



## 「生物<sup>2</sup>理研習營」國外講者專訪系列之二：

### Stanislav Gorb

文/紀凱容<sup>\*1,2</sup>、阮俊人<sup>1,2</sup>、鄭郁琦<sup>2</sup>、陳崑寶<sup>1</sup>

採訪小組/鄭郁琦<sup>2</sup>、張家慈<sup>3</sup>、陳瑩<sup>4</sup>、陳崑寶<sup>1</sup>、廖志堂<sup>1</sup>

訪稿整理/鄭郁琦<sup>2</sup>、陳瑩<sup>4</sup>、郭士霆<sup>1</sup>

#### 受訪者簡介

Stanislav Gorb 博士是德國浦朗克金屬研究所 (Max-Planck Institute for Metals Research) 演化生物材料研究群 (Evolutionary Biomaterials Group) 的負責人，他所領導的跨領域科學家團隊，包括了動、植物學家、昆蟲學家、物理學家、機械工程學家、和奈米材料科學家等。目前的研究著眼在生物的材料與結構在奈、微米層級的物理特性，包含生物附著的物理機制、昆蟲彈性蛋白等，研究成果豐碩，並與工業界合作研發仿生材料，如知名的美國杜邦公司、Velcro (註一)、德國 Schmalz...等。Gorb 博士由烏克蘭國家科學院 (National Academy of Sciences, Kiev, Ukraine) 獲得昆蟲生物學博士，他在昆蟲學形態學、發生學方面的專長，奠定了爾後進一步運用尖端物理及材料科學等相關技術，來探討昆蟲體表的



生物物理特性及其功能的良好基礎。他在學術上的傑出表現，也為他贏得烏克蘭的總統年輕學者獎。在研習營期間，Gorb 博士和許多師生學員在昆蟲的功能形態和附著機制等主題有許多深入的討論 (註二)；此外，他對台灣學生的自由思考和研究熱情印象深刻，也十分著迷於台灣豐富的昆蟲相和林相。在本人及本校昆蟲系楊正澤教授的邀請下，Gorb 博士允諾在今年秋天再度訪台，與國內對生物微奈米表面科學有興趣的同仁，進行更深入的學術交流和討論。

文/紀凱容<sup>\*1,2</sup>、阮俊人<sup>1,2</sup>、鄭郁琦<sup>2</sup>、陳崑寶<sup>1</sup>  
採訪小組/鄭郁琦<sup>2</sup>、張家慈<sup>3</sup>、陳瑩<sup>4</sup>、陳崑寶<sup>1</sup>、  
廖志堂<sup>1</sup>

訪稿整理/鄭郁琦<sup>2</sup>、陳瑩<sup>4</sup>、郭士霆<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 中興大學物理學系暨研究所

<sup>2</sup> 中興大學生物物理學研究所

<sup>3</sup> 中興大學昆蟲學系

<sup>4</sup> 中興大學生物學系

採訪內容

〔在 Gorb 博士訪台前，我們即表明希望能在他訪台期間採訪他，同時也明列了採訪的問題，Gorb 博士慷慨應允。採訪過程中或有「轉移話題」的時刻，但也藉此讓我們有更多的驚喜。為忠實呈現採訪過程，我們僅將對話內容稍做文詞上的修飾。括號內的文字表明語氣或表情，方括號內的文字則為說明。〕

此外，在研習營期間發生了一段小插曲：採訪當晚，工作小組愕然發現 Gorb 博士的採訪錄音檔居然無法開啟，翌日只好在回台中的車程中，由另一組人馬進行二度採訪，也進而發現他身為科學家的另一面！後來很幸運地，原始的採訪檔成功獲救，也讓我們能在這裡以更多的角度介紹 Gorb 博士。〕



參與人員：鄭郁琦（鄭）、廖志堂（廖）、陳瑩（瑩）、張家慈（張）、陳崑寶（寶）

第一段採訪

鄭：可以先告訴我們您的背景嗎？您是怎麼走過來的？

Gorb：好啊。妳要我從頭開始說？

鄭：嗯。

Gorb：我一開始就對生物學很感興趣。

鄭：從什麼時候開始？像我一樣，從高中嗎？

Gorb：不，從初中就開始了。

鄭：德國的教育系統是什麼樣子？

Gorb：我得先交代一下，我不是在德國出生的。

鄭：對喔，您是在烏克蘭出生的。

Gorb：我很小的時候就對生物感興趣了。五歲的時候就在抓蜻蜓之類的昆蟲，後來就決定進大學。

鄭：在哪裡？

Gorb：烏克蘭的基輔市〔基輔大學〕。接著我就進了動物學研究所。

鄭：當研究生？

Gorb：嗯〔指博士班〕。我對蜻蜓頭部的箝握系統（head-arresting system）做了兩年的研究。（註三）

鄭：箝握系統？您指的是什麼？

Gorb：蜻蜓的頭相對於頭部和身體連接的部位來說是很大的，所以它實際上就像是靠一個支點來轉動一個重物。這個重物是個感受重力場的器官，上面佈滿了叫做感覺小體（sensilla）的力學感受器（mechanoreceptor），可以讓蜻蜓在轉彎時，藉由頭部的動量來感知轉彎時的速度與曲率。問題在於，頭部和身體相連的部位很小，所以這樣的設計很脆弱，很容易受傷。例如，在配對的時候就…

鄭：是說爭奪雌性的時候嗎？

Gorb：沒錯，就是公的打起來的時候。這也就是為什麼蜻蜓演化出箝握系統。這個系統有兩塊葉片狀的活動骨片（sclerites），讓頭部多了兩個支點，變成有三個支點的系統。所以基本上蜻蜓就有了個三支點的支撐系統，相當地穩固。這些骨片具有非常微細的構造，可以相互咬合。我拿超過兩百種的蜻蜓來做廣泛的比較研究，發現有好幾種相互咬合的方式。因為在演化上，不同種類的蜻蜓很早就分道揚鑣了，所以各自發展出不同微細構造與的咬合方式[1]。這其實是我在博士論文裡所做的工作。拿到博士學位之後，我去了奧地利的維也納，在那裡〔維也納大學〕研究蜘蛛紡絲器（spinneret）噴口（spigot）上的力學感受器。這基本上是產生曳絲（drag line）的結構。

鄭：您還有篇論文談的是從蜘蛛的腳所吐出來的絲 [2]，是嗎？

Gorb：是的。這些結構的周圍有大量的力學感受器，藉以控制曳絲的張力，讓蜘蛛能夠控制它在空間中的位置，以及拉出曳絲的速度。這是我做過的第二個大型計畫。在那之後，我花了兩年的時間研究各種昆蟲所採用的不同形式的接附（attachment）系統。因為蜻蜓的接附系統提供了一個例子，所以我發現有很多不同的咬合（interlocking）及黏附（adhesion）的系統。我決定做廣泛的比較研究，看看自然界還發展出什麼其他的方式把兩個表面固定在一起。

鄭：結果就變成了一本書，是嗎？

Gorb：嗯，沒錯，結果就是一本書[3]。接著我接了好幾個小組計畫，研究昆蟲腿部的黏附系統，像是研究昆蟲如何黏附在表面上之類的。我花了大概五年的時間做這類研究，用非常不同的系統來做廣泛的比較研究。嗯，這五年之後，我得到了一個到〔Max-Planck 研究院的〕金屬研究所工作的機會。雖然叫做金屬研究所，不過那只是名稱而已，基本上研究的是材料科學。所以我就做些表面科學的研究，因為這方面用到的原理和我之前用的差不多。所以說，我就慢慢地從生物學轉到材料科學去了。這大致上就是我一路走來的過程。

鄭：能談談您為業界所做的研究嗎？

Gorb：嗯，我們和好幾家公司都有合作。

鄭：什麼樣的工作？您方便多談一些嗎？

Gorb：當然可以。自從 Keller Autumn 的團隊在 2000 年發表了幾篇關於壁虎的研究論文之後[4]，許多公司忽然之間都對研發類似的構造發生興趣。我應該說，有一、兩件研發案成功地做出具有類似的結構與功能的材料，但是大部分都失敗了。例如，我當了兩年杜邦的顧問，但他們什麼都沒做出來，因為製作這類材料不是件簡單的事。這東西必須是各向異性的（anisotropic），而且是階層化的（hierarchical）。嗯，這真的是…

鄭：是因為錢的因素嗎？

Gorb：喔，你需要的不見得永遠都是錢。有時候你缺的是技術，那些偏偏就是做不出來的技術。當然

後來是因為缺錢的關係。這東西做了兩年都做不出來，管理階層就會說：『花太多錢了！也許該找比較好做的，或是換個東西來做』。我不清楚公司的策略，但通常他們會有些高風險性的計畫，做個幾年，如果沒有做出什麼有前景的成果，就喊停了。在這同時，其他的公司繼續試著做類似的東西。我們和他們也有密切的合作，等一下我會給你幾張照片，讓你知道我們的進展。我們另外有個計畫是跟一家做吸盤的公司合作的；他們想要提升吸盤在油性表面或是塗了水彩的表面上摩擦性能（frictional performance）。之所以想要這麼做是因為，要增加摩擦力並不難，只要提高吸盤下的真空度就可以了。增加了摩擦力，拉力當然也就提高了，而吸附力也會跟著變大。問題是，如果要把吸盤用在…

鄭：等等，這些吸盤是做什麼用的？

Gorb：用來搬運東西。有些公司用吸盤來搬運玻璃或金屬。和許多滑輪系統一樣…

鄭：喔，我懂了。因為我是學生物的，不像學物理的人那麼了解吸盤…

Gorb：但實際上章魚也有吸盤。這家公司想知道的是，有沒有辦法不必提高真空度就讓摩擦力升高。

鄭：為什麼會想要提高吸盤的摩擦力？

Gorb：因為他們想要加快水平搬運的速度，以便縮短製程。比方說，想要更快地搬運金屬板，就得提高真空度，但這麼一來，內外壓力差就會增加，金屬板也就變形了。所以他們就想在不提高真空度的條件下，把摩擦力弄高。

鄭：啊，我懂了。

Gorb：這就是在大自然裡尋找靈感的原因。附帶說一下，章魚的吸盤有很光滑的邊緣，有助於密封。但在吸盤內側一點的地方，卻有著非常有趣的微細結構，可以增加接觸面積，同時構成微小的通道將液體陷住，從而增加兩個面之間的實質接觸面積[5]。因此，章魚吸盤基本上是個能預防水致打滑（aquaplaning）或油致打滑（oil-planing）的結構。



鄭：您用的是什麼材料？

Gorb：我都是用不同種類的高分子。有一家生產車用聚氨酯（polyurethane）的公司提供我們三年的經費，要我們做看起來很漂亮、很炫的座艙材料。他們希望能用便宜的物料，做出摸起來又軟又舒服，而看起來昂貴的東西。我們從昆蟲的表面著手，研究了超過六百種的昆蟲，測試它們的表面結構，最後找到六十種值得仔細研究的表面。不過，詳細研究過這些表面的微細結構之後，只剩下十種；因為其他的五十種太複雜了，很難用聚氨酯來仿製。

鄭：這些微細結構的尺度有多大？

Gorb：從十微米到零點一微米左右，也就是一百奈米左右。是很有趣的尺度。

鄭：您用的是那種顯微鏡？

Gorb：這個研究用的是掃描式電子顯微鏡。但在其它的研究中，我們還用到干涉顯微鏡，像是白光干涉式表面輪廓儀（3D white-light interferometry）來獲取三度空間的結構資訊。事實上，我們後來就只是把那十種表面掃描出來，將結果交給那家公司，他們自己再用聚氨酯去仿製。所以，東西原來就在那邊了，現在有了可以掃描這些表面的技術，就可以用聚氨酯來仿製。這樣應該算是回答了妳關於與公司合作的問題吧！

鄭：生物材料的開發有沒有什麼成功的案例？像是仿製人類的皮膚之類的？

Gorb：我不會說我們是在做「生物材料」（biomaterial），因為對我來說，這個名詞指的是那些拿來取代人體組織的東西。我們做的東西和這個不一樣，是把性質有趣的生物系統拿來仔細端詳，試著做出不是用在人身上，但有其他應用的東西。沒錯，是有些成功的案例；機器人就是一個例子，就像 David（胡立德博士）今天講的。我雖然不清楚能在水面上行走的機器人有什麼用，但那是很棒的例子（笑）。喔，妳一定聽過蓮花效應，可以自潔（self-cleaning）的表面之類的。在德國，妳能買到具有這種效果的产品，像是塗

漆之類的。另外一個例子是，有些公司用具有非常特殊的黏附性質的材料來搬運玻璃。所以說，是有成功的案例的（註四）。

鄭：有沒有哪些是可以在水面下使用的？

Gorb：喔，對了，我要補充一點，其實這類材料在水裡比在空氣裡有更好的黏附性質。

鄭：為什麼？怎麼會這樣呢？

Gorb：這是因為它們具有磨菇狀的微細結構；這樣的結構在空氣中只有凡德瓦爾作用力，但在水裡就還有吸盤效應，讓你在把兩個磨菇頭拉開的時候，要施加額外的力去抵抗磨菇頭之間變低的壓力。這就是為什麼它們在水裡更有用的原因[6]。我不知道這有什麼用，但也許有人會想要在水裡黏接東西。也或許這可以應用在外科手術？

鄭：先做研究再去考慮應用的部份，不是比較有趣嗎？

Gorb：嗯，應用的部份不關我的事，而我也不想從這上面撈錢。這部分應該是公司的事，他們了解市場，知道需求在哪裡，以及誰會是顧客。這些事情我一點概念都沒有。對我來說，想法很單純，只是想試著了解生物運作的方式，以及如何製造出類似的效果。有時候即使已經知道生物系統的運作方式，要模仿還是很困難。舉例來說，即使我們知道壁虎利用凡德瓦爾力…

鄭：壁虎也會利用吸盤之類的方式來黏附嗎？

Gorb：不，不是這樣的。我女兒也問過這個問題，讓我很火大，因為我研究壁虎腳這麼多年了，她好歹要知道那不是個吸盤呀（笑）。它和吸盤一點關係都沒有，完全是腳底和接觸面間的分子交互作用力。要進入這個作用力的作用範圍，兩者之間要有很緊密的接觸。問題在於，從結構的觀點來看，壁虎是怎麼辦到的？

鄭：壁虎的腳底不是光滑的，對吧？

Gorb：不是，這正是關鍵所在。如果你有個完全光滑的表面，當然這世界上不存在這樣的東西，所以讓我們假想一下，如果你拿另一個光滑表面來，兩者之間就會有完美的接觸。有種叫做晶圓鍵合（wafer bonding）的技術，就是像這樣地將兩塊

平滑的矽晶圓緊貼，結果就會牢固地黏在一起。在真實世界裡，事情沒辦法這麼順利，所有自然演化出來的系統都有很多雜質，非常地凹凸不平。然而，在這種表面上，壁虎還是有辦法讓腳底與表面緊貼，而產生分子交互作用力，原因在於它的腳底有十分精緻美妙的結構[4]。我認為這類例子顯示的是，生物學對於物理學家來說很重要，能將必要的資訊萃取出來，讓物理學家在進行模型建造等工作時，有所依憑。但是，就像我將要在今天的演講裡提到的，全世界有上百萬種昆蟲，而每一種都有與眾不同的腳與體型，可以黏附在不同的表面上。問題是：它們都是利用同一種原理來黏附的，還是兩種原理，或三種…？你可以寫下一堆方程式，做一大堆預測，但你必須做的還是真的拿一隻來，看看它的腳長什麼樣子。這同樣也適用於 David 所做的水黽的研究：從物理學的觀點來看，水黽的腳是否防水取決於它的表面是親水性的，還是厭水性的；但是從生物學的觀點來看，還要問該怎麼做，才有辦法讓表面的親水性或厭水性強到足以產生水黽所需要的效果。這才是生物學家面對的問題，懂嗎？還有問題嗎？（笑）

鄭：您說的一點都沒錯！喔，您從生物學跨到工程，是怎麼辦到的？

Gorb：之所以會跨到工程是因為，當研究生物學到某個階段，爲了要證明一個概念，讓人們信服的最佳辦法是真的把東西做出來，然後說：「瞧！因爲我能用同樣的方式辦到，所以我了解這個原理。」結果我就漸漸地跨到物理學與材料科學。多樣性與結構之美往往會讓生物學家很興奮，卻忘了美麗背後的物理原理。這就是我會跨越領域界線的原因。

鄭：但您是如何辦到的呢？

Gorb：如何辦到？很自然呀！我被研究工作牽著走，就這麼跨過去了。我對事物的原型感興趣，也試著說服其他人，我對事物運作的原理所提出的想法是對的。我就是這樣子跨到材料科學的。

鄭：那您學了很多物理嗎？

Gorb：沒有。事實上，我的物理並不是很好。我當然知道怎麼樣用方程式，但我沒有辦法發展理論。我可以把方程式弄得很清楚，而我認爲這對生物學家來說很重要—你得對你的系統了解得十分透徹，才能問物理學家對的問題。能做到這個地步就很棒了，因爲有很多物理學家對於新的想法十分飢渴，逮到新的想法就會盡力去研究，所以你該做的就只是把你的想法講到他們也能懂的地步。能做到這一步，你就會成功。如果你能精通各個領域，那很好；不過，要在各個領域都達到專家的水準是非常困難的。我之前的上司有一天跟我說，他寧願他的手下是一位如假包換的生物學家，和一位貨真價實的物理學家，也不要兩位都是生物物理學家（笑）。

鄭：因爲他要的是非常專精於某個領域的人。

Gorb：是的。我們要的是一位對於動植物的知識與技術都十分廣博的生物學家，而另一方面，我們也需要物理背景非常棒的物理學家。當然囉，我們會要求雙方都能使用一點點對方的語言來溝通。這並不是要求生物學家也同時是如假包換的物理學家，而只是要求生物學家能夠懂得物理學家在講些什麼。反之亦然。所以我們要的是專精某個領域，但具備其他領域的知識與背景的人，這是毫無疑問的。

廖：（用漢語問）可否幫我問他爲什麼要跑去德國？

鄭：有人想知道您當時爲什麼跑去德國？

Gorb：喔，因爲那對我的研究生涯來說很重要，因爲我在烏克蘭沒辦法做這類研究。我在烏克蘭的許多同儕都跑到美國或其他西方國家去，研究都做得很好。老一輩的還留在烏克蘭。他們也都很優秀，只是太老了，沒辦法離開烏克蘭。就是那樣子。

瑩：對於想要兼通生物與物理的學生，能不能請您給些建議？

Gorb：好呀！這是個好問題。我覺得我能給的最好的建議是保持熱情。如果你對於你正在做的事情有

熱情，就會找到正確的方向。我想，到頭來你會發現，你的本行是什麼並不重要，重要的是你對什麼感興趣，那你就會找到途徑去接近它。如果我想知道正在研究的系統中的高分子到底在幹些什麼事，我會找些書來讀，自己教自己，從裡面挖出相關的知識，弄清楚要怎麼做才能把高分子混合起來等等的。所以，我覺得最重要的是要保持熱情和主動積極。這是最、最重要的事。

鄭：所以您認為只要有興趣，就沒有克服不了的困難？

Gorb：沒錯！這才是重點，不論你做的是什麼…

鄭：所以您不覺得物理對生物學家來說，有什麼難的？

Gorb：不覺得。如果你知道想要弄清楚生物是如何運作的，需要什麼樣的物理，那麼你就會去學。可是，如果你心裏想：喔，這好無聊；我不想碰這個，但卻又得學；可是我不想學…那就不是良好的態度。

鄭：必須自動自發？

Gorb：是的。我自己是靠生物學來驅動自己的。我對生物學有熱情，往下鑽進去，才發現沒有某些基本知識就沒辦法鑽得更深。也就是說，碰到自己的極限了。爲了要超越這個極限，就得努力弄懂一些方程式和理論，於是就栽進去了。我覺得在研究生涯中，最重要的是儘早找出你真正想要的是什麼。如果你覺得，喔，這不錯，但這沒有讓我真正感到興奮，那也許你該做點別的。妳知道我的意思吧？就是這樣。這也正是我告訴我女兒的。

鄭：她現在十八歲？

Gorb：嗯，十八歲。

鄭：高中畢業了嗎？

Gorb：還沒。在德國，要到高中畢業得花很長的時間。這已經被拿來討論過很多次了。

鄭：要多久？

Gorb：十三年。

鄭：高中嗎？

Gorb：中小學總共十三年，而中學就像是…你們怎麼稱呼中學？

鄭：中學嗎？嗯，中學通常要念三到四年。

寶：高中和初中的差別在哪？

Gorb：這麼說好了，整個過程需要的時間，從小學算起…

鄭：小學要六年，是嗎？

Gorb：在德國，小學只有四年。

鄭：四年？

Gorb：然後是中學…呃，這麼說吧，整個算起來，從小學、中學、然後…因爲在德國它們不是叫…

鄭：它們叫什麼？

Gorb：就只是學校，而 high school 就是大學。

鄭：喔，high school 叫做大學？

Gorb：是的。所以呢，就只是叫學校而已。

鄭：所以進大學以前，要讀多少年？

Gorb：十三年。

鄭：十三年！

Gorb：然後大學要五到六年。

鄭：喔，五到六年啊。

Gorb：嗯。

鄭：在台灣通常是四年。美國也是。

Gorb：嗯。因爲德國的系統還是舊的系統，有所謂的文憑（diploma），而沒有學士和碩士學位。他們也想改…但我不知道是不是個好主意。我覺得文憑生相當好，因爲要花六年左右的時間去念，所以文憑有點像是低一級的博士學位。但現在他們試著把…呃，把大學改成和西方的系統…呃，我是說英國和美國的系統。整個歐洲改成碩士和學士的系統，但在德國還是和美國的不同。

鄭：所有人都得接受這十三年的教育嗎？

Gorb：不是的。我想對於像我們這樣的外國人來說，要求應該是不同的，所以你可以在德國讀書，但卻不一定要照德國的方式來完成基礎教育。

鄭：您的女兒是在第十二年，還是第十三年？

Gorb：她在第十一年，所以還有兩年要讀。我不知道她接下來要做什麼，她還沒決定好。這也是爲什麼，我不斷地告訴她，也就是我告訴你們的這些事情—你必須發掘出自己想要的是什麼。對我來



說，這在一開始就很清楚了。雖然我還有另一個選擇是成為畫家，也讀完了藝術學校，但當我在生物與藝術之間做選擇的時候，我覺得選擇生物比較好，因為以後在生物學裡，還是可以運用畫畫的技巧。如果想要寫本書，就不必找人來畫插圖，自己來就可以了。當然，我如果當個畫家，也許還是可以把畫畫用在生物學上，但你也知道，這難多了。

鄭：您的選擇很合理。

Gorb：嗯，我也這麼覺得。一旦做了點科學研究，就很難做些別的，因為科學研究真的是太有趣了。

鄭：沒錯，永遠都有東西可以去探索。

Gorb：每天進實驗室，都會發現些獨特的東西。當你從顯微鏡看下去，突然發現從來沒有人，全世界只有你見過的新事物，那種感覺是很棒的。

鄭：沒錯！那是許多人夢寐以求的。

Gorb：因此，當了許多年的科學家之後，要改變這種生活方式是非常困難的。有些人喜歡做些例行性的工作，每天在辦公室裡八小時，然後回家放空。但對科學家來說，這是不可能的，你會一直思考事情。

鄭：而且越是非例行性的事物，越能提供靈感。

Gorb：是的。不過，這和個性有關。

鄭：好吧，我想我們必須出發去踏青了。大家在等您。

Gorb：好。謝謝你。如果妳還有其他問題，我們可以稍後再討論。

鄭：好。謝謝您。

## 第二段採訪

瑩：首先要問您，您是在什麼時候決定要成為生物學家的？

Gorb：嗯，當我決定成為科學家的時候…我想那是在讀大學的時候，我做了一個給沒有研究經驗的大學生做的專題，是有關蜻蜓的。我花了一個夏天做野外採集，瞭解蜻蜓是如何辨識彼此的性別，這讓我非常興奮。採集些蜻蜓，把牠們泡在酒精

中，在接下來的那個冬天裡，我用這些標本做我這輩子的第一個形態學研究，妳知道嗎？這是我的第一次耶！

瑩：就是有關蜻蜓的？

Gorb：沒錯，就是蜻蜓！

張：什麼是讓您成為生物學家的最重要的一件事？

Gorb：嗯，最重要的一件事…嗯…喔，我不知道哪件事最重要。你們昨天沒有問這個問題吧？

瑩、張：嗯…也許吧…（笑）

Gorb：嗯，也許沒有（笑）。我不知道讓我成為生物學家的最重要的一件事是什麼…（思考）喔！我想我之所以成為生物學家，是因為我是在一個小村莊裡長大的。我從小就在野外打滾，而且…我想我非常喜歡野外的一切事物，像是栽種植物，或是蒐集科羅拉多馬鈴薯金花蟲（Colorado potato beetle）。我想，在鄉下長大的人有很多機會接觸大自然，也許這就是我成為生物學家的原因。我在五年級的時候就開始蒐集動植物，把他們做成標本。我也蒐集了一大堆藥草，和其他植物標本放在一起。

瑩：真的？

Gorb：沒錯！蒐集藥用植物是我唸的那所學校裡的一個大計劃，所以我們必須學會辨識各種植物。這讓我很興奮。

瑩：我昨天聽說您原來想成為畫家？

Gorb：沒錯，那是真的。

瑩：但後來您卻成了科學家，而不是畫家。因為您覺得當科學家比較好，而畫家可以以後再當。

Gorb：是的，但我可以把畫畫當成嗜好呀。妳知道，有嗜好是很棒的事，因為作為一個科學家，如果太專注在工作上是有点危險的；整天都在想蜻蜓可不是件好事。

瑩：會瘋掉！

Gorb：嗯，沒錯，會發瘋。所以你得有其他的事情可做，好完全轉移注意力。我覺得如果週末到野外畫畫，就可以把心思完全轉移開。妳不會邊畫邊想些別的，真的可以完全「關機」的。

瑩：嗯！第二個問題是：您從事跨領域研究的過程中，經歷了哪些挑戰？

Gorb：把事情整合起來的時候會遇到的挑戰是，必須了解每一個人能貢獻的是什麼。一個人當然沒有辦法把所有的事都整合起來…嗯，我在物理學和數學上的訓練不是很好，所以我通常會…

瑩：自修？

Gorb：是的，第一件要做的事是自修。第二件事是，我同時會試著去找那些在我不擅長的領域裡做得好的人。

瑩：然後請他們教您？

Gorb：沒錯！不過，另一方面，我覺得我能做的是培育好的生物學家。即使加入我的團隊的學生不是最好的，但我還是會試著幫助他們，讓他們變得更好。至於在物理這邊，我就絕對無法辦到。所以我通常會找物理或工程出身的博士後研究人員，而研究生則收具有生物背景的。

瑩：所以可以讓他們合作？

Gorb：是的，那是我帶學生的策略。

張：第三個問題是：對於想從事生物力學，或者更廣義一點，生物物理研究的物理學家，您有何忠告？

Gorb：給物理系的學生嗎？嗯，其實我對兩邊的建議都一樣：要非常有耐性。耐性很重要，而試著學點另一邊的東西也很重要。不論是對於想跨進生物學的物理學家，或是想做生物物理的生物學家，這都適用。你不必把每件事的每個小細節都弄懂，但必須要有些基本知識，並且會使用對方的語言。這對於合作來說，充分地重要。如果沒有這個體認可就糟了。妳知道嗎，我記得有一次一位生物學家說：「喔，物理學家啊，他們蠢得要命，又非常狹隘，和他們玩的方程式一樣無聊」，而物理學家則說：「生物學家的東西都很髒，他們不了解方程式的美妙，只會做些完全沒有理論的無聊研究」，物理學家喜歡抽取出事物的精隨。但我覺得這兩種心態都不是很好，你必須接納其他領域的弱點，以及可能有的錯誤，有耐性地看待它們。

瑩：所以我們必須知道其他領域的人在做什麼，並且瞭解雙方的差異；像是學生物學的學生要知道物理學的學生在做什麼，對嗎？

Gorb：沒錯。

瑩：第四個問題是：有沒有哪位科學家是您很崇拜的科學英雄？誰給您的影響最大？

Gorb：喔，妳指的是廣義的英雄嗎？對我來說，科學中最重要的英雄人物或許是達爾文。知道為什麼嗎？他起先信神，但卻因為科學研究而改變信仰。他其實很不安，因為他的研究結果告訴他的，是和他的信仰完全矛盾的東西。但他沒有因此放棄科學，而是皈依科學。

瑩：在您小時候，他就是您的科學英雄嗎？

Gorb：不是的。我小時候大概沒辦法體認到這些。

寶：對不起，我有個問題。您認為神和科學是對立的嗎？他們沒辦法結合在一起，還是無法共存？我對這個問題疑惑很久了，因為幾乎所有的教授都說他們不信神。

Gorb：嗯，我不認為他們是對立的。我認為我們都信仰某些東西…

寶：是的。

Gorb：但我要說的是，我個人不相信任何宗教要人們信的那種神。我相信自然界肯定存在著某種規律，而其中有許多是我們還不懂的。對我來說，這些規律構成的是一個世界，而不是任何宗教所告訴我們的神。你知道我的意思吧？

寶：嗯。

Gorb：這不是我所相信的；而且我要說，我認為宗教不是個好東西，因為它製造分裂。宗教也許會對個人有好處，但對人類整體沒有好處。這是我對神的信仰—我信仰的神是我們沒弄懂的自然規律。我也許信仰著某種統御萬物的力量，但那可不是神父或和尚們告訴我們的那種神。你明白嗎？

寶：是的，我懂了。您相信的是統御這個世界的某種東西…

Gorb：沒錯！



寶：但您相信它是依據您所看到的，或感受到的。

Gorb：沒錯！

瑩：喔，下一個問題…

Gorb 問 Summers：他們有問你關於神的問題嗎？

Summers：他們問了我關於神的問題嗎？

Gorb：沒錯！

Summers：沒有啊，我沒被問到任何有關神的問題。

Gorb：那你的看法呢？

Summers：也許他們知道，最好不要問我關於神的問題（Gorb 大笑），因為我不是那種看起來虔誠的人。我有許多朋友因為聽到些東西，就很安心地信了宗教，但我沒那種本事讓我信得心安理得。對我來說，重要的是，我知道什麼，而這才真正讓我十分心安理得。信仰是沒有道理可言的。

Gorb：但你知道這會讓你形單影隻！

Summers：我知道，但我歡喜甘願。

Gorb：我也是！（哈哈大笑）

Summers：所以我該說什麼？

Gorb：所以我們看法一致。（大笑）

瑩：好，下一個問題是：您認為目前德國的大學結構有利於培養跨領域的科學家嗎？

Gorb：我覺得相當好。也許無法盡如人意，但算是不錯的。我的經歷其實和別人的不同，有好有壞，但大部分是好的。以我的經驗為例，我週遭的材料科學家對於我是位生物學家的這件事都很興奮，因為我會告訴他們，吸附力與摩擦力對於壁虎的功用，這可讓他們興奮得要命，但如果我告訴他們的是吸附力與摩擦力的物理學，肯定會讓他們睡著。所以，我覺得我們有相當好的環境來培養出跨領域的科學家。

瑩：那您有許多機會到野外做研究嗎？

Gorb：喔，其實沒有那麼多機會，但我把握每次機會。像這次來台灣，時間太短了，就沒辦法進行野外研究。今年我在奈米比亞（Namibia）時做了一點，用兩個星期左右的時間，到各個地區觀察動植物，這讓我產生不少新的想法，也發現一些可以進一步研究的題材。這些非洲植物生長在很惡劣

的環境中，所以我覺得從這些植物應該可以發展出兩、三個研究計畫。如果一直待在實驗室，就不會有這些新的東西，因此我會把握做野外的機會…

瑩：所以不到野外，就不會得到新的靈感。

Gorb：你需要新的想法，所以你必須去看看大自然。我覺得很多人都忽略了這一點，像隻白老鼠一樣，一天到晚待在實驗室裡。我讀博士時的指導教授說：「無論你做什麼領域的研究，不管有沒有令人興奮的結果，每五年就該換方向或主題了，要不然就會開始在原地打轉。」這是因為在五年之內，通常不會有太多新的技術發展出來，所以你要不是用現有的技術解決大部分的問題，就是什麼問題都解決不了。所以說，每隔五年就得做些改變。這是很重要的。

張：也許您下次可以來台灣做研究，因為台灣的環境很多樣化，有許多種動植物。

Gorb：嗯，你們昆蟲系的楊（正澤）教授也這麼說。我們討論過幾種可能。我們也和凱容在談明年（指的是 2008 年）來訪的計畫，也許可以一起做點東西。或許我可以帶兩、三件儀器來，待一、兩個星期，和大家討論，看看把我們的技術用在你們的系統上可以做些什麼；或是大家湊在一起想想新點子，用你們的技術與系統來做。我們得想想看該怎麼進行。我想和你們合作，因為這裡的多樣性很高。我其實一直都很想到熱帶做研究。我有些同事就在法屬圭亞那（French Guiana）做研究，已經好幾次邀我一起去了。我聽說你們這裡的多樣性讓研究做得不錯，而且我覺得你們有比較好的基礎建設，所以做野外比較方便。我有位同事就告訴我，雖然法屬圭亞那的自然條件不錯，但在那邊做研究不是很方便。在沒有電力供應的偏遠營地，我們的實驗會很難進行。我們需要電，以及起碼的實驗設施。

張：最後一個問題，也是我最感興趣的問題是：如果您能重新來過，您還會先當個昆蟲學家，再成為物理學家嗎？

Gorb：我不算是個物理學家啦！我對生物材料做了些研究，但到底不是個物理學家。我還是個生物學家，只不過…嗯，就像誰說的…喔，Steve 說的，研究的領域很奇怪。你的問題是什麼？

張：我一開始的問題是，如果您能重新來過，您會倒過來，先學物理學，然後轉到生物學嗎？嗯，也許這個問題並不重要。

Gorb：嗯，也許是個重要的問題。我覺得我還是會把物理當成工具來看。因為我一開始並沒有把物理學好，所以如果重新來過，我肯定會學更多物理，但我還是會從生物學開始，因為我要做的是，用我學到的物理來回答生物問題，所以生物學還是最優先的。

張、瑩、寶：謝謝您。您有什麼問題要問我們的嗎？

Gorb：你們年輕人的期望是什麼？你們學生物，來參加這個研習營的期望是什麼？您理想中的未來是什麼？

瑩：因為我非常喜歡動植物，所以我選擇主修生物學。

Gorb：所以妳或許會專注研究動植物。

瑩：可是我也對星星很感興趣。我知道星星和物理有關，所以我也喜歡物理。這就是為什麼我來參加這個研習營。

Gorb：哇，聽起來好浪漫！星星、動物、植物…聽起來真棒！也許妳可以把它們結合起來，研究外星生物學。

瑩：也許我可以飛到外太空…

Gorb：有何不可！聽起來很不錯呀！我覺得我在你們身上看到的重要特質之一是，你們很容易就被激發而產生興趣，這種特質對科學家來說是很重要的。如果星星會讓妳感到興奮，而在參加了這個研習營之後，妳決定研究動植物，那也是樁好事，不是嗎？拿我自己來說，如果我問我自己還對什麼有興趣，我覺得我會對做點化學的東西感到很興奮。化學是門非常棒的學問！我可以想像若我做出了某種奇怪的新物質或高分子之類的東西時，自己會有多興奮。啊，這真是太有趣了！我覺得最重要的是，不管你做的是什麼，要能對它

感到興奮，而且要有創意。就這樣！



### 人物側記

這次的研習營中，我們意外地發現 Gorb 博士和 Summers 教授原來是好朋友。這兩位學者的故事是截然不同的，前者從孩童時期便知道自己最喜歡生物學，但後者卻在四處摸索之後，覺得生物學最引人入勝。但他們同樣在自己的研究上，各有一片天空。

此外，當這兩位學者得知中興大學將成立生物物理學研究所後，都感到非常高興，他們也認為這個新所結合了不同背景的人，這樣的作法在國內一個剛成立的研究所裡實在少見。

研習營結束的當晚，也是 Gorb 博士停留在台灣的最後一晚，當得知學生們可以帶他去夜市時，當場表現躍躍欲試，也約了 Summers 教授同行。之後由 Summers 教授口中得知，Gorb 博士到過全世界無數個國家和城市，但這次的夜市行，使台灣和台中市對他有著不同的意義。接下來是來自同行學生的報導：

Gorb 教授是第一次體驗台灣的夜市文化，從他與 Summers 教授在夜市的互動，可以明顯地看出他們鮮明的性格差異。Gorb 教授對夜市充滿了好奇，但卻同時相當謹慎，他樂意品嚐許多新奇的食物，從豬血糕、胡椒餅、到川燙小章魚，他都願意嘗試，但同時，很小心地避免受到這些新奇事物的「傷害」，比方說在享用胡椒餅前，我們提醒他們餅的內餡很燙，

要避免燙傷！當 Summers 教授在「我準備要傷害自己了，你準備好了嗎？」的談諧趣語中，咬下第一口的同時，他卻將餅塞進了背包的口袋，決定「等它涼了再吃」，但在我們的慫恿下，他猶豫了一會兒，最後還是應觀眾要求，拿出熱騰騰的餅來享用！這有趣的場景，讓人忍嚥不住。

反觀 Summers 教授，是一個相當熱情有活力的人，他樂於在台灣使人卻步的車陣中馳騁，但卻堅持不食用所有雞肉與豬肉製品以外的葷食，對於豬血糕之類的台灣特產，一概敬謝不敏，海產水族？那更是免談！所以整晚他只吃了炸雞排與胡椒餅，在讓人眼花撩亂的各式飲品中，也堅持只喝柳橙汁…這和 Gorb 教授的好奇，形成了極大的對比。也或許就是他們這樣鮮明的性格，促使他們選擇並堅持自己的喜好與興趣吧！

不管怎麼說，這次的夜市之旅，真是個有趣而令人難忘的回憶！

### 註釋

註一：Velcro 總公司位於美國新翰普夏州的曼徹斯特市，主要研發各式各樣的黏著系統，其中最廣為人知的便是他們的第一個產品 velcro™(1955 年由瑞士工程師 George de Mestral 獲得專利，靈感來自於芒刺與衣服纖維間的附著機制)，即日常生活中隨處可見的魔鬼沾。

註二：生物物理研習營活動報導請見物理雙月刊二十九卷六期，第 1093 - 1102 頁。

註三：Gorb 博士於 1990 年代發表了十餘篇關於蜻蛉

目（包含蜻蜓、豆娘）頭部箝握系統的研究論文。此系統的演化請見參考文獻[1]。

註四：這類由生物身上得到靈感的設計即是「仿生學」所探討的課題，相關的例子及其作用機制在許多科普書籍中均有介紹，例如遠流出版社發行的【學蜘蛛人趴趴走】(原文：The Gecko's Foot—Bio-inspiration: Engineered from Nature, by Peter Forbes)。

### 參考文獻

- [1] Gorb, S. N., Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 266, 525 (1999).
- [2] Gorb, S. N., Niederegger, S., Hayashi, C. Y., et al., Nature 443, 407 (2006).
- [3] Gorb, S. N., Attachment Devices of Insect Cuticle (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 2001).
- [4] Autumn, K., Liang, Y. A., Hsieh, S. T., et al., Nature 405, 681 (2000).
- [5] Kier, W. M. & Smith, A. M., Integrative and Comparative Biology 42, 1146 (2002).
- [6] Gorb, S. N., Varenberg, M., Peressadko, A., et al., Journal of the Royal Society Interface 4, 271 (2007).