

數學與諾貝爾獎

黃文璋

西元1994年10月11日，瑞典皇家科學院 (The Royal Swedish Academy of Science) 宣佈美國普林斯頓大學 (Princeton University) 的數學家 John F. Nash 獲得當年的諾貝爾獎 (Nash 得獎的研究工作之介紹可參考張企 (1995))。後來 Keith Devlin 在美國數學協會 (The Mathematical Association of America) 的通訊 FOCUS 上寫著“此為有93年歷史的諾貝爾獎第一次頒給一做純數學 (pure mathematics) 研究的學者”(見 Devlin (1994))。但是 Nash 並不是得到夙有諾貝爾數學獎 (Nobel Prize of Mathematics) 之稱的費爾茲獎 (Fields Medal, 正式的稱呼為 The International Medal for Outstanding Discoveries in Mathematics)。Nash 所得到的是諾貝爾經濟學獎 (The Nobel Memorial Prize in Economic Science)。諾貝爾 (Nobel, 1833-1896) 並未設有數學獎。

先說費爾茲獎。這是根據加拿大多倫多大學 (University of Toronto) 的數學教授費爾茲 (J. C. Fields, 1863-1932) 的遺囑與捐贈所設立的。費爾茲本人是個不錯的數學家，不過他主要還是因設立了此獎而得名。西元1936年首度頒獎，然後因第二次世界大戰而中斷。自西元1950年起，在通常每

四年召開一次的國際數學家會議 (International Congress of Mathematicians, 簡稱 ICM)，每次頒發給二至四位已有傑出成就且極富潛力的數學家 (西元1924年在多倫多舉行的國際數學家會議通過每屆頒發二位，費爾茲為那屆會議的秘書。在西元1966年通過每屆最多可頒發四位)。由於它的國際性、權威性及獲獎之難度，在數學家心目中的地位，彷彿諾貝爾獎。費爾茲獎的得主年齡一向不超過40歲。至西元1994年止共有38位費爾茲獎得主。相對於諾貝爾獎每科每年常有不止一位得主，費爾茲獎顯然更難得到。西元1949年出生於廣東汕頭市，畢業於香港中文大學數學系，而於西元1971年獲得美國加州大學柏克萊分校 (University of California at Berkeley) 數學博士的丘成桐先生，於西元1983年獲得此獎，是唯一曾獲費爾茲獎的華人。丘先生亦為我國中央研究院院士，他成功地把微分幾何 (這是十九世紀才發展出來的數學領域，主要是利用微分與積分去探討曲線與曲面之幾何形狀) 與偏微分方程的技巧與理論結合在一起，解決許多著名的猜想，在數學的好幾個領域，甚至物理中的廣義相對論均有極大的貢獻。至於日本則有 Kadaira (小平邦彥, 1954) Hironaka (廣中平佑, 1970) 及 Mori (森重文, 1990, 曾來參

加在國立中山大學應用數學系舉辦的1994年國際數學會議 (International Mathematics Conference'94), 給大會主講 (Keynote Speech))。以上這四位也是僅有曾獲得費爾茲獎的東方人, 他們的一些資料可參考康明昌 (1991)。關於費爾茲獎的一些歷史由來, 則可參考姜家齊 (1978) 一文。

數學中另有一大獎, 就是為紀念芬蘭數學家 Nevanlinna (1895-1980, 關於 Nevanlinna 之一些事蹟, 可參考楊重駿 (1997) 一文) 所設立的 Nevanlinna 獎 (Nevanlinna Prize), 自西元1983年起, 亦在國際數學家會議與費爾茲獎同時頒發, 獎勵在資訊科學的數學理論有傑出貢獻的學者, 到目前為止共有4位得主 (每屆一位), 分別是 Tarjan (1983), Valiant (1986), Razborov (1990), Wigderson (1994)。又丘成桐院士得到過的獎項很多, 在西元1994年, 他與英國牛津大學 (Oxford University) 的 Donaldson (出生於西元1957年, 亦為西元1986年之費爾茲獎得主之一), 因在微分幾何的領域, 有影響深遠的成果, 而共同獲得 Crafoord 獎 (Crafoord Prize), 兩人均分約三十萬美元, 相對於費爾茲獎每人可獲一萬多美元, 顯然多許多。Crafoord 獎是由瑞典工業家 Crafoord 夫婦, 為了彌補諾貝爾獎項目之不足, 而於西元1980年捐款給瑞典皇家科學院所設立 (Anna-Greta and Holger Crafoord Fund), 目的是為促進瑞典和世界其他地區的基礎科學研究 (to promote basic scientific research in Sweden and in other parts of the world)。自西元1982

年 Crafoord 去世後開始頒發。以每六年為一循環, 依序頒給數學、地球科學 (the geosciences)、生物科學 (the biosciences)、天文學 (astronomy)、地球科學、生物科學等學門 (均為諾貝爾獎所未頒發的學門, 六年中地球科學及生物科學各頒兩次) 中的傑出科學家。每年自當年輪到的學門中, 挑出一領域 (area), 頒給在此領域中有重要影響的一至三位科學家。歷年獲 Crafoord 獎的數學家有 Arnold (1982), Nirenberg (1982), Deligne (1988), Grothendieck (1988, 但他拒絕受領獎金, 造成一極大的插曲) 及丘成桐 (1994), Donaldson (1994), 能得獎相當不容易。

另外, 費爾茲獎只頒發給四十歲以下的數學家, 未能顧及已是數學泰斗的大師級人物, 也是美中不足。西元1978年, 身兼發明家 (inventor)、外交家 (diplomat) 及慈善家 (philanthropist) 的 Ricardo Wolf, 在以色列設立了 Wolf 基金 (Wolf Foundation)。此基金的目的是為提昇科學及藝術對人類之福祉 (to promote science and art for the benefit of mankind)。自西元1978年起每年頒給數學、物理、化學、農業 (agriculture)、醫學 (medicine) 及藝術 (the arts) 等六個學門的科學家 Wolf 獎 (Wolf Prize)。由於沒有年齡限制, 且依據科學家一生的工作來評審, 所以獲獎者均為當代最偉大的科學家。自西元1978至1996年, 已有160位學者獲獎, 他們分別來自18個不同的國家。這項金額不小的獎項, 已成為數學上傑出成就的最高象徵。Wolf 於西元1887

年生於德國，後來移民至古巴 (Cuba)，並於西元 1961 年被古巴政府任命為駐以色列的大使，他遂在以色列定居，直至西元 1981 年去世。Wolf 獎每年由以色列總統親自頒發。西元 1984 年 5 月，丘成桐院士的指導教授陳省身院士，與當代最多產的數學家 Paul Erdős(1913-1996)，同獲當年的 Wolf 獎。師生分別獲得數學中一給年輕學者 (費爾茲獎)，一給終生成就的大獎，也是一段佳話。

附帶一提，被世界科學界公認的女性物理奇才，甫於西元 1997 年 2 月 16 日去世的中國最傑出的女性科學家吳健雄博士 (1912-1997，為中央研究院第二屆院士)，便為西元 1978 年的第一屆 Wolf 物理獎得主。另外，解決費馬最後定理 (Fermat's Last Theorem) 的年輕數學家，普林斯頓大學的 Wiles(1953-)，Wiles 的一些介紹，見本人所寫“費馬最後定理”一文)，亦與普林斯頓大學高等研究所 (Institute for Advanced Study) 的 Langlands，同獲西元 1996 年的 Wolf 獎，兩人均分十萬美元。

陳省身 (1911-) 與華羅庚 (1910-1985) 為當代中國最偉大的兩位數學家，二者同為西元 1948 年產生的中央研究院第一屆院士 (陳為當屆最年輕者)。前者為德國漢堡大學 (University of Hamburg) 的博士，後者只有初中學歷，為自學成功的數學家。Wolf 獎在給陳省身院士的獎狀上寫著“此獎授予陳省身，因為他在大域微分幾何 (global differential geometry) 上的卓越貢獻，其影響遍及整個數學”。西元 1990 年，德國數學學會慶祝成立一百周年，特別出版“一百年之

數學 (1890-1990)”，其中微分幾何方面對法國數學家 Cartan 及陳省身院士特別加以推崇，認為在過去一百年中，整個微分幾何的發展多方面受到他們二人的影響。陳院士除了學術地位崇高，也一向樂意鼓勵年輕人。民國 85 年 4 月 27 日聯合報第 39 版刊登了一則標題為“學生樂透回饋陳省身師恩”的報導。原來在加州大學柏克萊分校任教的陳院士，曾有一位學生很喜歡上他的課。這學生後來回憶，一堂課下來，他甚至感到自己將來想做的就是一名幾何學家。但這學生於西元 1969 年大學畢業後，卻因成績不佳申請研究所被拒。陳院士知道後，極力鼓勵這學生再申請一次，並為他寫了一封推薦信。這學生第二次申請終於成功，並在西元 1976 年拿到數學博士學位。自從這學生畢業後，就一直在想，有朝一日，他要以陳教授的名義設立一講座。西元 1995 年 1 月，這學生贏了二千二百萬美元的樂透 (lottery) 獎的第二天，便打電話給柏克萊數學系，表示要捐出一百萬美元設立“陳省身教授講座”。講座並於西元 1996 年 3 月設立。此故事真是發人深省。學生能遇此良師可謂三生有幸，而為人師者，有學生如此，又夫復何求。陳省身院士的事蹟可參考陳省身 (1993) 一書。

出生於匈牙利的猶太籍數學家 Erdős，被公認為本世紀最偉大的天才之一。他在數論、組合學及機率論均有極大貢獻，並被視為離散數學的創始者，離散數學又為計算機科學的基礎。在他後半生，他的演講題目一成不變的都是“Problems in Combinatorics and Number Theory”。演講內容則為他所

曾提出而已解出的問題，以及新提出的問題。他不斷地提出他認為僅利用已知的工具，只要是好的數學家便可解出的問題。若他認為某問題需要真正的新想法 (genuinely new idea)，則他提供獎金給解答者。獎金從五十美元到一萬美元都有。在金錢刺激下或是為了得到他的肯定，許多人研究他所認為重要或有趣的數學問題。Erdős 畢生發表的論文超過 1500 篇，但若加上別人所做但曾獲他關鍵性的提示之論文，則他的論文應有數萬篇。

Erdős 從來沒有一固定的職位，從來不定居在一個地方，也沒有結婚，帶著一半空的手提箱，穿梭於學術研討會，浪跡天涯，頗富傳奇色彩。有人稱他為流浪學者 (wandering scholar)。他效忠的是科學的皇后，而非一特定的地方。各地都有熱心的數學家提供他舒適的食宿，安排他的一切，他則對招待他的主人，給出一些挑戰性的數學難題，或給予研究上的指導做為回饋。他可以和許多不同領域的數學家合作。數學家常將本身長久解決不了的問題和他討論，於是很快地一篇論文便誕生了。

數學家以下述方式來定義 Erdős 數 (Erdős number)：Erdős 本人之 Erdős 數為 0，任何人若曾與 Erdős 合寫過論文，則其 Erdős 數為 1。任何人若曾與一位 Erdős 數為 $E - 1$ (且不會與有更少的 Erdős 數) 的人合寫過論文，則他的 Erdős 數為 E 。可見其論文之多 (他的多產在數學史上僅次於歐拉 (Euler, 1707-1783, 關於歐拉, 可參考本人所寫“不世一出的數學奇才歐拉”一文)), 與合作對象牽連之廣 (他的合作者超過 450

位)。在西元 1996 年 9 月 20 日，於參加在波蘭華沙 (Warsaw) 舉行的一關於圖論 (graph theory) 的研討會中，因心臟病發作，而突然去世。他的去世，實在是數學界之一大損失。他的一些生平事蹟可見 Babai(1997)。

發明黃色炸藥及其他威力更大的炸藥的諾貝爾，本質上卻是一位和平主義者，他對文學也有長期的愛好。他擁有巨大的財富，但卻將他大部分的財產交付信託，而設立了後來成為國際最高榮譽的獎，共分文學 (literature)、生理或醫學 (physiology or medicine)、物理 (physics)、化學 (chemistry) 及和平 (peace) 等五項，自西元 1901 年首度頒發。西元 1969 年起又增設經濟學獎，這是瑞典國立中央銀行 (Central National Bank of Sweden) 所設立的。早期偶而有某項獎當年從缺，每年每項獎的一筆獎金有時完全給一個人，有時由二位或三位均分，但從未有多過三人者。

常有人好奇為什麼有物理及化學獎，但諾貝爾卻未設數學獎。即使在很學術性的數學刊物上亦曾討論過此問題。例如，美國數學協會出版的美國數學月刊 (The American Mathematical Monthly) 曾有下列致編輯的信及編輯的答覆 (見 King(1983)):

編輯先生

我曾試著去找出諾貝爾獎中沒有設立數學獎的確實理由。這真的是因諾貝爾與 Mittag-Leffler 不和嗎？誰若有這方面的證據，希望能提供給我。

Amy C. King 敬上
東肯他基大學數學系
(Eastern Kentucky University)

若有人能提供一些確實的證據
(而不只是反覆的謠言而已), 則可能本刊的許多讀者都會有興趣。本刊很樂意針對 King 教授的疑問, 發表另一篇致編輯的信。

編輯敬上

稍後, 在另一封致編輯的信 Cooke (1984) 寫著: 針對 King 認為諾貝爾獎中缺乏數學獎的疑惑, 我可提供一些說明。當我在六十年代初期在西北大學 (Northwestern University) 讀書的時候, 曾聽說是因為諾貝爾與數學家 Mittag-Leffler 不合, 所以不願設置數學獎。不合的由來是兩人為爭奪一位女子。後來又聽說 Mittag-Leffler 累積不少財富, 但在這過程中卻惹怒了諾貝爾。1981年我曾訪問 Mittag-Leffler 研究所三個月, 而有機會與檔案保管人 Barbara Bjornberg 交談, 她對 Mittag-Leffler 周遭的那些人的個人生活知之甚詳。她早就聽說過那些傳聞, 但是不相信其中有那一件是真實的。她對我說“諾貝爾從未結婚, 而 Mittag-Leffler 之財產實際上都是他太太的陪嫁”。我找不到任何可支持那些謠言的佐證。由於缺乏證據 (absence of evidence) 與沒有這回事的證據 (evidence of absence) 並不一樣, 此問題實應從另一方向來探討。就是誰先做這些斷言的? 證據何在? 更何況為什麼諾貝爾必須要設數學獎?
...

Mittag-Leffler 在世時為瑞典最具影響力的數學家, 上述提到諾貝爾與 Mittag-Leffler 為了女子或財產不合的傳聞之假設是: 諾貝爾認為若設了數學獎, 則 Mittag-Leffler 會對瑞典皇家科學院施壓, 使他成為首位獲獎者。另外, 尚有一些說法, 如諾貝爾中學時代厭惡數學, 因此不願設數學獎。不過這些傳聞均未能證實。可能只是基於某種原因使諾貝爾認為不需設數學獎, 或是他從未想過該設數學獎。其他關於這方面的討論見 Morrill(1995)。

至於費爾茲獎是否曾頒給經濟學者呢? 答案當然很明顯地是否定的。不過西元 1966 年費爾茲獎的得主之一, 專長為微分拓樸的 Smale, 後來卻從事經濟理論的研究, 並加入經濟學系。另外, 以供求理論的數學證明獲西元 1983 年諾貝爾經濟學獎的得主 Debreu, 曾為西元 1974 年的國際數學家會議之全會講演者 (Plenary Lecturer), 他的講題是“Four aspects of the mathematical theory of economic equilibrium (經濟均衡的數學理論的四種觀點)”。Smale 在獲知 Debreu 得到諾貝爾獎時曾有下列評論 (見 Smale(1984)): Debreu 之最大的貢獻是他能將數學深奧地用在經濟理論的核心中, 將亞當史密斯 (Adam Smith, 1723-1790) 兩百年前的看法整合起來。Debreu 在他著名的價值理論 (Theory of Value) 著作中, 給出了一般平衡理論的基礎。頒發諾貝爾獎給 Debreu, 對從事數理經濟 (mathematical economics) 的基礎研究的人員是一大鼓舞。

事實上經濟學中用到不少極深的數學, 所以不足為奇有好幾位諾貝爾經濟學獎的得

主為數學家，除 Debreu 外，尚有西元 1975 年得獎的 Arrow 及 Kantorovich。即使在國內，有幾位經濟學者，他們均受過良好的數學訓練，做研究的工具涉及深奧的分析、機率論及隨機過程等理論。經濟學系畢業，獲統計學博士學位，目前任教於美國芝加哥大學 (University of Chicago) 商學院的中央研究院院士刁錦寰先生，鑒於政府單位的經濟計量分析及一般民間的商業預測都需要高科技商務人材，及近年來台灣學生在申請赴美留學時，在經濟學及一般商學研究所被接受的很少，且即使順利赴美，在求學的過程中也倍感吃力，近來在國內推動設立經濟財務學程，課程分數學、統計、經濟及財務等四個領域。可見良好的數學及統計背景，對欲從事更進一步的經濟及財務方面的工作或研究的人，是很重要的。Nash 為普林斯頓大學數學系教授，他得諾貝爾獎主要是他提出一 Nash 均衡 (equilibrium) 的概念。而這是源自於他二十一歲時畢業於普林斯頓大學數學系的那篇短短的博士論文 (這是普林斯頓大學數學系畢業生第三次獲諾貝爾獎，前兩次為 John Bardeen 分別在西元 1956 及 1972 年所獲的兩次物理獎)。Nash 得獎的資料可參考 Milnor(1995)。由數學家的獲諾貝爾經濟學獎，顯示出數學除了傳統上與物理、工程關係密切外，與經濟學甚至整個社會科學均能有關連。其實不只如此，近年來數學工具之大量用在生物學上已是大家所熟知的。例如，西元 1996 年的 Crafoord 獎，輪到頒給生物科學學門。本次得獎者為牛津大學的 Robert M. May 爵士，獲得獎金五十萬美元，於當年 9

月 19 日在斯德哥爾摩 (Stockholm) 由瑞典皇家科學院頒獎。他因成功地將深奧的數學引進生態學 (ecology)，對整個生態學的發展，產生了根本上的影響，得到肯定而獲獎。見 Levin(1996) 一文的報導。只要願意了解別的學門的“語言”，數學家是很能夠在許多科學的領域中，開創出一片天地的。

雖然並未明文規定，但歷屆費爾茲獎的得主，年齡均未超過 40 歲 (一般認為以 40 歲為上界，是最起碼的要求，此因大多數的數學家，其一生中最重要的成果，都是在更年輕時就已奠定了。而且年輕人的獲獎，對他們未來的研究工作是一大鼓舞)。另外，雖然瑞典國立中央銀行並未規定，但從未有諾貝爾經濟學獎的得主年齡在 40 歲以下。所以對一個很想獲大獎的年輕優秀的數學家，若已接近 40 歲，而看起來得費爾茲獎無望了，則不妨考慮轉行至經濟學。事實上即使很簡單的經濟模型，也常會較古典的物理或生物的世界，產生更複雜的動態行為。所以並非只具備基本的數學知識，就能在經濟學的領域中有所突破。這可解釋為何年輕學者不易獲得諾貝爾經濟學獎。

丘成桐院士曾說 (見丘成桐 (1992)) “中國人通常不太會找問題，我覺得解決問題的能力固然很重要，但是訓練尋找問題的能力似乎更重要。你可以一輩子做研究，解決你所得到的第二流的問題，但是你卻不能撿到第一流的問題。會主動尋找問題的人通常才是第一流人物。訓練尋找問題的能力必須從小培養起。在這方面，外國學生找問題的能力似乎就比中國人強。另外，有關忍受挫折的能

力, 中國人也是較差的。我們做數學研究是屢敗屢戰, 往往錯的機會是比對的機會多很多。即使是錯十次對一次也是很好的。因為嘗試更多錯誤的地方, 你就越能從錯的地方找到繼續向前的方向, 如此一來, 你就學習到更深思熟慮的能力。這跟下棋不能修改錯誤, 或一次考試決定你是否成功, 是不一樣的”。

丘成桐院士點出了要做一名好的數學家該注意的事項: 要做一流的問題, 而不是做一大堆二流的問題。有人曾對西元1990年的兩位費爾茲獎的得主俄國的 Drinfeld及日本的 Mori 統計其論文之發表情況。在著名的數學評論 (Mathematical Review) 上, Drinfeld 有52篇論文被收錄在其中。而科學引用指標 (Science Citation Index, 簡稱SCI) 上, 共收錄 Drinfeld 23篇論文 (其中有19篇是得獎前發表的), 其影響係數 (impact factor) 之總和為9.342 (得獎前之總和為8.566)。至於 Mori 有37篇論文被收錄於數學評論, 有24篇被收錄於科學引用指標上 (其中有13篇是得獎前發表的), 其影響係數之總和為9.744。要知在國內有某些學門的年輕教授在三年間, 科學引用指標上之影響係數, 便可超過20。此一方面乃不同學門的差異, 一方面也印證丘成桐院士所說的“要做一流的問題, 而不是做一大堆二流的問題”。當然一流的學者畢竟是極少數, 但顯然好的研究絕非是由論文的影響係數之總和的大小可看出。當自己的論文之影響係數總和若很大, 但卻仍不是一流學者時, 可能比較好的作法是便不要去強調自己論文之影響係數之總和有多大, 否則很可能顯示出只是在作一大堆二流的問題。

讓我們共同期待下一位費爾茲獎的中國人得主的誕生, 也期待中國數學家能早日獲諾貝爾獎。

參考文獻

1. 丘成桐 (1992), 我的求學經驗, 數學傳播季刊, 第16卷第3期, 30-33。
2. 姜家齊 (1978), 數學的諾貝爾獎'費爾茲獎, 數學傳播季刊, 第3卷第1期, 68-71。
3. 康明昌 (1991), 數學界的諾貝爾獎, 數學傳播季刊, 第15卷第1期, 33-38。
4. 陳省身 (1993), 陳省身文選, 聯經出版事業公司, 台北。
5. 黃文璋 (1997), 費馬最後定理, 國立中山大學應用數學系。
6. 黃文璋 (1997), 不世一出的數學奇才歐拉, 國立中山大學應用數學系。
7. 張企 (1995), 對局論學者得到諾貝爾獎, 自然科學簡訊, 第7卷第1期, 16-18。
8. 楊重駿 (1997), 羅爾夫·內伐里納 (Rolf Nevanlinna), 數學傳播季刊, 第21卷第1期, 35-44。
9. Babai, L. (1997), Paul Erdős and his influence on the theory of computing, SIAM News 30, 1, 3.
10. Cooke, R. (1984), Letter to the Editor, The American Mathematical Monthly 91, 382.
11. Devlin, K. (1994), Mathematician awarded Nobel Prize, Focus 14, 1, 5.
12. King, A.C. (1983), Letter to the Editor, The American Mathematical Monthly 90, 502.
13. Levin, S.A. (1996), Robert May receives Crafoord Prize, Notices of the American Mathematical Society 43, 977-978.
14. Milnor, J. (1995), A Nobel Prize for John Nash, The Mathematical Intelligencer 17, 3, 11-17.
15. Morrill, J.E. (1995), A Nobel Prize in mathematics, The American Mathematical Monthly 102, 888-891.
16. Smale, S. (1984), Gerald Debreu wins the Nobel Prize, The Mathematical Intelligencer 6, 61-62.

—本文作者任教於國立中山大學應用數系—