

【焦點新聞】-1

專訪歐陽主委談管制維護核安
點滴不漏

【特別報導】-2

新藥研發利器-
微型PET/CT雙功能動物分子
影像系統

【核能天地】-3

針210十問

【台灣心情】-4

花蓮賞鯨與鯨豚共舞
運通小語

發行所：行政院原子能委員會
發行人：歐陽敏盛
地址：台北縣永和市成功路1段80號2-8樓
電話：(02)8231-7919
每份工本費11元
GPN：2008300010 ISSN：1810-0902
局版台省誌字第伍號
中華郵政北台字第5126號執照登記為雜誌交寄
企劃製作：致琦企業有限公司
執行主編：劉佑志 刊頭插畫：張恆星
採訪總編：劉心玉 排版監印：劉原白、陳立明
美術編輯：盧師慧、楊碩甫、董曉華
讀者服務電話：(02)2232-4168
投稿電子信箱：jk0523.adsl@msa.hinet.net
原子能委員會網址：www.aec.gov.tw

2007年2月20出刊

·愛惜地球 珍惜資源·本刊使用環保再生紙印製·歡迎索閱



核能四廠建廠管制現況

- 一、鑒於美國surry及日本美濱核電廠飼水管路系統碳鋼管路薄化破裂，造成傷亡事件之殷鑑，於96年1月8日發函台電公司慎重考量，不宜將汽機廠房相關管路由原設計之合金鋼改為碳鋼管路。
- 二、96年01月16日將「核四廠第25次定期視察」所發現之缺失，彙整開立注意改進事項，要求台電公司改善。
- 三、96年1月19日召開「核四廠數位儀控系統現況檢討會」，邀請台電公司核技處、核四廠及核能研究所等相關人員來會研商，俾利後續視察與審查作業。
- 四、96年01月26日於本會召開第二屆第三次核能四廠安全監督委員會，會中除簡報「核四工地銲接管制專案視察」發現缺失與結果外，並就台電公司之「核能四廠銲接作業品管程序」與「核能四廠汽機廠房管路設備安裝工程承包商－開立公司解除合約對核四工程之影響與因應之道」兩部分於會議中進行討論。
- 五、96年01月30~31日假台北亞太會館舉行「第一屆台日核能安全技術研習會」，會中由台日雙方報告核能發電動向外，並就進步型沸水式反應爐（ABWR）之使用前檢查、數位儀控及乾式貯存設施耐震評估等議題進行討論，合計日方有10人參加，我方有107人報名參加，本研習會圓滿成功。



核能四廠一號機控制廠房施工現況圖景



核能四廠二號機控制廠房施工現況圖景

— 專訪歐陽主委 —

談管制維護核安點滴不漏

採訪、撰稿／劉心玉 拍攝／張恆星



劉心玉總編(右)專訪歐陽主委(左)

苦學出身的原能會主任委員歐陽敏盛先生，是個南部的孩子，父母在新營老家做小生意，生活清苦；但他並不氣餒，決心發憤唸書。就讀新營高中時，數學、理化是他的拿手功課，同學們解不開的代數方程式，以及物理化學問題，都喜歡來請教他。他都以和藹可親的態度，為同學們解疑解惑，同學們也都戲稱他為「數理大王」。

那個年代的大專聯考，競爭非常激烈，尤其是甲組物理、數學，必須要成績良好，才有希望考上。歐陽主委以優異的成績，考取清華大學核工系，進入清華校園後，更繼續研讀核工程研究所，後來出國更擴大研究

領域由核工轉機械。

學成返國貢獻核工專才

到美國威斯康辛大學研究機械工程，拿到了博士學位。在校期間功課優異，且許多同學都樂於選修與他相同的課程，因為他仍像小時候一樣樂意協助同學們解決課業上的困難。畢業後，國立清華大學的三位教授，連名保薦他回國貢獻所學，為台灣的核能科技盡一分力量。

歐陽主委雖是核工專家，但毫無身段。自民國七十一年開始，歐陽主委就在清華大學教書，教了二十二年整，由於他春風化雨，良師益友的風範，讓學生們捨不得他離開。教書期間，台灣電力公司也借重他的長才，請他擔任核能安全委員會委員。於2000年起，政府也借重他，請他出任原能會副主任委員，不久便升任主任委員。能從一個建議批判旁觀者，轉變為領導整個團隊努力的方向，歐陽主委認為是一大幸事。而歐陽主委以學者從政，又具專業背景，讓原能會的同仁頗有歸屬感。

訪問時在座的政大兩位同學也提問歐陽主委，如一旦退休不任公職時，以後的興趣如何？歐陽主委不經意地露出微笑表示，他仍將回到

校園與青年學子們一起研究學問，畢竟得英才而教之，是一樂也，更何況他又從小好為人師。歐陽主委與同學們侃侃而談，良師益友的風度，令人深感彷彿在課堂上一般，歐陽主委寓談話於教育的作風，使大家深受薰陶。

管制核能安全責無旁貸

對於核能安全，歐陽主委認為並無「反核、擁核」問題，因為使用核能，不會產生二氧化碳造成地球的溫暖化，無虞破壞人類生存的大自然環境。但是必須先確保核能安全，故須加強安全管制工作。歐陽主委更是時時刻刻把「安全」兩個字放在心上，也叮嚀同仁「安全」是每天必須要做到的重要工作之一。他說，我國在核廢料處理上，固化技術領先，深受國際矚目。此外，對核廢料最終處置場，也有週詳的規劃。如果對於核能安全維護妥適，核能經濟效益強大，值得採用，我國對核能的管制，是百分之百透明化，全民應對政府有信心，而他所帶領的團隊，就是維護核能安全的保證人。

新藥研發利器

微型PET/CT雙功能動物分子影像系統

原子能委員會核能研究所 副研究員 詹美齡

過去幾年活體分子影像領域迅速成長，相關的應用也邁入了新的紀元。核醫分子影像以非侵入性方式，提供三維活體資訊，可大幅縮減新藥研發的成本及時程。美國FDA（藥物及食品管理局）對分子影像技術應用於藥物動力學與藥理學研究抱持樂觀其成的態度，且在審核新藥臨床試驗查驗及產品上市（IND/NDA）時，將此項數據視為具決定性的數據之一。四年前核研所與國衛院合作引進微型正子斷層掃描系統（micro-PET）作為藥物臨床前動物試驗造影用。由於微型PET系統只提供動物體內藥物分佈的功能性影像，其影像解讀不易，特別在發展高專一性（specificity）藥物時，藥物分佈的實際位置解讀更為困難。

為此，核研所自行研製具結構性影像的高解析度微型X光電腦斷層掃描系統（micro-CT），並結合原有的微型PET系統，成功完成微型PET/CT雙功能動物分子影像系統開發（圖一）。研發成果於2005年9月生醫科學影像技術國際會議（International Conference of Imaging Technology in Biomedical Sciences）發表，並獲選為該年度之突出研究（highlight）。

核研所micro-CT系統的開發，從規劃、設計、選材、研發、與測試，除X光產生與感測二組件外，其餘都尋求國產的解決方案，以降低開發成本。系統研製從

機構、自動控制、數據擷取、影像重建、至系統校準、假影消除等多項軟硬體關鍵技術皆由研發團隊研究建立。

前階段微型CT系統研製完成後，研發團隊結合micro-CT與Concorde microPET R4，建立雙系統軟硬體整合、及三維影像融合對位技術，完成micro-PET/CT雙功能造影系統開發。

micro-PET/CT可結合「功能影像」與「結構影像」，提升活體造影影像的判讀與定量準確度。其高精度的三維影像對位，無需特徵點，也無需使用者介入，使用方便，適合例行大量造影。目前此雙功能系統已應用於動物例行造影（圖二），後續配合融合影像定量技術，將可大幅提升影像量化與藥效評估的準確度。

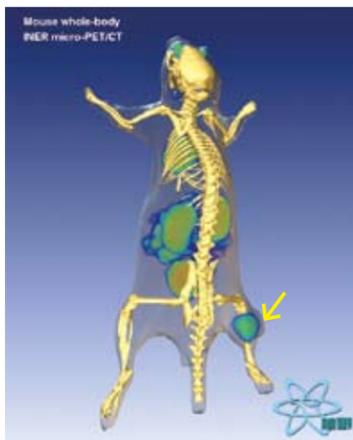
核研所micro-PET/CT雙功能動物分子影像系統，配合本所分子造影探針開發，以非侵入方式提供三維活體資訊，為國內腫瘤及中樞神經系統疾病治療藥物研發，提供新藥篩選與藥效評估有效工具。

此外，由於micro-CT影像可以獲得三維結構訊息，透視物體內部細微結構，故可利用於工業界逆向工程應用。圖三即為一應用實例，關節骨樣品經micro-CT系統造影，由CT影像清晰可見骨小樑結構。三維骨小樑CT影像經建立重組立體模型後，可輸入CAD或ANSYS（有限元素分析工具）做生物力學分析。

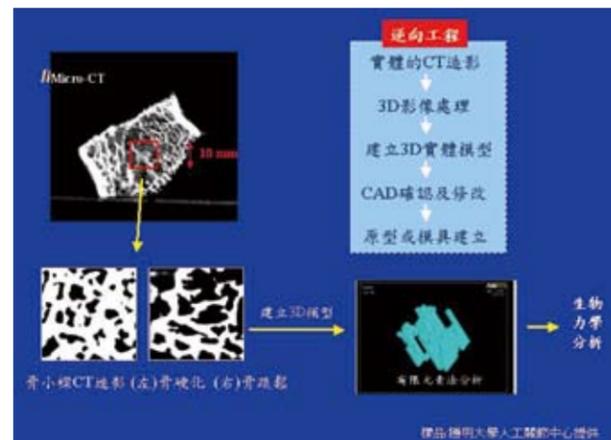
未來此造影系統研製技術藉由先期參與技轉國內產業界，盼能將產品商業化，並進一步在醫療影像市場上佔有一席之地。



圖一：核研所micro-PET/CT雙功能造影系統



圖二：腿部殖入直腸癌小鼠的micro-PET/CT雙功能影像，箭頭處為腫瘤位置



圖三：逆向工程應用實例，關節骨小樑生物力學分析

（續1版）

原子能委員會給人的印象就是高科技研究安全的機關，但當我們進入原能會主任委員歐陽敏盛辦公室前的一首「風情萬種」的詩，充份透露出歐陽主委人文修養的一面。這首詩是歐陽主委參考前人所創作的，詩句如下：「萬山不惜一水奔、堂堂山溪過前村、千蛟戲水浪不興、風吹微波起萬仞」，而其中的「微波起萬仞」象徵歐陽主委的理念，他說溫煦的風會讓飽滿的稻穗低頭；但不會傷害它，而改革也應是漸進的，雖然是些許的波動，最終也會是壯麗的驚濤駭浪。

我國著名的科學家，他們的興趣並非全在理工方面，對古典文學、小說等，也是蠻喜歡的，像吳大猷、楊振寧、李政道等。而歐陽主委也是如此，談及所喜歡閱讀的書籍時，歐陽主委對諸葛亮的看法，也很另類。他認為諸葛亮是一個偉大的宣傳家，因為諸葛亮的茅廬位處襄陽隆中，鄰近南陽三江，有許多南來北往的船夫會經過，而他就應用船夫間的耳語傳播，把自己的能力讓劉備等知道，所以他認為諸葛亮是位成功的傳播家。此外，著名的赤

壁大戰中的草船借箭、借東風，更是諸葛亮善於蒐集資訊、整理成應用的知識，方能如此的成功。他的養生哲學也很新奇，他說人體就像一個大型的化學工廠，胃肝腸則是小型的化工廠，所以攝取食物，應該維持酸鹼中性平衡。

講求品質妥善把關

歐陽主委談到，原能會的伙伴，均具有原子能方面的知識造詣，然而他要求同仁仍須不斷的進修及訓練，更須透過證照資格的取得，方能更讓人信賴。所以，同仁們必須努力取得核能電廠視察員或輻射防護視察員之檢定證書，也期許同仁講求品質和管考，與時代並進，精益求精，任何方案的執行須徹底圓滿。核能從華路藍縷，到順利卓越而有今天的績效，是全體同仁努力的結果。

在今後的原子能和平用途方面，首要還是講求安全，且從制度面的建立，加以防範意外事故的發生，做好意外時的應變，和妥善處理核廢料。再來，提升全民對核能應用的認知，讓大家明瞭，而能安心放心的使用。原能會已有長足的進步，但絕不自滿，仍將持續默默耕

耘，讓所具有的技術更精進，使子孫安全的享用核能效益，原能會不會鬆懈地維護核能安全，為我國核能把關，點滴不漏，此為原能會全體同仁的共識和努力的方向。

忘不了恩師的教誨

歐陽主委永遠忘不了台南新營國小的導師給他的嚴格教誨，老師告訴他們，個人的良好表現，雖然很重要，但身為班上的一員，要有團結的態度，對不好的態度行為，仍需大家一起改正並榮辱與共，養成團隊的精神。所以他領導原能會，也發揮了團隊精神力量。這位小學的導師，給了他很大的啟示。

新春的祝福和願景

又是一年春草綠，依然十里百花香。荏苒歲月，光陰偷換，轉眼便是農曆春節，在新春的日子裡，歐陽主委誠心的祝福大家新春如意，感謝全體同仁的努力，更感激全民對原能會的支持與信賴，希望各界一本初衷，繼續賜與鞭策協助。

九十五年元月廿七日

針210十問

翁寶山 財團法人中華民國輻射防護協會

1. 針210是怎麼來的？

針210(^{210}Po)為一天然的放射性核種，在空氣、土壤、植物、甚至人體中均含有微量的針210。吸菸者體內的針210含量會稍微多一些，因為菸葉會從土壤和肥料中吸收並濃縮針210。

天然存在的放射系中的所謂鈾系，其首位核種為鈾238(^{238}U)，又稱為 $4n(整數)+2$ 系，因為。鈾系的17個主要後代中，針210是當中的一個，其半衰期為138.4天，放出阿伐粒子後變成穩定的鉛206(^{206}Pb)。

鐳(Ra)為針210的歷史名詞，現已不再使用。西元1898年，法國夫妻檔的科學家比埃爾·居里(Pierre Curie, 1859-1906)和瑪麗·居里(Marie Curie, 1867-1934)從瀝青鈾礦中提煉出少量的針和鐳，他們和另一位法國科學家貝克勒爾

(Antoine Henri Becquerel, 1852- 1908)因在放射性上的發現和研究，共同獲得1903年諾貝爾物理學獎。

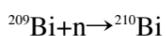
居里夫人為紀念其祖國波蘭(Poland，拉丁文Polonia)，遂將新發現的針命名為Polonium。



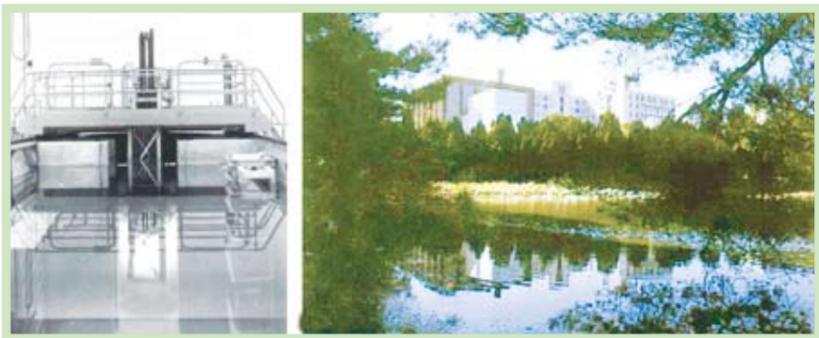
居里夫婦

2. 針210可以製造嗎？

針210為天然產生的放射性核種，1噸的鈾礦中約含10萬分之1克的針210，但仍可藉人工的方法生產，需要核子反應器(俗稱原子爐)設施。用中子(n)照射鉍209(^{209}Bi)，可得下列反應：



目前全球針210的年產量約100克。

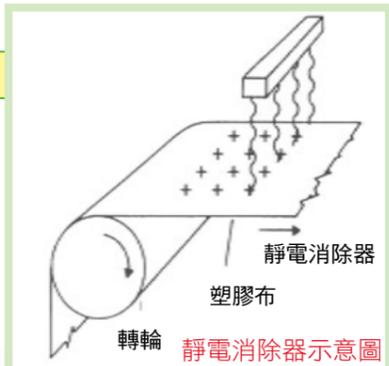


清華水池式反應器內外景

3. 針210有何用途

針210主要是用於消除靜電。用於電腦的電晶體片、磁帶、DVD、照相用膠卷以及塑膠薄片和人造纖維等防黏住的清潔劑。

針210的阿伐粒子能量可轉變為熱能成為核子電池的原料。在實驗室中針210和鈹混合可製造中子源。



靜電消除器示意圖



兩種不同外表的DVD

註：DVD = digital versatile disc，譯為數碼多功能光碟，簡稱數碼光碟，1995年統一各廠商的產品而成的。

4. 針210做為輻射源危險嗎？

針210做為輻射源是屬於密封輻射源，是妥善封裝於金箔內，其密封的程度足以使針210不致散逸，但

仍可使其阿伐粒子射出，以資利用。因此，即使觸摸其表面，也不致於受到放射性污染。

5. 針210如何運送？

少量的針210很容易運送。針210放出的阿伐粒子的能量為5.304 MeV，在空氣中的行程約3至4公分，不會穿透皮膚、衣服、甚至薄紙，但也不容易偵檢。大量的針210運送則需要特殊的設備，只要有0.5克的針210會因其阿伐粒子所釋出的能量提升溫度至 500°C (900°F)。

依照「放射性物質安全運送規則」，針210的A1值為40兆貝克(1012 Bq)，A2值為0.02兆貝克。

6. 曝露於針210是否會致命？

只有食入、吸入、或由傷口攝入體內足夠量的針210才會致命。

7. 針210的致命劑量是多少？

這裏所稱的劑量不是輻射劑量而是藥物劑量。食入1微克(μg)的針210足以致命。1微克等於百萬分之一克。

8. 針210進入人體後如何致命？

針210釋出的阿伐粒子會打斷細胞中的去氧核糖核酸(DNA)，造成細胞死亡。同時也會破壞細胞結構，產生過量的自由基再破壞細胞。前者稱直接破壞，後者稱間接破壞。這些破壞也會使正常的細胞轉變為癌細胞。

針210的阿伐粒子射程雖短，但針210本身會隨著血液循環系統轉移到人體各部位。其阿伐粒子會破壞造血的骨髓使造血系統失效。紅血球遭受破壞會造成貧血，缺少血小板會不易止血，而缺少白血球則削弱免疫力。

胃腸道黏膜遭受阿伐粒子破壞後，為了自我修補會不斷地生長新組織，嘔吐、腹瀉、脫水等都是胃腸道受損的症狀。

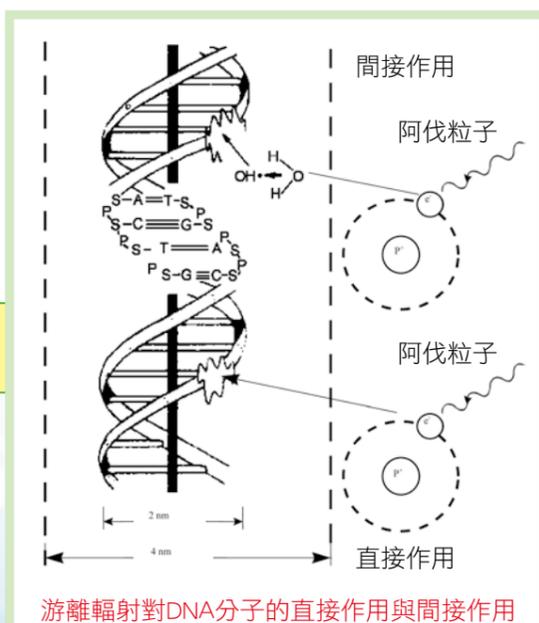
對於針210的危急器官，視其溶解性(溶於體液)而定。可溶性者為脾和腎，不可溶者為肺、胃、大腸下部。

9. 針210的毒性可以治療嗎？

視攝入數量及時間點而定。高劑量會使器官在幾天內喪失功能。理論上的治療方式是要找到會和針210結合的物質，而且在結合後會排出體外，還要設法使這種物質「化學上稱為螯合劑(chelating agent)」能達到體內針210積存處。其次要治療已被阿伐粒子破壞的組織，這是很不容易的事。但體外受到針210的污染，只要徹底清洗便可。

10. 針210的毒性會傳染嗎？

只有把針210食入或吸入體內，或攝入足夠量來自受針210污染病人體液，才會引起傳染及生病。



游離輻射對DNA分子的直接作用與間接作用