

## 有朋自遠方來——專訪

# Constantine M. Dafermos 教授



策劃：劉太平

訪問：劉太平

時間：民國 102 年 10 月 25 日

地點：中央研究院數學研究所

整理：李宣北

Constantine Dafermos 教授 1941 年出生於希臘雅典。1964 年獲得 National Technical University of Athens 土木工程學士，1967 年 Johns Hopkins University 力學博士。1968~1975 年任教於 Cornell University，1975 年至今任教於 Brown University 的 Division of Applied Mathematics。Dafermos 教授在雙曲型守恆律，截波理論，以及和力學之關連，有卓越貢獻。為美國科學院院士。其為人溫和，受敬愛。

劉太平 (以下簡稱「劉」): 首先，謝謝你不遠千里而來。

Dafermos (以下簡稱「D」): 這是我的榮幸。

劉: 我從一個特別針對你的問題開始，我們知道古希臘人才輩出，歐基理得 (325BC~265BC) 等等，為什麼，是什麼造就出這些人才？

D: 許多人問過這個問題，也有些理論，甚至有從政治或意識形態出發的理論。人才輩出的原因，包括希臘當時經濟改善技術進步，使得人們可以前往埃及、巴比倫開啟與這些不同文明之間的交流。不過我個人覺得，主要的因素是高水準的知性能量引領國內的風潮。這種現象在歷史上常見 — 想想 16、17 世紀的英格蘭，人口只占世界極小部分，竟然出現了莎士比亞 (1564~1616) 和牛頓 (1643~1726) 這樣的巨人。

劉: 達爾文 (1809~1882)。

D: 達爾文較晚, 是在英格蘭已經成為大英帝國的時候。不論如何, 17 世紀英格蘭還是孤立、不很富裕的小國, 但是高級知識份子的能量卻在此時薈萃、發光。我相信中國歷史上一定也有許多類似的時期。

劉: 對, 孔夫子 (551BC~479BC) 的時代。

D: 所以這解釋了希臘的情形, 特別是你提到的歐基理得在數學上的成就。這是在古典時期的希臘本島 (現今希臘本土) 開始的, 不過, 像歐基理得和阿基米德 (287BC~212BC) 那時他們活躍的據點不在希臘本島, 而是在亞歷山卓、西西里這些地方。亞歷山大大帝 (356BC~323BC) 建立帝國, 似乎使得最有活力, 最富創意的希臘人, 紛紛離開本島到各殖民地去。

劉: 你以 17 世紀的英格蘭做比, 確實, 他們出了許多作家、科學家, 我只是想希臘的數學不僅在於它的深度與廣度, 更在於它是獨一無二的。

D: 是的, 不過那時世界比較小, 還有價值觀上的某些偏頗, 由於歷史的或其他的種種原因, 我們全心接受希臘文明, 特別是將我們的科學文化植基於上。沒有理由非這麼做不可, 但是我們讚嘆古典希臘數學家, 因為我們依循他們的價值, 採納了他們做數學的方式。

劉: 是這樣啊, 我們是他們的傳人。以孔子為例, 他和歐基理得類似, 綜合整理歷來的禮教儀軌, 提出其中某些核心價值。不過倫理是一回事, 公設化是另一回事, 希臘人是以抽象的方式為之, 這是前無古人的。

D: 不錯。

劉: 所以這太美妙了, 難道不是獨一無二的嗎?

D: 也許我們覺得美妙是因為與我們現在從事的沒有扞格。有些曾經出現的文明只在乎事實, 認為這些公設是浪費時間。

劉: 我可不可以在這裡岔開, 談談「理性力學 (rational mechanics) 」, 在某些意義上它是力學公設化的一種嘗試, 這麼說對嗎?

D: 我想更準確的說法應該是這個運動的領導人將它命名為理性力學, 希望將力學公設化。我說它是運動因為它不折不扣就是個運動, 背後的來龍去脈是這樣的: 理論力學在整個 19 世紀以及之前都被視為數學的一支。但到了 20 世紀, 數學家和物理學家認為力學理論成熟難有發展的餘地, 逐漸將之視如敝屣。另一方面, 工程學家持續力學方面的研究, 不見得講究數學上的嚴謹。於是 Truesdell (Clifford Ambrose Truesdell III(1918~2000), 美國數學家, 也研究自然哲學與科學史。) 出現了, 他以重建力學回歸成數學的一支為人生使命, 將這個運動命名為「理性力學」, 重現早先在法國和義大利利用過的名詞。這個名稱惹惱了工程學家, 認為這是指他們做的是不理性的研究。自然, 這不是 Truesdell 的本意。Truesdell 和他的同僚們過度強調公設, 努力將力學放到純數學而不是應用數學的框架裡, 導致這個運

動到後來每況愈下，後繼乏力。

劉：力學當然還是數學裡活躍的領域。“Archive for Rational Mechanics and Analysis”是 Truesdell 創辦的很不錯的期刊，你介入頗深，可否談談它的演變。

D：義不容辭。起先，Truesdell 還在印第安那大學任教的時候創辦名為 Journal of Rational Mechanics and Analysis 的期刊。他離開後，期刊名稱幾經變更，現在叫做 Indiana University Mathematics Journal。接下來，在 1950 年代晚期，Truesdell 創辦 Archive for Rational Mechanics and Analysis。這兩本期刊原先的任務都是出版分析以及力學方面、甚或結合這兩個主題的文章，藉由兩個主題並陳，推動整合理性力學成為傳統數學的一部份。早期主要是理性力學方面的文章，因為那時候這是發表這類文章唯一的管道。不過，由於分析學家如 Serrin (Jim Serrin (1926~2012)，美國數學家，以在非線性分析及偏微分方程的貢獻而聞名。) 等人的參與，分析方面的文章漸漸地佔了上風。目前的編輯們鼓勵大家多投力學方面的文章，試圖重建兩者的平衡。

劉：你有工程的背景，今早你的演講非常分析，我非常喜歡，是很好的分析。你認為自己的研究是屬於分析還是力學？

D：我的情形說起來不是個特例。50 年代歐洲正從二次大戰後復甦、發展，工程是前景很好的職業，能進入工程學校就讀是很光彩的事，因而造成許多父母給子女壓力要求他們選擇工程科系。中學時我的夢想是念物理，不過我一直是聽話的兒子，順從父母的意思進入工科大學就讀。老實說，我對工程課程沒有多大興趣，但是因為好強與自我要求，我非常用功也表現得很好。可是，一等到畢業，我就立刻抓住機會到美國深造念比較理論的領域。很自然地我必須選擇一個與大學所學有關的領域，而 continuum mechanics 就符合這個要件。這樣的求學歷程對於我這一世代的歐洲學生是很常見的，在來自開發中國家的學生裡，也還很普遍，他們大多選擇介於工程與數學之間的領域，比如流體力學，控制理論，理論計算科學等等。

劉：不過到美國之後，你逐漸愈來愈傾向數學，是吧？

D：是的。我進入約翰霍普金斯大學的力學研究所，課程中 continuum，固態及流體力學的課很少，因此鼓勵研究生到數學系修課。我很歡迎這樣的作法，但是我太天真，以為自己工程學校的數學底子足以應付，興沖沖跑去選了好幾門進階課。結果，才開學就退掉群論，微分幾何倒是安然過關，但是因為缺少預備知識，學到的不多。另一方面，我喜歡小平邦彥 (1915~1997，日本數學家，菲爾茲獎及沃爾夫獎得主。) 教的複分析，學到許多東西。接下來一年，我修了 Philip Hartman (1915~2015，美國數學家，主要研究微分方程。) 教的實分析，他是非常好的老師，可能就是因為他的緣故，讓我愛上了分析。那時 Gaetano Fichera (1922~1996，義大利數學家，從事數學分析、偏微分方程等研究。) 從羅馬來訪問，他講線

性橢圓偏微分方程，我去聽了好幾次，這個主題很吸引我。上面提到的這些決定了我未來的方向，在偏微分方程領域我自己選定了論文的主題（有關線性熱彈性方程系統）。不幸的是我們研究所沒有專長偏微分方程或對此感興趣的教授，所以我只能土法煉鋼自求多福。舉例來說，我論文中有個讓自己驚喜又得意的論證，後來發現就是緊緻（compactness）的標準概念。

劉：非常有意思，再多講些細節。

D：我的論文討論一序列殆週期函數，我非常得意用自學的極為樸素的手法、工具，造出了關鍵的收斂子序列，後來才知道這是殆週期函數標準的緊緻定理就可以導出的結果。

劉：和 Truesdell 在一起的還有一個人，他是……？

D：Jerald Ericksen（1924～，美國數學家，從事 Continuum Mechanics 的研究。）。

劉：就是他。

D：名義上他是我的論文指導教授，但是在某種意義上 Truesdell 是共同指導者。Ericksen 在印地安那大學師從 Gilbarg（David Gilbarg（1918～2001），美國數學家。）（Ericksen 與 Jim Serrin 同學，是學術上的兄弟）的時候，Truesdell 在那裡擔任教授。他在到約翰霍普金斯大學與 Truesdell 共事之前，曾在海軍的研究部門（Office of Naval Research）工作多年。兩人做研究的風格極為不同；Truesdell 精準，條理井然，而 Ericksen 則是比較直觀，我覺得這兩種態度都讓我獲益良多。

劉：我對 Ericksen 不熟，曾經到過他家一次，他溫文爾雅，像個哲學家。

D：他並不哲學，但是外表像充滿哲思的智者。他的溫和是因為從不大聲說話，他說話簡約像古希臘神話中 Delphi 的神諭。傳統上，神諭總是做出模稜兩可，隨個人心之所欲解讀的預言。類似地，Ericksen 也避免在科學上做明確的臆測，例如，要比較 A 跟 B，他會說，很可能 A 等於 B，但是呢也許有個有效的論證指向 A 其實比 B 大，不過，天曉得，說不定到頭來 A 還比 B 小！他從不做明確的陳述。

劉：他做了很根本的工作。

D：不容置疑！他在非線性彈性、非牛頓流體以及液晶的理論上有根本的貢獻。特別是現在熱門的液晶，就來自於他的工作，而且這個潮流可能持續很久很久。

劉：他寫下了泛函？

D：他寫下液晶理論平衡態之下的守恆律。

劉：我想回頭問你在希臘求學成長那些年的情形，就我所知你出身很好的家庭，父親從事什麼職業？

D: 我的父母都在中學教古典希臘文, 也許因此他們在心底認為我應該繼承衣鉢, 所以從小就讓我大量接觸古典希臘文、拉丁文和歷史。數學反而是不受重視的, 再加上小學的數學老師不怎麼行, 數學一直是最弱的科目。直到 14 歲初次遇見歐氏幾何, 就此愛上了數學。因此我早期的學習背景比較偏向經典與歷史而不是數理科學。

劉: 很有趣。你曾經寫過一篇文章「彈性力學很特別 (Elasticity is special)」, 我倒覺得你與眾不同, 你的背景說明了這事。

這些年來數學大幅進展, 比方說過去數十年, 甚至在你之前分析的發展已達到相當精細複雜的程度, 你對分析的現況有什麼看法?

D: 老實說, 不僅是分析, 我對當前數學的情況同樣憂心; 因為它變得愈來愈專門, 就像聖經中的巴別塔, 築塔的人開始講不同的語言, 彼此無法溝通使得整個計畫半途而廢。數學難道也要分爲一小撮一小撮的人, 各自鑽研狹窄的領域, 從事迷人、尖端, 卻無法讓非同行理解的工作? 許多早幾世代的數學家們的進展來自於受到不同領域的滋養, 我們即將喪失這些嗎? 另一方面, 進入我們這個領域的年輕一代數學家, 我對他們的工作很感興趣。

劉: 回到你的學術歷程, 拿到博士學位之後你先到 Cornell 再到 Brown, Brown 一直是應用數學的重鎮。事實上, 我以為早在 Courant 之前, 應用數學中心就已經在 Brown 成立了。

D: 二者幾乎同時成立。當然 Courant Institute 並沒有正式冠上應用數學之名 — 它就是紐約大學的數學系。相較之下, Brown 的 Division of Applied Mathematics 完全獨立於 Brown 的數學系。某種程度上, 過去 “Applied Mathematics” 是 Brown 獨佔的專有名銜。順便一提, 1950 年代 Brown 應數部門涵蓋的研究主題主要是彈性力學 (elasticity) 及塑性力學 (plasticity), 在工程學家中熱門, 但在數學圈沒有多大影響, 不像同一時期 Friedrichs (Kurt Otto Friedrichs (1901~1982), 德裔美國數學家, 爲紐約大學 Courant 數學研究所共同創辦人。)、John (Fritz John (1910~1994), 德裔美國數學家, 主要研究偏微分方程及適定性問題。)、Lax (Peter Lax (1926~), 匈牙利裔美國數學家, 爲美國國家科學院院士, 1987 年沃爾夫獎得主。) 和 Nirenberg (Louis Nirenberg (1925~), 加拿大裔美國數學家, 2015 年阿貝爾獎得主。) 在 Courant 進行的 PDE 的研究。

劉: Lefschetz (Solomon Lefschetz (1884~1972), 美國數學家, 爲代數拓撲做出了基礎性的工作。) 在 Brown。

D: Lefschetz 與 Brown 的淵源是這樣的, 他原本是拓撲學家, 在生涯晚期興趣轉向微分方程與控制理論。他是俄裔, 清楚俄羅斯在這些方面的貢獻。1950 年代自 Princeton 退休後, 他說服 Martin-Marietta 公司 (在化工、航空航天和和電子領域等方面都是名列美國市場前矛的企業。) 在 Baltimore 成立研究所, 發展太空方面的研究。他招募了一群年輕數學家, 其中像 Bellman (Richard E. Bellman (1920~1984), 美國應用數學家, 美國國家科學

院院士和動態規劃的創始人。), Kálmán (Rudolf E. Kálmán (1930~2016), 匈牙利裔美國數學家。), Hale (Jack K. Hale (1928~2009), 美國數學家, 主要研究動態系統及泛函微分方程。), Peixoto (Maurício Peixoto (1921~), 巴西數學家。) 後來都成了領袖一方的人物。1963年, Brown 的應數部門內鬥, 大批成員離開, 學校因此延攬 Lefschetz 的研究群填補空缺。應數部門的研究重點也從力學改變為動力系統與控制理論。Lefschetz 本人並沒有常駐 Brown, 只是定期前往督導, 提供意見。

劉: 所以外在的因素, 俄羅斯等等是促成這個發展的重要助力。

D: 最重要的是, 在美蘇兩國科學交流困難重重的時期, Brown 是第一個有俄羅斯數學家, 如 Pontryagin (Lev Pontryagin (1908~1988), 蘇聯數學家, 在代數拓撲及微分拓撲有重大貢獻。) 到訪的地方。

劉: 喔, Pontryagin 來啦?

D: 是的, 還有許多數學家, 像做動力系統與控制理論的 Mitropolski (Yurii Mitropolskiy (1917~2008), 烏克蘭數學家。)

劉: 當時俄羅斯在動力系統方面的研究真正是頂尖的, 不是嗎?

D: 尤其在應用方面。

劉: 讓我岔開話題。我們都知道文化很重要, 希臘的每個小學生應該對希臘過往的輝煌耳熟能詳, 這對現代的希臘教育有什麼影響?

D: 非常有意思的問題。希臘政府一向不遺餘力灌輸人民以昔日的光榮為傲。這樣的作法產生了三種人: 研究古代歷史而且打從心底以先人的成就為榮的人; 對於政府的洗腦反感, 完全否定甚且嘲諷舊時榮光的人; 最後還有標榜與古希臘的連結, 多半是虛假的, 藉此牟取政治利益的人。中國社會裡是否也有類似的現象?

劉: 一定有類似的情形。我們來談談你近來的活動。你寫了 *Hyperbolic Conservation Laws in Continuum Physics*, Springer Verlag, 我認為這本關於截波的書是部巨著, 你一定花了很多時間。

D: 毫無疑問! 從 1990 到 2000 年, 十年之間除了它我幾乎心無旁騖。一開始必須研讀成篇累牘的論文, 定出合宜的框架。我也嘗試加入一些原創的結果, 雖然它們不足以撑起一篇論文, 但可以作為既有文獻有趣的補充, 書中散見許多這樣的例子。這麼做需要反覆思索沉吟, 加上我不打字全用手寫再交給秘書打字; 我不是下筆成章的天生寫手, 卻自我期許要盡力寫到最好, 就必須一遍遍地數易其稿, 我算了一下, 六百到七百頁的書, 我寫了一萬頁的手稿。

劉: 這麼多材料, 真是工程浩大的壯舉。在這個過程中你瀏覽了 19 世紀所有有關的論文, 有沒有什麼你感到震撼因而改變了原先對這個主題的看法?

D: 肯定有許多, 但我沒法一一指出。

劉: 我想你像中世紀的隱士埋首閱讀 19 世紀的論文, 耙梳重要人物的原作, 同時掌握外界正在進行的研究。在這段處於隱士狀態時有沒有可以一談的事?

D: 印象特別深刻的是 Stokes (Sir George Stokes (1819~1903), 愛爾蘭數學家。) 的工作。是他首次構思出截波的想法, 用不連續函數作為偏微分方程的解, 在當時是破天荒的創見。但是這事沒有受到應有的重視, 因為 Kelvin (William Thomson, 1st Baron Kelvin (1824~1907), 英國數學物理學家。) 和 Rayleigh (John William Strutt, 3rd Baron Rayleigh (1842~1919), 英國物理學家。) 指出他的截波是同溫的, 不滿足能量守恆。迫於這樣的批評, Stokes 放棄了自己的理論, 甚至加以貶抑, 結果就是, 大家將截波理論的創立歸功於 Riemann (Bernhard Riemann (1826~1866), 德國數學家。), 不過最初的想法是 Stokes 的。

劉: Riemann 知道 Stokes 的工作嗎?

D: 當然, 他還引用了 Stokes 的工作。

劉: 你還要持續更新這本書?

D: 不瞞你說, 我正在思考做最後一次的增補修訂然後封筆。當然這意味著經年累月的案牘勞形與焚膏繼晷。

劉: 這是存在的目的 — 讓自己的存在有感。在你回顧總覽的同時, 這個領域的研究持續進行, 我們下次會議將在巴西舉行, 會議本身逐漸改變, 你說呢?

D: 改變的是, 它們涵蓋的範圍更廣。原先的精神不見了, 記得嗎, 過去參加的人彼此認識, 像個大家庭。現在它們成為正式的會議, 來自不同地方的參與者眾, 不同小組的會議同時舉行等等。不過仍有許多傳統雙曲方程守恆律方面, 以及圍繞我們領域周邊的演講。相信最後總結起來, 這樣的開展拓廣是有益的。

劉: 上次在 Padova 與會人數超過 300 人。你還帶學生嗎?

D: 不了。不收學生有幾個原因, 首先, 考量雙曲守恆律理論的本質與現有的情況, 除非個性適合、有耐力、分析底子強, 不然我不會鼓勵他/她投入這個領域; 再者, 收了學生接下來四年, 你有義務把他/她帶到畢業, 而四年中我的心智是否依然敏銳, 甚至是否健在都無法保證; 最後, 我滿 65 歲後不再申請任何研究獎助, 如果要收學生, 必須回頭再寫計畫申請經費。

劉: 不過以目前的情況, 許多人認為製造的博士已經氾濫了。我就看到不少人, 甚至在這個會議中就頗有些人成為單純的研究者、學者, 有些人退休後研究作得好極了, 事實上眼前你就是這樣的例子。也許學術界正在一點一點的改變。早先可以看到培育出許多博士的人, 你帶過多少博士生?

D: 大概 20 人。

劉: 你帶了大約 20 人, 其他好數學家製造出的博士人數或多或少, 不過 5 個以上不足為奇, 未來這個情形似乎難以為繼了。

D: 確實。另一方面, 在博士論文之後仍然發表論文的數學家相對來說比較少, 而畢業後持續研究的有很大比例從不收學生, 好像一種人口控制似的。我不認為要像一胎化般的限制教授指導學生的人數。

劉: 截波理論的未來, 你曾經思考過這個問題嗎?

D: 但願我知道答案。你也知道有許多還沒解決的問題非常吸引人, 又非常棘手, 我有時候感到挫折, 但我願意樂觀以待, 希望有人, 也許是年輕人做出關鍵的進展, 帶動整個領域的活力。

劉: 我想繼續這個話題。過去數十年你一直從事這個領域的研究, 有沒有那麼幾次你覺得似乎已經到了山窮水盡的地步, 結果柳暗花明, 有人發現了有意思的東西, 得以往前推進。

D: 說實話, 我從不會有這樣的感覺。回頭來看, 是有些時候讓人覺得這個領域遇到難關, 但這是我熱愛而且願意投入的主題, 我不在意這些繼續我的研究。

劉: 不過你似乎給我一個印象, 這次有點不一樣, 你覺得這個領域越來越複雜, 讓年輕人更難以踏入。

D: 我是這麼認為。另外, 現實面上, 這個領域並不當紅, 至少在美國我看不到它的職缺。權衡之下, 學生不會選擇它。

劉: 同樣的問題也可以用來問一般的數理科學。

D: 確實, 好在數學對許多人有用, 危險的是數學研究可能成為只限於菁英大學、為數不多的學者從事的希有工作, 至於大學一般科系的基礎數學課程則由低薪兼任教授擔任。

劉: 是啊, 我聽到有人談起這樣的場景已經越來越可能成為事實。

D: 老實說, 十年前我就擔心類似的事可能會發生, 不過我憂心的事沒有發生。也許因為雇用數學家成本低廉, 不需要實驗設備等等, 大學的正規師資仍然會聘用數學教師。

劉: 另一方面, 說到數學與社會的關聯, 我認為是增加的。你一定看過「最理想職業」的調查統計; 墊底的是計程車司機、伐木工、清潔隊員, 雖然也有人認為這些是不錯的職業; 不論如何, 最前面的五個職業都是需要數學的, 到底是哪些行業我不確定, 但包括數學家、統計學家、精算師、會計師。由此看來, 我以為提升公眾的數學素養對社會的福祉是很重要的。

D: 我們在大學裡每天都注意到這個事實, 數學課的註冊率上升, 學生來自生物、經濟以及一些過去對學生數學程度要求不高的科系。愈來愈多事情以數學的方式完成, 所以需要更多人具備數學能力與數學思維, 我相信一般人知道這事。但在另一方面, 他們認為數學研究已經日



薄西山 — 生物有了新的發現, 物理有了新的發現, 而數學家只會解方程式教些早就知道的東西。

劉: 這是個老話題。有人說要成為好的數學教師必須對這個科目有熱情, 要對這個科目有熱情必須時不時嘗試做些研究, 你同意這個說法嗎?

D: 是的, 其實這也是 Truesdell 的哲學, 他認為不僅是數學教學, 數學史研究也要如此。過去五十年來數學史歷經了很大的轉變。以前, 強調數學的創造 — 為什麼高斯證明了這樣那樣的定理, 法國學派如何發展的等等, 對比之下, 晚近則強調外在社會對數學的影響 — 數學研究如何受到社會環境的影響。Truesdell 駁斥這個趨勢, 他宣稱能做出合理的數學史研究的, 唯有親身從事過研究的數學家, 不必是多了不起的研究, 但是有第一手的經驗, 知道數學研究到底是怎麼回事。我認為他是對的。

劉: 他創辦了一個期刊。

D: 是的, 期刊還存在, 稱做 Archive for the History of Exact Sciences。

劉: 這本期刊和 the Archive for Rational Mechanics and Analysis 一樣, 發行情況良好?

D: 嗯, 當然, 它的規模小多了, 因為對象是小眾。我不那麼清楚, 但它並不是數學史最重要的期刊, 也許因為 Truesdell 的說法冒犯了許多專業史學家。我過去定期閱讀這本期刊, 不過 Truesdell 過世後我不再看也不清楚其後的演變。

劉: 教育是複雜的事, 要頂尖的數學家談數學教育可能更難, 因為數學對於他們太簡單了。談到數學教育, 主要的考量應該是如何去教數學資質一般的學生。

D: 我在美國數學學會的 Notices 上不時看到某些過去作研究的數學家的文章, 他們在生涯晚期參與中學數學教育, 不過我沒有持續追蹤, 不很清楚。

劉: 我佔用你太多時間了, 我們就此打住下次再續。

D: 非常謝謝你, 到你這裡來真好。

—本文訪問者劉太平任職中研院數學所, 整理者李宣北為中研院數學所退休研究人員—