

美麗境界另一章

2015 年的阿貝爾獎和沃爾夫數學獎

每年早春是數學界兩個大獎公布的日子，就在《數理人文》出刊前的 3 月 25 日，2015 年的阿貝爾獎公布了，這個最有「終身成就獎」架勢的數學獎，今年頒給普林斯頓大學的納許（John Nash Jr.）和紐約大學庫朗研究所的尼倫伯格（Louis Nirenberg）。另外今年稍早公布的沃爾夫數學獎，則頒給加拿大多倫多大學的亞瑟（James Arthur）。

大眾對今年 87 歲的納許並不陌生，1998 年，他的傳記《美麗境界》（*A Beautiful Mind*）洛陽紙貴，得到「美國國家書評獎」，並獲「普立茲獎」提名。2001 年改編為更轟動的同名電影，橫掃英美電影大獎，獲得八項奧斯卡提名，並獲得四項包括最佳影片、最佳導演的小金人，全球電影票房大約 150 億，成為有史以來最名利雙收的數學家電影。

不過數學家對此其實早有微詞，姑且不論數學家故事拍成電影的先天侷限，也不論納許自己對電影真實性的不滿，即使連納許的公眾形象所在——也就是結結實實 1994 年的諾貝爾經濟學獎得主，數學家可能也不覺得這反映了納許真正的數學成就。。

因此當今年阿貝爾獎委員會，以「在偏微分方程領域傑出與重要的貢獻，並應用於幾何分析學」為由頒給納許和尼倫伯格時，一定有許多數學行內人覺得這才是還納許公道，是尊崇重要數學家卓越貢獻的適當舉措。

臺大數學系的林長壽院士是尼倫伯格的高足，他精彩的博士論文則和納許的研究緊密相關。他說：「納許在分析上有兩個著名的工作，一個是黎曼流形可以等距嵌入歐氏空間 \mathbb{R}^n ，另一個是二階橢圓型算子（係數是有界可測函數）的正則性。這是幾何分析在 1950-60 年代最重要的成就，這兩個工作無論是方法還是結果，對後來的發展有決定性的影響。和迪喬吉（de Giorgi）不同的是，納許的拋物型方程研究，深深影響了丘成桐在 1980-90 年代的分析方法。」

今年 90 高壽的尼倫伯格，和喜歡獨自工作的納許不同，他大多數的論文都是和別人合作的成果，到處可見掛名尼倫伯格的不等式、定理、理論。這位多產的數學家一直到晚年仍非常活躍。

林長壽說：「尼倫伯格為橢圓型方程，無論是線性或非線性，都打下最根本的基礎，尤其能將非線性方程應用於各種幾何問題，例如蒙日 / 安培方程（Monge-Ampere equation）、尼倫伯格 / 紐蘭德定理（Nirenberg-Newlander theorem）等。他是開拓性的傑出數學家，對 20 世紀許多數學部門有深遠的影響。」

阿貝爾獎委員會特別強調他們的工作都不只是解決單一問題，「納許和尼倫伯格所證明的結果，後來都成為非常有用的工具，在進一步的發展中產生巨大的應用。」林長壽非常同意阿貝爾獎的評語，稱他們是「20 世紀的數學巨人。」

今年獲得渥爾夫獎的亞瑟是加拿大之光。因為除了博士期間他在耶魯大學受教於另一位加拿大數學家朗蘭茲（Langlands），並短期留在美國外，他從 1978 年就任職於母校多倫多大學，他的研究基本上都是在加拿大完成的。

亞瑟的得獎工作主要是他的跡公式（Arthur trace formula），沃爾夫委員會盛譽這項研究傑出，為「約化群（reductive group）的自守表現做出基本的貢獻」。亞瑟 / 塞爾伯格跡公式（Arthur-Selberg）推廣塞爾伯格 1956 年的重要研究，從秩一的 SL_2 群推廣到更高秩，甚至基於大域體（global field）的約化群。亞瑟的跡公式有相當多形式，這是他從 1974 年到 2003 年長期專心致志的研究結晶，已經成為數論重要猜想「朗蘭茲綱領」的重要工具。

堪稱佳話的是，朗蘭茲和亞瑟這對師徒一前一後相隔 20 年，為加拿大拿到唯二的兩座沃爾夫數學獎。再加上出生於加拿大的尼倫伯格，今年真是加拿大年。∞（編輯室）

2015 年基礎物理學 與生命科學突破獎

本刊曾介紹 2015 年首屆數學突破獎 (Breakthrough Prize)，本期我們繼續介紹 2015 年的基礎物理學獎與生命科學突破獎得主。突破獎頒獎典禮於去年 11 月 9 日舉行，並由「探索科學」頻道全程錄影轉播。

為表彰物理學家 1998 年出人意表的驚人發現，宇宙正在加速擴張，而非原先認為的減速中，2015 年基礎物理學突破獎將大獎頒給相關的研究團隊，包括普爾穆特 (S. Perlmutter，加州大學柏克萊分校 / 勞倫斯柏克萊國家實驗室) 及其領導的超新星宇宙學計畫團隊 (Supernova Cosmology Project)、黎斯 (A. Riess，約翰霍普金斯大學 / 太空望遠鏡科學研究所) 及其領導的高紅移超新星搜尋團隊 (High-Z Supernova Search Team) 以及史密特 (B. Schmidt，澳洲國立大學)。

為年輕物理學家設立的物理學新視野獎 (The New Horizons in Physics Prize)，2015 年頒發三個獎項給七位獲獎人：運用弦論全像原理，為強關連量子系統帶來全新見解的哈特諾 (S. Hartnoll，史丹福大學)；探索新物理「簡化模型」架構，並提出運用高強度電子束探索暗質粒子新實驗法的舒斯特 (P. Schuster，加拿大圓周理論物理研究院) 與托洛 (N. Toro，同前)；研究量子場論與量子重力論中熵基礎性質的卡西尼 (H. Casini，阿根廷庫瑤大學)、韋爾塔 (M. Huerta，庫瑤大學)、笠真生 (伊利諾大學香檳分校) 與高柳匡 (日本京都大學)。

這兩個物理獎項由米爾納基金會 (Milner Foundation) 資助。基礎物理學突破獎的頒發對象是近年來在基礎物理方面獲得重大研究成果的學者，每年頒發一個獎項，獎金三百萬美元，可由兩名以上的獲獎者均分。物理學新視野獎的對象是有傑出表現的新進研究人員，每年至多頒發三個獎項，每個獎項十萬美元，可由獲獎者均分。

2015 年生命科學突破獎頒發四個獎項給六位獲獎人。艾利斯 (C. Allis，洛克菲勒大學) 發現組織蛋白的

共價修飾及其在調控基因表現與染色質結構上所扮演的關鍵角色，使我們對於先天性缺陷乃至於癌症等疾病有更深刻的了解，因此獲此殊榮。

班那比 (A. Benabid，法國約瑟傅立葉大學) 因高頻腦部深層刺激術 (DBS) 的發現與開創性研究，使帕金森氏症的治療產生革命性改變。

夏邦提耶 (E. Charpentier，德國赫姆霍茲感染研究中心 / 瑞典優密歐大學) 與杜德娜 (J. Doudna，加州大學柏克萊分校 / 霍華休斯醫學中心 / 勞倫斯柏克萊國家實驗室) 將長久以來已知的細菌免疫機制轉變成廣泛且有效的基因體編輯技術，廣泛應用於生物學與醫學。

安柏羅斯 (V. Ambros，麻州大學醫學院) 與魯夫肯 (G. Ruvkun，麻州總醫院 / 哈佛醫學院) 發現透過微小 RNA 進行基因調控的方法，可抑制轉譯過程，或破壞互補訊息 RNA 的穩定性。

生命科學突破獎由谷歌共同創辦人布林 (S. Brin)、臉書創辦人祖克柏 (M. Zuckerberg)、阿里巴巴集團董事長馬雲以及俄國創投巨擘米爾納 (Y. Milner) 等人共同資助。每年至多頒發六個獎項，其中一個必須針對帕金森氏症與神經退化性疾病的研究，每個獎項獎金為三百萬美元。

2015 年的基礎物理學與生命科學突破獎今年分別是第四屆與第三屆。除了這兩個領域之外，突破獎還包括數學領域 (見本刊上期簡訊〈一個時代的消逝〉)，由祖克柏與米爾納共同資助。另外主辦單位將新增年輕數學家的數學新視野獎，每年至多三個獎項，每個獎項十萬美元。

高達三百萬美元的獎金使得突破獎成為全世界獎金最高額的科學獎，超越諾貝爾獎。下個年度的得獎者剛於 3 月 23 日開放提名。∞ (編輯室)

數學的曼哈頓計畫 不沾俗塵的散仙，還是駝鳥

自從 2013 年起，經由史諾登 (E. Snowden) 所流出的大量機密文件揭露出美國國安局 (NSA) 的各種情蒐和監視行為，造成各界莫大的震撼。隨後陸續揭發的資料更表明國安局情蒐範圍的廣泛和全面，已達到前所未有的程度。似乎我們的一切都被監控、被窺伺，再也沒有隱私可言。其中值得注意的是，數學在此所扮演的角色。

舉凡資訊的加密與傳遞、情報的蒐集與分析，都與數學密切相關。國安局的各項技術是建立在數學知識上的，它的運作也需要大量數學家支援，所以長久以來都有「國安局是數學家第一大雇主」的說法。也因此，有些數學家自然會問：他們手上的工作是否在不知不覺中被用於摧毀他們所信仰的人性價值？他們是否該採取更積極的行動來阻止數學的誤用與濫用？

率先發難者之一是芝加哥大學的貝林森 (A. Beilinson)，他投書給美國數學學會 (AMS) 的 *Notices*，呼籲學會切斷與國安局的一切關係，他的來信在 2013 年 12 月號的 *Notices* 刊出。之後，艾克隆大學的佛西 (S. Forcey) 與匹茲堡大學的黑爾斯 (T. Hales，克卜勒猜想的證明者) 也主動投稿表達意見。其中黑爾斯的文章是針對被批評設有「後門」的橢圓曲線加密演算法 (參見本刊第二期，〈橢圓曲線：增強或減弱資訊安全的雙面刃〉) 探討破解密碼的可行性。黑爾斯的實作證明，利用後門可以輕易破解密碼，將加密的資訊還原。而且即使不知道具體的後門為何，只要具備適當的數學知識，便可以自行找出後門所在。

以此為契機，AMS 便規劃了以 *Notices* 作為論壇，邀請各方數學家發表意見。AMS 這麼做有其必要性，誠如貝林森的文章所云，AMS 和國安局之間存在著共生關係——國安局是數學研究的重要金主，他們透過 AMS 招募數學家，AMS 也經營國安局的某些贊助計畫。AMS 沒有理由置身事外。

一年多以來，*Notices* 上已刊出十餘篇相關文章和來信，大部分是對國安局及其監控行為的批評意見，願意為國安局辯護的人並不多 (可能是因為相關人士都簽有保密協定)。在這些支持意見裡，最值得注意的是今年二月號所刊出的〈加密法與國安局在制定國際標準時的角色〉，作者魏特海默 (M. Wertheimer) 在撰文時是掌理國安局研究部門的主管。對於引發爭議的 Dual_EC_DRBG 加密標準的制定原委，他承認國安局在獲悉演算法的瑕疵後處理不當，但其中絕無陰謀；至於情蒐行為，則一切都是合法的，也並未侵犯美國民眾的權益。他的說法雖有避重就輕之嫌，而且只是以個人名義發言，但因為難得見到國安局一方的說法，所以仍引起多國媒體的關注與報導。

儘管 AMS 努力促成討論風氣，但是即將卸任的學會會長佛根 (D. Vogan) 坦言，絕大多數數學家的態度還是漠不關心，他們認為研究的價值在於研究本身，這與它們是否被濫用無關。即使他身為會長，也難以推行像是發表公開聲明之類的進一步行動。

在史諾登事件之前，我們都難以想像抽象、純粹的數學可以成為欺騙、為惡的工具。難道以後拿起筆來做數學，竟也要像醫學或生化實驗一樣，考慮道德問題？面對這個處境，人們不免聯想到參與曼哈頓計畫的物理學家，例如柏克萊的數學家弗倫科 (E. Frenkel) 便說道：「在這個新時代，數學已變成一項強力的武器。當核子彈建造時，……理論物理學家被迫要面對深刻的倫理問題。如今發生在數學上的，或許也有類似的深遠影響。」

把數學與核子武器相提並論，究竟是實情抑或只是誇張的修辭，還有待時間來驗證。然而可以確知的是，數學再也不是 (也許從來都不曾是) 像哈第 (G. Hardy) 所以為的那樣一門與世隔絕的學問。∞ (編輯室)

本文參考資料請見〈數理人文資料網頁〉<http://yaucenter.nctu.edu.tw/periodical.php>

不花力氣提高數學成績

只要老師不知道妳是女生

性別差異是很難研究或釐清的課題。雖然男女生物差異比種族明顯，但由於人類教養期長，打從嬰兒一出生，不同性別的教養者（父母）就已經介入，後天影響的考慮比種族因素更微妙。

做跨文化、跨種族研究，雖然有機會釐清先後天差異（如果結果差距大）；但就算結果一致，也無法判定是否先天差異。因為異文化的形塑可能基於相仿的性別差異實踐（例如體型），研究者感興趣的其他差異（如數學能力）可能早受其中相似的體制「污染」。

性別差異在 STEM（科學 / 技術 / 工程 / 數學）時代是緊要的議題。目前 STEM 產業高度性別失衡（各類數據顯示女性比大約 10%），問題不全在職場歧視，事實是求職學生就已相當失衡（男性三倍於女性）。由於 STEM 產業是未來「普通人」靠工作得以生存積財的基本管道，性別失衡可能導致性別階級化，影響十分深遠。

從 OECD 基於 PISA 資料所做的《教育性別公平報告書》（2012），可以看到女性雖然比男性更注意未來職場，卻不像男性早做職場預備，也遠比男性少關注 STEM 學科：數學和科學。

PISA 表現最好的東方國家，成績最高層級組的女生成績雖比其他國家男女生優秀（差異非先天？），但在該層級，男生分數皆高於女生。值得注意的是，一旦納入女性對數學的自信因素調整，這項差別就幾乎消失（臺灣女生信心差異導致的數學分數變化是全球第二高）。除了女生缺乏數學信心，PISA 調查也顯示女生對數學成績的焦慮大於男生，一般相信，這些差異主要來自家庭、社會或文化因素。

不過最近美國全國經濟研究所（NBER）有篇拉維（V. Lavy）和山德（E. Sand）的〈論人力資源性別差距的起源〉，顯示大家也許還忽略一個因素：老師，尤其是小學時代的老師。這篇報告一出來，馬上被媒體注意，《紐約時報》、《石板》都曾報導。

拉維在《紐約時報》的兩段話綜述報告要旨：「我們花了很多時間，才知道不是學生，也不是家庭，而是學校老師的行為足以解釋男女孩的部分長期差異。」「我認為最詭異與重要的發現是，有偏見的老師足以影響學生的職業選擇，以及是否要學習數學和科學。」

老師的偏心表現當然會影響學生，這和性別無關。不過這裡談的或許是潛意識的運作。舉一個熟知的例子，老師在改有答題過程的非選擇題時，如果知道考生成績很好，就可能善意解釋學生的不足，對差的學生則容易挑剔，同樣的答案可能分數不同。學生比較考卷容易因不公而挫折，或因暗示而喪失信心。

在該項研究裡，研究人員在以色列選了三組學生，從 2002 年到現在觀察學生從六年級到高中畢業。其中學生考兩次試，一次是校內老師批改（老師認識學生）、一次是校外老師批改（無法分辨性別）。結果後者女生成績勝過男生，前者則反之。但是在其他科目如語言學科就沒有這種差異。研究結論認為：老師傾向於高估男生數學能力而低估女生。

在他們的調查中，這些作為不但影響學生對數學的態度，同樣的學生日後在初中與高中參加國家考試時，小時受到鼓勵的男生都表現很好。就算是選課，小時曾經受挫的女生，後來選課也傾向於不選更高級的課程（統計已排除其他選課的因素）。

這種老師的期許會導致學生成就成真的效果稱為「畢馬龍效應」（Pygmalion effect），在許多教育文獻中都可見到，也是教師教學要特別謹慎的地方。不過這個研究指出的是更制度性的潛在偏見，這項結果更因為所有參與的老師都是女性，更令人深思。

如果再結合 PISA 的另一項調查結果：男生的學科表現平均比女生差、放棄更快。我們發現另一個可能的癥結，如果老師特別在評量上鼓勵男生（運用畢馬龍效應），可能自然導致對女生的不公平。畢竟我們從小就知道，老師對學生的特殊鼓勵，對其他學生同時就是一種有評斷性的不公。

為求性別平等，看來要花上更長的時間。∞（編輯室）