

为学与做人

丘成桐

丘成桐，当代数学大师，现任哈佛大学讲座教授，1971 年师从陈省身先生在加州大学伯克利分校获得博士学位。发展了强有力的偏微分方程技巧，使得微分几何学产生了深刻的变革。解决了卡拉比（Calabi）猜想、正质量猜想等众多难题，影响遍及理论物理和几乎所有核心数学分支。年仅 33 岁就获得代表数学界最高荣誉的菲尔兹奖（1982），此后获得 MacArthur 天才奖（1985）、瑞典皇家科学院 Crafoord 奖（1994）、美国国家科学奖（1997）、沃尔夫奖（2010）等众多大奖。现为美国科学院院士，中国科学院和俄罗斯科学院的外籍院士。筹资成立浙江大学数学科学研究中心、香港中文大学数学研究所、北京晨兴数学中心和清华大学数学科学中心四大学术机构，担任主任，不取报酬。培养的 60 余位博士中多数是中国人，其中许多已经成为国际上杰出的数学家。由于对中国数学发展的突出贡献，获得 2003 年度中华人民共和国科学技术合作奖。

编者按：本文为 2012 年 5 月 13 日丘成桐先生在学生科协“星火论坛”所作的特邀报告，由徐雯整理。

谢谢大家能来听我的讲座。我期望同学们能够争取做一些大学问、好的学问，而不是随便做个能够毕业的学生。

“为学与做人”这个题目是梁启超从前讲过的，他是中国 20 世纪初重要的启蒙学者，也是清华国学研究院“四大导师”之一，我念过不少他的书籍。“四大导师”里还有大史学家陈寅恪先生，他说过一句很有名的

话——“独立之精神，自由之思想”，这始终是我们做学问和办教育的座右铭，我一辈子做学问都是希望能够做到这点。

中国改革开放 30 多年来的成就举世公认，欧美强国也开始对我们另眼相看。但是我们知道，劳动密集型的发展道路是很难持续下去的。要实现可持续发展、不断提高生产力，就要朝高科技化的目标前进。高科技化是所有国家都想做到的事情，但是讲来容易做到却很难。由于政治和经济的稳定发展，中国已经成为仅次于美国的世界第二大经济体。面向未来，如何把中国的高科技搞上去是一个值得我们深思的迫切问题。

基础科学应为重 中华崛起待青年

中国科技的发展在这几年内将有巨大的转变，这是年轻人做一番事业的大好时机，也是中华民族崛起的宝贵时刻。

一个多月前，我受邀去国防科技大学演讲，参观了他们自主研制的大型计算机“天河一号”。去年这部计算机通过了国际评估，被认为是全世界最快速的计算机。参观后我感到很兴奋，这是中国独立自主完成高科技产品的重要标志。在和校长聊天时，我向他请教如何能让这批一流的教授和工程师聚在一起，苦干十年完成了这项举世瞩目的工程。他说他们学校的士气和学风都很好，年轻人待遇不错，以能够做出一流的工作为荣。拥有安定的环境、对自己的信心和为国家为学校争取荣誉的决心。这些的确是进行研究的重要推动力。

在此之前几个月，我受邀去了酒泉卫星发射中心。当第一次看着祖国的火箭冲天而起的时候，我内心激动不已。整个宇宙飞船的建造、组装和发射等工程牵涉到 8 个部门的合作，每个部门有一万多人，是一个超大型的系统工程，不容许有任何差错。我对中国工程师的组织能力至为钦佩。中国人有能力做出世界一流的成绩，我希望同学们也要相信自己有能力去完成这样重要的工作。从这两个不同领域的研究中心里，我看到一个共同点，就是他们都认识到基础科学的重要性——他们都向我询问了很多基本的数学问题。从前韩国的科技大不如中国台湾，可现在超过很多，听说韩国政府要成立 50 个以基础科学为主的研究中心，每个中心每年投入经费 1500 万美元。事实上，在欧美俄日等国都有同样的理念，认为基础科学非常重要。然而在对基础科学进行投资方面中国做得还远远不够，所以我很希望政府能充分意识到基础科学对于科教兴国的重要性。

我认为中国科技的发展在这几年内将有巨大的转变，这是年轻人做一番事业的大好时机，也是中华民族崛起的宝贵时刻。我说的崛起不是经济或军

事的崛起，而是科技的崛起。现在中国科技的创新不如欧美，但在经济比较富裕和国家比较稳定的客观环境中，10年内将会见到重要的成功，当然这些进展需要靠年轻一代同心协力来完成。同学们也许会惊讶地说：“我们还是本科生，很多学问都没有学过，你凭什么说10年内我们会对科技有重要的贡献？”你们应当看得起自己。只要把基础科学学好，技术熟练后，你们很快就可以海阔天空地去闯、去创新了。回顾历史，大部分科学上的突破，都是在科学家30岁以前完成的。牛顿、爱因斯坦、沃森、克里克、费米、杨振宁等人最重要的工作都是在年轻时做出来的。这些划时代的工作虽然成于少时，但绝不是凭空创造。事实上，它们都“有迹可循”，是科学家经过艰苦学习和多次失败才最终成功完成的。

为学当存志高远 勤勉专注善识途

有深度的工作往往需要花很多功夫才能够完成。失败后再尝试，屡败屡战后才能成功。

以我自己为例，我在你们这个年纪的时候懂得不多——20世纪60年代香港的数学博士不过寥寥几个，图书馆里收藏的数学书甚至不见得比一般的书店多。当时也没有钱，我看的数学书大部分是国内版，有些英文书还要托友人到台湾去买盗版的，种类少得可怜，但我从来没有放弃过要做大数学家的念头。我看了所有能够看到的数学书，最重要的是做了书中的所有习题。这并不是课堂上老师要求的事情，我努力去做，一方面是出于兴趣，另一方面是知道要成为优秀的学者，必须将基础打好。有些人很聪明，题目一看就懂，知道怎么做就不写了，但这种想法其实不对。我即使觉得自己知道，还是会坐下来把题目写出来。40年来我每天都在学习，但我还是要承认，在中学、大学时打下的基础是最重要的。

做学问的第一件事，不是向前走而是要找到自己的弱点。学习的过程不可能无往而不利，做习题正是找出自己弱点的门路。同时也要听课、发问和与同学交流。我在大学时的数学水平已远超同侪，但是和同学交流还是有很大好处的。我给同学解释习题时，往往能发现自己还未理解清楚的地方，由此温故知新，得益不少。直到现在，我在给学生讲题时，往往在讲解的一瞬间灵光一闪，找到新的想法。我建议你们不要以为自己很了不起，就不跟其他同学交流。做学问，尤其是有深度的学问，不是靠一时的冲动就可以完成的。我们听人讲故事、看电影，作者为了将气氛营造得更为生动，往往戏剧化地说某人灵机一动，解决了重要的问题，而且不倚靠任何其他人的想法，这完全是错误的观点。《心灵捕手》(Good Will Hunting)这部电影讲述了麻省理工学院的一名清洁工没有经过学习，却在一个晚上解决了一个有名的数

学难题的故事。我可以跟你们说，这种事情历史上从来没有发生过，我也不相信以后会有。所有重要的工作，都是经过学者夜以继日的思考才实现的。

科学的突破往往建基于众人思想的融汇。即使不太重要的发现，只要有新的意思，也是有价值的，所谓集腋成裘。有些人一定要做最伟大的工作，但所有伟大工作都是累积的结果。即便是有独特创新贡献的大师，他们的工作也都是在前人的基础上完成的。

要懂得如何做好学问，还必须了解科学发展的过程。我经常鼓励学生去读名人传记，了解著名学者如何学习、克服挫折和开拓新的方向。我的专业虽然是数学，但在阅读其他学科名家的成功经验时，也会深受启发。记得我曾读过吉姆·沃森（James Dewey Watson）写的一本小书，描述他与弗朗西斯·克里克（Francis Harry Compton Crick）发现 DNA 结构的故事。他们为了研究生物的基本结构，三年间完成了 20 世纪最伟大的科学杰作之一，其过程可以说是引人入胜。当时沃森才 20 出头，跟你们年纪不相上下，他从来没有怀疑过自己可以攀登生物学的高峰。他固然有很好的基础，但成功的主要原因是靠无比的专注和热情，他还懂得找一个好的伙伴，那就是弗朗西斯·克里克。他们合作期间也曾遇上停滞不前的低潮，但他们并没有放弃，通过学习并利用同行最新的结果，终于比竞争对手鲍林早一步测定了 DNA 的结构。两个年轻小伙子要跟获得过诺贝尔奖的大师竞争并且最终获胜，这是值得我们学习的。我再讲另外一个故事。在研究空间这个重要概念时，黎曼和爱因斯坦都受到哲学家的影响。因为在他们之前，除了欧几里得描述的平坦空间外，世人并没有一个具体而有用的空间概念。黎曼很早就知道空间除了描述每一点附近的几何外，还需要描述它们彼此的关系，而这种关系需要由大自然也就是物理学的基本定律来决定。黎曼在他 25 岁时发表他的第一篇文章，他 40 岁去世，只有 15 年的时间做研究，但其间他发表了 33 篇文章，开创了数学和物理学中的不同领域。他阐述“黎曼猜想”的著名文章，可以说是数论历史上最伟大的文章之一，却只有寥寥 9 页。但是人们最近发现了他未发表的文稿，原来他做了大量的计算，计算了黎曼 Zeta 函数数百万个以上的零点，每个零点的数字精确到 20 位。诸位只要完成他工作中的一小部分就可以变成中国最厉害的数学家。我对他很佩服！

虽然黎曼不是物理学家，但他对电磁场的理论有莫大的兴趣。他推导了麦克斯韦方程的前三条，但是由于他去世得比较早，没有机会看到法拉第的实验，也不知道法拉第关于“场”的观念，所以没有完成麦克斯韦方程的全部理论。可见一个科学家兴趣要广，要博览群书，有时也要等待适当的时机，看到重要的现象，但是扎实的基本功却不可或缺。

爱因斯坦在 1905 年完成相对论的创作时，也受到麦克斯韦方程组里存在洛伦兹对称的影响。他当时也想融合相对论和牛顿力学，但是遇到很大的困

难，因为他对几何学认识不深，对时空应有的数学背景并不了解。他也有很好的老师，其中一位很重要的老师是闵可夫斯基，可是爱因斯坦在上课的时候经常偷懒所以很多东西也没学到。看到老师的工作后，他了解到相对论和牛顿力学的融合不可能用简单的方法仅仅改变牛顿力学即可以完成，还需要彻底地改变空间的观念。他曾说这是他一生中最重要的观念的改变。

一个人知道自己不行的地方是很重要的，但找对方向后还要解决存在的问题。爱因斯坦受到哲学家马赫的影响，认为相对的意义需要用空间的几何表现出来，也从闵可夫斯基那里知道对称群可以用来推导时空的方程。直到1912—1913年间，他找到大学同学格罗斯曼，才了解到黎曼几何的概念正是他所需要的描写重力场空间的基本工具。经过多次的奋斗，以及与列维—齐维塔和希尔伯特的交流，他才在1915年完成广义相对论场方程的伟大工作。现在的搜索是很方便，但当你完全不知道要找什么东西的时候，浏览是很重要的，要去图书馆读书。物理学家往往说爱因斯坦发现广义相对论是伟大的工作，其实他受了很多数学家的影响。从中我们也可以看到，他从1905年到1915年、从狭义相对论到广义相对论探索的十年辛苦，看到伟大科学家在自己的学识未臻完美时的奋斗经验和锲而不舍的精神。当然，这一工作完成后的喜悦也是此后爱因斯坦一直津津乐道的。

从沃森和爱因斯坦的故事中我们可以看到以下三点：第一，年轻人要有充实的基础知识。一旦碰到重要问题时，能有足够的工具来解决它。即使工具不够，也要懂得找合适的学者合作。第二，做学问要有热情，有了热情才能够专注。所以我说20多岁是最能做大事情的时候，有热情、能专注，体力也跟得上，因为重要的成果往往需要三五年甚至十年才能完成。第三，要找到正确的方向、做重要的问题，比如刚才说到1908年爱因斯坦发现自己找错方向后推翻基本设想重新来过，而且一旦决定便勇往直前、义无反顾。

这三点仿佛老生常谈显而易见，但真正实行时，却不见得人人都能做到。首先，所谓充实的基本知识是多方面的。21世纪人类知识的发展突飞猛进，跨学科的知识更是如此。事实上，大部分创新的科学都是通过不同学科的融合，擦出火花来完成的。很多人都同意这个看法，但却忘记了一个重要的事情，就是有能力融合不同学科的学者，其能力和知识水平都要跟这些不同学科的专家大致相当，即使在某方面的知识跟不上，他也能理解问题的困难所在，找合适的专家求教，正如沃森找到克里克、爱因斯坦找到格罗斯曼帮忙一样。

中国有不少专家只注重科学的应用而不愿意在基础科学下功夫，这是十分肤浅的看法。事实上，从工业革命以来，科技的突破无不源自基础科学的发展。同学们年轻时务必踏实学好基础学科，同时也应研习应用科学。因为这些知识能增长见闻，使我们对学问有更宽广的认识，一方面帮助我们了解

基础科学的真谛，一方面在应用基础科学的原理时，能够得心应手。进理工科的同学，必须学好微积分。至于语文训练，则是所有同学都应该熟习的。这种训练只是成为真正学者的第一步，韩愈《答李翊书》里曾描述：“将薪至于古之立言者，则无望其速成，无诱于势利。养其根而俟其实，加其膏而希其光。根之茂者其实遂，膏之沃者其光晔。”这一点今天仍然适用，现在很多年轻的学者做了些小问题就很高兴，无论做的是好的问题还是一般的问题心里只想着发表，这点是不可取的。不要忘记刚开始做学问时的原因，不要走不对的方向。韩愈这里说的是写文章，但其实写文章和做学问的态度基本是一样的。

一个胸怀大志的学者必须有远见。有人想了解宇宙的结构、星体的运行、粒子的基本原理，有人想了解生命的起源、人体的构造、疾病的疗法，有人想了解流体的变化、计算机的运作等等，这都是发人深省的问题，值得我们去追求。我们一定要有一个高尚的目标才能做好学问，如果你的题目只是导师给你的，只求顺利毕业，那你永远做不出伟大的学问。有了这些目标，而又具备适当的基础训练后，就要找最好的问题，努力去解决它。我一辈子做学问，既有很好的老师又有优秀的学生，和他们交流让我得益不少，志同道合而又跟你在知识上互补的朋友是很要紧的。

有深度的工作往往需要花很多功夫才能够完成。失败后再尝试，屡败屡战后才能成功。能持久必须要有热情，要高瞻远瞩。首先，要达到王国维先生说的“独上高楼，望尽天涯路”的境界，才知道自己想做的学问确有意义，值得奉献一生的精力去完成。追求学问的热忱需要培养，如何除去名利的羁绊，让我们欣赏大自然的本能毫无拘束地表露出来，乃是培养学问感情的第一步。屈原说“纷吾既有此内美兮，又重之以修能”，就是说有了这种感觉以后，再加上努力，就可以做大学问了。我有幸接触过不少伟大的学者，他们在工作上执着入迷的程度，只能用欧阳修的词句来描述——“人间自是有情痴，此恨不关风与月”。很多重要的创作发明，甚至是学者在有深厚感情的潜意识中完成的。

如何去找正确的方向是一个困难的问题。一方面要有师友的帮助，要看很多书，知道什么叫好的学问、好的方向；另一方面还要有浓厚的好奇心，不要光听老师的讲解，也要自己去发现、去思考。大自然无穷无尽，现象万千，其中必有某种现象使我感到疑惑，从而心动、兴奋不已，于是本着好奇心，锲而不舍地找出此现象背后的原理，这是创新的第一步。然后就是继续发扬光大这些研究，以至完成一套有意义的理论。

赤子之心寻真理 审人度己细耕耘

寻求真理的路并不容易，但成功时的喜悦却无与伦比，这种喜悦有如看到造物的真谛，并非金钱和权力的感觉所能比拟。

现在我们来谈谈做人。当你全心全力去做学问的时候，实在找不出时间去做不应当做的事。我看见某些朋友、学生做学问的态度，不禁慨叹权力欲望愚弄人如此。高尚的情操需要培养和坚持，良师益友、先哲懿范、文化修养都是培养这种情操不可缺少的。我希望青年人能克制私欲，以真挚的感情来欣赏和理解大自然的奥秘。我们每个人在年轻时都怀着一颗赤子之心，关爱家人、朋友，也爱慕异性，对事物充满好奇。我们何不继续保持这份赤子之心，培养孟子的“浩然之气”，昂昂然做一个顶天立地的大丈夫？我们何必受到外界的影响，要富且贵才觉得舒适？学者有了独立的精神、自由的意志，方能创出不朽。

除了纯净自我的境界外，我们也要注意与家人的相处、与师友的交往。一个稳定和谐的家庭、一个尊重知识的家庭，使我们能够安心去做学问。

近代科学的发展日新月异，重要的突破往往是群体的工作而非一人一时所能够完成的。做理论的学者须知道实验的结果，搞实验的学者须要有理论的指引，才能够完成前沿的科学工作。在大型的学术合作中，我们要有谦虚的态度，宽宏的胸襟。除了“审己以度人”外，也应当“审人以度己”。创新的科学都是“在巨人的肩膀上”推进的，在时机成熟时，不同地方的作者，往往在不同的场合有着类似的想法，而得到相同的结果。

学术竞争不一定是公平的，我们要学习如何处置这种不愉快的经验，从失败中站立起来。学问的道路是长远的，一个优秀而有毅力的学者，在得到优良的成果后，总会得到他们应该得到的重视。一时的失意不应该影响我们一辈子的成就，所以年轻人必须沉得住气，正如屈原所说：“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索。”

寻求真理的路并不容易，但成功时的喜悦却无与伦比，这种喜悦有如看到造物的真谛，并非金钱和权力的感觉所能比拟。但我们须牢记：成功的路必须由自己去耕耘，这种成功才会带给我们纯真的喜悦感。我在中学时常唱这样一首歌：“我要真诚，莫负人家信任深……”这首歌我终生不忘。我们做学问一定要真诚，否则做不了好学问。希望同学们也能享受这种至高无上的喜悦，为学术、为祖国建设努力奋斗。

精彩问答

问：对科学家来说，爱情重要么？

丘：我觉得科学就是一种爱情啊。做学问，需要对它有丰富的感情，感情对科学家来说是很重要的。

问：您人生中最重要的事情是什么？

丘：追求真理，假如我知道真理是什么样的话，死 9 次也没有关系，但找到真理的过程肯定充满艰辛。

问：您觉得美国高校的学生培养有哪些特点？

丘：在我待过的美国学校中，我们认为研究生是教授做研究时的伙伴。虽然我们指导他，但我们认为他们自己的能力很强，对研究生的资助也很充分。他们不仅是来学习的，更是我们的研究伙伴。我们很尊重他们。

问：您是如何确立自己的研究方向的？在此过程中遇到过怎样的困难？

丘：凭借自己受训练的经验、跟老师和朋友的交流，同时培养自己的直觉力。这就像骆驼在沙漠里走，它自己知道要往哪边走，一个好的科学家也是如此。我们走一条从来没人走过的路，要靠我们自身的修养、看过的书以及和师友的交流才能知道方向在哪儿。我做卡拉比猜想时，在相反的方向做了 3 年后才意识到对的方向在哪儿。有经验、有文化修养很重要，彷徨时不能坚持住，保持希望和信心也非常重要。