

有朋自遠方來——專訪

Cédric Villani 教授



策 劃：劉太平

訪 問：劉太平

時 間：民國 105 年 1 月 12 日

地 點：中央研究院數學研究所

整 理：黃馨霈、姜義浩

Cédric Villani 教授 1973 年出生法國 Brive-la-Gaillarde 市。2009~2017 年擔任 Institut Henri Poincaré 所長，現為法國 Parliamentary Office for Evaluation of Scientific and Technological Options (OPECST) 副主席。Villani 教授在動力學、分析、幾何等領域有重要貢獻。曾獲多項殊榮，2010 年獲頒費爾茲獎，為法蘭西學院院士。由此訪談可以得知 Villani 教授多方的才能，以及對社會的關懷，2017 年當選法國國會議員。

劉太平 (以下簡稱「劉」): 你頭兩場 Landau damping 的演講很精采，相信你可以感受到聽眾的熱烈反應，大家都期待接下來的演講。你是怎麼發現 Landau damping 這個問題的？

Villani (以下簡稱「V」): 我是從和過去的學生 Clément Mouhot¹ 的一場對話開始，那時我們都在里昂，做波茲曼方程，決定挑戰波茲曼方程非正則性的問題。討論中，我們對取平均的效應產生興趣，做了一些計算，這番對話不可思議地引發了我們的聯想。我想起幾年前在普林斯頓和博士後的對話，Clément 則想起他在布朗大學和郭岩的談話，我們把這些都整合在一起。另一方面，Clément 曾和郭岩討論過 Landau damping，他認為其中一定有可以探討的東西，應該把我們整合出來的想法用到 Landau damping 上。事實上，這番對話

¹Clément Mouhot(1978~)，法國數學家，劍橋大學教授。

如此重要，在我為這個問題寫的書 *Birth of a Theorem*² 第一章，將它比擬為受孕，因為是由兩個人的討論、互動而生出一些東西，開啟一些東西，它們並不屬於其中任一人，而是兩人共享的互動成果。對了，我今天剛接到消息，這本書已經翻譯成中文了。

劉：原來如此，我前幾天才注意到英文版。

V：英文版在英國造成轟動，但在美國反應沒那麼好。

劉：你在 MSRI 給過一場演講。

V：我在美國各處給一系列演講，其中大概有 6 或 7 個演講跟這本書有關，反應都很好，但不知道為什麼這本書在美國沒有受到媒體關注，在英國卻反應熱烈，佔據了所有可能想到的媒體版面，我甚至上了 BBC、脫口秀和新聞。

劉：好，我們就來談一下這個。我知道你很忙，謝謝你撥空來訪。你到各地演講，Aoki 告訴我日本有本雜誌，你是少數他們專題報導的人物，可說是眾所矚目。這些日子過得如何？

V：2010 年以來我參與許多計畫，寫了上面提到的 *Birth of a Theorem*，法文版在 2012 年出版，很受歡迎。接下來又寫了兩本書，我還參與一些課程的設計，做了上百場演講等，確實常常是公眾矚目的焦點，隨之而來的是龐大的工作量。舉個例子，我覺得自己過去幾年的工作，比當年做 Landau damping 還要辛苦。這樣的日子已經六年了，越來越累，非常非常累。這些工作與過去單純的研究工作主要的差別，在於它們比較穩當、確定，我的意思是，做研究儘管努力，但是永遠無法確定是否會成功，而參與這類交流推廣的計畫，只要推出來的東西夠好就會成功。人緣好、計畫好、作品好，便能水到渠成。所以我的生活目前被好幾個計劃佔據，最重要的是 Poincaré 研究所的擴建，這是 Poincaré 自 1990 年翻修以來最大的工程，我們將研究人員的使用空間擴充為兩倍，召集多家公司作為合作夥伴，目前已募資數百萬歐元，要在研究所內成立一座科學博物館。

所有花費將超過 1500 萬歐元，我主持這個計畫，要處理人事聘僱、爭取政治人物支持等，加上研究所常態性的活動，包括聘人、學術活動及科學的種種活動，另外還有作者的活動：寫書、出版品的翻譯和訪談。我擔任多個計畫的發言人，包括法國申請主辦 2025 年世界博覽會³ 和 2022 年國際數學家大會⁴，以及一些歐盟智庫的發言工作，我也是一些協會的主席，我們與非洲合作，負責籌措資金、尋找資源和場地等事務。

所以每年我會到非洲兩個星期，講課並處理與研究相關的行政工作，擔任一些研究機構的董事。我還參與一個計畫，這個計畫製作一系列的 DVD，內容是不同主題的通俗演講，我也為此錄製了一些演講，這也需要錢。還有，我剛成為歐盟委員會科學理事會 (Scientific Board

²Cédric Villani, *Birth of a Theorem: A Mathematical Adventure*. Farrar, Straus and Giroux, 2016.

³已於 2018 年撤案。

⁴將於俄羅斯聖彼得堡舉行。

of European Commission) 的一員，全歐洲只有七名成員，我是唯一的法國人和唯一的數學家，因此要回答許多問題，推動計畫、寫作、訪談、準備文件，必須把每件事都放在心上，一個人要應對這麼多不同的事務，有些離譜，非常繁重的工作。

劉：你還記得第一次來台灣時，Peter Lax⁵也在嗎？當時他跟我說：「我以為人們已不在意成為通學之士，但是和 Cédric 談過後，看到一位活生生的典範。」所以仍然存在，相信許多人都對你印象深刻。

V：你的話讓我想起頭一次來台灣，我待了整整一個月，那是一段很美好的長期旅行，跟現在比起來變化很大。現在什麼都快，譬如我最近到南美洲，在烏拉圭、智利和墨西哥各待了三天。九天中，我搭了差不多九趟飛機，大約給了七場演講，見了數百個人，然後咻的一聲我又飛回來了，完全不同的步調。

劉：一年中大部分的時間都是這樣？

V：是呀，經常這樣。舉個例子，訪問這裡之後我要到北京待兩天、新加坡三天，再回到巴黎，二月去奈及利亞，之後到溫哥華和喀麥隆，三月再去中國十天，訪問三間不同的大學。行程很緊湊，像一種特訓，但我絕不會建議年輕科學家過這樣的生活。在學術生涯起步的階段，在一個地方待上一段長長的時間，定下心來學習是很重要的。

劉：光從健康的角度，就不是所有科學家都可以如此。

V：沒錯。

劉：但你看起來身體不錯。1973 年我拿到學位，到馬利蘭大學面試，碰巧和 Jacques Lions⁶ 在同一間旅館，他說自己四處旅行，所以搭飛機的時間，就是做數學的時間。1973 年，他的步調比別人緊湊得多，但是跟你現在比可能輕鬆多了。

V：對，因為這 40 年間，整個世界都在加速進展。比起你們當年，現在有更多地方可去，全世界都想出人頭地、被人看見，包含數學和科學。

劉：所以他們希望你經常到訪，基本上是認為科學和科技對經濟發展十分重要，我想每個邀請都是出於這樣的認知。

V：就是！舉個例子，我在烏拉圭時他們想用這樣的方式，促使政治人物重視科學發展。智利的規模更大，舉辦一場諾貝爾獎規模的會議，邀請的 10 位來賓，不是得過諾貝爾獎，就是得過費爾茲獎，我是其中之一。Atiyah 原本要來，卻臨時取消。人很多……盛況空前，我們和智利總統會面，受到各級學校、報章雜誌和新聞媒體等的關注。他們想藉助像我們這樣的人為科學發聲，提升社會整體的科學水準，這是現今各國都關心的事。

⁵Peter Lax (1926~)，匈牙利裔美國數學家。參閱本刊第 26 卷第 4 期「有朋自遠方來—專訪 Peter Lax 教授」、「Peter Lax 教授小傳」、「Peter Lax 演講—數學與計算」。

⁶Jacques Lions (1928~2001)，法國數學家，在偏微分方程和隨機控制等領域卓有貢獻。

劉: 我們來談談非洲。記得 1970 年代有許多非洲的廣告—到肯亞體驗和野生動物共處等等, 不過我們對非洲所知不多, 整個非洲大陸相較過去, 比如 70 年代, 沒有那麼安全, 這只是我大致的印象。現在非洲的數學怎麼樣? 你應該比較清楚。

V: 好的。首先, 不只科學發展嚴重落後, 經濟發展也曠日費時。最主要是由於非洲的政治組織十分複雜, 貪汙腐敗、專斷獨裁和頻繁的戰事不斷上演, 以南美或亞洲的國家為例, 他們的組織嚴謹, 握有強權, 許多政府運作強而有力。非洲則是戰爭、戰爭、戰爭, 譬如西非象牙海岸, 若不是戰爭破壞了一切, 科學應該是很強的。我們都知道, 建立高等教育體系要比建構經濟更花時間。十年可以使經濟脫胎換骨, 但科學卻沒辦法。

劉: 要建立文化。

V: 對, 文化和教育大約需要 30 年。戰爭一再摧毀一切, 阿爾及利亞就是個現成的例子, 90 年代所有數學家不是身故, 就是無法出境, 整個體系慘遭破壞。當然, 除此之外, 政府也很腐敗, 有錢的時候並沒有投入科學等方面的發展, 現在甚至又有戰爭, 喀麥隆北部不能去, 查德不能去, 整個撒哈拉南部都不能去。IS 在那裡遍地開花, 利比亞當然也是, 所以問題仍然很大。非洲國家還有重「量」不重「質」的問題, 在埃及和奈及利亞有學生人數極多的大學, 幾乎是不問成績一律給予文憑。不在意學生良莠, 缺乏精益求精、追求卓越的觀念, 是整個體制的大問題, 所以困難重重。另一方面, 雖說如此, 無論什麼時候到非洲, 我都感受得到人們的善意及愉快的氛圍, 每次從非洲回來, 內心都因為當地人們正向的態度而充滿喜悅。

劉: 他們想力爭上游。

V: 他們相信自己正在向前邁進, 經常以正面的心態處理所有的困難。當然, 在許多已發展的大型城市, 壓力比在非洲許多城市來得大。

劉: 了解。

V: 許多新的計劃正在非洲進行。我的另一個經驗是, 在非洲要找到合適的管理人才難得要命, 尤其是能指揮全局的人, 這主要是文化的問題。在某些情況, 舉例來說我在喀麥隆看到的情況非常好, 新的機構從頭開始建構, 科學和行政方面都有勝任的人主持, 彼此相處融洽, 能夠感受到良好的氣氛和進展, 令人讚嘆! 但這只是少數, 我看到的多數情況都是非常地困難。我參與 Neil Turok 主持的計畫, 他是非洲第一個研究所—非洲數學科學研究所 (African Institute for Mathematical Sciences, AIMS) 的所長, 幾年前他因為在全非洲推動科學發展而得到 Google 獎。我也參與世界銀行提出的計畫, 總部設在非洲撒哈拉南部地區的貝南 (Benin)。

貝南是非洲數學最強的國家, 傳統深厚, 儘管國土面積小, 但對科學卻極為尊重, 擁有一些非常傑出的數學家。這個計畫目前實質進展不多, 不管怎麼說非洲要崛起還需要很長一段時間。長期來看非洲擁有龐大資產, 將成為全球的年輕人儲備庫, 據說有一天全球會有一半的

年輕人來自非洲，非洲將成為學生的來源寶庫，其他國家的人將和非洲學生競爭。就長期的經濟發展而言，非洲農礦產等資源豐富，在南美和亞洲的礦藏逐漸減少下，各國可能會轉向非洲尋求資源，加上中國在開發礦產上一直沒有好的進展，因而在非洲挹注了許多投資。

劉：所以將來西方的主要大學，可能要到非洲招生，招收有才華的年輕人。

V：就像現在招收中國學生一樣。

劉：中國學生現在都往金融發展。

V：對，我記得 Lax 已經預料到這個趨勢。

劉：當時他提議多收一些阿爾巴尼亞學生，不過現在只收阿爾巴尼亞人可能嫌少了些，要到非洲找學生。

V：你提到的事很重要，移民始終是科學重要的一環。

劉：是啊，我自己就移民了兩次。回到你先前說的，要找一位統籌科學事務的人很難，我猜想就是因為這樣的認知，所以你投入更多心力處理與科學相關的事務，是嗎？

V：不錯，在已開發國家如法國，容易許多，因為有各個機構的支持，它們長年以來形成的運作模式和不成文的約定，讓你有所依循、倚賴。你知道董事會裡要有這個、那個機構的代表，必須一一向他們報告等等，有時不免感到挫折，因為要處理的事太多了。但反過來說因為有它們的支持，不需要花太多時間與政治周旋，不像在低度開發國家，必須尋求個人而非機構的支持。在非洲要花許許多多時間在政治上，像在塞內加爾，遊說、合縱連橫不一而足，這些十分重要，但是如果機構本身能夠運作得更有力些，就不必耗費那麼多時間了。

至於 Poincaré 研究所，對我來說是很重要的經驗。猶豫了許久之後，我在 2009 年接任所長，很清楚自己只做一任五年，但到了第五年年底，我明瞭一切正要開始，必須再做一任，不能在這個關頭離開。實際上花了六年才在政治組織的支持下，募得足夠的資金。我了解有許多事必須長期規畫，比方說在傳播交流上：出書、拍攝影片，參與各種活動、舉辦展覽，建立與新聞工作者聯繫討論的網絡。現在我還上電台錄製訪談，「喔，你來啦！很高興見到你。」「下個月來上我的節目如何？我們可以做一些相關的主題。」但是我沒有時間，上節目？太瘋狂啦，我寧可當場死掉。

不過現在這些人我都認識了，他們也知道 Poincaré 研究所。另外我發現處理人事有多麻煩，好在不用處理一般科學機構最頭痛的事——研究同仁的事，讓我的工作簡單些，但我必須管理行政人員，所以總有事情要處理。六年來，我想有一半的人，因為一些紛爭、問題和重大事件，在我的辦公室當場掉淚。這時我就要沉穩冷靜：「一定可以解決的，別擔心！」有些時候我必須說：「現在請你走路，這份工作不適合你。」「你無法勝任。」「你在這裡樹敵……」等等，這樣的經驗有意思，但也無比困難。

劉: 談談對你絕對不難的事, 就是寫文章或寫書, 這方面你似乎有特別的天分。提起筆來, 就能文思泉湧, 字句從筆尖源源流出。

V: 沒錯, 不管是數學還是其他活動我都喜歡寫下來。我確實認為自己最拿手的就是寫書, 綜合整理我的種種心得想法, 就像是我註定該做的事。我那本最優傳輸的大書⁷, 有 1000 頁, 因為我一再修改重寫, 每頁至少寫了三遍。初稿通常手寫, 之後繕打, 再修訂重打。有些日子可能花上 13 到 15 個小時, 欲罷不能, 但結果令我非常自豪。至於我的第一本書, 大約是在我 26 歲開始寫的。

劉: 那時你在 Georgia Tech 訪問?

V: 是的, 在我訪問 Georgia Tech 期間。差不多同時, 我寫了一篇彙整動力論的長篇文章, 並且動手寫第一本最優傳輸的書⁸。我所有或大部分的書一開始都是由他人的想法而起, 這樣的情形一再發生: 我們來開這門課吧, 於是我準備課堂講義, 「哦, 這些講義寫得太漂亮了, 何不寫成書出版?」就這樣成書出版了, 而這本書經常又被歸到不同於原先設定的類別。第一本最優傳輸的書, 本來要放在美國數學會課程講義系列 (Lecture Notes Series of AMS), 最後他們把它歸在研究所系列, 認為這本書對於非專家、較為廣泛的研究生很合適。

第二本最優傳輸的書⁹原先設想是課堂筆記, 但他們說: 「放進 Grundlehren 裡吧! 可以吸引很多人。」而由 Bodley Head 出版的書 *Birth of a Theorem* 本來應該是科學書籍, 結果被歸入文學類, 因為內容確實比較廣泛。就這樣, 所有的計畫到頭來瞄準的是比原先設定更廣的讀者群。我認為這成了一個通式, 反映出我對書寫的喜愛, 總想著如何使更廣泛讀者從中受益。

劉: 真好, 讓我想起我曾說過的一句話:「創意是用自己的方式去欣賞他人的作品。」

V: 不僅如此, 不過大致是那樣沒錯。

劉: 你喜歡寫書, 我想你寫書的動力, 來自於你想將自身的理解整合成一個有機體, 讓大家可以欣賞並且了解。而這個有機體不時成長茁壯, 否則無法成就它自然的原貌。

V: 沒錯。首先, 書在寫作中成長, 長到一個地步, 不知不覺有了自己的生命, 不再任由作者支配。另一方面, 如果你剛剛說的是正確的, 書確實能讓它所承載的主題成長發展。我認為自己這兩本最優傳輸的書, 在引起大家重視這個主題上扮演重要的角色, 促使它成長。寫書時我總會討論大的藍圖, 提出未解的問題供讀者思考。還有, 我寫書為別人, 也為自己。每完成一

⁷Cédric Villani, Optimal Transport, Old and New. *Grundlehren der mathematischen Wissenschaften*, Vol.338, Springer-Verlag, 2009.

⁸Cédric Villani, Topics in Optimal Transportation. *Graduate Studies in Mathematics* 58. Providence: American Mathematical Society, 2003.

⁹Cédric Villani, Optimal Transport, Old and New. *Grundlehren der mathematischen Wissenschaften*, Vol.338, Springer-Verlag, 2009.

本書，我對主題就了解得更深入更完整。有不少已經計畫要寫的書... 我還沒有時間完成，有一天我會回頭來做這件事。其中之一是大學部課程的講義，我寫了約莫 400 頁左右，希望涵蓋 Brezis「泛函分析」¹⁰ 的內容，重新用現代的語言闡述，不要用到選擇公理 (Axiom of Choice)，我在寫的過程中決定不再使用選擇公理。

這本書我寫了大概百分之七十，包含勒貝格積分 (Lebesgue integration)、泛函分析和傅立葉積分，然後就擱下來，八年來碰都沒碰，但有段時間我確實曾經為上我的課的學生們用心寫這本書。我還計劃有一天要和 Clément 合寫一本關於弗拉索夫型方程 (Vlasov type equations) 的大書。另外，我心底打算寫一本幾何曲面—純曲面的書，這個領域很廣，歷史悠遠，現在卻顯得有點不合潮流。但我相信它一定會重新流行起來，這是我的印象。這些是我三大未完成的數學計畫。

2002 年在這裡訪問時，我做了一系列波茲曼方程的演講並且準備了手寫的講義，最近我又看了那些講義，我還記得當時自己有機會寫下這些講義有多麼開心。

劉：那時你們一家到台灣東部旅行，不巧都碰到雨天。我還記得你有個小寶寶，年輕女生個個搶著逗她。

V：真的很妙，我們不管走到哪聽到的第一句中文一定是「好可愛！好可愛！」因為她是金髮，非常討人喜愛，女孩子們搶著跟她拍照。

說到這個，我們回到法國幾天後，帶她到公園玩，小孩子裡有個亞洲小男孩，馬上跑來找她玩。

劉：很好，意思就是「我們是一國的」。小孩子、小小孩，他們知道的、能感受到的，比我們能理解的來得多許多。

V：沒錯，小小孩間溝通很容易，大一點就難了。還不會說話的小小孩，對事物感受敏銳，不用言語就能彼此溝通。

劉：剛才提到你 26 歲寫第一本書，現在，特別是在台灣，26 歲的人都在做什麼？可能在讀研究所什麼的。大家都說數學是年輕人的遊戲，這話不錯。而且做學問也是年輕人的遊戲，需要體力，需要長時間工作。在世界許多地方人們都起步得太晚，記得我少年時期腦袋很靈活，可以想到許多事情，當然也有許多荒誕無稽的想法。但是無論如何我還是大量密集地思考。你有什麼看法？

V：我很贊同，大學生或研究生不應該受限於所知所學，對做研究裹足不前。另外，即使知道的不多，在高中還是可以做一些研究的計畫，英國就有十歲孩童參與蜜蜂或環境相關研究計畫的實驗，我覺得這是非常好的。此外，回顧在巴黎高等師範學校 (École Normale Supérieure)

¹⁰Haim Brezis. Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations. Springer-Verlag, 2010.

的時候，第一年的期末我忙著社交，幾乎翹掉所有的課。第二年我才開始用功，但是第三年因為當上學生會會長，要辦活動參與許多事情，大概有半年完全沒碰數學，這段期間唯一做的事是讀 Cercignani¹¹的書，對內容一知半解。那時我的博士指導教授很替我擔心，不過後來我開始專注學業，上課、寫論文……如此下來的結果，PDE 有一部分我完全不懂，我幾乎沒有受過古典橢圓理論的訓練，不懂的領域一堆，但我自己重新學起，重點在於我有精力這麼做，持續學習就能迎頭趕上，掌握住先前沒看過的東西。

寫作是很好的訓練。我記得很清楚寫第一篇論文的情形，簡直一場糊塗！我花了很多時間認真構思、試著把組織架構好，再尋求指導教授對寫作的建議，最後的結果不佳，每次看到恨不得把它從我的著作目錄中刪掉。但是寫論文的過程是很好的學習，學習怎麼組織、安排章節等等。

劉：你曾經說過，你父母喜歡帶你去博物館，你有一個兄弟，你們倆對於上博物館這件事的態度不太一樣，你並不介意去博物館。或許你生來就與眾不同，天生就是學者的料。每個人都不一樣，對吧？

V：每個人都不一樣，出生頭一天就看得出來。小孩間可以有很大的差異，有人說這是因為父母教養方式的不同，但那是錯的。教育很重要，不過人的稟賦也不同。確實，從小我就很喜歡專注地閱讀，讀了很多很多小說，各種林林總總的書，我的父母都是學文學的，家裡有滿滿的小說和各種東西，我讀了很多。現在我能從事非數學類的寫作，部份要歸功於我受過法國古典文學的訓練。

劉：原來如此。你說人的天性在出生第一天就決定，教育能做的就這麼多，讓我想起馬克吐溫¹²說的話，或許你聽過，他說：「我從不讓學校上課妨礙我的教育。」

V：這話說得好。我喜歡太平在每個場合都可以引經據典，切中要點。馬克吐溫的情形還有一個脈絡，美國教育沒有歐洲那麼嚴格，要寬鬆自由得多。在馬克吐溫之後許多年，一些頂尖美國數學家提出嶄新的概念，也許他們不曾被教育改變或形塑。回頭看我自己，我發現自己受法國教育體系影響很深，瞞不了的，其中也有我的個人特質，但我一路接受法國古典菁英課程的訓練，這個模子造就了我。另一方面，像 Bill Thurston¹³就沒有受到任何特殊教育體制的栽培，John Nash¹⁴也是，完全沒有。

他們是土生土長的美國數學家，顯然教育體制對他們的影響不大。有個說法是，下面的事實平衡或彌補了美國教育的寬鬆、放任：20世紀中期，整個美國的研發靠的是一群人，他們出

¹¹Carlo Cercignani (1939-2010)，義大利數學家，以氣體動力論 (Kinetic theory of gases) 的工作為人所知。

¹²馬克吐溫 (Mark Twain, 1835~1910)，美國幽默大師、小說家、作家。

¹³William Thurston (1946~2012)，美國數學家，低維拓撲學研究的先驅人物。1982年獲頒菲爾茲獎。

¹⁴John Nash (1928~2015)，美國數學家，主要研究賽局理論、微分幾何學和偏微分方程。1994年獲諾貝爾經濟學獎，2015年獲阿貝爾獎。其故事曾被拍為電影《美麗境界》。

生於小村莊，家中沒有什麼科學背景，學校老師注意到他們的天份和潛力，給予特別指導、送他們上大學等等，這是我從一本講貝爾實驗室歷史的書上看到的。美國 40、50、60 年代的發明史就是他們的故事，不過這樣的系統已經消失，現在美國有天份的青年們大部分都往科學其它方面發展，研究這部分的主力已經被移民取代，但在當年，教育在科學發展上扮演著舉足輕重的角色。

劉：Richard Schoen 曾接受我們的訪談，說過同樣的事。他來自俄亥俄州的小鎮，一位高中老師看出他的潛力，但現在他回去，完全不是那樣了。

V：不一樣了，聽說中國大陸有許多人也是如此，我讀了他們的傳記，就像 Schoen 說的，同樣的模式，這很有意思，可是已經不存在了。這裡從頭到尾可以看到一種責任感，不管是學生還是他們的老師，都認為教育是通往更好的未來、達成夢想等等的途徑。

劉：老師認為這是身為教師的責任。

V：責任，沒錯。有些老師會幫學生上額外的課，像在晚上單只為一位學生上課。

劉：傳統的中國社會就是如此，對教育極為重視，當然如果朝政腐敗，就算天資聰穎，可能還是無法出頭，因而摧毀了教育體制。台灣以前有句話：「有狀元學生，沒有狀元老師。」狀元指的是考試的榜首。這句話是多餘的，因為中了狀元就當官去了，哪裡會屈就，當小小村莊裡的一名塾師。

V：了解，教育是件大事。現在每個國家都在擔心他們的教育體制，各種排名和國際測驗，其實都無法反映整體實情，卻是值得觀察的。在測驗上表現優異的國家如韓國、挪威或芬蘭等，對教師極為敬重，教師在教學上可以擁有某種程度的自由。我認為教育體制最重要的一件事，就是社會對於教師的敬重。如果我們來看頂尖學生的出路，發現在只有少數最頂尖的學生才能成為教師的地區，這些地區的學生表現最好。韓國是比例最低的，只有菁英成為老師。不過當然教育也與文化很有關係，有許多不同的因素參雜其中。

劉：我想問一個常問的問題，哪個研究計畫最讓你頭痛？

V：在我生涯中？

劉：對，勢必有某些計畫... 讓你傷透腦筋。

V：就是 Landau damping 最讓人頭痛。我們真的搞不清楚要猜測些什麼，不確定要證明什麼；也不確定做的過程中發現的技巧和證明是否可用，是不是核心證明，加上它與 Kolmogorov-Arnold-Moser 理論有關，還有臨界正則性是 Gevrey 型而非 Sobolev 型，完全出乎我們意料之外，真真正正是一個頭兩個大。我在 *Birth of a Theorem* 這本書的絕大部分，重述這個頭痛的問題。這是我生涯頭一次，做到後來一次只能做一件事，我的意思是，其它時候我都是同時做兩個、三個、四個甚至五個計劃，但這個問題實在太難了，我必須用百分之百

的心力對付它。

劉: 有多久?

V: 專心做這個問題的時間沒有那麼長。從第一次對話到接受刊登, 相隔兩年半, 並不太長, 我的意思是還有別的問題時間更長, 像有篇我在 1999 年開始和 Felix Otto¹⁵ 合作的文章, 十年後才出版, 但那相對還好, Landau damping 才是重量級的頭痛問題。還有 hypo-coercivity 方向的研究也很麻煩, 另一個大麻煩是最優傳輸方面的工作。在最優傳輸中有些大驚喜, 我會針對這方面的發展多談一些。傳輸這類問題最令人頭痛的, 是 PDE 正則性和非平滑幾何混合在一起的問題, 我會告訴你我和 Wang 還有 Loeper 論文的結果 (我還在想該怎麼敘述才好)。

對於最優傳輸問題, 在成本是距離的平方時, 比方說大眾運輸, 大約十年前我們就知道, 在幾何流形曲面上, 一般來說, 即使密度超級平滑, 傳輸 (函數) 不見得必然平滑, 甚至可以不連續。這些是 Trudinger¹⁶、Wang¹⁷ 和 Loeper¹⁸ 等人的結果。在複雜的幾何條件下, 可以確保傳輸函數至少有某種程度的平滑, 這是一個曲率型的條件。我有個想法, 認為它應該可以導出很強的幾何性質—流形上割跡 (cut locus) 的形狀。

割跡包含的是測地線是最短距離、非最短距離的分界點, 很難掌握, 非常非常複雜。這個工作是和 Wang 及 Loeper 合作。要處理這個問題必須在非平滑情形下, 找到類似連續方法 (method of continuity) 的某種迭代程序。用的參數是一個在所有切空間裡使得切割跡保持為凸的球半徑。我這裡講得有點亂, 總之非常棘手, 也是第一次我竟然讓有錯的預印本流通出去。出錯是因為我們起先沒有注意到一些不起眼的地方其實是不平滑的, 所以第一版的證明完全不對, 必須整個重寫。

我和割跡形狀問題的糾葛, 是在澳洲度假時開始的。我們常說創造力要經過一段時期的醞釀—絞盡腦汁, 苦苦尋索, 然後靈光現前, 豁然開朗。我在坎培拉和 Trudinger 及 Wang 一起工作了六個星期之後, 徒步旅行度假。一天在露營的時候, 靈機一動有了這個想法—這個條件會導出那個性質。接下來很長一段時間都無法證明, 我費了好一番功夫才找到好的證明。

劉: 剛才你為了解釋割跡的工作, 尋找適當的字眼描述, 最後還是不滿意自己的說法, 讓我想到你說過小時候讀了許多父母的藏書, 我想閱讀這些文學和其它非科學的讀物, 幫助你組織思

¹⁵Felix Otto(1966~), 德國數學家。2009 年獲德國數學學會頒發 Gauss Lectureship。

¹⁶Neil Trudinger(1942~), 澳洲數學家, 澳洲科學院院士, 倫敦皇家協會會士, 得過多項殊榮, 在非線性橢圓偏微分方程的研究上成績斐然。參閱本刊第 36 卷 2 期「有朋自遠方來—專訪 Neil Trudinger 教授」。

¹⁷Xu-Jia Wang (1963~), 澳洲華裔數學家, 澳洲國立大學數學教授。

¹⁸Gregoire Loeper, 澳洲蒙納士大學 (Monash University) 教授, 主要研究領域為非線性 PDE、隨機控制、數理金融、流體力學以及最優傳輸。

緒、找到表達自己的方式。這件事本身其實是科學的，也是你的強項之一。可以這麼說嗎？

V: 是這樣。我對於自己在廣播和電視這些場合的措辭向來謹慎，時時在心裡琢磨用什麼字才恰當，怎麼說才能讓大眾了解。至於對象如果是科學家 and 數學家，記得我在里昂一位物理系的同事曾說，我是唯一能和他討論的數學家，因為我會選擇用對方聽得懂的字眼。的確，這類溝通需要技巧，跟科學上的能力未必相關。一位偉大的科學家，可能完全無法口頭說明自己的工作。寫書的用字遣詞也很重要。對了，每當我重讀自己第一本最優傳輸的書，讀到那種帶著隨興意味敘述的數學，總覺得難為情。年紀大了，對寫作的要求也越發嚴格，無法回到那種隨興的風格了。

劉: 你提到引經據典，我來引用一段 Ambrosio¹⁸ 提過的事。Ambrosio 也曾接受這一系列的訪談，他說了件有趣的事: De Giorgi¹⁹ 說他絕不會提供學生直覺，只會告訴學生純粹的事實，他認為應該由聽者自己去思索，去找到任何自己認為相關的直覺。Ambrosio 說 De Giorgi 真的說到做到。

V: 這有趣，如果學生是 Ambrosio，當然不成問題。

劉: De Giorgi 的直覺是怎麼來的是個謎，對吧？De Giorgi 說，身為老師他不會給你直覺，只會告訴你單純的事實。

V: 我喜歡提供學生直覺。有件事，我一直認為對學生不能照顧太多，他們必須靠自己去發掘，才能獨立自主。

學生在我的生涯扮演很重要的角色，最重要的是 Clément Mouhot，他與我在 Landau damping 和其他主題上合作；另外，我從和 Figalli²⁰ 以及其他學生的討論中學到很多，我知道有句中國諺語...「我從老師身上學習，但是從同事和學生身上學到更多。」

劉: 我正在記憶庫裡搜索這句話，因為中國歷史文化悠久...

V: 另一個重要的中國諺語也可以應用在研究上，說的是旅行的時候，重要的不是目的地而是走過的道路，但人生的旅途中根本不會知道自己要走上什麼路。

劉: 這聽起來比較像道家而不是儒家。所以重點是你走過的路。你怎麼看自己的未來？你會走上什麼樣的路？

V: 是這樣的，基本上目前我參與的所有計畫，都將在 2019 和 2020 年左右告一段落。我在 Poincaré 研究所的任期將在 2019 或 2020 年結束，至於會議方面的工作，在歐盟委員會和其他組織的工作也都安排妥當。可以說現在我全心專注在這些計畫上，確保它們能持續進

¹⁸Luigi Ambrosio (1963~)，義大利數學家，比薩高等師範學校教授 (Scuola Normale Superiore di Pisa)。師承近代多元變分學及橢圓方程的傑出數學家 Ennio de Giorgi。參閱本刊第 34 卷 1 期「有朋自遠方來—專訪 Luigi Ambrosio 教授」。

¹⁹Ennio de Giorgi (1928~1996)，義大利數學家。近代數學分析領域中影響力既廣且深的數學家，特別是變分學的許多重要概念和方法，及橢圓方程正則性的重要處理方法皆源自於他。

²⁰Alessio Figalli (1984~)，義大利數學家，其工作主要是關於變分法和偏微分方程。2018 年獲菲爾茲獎。

行直到圓滿結束。之後我可能需要尋找一輪新的工作，從頭開始。當我有更多時間來做自己的研究計畫，首先當然是寫書，因為這是讓我重新沉浸在學問中的方式。要寫哪些書，它們的先後順序，我已經成竹在胸。

劉：你剛才提到關於老師、學生和同事的中國諺語，我現在想到下面這句：學然後知不足，教然後知困。寫書聽起來像是使自己再次感到不足的一種好方式。

V：我原先就是這樣，大概在 2000 年和 2005 年，我面臨危機，覺得自己不再有前進的動力。或許是因為在柏克萊那段期間我遭遇某些方面的挫折，雖然我生涯中的重要工作的根就是源於那時候。我察覺自己的士氣低落，讓我重新振作起來的，就是寫那本厚厚的最優傳輸，它起初是 St. Flour 夏季學校的講稿，寫著寫著我發現自己的動力又回來了，接下來我知道自己有滿滿的計劃和想做的事。

劉：妙極！你能力出眾，我想很多人都有這樣的夢想，但你付諸實踐。

V：主要是有能量。有一次我和法國一位頗有名氣的藝術家 Bartabas 共同受訪，他表演馬術。Bartabas 不是本名，是藝名。他說每次在劇團裡和其他人開始新的計畫，作為主事者他傳達的只有質疑和能量這兩件事。

劉：非常好，質疑和能量。所以你正在構思另一本書。

V：對，過去最有益的一個經驗，是和一位插畫藝術家一起出漫畫。那是很好的經驗，我們惺惺相惜，未來幾年我們打算嘗試出另一部，這是我預計會做的事。在我們已經談過的我的數學研究和數學以外的活動，始終都有類似的模式，就像我說過的，許多事總是從一場對話開頭，我們來做某些計畫，如此這般往復進行。有許多……舉例來說，在和這位藝術家合作的時候，我又發現了和 Clément 在 Landau damping 工作上的某些方式。主要差別在於，做研究風險很大，永遠不知道做不做得出來，即便很優秀，未必能做出結果；沒有掌握某個重要關鍵，有時候只是機運。

劉：當然，準備好就有更多機會。

V：只要做好準備、多方嘗試，機會就更大。

劉：明後天還要再勞煩你，今天就不讓你太操勞了。以後再到台灣來？

V：當然。

劉：我們在此打住，一起吃頓飯吧！

V：好！

—本文訪問者劉太平任職中央研究院數學研究所，整理者黃馨霈為中央研究院數學研究所助理，姜義浩為數學傳播特約翻譯—