

解決物理難題的數學大師

我熟識的丘成桐先生

作者：薛其坤

作者簡介：薛其坤是國際著名的實驗物理學家，現在是北京清華大學副校長，物理學教授，中國科學院院士。他的主要研究方向為量子物理。2013年他所帶領的團隊與合作者首次從實驗上發現量子反常霍爾效應，被2016年諾貝爾物理獎評獎委員會列入該領域過去三十年最重要的實驗發現。

丘成桐先生是馳名中外的數學家，哈佛大學終身教授，國際數學最高獎「費爾茲獎」得主。我們都知道丘先生少年成名，標準的「學霸」一枚。22歲博士畢業，25歲任副教授，27歲攻克世界數學難題「卡拉比猜想」，34歲獲得費爾茲獎。他幾乎拿遍了世界級的數學大獎，並已成為受人尊重的華人數學家領袖。

第一次有幸當面認識丘先生，是在清華設立丘成桐大學生數學競賽之際。丘成桐大學生數學競賽面向中國、香港及臺灣各地區大學在學生，旨在全面測試大學生的數學綜合知識、能力及修養，促進了各大學數學科學之間的良性競爭，為中國數學人才的培養提供了良好的平台和途徑，成為發掘和選拔優秀研究生的重要途徑。其比賽成績已被列為國外著名大學數學專業錄取研究生的重要參考，為中國和世界數學界提供了一批批的後備力量。

2013年，我擔任清華大學副校長後，丘先生就設立首屆中學科學獎以及舉辦「海南拓樸論壇」等事宜和我進行了多次溝通。近5年中，每年我都有至少兩次機會與丘先生近距離接觸和交流。值此70歲生日之際，撰寫點滴用以表達我對丘先生宏大思維和人才培養遠見卓識的敬佩之意，以及我對他嘔心瀝血推動清華包括中國數學發展所做出的重要貢獻的感激之心。

一、學術成就

數學和物理，很多情況下都是密不可分的。歷史上很多偉大的科學家，如牛頓、馬克士威等，既是物理學家，又是數學家。2013年，丘成桐先生是

在數學和物理領域均卓有建樹的科學家，由於他在數學物理方面的傑出貢獻，被哈佛大學聘為物理系教授。

1976年，丘成桐先生證明了著名的數學定理——卡拉比猜想。卡拉比猜想的解決，給眾多數學領域和理論物理學界帶來了革命性的改變，其影響直至今日。丘先生在幾何分析、微分幾何、微分方程、數學物理、代數幾何、流形拓樸、計算機圖形學等國際前沿研究領域都取得了舉世公認的傑出成就，是現代數學中十分活躍的研究領域幾何分析的主要奠基人。

國際著名的數學大師辛格評價丘先生：「即使在哈佛，丘成桐一個人就是一個數學系」，丘先生學術上的成就毋庸置疑。為什麼說他攻克「卡拉比猜想」會有這麼大的意義，正是因為「卡拉比猜想」並不僅僅是世界難題，還是工具，我們可以應用卡拉比來解一系列的世界難題，正如大數學家華羅庚所言「新的數學方法和概念，常常比解決數學問題本身更重要」。

我作為一名物理學家，對丘先生也是極為佩服和尊敬的。2018年7月2日，在意大利首都羅馬舉行的第十五屆馬塞爾·格羅斯曼（Marcel Grossmann）會議中，丘先生被授予格羅斯曼獎，以表彰他在廣義相對論中總質量的正定性、完善「準局域質量」概念、以及在黑洞物理研究等工作中做出的巨大貢獻。格羅斯曼獎是物理學界最重要的獎項之一，獲該獎項的多為物理學家，其中著名的物理大師有李政道、霍金（Stephen Hawking）、錢卓拉賽卡（Subrahmanyan Chandrasekhar）等。在此之前，僅有普林斯頓大學的一位數學家獲得過

該獎項。丘先生的重要貢獻是用「卡拉比猜想」構造出來了一個真空且有引力的空間，沒有奇異點，同時這個空間是緊緻的，這在物理上具有重要意義。

二、積極推動設立丘成桐中學科學獎

除了在數學和物理研究上卓有成就外，丘成桐先生始終在為推廣香港和中國的數學與科學教育不遺餘力。他籌資上億成立香港中文大學數學研究所（1994年），北京晨興數學研究所（1996年），浙江大學數學科學研究中心（2002年）和清華大學丘成桐數學科學中心（2009年）等學術機構並擔任主任，他不取分文報酬。他培養的50餘位博士多數是中國人，有許多已經是國際上非常傑出的數學家。由於對中國數學發展的突出貢獻，他榮獲2003年度中華人民共和國國際科技合作獎。

為全方位發掘數學英才，獎掖後進，培養華人數學界的新生力量，丘成桐先生從2008年起先後設立了針對中學生、大學生、研究生、博士生乃至青年學者的「一條龍」數學獎項，這包括丘成桐中學科學獎、丘成桐大學生數學競賽、新世界數學獎、ICCM最佳論文獎、晨興數學獎等。為了為這些競賽籌集資金，他不辭勞苦，奔走相告，這深深地感動了我以及與他接觸的每一個人。

數學和物理對科學的貢獻，不僅在於理論、知識、方法等工具層面，更在於思維、思想、視野等價值層面。因此，數學、物理在創新人才培養中，扮演重要的支撐性作用，其對於培養人的思維，拓展人的視野，增長人的智慧，提高提出問題、認識

問題、分析問題的能力，具有非常重要的作用。但長期以來，中國的人才培養和各類學科競賽中，普遍存在重知識、輕價值，重做題、輕思考，重偏怪、輕基本的傾向。2008年，丘成桐先生獨樹一幟，領風氣之先，發起成立了「丘成桐中學數學獎」，一改過去封閉做題的傳統競賽方式，以開放的形式重點考察學生的基本素質、思維方法和創新能力，激發學生的學習興趣，培養學生的創新思維，取得了顯著效果。現在，「丘成桐中學數學獎」已發展成為擁有國際知名度與良好社會效應的、重要的青少年科技獎項。

大家期待丘先生能以這種理念和方式，進一步促進物理及其他學科人才培養模式的轉變。

在丘先生的倡導下，在陳東升先生及海內外著名學者的支持下，「丘成桐中學科學獎」於2013年設立，搭建起了以科學獎為框架，以數學獎和物理獎為基礎的中學生科研創新能力培養的基本模式。這對於轉變中學和大學的教育理念、創新中等教育的模式方法將起到重要的推動作用。

2015年，丘成桐中學科學獎設置化學獎和生物獎，2016年設置計算機獎，2018年又將經濟金融建模獎納入總體框架中。目前，已累計有1200餘所學校、5801支隊伍參賽，覆蓋中國28個省市區和北美、新加坡等多個海外地區，共219個學生團隊382人受到獎勵，200餘位來自全球的知名教授和科學家擔任評委或顧問。丘成桐中學科學獎為增進中學生、中學教師和國際知名科學家之間的聯繫，激發中學生對基礎科學的研究興趣和創造力，發掘和培養更多具有才華的青年學子，推動中國和世界的科技發展發揮著愈來愈重要的作用。

此外，他還發起舉辦了國際華人數學家大會，成立了世界華人數學家聯盟。不僅推動了數學發展的精神，宣傳了華人數學家的成就，也極大地提升了華人數學家在國際上的聲望。

三、推動設立清華數學科學中心和三亞國際數學論壇

丘先生反復強調：「中國要成為經濟強國，首先必須成為科技強國，而數學是科學之母，中國只有成為數學強國，才能成為科學強國。」20多年來，丘成桐頻繁來中國訪問、講學，把自己的知識無私奉獻給祖國。他說：「我一生最大的願望就是幫助中國強大起來。」



北京清華大學丘成桐數學科學中心。（丘成桐數學科學中心提供）

2009年，在丘成桐先生的領導下，清華建立數學科學中心。近九年來，中心在人才引進、科學研究、學科建設、學生培養等各方面都取得了顯著進展，截至目前，數學中心全日制在校教師63人，其中包括國際著名代數幾何學家、荷蘭皇家科學院院士盧言加（Eduard Looijenga），國際著名拓樸學家費若爾（Thomas Farrell），微分幾何

領域國際頂尖數學家、外專千人入選者二木昭人（Akito Futaki），美國國家科學院院士、美國科學與藝術學院院士和統計學領域泰斗魯賓（Donald B. Rubin）。此外，中心還聘請了40多名優秀青年學者擔任中心副教授、講師、博士後，每年邀請10餘名大師每年來中心開設短期課程，針對下一代數學學科領軍人才進行重點培養。這些著名數學家 and 青年學者分布在中心的五大領域和三個交叉研究方向，在幾何分析、代數幾何、代數表現論、微分方程、數學物理、微分幾何和計算數學等研究方向處於國際第一梯隊，他們極大地推動了清華大學數學學科的發展。在丘先生的帶領下，清華數學學科正在以嶄新的面貌和強勁的勢頭迅速發展，推動著中國數學走向世界。

自2010年起至今，丘先生發起的清華「三亞國際數學論壇」已成功舉辦七屆，來自50餘個國家及地區的4000餘名學者參會，成功舉行1580餘場學術報告會，有包括3位諾貝爾獎得主、7位費爾茲獎得主和若干歐美等國科學院院士在內的國際頂級科學家做了主題演講和學術交流。2013年底，丘成桐先生倡議，清華校友史維學捐助，在中國、海南省三亞市的各級領導和相關部門、清華大學的全力支持下，位於三亞鳳凰鎮鳳凰嶺的清華「三亞國際數學論壇」的會址正式落成投入使用，每年組織和運行約30餘個國際高水平學術會議。作為校領導，我親眼見證了這個令人激動的時刻。

清華「三亞國際數學論壇」已在國際數學界產生廣泛的影響，逐漸發展成為海內外數學家們熟悉的高端國際會議中心。與此同時，論壇承接其他自然科學和人文社會科學、教研等方面的會議，是集國

際學術交流與合作互動，教育科研實踐培訓於一體的綜合性學術交流基地。

四、為人和其它

丘先生從小受中華傳統文化的熏陶，在詩文辭賦方面亦有非凡成就，科研之餘撰寫了《丘成桐詩文集》並出版，被稱為詩人科學家。丘先生酷愛詩詞，他經常作詩來表達自己的情感。當年，在他完成「卡拉比猜想」時，他就引用「落花人獨立，微雨燕雙飛」這兩句詞來形容當時的心境；他還用「行乎名利之途，入乎公卿之門，雖榮受賞，吾不謀也。得乎造物之貞，樂乎自然之趣，雖窮有道，文其興乎」，來寄語學生，希望同學們要淡泊名利，而且告誡學生們，做數學一定要有很濃厚的興趣。此外，丘先生還發表了多篇淺談文學與數學的文章，如《數學與中國文學》（中國大學教學，2005年第9期）、《數學與中國文學的比較》（「數學與人文」叢書第16輯《數學與生活》，2015年）、《數理與人文》（《數理人文》雜誌第4期，2015年）等。丘成桐先生酷愛文學，這與他年少的經歷

是分不開的。小時候，不喜歡學習，但嚴厲的父親會教導他讀書、練字，背誦古代詩詞，甚至讀一些近代文選。當時，他的父親要求他讀完《紅樓夢》並背誦「葬花詞」，他從中發現了與之相似的共鳴，同時也想是否能在數學裡創作出同樣宏偉的結構。結果我想大家都知道了，丘先生開創了一個嶄新的領域——「幾何分析」。

據我所知，丘先生還是一位非常簡樸的人，生活中很隨意，不追求豪華，乘飛機一般都坐經濟艙。有一次秘書給他買了商務艙的機票，還挨了他的批評。

丘先生雖年近古稀，但仍在數學研究上非常活躍，每年都會發表幾十篇文章。同時，他還非常注重與年輕學者的合作，親自指導年輕人，是一位真正的大師。從為人為學到拳拳之心報國等各個方面，他都是一位讓我折服的科學大師，縱使再多的讚譽也無法表達我心中這份崇敬之意。

謹以此文獻給我敬愛的丘成桐先生，並恭賀他70歲壽辰。

2018年11月1日於清華園



清華三亞國際數學論壇。（丘成桐數學科學中心提供）