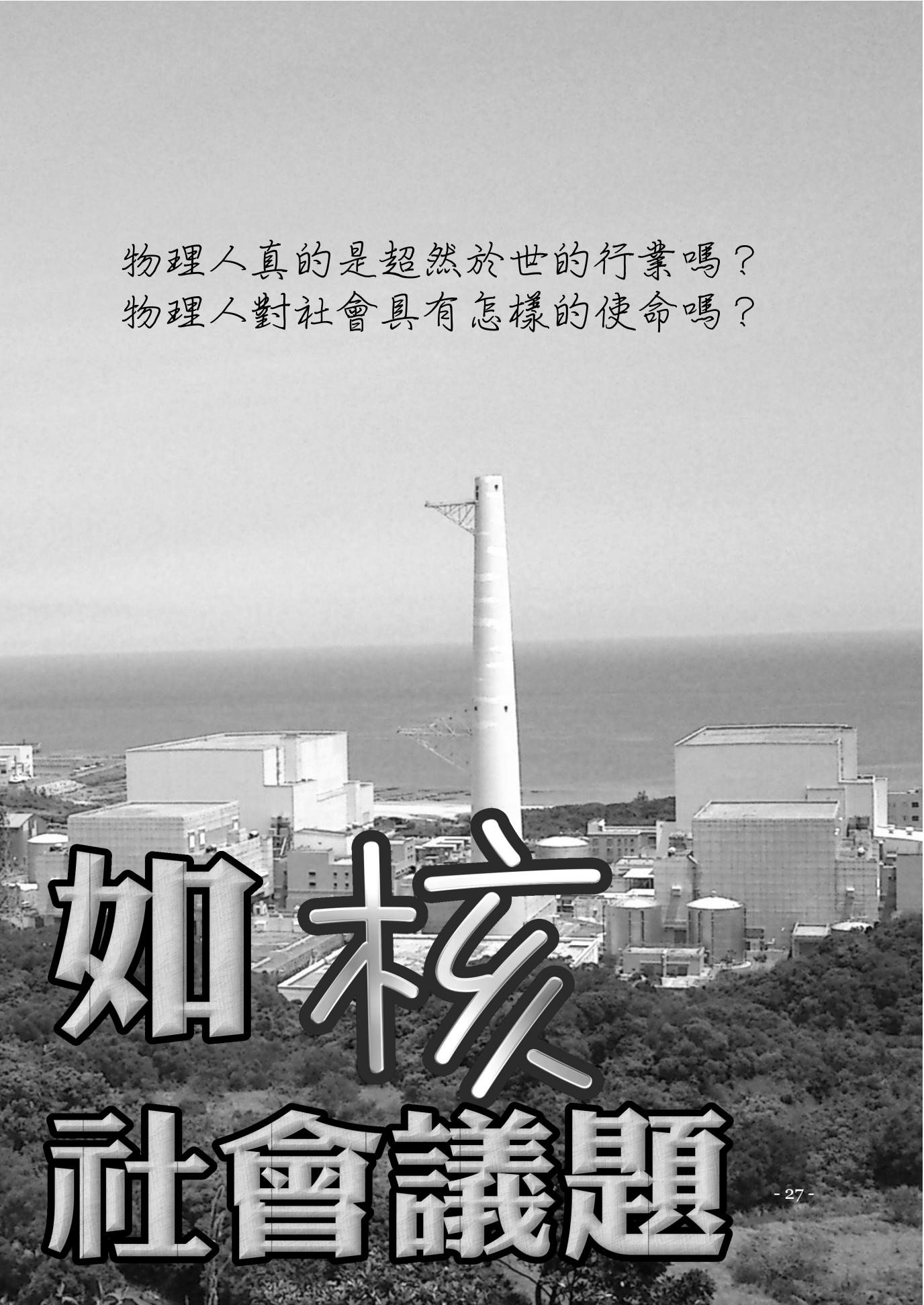


本期編輯群以「核物理」相關的社會議題出發，討論物理人與社會之間諸多鋒利的話題。本專題訪問臺大物理系退休教授林清涼，聽聽核物理專家如何看待核能發電的議題；也聽教授從1981年驚天動地的「物理系中子源事件」，談起近在身邊的實驗室輻射管理議題。編輯群更前往臺電大樓，訪問臺灣電力公司的核能溝通小組，來一趟理工人與社會大眾溝通的經驗談。

看完幾位專家的意見後，讀者不妨與身旁的朋友們開啟一場精采的論辯！

# 物理人 面對

物理人真的是超然於世的行業嗎？  
物理人對社會具有怎樣的使命嗎？



# 如何 看待 社會議題

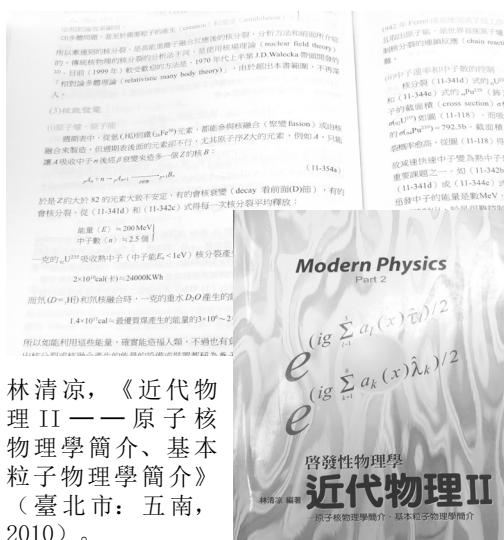
# 核物理學家眼中的 核能發電議題

文 / 歐柏昇

正當我們苦惱著核能議題的訪問對象時，忽然靈光一閃，想到近在咫尺之處，系館四樓的會客室旁，就有一位核物理專家。那就是經常深夜還在系館工作的退休教授林清涼。

教授聽到我要訪問關於核能的問題時，即大呼我問對人了。環視教授的辦公室，整齊堆放的書籍、手寫的字帖之間，牆上則張貼著一幅原子衰變圖，保存著二十世紀物理光輝的風範。

身為核物理學家，林清涼教授對於核能的社會議題感觸相當深刻，說得慷慨激昂。當外界眾人議論紛紛的時候，教授很清楚地告訴我們：「物理系學生應該了解什麼是核能！」教授不斷強調，我們學物理的，具有一些關於原子核、 $E=mc^2$ 的基本知識，並懂得理性判斷，講話不要盲目跟著別人。



林清涼，《近代物理 II——原子核物理學簡介、基本粒子物理學簡介》（臺北市：五南，2010）。

## 核物理與核能技術的發展背景

林清涼教授向我們介紹，量子力學在1928年就差不多定案了，開始應用到各個領域。以原子核物理來說，在1935-38年完成核分裂的理論。從1938年到現在，技術已經發展得很成熟，而且可以控制得很好。關於詳細的發展史，可參考林清涼教授著作的《近代物理 II》。

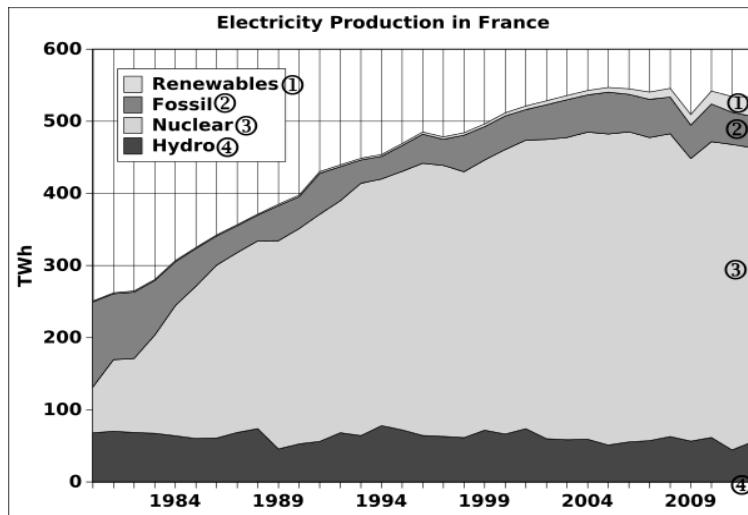
所謂的「核分裂」，是原子核(nucleus)的分裂。新聞中經常寫錯為核子(nucleon)的分裂，但事實上核子是不會分裂的。核分裂最令人擔心的是放射(emission)，尤其是屬於強子、不帶電的中子(neutron)，碰到東西就會把它的「質」改變。（教授補充說明，放射帶有靜止質量，不同於「輻射」。）

## 【核能發電】

根據林清涼教授的著作，原子能的利用要符合兩項條件：「能連續地產生能量」、「能依所需而有效地取出能量」。要達到以上條件，必須能有效控制核分裂的連鎖反應。由於入射中子能  $E_n$  與捕獲中子的截面積  $\sigma$  有此關係式：

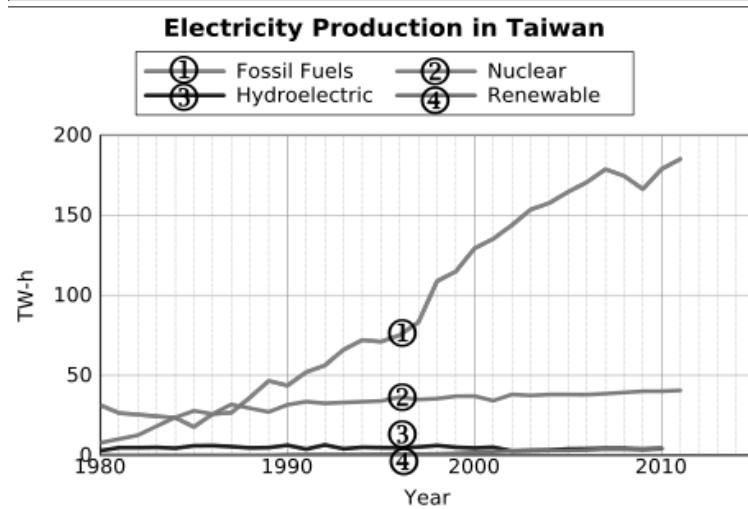
$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{E_n}}$$

且截面積愈大則核分裂概率愈高，所以把快速中子減速為熱中子是重要的課題。一般原子爐的冷卻系統使用水，一面減速中子，一面吸收熱能拿去發電。此外，為維持穩定的連鎖反應，利用棒狀的鎔吸收多餘的中子。因此原子爐有兩大機能：「有控制中子數能力」、「能迅速運走核反應時產生的龐大能量」。核能發電裝置的冷卻系統將熱能運到爐外來旋轉發電機渦輪。（資料來源：林清涼，《近代物理 II——原子核物理學簡介、基本粒子物理學簡介》（臺北市：五南，2010），頁222-224。）



←法國電力供應分布

(取自維基百科 [https://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear\\_power\\_in\\_France#/media/File:Electricity\\_in\\_France.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power_in_France#/media/File:Electricity_in_France.svg), 檢索日期 2015 年 7 月 28 日)



←臺灣電力供應分布

(取自維基百科 [https://en.wikipedia.org/wiki/Electricity\\_sector\\_in\\_Taiwan#/media/File:Electricity\\_Production\\_in\\_Taiwan.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Electricity_sector_in_Taiwan#/media/File:Electricity_Production_in_Taiwan.svg), 檢索日期 2015 年 7 月 28 日)

## 核能的非和平與和平用途

林清涼教授要我們釐清核能的用途。目前使用的核分裂，如果用在非和平用途，拿來打仗，就是製作原子彈。二次大戰之後，愛因斯坦為首的一些物理學家，呼籲將核能轉為和平用途。

針對核能的和平與否，教授批判美國的立場：「你不准別人製造原子炸彈，怎麼會指使日本人這麼做？」她質疑日本三一大地震核災的實情：「你大概沒有注意到日本大地震之後，美國軍艦馬上送來重水，我是研究原子核的，看到這個馬上就疑問——這是在製造原子炸彈嗎？」她說，果然有一本書提到這件事。

核能的和平用途則造福了人類的生活，那就是核能發電。因為能量是守恆的，可將核分裂的能量轉為電能。它很便宜，現在也可以控制得很好，所以很多國家都在使用。核能發電最厲害的是法國，法國有

75% 的電力都來自核能，「那他們國家為什麼老百姓不會吵？也沒有發生核能發電廠引起的害？」

## 核能發電完善運作的三個要點

林清涼教授認為，一個國家核能發電的完善運作，必須有三件事情配合：

第一，按照專業方法來蓋核電廠。核能發電廠的技術相當成熟，而關鍵在於人們是否按照這些規範去做。

第二，選擇安全的地點。選的地點是不是好的地帶、地震地帶？就算在地震帶附近，有沒有比較好的地方？沒有斷層經過的地方？

第三，給予專業人才充分的待遇。必須給他們足夠高的薪水，讓他們沒有後顧之憂，保障他們生活沒有顧慮，他們才能專心守護我們的核電廠。

## 別跟著喊口號，要問何走這條路

林清涼教授語重心長地說：「我們是學物理的，或者說我們受過高等教育的，做事要理性，不能民粹，跟著別人喊口號。我們要問為什麼走這條路。」

當初要蓋核電廠，是蔣經國時代為了工業化。臺灣有水但沒有電，於是建設了核電廠。教授說，以她所知，清華大學在台灣復校的時候，第一個系就是核工系（編按：根據國立清華大學網站的校史記載，1955年簽訂中美合作研究原子能和平用途協定，「考慮到建立原子爐所需的沉重經費，遂讓有清華基金為後盾的清華大學在台建校，成為台灣原子科學研究的先驅」。1956年招考原子科學研究所第一屆新生。）教授告訴我們臺灣核能發電的歷史背景，那是國家迫切所需。教授是本省人，甚至可說是遭受過白色恐怖，「那時候我們很討厭國民黨，罵國民黨罵得要死」，但她絕不會意氣用事來罵這些事！

教授也回顧反核運動的發展。在蔣經國過世不久，李登輝時代就有人在反對。最激烈的是在2000年總統大選時，環島示威來反對核四，「有一點政治味道。」教授又質疑，這批人在2003年陳水扁要復建核四時並不反對，讓它一直蓋到去年才又出來反對，「這對我們老百姓負責嗎？」況且，反對的人又沒有提出替代能源。臺

灣有風力、海浪等資源，那我們做了嗎？

「沒有，只一天到晚喊口號！」教授痛心斥責，這些攸關國家未來的政策，總是牽扯上政治問題。尤其一碰到選舉這個問題就來，選舉完就復原。

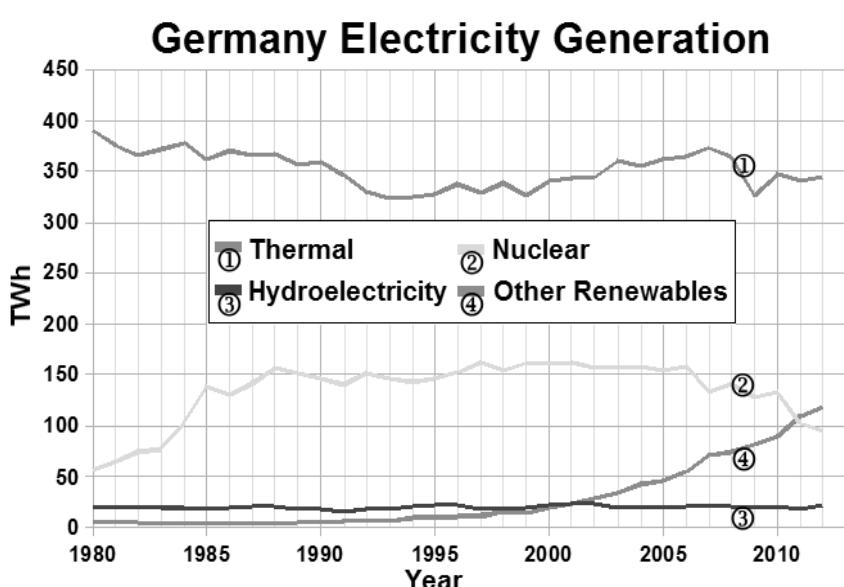
## 德國廢核的前提，是老早做好準備

現在德國訂出2025年關掉核電，臺灣有人呼籲要跟進。但林清涼教授提出這樣的觀點：「為什麼A走的路B不一定能走？你要看你的體質，你的需求，我們要走自己的路。」教授解釋，西歐國家老早就在做替代能源，並且訓練國民要節省水、節省電，那我們做了嗎？

西歐國家互相講好，有輸電管，不夠了馬上輸給你，那我們呢？沒電了誰要輸給我們啊？不是喊口號就可以了。

教授認為，臺灣沒有核能當然最好，因為鈾塊也必須進口；但相對於石油，鈾塊非常便宜，而且我們已經蓋好了核電廠，這些因素都必須考慮。

「我們只有跟著人家喊口號，這是非常不負責任的。」教授強調，如果要廢除核能發電，必定要做替代能源，必須教育老百姓節省能源，也必須教育人才。興建核電廠花費數千億元，不是說蓋就蓋、說停就停的玩笑。



↑德國電力供應分布

（取自維基百科 [https://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear\\_power\\_in\\_Germany#/media/File:Electricity\\_production\\_in\\_Germany.PNG](https://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power_in_Germany#/media/File:Electricity_production_in_Germany.PNG), 檢索日期2015年7月28日）



2013年4月27日臺大物理系參訪核二廠反應爐頂

## 核融合也中斷了

話鋒一轉，林教授開始談到核融合的問題。教授說明，目前使用的核能發電是核分裂，但全世界老早走向核融合。核融合是將兩個輕的原子合成比較重的原子，學了物理會知道，兩個獨立的粒子若要結合在一起，必須互相犧牲一點質量，根據  $E=mc^2$  變成能量。

1981年她擔任系主任時，知道臺灣很積極地在做核融合。核融合雖然也可以成為毀滅性武器，也就是氫彈，但也可以走向和平用途。若以核融合發電，則比核分裂乾淨。所謂的乾淨，意思是不會放出中子。核融合雖然仍會產生伽馬射線，但並不會放出最可怕的中子。

臺灣之前有在做核融合，然而後來把它關掉了。現在我們並沒有訓練人才，將來世界上核融合發電技術若成功發展，那臺灣就沒有人可以勝任了。教授強調，未來核融合是必然的趨勢。那我們為何自廢武功呢？

## 未來可能連代工都無法做！

林清涼教授指出現在的困境——科學教育並沒有深耕，我們只能做代工。代工則需要大量的能源，需要水、需要電。如果十年內可以把替代能源完成，那沒有問題；但如果沒有完成，而我們又還在做代工，那我們怎麼辦呢？

教授認為，我們總是被政治問題拖累，很多議題吵吵鬧鬧，而錯失國家進步的好時機。教授做了一個類比，日本在1868年明治維新後，短短的27年打敗清國；臺灣從蔣經國到現在也差不多27年，條件不知比十九世紀好多少倍，原本前也有、交通也好、教育也好，到現在怎麼還跟不上來？

更根本的解決方法，則是訓練一批年輕人，他們可以不必代工，而是用腦筋。教授說，「我們賣的是你們的智慧。不是買人家專利，而是賣人家專利。」教授呼籲年輕人好好思考，別只知道喊口號。

## 自由民主社會下的分析能力

「你要理性的分析，我們受過教育的人要負責任，講話要負責任。」教授說，核能發電並不是說危險就不做了，而是要想有沒有方法把危險降到最低。如果真的不要核電，那替代能源和核融合不得不做。

林清涼教授告訴我們，物理系的學生思考事情，正面、負面都要去想。我們的訓練當中，面對同樣一件事要考慮各種方式，而且有「果」就要找「因」。

教授舉等速率圓周運動的例子：「你看的是投影在直徑上的，所以說他來回震動，我看的是石頭繞著一圈一圈，我們兩個吵架吵得要死。另外一個人更厲害的人整個都看，他說你們都不要吵了，你們都是對的，但是沒有看到整個！」

教授強調，訓練一個學生，是要讓他可以看得起這個國家，把我們的社會變得更舒服。「我們要教育他分析、負責任，都要看，不能只看單方向、只看一面，要看整體。」

核能發電的議題，在自由民主的社會下吵得沸沸揚揚。身為核物理專家的林清涼教授，提醒我們「自由民主是講話要負責的」。能源問題影響著國家的未來，知識分子必須理性、多方面地分析。教授認為這些是物理系的訓練下，學生應秉持的精神。

## 物理人的使命

訪談的最後，向林清涼教授問到物理人的使命。教授不假思索地說：「當然有很大的使命啊！」媒體平常並沒有教育人民很多嘗試，例如我們應該去追蹤為什麼會淹水、為什麼會缺水。物理人面對結果要去找原因，理性地分析，並且盡量各種可能性都想到——這些就是身為物理人的重大使命。

## 特別感謝：林清涼教授



本期《時空》訪問林清涼教授：  
林清涼教授（右）、本期編輯歐柏昇（左）

# 實驗室的重大議題——

## 1981年物理系中子源事件

文 / 歐柏昇

揭密

你或許覺得核能發電的議題離自己還有些遙遠。不過，學術環境中的議題，你就絕對不能不知道了。為了介紹輻射管理的重要，林清涼教授講述親身的遭遇，告訴我們三十多年前的臺大物理系，曾經發生一件驚天動地的事。

### 1981 年物理系中子源事件

教授感嘆，臺灣人喜歡做「頭子」，但頭子是要負責任的。她在 1981 年接下系主任的時候，物理系混亂不堪，她決定開始整頓。這次大整頓，竟然讓物理系存在已久的安全問題浮出檯面，而教授本人也遭到橫禍。

教授想起 1970 年代的時候，有學生告訴她：「物理系有中子源喔！」那時她回應是：「黑白講！」教授根本不相信物理系會有這麼危險的中子源。事實上，學生是拿輻射偵測器在玩，而測到中子源的存在。

直到 1981 年大整頓的時候，在陳義裕老師他們班的幫忙之下開始系館的大掃除（當時的系館是二號館），而低一年級的那班幫忙整理細節。他們清理出很多廢棄物，放在二號館和三號館之間，要用卡車運走。當時整理物理系五十九天，非常忙碌，在上課以前一定要上軌道。

其中有一大塊蠟，長寬超過一公尺。有個技術人員林松雲看到蠟，很緊張地去找林清涼教授。林松雲說：「這個蠟是保護中子源的！」教授嚇了一大跳，才發覺大事不妙了。林松雲問教授，是否看到一個小罐子，教授說：「沒有啊！」後來想想，才發覺：「糟糕，我看過！」

學原子核物理的林清涼教授，知道若有汙染的話，牆壁也會受到汙染。因此，她立刻採取補救措施，將汙染物的搬運路徑，也就是二樓到三樓之間、靠近女生宿舍方向的樓梯封起來，任何人都不能靠近。

### 事情愈發嚴重

後來有一天，林清涼教授在上二年級理論力學課的時候，眼睛突然看不見。學生想說，老師一定是太累了，才會看得模模糊糊。老師也繼續上課，然而上課到一半，嚴重的事情發生了。林松雲很緊張地過來說，那是 20 毫居里的中子源（1 居里是  $3.7 \times 10^{10} n/g \cdot s$ ）。每一秒鐘射出這麼多的中子！

林清涼教授知道，自己的眼睛已經被中子源掃到，一輩子都不會好了。林松雲把小罐子拿出來的時候，教授嘆了一口氣：「啊！就是這個罐子。」她當時在十公分的距離下，把中子源的小罐子放進櫃子裡。



↑二號館與三號館之間的迴廊

中子源是 1960 年代鄭伯昆從許雲基那裡拿走的，拿了兩顆，罐子大概跟小瓶牛奶罐一樣大。當時林清涼教授把還能用的物品，集中放在三樓的小房間裡。教授認為那些是系上的財產，不是私人的財產，所以把小房間鎖起來，其他人不能隨便拿。教授說：「我要徹底地整理物理系，讓它上軌道！我不怕什麼，我只有學生好就好！」誰知道這些財產當中，竟然藏著一個釀成永久傷害的危險物品。

原子能委員會的人知道事情的嚴重，帶著偵測器進入二號館測量，偵測器很快就開始響，情況非常嚴重。最後發現，輻射源就在這個小房間裡。那時許雲基得知事件後，立刻坐飛機趕回來，可見事態的嚴重。

## 輻射危害的真相

後來教授才知道，圓罐裡面有個小洞，那是鉛管，一顆如豌豆大的中子源就放在裡面。整個構造原先位於二號館地下室的深井，是許雲基做的，牆壁厚達一公尺。裝置的外殼是鉛做的，裡面是蠟，蠟裡面有個洞，放置這個小罐子，罐子裡面有個小洞，盛裝中子源。

許雲基設計這樣的保護裝置，是負責的行為，因為鉛可以讓它衰變；而蠟可以吸收中子，就像是核電廠的水泥。教授說，這就好比核能廠的技術是很成熟的，關鍵是我們有沒有照著那些規則去做。許雲基一開始設計的裝置，就是按照規則做的。

林清涼教授說，那原來是許雲基的財產，後來鄭伯昆把它拿去。之後弄得亂七八糟，沒有按照規則放置。除了已經造成危害的這顆中子源之外，事實上還有第二顆。林教授不斷努力要找出第二顆，然而始終找不到——到今天都還沒找到！

當時拿著伽馬射線偵測器，三樓在響，二樓廁所附近響得更厲害。林清涼教授豁出去了，決定徹查鄭伯昆教授的實驗室。她一進去，測到很多 beta decay、gamma decay，一大堆有輻射性的樣品。她把這些樣品全部拿走，讓原子能委員會的人帶走。她說：「這個實驗不必做了，害死學生！」



林松雲（1920-）

臺北松山人，二戰末期擔任中廣技師，學得電子、電路知識，為臺灣第一代電子技師。負責組裝加速器高壓電設備、電路規劃與真空管技術。曾為計算加速器產生的粒子，製作臺灣第一台二進位計數器。

## ↑ 林松雲技師簡介 (翻攝自臺大物理文物廳展板)

## ↓ 許雲基教授簡介 (翻攝自臺大物理文物廳展板)

## 許雲基教授

許雲基教授，原就讀京都帝國大學電機科，曾修習荒勝文策教授講授的力學等課程，戰後轉入臺灣大學電機系就讀，畢業後任職於物理系，擅長於抽真空技術。戴運軌教授接任中央大學校長後，許雲基教授帶領臺大團隊，數十年來，堅持追求科學真理的純粹性。身為領導人的許雲基教授，與技師們情同手足，克服種種困難；並負責收集學術期刊資訊，擘劃各項實驗儀器改革。為了拓展研究領域，他利用團隊抽真空、電路與玻璃技術的專長，轉型發展碳十四年代測定與氯氣雷射技術。



## 學生受到輻射傷害

林清涼教授又徹查近代物理實驗室，發現學生竟然暴露在 X-ray 超標 800 倍的環境當中，「當然會出問題」。她想到從前學生向她抱怨實驗累得要死，她說鄭老師要求學生一個禮拜做二十小時，當然會累。後來就曉得，這跟輻射有關。

學生受害是確有其事的。林清涼教授回想，後來物理系走上軌道，她也卸下系主任的職務之後，到了美國住在學生家中。學生已經當完兵出國，卻還是經常很累。教授提醒學生，暫時不要生小孩，等到不累了再生。

無獨有偶，林松雲告訴林清涼教授，有一次學生在三樓做實驗，實驗桌上竟有中子源的管子。林松雲告訴學生「那是中子源」，一個女學生聽到後就趴在桌上大哭。還有更嚴重的，曾有一個僑生，查不出任何疾病，無緣無故地就在不到一個月過世。

教授並沒有去查，死了多少人、傷害了多少人，因為她自己也受害，而且還有很多事要做，去查了死的人也不會活過來、她的眼睛也不會好。

## 【Ra-Be( 鐳鋁 ) 中子源對人體的傷害】

林清涼教授書中的例題，引用 1981 年臺大物理系中子源事件的實例，說明中子源對人體的嚴重傷害。當時物理系使用兩顆 10 毫克的 Ra-Be 中子源，而根據書中的計算，由於 Ra-Be 中子源一克每秒釋出的中子數  $N_n$  為

$$N_n = 1.2 \times 10^7 \frac{n}{g \cdot s} \doteq 3.3 \times 10^{-4} Ci \quad (\text{其中 } n \text{ 為中子數})$$

因此 20 毫克 Ra-Be 中子源的中子強度  $I$  是

$$I(Ra - Be) = 20 \times 10^{-3} \times 1.2 \times 10^7 \frac{n}{s} = 2.4 \times 10^5 \frac{n}{s}$$

假設 Ra-Be 中子源放射的中子是各向同性，則中子通量  $F$  為

$$F = \frac{I}{4\pi r^2} = \frac{2.4 \times 10^5}{4\pi}$$

Ra-Be 中子源的中子平均動能 = 5MeV，此時傷害人體的標準為

$$F = 16 \frac{n}{cm^2 \cdot s}$$

假定受傷害距離為  $r_x$ ，則

$$\frac{2.4 \times 10^5}{4\pi} \frac{1}{r_x^2} \frac{n}{s} = 16 \frac{n}{cm^2 \cdot s}$$

$$\therefore r_x = \sqrt{\frac{2.4 \times 10^5}{4\pi \times 16}} cm \doteq 34.5cm \doteq 35cm$$

林清涼教授的書中指出：「即距中子源 35cm 以內的人，在一秒鐘內全受傷害。台灣大學物理系從 1960 年左右，一直到 1981 年 10 月上旬，曾使用過兩顆 10 毫克的 Ra-Be 中子源，它們對人體的傷害情形如本例題所示的量級。」關於更詳細的計算內容，請參見林教授的著作。

(資料來源：林清涼，《近代物理 II—原子核物理學簡介·基本粒子物理學簡介》(臺北市：五南，2010)，頁 96-99。)

313

中子源事件發生地點：  
二號館三樓的小房間

## 輻射管理的大整頓

林清涼教授強調，他們必須對學生負責。1981年整頓系館的中子源事件後，她把幫忙做事的七個學生名單列出來，向校長呈報，要看他們二十年沒有出問題。如果出了問題，要國賠。教授說：「我是非常理性·公事公辦！」「還好沒有害到學生，是我倒楣。」

物理系始終找不到第二顆中子源，不過其他危險的物品，林清涼教授都已經叫原子能委員會拿走了。教授說：「我們不要做這個實驗，因為我們沒有這個設備！」而三樓的實驗室，林教授請學校用鉛封住，防止輻射外洩。此外，學生每個學期進到實驗室，都要配戴偵測器，追蹤輻射劑量，確保沒有超標。

林清涼教授更將此次整頓提高到全校的層級。她發覺當時臺灣大學並沒有輻射管理的規定，於是呈請虞兆中校長，建立起全校的輻射管理制度。林教授相當感念虞兆中校長在臺灣大學的重要改革。去年（2014）虞兆中校長逝世，林清涼教授為其寫了一篇追思文。

林教授給我們〈追思虞兆中校長〉這篇文章，文中這樣描述：「他是位生活簡單樸實，極為負責任，嚴格地執行他的理念的偉大學者。」文中所述虞校長在臺大的「五大工程」當中，第二項即為「成立危害物品的管理體系和制定規則」。林教授如此敘述：「在民國70年8月，物理系發生了最危險的中子輻射問題，才發現臺大竟然沒對危害物品的管理機構以及該遵守的規則，於是虞校長約費一年時光建立全校的管理體系，並制定務必嚴守的規則。」

## 遇到結果，就去追究原因

教授從虞兆中校長的政績向我們說明：「一個領導者太重要了，一個頭子太重要了。他可以做很多事，他也可以毀掉一個國家。他也可以很短時間把一個國家變得很富強。」

面對核物理衍生的重大議題，不論是核能發電的討論，或者物理系發生的中子源事件，林清涼教授都向我們強調理性分

析的重要。教授說：「我們是學物理的，我們是科學家。有結果要有原因，要去追究原因。」

林清涼教授凡事以學生為中心，以學生的實驗安全為首要考量，也從未停下教育的事業，今日仍在著作給學生自學的書籍。1981年的中子源事件，林清涼教授是嚴重的受害者，但她當時身為系主任，仍堅持理性分析來處理這個重大議題，徹底找出事件的原因，並藉此時機建立完善的制度，給日後的物理系學生一個安全的實驗環境。

## 特別感謝：林清涼教授

### 追思虞兆中校長

家屬、校長、各位教授和朋友們好，

在天上的虞校長好！

讓我們一起來回憶敬愛的虞校長：

他是位生活簡單樸實，

極為負責任，

嚴格地執行他的理念的偉大學者。

虞校長完成了影響深遠的五大工程：

第一是開啟通識教育。

校長在民國71年初和沈君山教授、我已故丈夫馮讚華在台大長興街60號之1、2樓籌備當時極為困難的，對非理工科系學生開授自然科學方面的通識課程。在虞校長之堅持和沈君山的妙計：

邀請當時的國科會主委吳大猷先生，

聞名的生命科學專家譚天錫先生，

資訊和自動化專家謝清俊先生，

一起開課，才能在71學年（1982年9月～1983年6月）成功地排除一切反對與阻擋，向非理工科系學生開“自然科學大意”之課。這就是今日大專院校執行的通識教育之起源。

第二是成立危害物品的管理體系和制定規則。

在民國70年8月，物理系發生了最危險的中子輻射問題，才發現台大竟然沒對危害物品的管理機構以及該遵守的規則，於是虞校長約費一年時光建立全校的管理體系，並制定務必嚴守的規則。

↑林清涼教授〈追思虞兆中校長〉（節錄）

## 後記：重返事發現場

林清涼教授所說的事件場景，今日仍埋藏在校園的一隅。訪談之後，我們前往二號館，探查當年的事發地點。此時，二號館正好在另一次大規模整理的期間，走廊上堆滿了蒙上灰塵的古老物品。行走在其中，彷彿把我們帶回歷史的現場。

我們到二號館的一樓，尋找存放中子源的地方。記得教授說，二號館教學區對面有個「凹下去」的區域，在裡面的角落有個一公尺的深井，當時中子源的裝置就放在那裡，那是許雲基教授設計的。那間實驗室的牆壁高達一公尺厚，目的是用來阻擋輻射。

在謝佳利助教的協助之下，我們在現今生物多樣性中心的辦公室裡，找到了林清涼教授所說一公尺厚的牆壁。掀開懸掛在牆上的月曆，看見一個圓形的洞，穿到牆的另一端，洞口由玻璃封住。

當時我們仍然疑惑，這麼大一間辦公室，真的是存放中子源的地方嗎？是否可能在地下室的倉庫？正好在走廊上遇到一位技師，問他關於「一公尺厚的牆」的事。技師表示，只有生物多樣性中心那裡有一公尺的牆。他告訴我們，林清涼教授所謂的「地下室」，指的就是這間辦公室內，後端凹陷下去的那塊區域。他又說，以前

擺放中子源的地方，留下了一些水泥、石塊，後來散落在二號館的窗外。我們立刻打開窗戶，這些的遺跡果真還在！

再回到生物多樣性中心的辦公室內，前往觀察後端「凹下去」的區域，那裡現在作為小型階梯式教室。現在想想，一間位於一樓的辦公室，後端竟然凹陷約一公尺深。它並非凹陷到地下一樓，也不是刻意設計成大型演講廳，顯然事有蹊蹺。事實上，它的最初功能就是儲存了輻射源的實驗室。

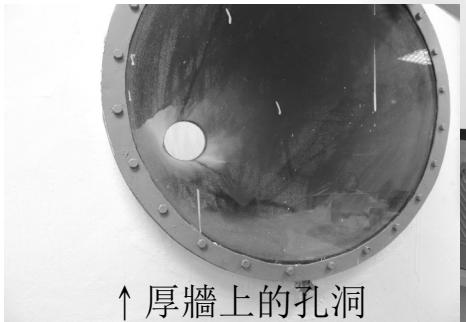
1981 年的事件，則發生在二號館三樓東側，樓梯旁的小房間內。這間房間目前由材料系使用，我們經過時有一些學生正在裡面報告。這裡的空間運作看來回到了常軌，很難想像曾是用鉛板封死的隔離區域。但歷史的傷痕仍常存在此，小房間附近的地上，留下斜切過走廊的水泥痕跡。這幾道痕跡拼湊起來，正好圍住小房間，讓它與世隔絕。

隔離區的封板早已拆除，只留下一點端倪，讓知道故事的人深刻省思。歷史的傷痕漸漸為人遺忘，我們卻在這本《時空》刊物裡翻開這些傷痕，目的是讓物理系的人們，莫忘慘痛的教訓，重視實驗室的安全議題，共同維繫我們的學術環境。





↑ 存放中子源的地窖



↑ 厚牆上的孔洞



一公尺厚的牆



↑ 一樓窗外的水泥、石塊

↑ 三樓小房間外的水泥痕跡

# 科學人的溝通藝術

## 臺電核能溝通小組專訪

文 / 歐柏昇

核能發電原來是科學的專業，但現今變為一個公共議題，那科學或工程的專家如何面對這樣的議題呢？我們特別前往臺電大樓，來到「核能溝通小組」的辦公室，拜訪一群以「溝通」為行業的理工人。他們可說是站在戰場第一線的人，甚至一走出門就會被媒體問到當天早上的新聞，與大眾溝通的經驗相當豐富。

### 每個人的出發點都是「科學」？

畢業於清華大學核工系的李忠正主任，向我們分析一般討論公共議題時背後的複雜性。主任說，每個人在參與討論時，各有不同的目的。有些人真的是要講「是非黑白」，談專業上的檢驗；有些人卻可能是想從中獲得利益，包括名聲或金錢。例如說，有些人經常上媒體大放厥詞，他們在意的可能是「每次六千八千、一萬兩萬」的金錢收入，也說不定是為了打響自己的名聲。因此，我們要了解到，並不是每個人的出發點都是「科學」。

主任又舉了一個例子，說明媒體報導經常不談是非黑白。最近藝人違紀進入阿帕契直升機的新聞，媒體每天在報，「打了兩個禮拜還在一直打這個事，今天說他多可惡、明天說他多任性，這跟違反軍紀有什麼關係！」主任說，現在社會上不只是針對核能議題有這樣的傾向。

### 科學人的角色

那科學人能扮演什麼樣的角色呢？李主任先告訴我們發揮力量的侷限——如果只從專業角度，只能告訴別人「這句話合不合科學的道理，合不合事實」，要影響別人的好惡相當困難。不過固然困難，也不

是無法達成的，重點在於要清楚自己的定位。

主任提到，科學人裡面還是有不同的人，「地位」、「權威」會造成很大的差別。「一個團體裡面有意見領袖，還有一種叫跟隨者。」如果是具有影響力的人，有比較多的作法。例如說，日本曾經有些資深的媒體人，成立了一個「辯證會」。他們是有研究議題的人，並在媒體胡亂報導的時候，寫文章指出報導的錯誤，匡正知識。「寫久了之後，這些人有權威性，就有嚇阻或影響的作用。」

有權威的人，可以積極去發聲；至於「追隨者」，



↑臺電大樓

還是有些部分能夠表達意見、舉證、引述。兩者的作法具有差別，所以「你要談一個人的定位，你到底是什麼角色，你也要了解你具有影響力有多少，你才有辦法去談說你能貢獻什麼力量。」此外，貢獻力量有可能是從科學的角度出發，也可能是從利害關係的角度出發，我們也要清楚自己的目標。

## 如何形成力量？

釐清自身定位之後，要如何形成力量呢？主任說：「要造反也要長期努力！」而且，一個人的力量經常不夠，需要朋比結黨。「你要產生一個聲音才可以，這個力量可以大可以小，小的話甚至在學校社團。」主任說，社團其實也可以產生影響力，好比成大的「零二社」（「零二」諧音臺語「抗議」），原來不起眼，但經過太陽花運動後，形成了一股力量。暫不論是非，主任藉此來談形成力量的方式，而他們的關鍵就是「堅持」。主任強調：「對的事要能堅持，這個力量才能延伸。」

李忠正主任認為，現在學生要發揮影響力，最可能的方法就是透過網路積極投入。而這種影響力，需要非常持續的投入。以學生來說，還有讀書的重要任務，所以必須有所選擇。不過另一方面來說，參與這樣的討論，也可以刺激對學問

研究的方向和深度。總之，必須選擇哪些事情對自己較有意義。

李主任說，學生很少有機會直接在媒體上跟那些「假的專家」面談——除非是社團的領導人、社運的領導人，那就會有機會。事實上，現在有很多學生，其實不必讀什麼書，只要搞了社運就出名了。主任要強調的是：「你要發揮影響力，就要看看影響力的基礎是什麼。現在你講的是『專業的影響力』，還是『地位的影響力』。還有一個方法，就是鍥而不捨，一直去做，他也會產生影響力，看你願不願意。」

主任建議，我們一開始不一定影響多少人，可以只影響旁邊的人就好。如果同儕都出現跟你同樣的理念，就會形成力量，而且慢慢擴散。我們不知道擴散的速度多快多慢，但至少會有個基礎，最起碼有五百個人。更進一步，「假如說你真的神經病跳出來登高一呼，組織什麼社團來，說不定你可以變成一個滿有影響力的人也不一定！」

長遠來說，還有一個方法，就是把書讀好，立志做出核融合的技術，將來做正面的貢獻。假若能開發出核融合的技術，根本解決核廢料的問題，以擺脫這個爭執的議題，也是一個辦法。主任說：「你怎麼曉得以後不是你！」

## 從身邊的人做起

陳東凱工程師則分享了一些自己的經驗。他說，經常在 Facebook 上面「看到人家傳一些五四三的」，他就會去回覆，寫一些東西來指正錯誤的訊息。陳東凱瀟灑地說：「三不五時就筆戰，少一些朋友也沒關係，反正 Facebook 上面朋友多的是！」他說，理工人的基本責任，就是「你看到這些就你專業上認為本來就是錯的東西，我們應該指正。」

陳東凱說，其實不一定要到媒體上第一線去澄清，可以先從周遭朋友開始，改正錯誤的資訊。如果能做到這點，一定會有效應的。陳東凱從反面來說明：「就像網路上有很多錯誤訊息一開始也是一兩個人發出來，然後把它病毒式地散布；這一樣的道理，你正確訊息其實也可以慢慢、慢慢散布出去，只是需要多少時間沒人知道。但總之可以讓大家知道。」他也提到自己創造出的效應，例如有些朋友發文被他「打臉」多了，日後要丟出訊息之前，就會知道有人在看著他們。有時也說不定，錯誤訊息到我們這裡就停下了。

## 積極投入，培養實力

李忠正主任又提醒我們，不論是了解議題、或者做學問，若要有影響力，通常要符合其中一個條件：一個是學得很深，另一個是懂得很廣。「但是你絕對不能在這中間，在中間你就永遠不會有影響力，因為你會被人家戳死。」所謂的「深」，可能是對於輻射特別有研究，就在這個領域發揮影響力。所謂的「廣」，則是知道很多議題當中正反各方的論點，「我馬上就可以搬別的東西來打你」。

主任說，不論是深、或者是廣，都有一個共通點，就是必須「投入」。「你真的不要以為學生不能做什麼事情，如果願意一直大量去寫、大量去影響別人的話，有一天你在同輩之間、在學校裡面、在社團裡面，慢慢就變成一個 leader。」成為領導人物，就會有更多的影響力。

除此之外，李主任也說明「人文素養」的重要。他說，從前的清華大學全部都是理工科系，多年後回去學校演講時，覺得從前最大的錯誤就是學生都沒有人文素養。事實上，學生可以做很多事情，例如可以學習講故事，可以學習傳播一些科普的東西。主任說，專業的人對自己專業的了解下，要能把它變成簡單的知識，也是很重要的。

「不是只是在抬槓而已，因為這些基礎的東西，讓更多人去接觸、去了解，其實對整個社會會有很大的幫助。」主任認為，傳播這些基礎知識後，可以讓大家比較理性地討論事情。否則，對方「打不贏不代表他信服了」，謠言今天遏止後，明天可能又在別的地方跑出來。因此，李主任認為這方面很值得努力去試，把專業的東西講到別人聽得懂。

## 如何掌握複雜的議題？

我們向李忠正主任問到，要了解一個複雜的議題，是否有有效的方法？主任回答，其實可以做一件簡單的事情——就是當一個新的事件出現，新聞第一天出來，就開始下載、剪報，整理在一起。每天把資料放進去，「然後你去看那個脈絡，你就會知道怎麼去看議題了。」大事紀是第一個，把每天發生的事抓在一起；第二個則是把每個媒體的報導抓在一起。過了兩個禮拜回頭去看，大概就了解大家在吵什麼了。

主任說：「你大概就可以畫出一個 tree 來，事件的關聯性、事件的議題、他是怎麼處理的，哪個是真、哪個是假，然後你就可以對人事的判斷跟議題的發展，

它會怎麼發展，台灣的社會是怎麼樣，誰先打、誰會跟進，這個人一定會講什麼話，大概就知道了。」主任建議我們試試看這樣的訓練，可以提升了解議題的能力。

至於核能議題則比較大，這就比較麻煩。不過，主任說，如果有以上的習慣，就會比較知道如何去看這個議題。主任說明，重點是我們要懂得去看議題的「架構」。一個簡單的方法，就是上台電核能資訊的網站，觀察它首頁的分類架構。「你今天像我們台電做的網站，要跟人家講，我會怎麼去設計這個架構呢？一定是假想你需要知道什麼事情，他要讀者你去看這個樹，就知道這是我們議題的核心架構。」

李主任強調，做事情一定要先其綱目、後其節目。以核能議題來說，只有兩方面，一個是「安全」，另一個是「廢料」。進一步再去了解，什麼叫做「安全」，有哪幾項問題；那廢料方面大家什麼問題？知道了架構，了解議題的內容就比較簡單了。

陳東凱補充說明，對於議題長期 follow 下去，正反雙方的意見都需要看。他說，單獨看一篇論述，看不出來誰對誰錯，但是把大家的論述都擺出來看，就會知道誰說的話有問題了。因此，他們



現在到公司，也會隨時注意正、反雙方分別有什麼新的論點。

## 談溝通與談事實是兩回事

此外，我們也問到一些關於溝通方式的問題。我們問主任，某個人對議題發表了言論，人們是不是經常仍然會「以人廢言」，針對先前對這個人的印象，而認定他言論的優劣？主任說，在溝通的過程中，人們經常會「過濾」。假如你平時不喜歡一個人的說話方式，那很可能他穿透過來的資訊，有70%都會被你過濾掉。

主任舉個例子：「我們講個最現實的，今天一個人穿得破破爛爛、髒兮兮到餐廳吃飯，你想那個waiter 會對他什麼態度？你說他會不會有這個成見？一定有啊！」因此主任強調，談溝通與談事實，其實是兩回事。溝通的重點是要讓對方「聽得進去」，要考慮訊息、管道、接受程度，要知道對方能接受多少。

## 輸了辯論，就贏了觀眾？

我們又問到，在溝通的過程中，有時候有理的一方可能因為「講話太酸」，導致另一群人討厭他們，而不願聽這些道理，此時應該怎麼做？

蔡曼誠工程師回答，仍然要回到發言人的立場來看。不肯聽道理的人，

有些可能是因為真的搞錯了，但是另一些人可能是別有用心。「那如果是這種別有用心的話，可能既然知道他存的心不是這麼正確的時候，那你的語言不會這麼地平和、那麼客氣。」

李忠正主任則說，這個問題相當困難。在他的職業生涯裡面，就有一個最經典的例子。他們的團隊裡有個擅長辯論的人，在電視辯論，並且毫不留情地批判反核的人。當時，總經理把他叫過去說：「你不要這樣子嘛，你不要老是贏了辯論、輸了觀眾。」那位辯士立刻反問：「那請問一下，我輸了辯論，就贏了觀眾是不是？」

主任分析，今天問題的現狀是「有些人或許是因為對方酸你，他真的產生反感。」假如這些人是理性的人，他們雖然不喜歡這樣「很酸」的講話方式，但是透過資訊本身的檢驗，這些人還是會把事情的是非聽懂。「那你的過程就是很不舒服，可是事情的真相畢竟還是有被呈現。」

然而，假如遇到的並非理性的人，故意一直來扭曲事實，這時候要用什麼方法對付他才有效？主任說：「我真的很不幸地跟你講，就是要這麼酸的方法。」

主任指出，溝通困難的點就在於，如果一天遇到一百個人「來亂的」，那遇到第一百零一個人的時候，也不容易區分他就是那個理性的人。主任說，從他的經驗來看，「如果今天換成我們來處理的話，那就盡量保持比較平和、比較中性的方法，但是我相信你如果真的投入，有一天還是會用這麼酸的方法去反駁他。」

那如果遇到的只是少數個案，情況又完全不同。這個人可能今天才開始亂，也



台電「核能看透透」網站  
<http://wapp4.taipower.com.tw/nsis/>

可能已經亂了好幾年了。主任打了比方說，這就像交朋友一樣，「如果一個亂七八糟的朋友，你從頭到尾都知道他亂七八糟，你還知道怎麼相處。可是這個人一下是好的、一下是壞的，大概永遠不敢跟他接觸。」

主任強調，最重要的還是「溝通」，最好先了解全貌，再來判斷該如何討論事情。「你贏了辯論，輸了觀眾，還是輸了辯論、會贏了觀眾？Never knows！因為你不是那個觀眾。」

### 機會就是留給有傻勁的人

對於我們的提問，李忠正主任不斷強調，做事一定要堅持。而要堅持下去，最重要的就是自己的「信念」。主任說，還是要花時間去讀書，先對自己所堅持的知識，有正確、完整的理解，才能產生信念。並不是上過一次課就足夠，各種東西都要去涉獵，而後信念堅定，才會持續去做。「所以這個還是要有一點點傻勁跟狂熱。」主任說，學物理的人其實可以做很多事情，而「機會就是留給有傻勁的人。」

### 特別感謝：

李忠正（臺電核能溝通小組主任）  
袁梅玲（臺電研究員）  
陳東凱（臺電核能工程師）  
蔡旻誠（臺電核能工程師）





本期《時空》訪問臺電核能溝通小組：蔡旻誠  
工程師（左一）、李忠正主任（左二）、本期編  
輯陳乙山（左三）、本期編輯歐柏昇（右三）、  
袁梅玲研究員（右二）、陳東凱工程師（右一）。