

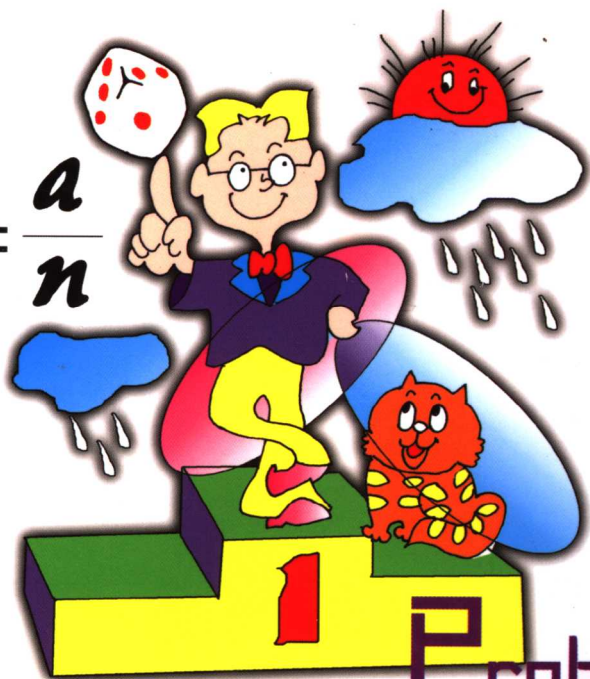
轻松解读科学奥秘

概率统计超入门

概率统计与我们的生活息息相关，
是一门能够即学即用的学问。
从骰子游戏的胜负到基本的统计处理，
我们用图解说话，
助你揭开“统计”迷雾，攻破“概率”难关。

〔日〕郡山 彬 和泉泽正隆 著 刘京华 译

$$P(A) = \frac{a}{n}$$



Probability

世界图书出版公司

0172
148
:2

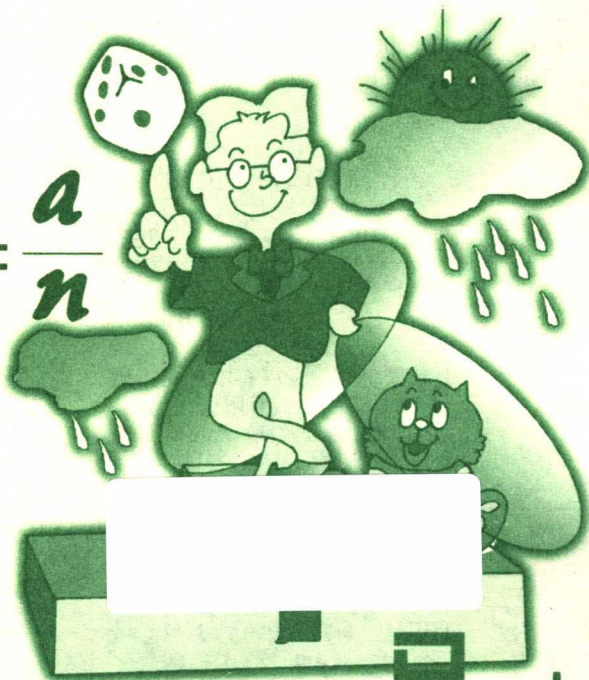
蜗牛科学系列

轻松解读科学奥秘

概率统计超入门

〔日〕郡山 彬 和泉泽正隆 著 刘京华 译

$$P(A) = \frac{a}{n}$$



Probability

世界图书出版公司
上海·西安·北京·广州

图书在版编目(CIP)数据

轻松解读科学奥秘:概率统计超入门 / (日)郡山彬, (日)和泉泽正隆著;刘京华译. —上海:上海世界图书出版公司, 2005. 2

(蜗牛科学系列)

ISBN 7 - 5062 - 6867 - 1

I. 轻... II. ①郡... ②和... ③刘... III. ①概率论—普及读物
②数理统计—普及读物 IV. O21 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 136757 号

TITLE: [エスカルゴサイエンス 確率と統計超入門]

by [郡山彬, 和泉澤正隆]

Copyright © A. Koriyama & M. Izumisawa, Japan, 2001, 2nd Printing 2002

Original Japanese language edition published by NIPPON JITSUGYO PUBLISHING CO., LTD.

All rights reserved, including the right to reproduce this book or portions thereof in any form without the written permission of the original publisher.

Chinese translation rights arranged with NIPPON JITSUGYO PUBLISHING CO., LTD., through Nippon Shuppan Hanbai Inc. Tokyo, Japan.

轻松解读科学奥秘

——概率统计超入门

[日]郡山彬 和泉泽正隆 著 刘京华 译

上海世界图书出版公司 出版发行

上海市尚文路 185 号 B 楼

邮政编码 200010

上海景皇文化发展有限公司排版

上海市印刷十厂有限公司印刷

如有印装质量问题,请与印刷厂联系

(质检科电话: 021-65414992)

各地新华书店经销

开本: 890 × 1240 1/32 印张: 5.75 字数: 150 000

2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月第 1 次印刷

印数: 1 - 8000

ISBN 7 - 5062 - 6867 - 1/O · 27

图字号: 09 - 2004 - 159

定价: 15.00 元

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

《蜗牛科学系列》序

钟启泉

自20世纪60年代以来,随着新科技革命的狂飙突进,人类社会的生活方式以及人的精神世界和价值观念都发生了巨大的变革。科学不仅改变了人类认识世界的思维方式,更把人类生活中某些陈腐不堪的行为习惯和落后观念扫进了历史的垃圾堆或贮存于历史的博物馆。当人类跨入21世纪的门槛时,科学的发展更是日新月异:一方面,知识的高度分化使各门自然科学的分支学科在各自独立的领域内不断地实现着一系列重大的突破;另一方面,社会生活的日益复杂化迫使各门学科不断地走向融合,跨学科的整合已成为时代发展的必然趋势。科学在当代社会生活中所产生的举足轻重的影响以及科学的新发展迫使世界各国十分重视科学教育和科普工作。如何使青少年一代拥有广博的科技知识,掌握精确的科研方法,具有理性的科学精神成为摆在教育界、科技界和出版界面前的一个极为紧迫的时代课题。为解决这一课题,世界各国除大力进行科技教育之外,还不遗余力地进行科普宣传工作,出版了大量优秀的科普读物,如《第一推动丛书》《世界科学大师丛书》《剑桥文丛》《时间简史》等,这些科普读物以其形式多样、内容丰富、主题新颖而备受广大学生与公众的青睐。

科学知识作为一种巨大的社会力量,其本身价值何以体现,主要取决于它被传播和应用的广度与深度。科普读物正是传播科学的一个重要的载体,它以其独特的传播功能成为沟通科学与大众的桥梁,缩短了两者之间的距离。当科普读物作用于不同层次的读者时必然对他们的科学知



识、科学方法和科学精神产生深刻的影响。由于科普读物在传播科学知识、宏扬科学精神、进行科学教育方面所具有的不可替代的功能,我国出版界近年来出版了一批科普读物,旨在帮助人们及时地跟上科学发展的步伐、了解科技发展的最新动态、掌握现代社会所必须的科技知识。但在众多的科普读物中真正优秀的出版物却极为少见,而面向青少年的高质量的科普读物更是凤毛麟角。从已出版的一些科普读物来看,主要存在以下几个缺陷:其一,内容陈旧。所选内容老化,停留于常识性和已过时的一些知识,不能及时反映科学研究的最新成果,从而使公众失去了对科学的敏感性。其二,立意不高。喋喋不休于科学知识的介绍,而忽视科学探究欲的激发以及科学方法的启迪,导致公众对单调刻板的“科学知识”失去了兴趣。其三,风格乏味。在写作风格和编写方式上,以冰冷僵硬的语言进行说教,以居高临下的口气进行指导,以空洞苍白的排版呈现内容,令读者读起来就如喝着白开水一样,枯燥乏味,又如听冗长沉闷的报告一样,昏昏欲睡。

优秀的科普读物有责任把科学发展的最新动态和最新的科研成果及时地介绍给读者,使公众自始至终保持着对科学的敏感,也有责任把科学的最新发展所引发的人们日常生活的变化及时地向公众进行通报,使公众始终保持着对科学的兴趣。与此相应的是,负责任的出版社应把出版优秀的科普读物视为自己义不容辞的职责,及时地向公众推出高质量、有价值,为读者所喜闻乐见的科普读物。鉴于我国目前面向公众的科普读物质量不高以及面向青少年学生的优秀科普读物尚不多见的现状,上海世界图书出版公司译介出版了这套科普读物,以青少年学生作为主要阅读对象,兼顾有一定阅读能力的大众。本套丛书致力于在中学生中普及最新科学知识,弘扬符合时代主题的科学精神并试图打破学科界限,谋求学科知识的整合,弥合长期的文理分科所造成的知识裂痕。这样,既可以



克服理科学专业过难且极枯燥的弊病,又可以为文科学生打开一扇学习科普知识的天窗。

本套科普读物以传播基本的科学原理和最新的科学知识为己任,它所涉及的科学领域既包括数学、微积分、概率统计、物理学、生物学、化学等学科的基本原理,也引入了生化学、遗传学、病理学等新兴学科的最新研究成果。其内容从微观到宏观,从物质科学到生命科学,几乎涵盖了自然科学的所有领域。更为难能可贵的是,为了帮助读者理解基本的科学原理,丛书的作者采用了通俗易懂的语言、妙趣横生的画面和精美别致的图表,这样,即使是非专业的学生读起来,也不会有太大的困难。本套丛书的作者大多是日本知名大学的资深教授,他们驾御文字的功底极为深厚,他们的行文往往若行若止、曲折逶迤,令人回味无穷。大手笔的科普作家能够把音乐创作的方法与激情融入到科普写作中,从而使撰写出来的文章诙谐而不失庄重,幽默而不失严谨,轻松而不失深沉。

本套科普读物将把读者引入一个色彩斑斓、绚丽芬芳的科学世界,读者置身于其中如同在碧草蓝天的旷野中感受科学之花的芳香;又如在烟波浩淼的海洋中领略知识之源的浩瀚。漫步于科学的芳草地,你可以像婴儿贪婪地吮吸母亲乳汁那样品尝大地母亲盛产的科学果实;泛舟于知识的大海洋,你可以像探险家拼命地揭示世界秘密那样撩开科技神秘的面纱。

相信本套丛书的出版必将为我国科普事业的发展吹进一股清新的春风。

2004.9

(作序者为华东师范大学终身教授,教育部人文社会科学重点研究基地华东师范大学课程与教学研究所所长、教育部社会科学委员会委员)



前 言

新的教学大纲马上就要实施了。我们非常熟悉的梯形面积公式“上底加下底乘以高除以2”就要从小学数学课本中消失了。在我们国家——日本，数学教育虽然打着“愉快教育”的旗号，实际上却和世界潮流背道而驰。

不仅仅是小学的数学，高中的数学教育亦是如此。

概率和统计未与考试挂钩，所以越来越不被重视。如今，就算一不小心，忘了学习这个科目也可以高中毕业。那么就“上大学再学”吧。不过，若不是特别感兴趣而学习的话，不学也可以。因为概率和统计不一定是大学的必修课。这样的教育，在当今社会是相当普遍的，也许只有从事数学教学和研究的学者们才会感到奇怪吧。

放眼世界，当今社会，被称为信息时代，每个角落都在电脑的影响下瞬息万变。一联网，日本的经济动向立刻被世界知晓。与此同时，遥远的国外发生的事件，我们也可以在第一时间获知，那些国际上的变故，无论从政治上还是从经济上，都会给日本带来巨大的影响。甚至，某位政府要员的发言都会使外汇市场发生巨大的变动。

数学是我们分析事物的工具。但是，世界政治经济如此错综复杂，相互交织，初等数学已经无法满足人们的需要了。实际上，近几年，在金融、证券行业中，随机微分方程式方兴未艾。相信很多读者也知道这个情况，因为报纸上经常能看到这样的新闻，写着“那些非常复杂的随机微分方程式的读物很畅销，常常一售而空”等等。



本来,微分方程式就可用于各种领域,现在,它不仅在物理和理工科中有所应用,还广泛应用于社会学研究上。增加一个应用的领域本来不值得人们大惊小怪。但是随机微分方程式是非常专业的数学知识。用它来分析金融衍生商品,这一举,可谓前无古人,而且堪称具有里程碑意义的大事。

随机微分方程式不过是一个例子,今后类似的例子将会层出不穷。如果数学只到会买菜算账的程度的话,是无法理解这种专业的数学知识的。而现在我们面临的现实是,日本的数学教育内容越来越简单和浅显,而社会中使用的数学却日趋高难。

话说回来。如果基础知识不扎实的话何谈应用?凡事最重要的是基础。

本书就是写给觉得“我知道概率统计这个词,就是和现实事物对不上,不理解”,或常常想“我要学习概率统计,可是从哪里开始学呢”的读者。我们的目标是把概率统计的基本知识解释得通俗易懂,并且尽量具体说明。其中所举事例也尽量争取从我们周围的事情和日常的生活中选取。

数学看起来复杂,归根究底,它是一个“简单事实的积累”。概率统计也是如此。希望本书能够帮助读者理解概率统计,或者使各位读者燃起学习的兴趣。

郡山 彬 和泉泽正隆

2001年4月



目 录

引言

掷骰子的科学

- 1 为什么硬币和骰子会出现在概率问题里 / 2
- 2 概率的理论简明但条件模糊 / 4
- 3 为什么掷骰子时, 掷出 1 点的概率为 $\frac{1}{6}$ / 6

专栏 1 用蒙特卡罗法求 π / 8

第一章

数是概率的基础

- 1 驾御了“集合”, 等于驾御了所有数学 / 10
- 2 画一个文氏图, 了解集合之间的关系 / 12
- 3 用文氏图数元素 / 14
- 4 用求和法则和求积法则看复数的事件 / 16
- 5 有顺序的元素的数量 / 18
- 6 求各种组合的数量时不考虑具体是怎样排列的 / 20
- 7 展开公式时可使用组合 / 22

专栏 2 有趣的帕斯卡三角形 / 24

第二章

概率的计算——应该事先了解几个基本公式

- 1 概率所研究的对象易混淆, 因此术语必须明确 / 26
- 2 首先要掌握基本公式和加法定理 / 28

- 3 “两人抓阄”的概率——乘法定理 / 30
 - 4 最终中奖的概率是多少(1)——乘法定理和加法定理的应用 / 32
 - 5 最终中奖的概率是多少(2)——用样本空间计算 / 34
 - 6 “两人骰子游戏”的概率 / 36
 - 7 独立事件和从属事件 / 38
 - 8 用图表来判定独立和从属简单易懂 / 40
- 专栏 3 概率和积分同源吗?** / 42

第三章 让我们尝试接触一下高级概率

- 1 何时的试验是独立试验 / 44
- 2 独立试验的概率计算公式 / 46
- 3 独立试验的公式和重复试验的公式 / 48
- 4 复杂的关系只要一画文氏图,就一目了然 / 50
- 5 彩票是概率,每张的平均金额是多少 / 52
- 6 什么是期望值 / 54
- 7 怎样在游戏战略中活用期望值 / 56
- 8 三人的战略中哪一个人的最为有效 / 58
- 9 开发畅销游戏,选择什么样的概率 / 60

专栏 4 保险的定期投保金是谁规定的? / 62

第四章 用概率看高中棒球

- 1 教你一个方法,它能够让棒球比以前有意思 100 倍 / 66

- 2 首先弄清热门校的取胜过程 / 68
- 3 热门校的夺胜概率其实并不大 / 70
- 4 比赛在抽签分组阶段就已经开始了 / 72
- 5 “黑马”出现的概率 / 74

专栏 5 3 成击球手的实力 / 76

第五章 概率的常识和出人意料之处

- 1 概率的根源在于赌博 / 80
- 2 掷两次硬币,落下来的至少有一次是正面吗 / 82
- 3 大学的偏差值从何而来 / 84
- 4 天气和概率的密切关系 / 86
- 5 最先抽奖的人占便宜吗 / 88
- 6 三项单选题不管三七二十一,先选一个,反而对的比较多吗 / 90

专栏 6 期货和随机微积分方程式 / 92

第六章 统计是起跑线

- 1 为什么要把概率和统计结合起来思考 / 94
- 2 变量与频数分布表 / 96
- 3 最好把频数分布表图形化 / 98
- 4 平均的概念从何而来 / 100
- 5 取平均虽然简单,但要注意方法 / 102
- 6 看平均值不如看“中位数” / 104

- 7 让大家都满意的平均值取值法 / 106
- 8 工薪族的平均收入是多少 / 108
- 9 说说众数 / 110

专栏7 真能够一攫千金吗? / 112

第七章 如何读取数据

- 1 看数据的分布情况可知“散布度” / 114
- 2 标准差要从标准值中不一致的地方找出 / 116
- 3 平均在什么时候能够成为大多数的代表 / 118
- 4 比较“不可比的东西” / 120
- 5 恼人的偏差值是这样出现的 / 122
- 6 偏差值的单位是怎样的 / 124

专栏8 统计促进了计算机发展! / 126

第八章 弄清数据之间的关系

- 1 在图形上看两个变量的关系 / 128
- 2 用“协方差”将关系的有无数据化 / 130
- 3 什么是从协方差导出的相关系数 / 132
- 4 相关系数的概念及和散点图的关系 / 134
- 5 求最高气温和最低气温的相关系数 / 136
- 6 如果有符合数据的直线式的话就方便多了 / 138
- 7 求线性回归 / 140

第九章 更高难度的概率、统计

- 1 用起来非常方便的随机变量是数量化后的产物 / 144
- 2 制作概率分布表可以了解对应关系 / 146
- 3 期望值(平均值)的统一的表示方法 / 148
- 4 随机变量的方差和标准差 / 150
- 5 从生命诞生算起,你的平均年龄是多少 / 152
- 6 10 倍的得分意味着 10 倍的快乐吗 / 154
- 7 总结计算随机变量时的两个加工过程 / 156
- 8 搭建一个共同的舞台——随机变量的标准化变换 / 158
- 9 两个随机变量的和与积的期望值 / 160
- 10 随机变量的和的方差与差的方差 / 162
- 11 根据二项分布求随机事件的期望值和方差 / 164
- 12 集中抽出的“超几何分布” / 166

引言
掷骰子的
科学



人们在谈起概率问题的时候,常常会提到硬币、骰子、扑克等等。这其中自有原因。大家不要因此就以为搞数学的学者们都热衷于赌博。

概率是一门从偶然中发现“必然”的学问

概率的研究对象是偶然的東西,但不是所有偶然的東西都可以作为研究对象。它们必须是具有一定规律性的偶然,或者是带有某种必然性的偶然。

那么,什么叫做具有一定规律性的偶然呢?简单地说,它就是一些随机事件和实验。这些随机事件和实验必须具备以下两种性质:

- (1) 随机事件和试验能在相同条件下重复无数次;
- (2) 这些随机事件和试验必须受偶然性的支配。

例如,掷一枚骰子,记录掷出来的点数。这个试验在同一条件下可重复无数次。并且,每次掷出来的点数不能预测,是偶然的。但是,并不是说掷出来的点数完全是没有规律的。实际上,如果掷 10 次,20 次,50 次或 100 次的话,就会发现每个点数出现的次数是实验总次数的 $\frac{1}{6}$ 。也就是说,每次掷出来的点数虽然事先无法预测,但是每个点数出来的次数各占总次数的 $\frac{1}{6}$,因此,可以说这个试验具有某种必然性。

抛一枚硬币看正反面的试验也如此。抛出一枚硬币,虽然我们不能断定正面朝上还是反面朝上,但是把正面朝上的次数和反面朝上的次数统计一下,我们会发现,两者各占半数。这种情况也像掷骰子一样,虽然每次会出正面还是反面无法断定,但是在背后隐藏着出现几率各占 $\frac{1}{2}$ 这



一客观规律。当然,不要忘记,这些试验必须满足我们最开始说的那个条件,就是在相同条件下可重复做无数次。

研究数学的学者们常常提到硬币、骰子、扑克等,正是因为它们刚好满足了上述条件,而不是因为他们喜欢赌博。

用概率不能预测下一个骰子点数是多少



作为概率对象的偶然是指

- 可在相同条件下重复若干次
- 带有一定的规律性

仅就概率而言,它包含若干种理论。共同的是,这些理论都尝试将必然性客观量化。

第一个将概率作为一个数学体系进行整理的是法国学者拉普拉斯(1749~1827)。拉普拉斯采用了一个定义,这个定义叫做“组合性概率”。它已经非常简洁明了。现在,高中数学中学习的概率就遵照了这一理论。

拉普拉斯概率理论的定义(组合性概率)

“全体共有 n 个事件,假定两个事件不可能同时出现,并且它们都是以相同程度确定的。在这 n 个事件中出现 A 情形的有 a 个事件,那么 A 情形发生的概率 $P(A)$ 是

$$P(A) = \frac{a}{n}$$

例如,在掷骰子实验中,掷一枚骰子,结果有可能出现 6 种情况(骰子有 6 种点数)。骰子如果做得精确无误的话不会出现结果偏向某个点数的随机事件。也就是说,掷出的点数是以相同程度确定的。

在这里,如果设掷出点数为 1 的事件为 A ,出现 A 的情况只有一种,那么根据拉普拉斯的定义,

$$\text{掷出点数 1 的概率 } P(A) = \frac{1}{6}。$$

如果设掷出点数为偶数的事件为 B ,出现 B 的情况包括掷出点数为 2、4、6 这 3 种,那么根据拉普拉斯的定义,

$$\text{掷出点数为偶数的概率 } P(B) = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}。$$