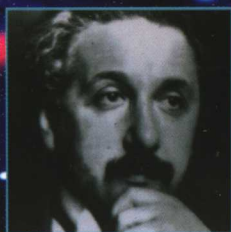


数学之旅

THE HISTORY OF MATHEMATICS

概率论和统计学

Probability & Statistics



不明确的科学

THE SCIENCE OF UNCERTAINTY

〔美〕约翰·塔巴克 著

John Tabak

 商务印书馆

数学之旅

概率论和统计学

——不确定性的科学

〔美〕约翰·塔巴克 著

杨 静 译

胡作玄 校

商 务 印 书 馆

2007年·北京

图书在版编目(CIP)数据

概率论和统计学:不确定性的科学/(美)塔巴克著;
杨静译. —北京:商务印书馆,2007

(数学之旅)

ISBN 7-100-05158-4

I. 概… II. ①塔…②杨… III. ①概率论②统计
学 IV. 021

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 084410 号

所有权利保留。

未经许可,不得以任何方式使用。

数学之旅

概率论和统计学

——不确定性的科学

[美] 约翰·塔巴克 著

杨 静 译

胡作玄 校

商 务 印 书 馆 出 版

(北京王府井大街 36 号 邮政编码 100710)

商 务 印 书 馆 发 行

北 京 民 族 印 刷 厂 印 刷

ISBN 7-100-05158-4 / O·9

2007 年 1 月第 1 版

开本 850 × 1168 1/32

2007 年 1 月北京第 1 次印刷

印张 7 1/8

印数 5 000 册

定价: 13.00 元

Probability & Statistics by John Tabak ©2004

此书经北京版权代理有限公司代理,由 Facts On File 授权。

数学之旅的意义

数学有着几千年的历史。数学的历史最早开始于人类要用星星预测未来,后来有了古希腊人到埃及用几何方法测量金字塔的高度,再以后有了哥白尼、伽利略、牛顿、达·芬奇……一个又一个响亮的名字,他们大胆的设想、计算、实验,铺就了一条数学之路。这条路的近端是我们面前的计算机等各种数字化的现代科学。正是这条路,见证了人类文明发展的历程,也把由数学改变的物质生活带到了人间。

我们出版这套“数学之旅”不仅为了让大家了解数学的形成和发展,还想告诉大家,数学在形成和发展的过程中经历了什么——不仅在于如何发现问题,更在于怎样提出问题;不仅在于怎样解释问题,更在于怎样解决问题。就这样,数学发展了。由于数学的精确性,所有的自然科学学科几乎都与数学有关联。数学成了各个自然科学研究学科的主要工具之一。之所以这样说,是因为数学不仅可以作为计算的准则,而且它更能体现定性和定量的转化,也就更加便于传授和继续研究。很多自然科学的问题就在科学家的数学计算中解决了。其结果是提高了人的生活质量,丰富了人类的物质文明。

“数学之旅”不是教科书,也不是教辅,它只是为在新时代中对数学和自然科学历史感兴趣的人提供一些阅读生活。不过,从中

2 概率论和统计学

学到一些如何观察现象和提出问题的方法,了解教科书中那些定理的形成,从而把自己投入到人类文明的进程中去,或许可以成为阅读者意想不到的收获吧。

商务印书馆编辑部

序

胡作玄

数学,也许还有古典音乐,是人类精神的最高创造。它完全从头脑中产生,就像雅典娜从宙斯的前额中跳出来一样。作为人类思想的最高境界,数学往往带有它那种特有的灵性和神秘,远离芸芸众生,可是对于少数人,数学却能像音乐一样,给他们以巨大的心灵震撼。请看一下《罗素自传》的第一卷:“11岁时,我开始学习欧几里得几何学,哥哥做我的老师。这是我生活中的一件大事,就像初恋一样令人陶醉。我从来没有想象到世界上还有如此美妙的东西。”无独有偶,爱因斯坦在他的“自述”中也谈到:“12岁时,我经历了另一种性质完全不同的惊奇:这是在一个学年开始时,当我得到一本关于欧几里得平面几何的小书时所经历的。这本书里有许多断言,比如,三角形的三条高线交于一点,它们本身虽然并不是显而易见的,却可以很可靠地加以证明,以致任何怀疑似乎都不可能。这种明晰性和可靠性给我造成了一种难以形容的印象。”当然,他们两位所说的还是 2300 年前的欧几里得,而到 21 世纪我们所有的数学瑰宝就更加光彩夺目,远远超出人们的想象。

虽说数学大厦高耸入云,它却不是建在天上,只是少数神仙的游乐场。它植根于地下,也朦胧地出现在每个人的心中。这是因

4 概率论和统计学

为数学不仅有精神天父的基因,也有物质地母的基因。这决定数学从一开始就不可避免地是一种实用知识,它们实在太俗了,以至于某些自以为有高贵血统的人拼命要掩盖其卑贱的出身,就像概率论学者不爱提它来自赌场的问题。计量、商贸、会计、人口普查是最早的应用数学,现在依然如此。尽管它们早已被排除在数学之外,可是正是这些活动把数学与日常生活联系在一起,也正因为如此,基础数学教育应运而生,至今仍是兴旺发达的事业。说到这里,我们不能不为中国古代的数学和数学教育而自豪,早在孔夫子之前,中国(至少在齐国),九九表已经相当普及,可是两千年后,意大利的商人子弟在家乡只能学会加法,而要学乘法就得进城请教专家、大师了。西方的基础教育有 3R(Reading, Writing, Arithmetic)的说法,简言之就是读、写、算,这说明在把文盲教育成识字的人的同时,还要使他们不致维持“数盲”的状态。其实,对于绝大多数人来说,这已经足够了,哪怕是现在的“信息时代”、“数字化时代”。

奇怪的是,虽然人们并不太需要太多的数学,数学教育家却结结实实地灌输给学生大量的数学。如果你小学毕业,6 年数学都是主课。如果你完成义务教育,那就得念 9 年数学。高中 3 年的数学更是难得要命,这还没有算上微积分。即便中学不学微积分,上大学许多人还是逃不掉,不仅学理工的要念微积分,学经济、金融、管理的也要念。学文的虽然可逃此一劫,可老托尔斯泰的《战争与和平》的最后,就有微积分的论述,而且颇为深刻。马克思、恩格斯、列宁也懂微积分。这么说,难道一个人非得念十好几年的数学吗?更糟的是,正课之余许多学生还得为“奥数”拼搏。这些题之偏之难连国际著名的数学大师陈省身都不一定做得出来。费了半天劲,除了文凭和分数之外,究竟有什么收获呢?

把大量数学教给青少年也许并不是那么不合理。相反,从古到今,数学一直受到重视。柏拉图的学园禁止不懂几何学的人入内。按照他的说法,不会几何学就不会正确的思考,而不会正确思考问题的人不过是行尸走肉。这就形成后来学习没用的数学的辩护词,你学的数学可能不直接有用,但它是训练头脑的体操。不过这个体操对许多学生还是太难了。那时教材也就是欧几里得的《几何原本》。许多学生学到第五个命题“等腰三角形两底角相等”就过不去了,于是这个命题被称为“驴桥”,也就是笨人难过的桥。不过,就算勉强过了,是否能变聪明也真的很难说。如果说,以前多学数学还无所谓,那么,17世纪末近代科学的产生的确充分证明数学的威力。牛顿不愧是有史以来最伟大的科学家,他一手建立牛顿力学,另一手建立微积分,正是他在三百多年前把科学奉献给文明社会。18世纪美国大诗人蒲柏这样赞美:

自然及其规律浸没在黑暗中,

上帝说,让牛顿诞生,

于是,世界大放光明。

正是牛顿使科学和基于科学的技术推动了历史,使它变成须臾不可离的东西。同时,他也给后人带来不少麻烦。虽然你可以“师夷人之长技以制夷”,可是,那永远走不远,因为许多技术建立在科学基础之上,不学科学难对技术有重大改进,而学科学又不能不学一整套数学,其中微积分只不过是基础的基础。而学数学又与学自然科学不同,总要从基础学起。要想学微积分,首先要把算术、代数、几何、三角、解析几何学好,学计算机又要学离散数学,学经济和金融又要学概率、统计等等。其实这些说到底都是二三百年的数学了,不过,让这些功课都进入中学的数学课,对于多数人来

说,还真有些吃不消。

这就是为什么数学成为现在压在学生头上的两座大山之一(另一座是英语)。多学数学没有坏处,问题是花了这么大的力气,究竟收获几何?真是可怜得很。多数人根本用不上他们所学的知识,也没有掌握数学的思想方法,在理解新的数学时仍然感到十分困难。而更糟的是,许多学生失去学习数学的兴趣。如果一个人觉得数学很重要,只是被动地硬着头皮去学肯定是事倍功半;可是,如果主动地、津津有味地学也许会事半功倍。有没有既能培养数学兴趣,同时又能提高对数学理解力的道路呢?有!那就是学点数学史。

数学史所能告诉读者的信息,大部分是其他数学书一般根本没有的,甚至根本不具备的。一般数学书一上来就是定义、定理、证明,它们论述得非常严格,但是读者一般感觉就是丈二和尚摸不着头脑。数学讨论的许多抽象概念,最难掌握的是研究的动机,也就是引入这些概念究竟干什么,而这只能通过历史才能看到它的来龙去脉。许多数学理论都是通过解决一个理论问题或一个实际问题在历史长河中慢慢形成的。古希腊的三大几何问题经过两千多年才在 19 世纪得到完满解决,并且形成伽罗瓦理论。历史的流变总是帮助读者认识到问题的难点以及数学上的伟大突破,可是教科书则很少告诉你,什么是重要的,什么是不重要的。只有懂得这些,才能说是懂得数学。一句话,数学史绝对有助于理解抽象难懂的数学。

其次,数学史不是拘泥于狭窄的学科领域,而是在更大的文化背景之下看数学的发展。这反映出数学与社会是紧密联系在一起的,正因为如此,数学在各个领域中的应用也就是顺理成章的事。

文艺复兴的巨匠们的绘画之所以栩栩如生,正是由于他们掌握了透视的基本方法,这导致射影几何学的诞生。大航海时代也推动了地图(海图)绘制技术的发展,它反过来也推动了人们了解曲面的几何学。同样,工程画也成为工程技术人员的通用语言。随着客观世界的不确定性的出现,概率和统计也应运而生。尽管概率论有着并不光彩的出身,但赌徒的问题毕竟使数学家建立起系统的理论,而且有越来越多的应用。说到底,物理科学是产生数学与应用数学最重要的领域,这从历史上也可以体会到。我们现在司空见惯的事物,例如无线电波,都是解微分方程的产物,这些结果是如此深刻,超出一般人的理解,其原因就是它们是巨人的劳作,而这些巨人又是站在巨人的肩膀上。

数学的实质在于有一套提出问题和解决问题的普遍理论及方法。数学家人数现在不能说少,但做出巨大贡献的天才也不算太多。数学史与通史一样,首先推崇英雄,他们少说有二三十位,多说有四五十位,学数学史就是要从他们的身上学点东西。

塔巴克的一套五本数学史,最为适合有一般数学知识的读者,它内容丰富、行文流畅、通俗易懂、生动有趣,如果能够好好看看,对数学的理解必定会大有提高,而这种收益是读多少教材、教辅,做多少题也达不到的。

目 录

第一部分 概率论

引言:概率论是什么	1
第一章 随机思想	7
概率论出现以前的随机性	10
随机理论早期发展中的困难	15
当今布基纳法索的偶然性和宗教	16
第二章 机会的性质	19
卡尔达诺的错误	21
卡尔达诺论运气和数学	22
伽利略	25
费马和帕斯卡	29
分配赌金的另一种解释	33
惠更斯	35
雅各布·伯努利	36
棣莫弗	42
棣莫弗论数学和运气	45
钟形曲线	48
第三章 概率论及其应用	51

2 概率论和统计学

贝叶斯和逆概率	52
布丰和投针问题	56
丹尼尔·伯努利和天花	59
达朗贝尔和风险评估	63
欧拉和彩票	66
第四章 确定性世界中的偶然性	70
泊松	77
泊松分布	78
第五章 随机过程	81
麦克斯韦	84
重新认识布朗运动	87
马尔可夫过程	89
马尔可夫链	91
第六章 作为数学学科的概率论	93
理论和实践	99
第七章 概率论的三个应用	106
核反应堆安全	106
马尔可夫链和信息论	108
现代的天花	110

第二部分 统计学

引言:信息时代	117
第八章 统计学的起源	120
统计学的开端	122
哈雷	125

布雷斯劳市的生命表	130
保险	131
第九章 数据分析和精确性问题	135
统计学的误用	138
第十章 现代统计学的诞生	141
皮尔逊	142
费希尔	146
第十一章 抽样理论	154
问题	155
休哈特和统计质量控制	158
戴明	163
第十二章 统计学的三个应用	169
流行病学的诞生	169
美国人口普查	175
政治民意测验	181
大事年表	188
术语表	207

第一部分 概率论

引言：概率论是什么

有一些数学和文字一样古老。几何学可能更古老。世界早期历史中出现的文明，有的具有文字记录，从中我们可以发现几何问题及解答。当古代学者创建一套书写体系来表达他们的几何思想时，他们也在从事几何研究。我们还可以指出，那些没有发展出自己的文字语言的文明，却发明了自己的算术。至少，在一些文明中，算术是 3R(读、写、算)¹ 中最古老的。

算术和几何这两个知识分支，涉及到我们的感知方面——数和形，既抽象又具体。例如，3 只鸟和 3 本书都是数字 3 这一抽象概念的具体表示。与此类似的，我们都认识到足球和气泡有共同之处：两个都是抽象概念球的具体表示。历史上，生活在不同时代、不同文化中的许多人都进行过这些“简单”的观察。也许我们的祖先从一开始学会思考，就思考了几何和算术问题。

概率论则不同。几何、算术源自史前时期，与它们不同的是，概率论是相对较晚的发现。我们知道，作为数学分支的概率论是何时被发现的。概率论源于文艺复兴时期卡尔达诺及后来的伽利略的工作，但是他们的工作对后人没有什么影响。概率论的研究真正始于两位法国数学家费马和帕斯卡的通信。从此数学家们开

1 3R 是指 Reading、Writing 和 Arithmetics。——译者注