

TURING 图灵新知

Mais cette question nous entraîne trop loin

難問

100年の

たのか

才数学者の

庞加莱猜想：

Poincaré Conjecture

追寻

宇宙的形狀

(日) 春日真人——著

孙庆媛——译

中国工信出版集团

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



(日)
真田 真人 著
孙 媛 译

Poincaré Conjecture

追寻 宇宙的形状

庞加莱猜想：

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

庞加莱猜想: 追寻宇宙的形状 / (日) 春日真人著;
孙庆媛译. --北京: 人民邮电出版社, 2015.11

(图灵新知)

ISBN 978-7-115-40749-8

I. ①庞… II. ①春… ②孙… III. ①庞加莱猜测—
普及读物 IV. ①O189-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第247611号

内 容 提 要

1904年, 法国数学家亨利·庞加莱提出了关于探寻宇宙形状的“庞加莱猜想”, 自此后的100年间, 不断有数学家向这个千禧难题发起挑战, 最终庞加莱猜想被俄罗斯数学家格里戈里·佩雷尔曼以令人惊叹的绝妙方法证明。然而这位神秘的天才数学家却拒绝了2006年菲尔兹奖……

庞加莱猜想究竟是什么? 宇宙的形状又如何? 佩雷尔曼是如何证明庞加莱猜想的?

本书为日本NHK特别节目制作组关于“庞加莱猜想”的专题纪录, 将带领读者一起追寻宇宙的形状与神秘数学家的线索、谜题与真相。

-
- ◆ 著 (日) 春日真人
 - 译 孙庆媛
 - 策划编辑 武晓宇
 - 责任编辑 乐馨
 - 装帧设计 broussaille 私制
 - 责任印制 杨林杰

- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
- 邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
- 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
- 北京天宇星印刷厂印刷

- ◆ 开本: 880×1230 1/32

印张: 7.25

字数: 148千字

2015年11月第1版

印数: 1-4000册

2015年11月北京第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2015-2391号

定价: 39.00元

读者服务热线: (010)51095186 转 600 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

目录

Part One	追踪佩雷尔曼	19
	出生之地——圣彼得堡	21
	金钱地位皆可弃	26
	沧桑巨变的天才少年	31
Part Two	庞加莱猜想的诞生	35
	热爱自由数学的天才——庞加莱	37
	庞加莱猜想——揭开“形状”的谜题	42
	地球的形状	45
	宇宙的形状	53
Part Three	古典数学与拓扑学	61
	数学的新艺术运动	63
	拓扑学的魔法	66
	庞加莱猜想之噩梦	72
Part Four	20世纪50年代 被“白鲸”吞食的数学家们	77
	来自希腊的苦行僧	79
	来自德国的年轻的对手	85
	无声的对决	91
	某位年迈数学家的述怀	100

Part Five	20 世纪 60 年代 忘掉古典来摇滚吧	105
	席卷时代的数学之王——拓扑学	107
	史蒂文·斯梅尔的奇袭	110
	通往高维度空间的旅行	117
	天才少年的诞生	123
	天才数学家的“素颜”	128
	拓扑学已死?	131
Part Six	20 世纪 80 年代 天才瑟斯顿的光与影	135
	魔术师的登场	137
	宇宙真的是球形吗?	143
	——苹果和树叶的魔法	143
	震惊世人的新猜想	150
	——宇宙有八种形状?	150
	天才瑟斯顿的烦恼	154
Part Seven	20 世纪 90 年代 开启通往成功的大门	165
	俄罗斯人在美国	167
	不为人知的“转机”	175
	世界七大数学难题	180
	百年一遇的奇迹	187
	破解世纪难题	198
	为什么是佩雷尔曼?	206
	尾声 永无止境的挑战	210
	后记	222
	参考文献	229

庞加莱猜想：

追寻

宇宙的形狀

Poincaré Conjecture

(日) 春日真人——著

孙庆媛——译

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

庞加莱猜想: 追寻宇宙的形状 / (日) 春日真人著;
孙庆媛译. -- 北京: 人民邮电出版社, 2015.11

(图灵新知)

ISBN 978-7-115-40749-8

I. ①庞… II. ①春… ②孙… III. ①庞加莱猜测—
普及读物 IV. ①O189-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第247611号

内 容 提 要

1904年, 法国数学家亨利·庞加莱提出了关于探寻宇宙形状的“庞加莱猜想”, 自此后的100年间, 不断有数学家向这个千禧难题发起挑战, 最终庞加莱猜想被俄罗斯数学家格里戈里·佩雷尔曼以令人惊叹的绝妙方法证明。然而这位神秘的天才数学家却拒绝了2006年菲尔兹奖……

庞加莱猜想究竟是什么? 宇宙的形状又如何? 佩雷尔曼是如何证明庞加莱猜想的?

本书为日本NHK特别节目制作组关于“庞加莱猜想”的专题纪录, 将带领读者一起追寻宇宙的形状与神秘数学家的线索、谜题与真相。

-
- ◆ 著 (日) 春日真人
 - 译 孙庆媛
 - 策划编辑 武晓宇
 - 责任编辑 乐馨
 - 装帧设计 broussaille 私制
 - 责任印制 杨林杰

- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
- 邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京天宇星印刷厂印刷

- ◆ 开本: 880×1230 1/32

印张: 7.25

字数: 148千字

2015年11月第1版

印数: 1-4000册

2015年11月北京第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2015-2391号

定价: 39.00元

读者服务热线: (010)51095186 转 600 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

版权声明

100 NEN NO NANMON WA NAZE TOKETANOKA by Masahito Kasuga

Copyright © Masahito Kasuga, 2008

All rights reserved.

Original Japanese edition published by NHK Publishing, Inc.

This Simplified Chinese language edition published by arrangement with NHK Publishing, Inc., Tokyo in care of Tuttle-Mori Agency, Inc., Tokyo through Bardon-Chinese Media Agency Beijing Representative Office

本书由日本 NHK 出版授权人民邮电出版社发行简体字中文版，版权所有，未经书面同意，不得以任何方式做全面或局部翻印、仿制或转载。

前言 世纪难题与神秘的数学家

数学阐释宇宙的形状

“遥远星空的尽头是什么模样？我们身处的宇宙究竟是什么形状？”

每一个曾经仰望星空的人，脑海中大概都有过这样的疑问。

2007年的夏天，在位于法国巴黎市郊的莫顿（Meudon）天文台里，一排排的天文望远镜前，许多带着孩子体验观测的家庭也被问到了同样的问题：“您认为宇宙是什么形状的呢？”

大家的回答五花八门。“宇宙是没有边界的啊，所以根本就没有形状。”这是其中一个10岁男孩的回答。“我觉得是方形的，要不然肯定放不下圆形的行星啊。”另一个7岁小女孩是这样想的。一位18岁的年轻小伙子则认为“因为宇宙是无限扩展延伸的，所



图 0-1 思考宇宙的形状

以形状大概会像是个巨大的盘子吧。”

成年人的回答则较为理智，一位 30 岁的女士怀疑：“人类有能力探明宇宙的形状吗？如果能够知道，这倒是非常有趣的。”另一位 42 岁男士则干脆说：“这个问题根本没有答案。你想在可能浩瀚无穷的宇宙面前，我们人类是多么渺小，哪里才是宇宙尽头，宇宙尽头是什么样子，人类是永远都找不到答案的。”

事实上，从上古时代延续至今，关于宇宙形状的谜题不断挑起我们人类的好奇心。在古代的印度，人们认为，天国在大地之上，大地则由四头大象背负着，大象站在一只巨大的海龟背上，这一切又被一条巨大的蛇所环绕，而这条巨蛇所围绕的空间应该就是整个宇宙了。在古代埃及人的宇宙起源说里，天空就是苍穹女神努特 (Nut)，月亮和星星都被悬挂在女神的身体之上。而在古希腊，主张“地心说”的托勒密则把以地球为同心的宇宙的最远端定



图 0-2 宇宙是什么形状？

义为一颗坚硬的恒星“天球”。

随着现代科学技术的发展，利用最先进的技术，关于宇宙的许多谜题已经被逐步破解。但是关于宇宙形状的全貌，很遗憾，至今仍是未解之谜。

然而就在近期，一个重要数学难题的破解，使探明宇宙形状的可能性大大增加。这个被命名为“庞加莱猜想”的数学命题，其主要内容是“任一单连通的、封闭的三维流形都与三维球面同胚”。自1904年首次被提出以后，这个命题吸引了世界上众多的数学家挑战证明，正如字面所述，它已成为数学界的“世纪大难题”。因此，这一难题的破解在世界范围内引发极大冲击。

美国耶鲁大学的数学家布鲁斯·克莱纳(Bruce Kleiner)曾经这样感叹：“在过去的一百年里，庞加莱猜想这个难题中的难题，难倒了如此之多的数学家，以至于谁也不相信有一天它会真的被证明出来。”

位于法国巴黎奥塞尔(Orsay)的巴黎南大学(第十一大学)，瓦伦丁·贝纳胡(Valentin Poénaru)教授更是如此形容自己的感受：“这就像一场噩梦。过去，我甚至一直在恐惧于这件事情(庞加莱猜想被证明)的到来。”

美国《科学》杂志2006年度评选出



图 0-3 庞加莱猜想的简化公式

的十大科学进展中，庞加莱猜想的证明被列为头号科学进展。对于数学界来说，这可能就已经是百年一遇的“大事件”。但事实上这之后该事件仍在持续发酵。

消失的天才数学家

2006年的西班牙马德里，国际数学联盟(IMU)在此主办的菲尔兹奖颁奖仪式即将开始。西班牙国王胡安·卡洛斯一世作为颁奖嘉宾莅临现场，同时会场中还汇聚了来自世界各地、活跃在学术最前沿的4000余名数学家们。

作为数学界的最高荣誉奖项，四年一度的菲尔兹奖仅授予在四年间做出突出学术贡献的数名数学家，因其获奖人数之少，也被认为是较诺贝尔奖具有更高权威的奖项。

而这一年，毫无疑问，大家都认为菲尔兹奖应当授予给出了庞加莱猜想证明过程的那位数学家。

当原国际数学联盟主席，来自牛津大学的约翰·波尔(John Ball)教授出现在颁奖台上，将要宣布获奖者姓名时，从观众席上传来了热烈的掌声。波尔教授稍微停顿，等待掌声平息之后，正式宣布：“本届菲尔兹奖授予来自圣彼得堡的格里戈里·佩雷尔曼博士！”与此同时，一个巨大的、蓄着长胡子的男子的头像照片也出现在颁奖台上方的屏幕上。这个人正是格里戈里·佩雷尔曼(Grigoriy

Perelman) 博士，正是这位 40 岁的俄罗斯数学家证明了素有“世纪大难题”之称的庞加莱猜想。教授话音刚落，会场上就响起

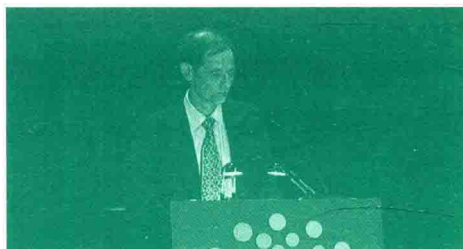


图 0-4 宣布拒绝领奖消息的约翰·波尔

了雷鸣般的掌声，这掌声，是与会的数学家们对这个可以称得上是数学界百年一遇的奇迹的赞叹，也是他们难耐心中喜悦的真情流露。

但是，在此之后，事件的发展陡然急转直下。

“非常令人遗憾的是，佩雷尔曼博士拒绝前来领奖。”波尔教授随后就宣布了这一消息。当时，会场中可能有人没有听清楚



图 0-5 菲尔兹奖颁奖仪式现场

教授的这句话，或者是根本没理解教授的意思，仍然有稀稀拉拉的掌声响起，但很快就安静下来。数学家们不敢相信，佩雷尔曼博士居然就这样拒绝了领取菲尔兹奖的奖章和奖金，并且根本没有出现在会场，这是真的吗？

这个事实对于那些曾经倾注十分的心血、万分的努力想要亲自证明庞加莱猜想的数学家们来说，不啻于一记闷雷。

来自美国的沃尔夫冈·哈肯 (Wolfgang Haken) 博士就曾经在长

达 30 多年的研究生涯中，致力于证明庞加莱猜想。“迄今为止，还从来没有任何一位数学家拒绝领取过这仅仅四年一度才颁发的菲尔兹奖。这次的事件对国家数学联盟来说是非常沉重的打击。虽然我很不愿意这样想，但他的行为是不是故意想引人注目？无论如何，自此之后，佩雷尔曼这个名字将会传遍全世界。”他说道，“我很想知道这背后的原因，而且，佩雷尔曼博士究竟是怎样一个人，他的生活是什么样子的，我也非常感兴趣。”

而世界各地的媒体也对此事件给予了关注，《今日美国》报纸评论说“俄数学隐士拒领‘数学界的诺贝尔奖’，学会碰了一鼻子灰。”德国的《法



图 0-6 《庞加莱猜想被证明》(《科学》杂志 2006 年 12 月 22 日)

兰克福汇报》报道说“贫穷数学家拒领百万美元奖金”。而俄罗斯当地的《真理报》则关注“世界第一天才原是俄罗斯居民。”法国《国际先驱论坛报》则从另外一个角度评论“佩雷尔曼的事例确实值得探究，但其他的天才数学家们表现如何？”



图 0-7 格里戈里·佩雷尔曼

国际媒体对这一前

所未闻的事件进行了广泛报道，但是焦点并非集中在世纪难题——庞加莱的猜想被破解这一伟大的创举上。媒体更多地把目光投向了佩雷尔曼博士有些特别的外表、令人捉摸不透的性格上，以及破解此难题关系到的 100 万美元高额奖金的归属。

2000 年，美国私立研究机构克雷数学研究所 (Clay Mathematics Institute, 简称 CMI) 选出了世界七大数学难题，作为“千禧年大奖

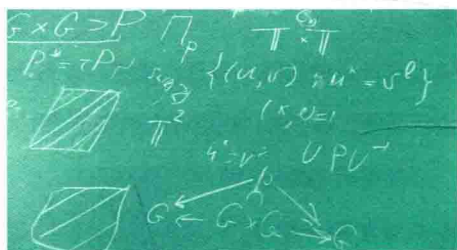


图 0-8 破解难题

问题” (The Millennium Prize Problems)，庞加莱猜想即位列其一。能够成功破解这些问题的学者，将获得该机构颁发的 100 万美元奖金，以表彰其对数学界做出的卓越贡献。

但是，佩雷尔曼博士拒领菲尔兹奖之后，人们普遍认为他不太可能领取这笔奖金。对此，克雷数学研究所没有发表任何评论。而当时佩雷尔曼博士的行踪都成谜，唯一传来的有关他的消息，是一个有些怪异的传言，“佩雷尔曼博士已经离开了数学界，正在圣彼得堡的森林里享受着采集蘑菇的乐趣，这是他的一大爱好。”

因为佩雷尔曼博士，菲尔兹奖历史上首次出现了没有颁发出去的奖章。而这枚正面雕刻着古希腊时代的数学家阿基米德的头像，侧面雕刻获奖者名字，代表数学界最高荣誉的菲尔兹奖章，在过去 70 年间，也仅有 44 位数学家获得过。

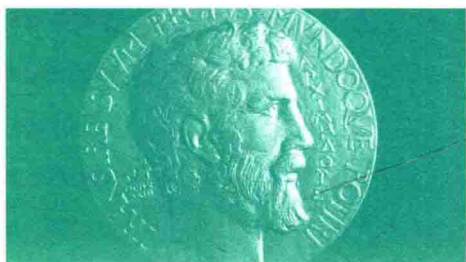


图 0-9 现存于柏林的属于佩雷尔曼的奖章

最后的对话

佩雷尔曼博士为何对大部分数学家们终身憧憬的荣誉不屑一顾，而阐释宇宙形状的庞加莱猜想究竟又是怎样的一个难题？为了解开这两个谜团，我们希望能够通过采访来一探究竟。

2007年1月，我们节目组正式踏上旅程。第一站，我们选择了采访正在英国访问的原国际数学联盟主席约翰·波尔博士。至于这次采访的原因，一是我们得知，佩雷尔曼博士从数学界消失之前，最后一位和他有过对话的数学家正是约翰·波尔博士；二是在马德里宣布佩雷尔曼博士放弃领奖这一消息时，波尔博士那苦涩的表情也给我们留下了深刻印象。

约翰·波尔博士就职于牛津大学，任数学系系主任一职，研究方向是应用数学。采访时，我们得知，2006年全体大会之后，博士

很快就卸任了 IMU 主席一职。接受采访时，他微笑着对我们说：“老实说，卸任后再也不用担负着奖章保管这个重要任务了，从那以后我真是松了一口气。”

按照规定，四年一度的国际数学家大会结束后，IMU 事务局就会进行主办国的轮换，同时对全部职员也进行更换。就在这次前所未闻的拒绝领奖事件之后，下一届大会的主办国也轮到了德国。而本应该颁发给佩雷尔曼博士的菲尔兹奖章也随之转移到柏林，交由事务局进行严密保管。

事实上，约翰·波尔博士之前也根本不认识佩雷尔曼博士。他们第一次交谈发生在 2006 年的春天，当时 IMU 委员会内部已经做出决定，将菲尔兹奖授予佩雷尔曼博士。为确认对方意愿，波尔博士才第一次打电话给他本人。波尔博士给我们描述了当时那通电话的具体情形。

约翰·波尔：“我当时告诉他，委员会已经一致决定将本年度的菲尔兹奖授予您，希望您能够接受。而佩雷尔曼博士当时以非常流利的英语答复：‘不，我不需要这个奖！’听起来，他对这个领奖通知一点儿都不觉得惊奇，他似乎早已经考虑清楚了如果有类似通知的话，自己应该怎么处理。

“于是，我只好马上改变方式，询问他，如果我前去圣彼得堡访问，是否可以会面，这次他很爽快地答应了。”

2006 年 6 月中旬，约翰·波尔博士只身来到圣彼得堡。但当时的他也仅仅是怀着一个微弱的希望：面对面的话，佩雷尔曼博士也许