

看 誰 在 說 話

採訪：王麗雅 林炫向 林聖迪

陳俊仲 陳麗珍 湯健銘

粟耀瑩 鄒以文

撰稿：王麗雅 林炫向
粟耀瑩 鄒以文

上知天文—丘宏義教授專訪

問：請老師談一下您的求學經過。

答：我在台大讀了三年後出國，到Oklahoma State University (那時叫Agriculture and Mechanical College)，再到Cornell拿到理論物理的博士。那時我唸的是粒子物理。畢業後我到Princeton Institute for advanced studies待了兩年，就在那時候我對粒子物理感到失望。因為我在研究院中報告一個自己想到，相當小的題目去報告時，有三個教授告訴我，他們的學生都在做同樣的題目。我就想，那麼小的題目就有這麼多人在工作，我也不必再去做。於是我就找了一門，當時可以說是「幻想中的學科」—天文物理。那時做高能、天文物理的人，屈指可數。於是我就在1961年到NASA去，NASA是1958年成立的，1962年起有越來越多的人投入這個組織。美國天文學會的會員，從本來的四百人，增加到兩年後的兩千人。太空科學的急速發展，源於美國連發兩枚人造衛星失敗，而蘇俄發射第一枚Sputnik衛星成功。

問：太空科學和天文物理是相同的東西嗎？

答：他們那時候不懂，以為所有天上的都是太空物理，於是我們搞天文物理的得到很大的支持，事實上太空物理主要是研究離子層、太陽與地球的關係等等學科。

問：可否談一談您最近做的研究？

答：我現在研究一種叫Soliton star (孤子星) 的星球，尚無存在的証據，理論上還有點問題。所謂的Soliton很像流體力學的孤子波，一般的水波行進幾百公尺就停了，Soliton波可以行進一百公里以上仍不消失；這種非線性的現象現在還不了解。

問：請老師比較一下台灣和世界其他地方研究風氣的差別。

答：首先，研究設備方面：台灣比國外不差太多，比大陸好很多。像教授回來，給四百萬，基本的PC一類的設備會有。但高級一點的儀器沒人會用。但是台灣的優點是中堅的技術人員夠多，可以支持研究的人；一個博士底下大約可以用三個碩士，一位碩士之下可以用兩到三個專科的技術人員，台灣這方面比大陸當然強，比香港也強得多。

但是台灣最大的致命傷，是「臨界質

量」問題。核反應中，質量要大到某一個程度，才能產生連鎖反應，任何學科都一樣——要有人。像Einstein這樣孤軍奮鬥的例子太少了；有越多人投入去做，才會有學術氣氛。

問：請問您對台灣學生的素質感覺如何？

答：以前的留學生，除了研究之外，很少有什麼其他的活動；現在可能是經濟發展或社會的轉型期，很多人到了美國之後，唸了一個電腦學位就不管了，因為找工作容易。相對來說，能專心致力研究的人不及從前多。

問：對有心學物理的學生，您有什麼建議？

答：找一門沒人弄的學科，經由開會、演講、與同行的人討論，他們不一定能給你指導，但是可以給你消息或想法。

我舉我自己的例子：當時有幾本天文物理的書引起我的興趣，我在唸粒子物理時，告訴Oppenheimer說，我希望研究超新星。在新的範圍中，任何發現都是新的，也不太可能重複到前人的研究。但是，困難是沒有新的文獻可以供參考。在1960年時，我看的是1948年的論文，在這段期間沒有人在這行中真正去做。後來我去問一個教授，他建議我多找新的題目去做，這些建議對我很有幫助。在我的一篇學術論文中，提出超新星爆炸的中子星的形成是無可避免的，那時有人笑：你選的題材（超新星）真好，這個東西百年以來也沒一個。誰知道就在十年內竟發現了中子星，而二十七年後超新星也出現了（1987）。在1960那個十年內，有三個重大的發現，其中有兩個拿了諾貝爾獎。回想一下天文學中有很多偉大的發現都是意外。

在1963年德州會議，「Relativistic Astrophysics」的名稱首先被提出，沿用至今。那時我們在討論Quasi-Stellar Radio Sources (中文翻成類星體)，它紅位移的現象很大，又是點光源，經無線電望遠鏡作干涉儀的結果，斷定它大小遠在普通星系之下。我當時為會議寫報告，把類星體簡稱為QUASAR，他們那時對用什麼名稱頗有爭論，但五、六年後，大家都這麼叫也不再爭論了。後來許多類同的名詞如PULSAR、BLAZAR等都出來了，我那篇報告可以算是“始作俑者”。

當時我發表猜測中子星的產生於超新星爆炸中，現在知道其來源已確定為超新星，可是同中子星很有關聯的黑洞Blake Hole仍是一個未完全解決的問題。黑洞可能就是Active Galaxy Nucleus。

1965年時，Dickee (做Equivalence Prin-

看誰在說話

ciple 到 10^{-12} 準確度的領導人) 談到宇宙 3K 背景輻射的可能和 Gamow 及 Alpher 在 1948 年預言的背景輻射相合；他正要去做實驗時，接到 Penzias 和 Wilson 打來的電話，說他們已測到背景輻射了，Dickee 當然相當失望，可是仍舊建議由 Dickey 做理論，Penzias 及 Wilson 再做實驗，而後一塊兒發表。後來 Penzias、Wilson 兩人合得諾貝爾獎。

第三個是由於 Hewish 的研究，發現週期很短（0.1 秒～3 秒間有四個）的脈衝星，在 1968 年 4 月 24 日紐約開會時，有一百多位專家到場，會中討論到是否脈衝星是中子星的問題。後來由於下列幾點重大特徵：每秒轉三十三轉，波形變化時間間隔在萬分之一秒下，因此其大小在十公里以下；於是我們決定那是中子星。這是位於 Crab Nebular 中心的 PULSAR。Crab Nebular 是中國宋朝欽天監楊惟德在“宋會要”中做了很詳細記載的“客星”的遺跡。PULSAR 發現後，有個做理論的人，用舊望遠鏡，看到 Crab Nebular 中的 Optical PULSAR。他用很簡陋的儀器，看到可見光波長範圍的脈衝。後來在 X 光波長內也發現了，X 光天文學現在可以說是仍然在成長中的科學，自現在到 2010 年，有 12 個 X-RAY 天文望遠鏡要送上去，探測宇宙中 X-RAY 的背景輻射量，以及一些 Quasi-Periodic 的星體，或 Accretion Disk，中子星等。

問：請問目前天文物理的重鎮？

答：那裡有人，那裡就有研究，就是重鎮。知名的大學，像哈佛 (Harvard)、亞利桑納 (Arizona)，柏克萊 (Berkeley)，加州理工 (Caltech)、劍橋 (Cambridge)、普林斯頓 (Princeton) 等，自是不在話下。尤其哈佛有個「太空物理中心」這是二百多年前由一個叫 Smithson 的英國人捐贈建立，現由國家經營，還有許多博物館等也是屬於 Smithson 一系列的。

問：目前台灣的天文物理發展如何？

答：天文系的設立，是有其必要。現在台灣做天文的，大概有三支：一個是正統天文出身，比較傳統的，像天文台的蔡台長，我很佩服他在過去三十年中在極度困難的環境中維護了中國天文的傳統。其二是由物理進去的，做高能、相對論天文方面。第三是做電機的進來的，像電波天文一類的觀測。觀測儀器現在多已變成遙控式，只要在實驗室裡就行，不必去天文台，所有的訊號可用電訊通過傳回。

推動台灣天文的方法，主要是讓各處都對天文感興趣。例如台灣與美國 Smithsonian Institute 計劃合作中的在夏威夷造的電波天

文台。中大有位蔡教授待了兩年的時間去勘查了台灣玉山上的地形氣候，要放一個直徑二公尺的天文望遠鏡，大約要放在玉山上面。

問：老師，請您預測未來天文發展的趨勢？

答：有許多方向，我只說兩點。

其一：朝向有群體合作，像 Hubble 的天文望遠鏡，放上去要 15 億美元，每年可用觀測時間只有 4000 小時，有效壽命只有 15 年，在 15 年內還要維修。所以在這種花費下，大家只能一起來觀測，取數據，分工合作齊用。

其二，要有看到地平線以外的視野，去找「看不見」的題材；這很矛盾，「看不見」的東西怎麼找呢？這就要看你願不願意到處去「探險」了。學術上最大的敵人，對學物理也是一樣，就是一封閉。要儘量同別人談，這樣才能使你自己讓別人知道 (Make yourself known to people)，也知道別人在想什麼。沒事時多去電腦前坐坐。電腦對學物理的人而言，不但要會，還要精；要知道新的語言，會用新的套裝軟體，像劍橋大學出版的 NUMERICAL RECIPE，它裡面有很多駁門，可以用來解很多數值問題。現在還有一種叫 MATHEMATICA 的套裝軟體，也很省工夫。將來最流行的是研究方式是即使對不完整的數據，也要想法得到資訊。

問：請老師預言一下物理發展的趨勢。

答：每一個範圍的物理都有其重要性。這裡我只提一件，即未來有兩支主流，是「粒子物理」和「宇宙學 (Cosmology)」，因為像 Grand Unified Theory 這些理論只有在宇宙學的尺度上才可以得到解答。

Ernest M. Henley 如是說

問：我們知道您原來學的是電機，請問是什麼機緣使得您投身於物理工作？

答：取得電機學位之後，我在一個研究機構做了兩年事，多半的成員都是工程師，當他們遇到所不能處理的問題時，就會到諮詢部門來，要求諮詢部物理學者解釋。於是慢慢覺得：工程師有很多問題不懂，物理學者懂得比較多。我應該來唸物理。

看誰在說話

問：您主要的研究關於那些方面？

答：我做的論文是關「Meson Production」，當時在柏克萊有組做理論的人，我對其中一位教授特別崇敬，希望能和他一起從事研究。

問：請問您覺得如何做好一個研究？

理目是題物題：個類的你這研究後意得研然願一生間做

問：可是，這不是一種「被動」的研究態度嗎？

至於我自己的情況。Meson的新地方；你？手我試從中著身現象，試些不清，要便驗，試定決戰源挑來，是人及不嗎？解要性，是能？在成？般做因，解釋不，實「看」，去解決問題。

問：您覺得「解決問題」的方法是？

答：你研究或但出來做家庭去，首先會遭其遇，他不實業決出，中靈當做點。使巧之的斷，有它。「來又雖然把你擊潰，但發現必果，在你要的工具你。錯誤研究，你要解數個其他個會面東西都有看西方法用績和用問題，在用。

其次，文献的参考也能提供你新的技巧。你也不必再重覆推導早已知道的事實。

第三，是指導教授，我一星期去找他二、三次，通常是我「踢到大石板」時，他會拿一些論文讓我參考，說：你可以試試這些技巧。或指引我另一種想法。

問：您對有心學物理的同學有什麼建議？
答：IF YOU ENJOY IT, DO IT !

問：可是前提是「IF YOU ENJOY IT」，如果發現投資報酬率太低，即使付出很大心力之後，並沒得到很好的結果，您會採取什麼步驟？

答：通常你對不在行的事，不會喜歡，「法能在想有受喜但有趣常沒接辦和常有受不膳；一你興常沒接撞表示題回來，願意拿他的頭去扯否？說牽是ENJOY」物理，或多物理話又層你困難地處理性。這時會發現，要力處像中不容易。這時會發現，要

挑戰性的問題了。我只能告訴你：

尋找有挑戰性、有趣、基本的物理問題。並且不要輕言放棄。

問：您如何發展處理問題的能力？

答：活到老，學到老。不斷地學。研究所是在培養你自己解決問題的能力。老師不再講課本給你聽，你必須學著自立和自信，而累積處理問題的經驗。

光學實驗室—曹培熙老師

問：老師帶這個實驗室大概也有四、五年了，可不可以談談您的心得、感觸？

師：帶這個實驗室，當初是比較辛苦一點，因為一些地方是從零開始，一些地方是從負開始。

長學的學（出學些，有候要清器果基果越說去像讀室內是分電機的樣射乎我很大真大室排做光一的沒時都較儀結的如來來要。在驗室個構把些應怎々合教有從認候驗是去的挑好西那部比麼的你但越習來的我實驗一結要一反是、面來來，在響時實就堅做去響東。全會什要果，成學將做當個實，體常做核像。P.方人前，我得那的上步我們已索多的是念用我如以變在你裡。兩的驗品常，子，、各多之是做我們自體的我自摸很惜就概要到，可會這爲校子在師實射，聊原西的度許來但驗我各大定給我們的像可驗的，得候然就，因學例時老的機候膜。東來強要出和都室，實。有一級我子，響實體象以時當那頭，在的同基射光時傳西的出和都驗驗，大都）著年要樣點，學整現可的，裡象初顯，雲襯X的鍍東外跑量這實實年很科學照三他那缺到理是些，自話話落現當明候許子做驗、些另裡能，等這觸第一助一熱後在，得些學物就那些析題的角的你很時在電室實空一些西向，等，到接第幫每、然師樣覺一都代，看分門好夠小好是個是和驗射真到一東向等，在有的來是學，老一我有、近來要來專很不個很必一級個應實繞抽學到性方…自己沒班後，光容銓太。也到和一我法些經還一個未是年一反的子、就學射它求自己間士我驗、內伯不做候看學樣得方某已夫到一，就一，核系電良，也放讀要求的一段到這的磁定是驗目有法電，，什功本，不的自士實原地。槍來驗制，我們一部，部電一但實題但辦的做楚，。本基專，做我碩做做在析子品實控線我

看誰在說話

我們帶學對所以，我不碰帶學對所以，時候，會來時候。可處現是認做X內部業。有些情形。的很少沒說用從繞射的時候操作也後時職用西壞我不很同到這的我以抓只學在去產及、候光展校僅要什。東西來、學些得實驗，一後我住有過看做

問：實驗室內如果要推動一個計劃或研究，
士紳上是怎樣進行的？

問：光學實驗室有它自己的發展，物理系也有，請問光學實驗室在物理系的發展上扮演什麼角色？

師：以往來說，光譜實驗是個傳統，日本

人留下些攝譜儀，以他們在二次大戰的條件當然不好，但他們還是做了不少實驗。

都以的做不有加安能。類也
各光結人我前樣儀條得是師的
，體多是，一括的值算老師的
方譜構家們人，器件去爲從。
少，率說固很不講不包我們也很也崔沒
這鑑面分子有，面我巧，我們來筆人
遠的方分子的履和技術我出一前
他們備這、上過的都和技術，西的是
從子書做術多心的言東小總
在。原料家技很信光而的小膳
在很多資人從法、分點新上的
現很很是？方心、這些添納
我們好們當但做、耐測就一些上些
當時我。再備們偵。有識一
比提供資料了得設我、好果知出

另一方面，從教育的立場來看，也需要有些年輕人會使用這些東西，他可以儲備這些知識，也許將來可以用得到。

還有些問題，你是要去看文獻自己用的。這遇到比較的時候，還是等以來的資料沒拿來的。看文獻的問題，是光讀資料，可以拿來的。這遇到比較的時候，還是等以來的資料沒拿來的。

問：老師帶這實驗室的時間內，比較滿意或比較不滿意的成就是什麼？

師：（笑）我想大概是不滿意的居多吧！拿譜儀來講，本來以為是可以比較，會有

看誰在說話

去用等，整空，接影。次來點造像。它沒、自了的氣，種焰就全的是收下是…能。在真光，直有便一下缺創。bellow 有間好用，驗吹後，各電然齊也意的收不問差功。現用雜會會方，每攔、或的發看時，只就檢，以了用果全學滿星抽中變的們是有不就又，是障到來的地看、。胎洞來買。完數不星也節能分我前會它長小作若故學出小幸找錢題候車個出先蠟去，像。零抽兩功部像從來然問又步，有以逼小不去價問時踏兩找事空上備。用零麼，他。起雖時，一去。可是塊就是，是的腳留。們真蠟準學運些怎節化其響同點，光體步得心面也一次就難都漏像，泡我像空些去能一空分老高影不它的曝極一待良裡候有一次法困，找用來泡在，真有量才有一真又會提面就且諱是二樣交的逼時間，有想很做在是起冒好西點要儀了只去大久懶的以，很，高是果自己，有的儀薄一通人實後端看呢的沾先是遇敗上積，我們天和多是去用都效起修，譜很第遇有事最兩，補漏，事但，數附體壞我先統很譜面改良良不去西攝，時，沒。它裡法防頭以，學多氣體且環。但這電消拍蠟現的的是就多源管。當賣有法，把水方度的所能多大氣而皮。少放，在光。他好才生很光摺氣人至想多法放什同尖效不樣方。

問：對大環境而言，您的滿意度有多少？
是否能提供您一個良好的發展環境？

書。念不學都申些設圖部來，農系以這、很需要像學的說或物可補書有不光，大學來院植物彌圖院多的是畢境學動單來，學很多錯其系環工連業越法法買不尤本大像，農優作文好。相當，多個難助有的的但只用相等，很整很支還人義，夠夠是等了就上賣們靠主分掉不卻是件質多是系經他是頭頭不卻條素又但我們多為都平平用們些生所。我很多因些賣本我們研究好，到，我一經根而系誌年些理樣我們所。器經西上、研很想得多以像的賣，師、這，是院比請弱備系的

問：老師，您對實驗室的未來有什麼展望？

師：實驗室本身有一系列的計劃和工具可以逐步把它研究。譬如說當它研究過短程脈波的現象，像 10^{-12} 或 10^{-13} 秒的，希望有充裕的時間、人力和富國力配合做研究，長期發展，超過基

目標方面的，我別電，方道也繼續講然以價用的，，。後光當在四要大西用譜的在，。能廣東應光確。一套好價可較的來的明體一在三，比面拿燈有晶買現離難要上以線外子繁或要能的就術子繁現象來希望真，要那些過度多更可能的我們酸造都只高能學例量打能空最做些比小我們希、法果，都一找本用們率方法如式些有就

各也實說是是東，故無限假劇
夠不知道，做來個只學用是有；計器可
程度裡先一積一第一如室揮要我設很多研究儀
放落要過就則。是驗發只，的很助很多
開角你說早否備但實量，了室納支，
的個個算很，準，在儘費免驗容個文
學各一就你況的家，要浪避實空一論
同在第則非狀夠大思材白意各時某業畢
上闈：否除入足迎意器白注是個得到畢
系各因，進有歡麼個會經個一得的。
對像原麼麼地會不什每不已三同經生。
室好個什什快不有沒，才且第在已究用
驗上幾做做很舊沒也動錢而。法室研共
實覺有在要能依室花主的，的辦驗有須
各感這驗道才三驗看要人壞，非有實是必
問：？實知，大實馬都稅弄厚沒說或就
問夠師個不驗到各走西納意可，如，能

到度很很動自逼學角
學程了己自更家同個
人的學自夠，人望一。
個極就我不極歡希到要
每積，。生積喜也逼必
想人問多學更不我已有
我個地麼在他也，自沒
，每極那是讓己己把也
實驗，要很有頂樣我求不
實驗，就沒，麼爲要也過
用進樣學能生怎因己然難
是一同可學，，自當很
樣不些人逼候點是。得
西往有些去時一都子扎
東以，喜發自一這

問：各實驗室的研究方向是分散的，還是朝向一個整體目標？

問：老師現在會不會希望有那位老師，或是從外國回來的老師認識的人和老師合作，或者

師：對，但在這方面我們不敢去想。因為就算如果有人回來，而且是做光學的，也沒有必要一定和我們一起合作，如果他原來的題目做得好好的，又很有經驗的話，大可延續下去。國外的條件常常比我們這裡好，所以回來的人大多已經有相當好的起始條件，繼續做下去容易有收穫，不像我們這裡才開始做，所以要他們改不太容易。像易老師本來是做自由電子雷射，但是國內目前還不可能，所以易老師才可能和我們一起找出共同的興趣來合作。

問：像我覺得有時候在做實驗，就是像老師說的「量量數據就走了」，我們知道這樣心態不對，但是時間可能是更大的影響因素？

師：其實時間的因素外有一樣我一直想改良的，就是助教的講解。常常講了一大堆不需要講的，而該講的沒有講，結果學生做實驗時就出了問題，如果三、四組學生一起出問題，就很麻煩了。這個問題的關鍵在那裡？應該在換儀器的時候，助教就來幫忙，自己也趁機做一次看看，才會知道關鍵在那裡。否則像目前通常只講原理，而原理常常和上課進度無法配合，講了之後學生也聽不懂，沒有用。我知道去年有些助教會先去實驗室做一次，但是只是少數。

問：目前普物實驗的內容是大家都做一樣的實驗，但是據我所知，外系同學都常常覺得不太適應，像是後面部分有一些近物實驗，他們根本用不到，為什麼不做一些他們比較有感覺的東西？

師：我們希望往這方向努力。第一步先把生命科學和理工的分開來，然後再把物理系和理工的分開。我一直希望爭取到物理系自己有一間實驗室，可以讓學生下課後自己去做實驗。那個實驗室裡面，每個儀器或者一套、或者二套，不用全部擺出來，有些可以放在實驗室裡頭，學生自己要做的時候可以自己去拿出來。然後，你如果要把醫學院、農學院的實驗分開來，因為我們不可能把醫、農排在同一天，理工的排在另一天，有蠻多牽制的因素在，這樣就需要很大的空間。這是一個蠻大的限制因素，後來在規劃新館的時候被刪掉了，很可惜。

問：像我們去年在爭取物四教室開放辦演講，由學生自己管時，就發覺系上很多事好像都是「和為貴」，我們不知道像這種事是該大家多讓一讓，還是按誰對誰錯？

師：其實很多時候解決的方案應該存在，只是當事人未必能接受。像是晚上系館系

圖的開放，目前是由工友管理。以前我就跟當時系主任反映過：為什麼不能讓學生來管？學生要得到使用的權利，就必須要盡義務：每天晚上兩個人在系館門口輪流看一會兒。安全的問題不能太大意，有時候也要到處看一看，畢竟不安全的事如果發生一次也是夠受的。但是我不知道同學願不願意做這樣的事情，或是負這樣的責任？如果有人願意的話，我想應該是蠻值得的。不過校園安全第一，我想這是沒有疑問的，只是用什麼方式罷了。

問：老師，經過了那麼長的一段時間，一生已經走到了這裡了，你要回頭看一看，老師覺得有什麼遺憾，或是如果要老師再走一次，是不是還會走同樣的道路？

師：我自己知道有些個性上的缺點，自己喜歡去做一些自己的條件有點不利的事，但是如果要現在重新考完大學聯考，重填志願的話，我可能差不多。我當然希望做出選擇這條路，但是我可能會遺忘掉，卻也會讓該學系的那方面可以做的工作放過去，我覺得填榜後的還是要做。所以二人因為那時候班上同學多數都可以以上醫系，所以大家都一樣笨，說要去影響周遭，但得覺是太功利的風氣該納稅人的錢就可以做了，或者國家、名和利沒有什麼可以對得起自己的良心。我不能夠，也不敢如果可以不做，只要我做了，就可以永遠滿足的，只要不是讓自己太受罪，也就没有必要看得太重，這樣子的話，我自己心裡會舒服一點，當然我周遭的人未必都會同意我。

看誰在說話

閒談物理研究—訪黃偉彥老師

問：請老師談談最近做的研究？

答：多年前，我改讀博士學位時，論文係弱作用物理方面的工作；畢業後十幾年來，研究領域與視野雖擴張不少，但仍以中能物理理論粒子現象學為主要對象。目前跟我做論文的研究生不少，選的論文題目也以這範疇為主。當然，我們目下粒子物理中發展出來的觀念來想天文物理中的問題，譬如 Strange Matter (由 Up、Down、Strange 三種夸克組成) 可能扮演的角色有人認為一些中子星其實是由 Strange Matter 組成之奇異星，或至少中子星的內部可能是由 Strange Matter 組成。

以目前粒子物理而言，物質構造的基本單位是夸克 (Quarks)、輕子 (Leptons)、規範介子等，牽涉的領域從基本粒子、原子核、中子星或夸克星，以至宇宙誕生，基本理論是稱作標準模型 (Standard Model)，係一種特定之規範場論 (Gauge Theory)。去年暑假我對 Feynman 的 Parton Model 的物理內涵深感興趣。在 Parton Model 中，質子或其他強子係由點狀的“部分子”組成。去年的諾貝爾物理獎得主 Friedman、Kendall、及 Taylor，即是因為以實驗證明了質子是由點狀的 Partons 所組成。

粒子物理和原子核（或中能）物理的語言，二十年來有一明顯的鴻溝；量子力學在原子、分子物理，以至原子核物理，廣泛加以採用；其中我們以波函數描述物理系統的狀態，絕對值的平方表示發現物理系統在這個態的或然率。可是粒子物理實驗之分析，一開始就採用 Distributions 的觀念，與波函數的概念頗有出入。我最近之所以對 Parton Model 再度感到興趣，是因為發現波函數的語言可以用以推導 Parton Model 中的 Valence 及 Sea Quark Distributions (有價及海夸克分佈)，而有希望打破這兩種語言的鴻溝。這個問題的觸發，是去年我因 Humboldt Fellowship 訪問德國時，與 Stony Brook 的 Gerry Brown 及 Jülich 之 Josef Speth 一起研究討論，偶然引發的靈感而開始的。

今年五月初，美國物理學會 (American Physical Society) 的會長 Ernest Henley 及 Carnegie-Mellon University 的 Leonard Kisslinger 一起來台大，以共同推動我們三人一起提出的一個「中美合作計畫」。活躍的學術氣氛，讓有志研究之學生早日直接接觸到適宜的研究氣氛。

到公元兩千左右，SSC 蓋好之後在 TeV (10^{12} eV) 的能區，可能會有重大的意外發現。在這段期間，高能理論物理學家可能做的研究，便是檢討 Standard Model 如何修正。

問：其次，請老師比較一下您當年求學的經驗，和現今的學生有何異同？

答：我那時候在台大念書的時候，系上期刊不全，而且用海運，資訊相當缺乏而難以及時。現在的期刊是空運，比歐洲、美國大部分研究機構不見得更慢或更差，但是大部分學生卻「視而不見」，不太能主動地去接觸資訊，主動學習。有些期刊，譬如 PHYSICS TODAY 裡面的 Search and Discovery 一欄，以及專文；還有 SCIENCE 中的 Discovery，三、四年級程度好一點的學生應該有能力看。透過這些才能了解目前大家對那些題目有興趣，那些方面有發展；不少學生都認為，只有在哈佛 (Harvard) 的校園的草地上才會有研究上的靈感。缺乏信心、缺乏主動，確實令人感慨。不知日本的 Tomonaga、Yukawa，兩位諾貝爾物理獎得主，當時對外界的資訊了解雖不很多，卻能有令物理界感興趣的貢獻。

台大物理系或國內的學生，多年來所關注的問題一直並不完全正確，未能主動在研究上早日學習投入。一向贊成學生遲早要到國外去見見世面，所謂如人飲水，冷暖自知；只有多看、多比較，判斷才會逐漸正確。所謂「見世面」，並不是單純的觀光，而是要做學生，去了解當地的人的想法。要能表現你自己，知道別人想什麼，也讓別人知道你想什麼。再舉個例來說，現在大家只曉得要去美國，殊不知歐洲聯合起來以後，經濟實力達美國的三倍左右；所以一個有志氣的學生，除了去美國看之外，也該去歐洲好好看看。畢竟資訊的發達，使得世界這個大家庭也相當小了。

做物理研究，應該從一進台大就開始培養、開始學習「研究」是，不是等到畢業之後。「時空」這種通俗刊物應該要讓大家體會到這個要點。

我們社會太少要求小孩有「獨立思考」和「判斷」的能力，很喜歡「作秀」；譬如國外小學有選「小市長」，國內也有；但是我們的「小市長」講的話，學校會聽嗎？相對的，國外「小市長」的建議，即使他還是小學生，學校也是相當尊重的。

問：您對有心研究物理的同學有那些建議？可否順便提一下您的求學經過？

答：我民國六十年畢業，到費城的 Pennsvl-

vania University 求學；後來到 Seattle 待了三年和 Henley 做博士後研究；接著在 Indiana University 教了五年的書，到 Carnegie-Mellon University 待了一年多，民國七十六年以客座教授回母系。當時五、六位大四學生跟我做 Independent study，令我印象深刻，我個人以為你們的理解能力已經夠了，可是沒有人在你們大一時便開始與你們討論研究態度精神，可能是兩方面的責任，一方面系上應該聘更多研究上活躍的老師，另一方面，也就是我前面提過的，你們應該「主動學習」。除了儘量閱讀相關的期刊之外，也應該主動去聽各種物理學術演講。你們知道，「找題目」也是研究能力的一環，從找一個題目，把它明確表達到可以開始做，把它做完，到寫文章，到發出來，這樣一個研究過程中，你的靈感來源，大部分時候是從會閱讀的或會聽過的演講引發出來的。還有一點，應該主動去找不同的教授，提出心中的疑難，以澄清自己各種物理上的想法。找本校的，外校的，都沒關係。就算被罵出來，也不是什麼丟臉的事，何況這種機會是不太大的。

我想美國好學校裡的好學生真正的長處是做研究的態度成熟。通常在大學就已經有做研究的態度與經驗，知道如何和老師從事討論；哪些可以從老師那兒學到，哪些可以從文獻上學到，以至如何獲得新資訊，認識較清楚，而且非常主動。

總而言之，不要怕把自己擺出來，主動學習；早日知道自己的才能在哪裡，儘量往那方面發展，也相信自己會走出令自己滿意的研究之路。

我們的系主任—楊信男教授*

問：請老師先談一下您求學的過程，您是如何回物理系任教的？

答：我老家在員林，初、高中分別在彰化中學、台中一中唸書，在本系畢業，當兵後就出國，於 1972 年在 Suny Stony Brook 得到博士，然後曾在 Brookhaven National Laboratory 與華盛頓大學(Seattle)作研究工作。1976 年回台，先在中央大學任教一年後才於 1977 年回母系任教。之後 81-82 年在德國，83 年 3 月-8 月在法國，86-87 年在美國，其餘時間在系上。

* 新任系主任為王允沛老師

問：為什麼您那時會想出去？

答：當時的潮流台大的學生畢業都出國深造，因為當時國內的師資與設備和國際水準尚有一段距離，再加上當時國內大環境的氣氛也很沈悶，所以我也想到外面多學學、看看。

問：那就大學部的學生而言呢？和國外相比下如何？

答：有人說過，最好的學生不需要老師，中等的學生最需要老師，最差的學生沒有老師，也沒有什麼分別。台灣去的學生，不管這裡教學、師資是否不足，自己都曾經下過苦功，所以在國外「修課」時，成績通常在前面，可是真正到「作研究」時，反而會讓美國學生趕過去。聽說大陸的學生也有這種現象。

問：您覺得這樣的原因是？是民族性嗎？

答：可能是因為我們太強調「權威」，西方教育比較強調「表現自己」，不管個人想法是對是錯，都可以提出來討論。這我認為他們比較敢「想」。在現階段上，我認爲改善系上的教學品質是最有效的方法是提高老師本身的研究。然後反應在教學上。

問：像這次國科會問教師大三學生跟教授作的研究計畫，我就不曉得條上哪些教授作什麼，感覺這方面的資訊相當缺乏。

答：去年系上我曾訂出一個時間，由我向同學作說明，今年我會請你們班代表找張顏暉老師，請他出面安排這種說明會。

問：老師覺得時間上是否太晚？

答：去年是一月初辦。不過這種事，你們作學生的可以主動一些，主動地找老師，系上了解「主動」是作研究一個很重要的特質。

問：剛才老師提過，教授作研究可以把教學風氣帶起來，想請問您，當教授很專心作研究時，他應該在教學方面採取什麼樣的態度？

答：我相信每個人對教學工作熱忱跟他的基本「敬業精神」有密切關係。研究工作會增加一個人對物理的了解與領悟，在無形中影響學生。

問：總覺得教授很少有教學生們如何去「分析」一個問題。

答：我教應數時，常常要你們注意題目和答案間的關聯性，和背後的物理原理。

問：對，是「關聯性」，也就是先有答案，再去解釋它。可是少有題目一來，就想辦法來「解決」它。譬如說，力學或電磁

看誰在說話

寫爲了解了問題，會學；除了問同事，就本題如何解決，請教；而有了幫助，背誦；有助於學習，就記憶；這就是學習的過程。

答：如果每個老師的學術水平更高，應該會給予同學更好的啟發。

問：老師是否覺得整個系的重點是在教學，而老師作研究是為了提升教學的氣氛。

答：作研究是人類獲得對物理、科學更深

入了解的唯一途經。但是，系的重點，研究據大學法，第一個是要從事高深學術研究。

，第二個是培養高等的科學人才。所以台大物理系，基本上要負這兩個責任，否則

台灣的科技發展、工業、產業的升級，都不要被「不老妖魔」拖垮！

不要談了。而老師創作研究，除了為國內發展高深學術盡力之外，間接地也會有助於臺灣教育品質的改善。

關於高等教育品質的改善。

問：老師會不會覺得，教授太專注研究，會忽略教學？

答：我想應該不致太嚴重。

問：教授之間會不會對課程的連接上作一些討論？還是各教各的。

答：這我不知道該如何回答，至少我曾和楊維哲老師討論過關於應數的事情。

問：您有沒有過修習過的課程？

答：我們訂有各科課程內容，在訂課程內容時，必須要顧及銜接性，這些內容譬如土壤、水文等。

譬如力學、電磁、應該、熱物……等等，都要滿足課程的銜接性與訓練的完整性。有没有作到，是另一回事。

問：其實不光是課程銜接的問題，教授們

彼此間教學經驗的交流，是否頻繁？

答：那題分的三家都遇到過，就這四個問題，我被大科主會問到，以前分析過，這學期恐怕收效不大。尤其加上幾年來的討論，已經積了四題。

問：像這種課程座談，實際上是有必要的。

譬如說A科的老師要用到的東西，他以為B科老師會教，結果B科老師卻沒有教，這樣便會造成學生銜接上的困難。

問：老師，請問一下課程化學是誰定的？譬如說量力學？

答：必修課程是由教育部在徵求各界專家的意見後訂出來的，而還規定我們可以在內容上作一些調整。不過化學應該還蠻有內容的吧？而且你們不是改修（乙）了吗？

問：我們還是修（甲），感覺上大一化學似乎只是把高中化學翻成英文而已。

調整普四，之他各在的知率前大能
調把理些學，其以需前都會以現前大能
好讓物一力，可必目我，人花一也，變，決個段人
以建代入、了也，變，決個段人
加曾近深學學的題改來解我階個有
該就、前熱力理問到年要以現一當相
是，學目過用物程談十真但在竟相
課程授磁比修應代課程幾果。能畢是
課教電得一修近的可能，如題可，是教的
位、教大再、樣有題。問大書間
化一學都在二學這才問過等不科時
普的力份學大電是後些驗等是教的
物系、部同在修但討這經書，寫究
普工學一系用想；檢實身科講編研
許化熱每工不只需的其親教來去學
也像成，化就若所入。也寫形力科研
：。分分樣，生其深計，到情心事
答的物部這後學取作設計，到情心事

問：沒有專門負責解決這個問題的機構嗎？

大寫就今有。。吳編會沒決了，後審討並解善是由研究負研題以改是研大過問加來便過師辦個法時書經由舉這辦師科會曾，過想老教員，驗不而當的委分實。來用一個部與次點將所一學學一重們中的大教有個你高導於的會一到們領至物還是等答：先成關四當許你生。普月作要猷而有年被或

看誰在說話

問：到時候我們又會感到一生研究的光陰有限。抱歉，學生想插一個問題：老師您以前有沒有作過應用電子學的實驗？

答：呃——沒有。我們那時候大二作熱學和電磁學的實驗，大三只作近代物理的實驗。

問：老師您覺得這樣好不好？

答：不知道。我沒有仔細想過實驗的問題。就我所知作實驗的老師們，認為應用電子學實驗的確有其必要。

問：清大是用選修的。

答：我不曉得，這個問題你們可以去問張顧暉和鄭伯昆老師，我真的不懂，這超出我能力範圍。（一陣笑聲）。

問：其實有關課程的問題，真的很重要，以後也會發生，而且因為時代在變，清大學生他們遇到的問題和我們不一定會一樣。「教育」是不是真的有效，和這個有很密切的關係。您覺得我們是否應該關心這個問題，而不是讓它「算了」。

答：像外國 Feynman Lectures 和 Berkeley Physics，就是想改變這種大一普物的型態，後來清大曾經跟進，改成大一大二的基本物理，聽說這和李怡嚴教授有很密切的關係，他當時花了相當大的努力去作這個嘗試。可是這種形式，清大最後也放棄了，修訂課程的嘗試，據我觀察，最好能由四、五十歲以上的教授來作，除了教學經驗豐富之外他們也比較能付多一點的精神在上面。

問：那您的意思是這種問題的改善還需要一段時間。

答：我個人認為這可能不容易在短期內就能得到令人滿意的改進。

問：像這種問題，台大物理系和其他物理的情形，應該是不一樣的；譬如說，我們要求教授上課有啟發性，他們或許只要求講課講得很清楚即可，也不一定要求求激勵他們作研究的能力。所以，是不是系上可以自己著手解決這個問題，而不是等一個大環境的改變。

答：在某一種程度內我同意。以我個人為例；我不得不承認在教普物時，基本上的教學架構，只採取 Halliday-Resnick 的教材，所以內容和高中頗多重覆。因至於「啟發性」，和任課老師的功力比較有直接的關係。

問：那您覺得「教學」只要教授個人很好就夠了嗎？他不需要和學生之間建立互動的關係，或多去了解學生嗎？

答：這個主要就得透過學生上課時發問或課後來找老師，像你們這屆的反應就很少，章文儀那屆和你們上一屆都比較常來找我。因為惟有如此我們才有辦法了解教課的情形。你們為什麼很少去找任課老師？這樣我們才能了解你們的優缺點在哪邊，反應如何？等等。

問：這個是否能從上課感覺出來？

答：那你們就要發問，你們發問也不多。你們這屆的出席率、發問率是三年中最低的，所以就學生和老師的關係而言，我和你們的隔閡最大。是否和我没有當你們的導師有關係？因為前兩屆我都當了導師。

問：上次我們課程座談也有談到導師的問題。導師制度系主任可以決定嗎？上次座談的結果，我們都覺得導師制度的功效蠻低的。但像林清涼老師就很認真。

答：導師制度的成效和老師個人有相當大的關係。

問：我們當時覺得，導師制度是老師和學生之間最有效的溝通管道，但是導師所帶的學生人數，直接影響到了此制度的成效。您以為呢？

答：以前我們是一個老師帶十個學生。可是現在學校規定一個老師起碼要帶一定的人數，大概是 20-25 個，所以每一年級就自己分成兩班。系上以前曾經試過由學生自己登記選擇導師的方式，結果造成集中於某幾個導師的情形，那是在林清涼老師當主任的時候，不過後來就恢復回來了。因為沒教過你們課的老師你們怎麼會去選呢？

問：請問老師，系上現在有多少位老師？我們那時有討論過，若一位老師帶十個學生，從大一進來帶到大四，是否可能？

答：系上有 32 個老師，另有兼任 6 個，合聘一個，特約講座一個；學生有 232 人，博士班 20 人，碩士班 65 人。但是當導師，如果同時上過你們課，我想應該會比較好。

問：可是教過課程，接觸的時間畢竟有限，如果通通帶四年，至少有一個老師和你，關係是比較深的；而且他當年的學生並沒有禁止再去接觸其他老師，有嗎？

答：這還是要看導師個人，如果他並不熱衷或一年換一個老師，四年也是一樣。而且一年換可以讓學生有機會碰到不同風格的老師。我個人也希望能認識比較多的學生。

看誰在說話

問年了，現在，系上少的。多一年，而且在至二，是老師您。次是要定期的，如果久，又還以上，學生學個能學，學生是次，希望老師要老，愿望眾，主要老，是要老師，希望他，數常出，題在現，問現，實，去四。

答：當然，學校應該聽調查。不過，太忙了，我堅持反對。你們心上堅持反對，我忙得沒有時間。但能問或今年的學生，他起就是他希望聽一個學會在此。我們選定論文指導，因為的導生。

問：謝謝老師。現在我們問最後一個問題。
有些同學會感物理系死氣沈沈，感覺不到她的生命力。老師覺得如何？

抱請一理人寫得系作，結我蓋過，教，論標近學佈。升送是被學過從唸多大原物好功的現如啦延部演在。像學大事加經多談看定有請的大件較題，老師的學術常了。大有回參已不到就也高調人過並想因理變找不務驗，忽常走帶出講（我是，一個大物我長個少經。對是物生先得系實善較經、被現演（你們一次見題學合作有出是可說得。我其給程而我究自然就講冷淡，那一來一進台是許鈞，決年還行台是比問認，老資大學上來了，都麼多是看理系的老問題系合年看不我們如覺境的是在賣課；如果研自力請冷淡 Close 演生的學力。好和師一以「我警們環他可中輕的研究，如氣命遞十分想反講的風生一倒我優級求這。張開樣是因點師是轉能意啟是自我都，理國反，是的各家了！這。過和來這「原一老還去才注銷就及。論理物次的告）其試來大滅由出到的；要，的新有以育討物子幾生告）尤甄進否湧

訪林清涼老師

用任，面原結客方定整方，物大。最像事會意自就任？決上種的較展要、的光的和分，好辦太的對，想。的在表程某票比發是灣流眼小灣部展就能不人、做都了。事存票章爲投要要但台潮有小台一發這才是個責去人題人確投，因響果主。對界要到張的的，原只我魚程個問關牌由過人影如的人要世是落主國好全健。上章每出有些，通些。上的定至就再地中有健要了了系着，會上又有選以有些說想系要一甚也，決是要判定多道對接是就系否評可是遊理定需，；滿堅都果都一較軌道，題樣是程就但處分訂所事況解台當，如賣。比上心責問這目前，章成。到十先請的狀了而相的。經脈是地私負的，向何，照質楚先能是聘易的的、是開合和靜錢漸沒生大劃換如依數楚前不能好定容會當國人分配事動的漸家學最計教況是人清票於最決是杜相中國個以要人條上也大對。的問時：一寫，，的的前人只責問自己，是負有他問及答有都因果觀向方個向由理陸這重是。用見已沒展

問：那照教授這樣講，是不是有更客觀的方法來評定？

答：（略停了一下）其實我覺得目前章程的辦法很客觀了，像是寄資料還有其他各方的、他要出多少篇論文啊，是等客觀的了。

問：如果說目前的章程算是蠻好的話，為什麼會有這些障礙存在？

答：最大法在自己。所以方法上展的，是執行的以最法的實，較麼不的評。

問：為什麼會出現一些譬如說有才能，卻不能進物理系教書的情形？

答：嗯，這在過去政府的批評、管治，會比較有問題。這些樣子的政治，可能就是會出現一些問題，這些問題可能就是會出現一些問題。

問：老師，請問你覺得學生在系務會議上應不應該有投票權？

答：其實我們物理系是最民主的了，遠在戒嚴令還沒有解除之前學生就有很多的權利。譬如說可以參加系務會議等等，你們現在要求學生要有什麼權利什麼權利，可是權利給你們，卻都不用。以前在章程上是規定學生可以參加系務會議，有權可以先和系主任說，再在系務會議上提出；如果系主任不同意，也可以聯合，看有多少學生贊成並同意這件事再提出來。

問：老師，那學生在系務會議上的影響力有多大？

答：要看你們提出來的意見怎樣。在我當系主任的時候，如果合理，就可以被通過，甚至完全採納，大概沒有問題。如果不合理，那就沒有辦法了。

問：請問老師對現在學生的讀書態度有什麼看法？

答：我不喜歡學生把活動放在第一，學業擺在後面，非常不喜歡。我算過了，學將分，畢業高點一，優秀的人才要對社會負責，機會人走之不是來台以爲很容易。很多國家栽培一個大學生稅金，這些錢是年納教育導壓的社會大學，不是要向他們負責，好好訓練出一批學有所成的人才。有人說，上了大學，了解、認識所處的環境；其實你們在台灣了解，不是到了大學才要開始好好的來了解，從小住到大，到了大學正生活在臺灣的人不是這樣子的。三和他部分其他分子都已經回國了，除了這三個人之外，大家的知識對自己或是，就往往有別人幫他的。每個人回國，同喜歡什麼都可以長時間的不和社會接觸，繼續吸收社會。你…等等，是要找尋自己的社會，貢獻社會。一定要深入。同時要做事才能立穩腳跟，

未必一定要唸課內的功課，可是一定要找到自己該走的路。

問：如果這樣子的話，要是有人覺得他的興趣不在物理，那麼—

答：我會建議他趕快轉系，不要留下來。很多不合理的制度要改，要適應學生的要求，不能夠只轉一次。像轉系，從前都是物理系學生要求才訂出來的。像從前我也設立過物理系拿學士學位，一年修兩個系的課都是有定行是必要的。後來大家多留了一個學年，一個系的課都是學生先要求，該系會再提出來。先經能學院調查，學校的行政會議應該就能獲得解決。若不通過，也可以先在系會再提出來。像這樣學生可以要求。先在系會再提出來，如果大家都會改進的。這也是台外的大學，我想學校一定會改進的。這是很開放的。我在國外，大約百分之八十可以猜出他（她）是台人，都是這個樣子無形中訓練出來的。

痛快地講，一定要靠兩個本錢量，第一就是要有才能，第二是要有經濟力量，例如國際問題，都是要這麼急地訓練財產。沒有第二句話。你們有能力，最重要的是身體，第二是頭腦。有能力說話才有力量。

問：像現在規定資優生不能轉系，您覺得合理嗎？

答：資優生不能轉系，當然是不太合理的，可是也有人去參加聯考，放棄資優生的權利。理論上也有人來說，如果選的人每個老師學生能夠負責，從看得出來，是看是否有潛力。可能在什麼情形下發生，那麼在什麼情況下讓他轉系，如何避免這些錯誤，這些條件給這些資優生保障，證明就值得商榷。資優生不能轉系的規定，自然有它的歷史淵源，如果你們真的覺得這個規定不合理，可以照前面說的程序向學校要求改掉啊！

問：研究所和大學部是否應該分開？

答：如果上了軌道的話，當然是可以分，但是有些大四的學生十分優秀，並不比研究所的學生差，為什麼不給他們選研究所

看誰在說話

的課，多學一點？目前我個人是不贊成是走開。至於系所的發展，聽說台大可能為沒有研究所的路線，這我並不清楚，因為為沒有參加校務會議。不過要經長期而通整性參計劃來決策，看是要花多少百分比在研究所，多少百分比在大學部，每個大學的情形都不一樣。

問：老師會不會覺得在系上大學都開的選修課太少？

前等不選。目文嫌倪整我們門動貫的可以理、不過清起來的選，融你清定都性楓，系還多子果。後去的可以原，目前合很多了力真假去的一般有課而念，其他畢其學，其他相對性理論，一般相對性理論，四力基礎，如有好的。

你訴性好的肉裡能時好氣了有是是基的人吸有章
，告線好來肌那。好生好沒的不的要別收沒文知們
器常是去麼、好用了，會很也講還力重取吸腦作不你
武常像再怎膩不有好多到就大，量最竊收頭你己多
件我，。是內裡沒弄太看子台的，懂覺。光吸對叫自很
兩以課等論把這服都要能樣候們不發用要是，，上。
的所有的等理先要衣驗必書這時我聽就應不只識了系固
理。系何的，不亮實不看來那教都後是，晚常多在櫈
物器學幾驗臘，漂、課、出，來個以全西到通看們很
學武數分實五飾堆力修賞笑大，一通的東天普視你練
是有門微想的修大四。欣地長有我讀他的一些電像訓
驗要幾、想人去一、了會住地才，，其己對一們？碰
實定選學，是再學用，不民後話讀，自反收你嗎基
和一好壞驗像了穿數夠想忍殖復江精多出我吸像來的
學戰，好拓實就實卻、不好己在光浙。不造。處就出受
作們敵幾這弄好語就，會像理海已原要果，助寫你
要你代做。都不把間讀、。物上自本是的收幫。

唸電機所的學長，回來都說：「老師啊！簡們建議寫不也。」我說：「覺得課程你些合另單，就自己去創造啊！」所以我自己訓自己練自己東西。多磨練。但要趕快轉系統，可以多學很多東西。這他們很多是他們自己練出來的。

問：請問老師對台大物理系的未來有什麼展望？

答：不會壞到那裡，也不會好到那裡。傳統心、歷史和背景，是有地利的學生，而且不會太壞的原因，是有流學生，所以我不會有一些歷史友也去。那裡的問題，短期到那裡的問題，是有一變壞。所以我不會太好的原因，有一些系友可能無法除去。

問：如果是這樣的話，有什麼是學生可以改善，有什麼是學生不能改善的？

訪陳卓老師

以下是陳教授由個人學經歷談起的訪問內容：

我是民國五十二年從台大物理系畢業，服完兵役後便赴美進修，在美國西北大學獲得了博士學位，專長是物性理論，六十年返國任教，其間也到過其他的國家。我做大學學生的那個時候，物理系的課程和現在不一樣，必修科目中多了光學，半年的微分方程及熱學是一年的課程；大四還有一門必修課，稱為理論物理而且是大部份課有各自的實驗課程，如電磁學有電磁實驗，光學有光學實驗，由不同的教授帶。這份課程到了民國六十五年經由大幅度的課程改革，而成為現在的課程，其中為了加強學生對實驗的重視，所以將實驗課獨立出來成為四個學期的最基礎實驗物理課程，算是很大的修改。新舊課程之間有很大的差異，但並沒有絕對好壞之分，兩種課程同樣都經過理性的思考才產生，是不是真的適合那就要看如何執行而定了。就我們那時候而言物理系就是以培養物理學家為宗旨，所以課程的安排也是朝此方向，並沒有考慮到所謂學生的出路問題，所以應用的課程就不多。但就要培養物理學家這點來看，我是覺得我們那時候的課程比較適應此一目標。當然每個時代有不同的情況，課程之所以要改也一定是有其必要的理由，在修改的過程中也會經由審慎的考量。像民國六十五年的課程改革，我也參與其事，提供不少意見，所以這種步驟都是很嚴謹的，只是實際上的效果可能有所出入。不過一個制度能否成功，不僅靠制度本身，要聚的還是看人，好的教育制度之外，教的人及學人的態度如何也是很重要的。像在我們那時候，系主任也好，任課教授也好，經常是十年如一日，不輕易更換，不只物理系如此，其他各系也一樣。這樣子也不是沒有好處，如果教授一門課認真教了十幾數十年，一定成為專家的，學生也能受益良多。但現在為了順應民主潮流，系主任常換，每門課也只能由同一個教授教三年，這樣比較符合公平的原則，各有利弊，只是因為適應時代趨勢不同而作的改變。

至於物理系本身，在我看來，從來就沒有真正上軌道過，到現在仍然是沒有。像我們系上這樣每年百分之八十以上的畢業生都出國的情形，可說是舉世少見，這當然是文化邊緣地區難以避免的悲哀，但對一個大學來說，是很不正常的現象，對整個研究工作的推動是很大的負面影響。因為一個大學生主要的研究並不是在大學部，而是在研究所，像外國的College 和 University 就有很大差別，College 不設研究所，它只要培養出夠水準的大學生可以直接進入社會工作或繼續深造；但 University 則把重心放在研究所，因為只有研究工作做得成功才能提升整個系的水準。所以像我們系上的研究所留不住大學部的畢業生，多少都會有斷層現象，等於大學四年都是在替國外培養人才，這種情況從我們當學生時就是如此，如今仍然一樣，若是一直不改變，物理系要上軌道是很難的。這種情況當然不是一個系的問題，而和整個社會結構、文化都有關係。所以為什麼說百年樹人，就是因為教育要各方面的配合，絕非立竿見影的事情，像一個物理系要培育出世界級的傑出人才，從草創開始至少要三代以後，因為學問是累積而來的，不是一蹴可幾的。當然，物理系本身也有些不盡完善的地方，如空間不夠、實驗設備的不足及現代化，使得實驗課程無法配合學生的程度，如果常讓大學生做一些中學生就會實驗，套一句西方用語，就是所謂insult of intelligence，對學生是一種智力的輕侮，因為學生的智力到了某一個程度，實驗的水準就應該要提升，不能老停留在量I-V curve 什麼的。你們現在的情形我是不太清楚，我們那時候做應用電子學實驗就有這種感覺。此外，無法提供宿舍給年輕的教授，使得不少青年才俊都轉往清大任教，造成優良師資的流損，也是很嚴重的問題，不過這是學校的政策上無法配合，我們也沒有辦法獨立解決。

當被問及有關電磁學的課程及是否考慮用費因曼當教科書時，教授回答道：

關於電磁學的課程，今年我改用一本較去年簡單的教科書，並且因為我今年有專任教，所以給學生多點了一些習題作一作，除此之外，沒有什麼大改變。至於費因曼這本書，並不適用拿來做教科書。因為它並不是一本專門的電磁學的書，而是一本普通物理學的書，所以它並不十分注重演算，幾乎是能不推導就不推導，能不算就不算，我並不是說物理觀念不重要，當然學物理第一個是觀念，但再來就是演算；不經由數學

看誰在說話

的推導，很多物理觀念就無法做更進一步的細節探討，也就是始終停留在普通物理學實驗的階段，有些基本概念你們甚至可能在高中就有了，又何必學電磁學這門課？所以拿來因曼物理學作為引發興趣的參考書，或是二年制的普通物理的教科書是很好的，若拿來做一大二電磁學的教科書就不合適了、雖然費因曼也有一本專門的習題書，但那對一般學生而言，太難了一點，而在課文中也從不強調演算操練，事實上很多東西不實際操練、算一算，根本無法在腦子裡生根，最多只能有個印象，過些時候就忘記了，所以操練是必要的。但也要慎選那些有代表性的，過於艱深繁雜的就不需在大學部演算，而是研究生的工作了。在研究所裡有時候一些奇形怪狀的題目要學生做，不一定有什麼特別的目的，主要就是培養耐心。你們大學部的學生可能還無法體會耐心的重要，等到了研究所就知道了。因為很多物理學上的重要定理、定律都不是憑空而來的，你們翻翻科學史就知道，像克卜勒那些人搞行星運動都是十幾年才得到結論的，像牛頓也是要自己磨鏡子，不然他怎麼弄出望遠鏡來？所以學物理不是那麼容易，而費因曼物理學這本書也許會給人一種錯覺，以為所有的物理觀念都建立得很容易，事實上絕不是那麼簡單。物理學基本上是一門實驗科學，大部分的發展是靠實驗而來，理論的建立只是很少部分人的事，這點要弄清楚。所以我上普通物理學的課時常告訴學生：普物課可以不來上，但實驗課一定要去上，就是去摸摸儀器也好。雖然設備不怎麼樣，但你家裡面總不太可能全沒有。當然有時候未必所有的課程都適合每一個學生，像我以前對電子學實驗就沒什麼興趣，被那些積分電路，微分電路搞得很煩，但我還是認為這門課應列為必修，就是因為物理是實驗科學，而且很廣泛，應該各方面都有所了解，才能形成一個完整的系統。所以雖然有些課是因為興趣的差異而非智力的高低，使學生不喜歡念，但還是要列入必修，做為基本的認識。

關於原典的閱讀及開課

物理系在過去在大四都有開書報討論的課，由老師帶學生讀一些原典或論文，現在由於物理系有些通俗化，這門課就停掉了。事實上更早以前，學生畢業以前都要寫學士論文的，這不是開玩笑的，學士論文不是讀書報告，是真正要論一些東西出來，這是很不容易的，因為大學四年還沒學到多少東西就要寫論文，不是隨便就寫得出來。這種學制是從歐洲日本和大陸來的，先有兩年大學預科，才讀四年正科，所以可以寫得出來。學士論文當然要有老師帶，做一些認真的演算和實驗，然後再交一篇論文出來。後來是由於學制的關係，使學生的程度不太對，所以學士論文就取消了。到我做學生的時候就已經不用寫學士論文了，但還有書報討論，通常是由系主任開課，大四的學生就每人選一個題目，找不到題目的就和老師討論，然後決定題目，題目不一定要最新的。之後就回去研讀，研讀完了就開始在黑板上作報告、討論，就像研究生的專題討論一樣，討論完了後，期末就交一分報告，讓教授評定成績。這種書報討論已經比學士論文的要求低了不少，到後來的課程改革中就把這個必修課也改成了選修，後來因為許多行上的困難，如學生人數的增加及其他問題，最後連選修也沒有了。所以現在系上只變通的辦法，叫做專題導修，就是學士論文的補救，三、四年級的學生都可以修，只要找到願意指導你的教授，帶著做一些實驗或研讀書籍，然後就交一分報告。通常老師都不會寄望學生有多大的成就或新發現，只是要讓學生摸索摸索，看自己適不適合走物理這條路，如此而已。當然，像實驗室通常最需要人手，所以只要肯認真去幫忙，大多會接受。做理論方面的教授就比較不需要什麼人手，因為沒有許多學生能幫的忙，除非有很多數據需要找人寫程式，可能就會要學生來做。像這種情況也不是沒有好處的，就算是幫忙寫程式，處理數據，也是在學習，至少可以培養耐心。所以到了大三四時，都可以去嘗試一下，一定會有收穫的。

當然，物理系很多的情況，如人才不足，學生專心學問之風不如從前，這些都是大環境的影響，前面也提過，文化邊緣地區，不只是台灣、亞洲除了日本和大陸、其他很多國家都是不容易留住國內的人才，至於學生的程度，當然和升學制度有關、以及整個教育體系的制度和風氣有關係，如果政府不訂定長遠的計畫來做整體的改善，教育就一直無法上軌道，然後就造成社會連鎖反應，如科技人才的缺乏，所以一些技術性問題都必須仰賴日本或其它外國的技術轉移，因為如果大家缺乏鑽研根本問題的精神和經驗，怎麼可能搞出有價值的新東西出來？由此可看教育的影響之大，而且要改善也絕沒有特效藥的，一定要腳踏實地地接部就班地做。尤其不能隨意的自我膨脹，自以為已經接

近世界一流水準！因此未來物理系的發展究竟如何，除了系上各方面自我的提升，整個社會結構能有正確的導向，才能使科技發展真正的步入正軌。

訪陳永芳老師

問：請老師談一談最近做的研究？

答：我最近做的是非晶矽氫的半導體研究，主要有兩個系統可以來成長這個材料：一個是光化學氣相沈積系統，一個是輝光放電沈積系統；而量測此種材料的光電導、紅外線吸收光譜、光激發光光譜，光熱偏折光譜，及其他電性，可以獲知有關此材料的特性。非晶系的研究約起自1970年，在那之前做研究及固態教科書，大部份探討晶格材料；目前的研究可與過去比較，知道晶格和非晶格材料有何異同？可否將以往晶格的知識應用於非晶格材料上？

問：目前台大物理系在這方面的研究做的如何？

答：系上是我負責這個研究，我們有做一些別人沒做出來的結果、譬如說，當光照射非晶矽氫後，材料的品質會變差，這樣當做成光電成品（如太陽電池）後，穩定性不夠，我們在找出原因和改進穩定性方面，有相當的進展。此外，在光激發光實驗中，入射和出射光有頻率差；紅外線光譜測原子振盪頻率等，在大家尚未了解的部分，我們也提出自己的解釋。但是我們實驗室不做元件。

問：老師，可否談談您求學的經驗？

答：我是清大畢業的，在普渡大學拿到博士學位後，在哈佛做了一年半的博士後研究。我博士論文做的是晶格半導體，博士後研究做的是非晶格半導體，兩者用的實驗技巧很不一樣。其實我們的實驗室在做晶格半導體加氫方面的研究和國外大不相同。我們知道晶格有缺陷時，對元件的特性有負面的影響，那麼如何來減少這些晶格缺陷呢？基本上我們採用「補洞」的方法。用光子來分解氫分子，讓它變成氫原子，再使它進入晶格點陣中，假若缺陷位置有未結合的鍵，恰好可被氫原子的價電子

補起來。這樣可減少晶格缺陷的破壞性。至於國外採用的，不論是高電場入射或ion implantation，因為反應過程中粒子的能量太高，會傷到晶體的表面。

問：您覺得國內外的研究氣氛有何差異？

答：現在程度好的學生，多半選擇出國一途，但我認為國內的研究生，只要肯努力，可以補大學基本訓練之不足。台灣研究的設備，以及對研究資訊的獲得，並不比國外差到哪裡去。我當然是贊成出去見一下世面，但我覺得時間的早、晚影響不大，即使在台灣拿到博士後再出去一兩年，也不算晚。而且體驗到中西文化衝擊等等，也足夠了。我倒覺得人才要多回台灣來。

問：目前您所帶領的實驗室和國外交流如何？

答：我回國四年多。剛開始國外和國內的接觸不多，後來因為有成果陸續發表，漸漸國外會來信要我們的研究結果，或寄樣本；我們也常要國外寄樣本來。總之是慢慢上軌道了。

問：願不願談談您對物理系的看法？

答：新聘的教授研究很認真，感覺上研究氣氛有提昇，也較和諧。

問：您對物理的看法呢？

答：其實進研究界，不管你走的是工科、材料或物理，基本的精神—探測未知的精神，都是一致的。

問：我們知道您去年獲得國科會的「傑出研究獎」，能否請您談一下評審的過程？

答：首先，向國科會申請，可用（1）代表作（指發表的論文或研究結果）或（2）研究計畫，國科會將對上述兩項之一做各種評估，包括可行性、對學術、工業界的影響等等。先請國內評審，選出前百分之七十，發給研究補助費，前百分之二十為優等，前百分之十再送交國外評審，最後的前百分之五，頒發傑出研究獎。

CENTER OF EXCELLENCE—談凝態科學

研究中心的成立—黃暉理老師專訪

問：請你比較一下您當系主任時和現在，物理系的不同。

答：這個問題問系上的同學或教授，會有比較客觀的評價。

看誰在說話

問：我們想聽一點主觀的。

答：原則上是要變得更好；但有很多事是見仁見智的。譬如設立現在物理系門口的演講看板……

問：同學都覺得這個告示板很清楚，那時有什麼演講，一目了然。

答：可是也有些教授反對，認為那影響通風、採光……

問：不過那是因為您的確有做事，每個人看事情的角度不同。

答：目前的物理系較之以往，是愈來愈好，研究生增加、多聘了幾個人，研究也比較有活力。像我每一天晚上七點左右回家時，看到研究室的燈都亮著，這顯示研究氣氛比以往好多了。

問：請老師談一下有關凝態中心的成立事宜？

答：兩年多前，我在籌備第五屆磁學研討會時，就曾經動過念頭，想先從磁學做起；那時有個很愛系的系友洪銘輝，從AT&T回來，建議不妨來作比較大型的研究計畫，那時有個構想，我們來推動「應用物理研究所」的成立，從事包括半導體、磁學及光電，這些兼具學術價值，也有應用潛力的研究。

也約在兩年前五月，沈元壤教授回來，他是中央研究院的院士也是柏克萊大學(Berkeley)的物理系教授，他看了物理系一些實驗室，覺得有些儀器太老舊；我陪他去看校長，他說了許多有關物理系要怎麼革新的话。也差不多在那段時間，黃昭淵博士也提過類似的问题：於是「應物所」的想法就比較落實。而我們的構想，除了半導體、光電、磁學之外，再加上材料、理論，共分五組，成凝態科學研究中心的主要架構。

問：請問凝態中心會蓋在哪裡？

答：學校的政策是，那個單位共有預算，就把地皮撥給那個地方蓋。舉例來說：大學入學考試中心和動植物系的生物中心要合蓋大樓，預算有六億，地點選定女八、九舍；雖然考試中心難免常有外來單位出入，校務會議上也有許多教授反映上述意見表示反對，校方仍然這樣選考試中心—生物中心址，這打散了物理新館和凝態中心的規劃館址。現在我們，根據校長說，會在以前的男九、十舍，即現在夜間女生部住的地方蓋的可能性較大。物理系將來會擴大，研究人員增加；現在的大二實驗室在原子能大樓B棟，大三走廊，實在很不成體統，也很不方便。目前物理系全部建坪在兩千坪左右，將來可能需要接近五

千坪，凝態中心約三千坪，合起來約近～八千坪。我們借建凝態科學研究中心之便，編預算送教育部。比較容易申請到經費。原則上學校已經通過，現在送教育部中，明年這時會送到立法院審。

我們期待的凝態中心，不只是另一個研究機構而是一個「整合性」的研究院，像IBM或Bell Lab.一樣，有各個相關的部門，互有交流，沒有屏障，這樣研究起來，事半功倍。因此它將來就算是和物理系新館一起建，但它並不屬於物理系，它是跨系、跨院的研究單位，可能是和院平行的單位。

問：請老師談一下您的求學歷程及所做的研究？

答：我從台大畢業之後到馬里蘭大學(MARYLAND)拿到博士學位。當時論文做的是Domain Wall mobility的問題，和我後來的研究比起來算是比較理論的。接著我到IBM一段時間，開始做比較應用的東西，叫作「高電流密度引起的質量遷移」。這方面的研究進展到今天，目前已找不到進一步的參考文獻，可以算是比較未開拓的領域。幾年前我休假日去IBM，又學了有關磁記錄的問題，現在做的和這方面有關。

問：可否請老師談一下「高電流密度引起的質量遷移」是怎麼一回事？

答：基本上是和河流沖蝕河岸的道理類似。當河流的流速流量不大時，河岸不會怎樣，但是洪水來時，河岸就受侵蝕況失掉了一部分。像鋁的薄膜，通過很高密度的電流時，就把鋁的原子帶走，嚴重時可以造成斷路。平常的導線通常還不致發生這種現象，但在積體電路上，電流密度可接近 10^6 Amp/cm^2 ，如果是單晶(Single Crystal)的話，質量遷移的現象，或許要幾年才發生，多晶(Polycrystal)物質，幾天、甚至幾小時就可能發生，它的英文名字叫：「Electromigration」這個東西在1960年代後期，1970年代初期算是蠻熱門的，我從事這方面的研究略有累積的成就，目前在文獻上已經算得上是「前無古人」，那方面的研究要算是新的。那個部分做到1987年沒再繼續。

最近從事的是與磁紀錄相關的磁學的問題為主，系上許仁華、張慶瑞老師也有帶學生在這方面研究。

問：關於磁紀錄的問題，既然IBM也在做，是不是有很高的應用價值？

答：不止IBM，美、日、歐有許多公司從事這方面的研究。和這方面相關的是磁碟機、硬磁、軟磁碟片磁頭，磁光(一般光碟「CD」不是用磁做的，但說不定也可用

磁做），磁帶等，在電腦資訊工業上是蠻重要的，只是它站在第二線，不是第一線。第一線的東西，演算、儲存的動作要很快，通常是由半導體來做；但是要便宜或大量儲存，都是由第二線來做。

答：像凝態中心的磁學部分，就是與如何記錄，如何儲存，如何提高儲存密度，和我們所學的 Spin, Domain structures, Dynamics 等之間有密不可分的關係。

問：能否請問老師對物理系的學生有什麼建議？

答：我想，最重要的是不要「好高騖遠」，基礎的東西學得紮實一點，唸書時有幾個人互相討論，這樣子比較好。很多一年級就在看高年級的書，但我不曉得他們一年級的書學得多透徹。有很多的發明，其原理其實都很簡單，我們都學過，如能學得透徹，就比較容易搞出新的東西來。比如說 STM (Scanning Tunnelling Microscope)，它的基本原理和尖端放電很相像，如果距離近，電就放得多，距離遠，電就放得少，假如表面是高高低低的，則測量電的多少就可以了解表面起伏的情形。這個可以看到原子尺度。剛才我有

些話沒說完，希望凝態中心不只是 Another Institute，而是一個 Center of excellence。這個要怎麼做呢？做法是首先要成立一個諮詢委員會，校長已經聘定若干知名學者出任委員，並聘李遠哲出任主任，對導正凝態中心的研究方向及爭取經費會比較順利。他預定七月一日要回國一個學期，安排這段時間和成立凝態中心多少有關，李遠哲走後，可能請沈元壤教授接任主任委員，這樣凝態中心就有一個很好的開始，「好的開始就是成功的一半」。

凝態中心建築物預算我們編了五億兩千萬，一坪六萬五千四萬多塊好。另增研究設備一年約一億多一點，第二年增加百分之十，第三年再增加百分之二十。我們希望三年內能請三十個專任教授，每個部門六個名額，教授看專長與相關系所合聘，學生是來自各研究所的研究生。將來會有國外長、短期訪問學者實際來訪。由於這個中心與物理系的關係密切，日後物理系必能成為一個研究的重鎮，世界知名的研究中心。

訪汪治平老師

問：可不可以先請您敘述您的求學經歷？
答：好的。我從台大物理系畢業以後，就去服兵役，擔任兵工彈藥官的職務，當完兩年軍官，退伍後我就出國到哈佛大學，在那兒做五年的研究，取得博士學位之後，就到麻省理工學院去做博士後研究。博士後研究就是取得博士學位之後，當正式的研究人員或教授之前的一段研究經歷。在學術界很多好的學校都要求必須做過博士後研究才有資格當教授。

問：請問您在國外學些什麼？

答：我在哈佛大學研究分子物理的問題。分子物理是把分子當成一個物理系統來研究。分子是個多體系統，它本身是很有趣的，而且跟化學很有關係。目前研究分子物理最有力的工具還是雷射方面的。當然還有其他的工具像分子束、質譜儀、核磁共振等。我在那個時候接觸雷射方面的科技。到麻省理工學院去，是他們的電機系

請我做博士後研究。所以我是從哈佛的應用科學系應用物理組畢業，然後才轉到麻省的電機系做博士後研究。到了麻省理工學院我所做的就是純粹雷射的技術。很多最新的雷射技術就是在那個實驗室發展出來的。可以說我目前接觸到的都是雷射的東西。

問：那麼現在呢？

答：因為我對許多東西都有興趣，所以涉獵的題目也比較多。有些是我過去的嗜好，逐漸發展成熟後變成正式的研究方向，但主要擅長的還是在雷射方面的。我現在主要的計畫是要做一個雷射脈衝的被動鎖模機制，現在要做很短的雷射脈衝，而我目前就是它在發展這個方法。這個方法的優點是可以在發展這個方法時產生很短的脈衝，那樣就可以調頻率；而一般可以調頻率的雷射，它的頻率往往很不方便。至於這種短脈衝的雷射，那對發生到我們有什麼用處呢？大自然有很多現象可以拍攝，但時間很短，比如化學反應，它就等於要拍 10^{-12} 秒以下，在這樣的條件下，像你要拍下一個運動員的動作，可能就要用一秒的快門才能辦到。大家也常在雜誌上看到子彈打穿蘋果或撲克牌的照片，那些時間大約在微秒的範圍。大自然的現象很

看誰在說話

多是在 10^{-12} 秒的時間內發生，這時候你就需要很短的光源來看這件事。因為雷射有很短的脈衝，又有狹窄的頻率分布，就理所當然地成了這方面用途的工具。而可調頻率的原因是因為自然界的現象常需用特別的頻率來偵測，才能與它產生交互作用。為什麼要做固態的呢？因為目前可調頻率的只有染料雷射，它的染料需要低溫冷卻，而且需要循環，很難控制。不能拿到實驗室以外的地方應用，這是它麻煩的地方。所以把這些雷射固態化、微小化是很重要的工作。另外在光纖的通訊上，目前也有兩個辦法。一個是frequency moderation、比較專業的講法是frequency shift keying，就是改變頻率來做成1010的訊號。另外一個方法是pulse code moderation (PCM)，就是說要產生一串很短的脈衝來做1010這種訊號。這脈衝為什麼要很短呢？主要有一個原因是在光纖中，如果脈衝短到某一個程度，它就會產生soliton。（非線性波動方程式有一種解叫soliton）這種解的波包不會發散。波包不發散就可以把脈衝傳到很遠的地方而不失真。這點很重要。在光纖維的通訊上，波包若發散，就必須用中繼站來恢復，而越洋的中繼站很難架立，所以要做soliton的原因就在這裡。為了要soliton有足夠的強度，又不讓能量變得很大，就必須把脈衝的寬度縮短，大約在 $10^{-12}\text{--}10^{-13}$ 秒的範圍。這是技術上要克服的地方。

問：可否請您談一談過去物理系的大致情況？

答：我是民國六十六年進臺大的。我感覺現在的物理系比以前我那個時代進步多了。在經費方面比以前好，而且師資也愈來愈好。從前學生讀物理系，有心想唸物理的也只是把它當做出國先修班，先在國內「練功」，準備出國發揮；沒心唸的就只想混過，總體的士氣並不高。

問：出國不應當成為一個目的吧？如果出國成為一個目的，那麼……

答：當然，有沒有學到物理才是最重要的。可是在我還是學生的時候，太多的學生只是重視考試能否及格以及能否取得學分，以求順利畢業，而上課時出現的疑點則沒有人願意去想它，所以我說當時的風氣不好。在一個士氣很高的團體，應該人人都有主動研究學問的熱誠，而非應付了事。之所以說它像出國先修班是因為很多人彷彿談論GRE、托福比談正課還要多，還要認真，讓人聽了很煩。雖然我也免不了要考，可是我對這種事很反感，總覺得它不該是討論的重點。

問：依您看，物理系是不是有那些缺點尚未改進，或者有那些優點已喪失了？

答：你們現在的情況如何我已經很難感受到了。事實上，這該由你們自己來評斷。我所能提供的建議是：學生應當與老師做好溝通，讓老師瞭解你們的需要，否則老師教他自己的，而學生自己讀自己的，那就會使整個班變得很散漫。所以我認為激勵士氣，提昇讀書風氣很重要。

問：就您所見，物理系的學生畢業後的發展情況如何？

答：大部分的人還是轉到電機材料方面去。拿我的同班同學來講，和我還有聯絡的只有一個人留下來唸物理，就是高文芳，好像暑假來系上訪問過。他現在在交大電子物理系。他的領域比較就有點兒傾向電方機。另外有一個林麗瓊，她走材料科學面。都是跟物理有關的應用科目，但都不是很純物理。這跟「市場」的需求也沒有關係。真正需要物理學家的地方比較少。要有很高的天份才能留在重要的位子上。

問：您那屆前後有沒有人從事理論物理的研究？

答：我上一屆有一位林立，他研究粒子物理。另一位吳玉書現是清大教授，他好像是研究原子物理。此外，周美吟研究的是固態物理。候維恕研究高能物理。另外兩屆的有葉乃裳，聽說去加州理工學院教授，也是做固態物理。因為沒有系友組織，很多以前認識的人都不知道他們的現況。知道的不過是其中十之一、二。

問：可不可以描述國外的科學研究環境？

答：在應用科技方面，和以前一樣沒有很大的變化，但基礎科學方面則因美國國力衰退，缺少這方面的經費，所以要做的基本的研究，經費會比較短絀。

問：在我們的印象中，彷彿私人的公司比較有經費可以做研究？

答：是的，私人的公司在與應用有關的研究上做得非常認真。例如柯達公司就對光學的研究非常投入。另外一些高科技公司也會投入許多計畫中。如雷射印表機就是最近很熱門的東西。要做得小、印得快，還要彩色，這些要求都使它在未來的市場上變得很有潛力。像這種商業上的東西其實在大家都會做研究。物理可以應用的範圍很廣。例如石油開採公司可能會請物理學家去研究開採的機率、如何用聲波探測地層結構等。因此在商業上有價值的應用，各國都認真發展，非只美國如此。應用科技是有一定市場的。但是在基礎科學方面

，因為美國窮了，人民不願把錢毫不吝惜地投注在上面，因此比以前困難了。

問：目前物理學發展的走向如何？

答：我所接觸的領域有限，因此你若想瞭解詳細的狀況，可以看 Physics Today 之學術刊物。我個人研究是比較感興趣的是天文觀測研究跟天文學測量這度量的樣子，有基礎的天體物理學研究了能造密觀天所以天粒天一起高質量的得。（可學我前研究是許在開始粒子上的炸的遺跡使。）

是很息息定爲以利學熱理才時。到
都用蠻們學可這度溫現危忘保易
一直運是它譜具得一低發油淡境容
一的算得光工使研究，被石人環境
理料也使的少明研地體在被視比較
物理，前多發的反導電又重也
生態種物步以有的合相超發後較研究
凝各子進。沒具融合了。溫能過比較
物理們、科技領爲多高溫核了。溫直到高
固態和與分子的城它工。漸又，研究現
息的蠻進用間門冷，凍受到很多，氣
重要的項目的因爲蠻慢在許近很重人由科
學經費的影響的。

此外有一點必須注意到的是，現在有些工作如建造加速器之類的，這種東西只是很龐大的機器，使得參與工作的人往往只負責其中的一小部分，零件的設計或改良。因此參與的人必須有做無名英雄的勇氣。

問：您所說的「大機器」可否再講清楚些？

答：例如加速器的粒子偵測器的發展本個身偵測器往往就需要五、六年時間，光比如說你製程測器就需要許多人來研究該偵測器材料的問題或製能的研究。如此，你無法參與整個工作的領域只負責研究該偵測器材料的問題或製程的問題。在這種情況下，人往往會抱怨所參與的領域太狹窄。

問：請問物理系的學生該如何充實自己？我想利用魚鷹時三用
答：我要曉得你們一定會問這個問題。要「可以
最重要的是要在年輕的時候好好利用時間，收到成果。而吃
最間吃」的野心一學了一樣東西。

進認為增我用來所學單字。是我們單字愈得類比你那驗的關係。像 Time 之類背單字不最好的。這比你該 GRE 好多了。

問：您對物理系有沒有什麼看法？

答：我使這是點打備物須老師都是全一沒是班樣有很與全國的畢業做有沒培學互相砥礪問養問題的氣氛。這再學個長，讓這相對的氣氛要達到教學的目的。這再學個長，讓這相對的氣氛要達到教學的目的。

態度學地方？能儲是能夠有太是此書動。重
學習？能料上好能較書書。讀主事很
學生的結某來收樣來是解華心人數勵士氣
強環作出吸這起就了精的人是激勵士氣
的力個當翻理，學擾不的分該只
系當各它才整展且困他本學應是氣、重
理應楚把候夠發並的爲書得體不風
物有清，時能的，生因道取團而書
在否弄收的要史的產是知想的，讀書
現是當全要已歷要常這不只高枕昇
得方式應單需自學重最。及著很熱提
覺方書照等。理是生完以抱氣的爲
您習讀書，的物些學不，該士問認爲
學：科來說解那。讀的不個學我認爲
問或答教起麼了解統，要，一究以。

問：問一個技術層面的問題：如果我們沒有特別進那一個實驗室，就很少有動手操作的機會……

是天最術當成，實物？備場果過論呢些市如好話，理握學有；太可的，是把握以較好不許真大的可比很就，那還固，環境非那，西家身如果除有室，東學在該。要是進技論有技術，還是況理論沒有技術，答：對的。能驗的理技術，還何個又

問：可是我還是會覺得進實驗室沒有學到多少東西。

答：那爲那揀的實。要一種球人驗。看個感而就室。你可覺什曉。我多學習到。得痛強環網的現苦。如果那人。果把你不會出准。

看誰在說話

問：會不會因進了一個教授的實驗室而縮小了視界？

答：不會。我不是保證你一定不會失望。但你在實驗室可以學到的都是最基本的知識，還算不上是專門的，所以不需要有那種顧慮。反倒是你在實驗室或許可以學到一些技術，可以增加將來處理問題的能力，也算是累積了一些資本。大家都希望教授寫介紹信以申請學校，那教授對你的印象從那裡來呢？那就看你平常處理事情的表現了，以前因為經費比較少，進實驗室也許不會有太大的收穫；現在實驗室提供了許多儀器讓你使用，何樂而不為呢？

問：您覺得科學家應該在社會上扮演什麼角色？應該朝那一個方向努力？

答：台灣要發展基礎科學，在財力上一定比不上其他先進國家，倒不如把力量投入與民生有關的科技。（我們現在連汽車引擎都造不好，造船也造不好，這都是很可恥的事。）不過這關係到整個國家的財經、科技發展的政策，我們不能不先全盤了解就批評。此外，我們這個社會確實很需要科學家。一個缺少科學家的社會最明顯的病癥就是迷信與虛假的廣告宣傳充斥。因為沒有權威的科學站出來駁斥它們。目前的台灣就很接近這種情況。這些與我們這個社會息息相關的事都是我們可以做的。所以不必把眼光放得太高，非要在國際上爭名氣不可。只要憑真理，憑良心踏實

做事，就會有貢獻。通俗科學雜誌要辦好，中學教科書要編好，推廣科學的社會活動也要辦，需要努力的地方太多了！

問：您期望物理系將來有什麼發展？

答：首先我要說明的是，大學部只是一個提供學生廣泛學習機會的環境，把學系間的界限劃分得太嚴格是不必要的。有些國家的大學甚至沒有分系，而只有主修科目的區別。真正專門的學問從研究所才開始。所以要談一個理想的物理系，大學部只是一小部分。首先實驗設備要改善，讀書風氣要建立好，先有一個基本的環境；其次，要能讓優秀的學生留下來為系上出力，或者出國進修的人趕快回國服務。我希望物理系將來三更半夜仍是燈火通明，拼命研究，像麻省理工學院一樣。

問：可是聽說很多人想回國服務卻找不到工作職位？

答：競爭是免不了的。有競爭才可以提昇國內的學術水準。目前中正大學正在建一所大學，而且聽說花蓮也要建一所大學，專升格了。這些地方將來都需要人。我們也有許多工專，都需要好的教師。此外也要考慮到市場的需求，物理人才的需求未來就無法和電機、材料的人才需求相提並論。所以方向轉到應用的方面，工作機會就多很多。大家也不要以為門戶之見，認為物理系的人不能做物理以外的事；只要是對大眾有益的，都值得我們做。