

数学与人文 · 第五辑

数学与教育

Mathematics & Humanities

主编 丘成桐 杨乐 季理真
副主编 张英伯



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

数学与教育

Shuxue yu Jiaoyu

主编 丘成桐 杨乐 季理真
副主编 张英伯

 高等教育出版社 · 北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

International Press



宁波大学00714837

图书在版编目(CIP)数据

数学与教育 / 丘成桐, 杨乐, 季理真主编. — 北京:
高等教育出版社, 2011.8
(数学与人文; 第5辑)
ISBN 978-7-04-032285-9

I. ①数… II. ①丘… ②杨… ③季… III. ①数学-
文集②教育-文集 IV. ①O1-53②G4-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第113001号

Copyright © 2011 by

Higher Education Press

4 Dewai Dajie, Beijing 100120, P. R. China, and

International Press

387 Somerville Ave, Somerville, MA 02143 U.S.A.

出品人 苏雨恒
总 监 制 吴 向
总 策 划 李冰祥
策 划 李 鹏
责任编辑 李 鹏
书籍设计 王凌波
责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街4号

邮政编码 100120

购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

网上订购 <http://www.landaco.com>

<http://www.landaco.com.cn>

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 13.5

字 数 240千字

版 次 2011年8月第1版

印 次 2011年8月第1次印刷

定 价 29.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物 料 号 32285-00

丛书编委会

主 编:

丘成桐 杨 乐 季理真

名誉编委 (按姓氏拼音次序排列):

丁夏畦 谷超豪 李大潜 陆启铿 齐民友 石钟慈
万哲先 王 元 吴文俊 张景中

编 委 (按姓氏拼音次序排列):

冯克勤 顾 沛 胡作玄 黄宣国 井竹君 李 方
李文林 刘彭芝 刘猷军 沈一兵 孙小礼 王仁宏
王善平 王则柯 吴颖民 肖 杰 徐 浩 许洪伟
严加安 姚恩瑜 于 靖 袁向东 张奠宙 张顺燕
张英伯 郑绍远 周 坚 朱熹平

丛书编辑部 (按姓氏拼音次序排列):

李 方 姚恩瑜 赵春莉

《数学与人文》丛书序言

丘成桐 ◇ 2009 年 11 月

《数学与人文》是一套国际化的数学普及丛书，我们将邀请当代第一流的中外科学家谈他们的研究经历和成功经验。活跃在研究前沿的数学家们将会用轻松的文笔，通俗地介绍数学各领域激动人心的最新进展、某个数学专题精彩曲折的发展历史以及数学在现代科学技术中的广泛应用。

数学是一门很有意义、很美丽、同时也很重要的科学。从实用来讲，数学遍及物理、工程、生物、化学和经济，甚至与社会科学有很密切的关系，数学为这些学科的发展提供了必不可少的工具；同时数学对于解释自然界的纷繁现象也具有基本的重要性；可是数学也兼具诗歌与散文的内在气质，所以数学是一门很特殊的学科。它既有文学性的方面，也有应用性的方面，也可以对于认识大自然作出贡献，我本人对这几方面都很感兴趣，探讨它们之间妙趣横生的关系，让我真正享受到了研究数学的乐趣。

我想不只数学家能够体会到这种美，作为一种基本理论，物理学家和工程师也可以体会到数学的美。用一个很简单的语言解释很繁复、很自然的现象，这是数学享有“科学皇后”地位的重要原因之一。我们在中学念过最简单的平面几何，由几个简单的公理能够推出很复杂的定理，同时每一步的推理又是完全没有错误的，这是一个很美妙的现象。进一步，我们可以用现代微积分甚至更高深的数学方法来描述大自然里面的所有现象。比如，面部表情或者衣服飘动等现象，我们可以用数学来描述；还有密码的问题、电脑的各种各样的问题都可以用数学来解释。以简驭繁，这是一种很美好的感觉，就好像我们能够从朴素的外在表现，得到美的感受。这是与文化艺术共通的语言，不单是数学才有的。一幅张大千或者齐白石的国画，寥寥几笔，栩栩如生的美景便跃然纸上。

很明显，我们国家领导人早已欣赏到数学的美和数学的重要性，在 1999 年，江泽民先生在澳门濠江中学提出一个几何命题：五角星的五角套上五个环后，环环相交的五个点必定共圆，意义深远，海内外的数学家都极为欣赏这个高雅的几何命题，经过媒体的传播后，大大地激励了国人对数学的热情，我希望这个丛书也能够达到同样的效果，让数学成为我们国人文化的一部分，让我们的年轻人在中学念书时就懂得欣赏大自然的真和美。

本辑前言

张英伯 ◇ 2011 年 5 月

“数学与人文”丛书第五辑《数学与教育》与读者见面了。根据丘成桐先生的建议，丛书的各辑篇幅将做适当调整，因此本辑侧重于基础教育，高等教育部分将安排在后续专辑中。

在丛书的一般栏目之外，我们在这一卷设立了有关教育的四个特别专栏。“大师谈教育”刊登了丘成桐先生的“从数学教学的视角看中国的基础教育”，丘先生以他在美国的经历为背景指出了中国基础教育存在的种种问题，切中时弊。杨乐先生的文章“谈谈数学的应用与中学数学教育”则从中国数学家的角度对这些问题进行了深入透彻的分析。“菲尔兹奖得主论数学、数学教育”一文则列出了几十名一流数学家的精辟见解。

“昔日辉煌”栏目着重回顾了晚清和民国期间我国的学校教育，其中包括中国现代数学教育的先驱傅种孙教授，清末民国时期的数学课本，抗战时期北师大附中的教员和校长，以及抗战前的清华大学数学系。从这些史料当中，我们也许能够看到钱学森之间的部分答案。

“他山之石”介绍了以色列的英才教育策略和数学英才项目，以及俄罗斯的数学英才教育。他们的做法与我们全国齐步走的数学教育体制明显不同，可以成为我们的借鉴。

“在数学中成长”刊登了 4 位“丘成桐中学数学奖”得主的短文，他们都是十八九岁的青年，是我们的未来和希望。

传统栏目“数学人生”有香港《明报月刊》记者对丘成桐先生的三次专访，丘先生谈到了数学的真与美并对诺贝尔奖得主、华裔物理学家高锟高度赞赏。而旅美数学家杨同海的事迹让我们看到了大陆赴美数学家艰辛的旅程与精忠报国的拳拳之心。“数学科学”刊登了王元先生翻译的“数论中的基本算法”，为读者展示了这个方向的最新进展。

《数学与人文》丛书将继续着力贯彻“让数学成为国人文化的一部分”的宗旨，展示数学丰富多彩的方面，让数学贴近公众，让公众走近数学！

目 录

丘成桐：《数学与人文》丛书序言

张英伯：本辑前言

1 数学人生

- 3 苗晓霞：美丽的使命 艰难的旅程
——专访“沃尔夫数学奖”得主丘成桐教授

20 蒋 迅：杨同海的数学与人生

31 大师谈教育

- 33 李心灿：菲尔兹奖得主论数学、数学教育
——读书札记
- 49 丘成桐：从数学教学的视角看中国的基础教育
- 52 杨 乐：谈谈数学的应用与中学数学教育
- 63 丘成桐写给中学生的信

65 昔日辉煌

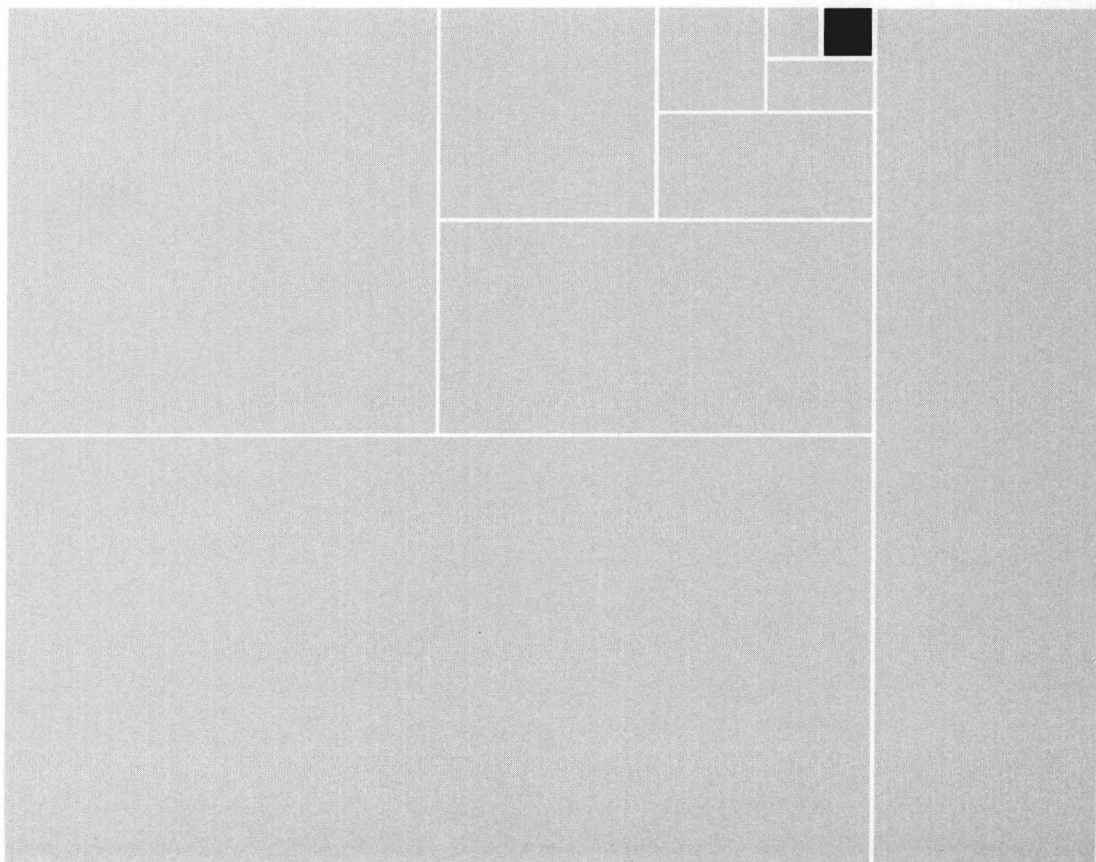
- 67 郭金海：异军突起：抗战前的清华大学数学系（I）
- 96 何效员：中国现代数学教育的先驱傅种孙教授
- 103 李春兰：清末民国时期的数学教科书
- 117 赵慈庚（遗作）：抗战时期师大附中的教员和校长

121 他山之石

- 123 张英伯：以色列的数学英才项目
- 127 安彦斌：以色列的英才教育策略
- 139 姚 芳：数学英才教育之俄罗斯案例分析

153	在数学中成长	
155	叶一凡：当青春流经岁月	
159	马悦然：与数学一起成长	
166	戎欣云：我的数学学习	
	—— 浅谈数学学习的时间差	
171	陈 杰：我女儿获奖了	
181	数学科学	
183	Joe Buhler 和 Stan Wagon 著、王 元译、冯克勤校：数论中的基本算法（I）	
	二阶样本：由蔡荣	
	王人学译	1
	王人学译	2
	王人学译	20
	王人学译	30
	王人学译	38
	王人学译	40
	王人学译	42
	王人学译	44
	王人学译	46
	王人学译	48
	王人学译	50
	王人学译	52
	王人学译	54
	王人学译	56
	王人学译	58
	王人学译	60
	王人学译	62
	王人学译	64
	王人学译	66
	王人学译	68
	王人学译	70
	王人学译	72
	王人学译	74
	王人学译	76
	王人学译	78
	王人学译	80
	王人学译	82
	王人学译	84
	王人学译	86
	王人学译	88
	王人学译	90
	王人学译	92
	王人学译	94
	王人学译	96
	王人学译	98
	王人学译	100
	王人学译	102
	王人学译	104
	王人学译	106
	王人学译	108
	王人学译	110
	王人学译	112
	王人学译	114
	王人学译	116
	王人学译	118
	王人学译	120
	王人学译	122
	王人学译	124
	王人学译	126
	王人学译	128
	王人学译	130
	王人学译	132
	王人学译	134
	王人学译	136
	王人学译	138
	王人学译	140
	王人学译	142
	王人学译	144
	王人学译	146
	王人学译	148
	王人学译	150
	王人学译	152
	王人学译	154
	王人学译	156
	王人学译	158
	王人学译	160
	王人学译	162
	王人学译	164
	王人学译	166
	王人学译	168
	王人学译	170
	王人学译	172
	王人学译	174
	王人学译	176
	王人学译	178
	王人学译	180
	王人学译	182
	王人学译	184
	王人学译	186
	王人学译	188
	王人学译	190
	王人学译	192
	王人学译	194
	王人学译	196
	王人学译	198
	王人学译	200
	王人学译	202
	王人学译	204
	王人学译	206
	王人学译	208
	王人学译	210
	王人学译	212
	王人学译	214
	王人学译	216
	王人学译	218
	王人学译	220
	王人学译	222
	王人学译	224
	王人学译	226
	王人学译	228
	王人学译	230
	王人学译	232
	王人学译	234
	王人学译	236
	王人学译	238
	王人学译	240
	王人学译	242
	王人学译	244
	王人学译	246
	王人学译	248
	王人学译	250
	王人学译	252
	王人学译	254
	王人学译	256
	王人学译	258
	王人学译	260
	王人学译	262
	王人学译	264
	王人学译	266
	王人学译	268
	王人学译	270
	王人学译	272
	王人学译	274
	王人学译	276
	王人学译	278
	王人学译	280
	王人学译	282
	王人学译	284
	王人学译	286
	王人学译	288
	王人学译	290
	王人学译	292
	王人学译	294
	王人学译	296
	王人学译	298
	王人学译	300
	王人学译	302
	王人学译	304
	王人学译	306
	王人学译	308
	王人学译	310
	王人学译	312
	王人学译	314
	王人学译	316
	王人学译	318
	王人学译	320
	王人学译	322
	王人学译	324
	王人学译	326
	王人学译	328
	王人学译	330
	王人学译	332
	王人学译	334
	王人学译	336
	王人学译	338
	王人学译	340
	王人学译	342
	王人学译	344
	王人学译	346
	王人学译	348
	王人学译	350
	王人学译	352
	王人学译	354
	王人学译	356
	王人学译	358
	王人学译	360
	王人学译	362
	王人学译	364
	王人学译	366
	王人学译	368
	王人学译	370
	王人学译	372
	王人学译	374
	王人学译	376
	王人学译	378
	王人学译	380
	王人学译	382
	王人学译	384
	王人学译	386
	王人学译	388
	王人学译	390
	王人学译	392
	王人学译	394
	王人学译	396
	王人学译	398
	王人学译	400
	王人学译	402
	王人学译	404
	王人学译	406
	王人学译	408
	王人学译	410
	王人学译	412
	王人学译	414
	王人学译	416
	王人学译	418
	王人学译	420
	王人学译	422
	王人学译	424
	王人学译	426
	王人学译	428
	王人学译	430
	王人学译	432
	王人学译	434
	王人学译	436
	王人学译	438
	王人学译	440
	王人学译	442
	王人学译	444
	王人学译	446
	王人学译	448
	王人学译	450
	王人学译	452
	王人学译	454
	王人学译	456
	王人学译	458
	王人学译	460
	王人学译	462
	王人学译	464
	王人学译	466
	王人学译	468
	王人学译	470
	王人学译	472
	王人学译	474
	王人学译	476
	王人学译	478
	王人学译	480
	王人学译	482
	王人学译	484
	王人学译	486
	王人学译	488
	王人学译	490
	王人学译	492
	王人学译	494
	王人学译	496
	王人学译	498
	王人学译	500
	王人学译	502
	王人学译	504
	王人学译	506
	王人学译	508
	王人学译	510
	王人学译	512
	王人学译	514
	王人学译	516
	王人学译	518
	王人学译	520
	王人学译	522
	王人学译	524
	王人学译	526
	王人学译	528
	王人学译	530
	王人学译	532
	王人学译	534
	王人学译	536
	王人学译	538
	王人学译	540
	王人学译	542
	王人学译	544
	王人学译	546
	王人学译	548
	王人学译	550
	王人学译	552
	王人学译	554
	王人学译	556
	王人学译	558
	王人学译	560
	王人学译	562
	王人学译	564
	王人学译	566
	王人学译	568
	王人学译	570
	王人学译	572
	王人学译	574
	王人学译	576
	王人学译	578
	王人学译	580
	王人学译	582
	王人学译	584
	王人学译	586
	王人学译	588
	王人学译	590
	王人学译	592
	王人学译	594
	王人学译	596
	王人学译	598
	王人学译	600
	王人学译	602
	王人学译	604
	王人学译	606
	王人学译	608
	王人学译	610
	王人学译	612
	王人学译	614
	王人学译	616
	王人学译	618
	王人学译	620
	王人学译	622
	王人学译	624
	王人学译	626
	王人学译	628
	王人学译	630
	王人学译	632
	王人学译	634
	王人学译	636
	王人学译	638
	王人学译	640
	王人学译	642
	王人学译	644
	王人学译	646
	王人学译	648
	王人学译	650
	王人学译	652
	王人学译	654
	王人学译	656
	王人学译	658
	王人学译	660
	王人学译	662
	王人学译	664
	王人学译	666
	王人学译	668
	王人学译	670
	王人学译	672
	王人学译	674
	王人学译	676
	王人学译	678
	王人学译	680
	王人学译	682
	王人学译	684
	王人学译	686
	王人学译	688
	王人学译	690
	王人学译	692
	王人学译	694
	王人学译	696
	王人学译	698
	王人学译	700
	王人学译	702
	王人学译	704
	王人学译	706
	王人学译	708
	王人学译	710
	王人学译	712
	王人学译	714
	王人学译	716
	王人学译	718
	王人学译	720
	王人学译	722
	王人学译	724
	王人学译	726
	王人学译	728
	王人学译	730
	王人学译	732
	王人学译	734
	王人学译	736
	王人学译	738
	王人学译	740
	王人学译	742
	王人学译	744
	王人学译	746
	王人学译	748
	王人学译	750
	王人学译	752
	王人学译	754
	王人学译	756
	王人学译	758
	王人学译	760
	王人学译	762
	王人学译	764
	王人学译	766
	王人学译	768
	王人学译	770
	王人学译	772
	王人学译	774
	王人学译	776
	王人学译	778
	王人学译	780
	王人学译	782
	王人学译	784
	王人学译	786
	王人学译	788
	王人学译	790
	王人学译	792
	王人学译	794
	王人学译	796
	王人学译	798
	王人学译	800
	王人学译	802
	王人学译	804
	王人学译	806
	王人学译	808
	王人学译	810
	王人学译	812
	王人学译	814
	王人学译	816
	王人学译	818
	王人学译	820
	王人学译	822
	王人学译	824
	王人学译	826
	王人学译	828
	王人学译	830
	王人学译	832
	王人学译	834
	王人学译	836
	王人学译	838
	王人学译	840
	王人学译	842
	王人学译	844
	王人学译	846
	王人学译	848
	王人学译	850
	王人学译	852
	王人学译	854
	王人学译	856
	王人学译	858
	王人学译	860
	王人学译	862
	王人学译	864
	王人学译	866
	王人学译	868
	王人学译	870
	王人学译	872
	王人学译	874
	王人学译	876
	王人学译	878
	王人学译	880
	王人学译	882
	王人学译	884
	王人学译	886
	王人学译	888
	王人学译	890
	王人学译	892
	王人学译	894

数学人生



美丽的使命 艰难的旅程

——专访“沃尔夫数学奖”得主丘成桐教授

苗晓霞 访问、整理

苗晓霞，山东大学中文系汉语言文学专业毕业，曾担任《作家报》副刊编辑、香港新亚洲出版社有限公司中小学语文教材编辑，现为自由撰稿人、《明报月刊》特约记者。主要从事散文、文学评论、人物专访写作及科普读物翻译，出版书籍有《情系巧克力》、《考古》、《哥伦布》。

数学，在一般人的认识中，是用于计算的工具，但是对于数学家来讲它不仅是工具，也是一个研究的对象，因为它是开启美丽大自然的金钥匙。在数学的王国里，你能发现大千世界那美妙绝伦的真面目。了解了这一点，我们才能了解被称做“数学奇人”的丘成桐所说的：“我研究数学，就是因为它很美”。

美国哈佛大学数学系主任、著名数学家丘成桐教授，是第一位兼得菲尔兹数学奖（Fields Medal）和沃尔夫数学奖（Wolf Prize in Mathematics）的华裔数学家，并因旺盛的创造力在数学界享有盛誉。同时，作为科学家他阐释了中国文学与数学互通互见的关系，以文、史、哲各方面的造诣，让不少人文学者着迷。



2009年12月24日下午，我以特约记者身份与香港《明报月刊》执行编辑陈芳小姐很荣幸地在丘成桐教授下榻的酒店对其作访谈。丘教授来香港之前刚刚结束在内地的的工作，他在香港只停留一天，在我们之前还刚刚接受了另一个专访。虽然风尘仆仆，他并没有休息片刻。这样的工作作风和“捱得苦”的劲头是他给我们留下的第一印象。

我们请丘教授给《明报月刊》写一段话留念，他看到留言簿里有白先勇先生的题词“情与美”，就说：“我写‘真与美’吧。”他与白先生所题只一字之差，却刚好表现了科学与艺术两个不同领域的精髓所在，也验证了一个对丘成桐的说法：追求真与美是他的本命。在两个小时的访谈中，他给我们留

下的另一深深印象是：他身上有追求真学问的理性所赋予的缜密和坚毅，也有追求美的事物的感性所赋予的激情和柔情。在他身上我们感受到很多中国老一辈学者身上的那种傲骨、执著以及对学问的“洁癖”和理想。

追求真与美

游走于形象思维与逻辑思维之间

记者（以下简称“记”）：您这本书（《丘成桐诗文集》）里收录了《中国数学与文学的比较》，重点讲数学中的“赋”与“兴”。

丘成桐教授（以下简称“丘”）：这本书是2008年我59岁，学生们要给我庆祝生日，内地高等教育出版社要送我的一个礼物，就出了这本书。时间仓促，但他们坚持要出版，我花了几个星期来整理，很多文章还没有整理好。

感情、好奇心与好学问

记：其中有写给郑绍远先生（数学家、时任香港科技大学署理学术副校长）的信，这封信写得很亲切，还讲到做学问的感想。其中提到当年去做研究又去追求郭女士（丘成桐夫人）的事，您说起来的时候很得意，说做学问和追求女朋友没有冲突。是不是有些很奇妙的激情激发您把研究做得更有兴致？

丘：这事情很有意思，但不容易说得明白。做学问做得起劲时都有感情的存在。感情的激发，有不同的方法。文学（创作）也好，数学研究也好，都有不同激发感情的方法；方法也因人而异。你的心不能沉寂，思维活跃，能触类旁通，让感情爆发出来。我喜欢看历史、文学和哲学等类型的书；有些人则喜欢听音乐，听了以后就觉得很受启发。我想，做得好学问不可能没有感情。

记：看了许多您的文章和演讲，觉得您这个人是个谜：您可以同时进行形象思维（艺术思维）和逻辑思维（抽象思维），而且很自然地游走于其间。但是这两种思维的目的是很不同的，一个是用形象表达感情，一个是找出事实的真相，您怎么可以做到，而且激发出很大的数学创造力？

丘：这没有什么矛盾，做好的学问要有很强的好奇心，没有好奇心就不会去问该问的问题。好奇心一定要有感情才能激发起来。想做一件大事情，首先的反应就是对这件事惊讶：为什么有这样的事情？！不惊讶，就没有什么疑问，就不会跟进。不惊讶，就没有热情去找事情发生的根源。

记：就是说做研究一定要保持好奇心？

丘：其实所有行业都需要有好奇心。举个奇怪的例子，昨天我在长沙，当地人跟我讲，长沙的盗墓人与考古学者有相通的学识。什么地方有墓地，盗墓人一眼就能看得出来。他们对泥土有特别的好奇心，能看出泥土的颜色、深度有不同，远近也有不同，从发现土质的不同而找到古墓。好的科学家也是这样，同一现象，一般人看不出它特殊的地方，他就看出其中的与众不同，他就想探究其中的奥秘。

“发现”的第一步，就是刚刚找到问题的时候，一般来说是没有理性的，因为没有极度理性的推导，才会觉得很诧异，才会有冲动地去找它的内容。但接下来的求证过程一定是非常理性的。不过这种初始的非理性感觉往往是由理性训练堆积起来的经验产生出来的，正如一个网球运动员在对付一些高速飞行的网球时的反应一样，得靠累积的训练。

数学之美与诗的内在美

记：但也有好多科学家喜欢看小说、谈诗，却没有像您那样能在科学创造力上加分。

丘：这要对两方面都有深刻的了解。我念的书很多，在念书的过程中积累了知识和感情。懂的多了，就容易激发感情做更深入的探讨。（文艺）文章的结构跟数学的结构其实是很相似的，《中国文学与数学的比较》里提到《诗经》的赋、比、兴，数学家也讲比较、推敲，基本上是同样的做法。

记：《诗经》的赋、比、兴手法，大家都很容易明白，但数学上的就很难理解了。

丘：数学家常将不同的科学做比较，从不同结构里找共通的地方，从明显的事情开始，再进入其他学科里去找相似的结构，这边能够产生的，那边为什么不能产生？举一个简单的例子，中文用一二三，英文用ABC，阿拉伯数字用123，那么123里面能产生的东西，ABC也能产生。这是很简单的比较了。更深的比较，需要对两种结构都有深入的看法才可以达到。从对比去推导并发现重要问题的方法是一个重要工具，数学上很多重要的发现就是这样产生的。

记：您在文章中讲数学之美有诗和散文的内在美，既严谨又充满想象的张力。这种说法让人觉得很美妙，却很难真正体会和捕捉到您传达的那个信息。

丘：这不难，比如《诗经》用自然界的事物去表达感情，用水、草、树木，比如用柳树表达送别之情。

记：“昔我往矣，杨柳依依”？

丘：对，就是用比较来表达感情。数学上也会用这种方法，但唯一不同

的是我们需要证明我们提出的一切命题。我们比较不同的学科找到方向和命题，并且去求证。怎么去找命题，找方向，一般的数学家会认为比较困难。有这种能力的数学家要有好的想法，要对数学有很深的了解。好的想法往往是靠感情激发出来的。就好像烧稀饭（粥）一样，烧广东鸡粥，里面要放很多材料慢火烧很久才好吃。数学里面也需要很多材料，经过慢慢思考，最后变成一个成熟的思想。但要完成一个完整的思路必须要有丰富的感情，假如完全用逻辑的方法将一个数学命题变成一个定理，计算机就可以做得到，不必用我们数学家。但单凭计算机得不到一个好的理论。这就像画画一样，你现在用电脑画画，方法和颜色多得很，你给个指令就能画出花草呀、山水呀，但这些花草山水没有它的精神和思想在里面。

记：没有灵气。

丘：对。灵气会让这幅画带出我们对大自然美丽的想象。又比如画人物画，有的画教授，有的画一个很漂亮的女孩，他们都基于不同的想法，都寓有一种灵气在里面。数学也是这样，它描述大自然，描述一个我们看到的或抽象的大自然，物理上或某个工程上出现的一些重要现象，然后从中抽出重要部分来描述。怎么样描述才是最好的，才能把它的精华表达出来？这就要看你的本领，这个本领在于你的想法，这个想法如何，就要看你对大自然的了解有多深刻。

创造数学的意境

记：就是说，您在表达的时候赋予了自己的思想？

丘：不但是表达，还有创作。这有创造的能力在里面。就像画梅花，下雪时就有不同的意境。你要将它的意境表达和创造出来，这个意境就是你想要的。我做一个理论，它有一个意境，这个意境要包含很多不同的现象，要能够解释它们。

记：这个“意境”跟文学上讲的“意境”是一样的吗？

丘：是的，差不多。

记：数学也是要创造一个“意境”？

丘：有了意境才晓得从什么角度来描述我们的对象最为恰当。我们描述一个对象不能孤芳自赏。比如写战争作品，要写出战争中的冲突，普罗大众的悲哀。做数学基本上也有同样的观点，数学家研究工程上、物理上某个现象时，关键的结构有几何的，也有代数的。即使数学本身，同样一个几何结构，数论学家和分析学家会有不同的看法，因此发展出不同的学问。我们要深刻了解数学，要找出它的基本结构。学问做得深入，才懂得更深层次的结构和它的内容。这样才能将数学的内容和它的本质表现出来。画画也是，要

晓得它很细致微小的结构才能惟妙惟肖地描述它。不过数学家更理性化，要非常小心研究结构里面的每一个小问题，非常严谨地进行逻辑推理，那是不容许有错误的。

记：何谓数学研究的创造性？

丘：可以这样说，数学的创造，要达到对数字、对几何形象、对函数做出一个简洁、明了、干净的描述，对大自然或者数学结构得出既简洁又广泛的了解和描述，那才是好的数学。

数学的最高境界

记：在您心目当中，觉得自己做得最漂亮的工作是哪一个？

丘：我主要的工作是完成了几何分析这个学科的奠基工作，这个工作有很多应用，因此得到很多成果，其中一个最出名的成果就是证明了卡拉比猜想 (Calabi's conjecture)。这是一个很重要的工作，是我做的整个理论的一个重要部分。

记：您认为做数学研究的最高境界是什么？

丘：我们希望用数学的方法去了解大自然的基本规律，给后人留下一条康庄大道。也希望通过我们的理论和方法去研究社会上和工程上的主要规律，提供新的方向。

记：这就归纳到您追求的“真与美”？

丘：对。

记：您曾经讲过，数学和基本科学、工程学的大融合是未来科学发展的大趋势？

丘：工程学、物理学、化学和生物学会是相当大范围的融合，融合的主要工具就是数学。数学是一个很奇妙的学科，它本身既是一个工具，也是一门被研究的学问。比如几何，它有很多图像，研究几何结构就有很多学问，也是很实用的学问，例如很多物理的现象可以看做是一些几何现象，可以用几何工具来解决。数学是很特殊的，不像其他学科，例如化学研究，只需要集中研究它的化学成分或分子结构。数学结构本身就是一个被研究的对象，对数学结构了解更深刻以后，就可以更有效地用于其他学科，例如用于化学、物理、工程等学科。总的来说，数学既有一种抽象的美让你去研究，也有它非常实在的用途。

牛顿、微积分与文艺复兴

记：数学的抽象美，其中是不是也包含一种思想和哲理？

丘：举例来说，天体的运行是椭圆形的，公元前的古希腊就开始了对椭圆的研究。古希腊人对抛物线、对椭圆形有很大兴趣，主要是因为它的美，还因为可以证明它种种不同的特殊性质。当时希腊科学家认为真理与抽象是分不开的，他们认为几何是万物之源，可以解释宇宙中所有的理论，所以就几何的结构来研究天体，考虑宇宙的结构。他们虽然也有错误的观点，但基本上以后研究宇宙学都是从几何观点出发。从牛顿到爱因斯坦都是用几何的方法来研究宇宙的结构。到了牛顿发现了微积分，创造了一个强有力的工具，对天体运行的计算尤其重要。我想，古往今来，作为一个工具，没有一个比得上微积分。西方文艺复兴的一个最主要工具就是微积分，有了微积分才能让物理学发展起来，才能做科学的研究。文艺复兴当然也表现在画画、宗教解放种种事情上，但理论科学奠基于微积分的发现。没有微积分，文艺复兴就不可能取得这样大的成就。

记：那就是有一个大的文化背景？

丘：是有一个大的文化背景，例如宗教的解放等刺激了微积分的发现，微积分的发现引起整个科学的更新。这些事情连在一起，不是偶然的或独立发生的事情。（16、17世纪由于航海、天文学、力学发展的需要，研究运动问题成为自然科学的中心问题，产生了极限、导数、积分等初步概念。17世纪下半叶，牛顿、莱布尼茨在前人研究的基础上，分别在研究力学和几何学的过程中建立了微积分的概念和运算法则，使微积分得以大量运用。）

丘成桐谈高锟

中国高等教育和科学发展的出路

说到大的文化背景，丘教授一向重视科研环境的气氛和国家为科学家创造的大的文化背景。他曾说“历史上未曾出现过一个大科学家在没有文化的背景里，能够创造伟大发明的例子”，丘教授近十几年来在内地建立了多个数学科学研究中心，设立了“晨兴数学奖”、“新世界数学奖”、“丘成桐中学数学奖”，也在香港设立“恒隆数学奖”，对推动中国数学的发展倾注极大热情。在与他的交谈中我们感受到他对中国学子的牵挂和苦心培育。他无数次强调一流的科学家要能带领一批人往前走，要以培养年轻人为重要职责，要承先启后。

有远见的校长与杰出的科学家

记：中国近十年引进了不少国际有名的学者，在未来会不会形成一个大的文化背景或环境，推动科学或社会发展？

丘：最好的科学家或世界上有分量的科学家真正回到国内高校做全职的并不是没有，但很少，大部分是兼职，并且很多人心思不在中国。假如有足够的人才回流，并脚踏实地去做学问，中国的科学很快会领先世界。

记：高锟教授获得物理学诺贝尔奖以后，中国内地出现一种焦虑：何时可以产生本土的诺贝尔奖科学家？以您的观察，您怎么看？

丘：说到高锟获奖，我有点奇怪为什么中国官方没有大力表扬。

记：丘教授的意思是中央政府应该表扬高锟获奖？

丘：他是香港人，他在香港念中学，在香港做大学校长，在香港生活、工作了很久。

记：他是在上海出生的。

丘：总不能说香港人不是中国人吧？种种事情都表现出他是地地道道的中国人。中国高官应该赞扬他的学术成就，或至少有所表示，毕竟诺贝尔奖是一个极大的荣誉。

记：民间、媒体反响很大，讨论很热烈啊。

丘：那只是民间的或网上的讨论。高锟的工作很重要，是个伟大的工作，中国的报道不够。

记：您曾说中国现在的教育环境出不了一流的科学家，未来如何改造这个环境？您有什么建议？

丘：中国当然会出一流的科学家，这是时间问题，但我们领导人希望十年内就有极大的成就，就需要更不寻常的努力。我为什么讲高锟这件事？他获得那么大成就，受到国际上很大的尊敬时，中国政府却没有大力表扬他，恐怕中国杰出的学者努力的工作得不到鼓励，因此缺乏雄心壮志去做世界一流的工作，中央期望十年内得到大奖的日期可能就要推迟了。

记：丘教授不是已经在中国内地做了很多事了吗？

丘：其实，某些中国人说我是圈外人，高锟也是圈外人。高锟我很佩服他。

记：你们曾经共事吗？记得1995年香港中文大学成立了“数学科学研究所”。

丘：“数学科学研究所”是高校长提出来要成立的，我们一起共事时间不是很长，高校长很支持数学，他很有远见。

丘成桐、高锟、崔琦

记：您、高锟，还有崔琦（1998年诺贝尔物理奖得主）都是有香港教育背景的吧？