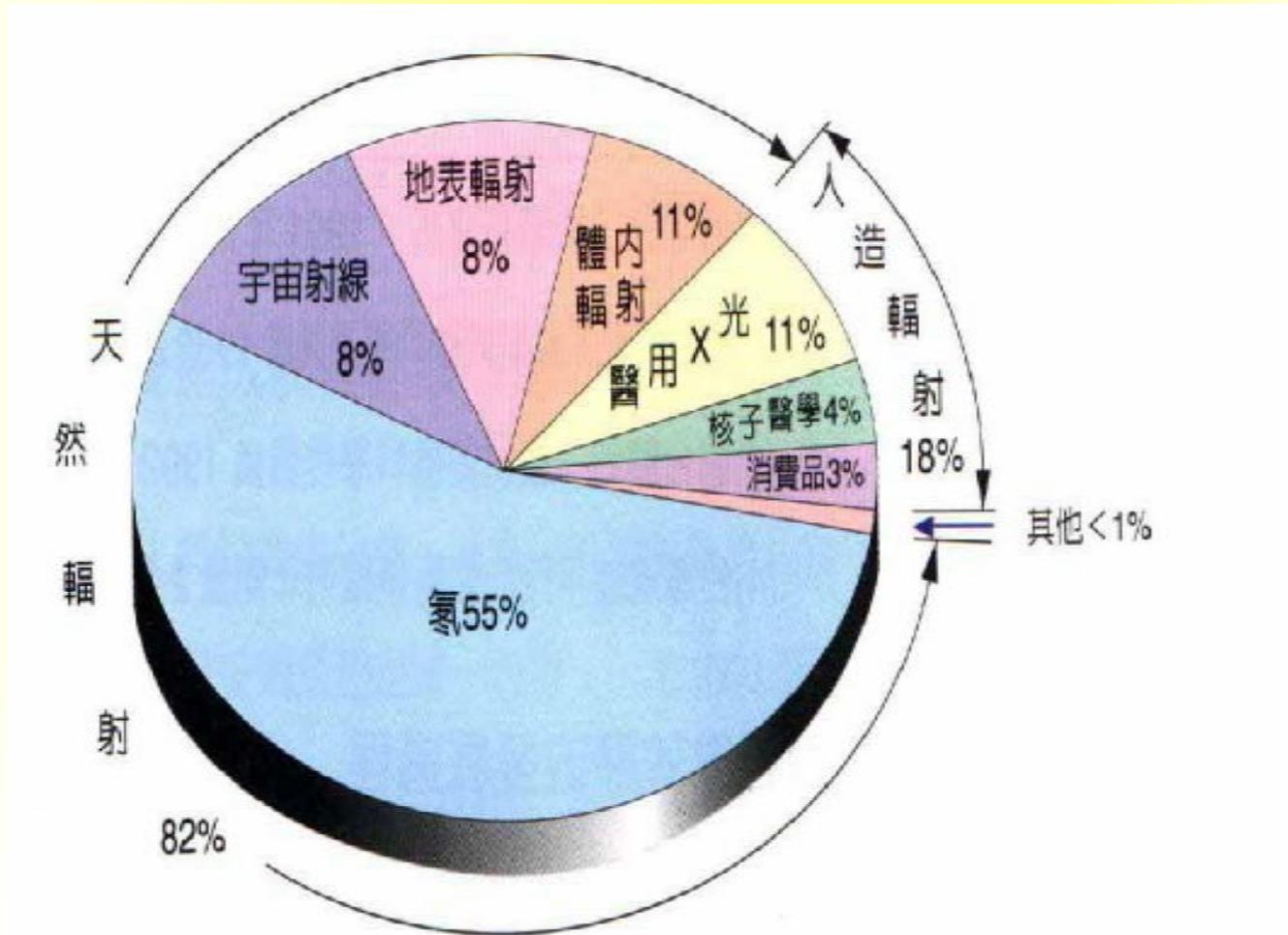


世界各國的背景劑量

地區或國家名稱	年劑量(毫西弗)	2毫西弗的倍數	說明
伊朗 Ramsar市	6~360	3~180	此等地區 民眾癌症 發生率與 一般地區 無明顯差 異
印度 Kerala區十個村莊	平均 13	6.5	
巴西 Espirito Santo	0.9~35	17.5	
大陸 福建鬼頭山區	平均 3.8 最高 120	1.9 60	

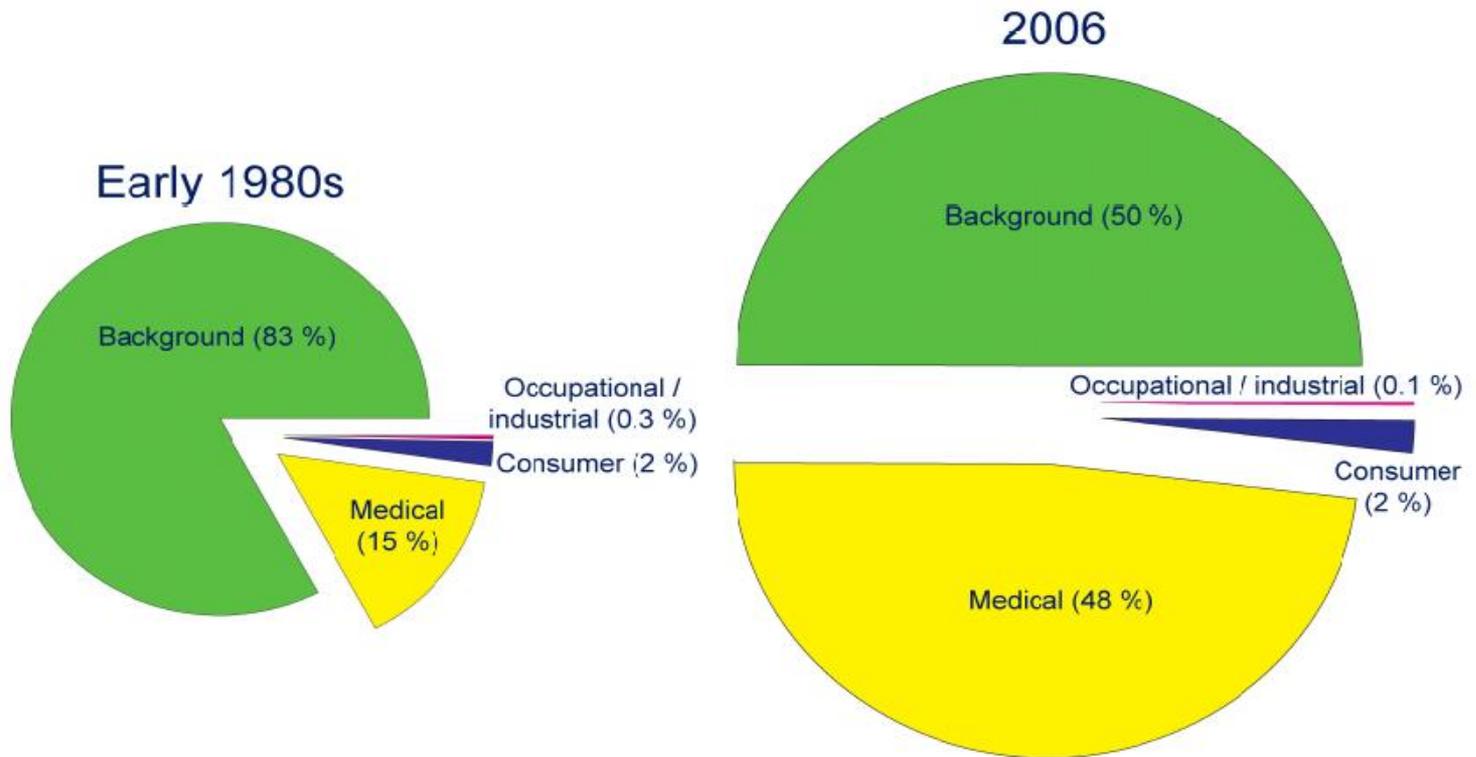


生活中的輻射





國民劑量之趨勢圖



個人劑量：3.6 毫西弗/年

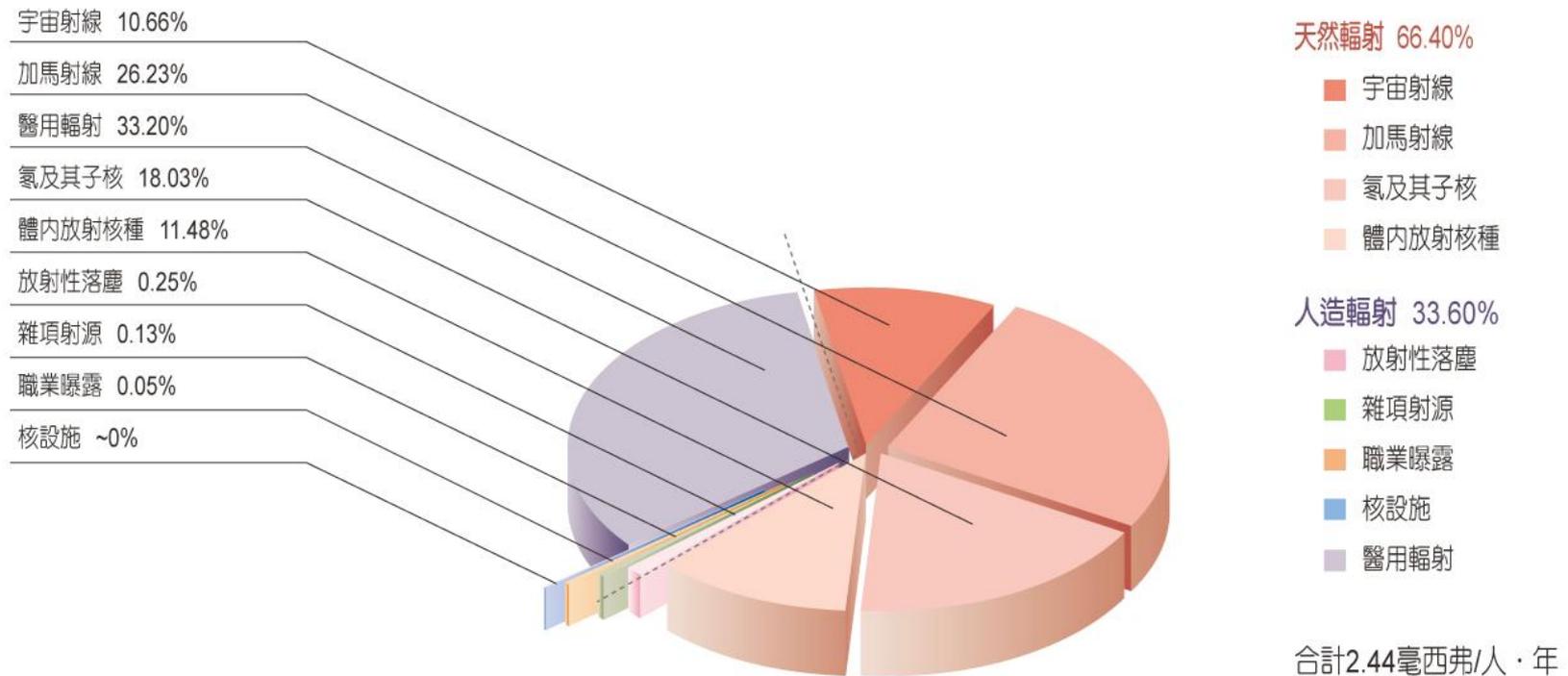
個人劑量：6.2 毫西弗/年

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



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

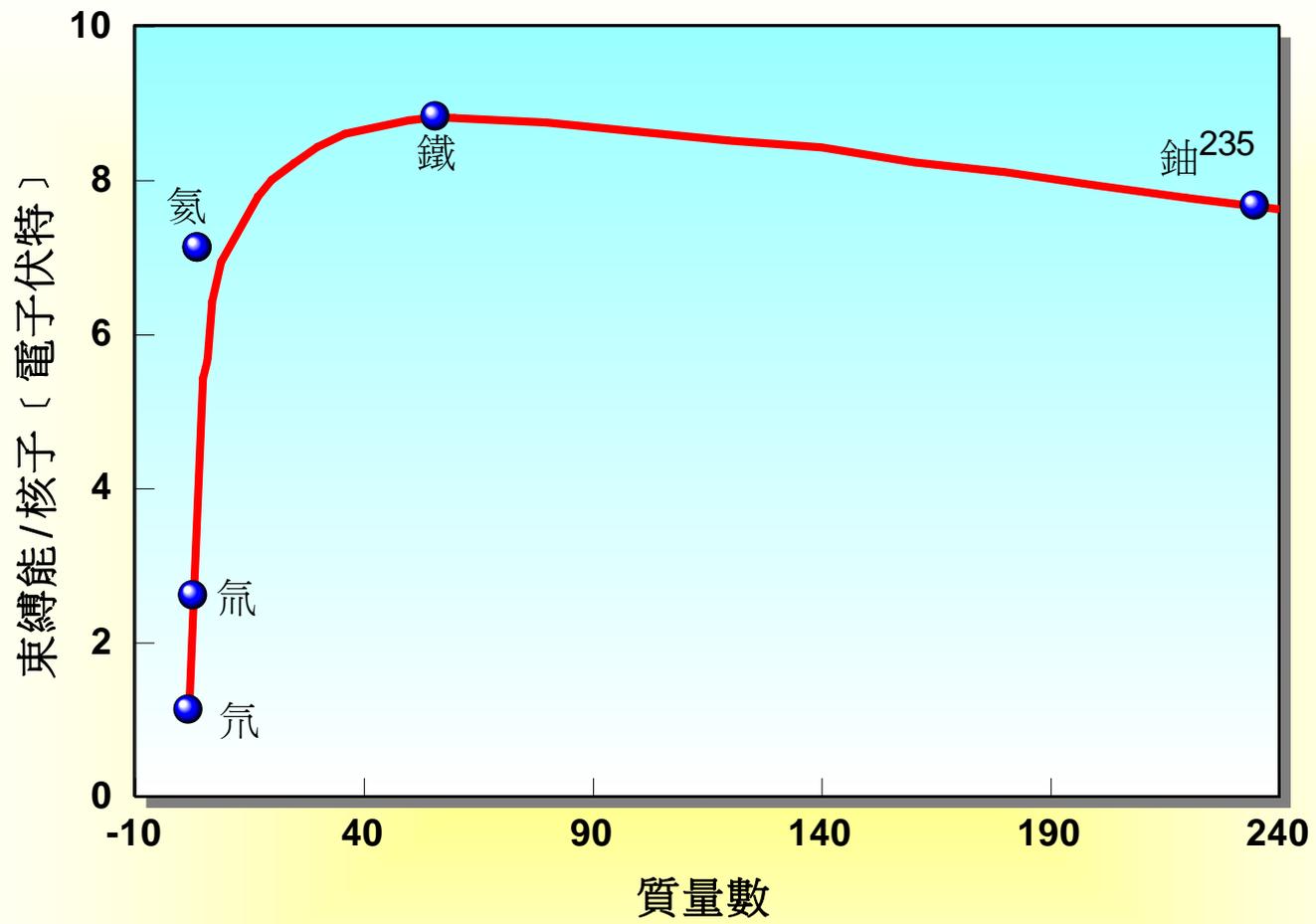
絕對致命劑量: 8,000 毫西弗

緊急工作人員的劑量限值: 100 毫西弗

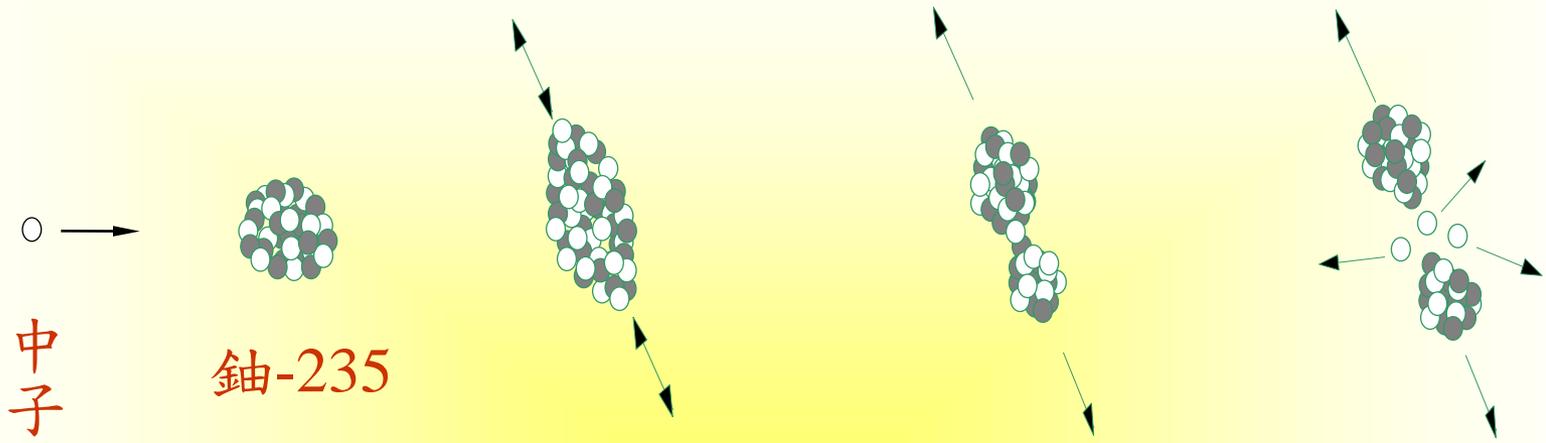
搶救生命時, 緊急工作人員的劑量限值: 250毫西弗



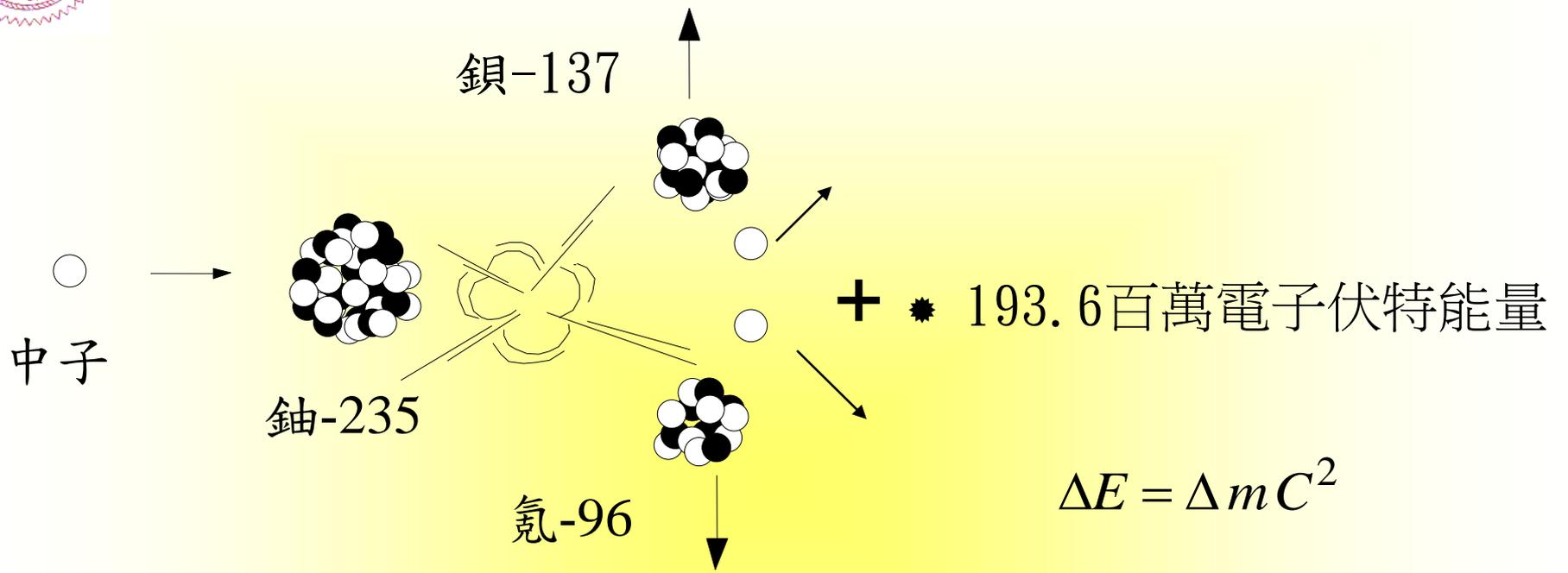
核能發電原理



核子平均束縛能與原子核質量數間的關係。輕原子核束縛能隨質量數的增加而迅速增加；鐵-56的平均束縛能達到極大值，之後核子平均束縛能隨著原子核質量數的增加緩緩下降。



中子誘發鈾-235核分裂的過程。從左邊到右邊：一個中子撞擊鈾-235核，形成鈾-236核。激發狀態鈾-236作劇烈啞鈴狀之震盪。此時核內正電荷互相排斥，導致啞鈴狀結構瓦解，產生兩個質量數較小的原子核，並釋放出數個中子。



1克鈾的分裂可產生 960 千瓦-天的能量
1公斤鈾的分裂相當於16000噸的黃色炸藥

核分裂連鎖反應

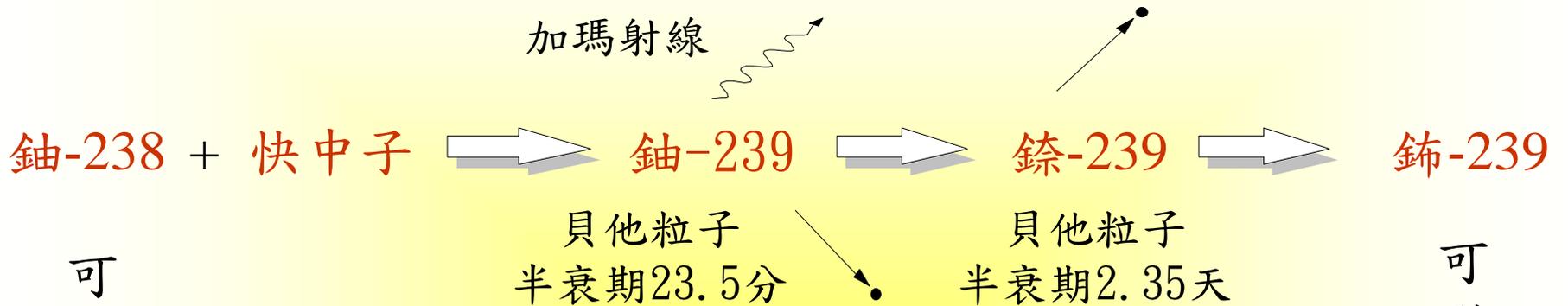


自然界的鈾有兩種同位素; 鈾-235 (0.72%), 鈾-238 (99.28)
只有鈾-235 可維持連鎖核分裂反應

1941: Seaborg; 發現鈾元素 (Plutonium)

可裂物質 (Fissile): U-235, Pu-239, U-233

可孕物質 (Fertile): U-238, Th-232



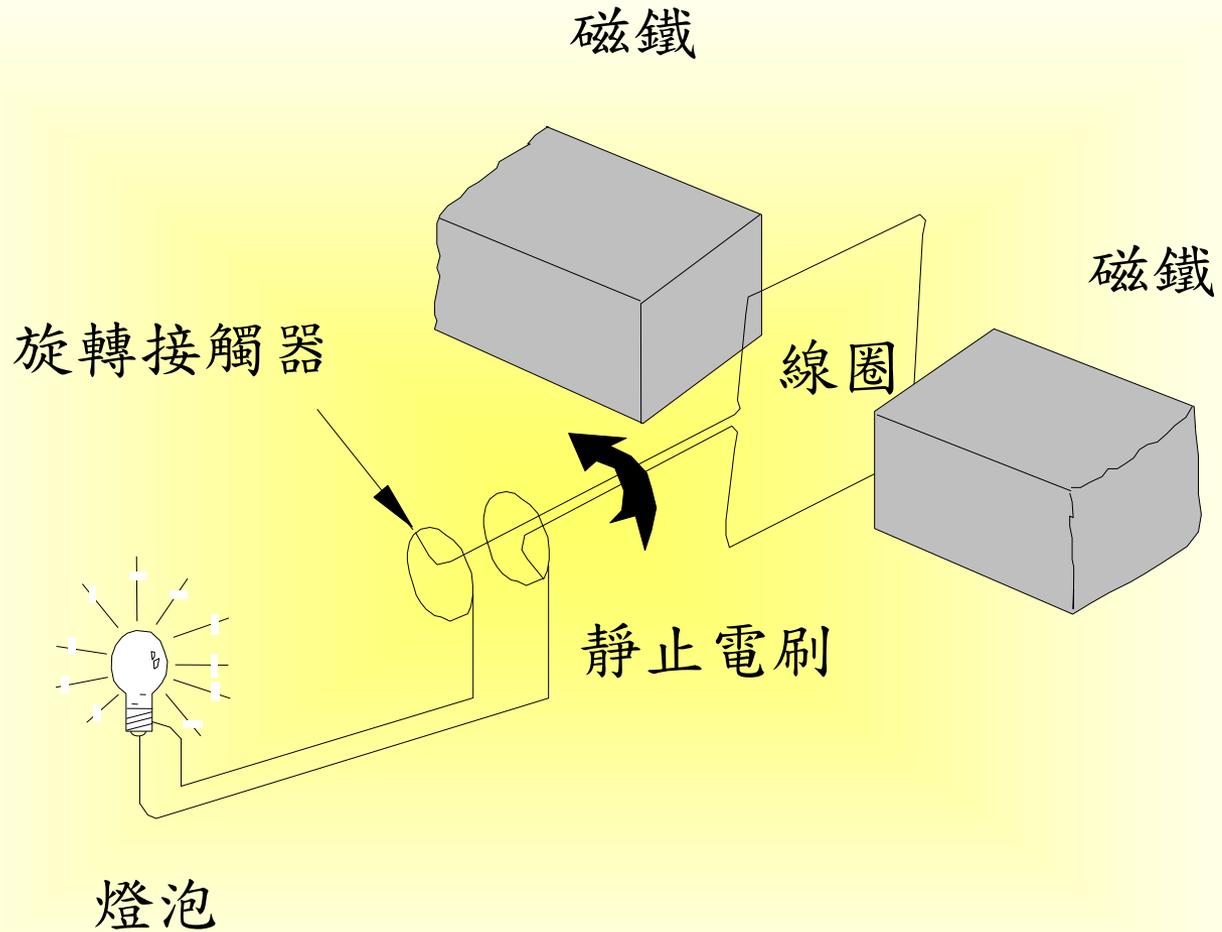
可孕物質

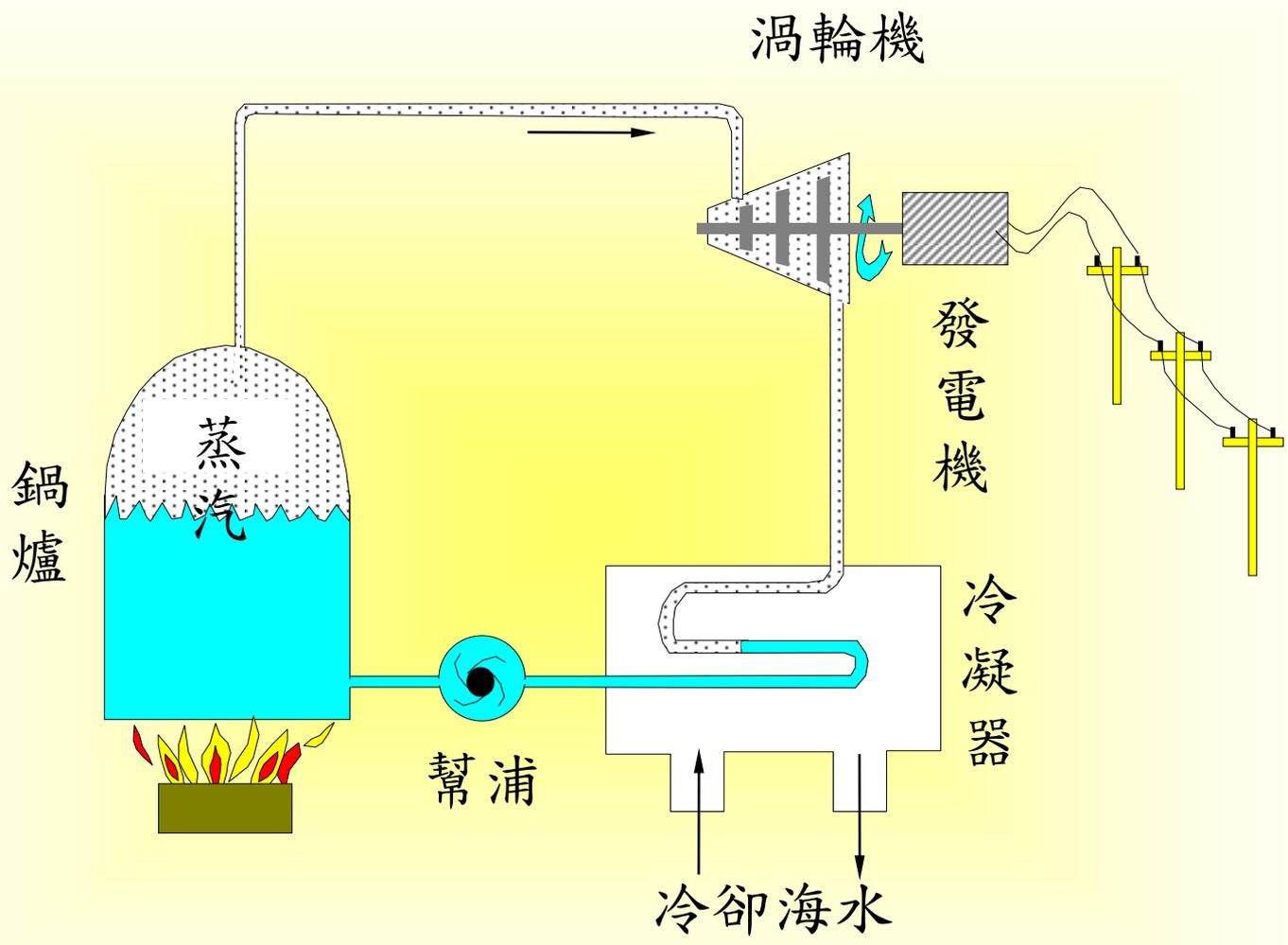
可裂物質

鈾 (Uranium); Uranus (天王星)
 鏷 (Neptunium); Neptune (海王星)
 鈾 (Plutonium): Pluto (冥王星)

可裂物質鈾-239製造程序

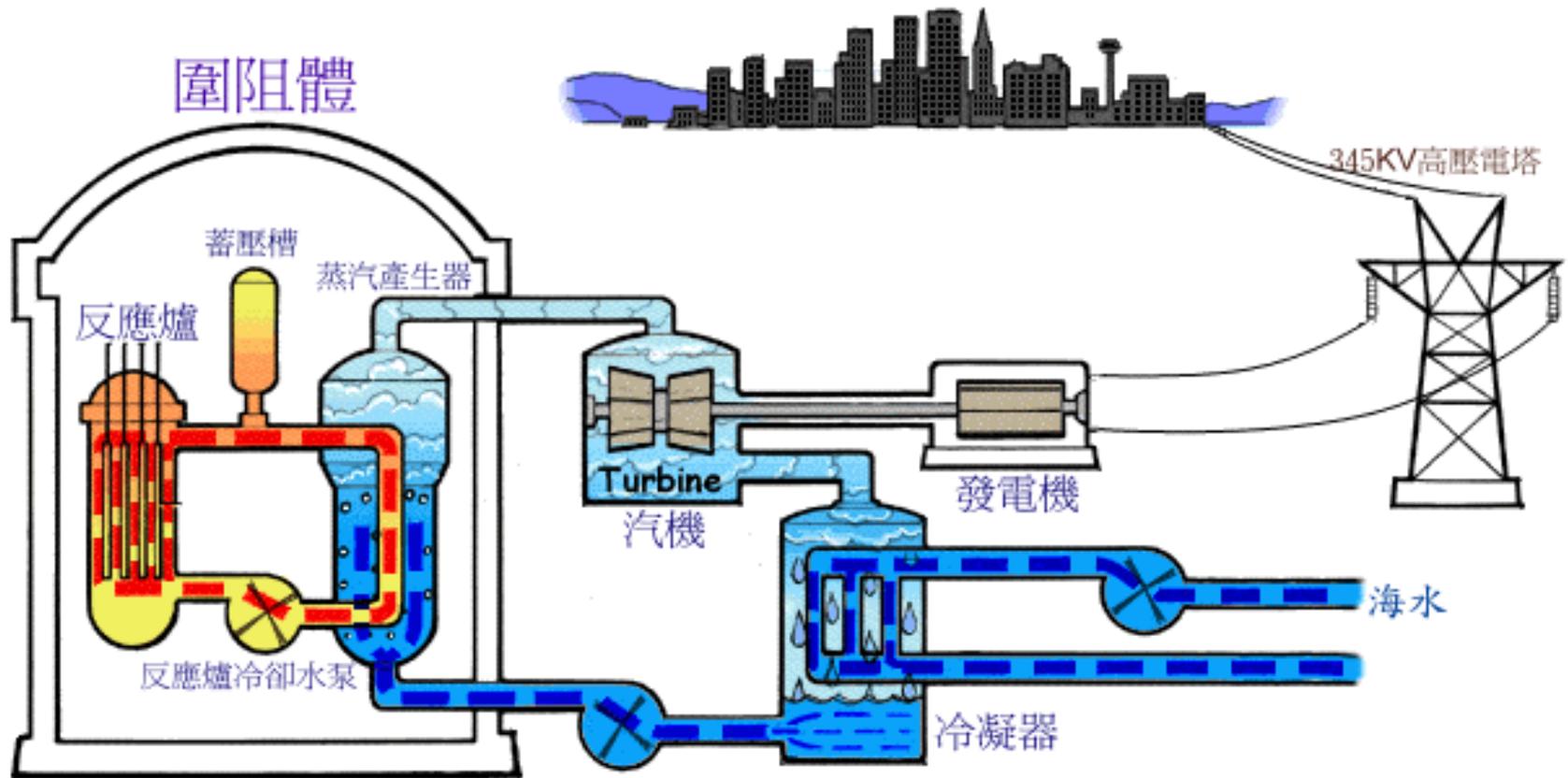
反應器內一定有鈾元素





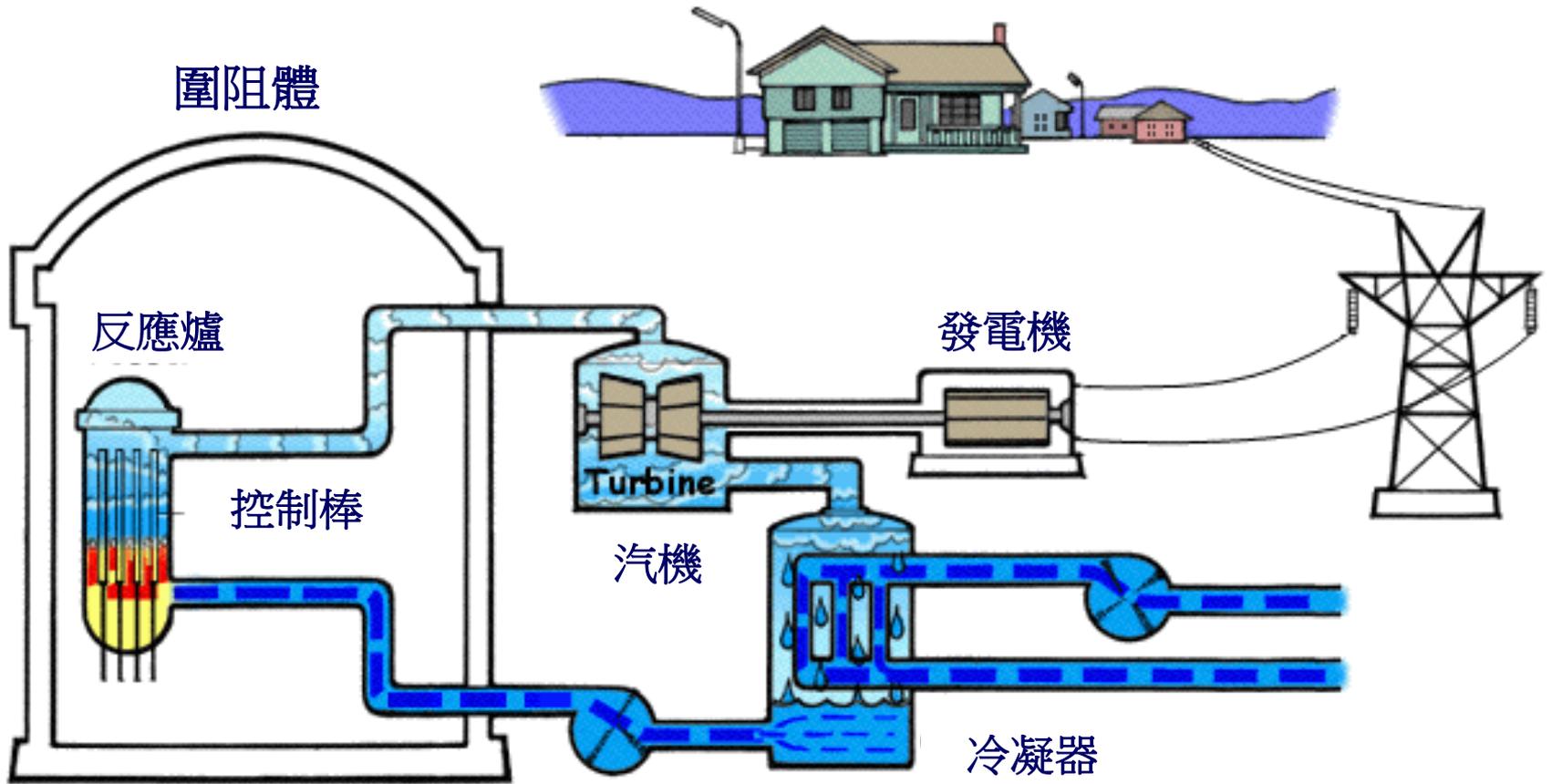


壓水式反應器系統介紹





沸水式核電廠發電流程圖





核子動力反應器類別

燃料

冷卻劑

緩和劑

快中子反應器(增殖反應器)

LMFBR

高度濃縮鈾或鈾

液態金屬

熱(慢)中子反應器

輕水式反應器 (Light Water Reactor)

壓水式 (PWR)

低度濃縮鈾

普通水

普通水

沸水式 (BWR)

低度濃縮鈾

普通水

普通水

重水式反應器 (Heavy Water Reactor)

CANDU

天然鈾

普通水

重水

石墨水冷反應器

RBMK

低度濃縮鈾

普通水

石墨

氣冷式反應器

GCR

低度濃縮鈾

CO₂

石墨

HTGR

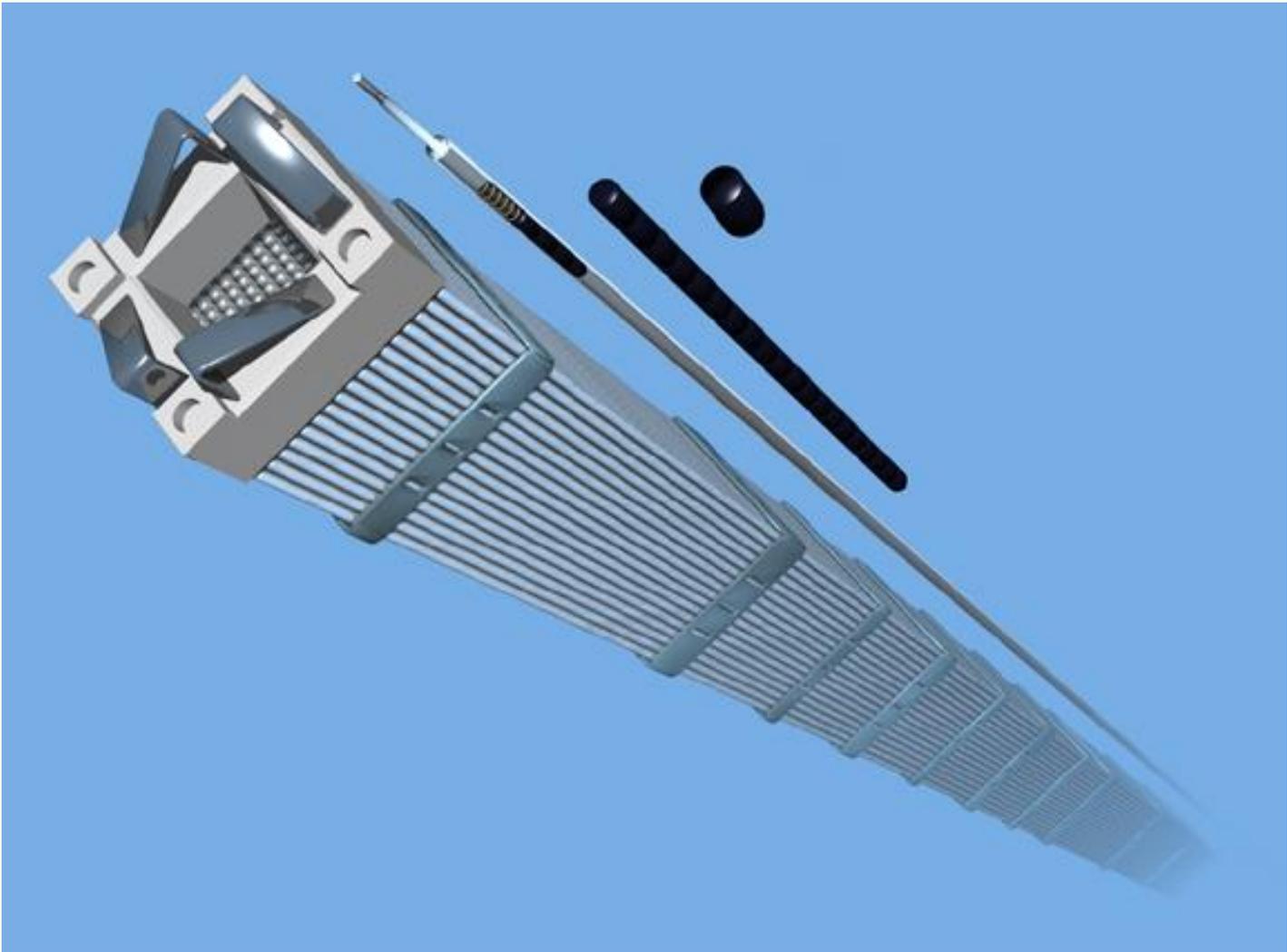
低度濃縮鈾

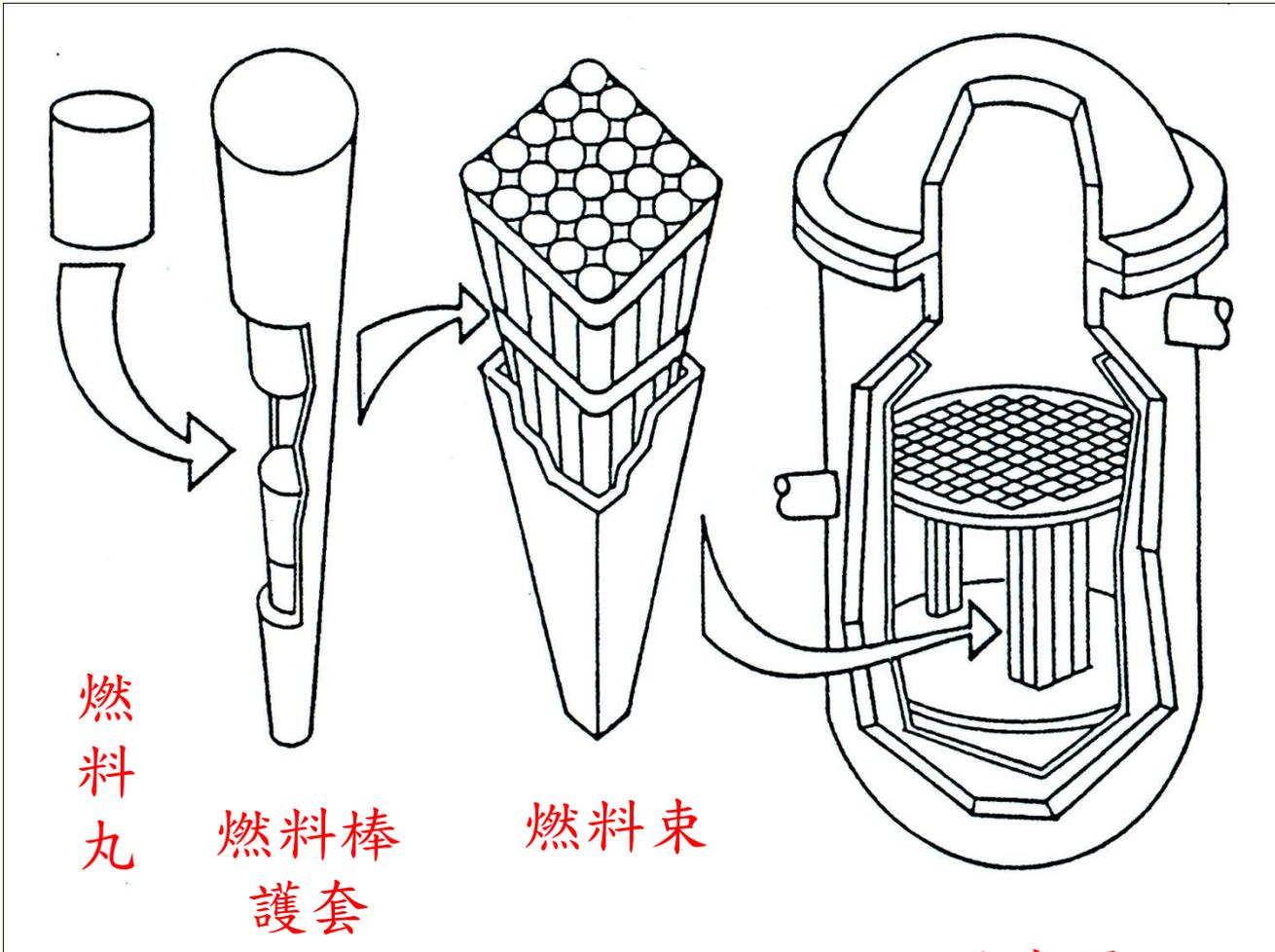
氦氣

石墨₁₂



燃料丸; UO_2 ; 密度較鉛為大

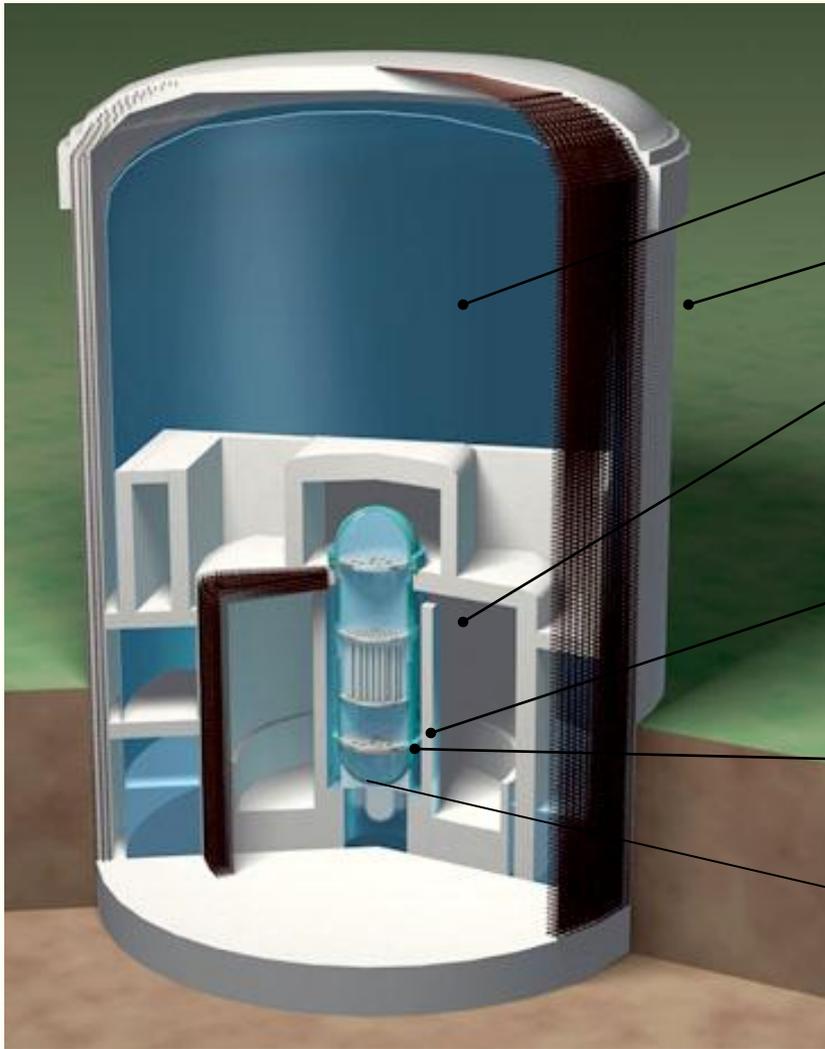




反應器
壓力槽



核電廠防止放射性物質外釋之屏障



圍阻體（包封容器）

1.5 英吋之鋼板

圍阻體屏蔽牆

3 英尺厚之鋼筋混凝土
建築

圍阻體乾井壁

5 英尺厚之鋼筋混凝土

輻射生物屏蔽

5 英尺厚之灌鉛混凝土
外覆

1.5 英吋之鋼板

反應器壓力槽

4~8 英吋之鋼板

沸水式反應器核能電廠



核能電廠的安全顧慮與安全設計 (1/2)

- 威脅來自爐心內大量的放射性物質
 - 採用**多重屏障**，層層局限放射性物質的移動
(燃料丸，燃料棒護套，封閉冷卻水系統、圍阻體)

➤ 造成放射性物質外釋的可能機制

- ~~核分裂連鎖反應失去控制，產生大量的熱，造成反應器的解體~~ (車洛比核電廠災變)
- 核分裂反應停止後，放射性物質持續釋出之衰變熱，無法移除，造成多重屏障喪失功能

設計缺陷



- 利用**多重多樣**的安全注水與移熱系統，確保衰變熱的持續移除 (三哩島事故)
- 所有安全系統均無法發揮功能，爐心熔毀

圍阻體發揮功效





核能電廠的安全顧慮與安全設計(2/2)

- 安全系統功能的執行，需要動力。
- 交流電驅動之安全系統
- 蒸汽驅動之安全系統
(須直流電(電池)執行部分功能)
- 交流電電源
 - 廠外電源，即由電網供電
 - 緊急柴油發電機，每個機組兩抬

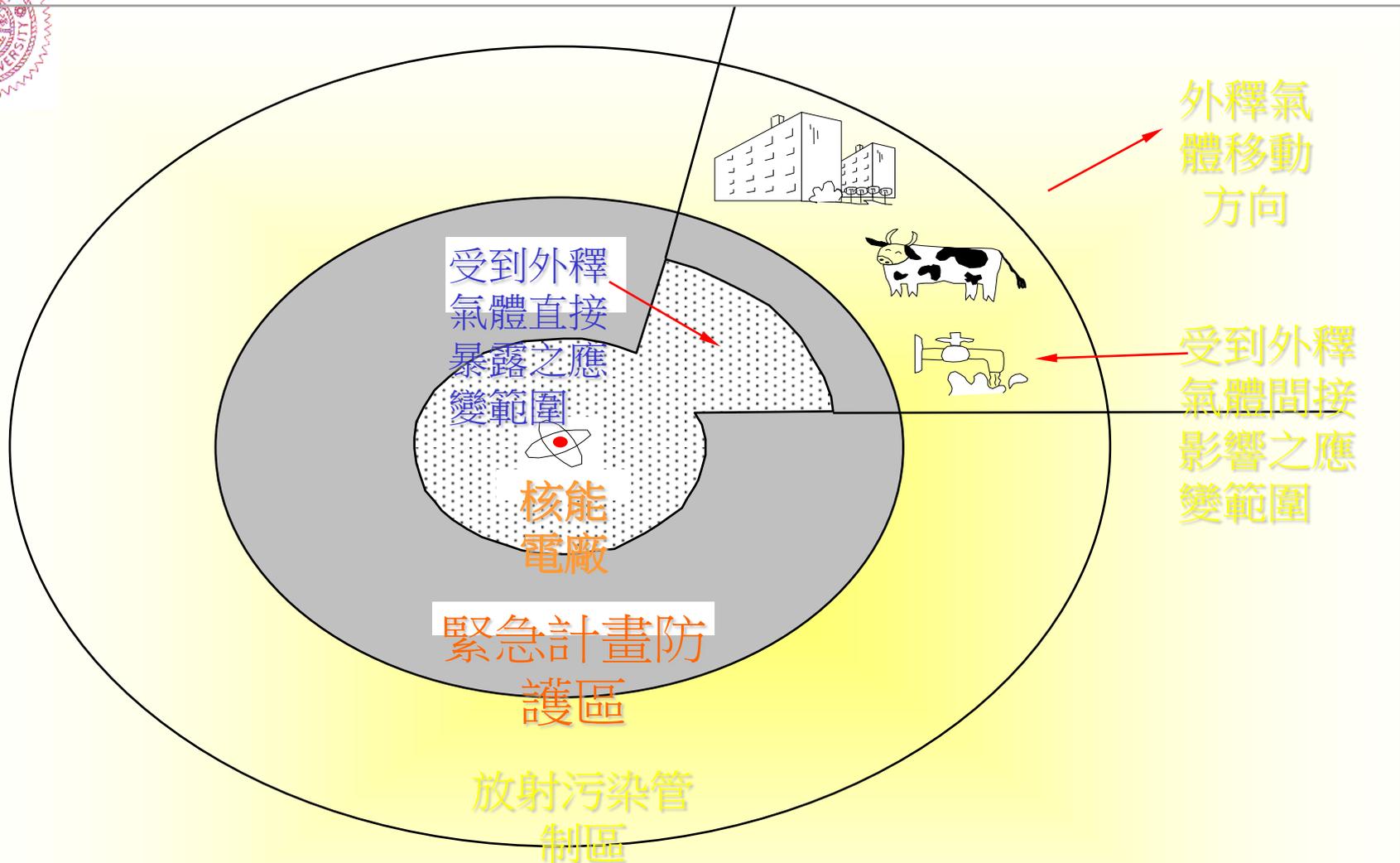
台灣的核電廠外加一抬氣冷式緊急柴油發電機與
兩抬氣渦輪發電機



核能電廠的安全顧慮與安全設計(2/2)

- 針對假想之最嚴重的事故進行安全系統的功能設計
 - 『設計基準事故』
 - 安全停機地震設計值 (電廠機組地基層之加速度)
 - 防火設計
 - 防洪(海嘯)設計
- 在法規管制單位的監督下，依『運轉規範』管理與運轉電廠
- 不排除發生超出設計基準之嚴重事故 (或稱為爐心熔毀事故) 發生的可能性
 - 廠內緊急應變規劃
 - 『嚴重事故處理導則』的研發，訓練，與演習 (採取非常規性之措施，防止事故進一步的惡化)

廠外緊急應變規劃

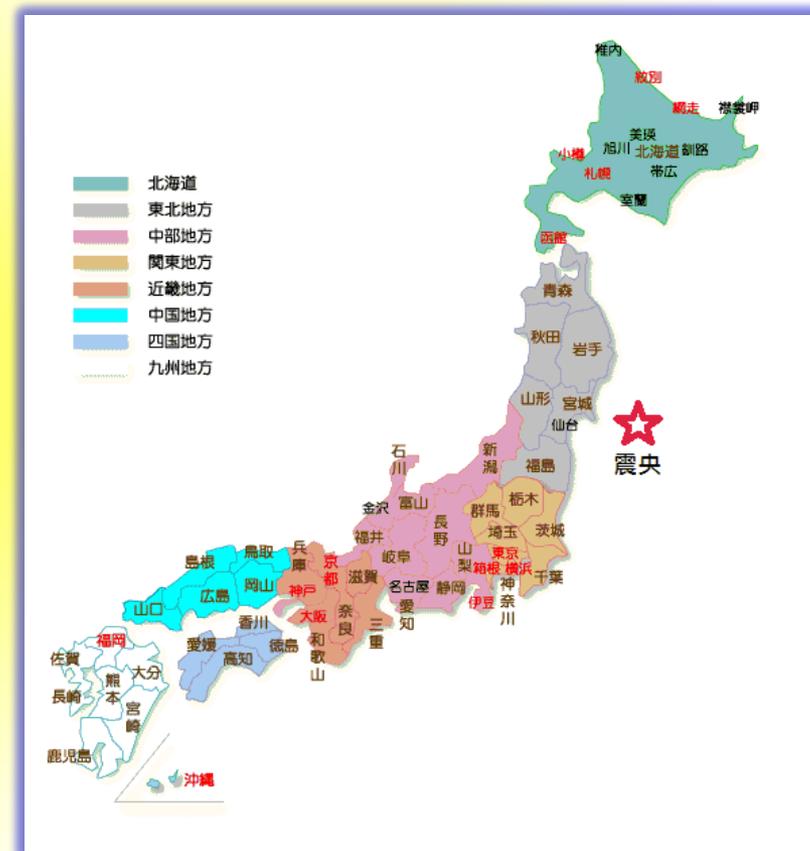


緊急計畫區域劃分示意圖



日本福島核一廠事故

- ◆ 2011年3月11日日本台北時間下午1時46分，日本東北部地區發生規模9的強烈地震。
- ◆ 數十分鐘後，高度超過10公尺的海嘯侵襲了東北幾個主要臨海縣份。
- ◆ 原本是令人心情愉悅的週五下午，霎時間轉變成人間煉獄。



Source: <http://www.e-japannavi.com>



◆ 共伴的歷史性天然災害使得災區目前的死亡與失蹤人數超過28,000人（4月19日數據）。





Source: <http://www3.nhk.or.jp/nhkworld/>





日本福島核能一廠事故





日本福島核能一廠





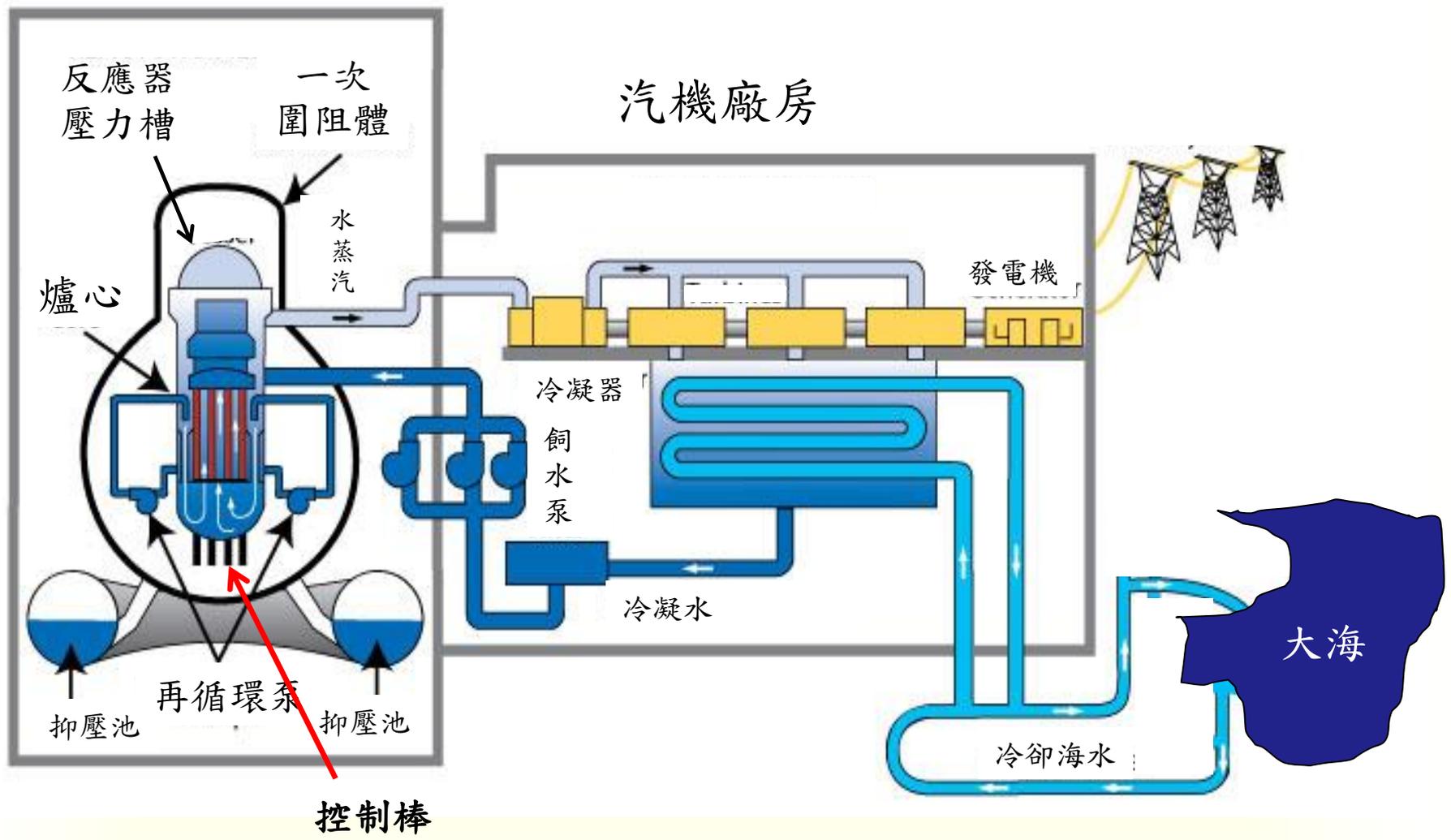
日本福島核能一廠

福島一廠						
機組	1號機	2號機	3號機	4號機	5號機	6號機
反應爐型式	BWR-3	BWR-4	BWR-4	BWR-4	BWR-4	BWR-5
裝置容量	46.0萬瓩	78.4萬瓩	78.4萬瓩	78.4萬瓩	78.4萬瓩	110.0萬瓩
商轉日期	1971. 3.26	1974 7.18	1976 3.27	1978 10.12	1978 4.18	1979 10.24
地震發生時 機組狀態	正常運 轉中	正常運 轉中	正常運 轉中	停機大 修中	停機大 修中	停機大 修中
所在地	福島縣雙葉郡大熊町					
所有者	東京電力公司TEPCO					



反應器廠房

第四型沸水式反應器





日本福島核能一廠事故說明

- 地震發生後 (3月11日 14:46) ，造成四座核電廠 11部機組跳機，控制棒成功插入爐心，終止核分裂連鎖反應
 - 福島核能一廠 (三部運轉，三部停機維修)
 - 福島核能二廠 (三部機)
 - 女川核電廠 (四部機)
 - 東海核電廠 (一部機)
- 地震造成電廠喪失廠外電源
- 緊急柴油發電機正常啟動
- 高達14公尺的海嘯，沖毀福島核能一廠的緊急柴油機的供油設備，電廠喪失全部電源 (電廠全黑事故) 
- 三部跳機後的機組依靠**蒸汽驅動注水設備**維持爐心水位



日本福島核能一廠事故說明

- 蒸汽驅動注水設備僅能補水，無法將讓排出系統；熱累積於圍阻體內，圍阻體壓力上升；為避免圍阻體因過壓喪失功能，須以圍阻體排氣釋出能量
- 電池電力耗盡後，注水功能完全喪失，冷卻水逐漸蒸發，水位下降，終致燃料不再為水淹蓋，爐心裸露
- 爐心裸露後，燃料棒護套溫度上升，鋯與水蒸汽發生劇烈反應，產生氫氣；部分揮發性較高的放射性物質 (銫-137, 碘-131, 惰性氣體) 自燃料丸釋出，進入圍阻體
- 正常運轉時，馬克一型圍阻體內部充氮氣，故沒有氫爆的顧慮
- 運轉人員為避免圍阻體因過壓喪失功能，進行圍阻體排氣



日本福島核能一廠事故說明

➤ 氫氣進入反應器廠房，與氧氣接觸，發生氫爆

1 號機:12日下午 3:36；圍阻體未喪失功能

3 號機:14日上午 3:36；圍阻體未喪失功能

2 號機於 14日下午1:25 喪失冷卻；

15日上午6:00，發生爆炸，位置與1 號機及

3 號機不同，發生於抑壓池區間的附近；

圍阻體可能喪失完整性

放射性物質開始外釋，廠區輻射快速上升

➤ 為降低爐心溫度，將海水灌入爐心

1 號機:12日下午 8:05；2 號機:15日上午 10:30；

3 號機:13日下午 1:12

➤ 壓力槽內的壓力阻礙了海水的灌入





日本福島核能一廠事故說明

- 4 號機：15日上午6:00左右，反應器廠房發生爆炸；
上午9:30，反應器廠房火災，11:00 熄滅
16日上午5:45，反應器廠房火災，6:15 熄滅
- 用過燃料儲存池存放自爐心退出之使用過的核燃料
- 用過核燃料內有大量放射性物質，須採用強制對流將衰變熱移除
- 燃料頂端的上方有6公尺深的水作為輻射屏蔽
- 即使儲存池喪失冷卻，大量的水也可以維持燃料的冷卻達一段時間，而一個位於開放空間的水池，可以非常容易的補水



日本福島核能一廠事故說明

- 若用過燃料裸露，及不再為水所覆蓋，同樣會溫度上升，護套會與水蒸汽反應產生氫氣，揮發性較高的放射性物質亦會外釋
- 若反應器廠房損壞，放射性物質會釋放到環境
- 沒有水作為屏障，自燃料棒內的放射性物質釋出的輻射，會在廠房上空與廠址，造成極高的劑量

用過燃料池喪失冷卻，且嚴重到燃料裸露，造成廠區高劑量，甚致產生氫爆與放射性物質物外釋，應該是最讓人不解與訝異的地方



日本福島核能一廠事故評析

➤ 與美國三哩島與前蘇聯車諾比災變比較

反應器類型：三哩島 -- 壓水式反應器

車諾比 -- 石墨水冷反應器

福島 -- 沸水式反應器

事故肇因：三哩島 -- 機件故障與人為誤失

車諾比 -- 嚴重設計缺陷

福島 -- 天然災害

事故特質：

三哩島：喪失冷卻，爐心熔毀，放射性物質自燃料丸釋出，
但處置適當，圍阻體保持完整

車諾比：反應器連鎖反應失去控制，造成反應器瞬間因水蒸汽與氫氣爆炸而解體，大量放射性物質外釋

福島：多機組同時發生事故，喪失冷卻，爐心熔毀，放射性物質自燃料丸釋出，一部機組的圍阻體喪失能，用過燃料儲存池中的燃料未為水覆蓋



日本福島核能一廠事故評析

➤ 與美國三哩島與前蘇聯車諾比災變比較

事故影響

三哩島：極微量的放射性物質外釋，未對電廠員工或附近民眾造成任何程度的輻射傷害；使核工業界認識到輕水式反應器的爐心會熔毀，後續的軟硬體措施的改善，全世界在過去30年中，累積超過12,000反應器-年未再發生類似事故。

車諾比：水蒸汽與輕器爆炸及後續之石墨火災造成極大量放射性物質外釋到外界環境，237名電廠員工與救災人員因劑量過高，有『急性輻射傷害症狀』，31人於三個月內死亡，但沒有民眾有此症狀；電廠附近4,300平方公里的土地被劃為禁入區，220,000居民遷移。受輻射影響居民的健康效應是許多研究的重點。外釋的輻射擴散到全歐洲。不再興建石墨水冷反應器，目前仍有11部機組運轉中。



日本福島核能一廠事故評析

➤ 與美國三哩島與前蘇聯車諾比災變比較

事故影響

福島：大量高揮發性放射性物質外釋，依日本政府的最近之評估，外釋量已達國際原子能總署事故分類的第七級。日本政府依緊急應變規劃，在極大範圍內，採取民眾防護設施。尚未傳出有任何工作人員有『急性輻射傷害症狀』。勢必讓全球的核能使用國家檢討核電廠防震與防海嘯設計，以及廠內外緊急應變的相關程序。



日本福島核能一廠事故對 台灣核電廠安全運轉的衝擊

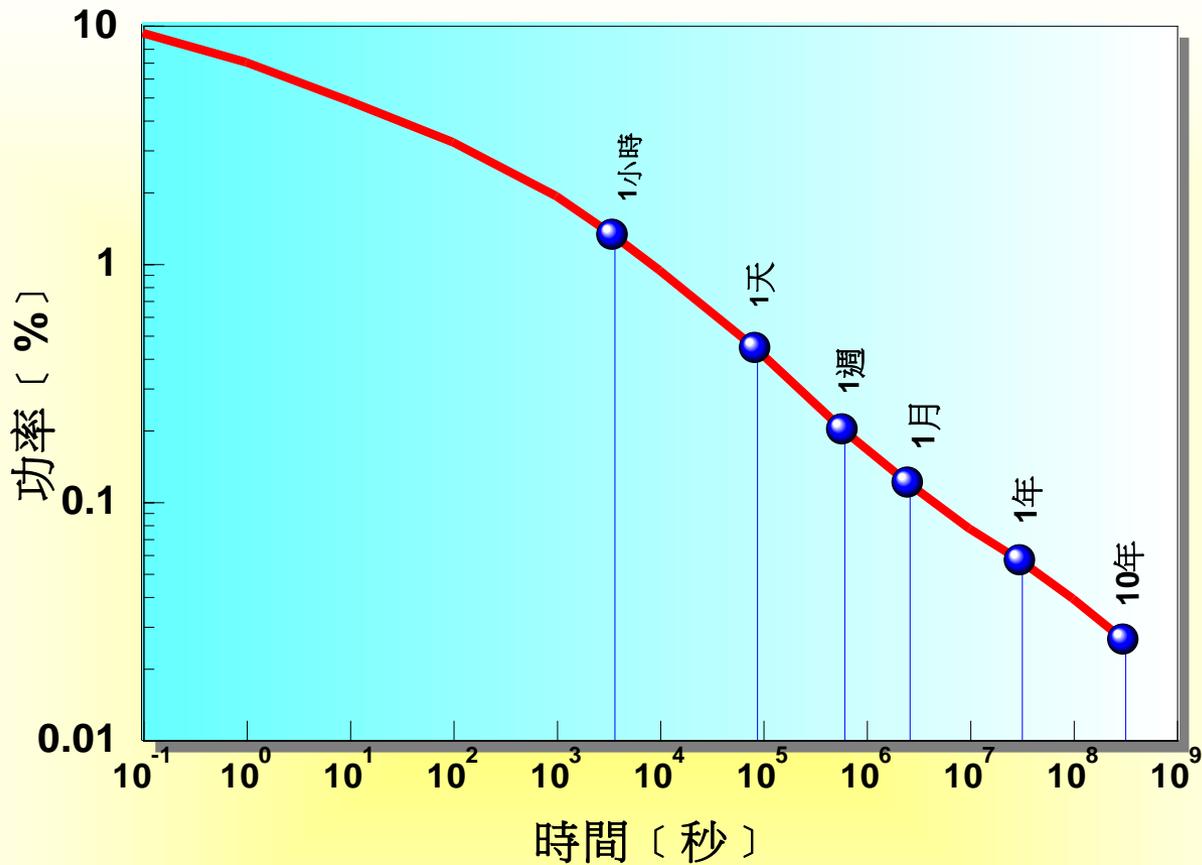
➤ 現有安全設計：

氣渦輪發電機提供另一項交流電源，
電廠後方山上之『生水池』提供大量額外水源
電廠主要設施離海岸距離較遠



➤ 『前事不忘，後事之師』，劍及履及與持續不斷的改善，
是台灣核能電廠運轉積效能夠高居全球第四名的主要原因。
(前三名為芬蘭、荷蘭、與羅馬尼亞)

➤ 日本福島核能一廠事故的經驗，將成為國內提升核能安全的主要
依據，國內的核電廠勢必會更加的安全



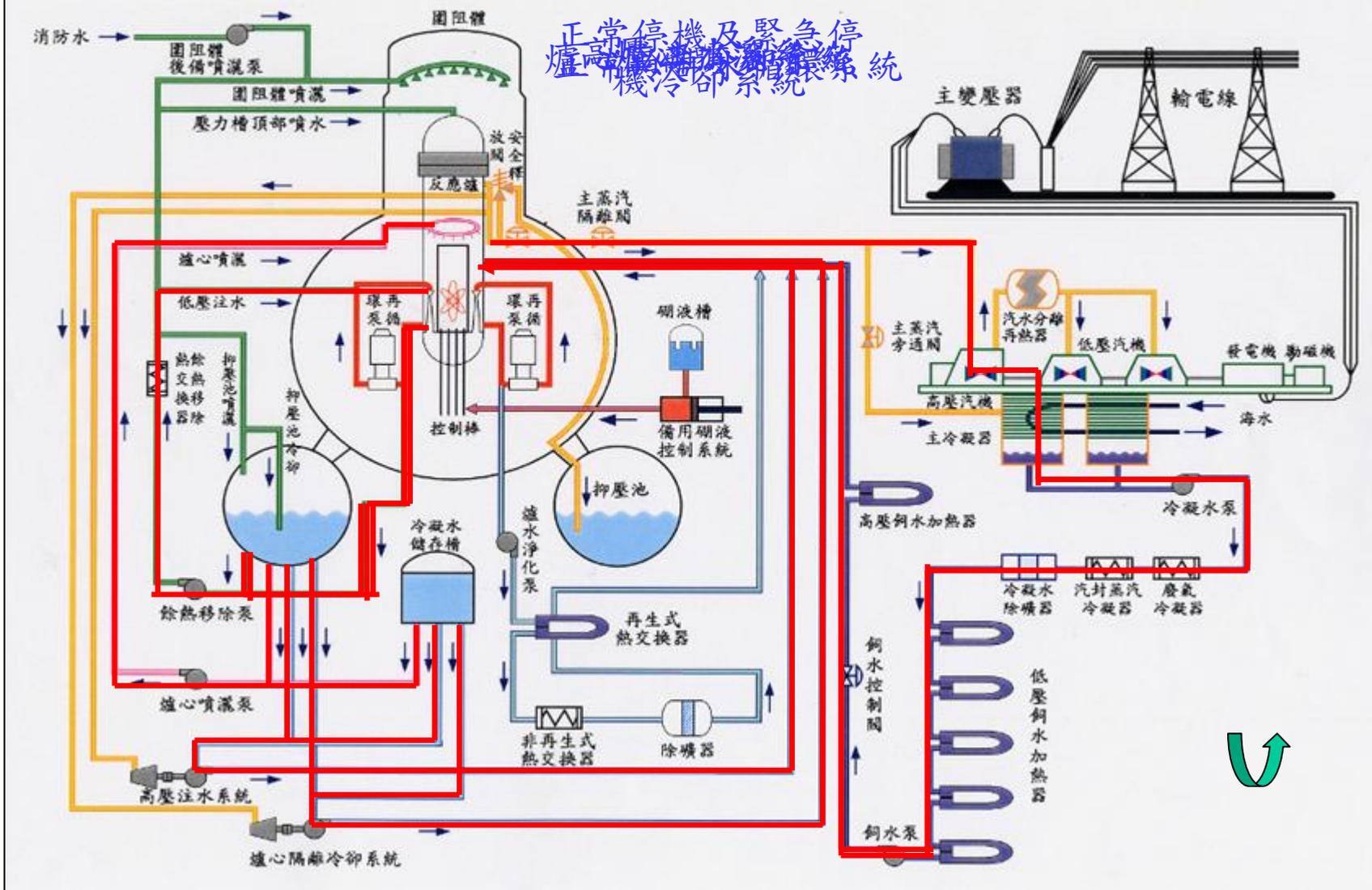
分裂產物衰變熱產生量隨時間之變化圖



反應器停機一個月後，反應器衰變熱
仍然為正常運轉功率的千分之一左右

2. 核能發電廠 (5/5)

核能發電廠沸水式系統簡要流程圖

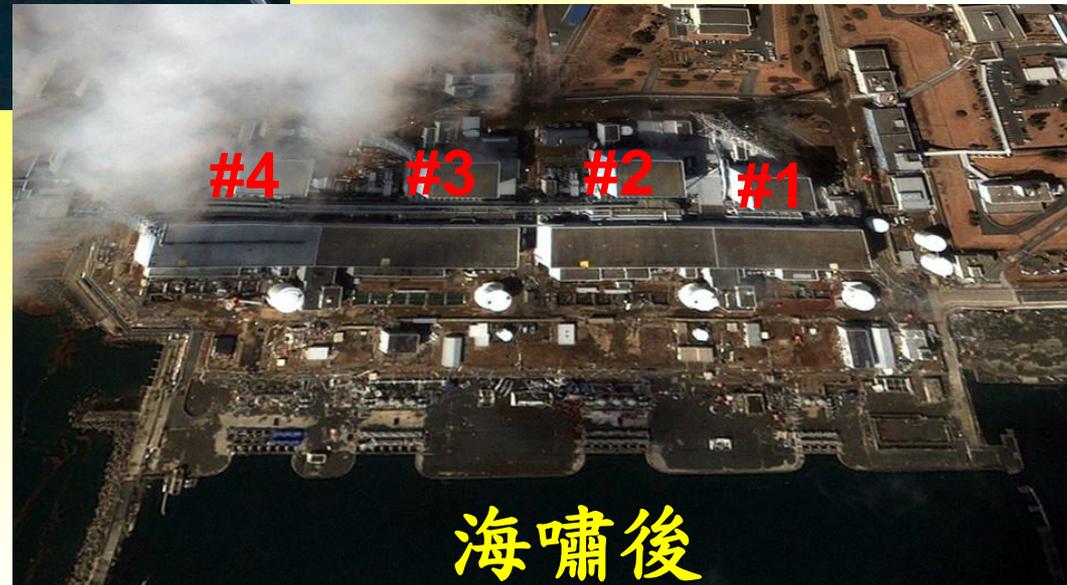




福島一廠海嘯前後空照圖



海嘯前



海嘯後



沸水式反應器第四型 馬克一號圍阻體設計

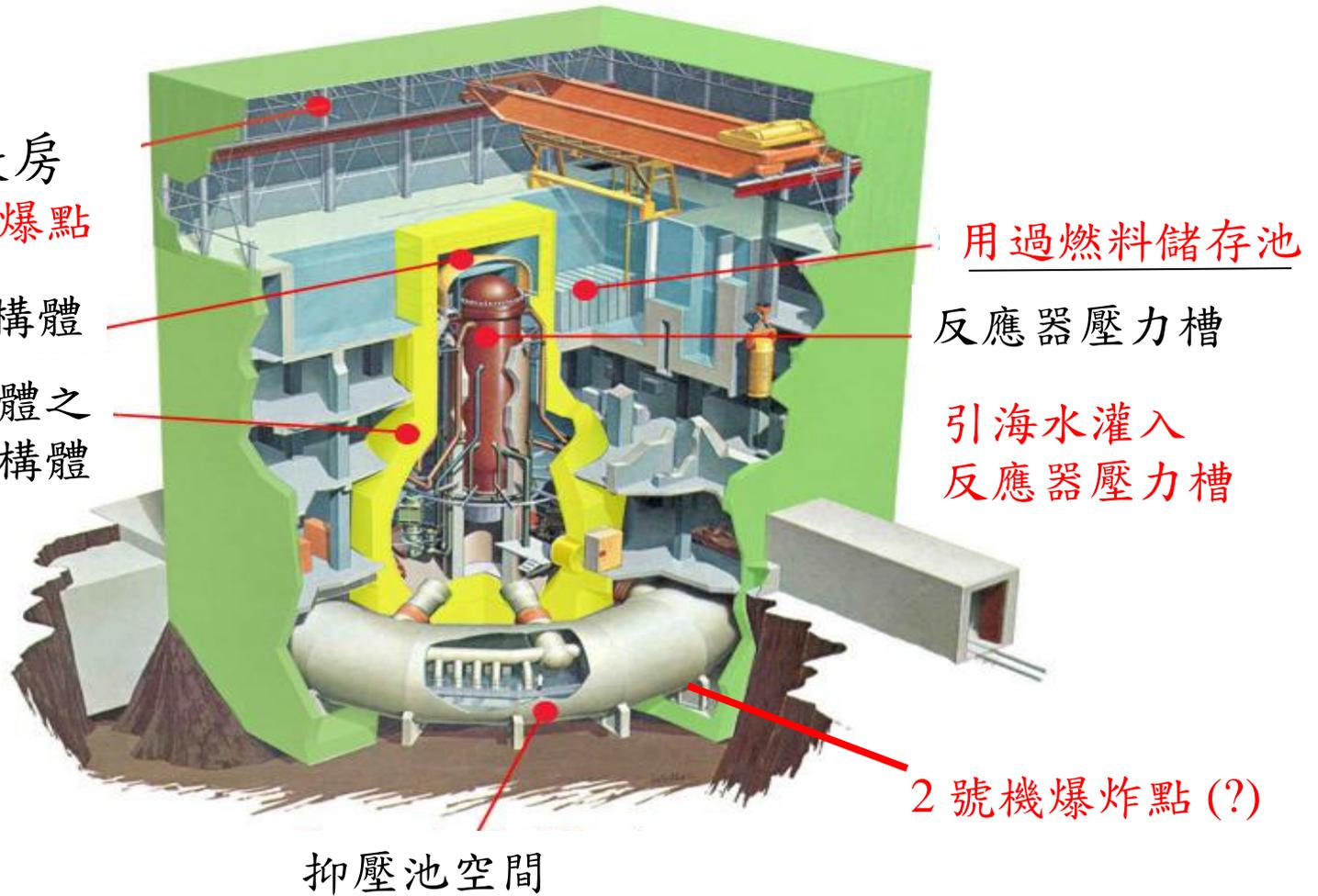


Photo taken from Nuclear Engineering Institute Webpage

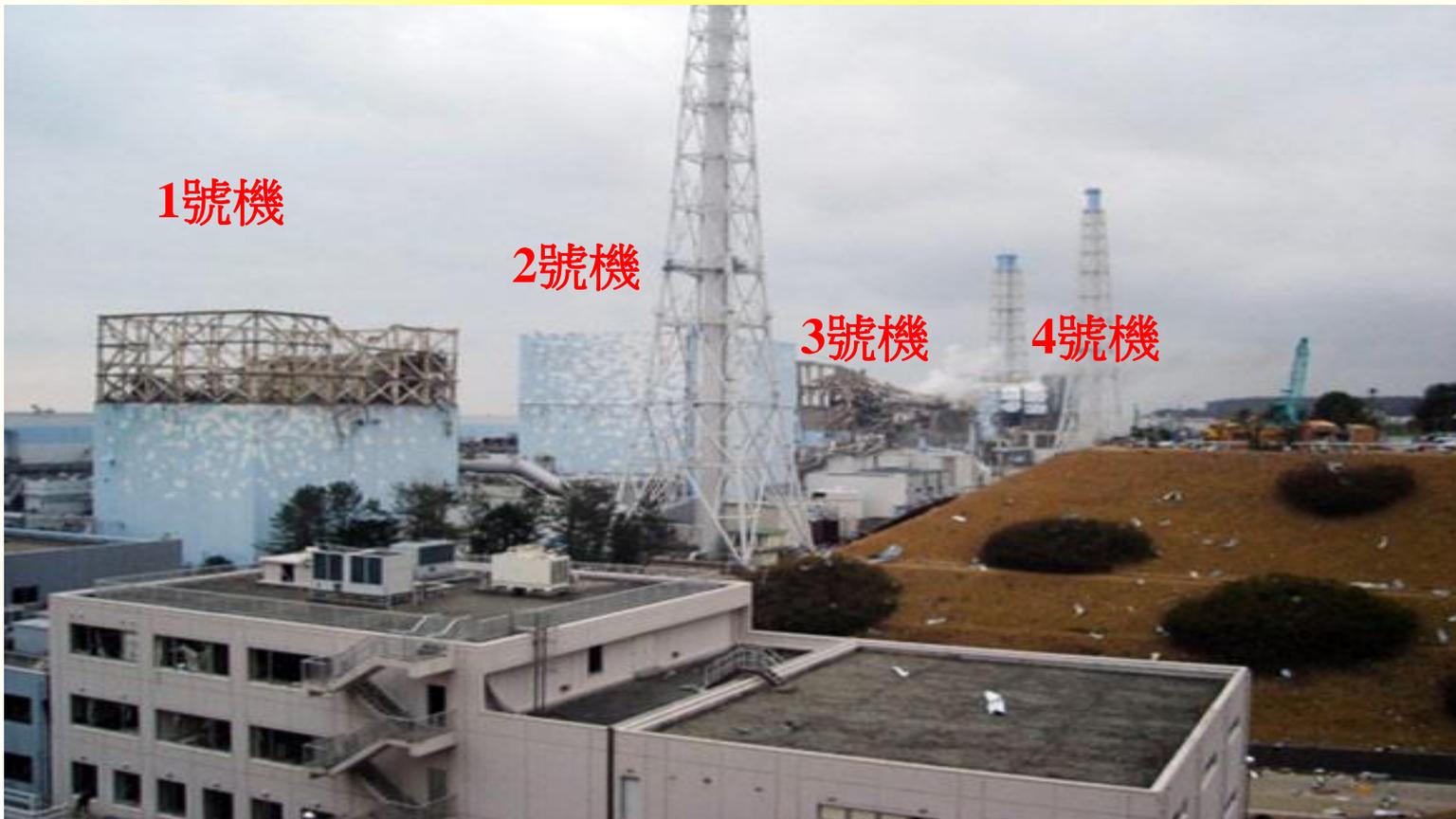


福島核能一廠1號機反應器廠房



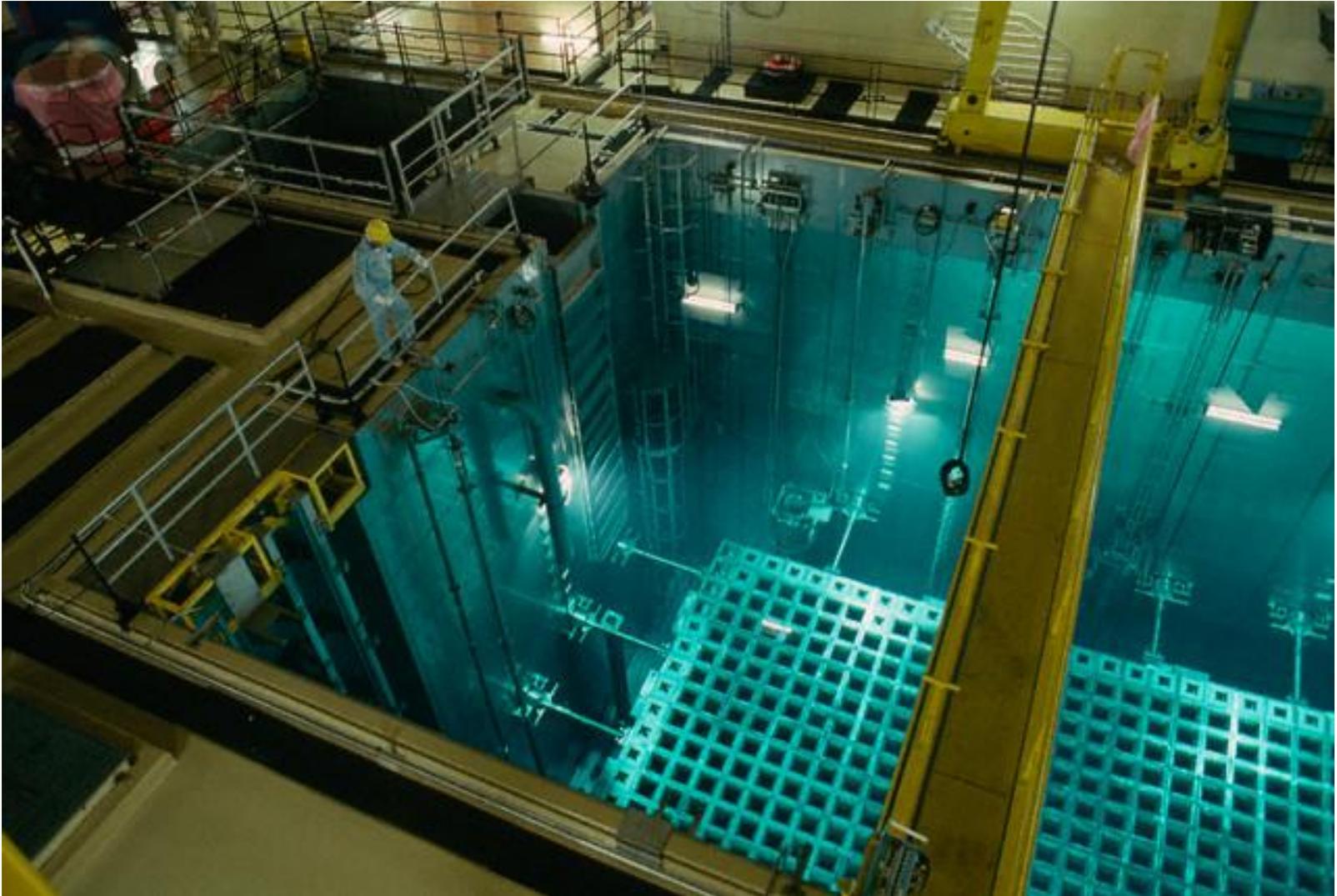


福島核能一廠 (2011-3-16)



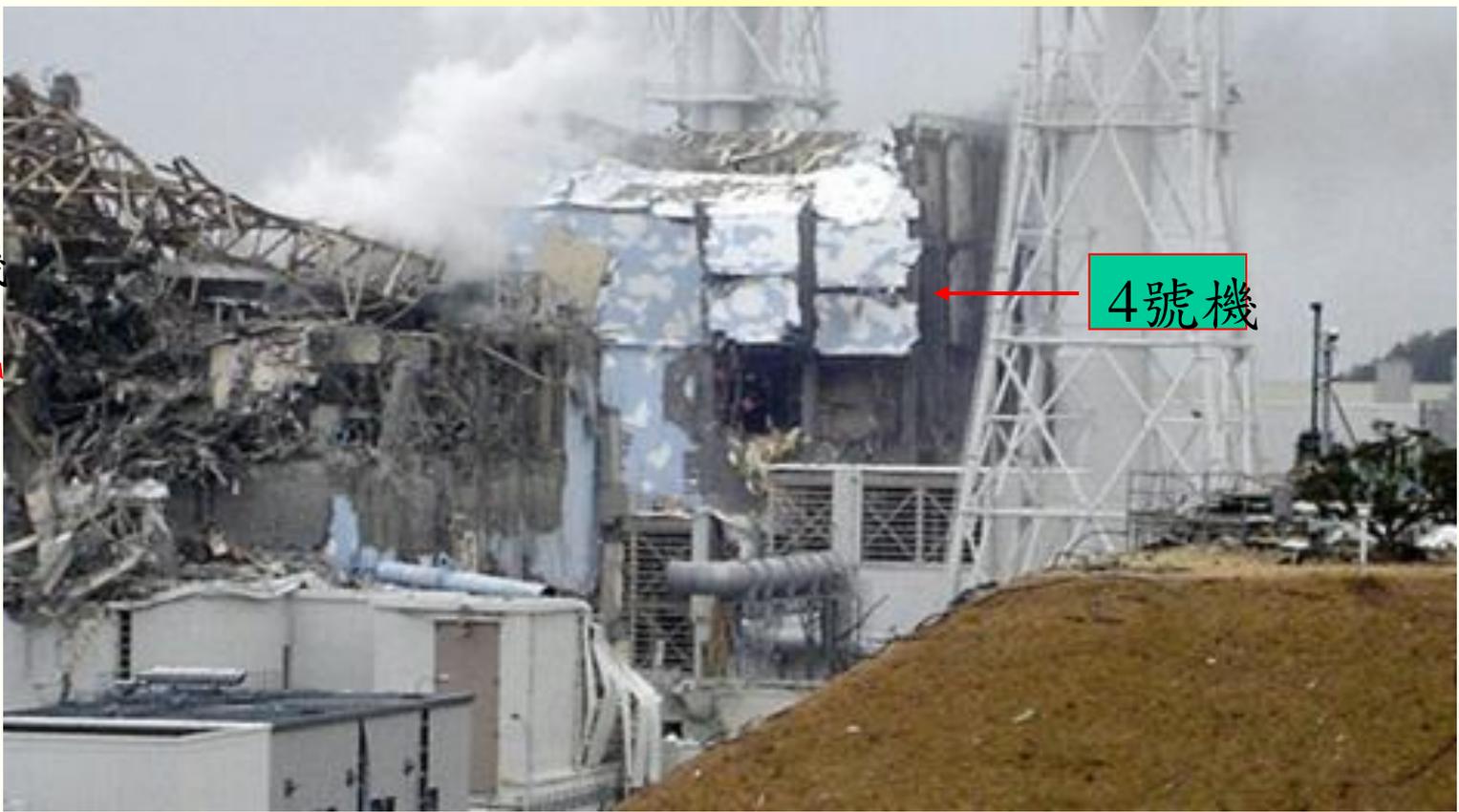


用過燃料儲存池





福島核能一廠 (2011-3-16)



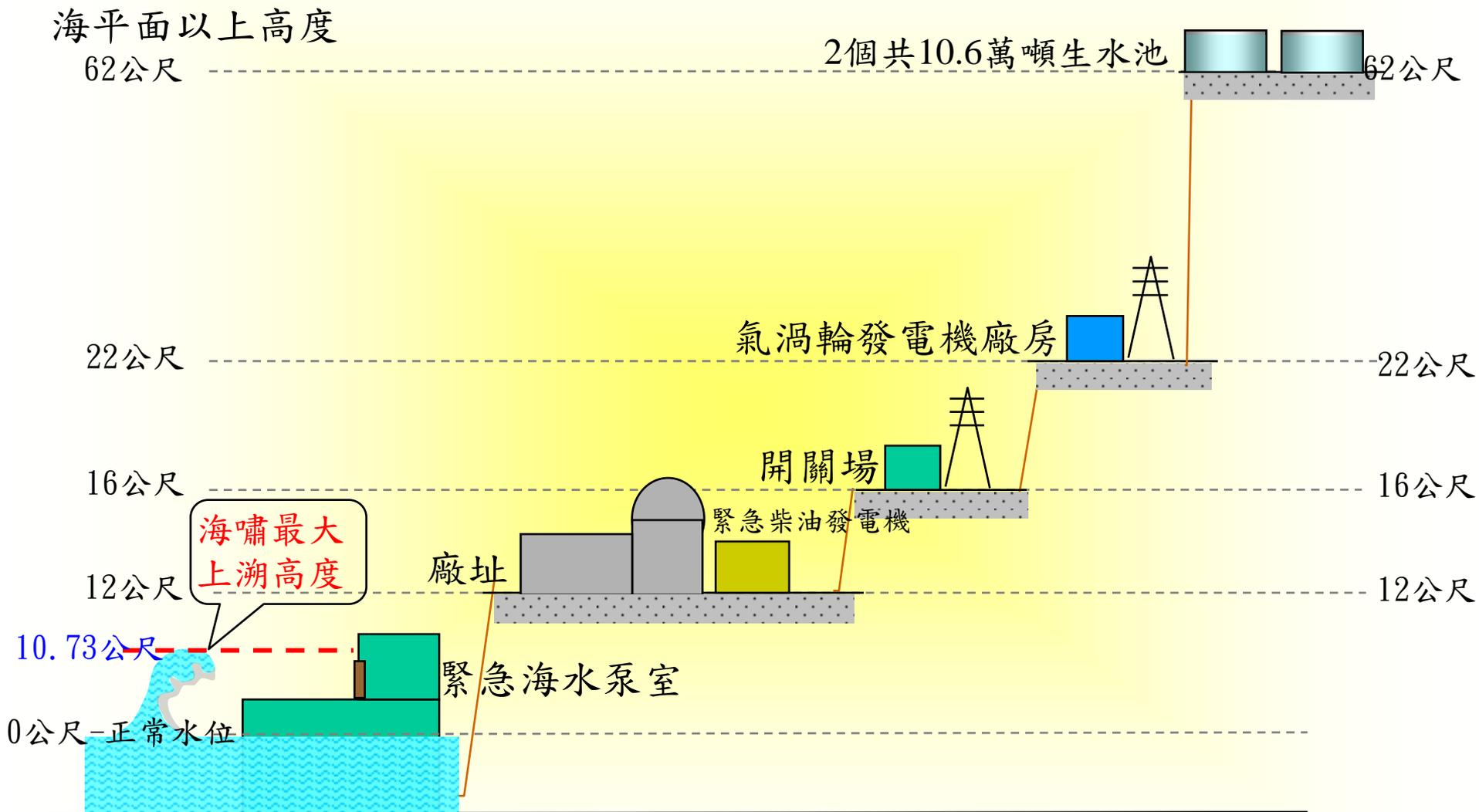
3號機

4號機





核一廠各廠房設施高程示意圖





核一廠氣渦輪發電機廠房





核一廠生水池





風險的選擇

※使用核能發電的風險

- ◎微量放射性物質排放所造成的健康效應
- ◎核電廠發生嚴重事故的影響
- ◎核電廠興建所帶來的社會對立
- ◎核廢料處理所帶來的社會對立
- ◎核能電廠會成為戰爭攻擊目標

※不使用核能發電的風險

- ◎能源危機再度發生時，對經濟發展所帶來的衝擊
- ◎國際上決定管制二氧化碳時，對經濟發展所帶來的衝擊
- ◎國際能源供需失衡時，國內能源供應的穩定性
- ◎能源輸送入境遭封鎖時，國內能源的持續供應



德國總理梅克爾早在3月15日即要求7座運轉較久的核能機組停機。依中央社的新聞報導，德國在7部核能機組停機後，電力供應不足已向法國核電廠購電。據聯合報4月16日的報導，德國將於2020年關閉所有的核電廠，估計每年將額外支出約20億歐元(新台幣840億)，德國將花130億美元(3800億)，經建3,600公里的輸配電，整合不穩定的再生能源。德國產煤，但電力公司應該大手筆投資煤與天然氣及再生能源，分析家認為德國將更仰靠從俄國進口天然氣。為了廢核，德國將耗資50億歐元執行『新六點能源技計畫』，此項計畫尚未執行已有爭議。



歐盟天然氣問題協調小組將討論對歐供氣安全

14:44 2009-07-02

俄新網RUSNEWS. CN布魯塞爾7月2日電 俄新社記者從歐洲委員會新聞處獲悉，歐盟天然氣問題協調小組布魯塞爾會議將討論對歐供氣安全問題。

歐盟執行委員會主席巴羅佐昨天表示，歐盟委員會將在近幾周內提交對歐供氣安全保障建議。

6月19日，歐盟天然氣問題協調小組會議在比利時首都布魯塞爾舉行。在會議結束後發表的聲明中說，歐盟委員會呼籲俄羅斯天然氣工業公司和烏克蘭國家石油天然氣公司就保障對歐供氣達成穩定和長期的協議，執行與此相關的法律上的責任和合同規定的責任。

http://big5.rusnews.cn/guojियाowen/guoji_caijing/20090702/42521035.html



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。