

有朋自遠方來——專訪

François Golse 教授



策劃與訪問: 劉太平

時間: 民國 98 年 3 月 26 日

地點: 中央研究院數學所

整理: 陳麗伍、林庭光、林思華

François Golse 教授 1986 年在法國巴黎第十三大學獲得博士學位, 1987 年受聘為法國國家科學研究中心 (CNRS) 的研究員, 在巴黎高等師範學院 (Ecole Normale Supérieure) 進行研究。1993 年, 他進入巴黎第六大學教書, 2006 年, 成為法國巴黎綜合理工學院 (Ecole Polytechnique) 的數學系教授。Golse 教授獲法國科學院 (French Academy of Sciences) 頒發的 Louis Armand Prize 及法蘭西學院的 Claude-Antoine Peccot Award 等獎項, 最近得美國工業與應用數學協會 (SIAM) 所頒發的首屆 Analysis of Partial Differential Equations, SIAG/APDE 的獎。Golse 教授在數學物理的許多方向有獨特的貢獻。

劉太平(以下簡稱「劉」): 這次數學所舉辦的「2009 Workshop on Kinetic Theory」雖然只有短短三天, 但看到不少動力學方面的學術進展。你的研究就是從動力學開始的, 對不?

Golse (以下簡稱「G」): 嗯, 事實上我最早的興趣, 或者也可以說是研究領域是守恆律 (conservation laws)。我記得大概是 1983 年吧, 我還是巴黎 l'Ecole Normale Supérieure 的學生, 我上了一門 Luc Tartar¹ 的課。你知道 Luc 的, 那真是一門引人入勝的課。後來我就請他當我博士論文的指導教授。當時雖然他還住在巴黎, 不過正準備辭去 Orsay 大學的

¹譯註: Luc Charles Tartar (1946~), 法國數學家, 現任教 Carnegie Mellon 大學。

工作。他先建議我做離散動力學模型，之後，他建議我去找 Claude Bardos² 做論文指導教授。Claude Bardos 要我做波茲曼方程 (Boltzmann equation)，這也是我進入動力學這個領域的起因。

劉：有一次我在巴黎，你剛得了一個獎，當時你很年輕。

G：是的，我得到 French Academy (法國科學院) 頒發的一個獎項，大概是1988年。那是一個專為年輕學者所設立的獎項。如果沒記錯的話，受獎人年紀不能超過30歲。

劉：你那時候幾歲？

G：如果真的是1988年，我那時26歲。如同我所說，那是一個專為年輕人設的獎項。

劉：你在 Averaging Lemma 上做的工作是在那之前，對嗎？

G：是的，剛好在那之前，我們得到 Averaging Lemma 的過程其實是很有趣的。那是我跟 Benoît Perthame 一起服兵役³時候的事。我服兵役的時候很幸運的可以跟他在一起，我們還用同一間辦公室，一起在 Rémi Sentis 之下工作。我們小組有許多有趣的成員，在輻射熱轉換 (radiative transfer) 以及中子傳遞 (neutron transport) 上做了不少有意思的工作。我們那個實驗室的主持人 Robert Dautray，是當時法國原子能委員會 (French Atomic Energy Commission) 科學方面的負責人 (scientific director)。他和 Henri Cabannes 在法國的動力學模型發展上，以及法國數學家之間是舉足輕重真正有影響力的人物。那個時候，雖然在法國應用數學界動力學還是個蠻新的主題，不過，在 Atomic Energy Commission 主導的實驗室中，已經有許多動力學方面的專家，特別是在輻射熱轉換 (radiative transfer) 以及中子傳遞 (neutron transport) 方面。

劉：這 Averaging Lemma 是許多工作的基礎，它啟動了後續整個的發展包括 DiPerna⁴-Lions⁵ 的工作以及你和 Saint-Raymond 的工作。可以請你談談 Averaging Lemma 的發現？

G：就像我先前提過的，Averaging Lemma 的發現過程是很有趣的。就我記憶所及，我跟 Benoît Perthame 一起服役的時候，有人問我們一個有關輻射熱轉換模型的溫度連續性的問題。問題是溫度的變化會不會有 shocks，以及溫度變化是否比輻射場更平滑？溫度可以看做是一種平均值，更精確的說法是一種經由計算輻射場角度的平均值所得到的宏觀的量。我還記得那時候 Benoît 根據這個觀察做了一個關於一維的連續性的簡短證明。過些日子後，Rémi Sentis 問了我一個問題，如果我沒記錯的話，那是有關傳遞算子 (transport operator) 的主固有值 (principal eigenvalue) 的問題，更精確的說是擴散算子 (diffusion

²譯註：Claude Bardos (1940~)，法國數學家。請參看數學傳播第28卷3期有朋自遠方來。

³譯註：法國那時候仍是徵兵制，青年男子要服義務役。

⁴譯註：Ronald J. DiPerna (1947~1989)，美國數學家。

⁵譯註：Pierre Louis Lions (1956~)，法國數學家，為 Fields Medal 得主。

operator) 在通常的 diffusion scaling 之下趨近主固有值的問題。我想到把 Benoît 給我看的證明推廣到高維的情形, 我不記得為什麼那時候 Benoît 不在, 不過當他回來以後, 我們一起投入這個問題, 這就是我們對 Averaging Lemma 的興趣的開端。之後, 我們的結果被收在 Robert Dautray 與 Jacques-Louis Lions⁶ 主編的叢書中的最後一章的附錄中, 以及發表在 French Academy of Sciences 的 Comptes Rendus。有趣的是, 上面提到的書在出版過程中, 他們發現其中有個證明不完備, 所需要的就是 Averaging Lemma。我想我這樣的服役方式大概是法國當時最好的了, 當大部分的義務役都必須在營隊中操練或是做些不甚有趣的工作時, 我很幸運的可以被分發到一個很好的環境中做有意思的研究。

劉: 我記得 DiPerna 是在生命的最後幾年才開始研究波茲曼方程, 他把每一分精力都投注在推動與 Pierre-Louis Lions 合作的研究。那時在 L'Aquila (位於義大利中部) 有個會議, Arkreyd 也參加了, 他那時候正在讀 DiPerna-Lions。DiPerna 在會議開始後才到達。Arkreyd 做了以下的陳述:『如果我之前知道有 Averaging Lemma, 那麼我應該有辦法得到 DiPerna-Lions 的結果。』接著又說:『為什麼需要這麼長且曲折的論證?』我想你不用回應這番話。

G: 再說一次? 你的意思是指即便使用了 Averaging Lemma, 為什麼 DiPerna-Lions 的證明還是那麼長嗎? 這裡有個根本上的困難。有了 Averaging Lemma 之後, 在碰撞算子取極限, 用某個平均量做再正規化 (renormalization), 但用平均量做的再正規化不能與左手邊的東西交換, 因為唯一可以用來再正規化的東西是一個未被平均的量, 是吧, 換句話說那是 F 的函數, 而不是 F 的泛函, 所以問題就在已平均的與未平均的再正規化的交換, 事實上這是 DiPerna-Lions 的工作中相當需要技巧的部分, 他們設法沿著特徵集求解解決了這個困難。我認為他們在發展再正規解的理論的過程中, 也發現了如何處理低正則度的向量場。所以我覺得輕忽這部分建構 Boltzmann 方程解的工作是不公平的。這部分在 DiPerna-Lions 的論文中, 也許可以說是比較不顯眼的, 因為它看起來像古典論述中的上解 (super solution)、下解 (subsolution), 也許看不出新的東西。但我真的認為這是他們的低 Sobolev 正則向量場的傳遞方程再正規解理論的種籽, 這個種籽生發了許多很棒的結果。我是指, 他們的論文發表在 *Inventiones*, 新一點的有 Luigi Ambrosio⁷ 在 BV flows 情形的論文, 也發表在 *Inventiones*。當然 Averaging Lemma 是 DiPerna-Lions 論文的基礎, 但是即使用了這個 Lemma, 還是需要關鍵的想法來完成其中的證明。

劉: 嗯, 非常漂亮。當初你發現 Averaging Lemma 的時候應該完全沒想過會有這麼重大的影響吧?

⁶譯註: Jacques-Louis Lions (1928~2001), 法國數學家, 曾擔任國際數學聯盟 (International Mathematical Union, IMU) 主席。

⁷譯註: Luigi Ambrosio, 意大利數學家。

G: 是沒想過。我們瞭解它會很有用, 但是到底有多大的效用在那當下是不清楚的。

劉: 巴黎有很多卓越的數學家, 我想請你談談他們, 譬如, Leray (Jean Leray, 1906~1998), 他是個怎麼樣的人呢?

G: 認識 Leray 的時候, 我還很年輕。Claude Bardos 曾經安排一次 Leray 的訪談。Leray 真的是一位很有意思的人。我在 l'Ecole Normale 念書, 還沒遇到 Claude Bardos 時, 曾經跟那時候的數學系系主任 Louis Boutet de Monvel⁸ 說, 我對雙曲型 PDE(偏微分方程) 有興趣, 他說:『OK。那你一定要念 Leray 寫的一系列關於雙曲型 PDE 的論文, 因為他是二十世紀最偉大的數學家之一。』我聽了覺得有點很奇怪, 的確, 我知道 Leray, 是由於他在拓樸學 (topology) 方面的工作, 比方說在 Ecole Normale 念大一時, 我聽過幾次 sheaves 及 cohomology 的演講, 當然都提到 Leray 的名字, 例如提到 acyclic covers 時。所以, 那時候 Leray 對我而言是拓樸學家 (topologist), 我一點都不知道他也是位分析學家 (analyst)。後來, 我發現 Leray 也參加 Lions 在 Collège de France 的 Seminar, 並且不時會針對演講內容做一些很有意思的評論。Leray 話不多, 但他的思維能力讓人印象深刻, 我跟著 Bardos 一起訪談他時, 深切的感受到這點。在巴黎我頗有機會遇見一些卓越的數學家們, 不過 Leray 似乎是在不同的維度。數學界中好幾個領域都因為他的成就而有了新的發展, 例如: sheaves, spectral sequences, 或更廣義的 homological methods, 這些都是 topology, algebraic geometry, 以及 Sato 的 microlocal analysis 的基本工具。另一方面, 他在非線性 PDE 的工作—他引入的弱解 (weak solution) 以及正則性、唯一性的想法, 現在看來幾乎已為這個領域定下了基調。所以我滿心感謝 Leray 這位站上歷史的數學界的偉人, 這是為什麼我這麼佩服他。

劉: 還有那些重要的學者呢?

G: 在我的教授之中, 就有不少重要學者。像 Pierre-Louis Lions 在 Ecole Normale Supérieure 開了一門非線性分析的入門課。又因為我是 Ecole Normale 的學生, 所以我也在巴黎第六大學修課, 大部份教我的教授都是很有名的數學家, 只不過那時候的我根本不知道。例如, 巴黎第六大學的 Paul Malliavin⁹ 教授, 我修了他教的積分和機率 (Integration and Probability) 的課。他上課的教材寫成了一本有意思又很特別的書。當然還有 Brezis¹⁰, Haim Brezis 是位很棒的老師。他上課用的是他寫的泛函分析和應用 (functional analysis and applications)。這兩位老師都從巴黎第六大學退休了, 但在研究上仍很活躍, 例如 Paul Malliavin, 從 2006 年開始寫了好幾篇非常有意思的關於 incompressible flow 的論文。

⁸譯註: Louis Boutet de Monvel (1941~), 法國數學家。

⁹譯註: Paul Malliavin(1925~), 法國數學家。

¹⁰譯註: Haim Brezis(1944~), 法國數學家, 現任教 Rutgers 大學。

劉: 他現在多大年紀了?

G: 我記得他是 1925 年出生。他很讓人敬佩, 不僅由於他本身數學修為的深度, 更由於他對其他人的 seminar 演講充滿熱誠及興趣。

劉: 為什麼法國會有這麼多好的數學家呢?

G: 這我實在不清楚, 我想那是因為我們的傳統¹¹ 吧。一個原因可能是數學被大家看作鑒別好學生能力的一個便捷的方法。

劉: 所以數學在中學教育中是很受重視的?

G: 沒錯。在 1970 年代, 當我還是中學生的時候, 數學的確是很受重視的。那時候 數學好, 確實是項“資產”, 是未來發展的資產。從歷史的觀點來說, 法國教育體系一直把數學當成有用的學科。1794 年 Gaspard Monge (1746~1818) 在 Ecole Normale Supérieure 開的 descriptive geometry 開宗明義就說: 『把法國從長久以來對外國工業的依賴中拉拔出來...』數學對於炮兵也是很重, 連拿破崙本人也十分推崇數學。

劉: 你這樣的說法讓我想起許多美國能源部資助的研究基本上也都有軍事應用的考量, 然後再應用到許多不同的工業。

G: 是的, 不過, 在法國我不認為數學研究的本身是那樣的以軍事為導向。畢竟, 在法國大革命之前, 重要數學家, 例如, Pascal¹² 的研究就不是朝軍事應用發展。

劉: 回到動力學的主題上, 就我所知, 多年來你一直戮力研究波茲曼方程的流力極限 (hydrodynamic limits of the Boltzmann equation)。

G: 在訪談開始前你提過可以說些有點逸出常軌或者奇特的事, 也許現在正是時候。

劉: 請說。

G: 那就從 Luc Tartar 告訴我去見 Claude Bardos 請他做博士論文的指導教授開始。Claude 要我到他的辦公室, 告訴我兩個問題, 第一個問題是有關於守恆律, 原油鑽探中的多相流 (multi-phase flows), 他說: 『我明天早上要跟 ELF¹³ 的代表開會, 你要不要一起來, 多瞭解一點。』第二個問題是關於波茲曼方程。Claude 在黑板上寫下“波茲曼方程”, 他提到從波茲曼方程到可壓縮 Euler 系統 (compressible Euler system) 的問題。他說: 『在這個計劃裡的定理零就是證明波茲曼方程大域解的存在, 與初始值的大小無關; 定理無窮則是證明這些解趨近於可壓縮 Euler 系統的解。這樣就提供 Euler 系統一個建構大域解的方法。』Nishida 教授有一系列的講義在 1970 年代由 Orsay 大學出版, Claude 要我: 『回家先看講義, 明天來見見 ELF 那些人, 然後你再決定要選那個主題。』所以, 隔天早上我就參加了

¹¹ 譯註: 這至少要追溯到法國大革命。當時的 “Convention nationale” (法國大革命時眾議院的名稱) 在 1794 年 9 月 28 日 (大革命紀年第三年的一月七日) 通過了一項法案, 內容是: 青年男子必需通過算術以及基本代數與幾何的考試證明他們的智力, 才能進入高等理工學院 (Ecole Polytechnique), 也許隱含著耀眼的數學能力與一個人的社經背景無關的意思。

¹² 譯註: 指 Blaise Pascal (1623~1662), 法國數學家, 請參看數學傳播 32 卷 2 期《未進過學校的數學天才巴斯卡》。

¹³ 譯註: 指法國原油公司 Essences et Lubricants de France, 億爾富公司。

進行原油鑽探的工程師們所給的演講。那時，我對守恆律唯一的瞭解就是 Tartar-DiPerna compensated compactness method for 2×2 systems in space dimension 1。換句話說，我是無可救藥的無知而且天真。不久，我就跟不上內容，只看到這些人操弄一個龐大的雙曲系統的解，系統牽涉到原油、瓦斯及水的流力場 (hydrodynamic fields)。我連一點概念都沒有到底在做些什麼，就提了一個問題：『可以請你解釋一下有哪些邊界條件？』臺上有個人回答道：『邊界條件？哈哈，我連它的定義域都不知道。』所以我就想：看來還是波茲曼方程好，起碼對我而言，是個定義得比較明確的問題。回過頭看，一個人用這種方式進入未來的研究領域還真是奇怪。

劉：不過 oil recovery 方程也可以是 ill-posed 的問題，對嗎？

G：是這樣沒錯，不過在那時候我沒法有那樣的認知，像我說的，我太無知以致於無法體認到那個方程的好。

劉：不過波茲曼方程也不是件輕鬆的事情吧！

G：的確，我之後很快就發現了。

劉：所以後來怎樣發展的呢？這個研究超過十年了吧。

G：不只了，我開始做博士論文大約是 1984 或 85 的事。

劉：你那時候很年輕。你甚麼時候拿到博士？

G：24 歲吧！我不很確定那樣是不是所謂的拿到博士學位，但是我在法國的第一篇論文是在 1986 年完成的。

劉：所以是 24 歲時。

G：是的，那時我們都處在早些通過博士口試的壓力下，因為法國那個時期沒有博士後的位子，越早準備好去申請大學正式的職位越好，所以有儘快完成博士學位的壓力。

劉：我還記得在你第一篇有關流力極限 (hydrodynamic limits) 的論文中，定理有許多假設，假設相當多，之後這些假設一個個被去掉，直到最後與 Saint-Raymond 合作的明確的結果而竟其功。你如何形容這個漫長的過程？

G：嗯，在開始的時候我是被 Henry McKean¹⁴ 論文中的一個想法所啓發，他在文中提示動力學可能可以與不可壓縮的 Navier-Stokes 方程連結。那個時候我還不知道曾根教授¹⁵ 在這個問題上所做的工作，結果是 Dave Levermore¹⁶ 解釋這個將馬赫數 (Mach number) 和 Knudsen 數一起縮放 (scaling) 的想法給我和 Claude Bardos 聽。那時 Dave、Claude 和我，我們深信利用這個 scaling 還有形式上的理論 (formal theory) 以及 DiPerna-Lions 的架構，以過去我們處理輻射轉換問題的手法，應用 Averaging Lemma (velocity

¹⁴譯註：Henry P. McKean (1930-), 美國紐約大學數學教授。

¹⁵譯註：曾根良夫 (Yoshio Sone, 1936~), 日本教授，請參看數學傳播第 28 卷 2 期有朋自遠方來，現為中研院數學所特聘講座。

¹⁶譯註：Dave Levermore(1951~), 美國馬利蘭大學數學教授。

Averaging Lemma), 應該可以將 DiPerna-Lions 的解聯結到 Leray 的 Navier-Stokes 方程的解。因為這兩個理論太相似了, 特別是消散 (dissipation) 在這兩個理論中的角色幾乎是一樣的。Claude 因此堅定的相信, 這兩個理論該是, 嗯, 姐妹理論。但是當我們試著證明定理時, 就看到不少挑戰我們的難題, 於是經過一段時日, 我們將問題限縮到三個假定, 這是我們的第一篇論文, 登在 Communications on Pure and Applied Mathematics。後來這些假定一一被移除, 不過可能不是按照原先設想的順序, 但我們終於把它們都除掉了。

劉: 那一定是很大的成就感吧。

G: 的確。不過, 我從來沒有將所有的心力只投注在這一個計劃, 所以, 也就不會有過程過份漫長的挫折感。從 1988 年我和 Claude 與 Dave 開始, 到與 Laure Saint-Raymond 一起發現該怎麼移除問題的最後一個癥結, 大概是 2001 年初, 整個過程超過十年的時間。如果這十多年來都只專注在這單一的問題, 我想我不是充滿了沮喪就是快要發狂。所幸, 我從來不是只做這一個問題, 所以也就不會有負面的感覺。

劉: 其實我很佩服你的研究的廣度, 你研究許多不同的東西。如同我前些日子提過的, 在過去短短幾個月內, 我就聽過你給了兩次出色的演講, 一個是有關截波在大時間的行為, 另一個就是這次開會¹⁷ 你給的演講。我印象中法國的數學家很年輕就起步, 在學術生涯中嘗試拓廣他們的研究興趣。

G: 我想有寬廣的研究興趣是 Claude Bardos 十分看重的一件事情。他本身在數學上就很廣博, 身為他的學生, 自然而然的想追隨老師的脚步。所以我會盡量試著去接觸各式各樣的問題。除此之外, 我也十分喜歡與不同的學者一同進行研究。對我而言, 做數學也是一種社交活動, 所以我喜歡與人合作, 我不那麼喜歡單打獨鬥。精確地說, 獨立研究無法帶給我與他人合作時相同的熱切、鼓舞。另一方面, 與不同的人一起合作也是一種接觸許多不同問題的方法。

劉: 的確, 你是少數與京都曾根教授、青木教授¹⁸ 的研究團隊一起合作的數學家之一。他們所屬的科學區塊與大部分的分析學家不盡相同。你是少數可以與他們做深度溝通、討論的數學家。

G: 曾根教授在 80 年代後期曾經受 Cabannes 教授邀請訪問巴黎。Cabannes 教授與 Claude Bardos 有很好的關係, 我是因為這樣認識曾根教授的。那時, 法國正在進行一個稱為 Hermes 計劃的歐洲太空梭 (European space shuttle) 計畫, 這計畫一直到 90 年代初才中止, 因此那時候有許多人都在研究波茲曼方程。我們對這個計畫也有興趣, 也與 Dassault¹⁹ 公司的一些研究人員合作。就是在那個時期我認識曾根教授, 他對我解釋了他的在邊界蒸發或

¹⁷ 譯註: 2009 年 3 月在中研院數學所所舉行的 Workshop on Kinetic Theory。

¹⁸ 譯註: 青木一男 (Kazuo Aoki, 1950~), 日本京都大學教授。

¹⁹ 譯註: 法國達梭集團下的達梭航太企業, 法國軍用航太和商用機製造商。

濃縮的半空間理論。剛開始,我沒有辦法理解問題的本質,是曾根教授多年來耐心地不停地為我一再重複解釋。我學得很慢,因為我想要深入了解事情,所以有時候可能要花上好多年的時間。不過我打 一開始就覺得這是個很重要的東西,所以無論要費時多久才能瞭解,都是值得的。從我認識曾根教授以來,他一直讓我覺得無論我告訴他任何有關波茲曼方程的東西,他都已經瞭若指掌30年以上了。

劉: 你的說法真好。不過,你和曾根教授的推崇是相互的。

G: 我真是備感榮幸。

劉: 就我所知道法國的分析學界中,幾乎每個世代都不時有年輕有為的研究者出現,就好像是固定會有新血加入,對我而言是個非常不可思議的現象。

G: 希望這點你是正確的。

劉: 到目前為止看起來是這樣沒錯。

G: 嗯,到目前為止還好。

劉: 就以這次的會議來說就有 Clement Mouhot²⁰。他的指導教授 Cédric Villani²¹ 很年輕的時候也曾在中研院待過一段時日。

G: 不過我感覺現在的學生對科學的興趣有逐漸降低的現象,特別是年輕世代。所以我不知道你所描述的這種情況能不能延續,我當然是希望優良的傳統可以維持。

劉: 也許每個世代都對他們的下一代抱持相同的疑慮。儘管如此,法國數學依然很強。

G: 希望如此。

劉: 我記得在1986年左右有個守恆律的歐洲聯合會議。有些法國數學家提出應該要迎頭趕上美國在守恆律方面的工作,不過現在歐洲在守恆律方面非常好。二次世界大戰後,在你及其他數學家投入動力學之前,最早做 Kinetic theory 的是 Courant Institute, 接下來是日本,法國則是從那時一直持續到現在。

G: 在二次大戰後, Cabannes 教授應該是第一批研究離散動力學 (Discrete Kinetic Theory) 的法國數學家之一。雖然我稱他“數學家”,在正式職務上 Cabannes 教授隸屬於機械工程系。另一方面還有 Jacques Yvon²², 你知道嗎? BBGKY hierarchy 中的 Y 指的就是 Yvon。不過, Yvon 是物理學家,我不清楚實質上他在動力學中投入了多少,但我可以說,接近法國數學圈的人裡面, Cabannes 教授以及同在巴黎第六大學機械工程系的 Jean-Pierre Guiraud 教授是投入動力學的先驅。不過,先不論他們付出的心力,動力模型 (kinetic models) 還是經過一段時間才成為 Lions 學派大家熟悉的東西。

劉: 現在全世界都把目光放在生物方面。

²⁰譯註: Clement Mouhot, 法國年青數學家。

²¹譯註: Cédric Villani (1973~), 法國數學家, 剛任 Director, Institut Henri-Poincaré。

²²譯註: Jacques Yvon(1903~1979), 法國數學家。

G: 是的。

劉: 當然法國生物方面一直很強, 可以溯源到19世紀。數學界是否也在這方面下功夫?

G: 對應用數學界來說, 生物是靈感 (或問題) 重要的來源之一。你可以想像在這個領域中有 Perthame 這樣的學者, 可以吸引非常好的年輕人做很有趣的問題。雖然我沒有參與其中, 但是我有位學生, Marie Doumic²³ 就在 Perthame 研究團隊中。我覺得那是個非常有活力且十分有意思的研究領域。

劉: 最近在美國數學學會的 Notices 中有篇 Freeman Dyson²⁴ 寫的文章, 他談到法國的傳統與英國的傳統; 法國的傳統是笛卡兒 (René Descartes, 1596~1650) 的傳統, 比較全面也比較抽象, 於是他把這個比喻為飛高望遠的鳥; 而英國的傳統是培根 (Francis Bacon, 1561~1626) 的傳統, 強調經驗及具體的問題, Dyson說這就像草叢裡的青蛙, 深入草叢一次一個地解決問題。先不管 Dyson 的說法, 畢竟任何東西都可以分成兩類, 但是一般人提到法國的數學時, 總有些特定的印象, 比方說 Bourbaki。你可以為我們說說法國數學的特點嗎?

G: 這是個複雜的問題。先說 Bourbaki, 我個人覺得它對應的是法國數學史上的一段時期。Bourbaki 是在兩次世界大戰之間, 由一群年輕人開始的, 如果我沒記錯的話, 就連 Leray 也是計畫發起人之一, 不過他很快就退出。那個時期大家有興趣的是把數學形式化以及在法國數學圈推廣德國學派的數學。在第一次世界大戰中法國數學界失去許多年青人, 也許德國也有同樣的問題吧, 我不十分清楚。事實上, 兩次大戰間, 德國有非常著名的數學學派, 像 David Hilbert (1862~1943)²⁵, Hermann Weyl (1885~1955), Helmut Hasse (1898~1979), Carl Ludwig Siegel (1896~1972), Richard Courant (1888~1972) 都是。我相信就是德國學派給了 André Weil²⁶ 發起 Bourbaki 的靈感。所以, 現在你知道 Bourbaki 思想並不代表法國所有的數學, 如果有人認為法國的數學可以用 Bourbaki 一以概之, 是對法國數學大大的誤解。法國數學在 Bourbaki 之前就已經存在, 就以 Hadamard²⁷ 來說, 他對數學的興趣難以想像的寬廣, 從 PDE—我們都知道的, 他在波 (wave) 方程上的工作, 更一般的還有雙曲 (hyperbolic) 方程; 到數論, 還包括負曲率曲面的幾何, 這在 ergodic 理論中扮演了極為重要的角色。

劉: 最近出了一本 Hadamard 的傳記。

G: 所以法國數學太抽象是因為 Bourbaki 的關係, 是一個不正確的說法。但, Bourbaki 在 50、60及70年代極有影響力卻是事實。還有 Lions 學派, 為法國應用數學奠定了基石, 這

²³ 譯註: Marie Doumic Jauffret (1975~), 法國數學家。

²⁴ 譯註: Freeman John Dyson (1923~), 美籍英裔數學物理學家。

²⁵ 譯註: 參看數學傳播本期《美國數學社群的歷史剪影》。

²⁶ 譯註: André Weil (1906~1998), 法國數學家。

²⁷ 譯註: Jacques Salomon Hadamard(1865~1963), 法國數學家。

個學派成就斐然，但也許有人將它視為應用數學中的另一種形式的 Bourbaki。我的意思是，Lions 學派所謂的應用數學與英國數學界所認知的應用數學有所不同，選擇不同的方法，自然就有不同的品味。回到法國與英國科學的差異，1730年伏爾泰²⁸ 在英國寫下的哲學書簡第 14 到第 17 篇中，他比較笛卡爾及牛頓的科學成就：雖然牛頓的理論是以精確的實驗為基礎，例如他的光學實驗，伏爾泰很清楚的指出像 Dyson 般以老鷹與青蛙將笛卡爾與牛頓放在同一個天秤上比較是不公平的。事實上，牛頓的「微積分」以及「力學原理」所具有的高度的一般性是 Wigner²⁹ 有名文章的篇名《數學在自然科學中的不可思議的效能 (unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences)》³⁰ 最有力的佐證。

劉：你之前提到當你跟曾根教授說話的時候立刻就察覺動力學的重要，所以採取了緩慢但深入的方式去瞭解。你接納及洞見事物的能力實在很令人敬佩。另外還有一件我覺得特別的事，就是法國年輕數學家的演講都好極了，讓人訝異，這是怎麼做到的呢？

G：首先我必須說這是不正確的，有名的反例不少，不過我當然不會指名道姓。此外，演講出色的並不只有法國數學家。

劉：不過我個人覺得法國的平均水準比較高。

G：那就當作是吧。回到曾根教授，我也想藉此機會提到青木教授。青木教授是真正幫助我瞭解京都學派工作的學者之一，青木教授也是演講的高手。

劉：的確如此。

G：青木教授的思維非常清晰且深刻，他提出的意見，一定是重要的。至於法國數學家，我想部分的原因是法國教育對數學的要求就是必須明澈清晰。也許這是法國數學教育後來的特色，雖然我曾說我不想舉反例證明法國數學家的演講也有很糟的，不過，至少有一個例子我可以放心的說，在 Ecole Polytechnique 從升上教授開始，按規定我必須把授課的內容寫成講義。起初我對這個規定感到十分地憤怒，因為寫講義是件很費力而且麻煩的事情，又必須在短短幾個星期內寫出超過300頁的講義！那時候我想這是受1968年的學生運動的影響，我估計在1968年前並沒有硬性規定教授必須把講義寫下來，結果很顯然的，在1968年前這規定就存在了，故事或傳說是這樣的：Cauchy³¹ 在 Ecole polytechnique 的分析課既難跟又難懂，所以學生強迫他提供書面的講義。

劉：所以 Cauchy 當時是在 Ecole polytechnique 任教。

²⁸ 譯註：Voltaire，原名為 François-Marie Arouet (1694~1778)，被稱為「法蘭西思想之父」。

²⁹ 譯註：Eugene Wigner, (1902~1995)，匈牙利美籍物理學家和數學家，1963年諾貝爾物理獎得主。

³⁰ 譯註：“The Unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences”，Communications on Pure and Applied Math. 13(1), 1-14.

³¹ 譯註：Augustin Louis Cauchy (1789~1857)，法國數學家。

G: 是的。所以你看, 就連 Cauchy 這樣偉大的數學家都不見得擅長演講授課, 所以我相信演講授課的能力與數學能力的高下是沒有任何關連的。有些數學家很幸運的可以同時擁有這兩種能力, 例如 Jacques-Louis Lions 與 Pierre-Louis Lions 都是出色的演講者。

劉: 有很多很好的講者, 例如 Cédric Villani。

G: 你說得沒錯。他還是位充滿了熱情的老師, 同時他也能把他對數學的熱誠傳達給聽眾, 這點非常的重要。

劉: 這次你在百忙之中抽空來台北參加會議。希望下次可以邀請你來停留更長的時間。也很抱歉你這次來還得了感冒, 希望都已經康復了。

G: 這沒什麼, 只是個小感冒在飛機上被傳染的。

劉: 這次的訪問到此告一個段落, 希望下次你再來臺北停留更長的時間。

G: 我也誠摯的希望可以如此。

—本文訪問者劉太平任職中央研究院數學所, 整理者陳麗伍、林庭光、林思華為中央研究院數學所助理—