

# 「生物<sup>2</sup>理研習營」國外講者專訪系列之三： David Hu (胡立德)

文/ 紀凱容<sup>\*1,2</sup>、阮俊人<sup>1,2</sup> 採訪小組/ 鄭郁琦<sup>2</sup>、陳政鋒<sup>1</sup> 訪稿整理/ 鄭郁琦<sup>2</sup>

## 受訪者簡介



Dr. David L. Hu (胡立德) 是位年輕優秀的台裔美籍科學家，早在24歲攻讀博士學位期間，便已在 Nature 中發表了第一篇研究論文。胡博士於2005年獲麻省理工學院 (Massachusetts Institute of Technology, MIT) 應用數學博士，其後由美國國家科學基金會 (National Science Foundation) 獎助，進行兩年的博士後研究 (數學系，Courant Institute of Mathematical Sciences, New York University)，並於同單位擔任一年的講師。今年8月起，胡博士開始任教於喬治亞理工學院 (Georgia Institute of Technology) 機械系與生物系。

胡博士的博士論文研究主題為「昆蟲在水面行走的流體動力學」 (The hydrodynamics of water-walking insects)，他運用應用力學和數學來解析生物運動的現象，其研究成果，更於2003年與2005年兩度刊登在 Nature 中，並雙雙獲刊於雜誌封面。他用流體力學實驗以及數學理論推導，解開了昆蟲在水面上行走的機制之謎：原來昆蟲是利用三對多毛的長足，在水中製造出螺旋狀的漩渦，借助漩渦推力，以每秒一百個身長以上的長度前進 [1]。這項成果燃起人類在水上快速前進又能大幅節省能源的希望，全球各大媒體大篇幅報導，也引起美國海軍和國防部的關切，更鼓舞他繼續往「以應用力學解開生物疑問」的領域鑽研。兩年之後，再度於 Nature 中發表關於小型水生昆蟲運用表面張力爬上岸的力學原理 [2]。他饒富原創性的研究，再度於美國科學界掀起一陣旋風。在去年的生物物理研習營中 [註一]，胡博士也和我們分享正在研究的蛇類爬行力學，其中所涉及的力學，則是生物體表與環境表面的摩擦力學 (磨潤學)，是機械工程與材料科學領域中所探討的主題。

文/紀凱容<sup>\*1,2</sup>、阮俊人<sup>1,2</sup>

採訪小組/鄭郁琦<sup>2</sup>、陳政鋒<sup>1</sup>

訪稿整理/鄭郁琦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>中興大學物理學系

<sup>2</sup>中興大學生物物理學研究所

\*E-mail: kjchi@phys.nchu.edu.tw

## 採訪內容

〔在胡博士訪台前，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，胡博士慷慨應允。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。胡博士略諳漢語，因此訪談中英漢夾雜，斜體字是用漢語的部份，括號內的文字表明語氣、表情、或動作，方括號內的文字則為說明。]

參與人員：鄭郁琦（鄭）、陳政鋒（陳）



在返回中興大學的車程中，採訪人鄭郁琦與胡博士合影。

鄭：您怎麼會對數學感興趣？

胡：我給你兩個答案。一個是當時發生了什麼事，一個是我後來回顧時所體會到的。我之所以會學數學，有很個人化的原因，那就是我最要好的朋友是學數學的。他是我在 MIT 讀大一時的室友。

鄭：等等，所以您大一的主修就是數學嗎？

胡：不是，我起先是主修神經科學的。

鄭：所以您申請 MIT 時的主修是神經科學？

胡：可以不必選擇任何主修。在美國你不用選。

鄭：不用嗎？

胡：不用。你可以不選。在美國，學校會問你要主修什麼，但是你可以改。我最要好的朋友，也就是那位室友，從小就很擅長數學，可是他總是花比較多時間做數學作業。

鄭：所以你覺得奇怪為什麼他每次要花這麼多時間？

胡：嗯，為什麼他的作業比較難？所以我就拿來看，然後我們就開始討論數學。他對我說，如果你對數學感興趣，那就該修一門數學課。在 MIT 第一年是 pass/fail。

鄭：所以沒有成績？

胡：對，沒有成績。這是個非常好的措施，因為讓學生讀，但他們不需要怕成績，所以他們就可以修任何他們想修的課。我修了一門很困難的數學課，高等機率論之類的東西。我愛死這門課了！要是 MIT 沒有這個措施，那我就會，你知道的，專挑些簡單的課來修。

鄭：您父母親有要您轉行嗎？

胡：喔，我父母親不在乎我做的是什麼，也不在乎我的大學成績。

鄭：所以您的父母親不像一般的台裔父母？

胡：他們通常不怎麼在乎成績。

鄭：這在台裔家長中，是很特別的。

鄭（轉頭向隨行採訪的同學）：你們知道嗎？他說他的父母完全不在乎小孩的成績，好奇怪喔！

胡：嗯...

鄭：我剛才聽 Vogel 教授說，東方父母給子女很大的壓力，不管男孩或女孩，都要他們把書讀好，然後當醫生。

胡：妳是說在美國？

鄭：對呀！他告訴我，他有時候會遇到想讀生物，但父母親卻要他們進醫學院的學生。

胡：喔，那是沒錯。我父母親也是，要我讀醫學院。不過，我不是那種會在乎父母親怎麼想的人。他們一直都希望我能進醫學院，只是最後做決定的是我。所以呢，我選了那門很難的數學課，喜歡得要命，接著每學期就繼續選數學課。我也選了

些工程方面的課，但這些課都不像數學課那麼難。我認為，在大學時期修點困難的課是很重要的。回頭看看，我覺得這是非常棒的事。基本上，我認為數學就像是一種語言，數學是一種語言，必須在一定的歲數之前學。年紀太大才學語言，腦袋就沒辦法輕鬆以對。就像我現在學中文，一定會有個音，會有口音，一輩子都改不掉。數學也是如此，每個方程式就像是一種語言，必須趁年輕的時候學，不然可就難了。所以我覺得當時學了許多數學是件非常好的事。

鄭：您是說，您直到大二才開始喜歡數學嗎？

胡：是的，在那之前我並沒有那麼喜歡數學。



學生學員趁中場休息時，與胡博士討論演講內容，並合影留念。

鄭：那高中時呢？您喜歡的是什麼？

胡：我不喜歡高中（笑）。

鄭：您曾經考過 AP (advanced placement) 嗎？

胡：嗯，我考過每一種，像是化學之類的，但我就是不喜歡高中，因為我不喜歡老師照著課本教。我就很喜歡大學，因為有些老師教了很多我從來沒聽過的東西，有時候他們教的是我聽說過的，但卻是他們自己的觀點來講的。高中呢？我覺得一般來說都乏善可陳，我甚至懷疑我幹麼要去上

課？我乾脆自己讀就好了。不過，我倒是喜歡在高中時所做的研究。我父親在一家研究機構工作，所以我每年夏天都會去他那裡做點研究。那是我很喜歡的部份；至於高中的課程，我一點兒都不喜歡，也學得不好。MIT 就超棒的，會鼓勵我去做困難的事情。我在高中時就沒得到什麼鼓勵，害怕得要命…

鄭：您在怕什麼呀？

胡：修別的課呀。因為一般都認為，只有天才或不知天高地厚的年輕人才會去修數學課，但其實根本不是這樣的。在 MIT 我就覺得我辦得到。學數學的人跟玩音樂的一樣，大多很早就起步了。MIT 給我非常多的激勵，讓我覺得即使起步晚了，也還是可以辦得到，是個很棒的環境。你們有類似的經驗嗎？

鄭：有的。我在高中 [馬來西亞吉隆坡國際學校，採美式學程] 碰到一位非常好的生物老師，教我 AP 生物學。從此我就非常地喜歡生物學，會問很多問題、做很多實驗。

胡：哦，真的嗎？我覺得一切都是從一位好老師開始的。

鄭：所以您在大學時也碰到了非常好的老師嗎？

胡：嗯，在修機率論的時候。其實，所有我在 MIT 遇到的老師都非常好。

鄭：是說他們允許您問問題嗎？

胡：他們很擅長教你美妙的東西，讓事物變得非常地令人興奮。在高中，有一半的時間只是為了做功課而做功課，該學的全都寫在書裡了。可是在大學裏頭，老師們隨心所欲地教他們想教的東西。很多時候，他們根本找不到教科書可以用，所以就自己寫教科書，我覺得棒透了！很多課我都很喜歡，所以我每學期修五到六門不同主題的課。

鄭：除了數學你還有修什麼？

胡：像哲學之類的。出於興趣，我也修了些醫學預科的東西。還有工程，以及一些寫作方面的課。是非常好的經驗。

陳：請問你是否有想修但沒有修的課？

鄭：有什麼您想修卻沒修的嗎？

胡：(停頓了幾秒)如果重新來過，我會多修些物理。

鄭：可是你有數學的背景，你要學物理隨時都可以呀！

胡：我覺得物理和數學真的很不一樣，所有的問題都很不一樣。數學的問題和物理的不同，你不必知道任何東西，只要知道所有的規則，然後拿來用就好了。數學就像是世界上最容易的事，因為你有所有的規則；但物理就不一樣了，你必須要有直覺，知道這個世界是怎麼運作的。

鄭：(問物理系的學生)你們有這樣覺得嗎？他說學數學你已經有現成的規則，但學物理你就必須有直覺。

胡：問的問題也完全不一樣，你知道嗎？所以，如果我有機會可以重來，我會主修物理；但如果我主修物理，我不會去研究流體力學。我覺得當年我做著不錯，嘗試過許多東西。

鄭：你大學時有沒有遭遇任何困難？

胡：困難？嗯…(停下來想了超過十秒)

鄭：您曾在任何實驗室做過實驗嗎？

胡：有啊，我曾經跟一位教授做實驗，但弄得一團糟。

鄭：在數學系？

胡：不是，是在機械系。(停了一下) 嗯，我在一間低溫力學(cryomechanics)實驗室做實驗，做的是非常低溫的冰箱之類的東西。他們要我做一樣東西，但我就是做不出來，真是糟透了！我花了整個夏天去做，但就是沒辦法(強調)做好。妳知道的，像是鑽個洞之類的，我就是不會。有什麼



在國際會議廳外，胡博士表演單手倒立等幾招拿手的體操絕活，贏得喝采，並與在場工作人員與學生學員合影留念。

困難嗎？我覺得 MIT 很不好念，要熬夜做很多作業，但我還是覺得它是一所很棒的學校。我覺得我的大學教育很均衡，每天除了上課之外，我會在健身房待三個小時。我們有個超棒的體操隊，我所有主修數學的朋友都在這個體操隊裡頭。所以，我無時無刻不在學習。MIT 給我的教育非常棒，是個好地方。

鄭：那你大學之後做什麼？

胡：我當時覺得非常累。

鄭：因為您學了很多東西嗎？但您覺得很高興，怎麼會說累呢？

胡：喔，我現在(強調)覺得很高興，但是當時就只是覺得很累…整體來說。我覺得那個年紀的人們會覺得沮喪，妳知道的，我們之中有人自殺了，然後你就得面對那些事。現在倒沒這些問題，身邊的朋友都有些年紀了，也比較快樂。不過，當時他們會說「天啊！我得了個 B，我要自殺」(用沮喪的聲音模仿)。我在學校的輔導單位做事，必須和人們談，十分地…

鄭：人們老是跟您說「喔，我很沮喪，我想要自殺」之類的話？

胡：是的，很多大學生都過得很不快樂。妳不覺得嗎？



鄭：您是說在台灣？

胡：嗯。

鄭：可是我很快樂！

胡：真的嗎？那很好呀！有很多我認識的大學生都不快樂。

鄭：就像在 summer 我都在做研究，我也覺得很快樂呀！

胡：那很好呀！

鄭：可是我大學幾乎沒在休息耶！我也很少出去玩。像我過去暑假在中研院做實驗時，老師也會問，但我覺得沒關係啊，在 lab 學東西也很快樂。

胡：嗯，我明白了。不過，無論如何，大學畢業之後，我的老師替我在英國找到一份暑期工作，所以我就去那裡工作兼旅行地過了一個夏天。那是個在工業界的研究工作，在那之後，我就開始申請研究所，接著就申請到了。我想我其實是個很好的學生，當時我想申請很多間研究所，但是大學時的指導教授說：「申請一間就夠了，你進得去的。」所以我就想，好吧，那就只申請一家。我大學的主修是機械工程，申請時就換成申請數學系。我必須申請不同的系，因為我待在同一所學校。

鄭：同一所學校，您難道不覺得厭倦嗎？

胡：喔，沒錯，所以我不建議人們這麼做。不過我轉到應用數學系，所以還好啦。這個轉換是很好的。我覺得很重要的一點是，研究所讀的系應該要和大學時的不一樣。很多人會說，這樣就必須從零開始，但我覺得很重要的是，要能夠同時懂兩個領域的東西。

鄭：那你研究所就念三年？

胡：嗯，差不多。我覺得那有一半是運氣好。我和指導教授相處得很融洽。我們找到可以很快就解決的問題，而且合作無間。我們都是鬥志高昂的人，

他要拼終身職，而我要拼學位，所以我們都很拼命。他是個好人，所以一切都很順。不過，我還是覺得我很幸運，因為那是個非常好的題目。

鄭：那你登在 Nature 的兩篇關於水題的文章是 Ph.D. 時做的嗎？

胡：嗯，一篇在 2003 年，另一篇在 2005 年，而我是 2001 年進博士班的。我覺得我老闆是很好的研究教授。

鄭：可是他是數學系的！很少聽到數學系的會做研究。

胡：真的嗎？（眾人笑）我想他們有在做啦，只是大家都不懂他們做的東西。我們做的問題其實是從作業延伸出來的。好的課程有時候會要你做個計畫，因為老師說「不論你想做什麼都可以，做就是了」，所以我就提出了那個問題。

胡：不過，我還是覺得我是幸運的。一路上有很多人幫忙，我才有今天。我高中的時候做了個研究計畫，老師因此替我寫推薦信，讓我進 MIT。那個研究計畫讓我拿到一個全國性的獎，我們在美國稱之為「西屋科學獎」。所以，基本上，我做了個研究，而那是我這個成績慘不忍睹的人能夠進 MIT 的唯一原因。然後我在大學時遇到一些肯幫我的人，他們幫助我進研究所。接著在研究所遇到的人，也幫了很多忙。我現在也遇到一些好人，所以我真的很幸運。我從小就有很多人在幫我。

鄭：我問 Vogel 教授怎麼有辦法學那麼多物理，他也說他得到很多人的幫助。他說，他沒有學很多，只需要找人幫忙就可以了。

胡：我想 Adam 說的對（Adam Summers 是此次研習營邀請的學者之一）。他說人們會學生物的主因是他們痛恨數學。某種程度上來說，那是我學數學與物理的原因：我以前很討厭生物學。

鄭：那您後來是如何開始學生物學的？

胡：嗯，因為我覺得生物學的問題很有趣。你知道嗎？

我覺得我之所以喜歡數學是因為……

鄭：請等一下！那請問你，你發表的那些文章中的問題，最先是誰提出來的？是你還是你的老闆？

Vogel 教授說許多問題都是他的研究生先提出來，然後他們一起研究的。



Summers, Hu, Gorb (由左至右) 三位教授趁研習營空檔遊歷惠蓀林場周邊景致。(楊正澤教授提供)

胡：我知道。我和許多人工作，一起想出那些主意。我們先從觀察開始。許多人都研究過那個問題，只是，妳知道的，他們都是做數學的。他們沒弄對，所有的資料都是錯的。

鄭：那你有看過任何生物的書嗎？

胡：沒有。我們讀過 Vogel 以及他的同儕 Denny [註二] 所寫的書，但我們不知道還有什麼其他的東西可以讀，所以我們知道的就只有那些。我們對生物學只有很粗淺的認識，非常地粗淺（強調）。喔，對了，我想有件事必須說一下，我剛才提到高中讓我抓狂，但可別誤會了哦！我在高中時遇到的都是很好的人。在美國長大有一點很棒，那就是你可以去上一些特殊學校。以我長大的馬里蘭州來說，我從沒上過公立學校。我們有所考進去的學校。在美國，人們通常會去上離家不遠的學校，但也有些特殊學校，如果你把入學考試考好，就可以去上。我跑去上離家很遠的學校，那裡有全郡最優秀的小孩，好幾百人。這種學校，初中的

叫資優學校 (gifted and talented school)，高中的叫磁性學校 (magnet school)，就像磁鐵。這些學校非常好，因為……

鄭：那你小時候就有參加這種特殊學校嗎？

胡：是的，我住在馬里蘭州，有很好的學校。第一次去上這種學校是在五年級，我十歲的時候。這種學校很有挑戰性，比方說，他們會要你寫一本書，一整本書，任何你想要寫的都可以，但就是要有兩百頁。妳知道，六年級的學生什麼都不懂，但我們卻得做這種長期的計畫。我寫的是中國與台灣的歷史。有些人寫的是關於自然災變、物理等等的。我們必須用一年的時間來寫這本書。這是這種教育非常好的部份。

鄭：入學考試的競爭很激烈嗎？

胡：喔，不會。六年級的時候，我們不怎麼在乎考試。

鄭：真的嗎？在台灣可不一樣哦！這裡的資優學生永遠都在搶第一名。

胡：喔，真的嗎？在美國，人們強調的是獨特性，所以每個人專精的東西都不一樣。這就是為什麼他們要我們用各自專精的東西來寫一本書。如果主題只有一個，那麼就有競爭性，因為你可以做比較。但如果我寫的是關於中國的東西，而另一位學生寫的是十字軍東征，這怎麼比？所以，你必須做的是把自己的部份做得很好，而不是和別人競爭。我不認為……

鄭：可是，在台灣，父母親永遠都要自己的小孩當第一名。

胡：那很蠢。每個人都不一樣，誰來評斷哪個人是第一名？關鍵在於，你沒有辦法把他們拿來相比。所以，我父母親就讓我去做我想做的。雖然他們會罵「你在浪費你的生命」，但從來沒有阻止過我。特殊學校對我很有幫助，讓我學到各種技能。例如，我十歲的時候就寫了一本書。誰在十歲的

時候有這種本事？初中的時候，我上的是一所數學與電腦科學中學。我學會寫程式，妳知道的，就像是寫電腦程式之類的，到現在我都還在用這些東西。現在有電腦模擬來幫忙做數學，所以我用這些技能來做研究。這種學校提供的教育和其他學校的不同。其他學校的就像這樣：這是教科書，我們要一頁一頁地讀，大家跟著做就是了。而我們必須做與眾不同的事情，這是很好的教育。

鄭：那你們女生會比較少嗎？

胡：不，他們把比例保持在男女各半。謝天謝地，不然的話男生就要自殺了。沒人會想去上和尚學校的！男生喜歡跟女生在一起，女生也喜歡和男生混在一起。

鄭：那考試是全憑實力嗎？如何維持男女各半？

胡：我不知道他們有沒有特別去維持，但我們進去的時候，就已經是男女各半了。我認為女生比男生更擅長學習。年輕的時候，她們比較成熟。女生在科學裡是少數，所以她們覺得應該要更加用功，男生就隨便它去啦。奇怪的是，研究所的教授都是男的。不過，這就是個不同的問題了。我覺得有機會去上特殊學校是很好的。

鄭：但你每一年要考試嗎？

胡：不必，但每通過一個階段都要。

鄭：所以小學考一次，初中考一次，高中考一次？

胡：嗯。要考進去並不難，大部分人根本就不想去上那種學校。我從來沒有落榜過。是不容易考啦，但沒有那麼難就是了。這些學校超棒的，我到現在都還在用我當時學到的東西。

鄭：您當時想去上那種學校嗎？

胡：是的，因為我悶到不行。我三年級的時候去上了一年一般學校，每天都超（強調）無聊的，真的會要命（強調）！

鄭：那你那時候也會拉女生的裙子嗎？

胡：我不記得了（笑）。但也許在那個年紀，每個人都這麼做，因為真的太無聊了。那真的很普遍，妳不覺得嗎？大多數的小孩子都無聊到爆。

鄭：但在台灣，小孩子覺得聽老師的話是理所當然。

胡：但小孩子有最多的能量！像我在寫那本有關中國的書時，我都整晚沒睡。我的能量多到破錶，好像什麼事都可以辦得到。我覺得這些特殊學校非常好，所以我希望未來十年，它們還繼續存在…

胡：喔，這些夠你寫了嗎？妳覺得我們的談話有趣嗎？

鄭：跟你聊天很有趣！

胡：喔，我老是在想，在台灣長大會是什麼樣子。我父母親提過一些…

鄭（轉身對周圍的學生說）：他想知道在台灣成長、教育的情形，你們跟他聊吧！

## 註釋

註一：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。

註二：Mark Denny 任職於史丹佛大學 (Stanford University) 生物系，研究題材涵蓋了生物力學的許多面向，其博士論了解開了腹足動物如蝸牛如何在黏液上運動的謎題 [3, 4]，近年來的研究重心則著眼於生活在岩岸的生物如何抵抗、適應波浪的襲擊 [5]。他在其所著的 *Air and Water* [6] 一書中，根據流體力學理論推演出水生昆蟲（如水黽）在幼年時期應該無法在水面上活動自如。這個與實際觀察所得完全抵觸的結論後來就叫做 *Denny's Paradox* [7]。即使許多科學家都嘗試過想要解開這個難題，但一直沒有成功。直到胡博士於 2003 年發表了他的解答 [1]，才有了圓滿的解釋。隔年 Denny 在 *Journal of Experimental Biology* 中發表評註 [8]，指出這個難題已被破解。

參考書目：

- [1] D. L. Hu, B. Chan, and J. W. M. Bush, *Nature* **424**, 663 (2003).
- [2] D. L. Hu and J. W. M. Bush, *Nature* **437**, 733 (2005).
- [3] M. W. Denny, *Nature* **285**, 160 (1980).
- [4] M. W. Denny, *Science* **208**, 1288 (1980).
- [5] M. W. Denny, *Biology and the Mechanics of the Wave-Swept Environment*, Princeton University Press, Princeton (1988).
- [6] M. W. Denny, *Air and Water: the Biology and Physics of Life's Media*, Princeton University Press, Princeton (1993).
- [7] R. Suter, O. Rosenberg, S. Loeb, et al., *Journal of Experimental Biology* **200**, 2523 (1997).
- [8] M. W. Denny, *Journal of Experimental Biology* **207**, 1601 (2004).