

专家点评

北京大学
数字素质教育
学生论文精选

张顺燕 主编

心灵之花

但	但	但	或
启	视	思	带
迪	角	想	幼
思	独	新	稚
想	特	颖	
胸	会	可	
怀	有	能	
开	错	片	
阔	误	面	
视			
野			
高			
远			

北京大学出版社

0.1-03
234
北京大学数学素质教育学生论文精选

心 灵 之 花

张顺燕 主编

北 京 大 学 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

心灵之花：北京大学数学素质教育学生论文精选/张顺燕
主编. — 北京：北京大学出版社, 2002. 11

ISBN 7-301-05792-X

I. 心… II. 张… III. 数学-素质教育-高等学校-文集
IV. 01-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 054226 号

书 名：心灵之花

著作责任者：张顺燕 主编

责任编辑：刘 勇

标准书号：ISBN 7-301-05792-X/G·0752

出版发行：北京大学出版社

地 址：北京市海淀区中关村 北京大学校内 100871

网 址：<http://cbs.pku.edu.cn> 电子信箱：zpup@pup.pku.edu.cn

电 话：出版部 62752015 发行部 62754140 邮购部 62752019

印 刷 者：北京大学印刷厂

经 销 者：新华书店

890×1240 A5 开本 7.5 印张 165 千字

2002 年 11 月第 1 版 2002 年 11 月第 1 次印刷

印 数：0001—4000 册

定 价：13.50 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究

序 言

2000 年上半年,正当一个千年即将结束,一个新千年即将开始的时候,北京大学数学学院按照学校素质教育的要求,开设了三门全校通选课,有谢衷洁老师的“普通统计学”,雷功炎老师的“数学模型与文化”和张顺燕老师的“数学的精神、方法和应用”。这些课程取得了良好效果,深受学生欢迎。

开设素质教育通选课是时代发展的必然。从数学角度看,我们正在进行的改革是国际数学教育改革的一部分。从上世纪初到现在,在国际范围内共有三次大的数学教育改革。

第一次数学教育改革发生在 20 世纪初,史称“克莱因-贝利运动”。英国数学家贝利提出:数学教育应该面向大众、数学教育必须重视应用。德国数学家克莱因认为,数学教育的意义、内容、教材、方法等必须紧跟时代。改革的方针是,顺应学生心理发展的规律,选取和排列教材融合数学各分支,密切数学和其他学科的联系,不过分强调数学的形式训练,应强调实用方面,以便充分发展学生对自然和社会的各种现象进行数学观察的能力。以函数概念和直观几何为数学教学的核心。

这次改革对中小学数学教育产生深远影响。其缺点是,过分强调实用,忽视系统理论的学习,降低了学生认识活动的起点。因两次世界大战的影响,这场改革运动未能取得较好的效果。

第二次数学教育改革发生在 20 世纪中叶,称为“新数学运动”。指导思想属于“精英教育”,认为数学教育的主要任务是

培养数学家和科学家。其代表人物布鲁纳认为,“不论我们教什么学科,务必使学生理解该学科的基本结构。……与其说是单纯地掌握事实和技巧,不如说是了解教授和学生结构。”

新数学运动提倡发现学习,要求学生尽可能像一位数学家那样,看待问题,体验成果,并感觉做数学的愉快。在教学目标上,把科学方法,如“探究”、“问题解决”、“发现法”和“学科研究法”等作为主要目标。他们提倡,数学课程“不仅要反映出知识本身的性质,而且要反映出理解知识和获得知识的过程。”布鲁纳说:“我们教一门科目,并不是希望学生成为该科目的一个小型书库,而是要他参与获得知识的过程。学习是一种过程,而不是结果。”“学会学习”本身比“学会什么”更重要。

由于新数学运动对传统教育采取简单否定的做法,及改革观点过于理想化的严重缺点,新教材也没有先实验再推广,结果以失败而告终。20世纪70年代又提出了“回到基础去”的口号。

第三次数学教育改革从20世纪80年代到今天。指导思想是“大众教育”和“数学为人人”。目的在于提高学生的数学素养,促进学生主动地学习数学。对数学素质内涵的理解上从过去的

- 1) 理解数学的概念和原理;
- 2) 理解数学的探究过程;
- 3) 理解数学与一般文化的关系

发展为:

- 1) 理解数学的本质、数学的价值;
- 2) 了解数学发展的历史;
- 3) 了解数学与社会的关系,并强调“解决问题”的能力。

我们的改革已融入这一改革的潮流之中。

数学文化是人类文化中最深刻的部分。从古希腊起,一个坚强的信念开始树立起来,即宇宙的根本规律在于数学。两千多年的文明史不断证明了这一点。哥白尼的日心说,开普勒的行星运动三定律,牛顿的万有引力定律,马尔萨斯的人口论,达尔文的进化论,孟德尔的遗传基因,达·芬奇的绘画,马赫的12平均律,海王星的发现以及爱因斯坦的相对论,无不受到数学的深刻影响和支配。目前这一影响正在向着深度和广度进军。我们就是在这一背景下开设数学素质教育课的。

张顺燕老师开设的“数学的精神、方法和应用”课程在数学教学改革方面作了很好的探索,取得了明显的效果,在国内产生了较大影响。本书就是同学们听课过程中的习作,读来令人耳目清新。

我们清楚,这只是开始,还有许多工作要做。我们希望教育界的朋友们和其他关心教育的人士提出宝贵意见,并给予批评和帮助。

北京大学数学科学学院院长

张继平

2002年9月25日

主 编 的 话

《心灵之花》终于出版了！这是北京大学本科生的的一本处女作：

或带幼稚， 但思想新颖；
可能片面， 但视角独特；
会有错误， 但启迪思想；
胸怀开阔， 视野高远。

她预示 21 世纪，中国将在自然科学、社会科学与文化艺术的各个领域走向新的辉煌。本书中的文章都是大学生的课程论文，是他(她)们在听数学素质教育通选课的过程中写的认识和体会。

北京大学的素质教育通选课是 2000 年 9 月起步的。编者开设了数学素质教育课“数学的精神、方法和应用”。这门课的目的可用下面五句话来概括：

给你一双数学家的眼睛，丰富你观察世界的方式；
给你一颗好奇的心，点燃你胸中的求知欲望；
给你一个睿智的头脑，帮助你进行理性思维；
给你一套研究模式，使它成为你探索世界奥秘的望远镜和显微镜；

给你提供新的机会，让你在交叉学科中寻求乐土，利用你的勤奋和智慧去做出发明和创造。

数学素质教育课的内容包括：
数学与人类文明；

数学与文化；
数学史上的重大里程碑；
数学方法论，

等几部分。并以哲学为指导，以文学艺术作修饰，以数学为载体。听课学生遍及北京大学各系，从文科一年级到理科四年级。每次约 200 人。

本书中的文章是从 200 多篇论文中精选的，这些文章选自各个领域，属于论文中的优秀或优良者。但是并非优秀论文都能入选，原因是多方面的。专业性太强的，或内容重复的没有选入。另外，由于篇幅有限，还有许多文章没有收入，我们还准备接着出续集。对许多学生而言，这是他们平生第一次写论文，他们都很认真，花了不少时间和心血，写的是自己的真体会、真收获。有的文章已为核心杂志所接收，如孙宏涛同学的一篇（因为杂志的版面费太高，我们付不起，所以够水平的文章也不能送去发表）。本科生，其中有些是一、二年级大学生，能写出这样水平的论文是难能可贵的。论文中出现一些幼稚、偏差、或者不恰当的观点是不必惊奇的。文章的选取照顾到全校各个学院，保持了文、理各科系间的大致平衡。希望从文章中可看出数学素质教育的一个较为全面的面貌。

雷功炎师兄开设的数学素质教育课“数学模型与文化”是全校备受欢迎的素质教育课之一。我向他索取了两篇文章，即文集集中的“Akerlof 模型以及信息不对称”，并作了很好的点评，编者向他深致谢意。但可惜只送来一篇，另一位同学没有将文章送来，甚觉遗憾。

文集是一个记录，它记录了数学素质教育的实况；文集是一个预言，它告诉我们新的人才正在茁壮成长，未来的诺贝尔奖，或菲尔兹奖将在他们中间出现。

王睿同学花了大量时间和精力帮助编者收集文章,以及与文章作者联系出版等有关事宜。没有她的帮助,难以完成此项工作。颜维奇同学提供了封面设计的初稿,并始终关心本书的出版。

这本文集的出版受到校教务部领导和数学学院领导的大力支持、敦促和关怀。北京大学数学科学学院院长张继平教授对文集的出版特别关心,并亲自作序和点评。参加点评的老师都是国内知名学者。他们的点评起到了画龙点睛的作用,使本书大为生色。北京大学出版社,特别是责任编辑刘勇老师对本书的编辑加工付出了辛勤的劳动,给文集出版以鼎力支持,使文集能顺利迅速地出版。

特致以衷心的感谢!

张 顺 燕

2002年7月8日
于北京大学燕北园

目 录

新兴的生物学	王 蕊(1)
理性至尊与灵感女神的划时代冲撞	
——数学与艺术完美结合之分形	邓颖璐(7)
生物学与数学	刘曦励(17)
计算机与数学	申峻嵘(29)
数学在语言学中的应用	王 悦(40)
展开想象的美丽翅膀	
——论数学研究中的“想象”	高震云(45)
小瞰美术中的数学个性	王 睿(52)
于无路处寻路	
——浅谈数学思想“非常规”化	陈 薇(59)
数学今论	王圆圆(66)
语言学与数学	凌 锋(76)
地图·数学·数字地球	林 星(83)
数量分析在国际关系中的应用	陆 曦(90)
杂谈考古学中的数学思想	王朝勋(96)
数学在现代地理中的应用	武昱东(103)
将你的心灵数字化	
——浅谈数学在心理学中的作用	阎 冬(108)
从数学看中国的文明	陈 晨(113)
浅论数学、文学与音乐中复调形式美的一致性	柴璐璐(124)
抽象艺术中的几何回归	李 娜(129)

小议数学发展的哲学问题及其在数学与计算机

科学关系中的表现 孙宏涛(133)

出奇制胜

——小议物理方法在数学解题中的应用 何 潇(157)

面试中的数学归纳法

——论一道微软面试题的数学思考 杨 威(166)

计算机几何的出现 张元睿(171)

计算机时代的数学科学 陈瑞怡(182)

Akerlof 模型以及信息不对称 朱 磊(193)

数学的学习 陈燕飞(200)

混沌学漫谈 牛佳莉(203)

数学与政治学研究的完美结合

——运用数理统计的政治学研究初探 颜 璐(215)

新兴的生物学

王 蕊

(生命科学学院 01 级)

人,这个宇宙中最神奇的物质构成形式,本质上便是生物。不可回避的,从人类诞生的那一天起,就开始了对周围奇妙世界的不住探索,而最活跃的探索,毫无疑义地凝住在了生命现象本身。

然而,奇怪的是,这门从 4000 年前就有文字记载的学科(公元前 2000 年,埃及已出现关于手术的记载),竟远远落后于与它同时代出现的数学、物理学,迟迟没有从漫长的“单细胞时代”醒来,迎接到自己的“寒武纪大爆发”。

笔者的话,定会引起许多疑义,难道卷帙浩繁的植物分类学书籍,细致入微的解剖学图谱还不能诠释生物科学的繁荣吗?不能,远远不能。科学,其本质为一系列概念、判断构成的严密逻辑性体系,而观察报告只有上升到理论认识统一的体系才标志着科学的形成。从这个意义上,生物科学的真正兴起,也只有从定性到定量的这一百年时间。

一门学科,只有等到数学的引入,才标志它的形成,也正是数学,赋予了生物学即将展开的恢弘时代。

我们可否做这样一个比喻,如同漫长的生物进化一样,从 37 亿年前原始生命的出现,至 6 亿年前寒武纪多细胞生物大爆发。31 亿年的慢慢积累,生物界才产生了质的飞跃,而这次飞跃之后,进化的时钟便神奇地提高了速率,从低等的三叶虫到今天的高等

智能生物——人类，一切竟只经历了短短 6 亿年。我想将数学比作生物进化质变的第一要素，数学的引入，真正开辟了生物学的广阔前景。站在 21 世纪的起始，作为一名北京大学生物系的学生，我不想夸夸其谈生物学的卓越成就，因为不可否认的，生物学中的种种漏洞、缺憾，使越来越多的人怀疑生物学的精密科学性。但是我可以完全乐观且雄心勃勃地说，我们确已迎来了新时代的曙光，数学的完善和发展，终究会带领我们走向一个真正飞奔的科学时代。

“我相信，我知道，自然不会辜负，那些爱着她的心。”这是威廉·华兹华斯的一句诗，我想它也是我确定终身从事该学科研究的最终信条，特附于此，以明志。

一、难题

当然，数学的光环，迟迟不肯笼罩生物学，它们，一定遇到了前所未有的难题。这便是生物现象数字化困难、个体现象统一化困难、不连续性转化困难，当然在发展早期，生物学还面临着由静态到动态的难题，不过牛顿-莱布尼茨微积分成功地完成了第一次跳跃。

生物学家或许不无羡慕地注视物理学家，数学家为物理量体裁作的华美衣冠，它将物理学装扮得如此精尖绝伦。可生物学呀，如同生命本身的多变活跃一样，顽固地遵从自己的准则，然而，这准则又是什么呢？人们难于回答。

生物现象是物质运动形成的高级体现，它决不是原子、分子的简单堆积、结合。人们至今未能证明生物高分子如何成为有生物活性的物质，可见，我们不能求得将生物先还原为物理、化学，再求得数学帮助的途径。生物学家需要自己的数学。

不错，如果我们承认生物科学的独立性，就应该有十足的把握

确信,生物学完全可以与数学取得直接的联系。这正是我们所期待的新时代。

二、部分的解决

回顾 20 世纪,尤其是后 50 年,我们向一个统一目标迈进的有效努力是不容置疑的。

首先是统计科学的日趋成熟。生命现象,林林总总,谁想抓住一切,也终将一无所获。无论从方法论还是从有效性上看,统计学不失为一项基本方法。它将随机变量与实数中的某一值建立联系,以这个值的变化显示其规律性,并达到对生命现象进行解释的目的。

我们知道,如果一本植物志中说,“蔷薇,花瓣 5 或为 5 的倍数。”那么你轻而易举便可以找到反例驳倒这本植物志。因为 21 瓣的蔷薇决不稀有。但是,我们必须清楚,一切论述的前提,是统计结果。生物学是建立在统计学基础上的。其实有意思的是,现代物理学也在不断显示,宏观世界是大量微观粒子不确定运动的统计结果。这是否也昭示了世界的本质呢?

其二当归功于数学综合分析的方法。它适应了近代生物学中生态学、分子生物学、医学生物学等高度综合性学科,摆脱了单纯的取整去次或特性的片面、孤立、机械的研究方法,而满足了生物学广泛联系的需要。近代系统分析、分类分析、生物控制论都从不同角度对生命现象的多种特性进行了综合数学分析,它与生物统计的补充结合,基本解决了生物个体多样化的难题。

其三是对生物学特征量化的突破,而生物信息学、模糊数学、图像识别功不可没。

模糊数学 1965 年由查德创立,从根本上改变了数学方法的结

构,可以形象地说,它使“硬”数学,适应了生物学这样的“软”科学。

其四,不能不提一下混沌的贡献,生物学中有许多并非有整形特性的体系,它们具有分形特性,分形又与混沌学有着密切的联系,由于笔者在这方面了解有限,不敢奢谈。但惟有一点,此理论中提出了一个复杂非线性体系,它可以以一个简单方式定义,通过迭代产生。这似乎显示着,即使像生命这种复杂的现象,也是有可能寻找到一个基本的、可着手研究的根本性突破点的。

当然,对于这些难题的解决,远不止此,限于篇幅,不再叙述。

三、待解决的问题

尽管数学已广泛地应用到了生物学领域,但我认为,未解决的部分还有许许多多,或者说,真正的结合,刚刚起步,深入的研究时代还没有到来。

笔者感触最深的是混沌学的应用,我们已经发现并肯定了它与生物学体系的深刻联系,但仍未形成一套有效、完整的科学理论体系,我们仅仅能从混沌数学式中找到生物学的影子,却仍然难于把生物学抽象为恰当的模式。如果这一点成为可能,我认为,生物学的神秘面纱终将被揭开,人类将最终迎来伟大的时代。

当我们看到一个鲜活的生命,其本质是如此有序,并且当我们已实实在在把这种有序掌握之时,那终将是我们这一时代的最高幸福!

我希望

人类不要为了金钱、虚荣愚钝了头脑;不要为了安逸、舒适消磨了青春;不要为了野心、欲望毁灭了自我。

我们还有美丽的曙光没有迎来,拥抱科学那是真正的价值!

四、后 记

论文写完、收笔,我的心难以平静,不为别的,只为我还离科学差了那么远,那么远。

当我放弃了保送北京大学数学系的名额,执意追寻我少年时代热爱的生物时,那时我不知道这一切有没有要后悔的那一天。但现在,我后悔了。真的,如果有可能,我愿能修到数学系的课程,但我不能不考虑我的能力,我不是一个天才,只是一个再普通不过的学生,惟有我科学的热爱,想会一生不改。

我渴望求得大学问,像西游记中的孙悟空那样,求得大学问。但我不是孙悟空,我只是一个普通的学生。我不敢自信我的聪明,但我不能放弃对它的向往。

来到生物系并不很快乐,不为别的,只为我我觉得我没有学到真知。我希望有朝一日,我可以在系统全面的掌握了数学的前提下,从一个大的方向上真正形成一个生物学上的大理论。只有这样,我认为才叫学习了生物学。但现在,我应从何做起?

仅仅一年的数学课程将很快结束,而以后不知生物系的繁忙是否会允许我自学数学。但我想一切抱怨是无用。重要的只有要做什么和做了什么。

感谢这篇论文,让我想了很多。

感谢老师、同学批评指正。

参 考 文 献

[1] 尹淑媛,陈麟书编著.生物科学发展史.成都:成都科技大学出版社,1989

[2] [奥] 埃尔温·薛定谔著,上海外国自然科学哲学著作编译组译.生命是什么? 活细胞的物理学观.上海:上海人民出版社,1973

张继平教授点评

生命科学是世界上最重要的科学之一。由于极其复杂,生命科学进入“定量”分析的时间比较晚,加上数学工具的局限,数学之真正应用于生命科学则是最近几十年的事情。不但统计学、常微分方程、模糊数学等进入生命科学领域,成长起生物数学学科,现在拓扑学等精深的数学理论也直接而深刻地应用到生命科学中。随着生命科学与数学的发展,数学与生命科学的相互交叉与促进将为科学发展与人类进步的历史造就一道最亮丽的风景线。我想这正是王蕊同学的这篇“新兴的生物学”的“新”意所在。王蕊同学学习生物学的时间还不长,学习数学的时间更短,能有如此的感悟和思索,令人感沛。

科学是统一的,相通的。王蕊同学不必后悔自己的选择。“惟有我科学的热爱,想会一生不改”,说得真好,有此决心,王蕊同学的宏愿一定会实现。