

关于应用数学的反思

Some Thoughts on the Applied Mathematics Education

谢定裕

(香港科技大学应用数学系,教授)

编者按: 本文是作者(也是本刊编委)在1991年5月20日于天津南开大学数学研究所举行的“21世纪中国数学展望”学术讨论会上的发言。

在香港科技大学的数学系中,有两方面主修途径。一方面是“纯粹与可应用的数学”(Pure and Applicable Mathematics)。另一方面是“数学科学及其应用”(Mathematical Science and Applications)。当我们最初提出这一构想时,一位搞纯粹数学的朋友提出异议说,“可应用的数学”的提法不好,没有数学家肯承认他是在搞“可应用的数学”。我的回答是,他不肯认为他在搞“可应用的数学”,他就自认在搞纯粹数学好了。

问题的关键在:什么是应用数学(Applied Mathematics)?应用数学如果只属狭义的数学范畴,那么应用数学就只能定义为“可应用的数学”。据我的了解,中国一般高校所认定的应用数学就是指“可应用的数学”。

可是应用数学无论就历史渊源,还是就目前的活跃范围而言,在国外都还有另一重要的一面,就是“数学科学及其应用”。其含义是数学的应用(Application of Mathematics)。航空工程师、地球物理学家、经济学家、生物学家、语言学家,为了了解大自然及社会中的现象,为了解决工程上的问题,创造数学模型,使用数学方法,而且往往是高深及新颖的数学方法,解决他们所想解决的问题,这就是数学的应用。

如果应用数学只是“可应用的数学”,那么正如一位我所尊敬的应用数学家所言,应用数学就将是纯粹数学的侍女(hand-maiden)了,这一点中国高等院校中的数学工作者应该比我更清楚。在数学系中,应用数学专业里的学生及教师,恐怕都有“二等公民”的感觉。因为如果只搞狭义的数

学,大部分高深、美好的数学的确都在纯粹数学的范围内。

不久以前,有幸与陈省身先生谈论到这方面的问题,陈先生表示不论纯粹数学或可应用的数学,他只看重“好”的数学(good mathematics)。这一点我也十分赞成。问题是,如果完全在狭义的数学范围内搞,可应用的数学成为“好”的数学机会较少。可应用的数学想要成为“好”的数学,就必须从自然界及社会中寻取灵感及启发。

这里又牵涉到几个问题。首先我们认识到,应用数学要“好”,要受人尊敬,就不能脱离“应用”。可是一般数学家却常对应用的对象并不尊重。许多数学家以为Schrodinger Equation一写下来,这就代表了对量子力学的了解;知道一些经济模型及价格与供应函数,就以为懂得了经济学。在这种情形下,他们所问的问题往往只是数学问题,与物理学家或经济学家所关心的问题并不相干,即使能做出“好”的数学,也与应用的关系不大。而且经验告诉我们,以数学为出发点去探讨这些应用问题,很少有“好”的数学产生。

相形之下,在深入了解一门应用的学科之后,却常常会发现许多数学上的难题。这些难题不一定会直接引导到“好”的数学,因为太难了。可是,绝对会提供数学上的挑战,而且也确实常常启发,甚至开创一些新的数学领域。退而求其次,即使不能发展成“好”的数学,数学家凭其高明的数学知识,摸清楚这一门应用学科的大要后,常常也可以在这一门学科中有所贡献。从广义的数学定义而言,这也就是“好”的数学。 δ -函数的提出,混

沌(Chaos)现象的最初发展都是“好”的应用数学,也就是广义的“好”数学。

目前面对数学教育工作者的一个大问题就是如何培养数学工作者。说得直率一点,就是职业出路问题。1982年,我在武汉大学访问,那时的数学系主任张远达教授对我说,他抗战时在武汉大学读书,数学系全班只有5名学生,现在有120名,几乎每一大学都是如此。这些学生毕业后到那里去?高等学校及科研机构那里容纳得下这么多毕业生?

我常常将纯粹数学比做现代画及现代音乐。现代艺术及现代音乐一般人虽无法欣赏,可是有水平的职业画家及职业音乐家是承认它们的价值的。我们应问一问,社会应不应该支持他们?我认为适当的支持是应该的,尽管曲高和寡,但是对维持、提高艺术及音乐水准是有积极意义的。事实上,50年前、100年前当时人们所不能接受的一些艺术或音乐,现在都变成大家所喜爱的经典作品了。

纯粹数学也一样曲高和寡。但纯粹数学家所得到的当代社会的照顾,比艺术家好得多了。一个主要原因是纯粹数学家差不多都还在从事一项服务工作,就是教育,而且大多数是在教育非数学工作者。就职业的纯粹数学的研究而言,事实上只有少数在第一流大学及研究机构工作的数学家在继续从事有水平的研究。以教学而言,也只有极少数数学家用得高深的纯粹数学,所以对于大多数数学工作者而言,高深的纯粹数学最多是提供一种欣赏的嗜好而已。我要强调,纯粹数学的发展及不断提高是十分重要的,而且只有极优秀的人才才担当得起这一任务。但事实上只需要,也一直只有很少的数学工作者在担当这一任务。

回到出路问题。如果大学数学系毕业生都肯去做中学教师,这就不成问题。例如在香港,中学教师不但待遇好,而且也受人尊重,许多数学系毕业生都愿去做中学教师,不少学生报考数学系的目的就是做中学教师。这样就不产生出路问题。但是在中国,甚至在美国,中学教员不是一种令大学生羡慕的职业。在这一情形下,就应该考虑,要这么多学生,这么多一般水平的学生,学那么多高深的纯粹数学,是不是一种浪费?而且即使去做中学教员,也并不需要这么多纯粹数学。多学一些其他学科,是不是让学生在出路方面多一些选择的机会?

如果要走应用数学的途径,重点自然不是在可应用的数学,因为那与纯粹数学差别并不太大。重点要放在数学的应用上。要走这样的应用数学的道路,必须对应用的对象学科有深入的了解,而且应该设法把研究的重心从数学内容移向科学内

容。从学科的安排而言,就是说除主科数学以外,还有一门深入的副科。这一门副科可以是经济学,可以是计算机科学,也可以是生物学。所谓深入,不是指全部都学,而是就其理论性较强的专业深入学习。比如生物学中的遗传学,或计算机科学中的软件系统,在大学的三、四年课程中应该选上十门左右,也就是说约占全部学科的三分之一。另外一方面,在数学主科中,至少也要学到实变函数分析,也就是说其数学水平要比一般理论科学工作者要高。这样培养出来的数学工作者,一方面他完全可以胜任中学数学教师;另一方面,他如想进研究院就该副科深造,一定会受到欢迎,因为他对那门副科已有深入的了解,而且研究院一般看重理论方面的发展,所以他的数学基础就会得到重视。

现在大家都强调跨学科的研究与学习。上述的应用数学,可说是最自然的跨学科专业。在一般大学中,大家口头上虽都重视的跨学科专业,实行起来却仍有许多困难,行政上编制的僵硬,使得学生跨系学习并不容易。至于要使教师跨系学习就更加困难,我上面提出的应用数学方案中,因为涉及到要深入学习副科,数学系就需要得到其他各学系的合作。在老大学中,要衡破这类藩藩,尤其不容易。

我上面提到,副科要深入学习,也就是要到那副科系里去选课,不能怕麻烦,在数学系内自开一门、二门副科算数。国内有些大学的数学系,要搞数理经济,就在数学系中请一位教师,自读几本经济学的书,就搞起数理经济教学来了。这样教学数理经济,是很难被经济学家所承认的,要搞经济,就得老老实实的从师于经济学家。

与应用有关联的“好”的数学,笔者认为大体是“好”数学家或者数理科学家所创造的。所谓“好”数学家,就是也会搞纯粹数学的数学家。单纯搞“可应用的数学”其最主要的业务是做综合整理的工作。这固然有其意义,但与重要的创造性的发现毕竟有程度上的不同,这也就是为什么被人家视为二等公民的缘故。例如数值分析(Numerical Analysis),大多数创造性的发现来自工程或科学问题的解决,一些收敛性的数学问题,从实际的观点言,是比较次要的,从纯粹数学的观点看,可能又不够美或不够创造性。一位数值分析工作者如果不去接触实际的科学问题,一直守在狭义的数学范围内,是很难出类拔萃的。

展望应用数学的前景,有一门专业前途未可限量,就是科学计算(Scientific Computation)。就是用大型计算机计算科学或工程上的问题。由于计算机一日千里的发展,今日许多案头上的计算机,已可与初登月球时太空中心的计算机相当。

(下转第64页)

伽利略飞船都是用核能供电的。加上1990年10月发射的探测太阳极区的Ulysses飞船,美国发射的用核能供电的空间飞行器总数已达25个。

未来许多空间飞行计划只有依靠核电源才能实现。太阳或化学电池在理论上虽然也可以长时间产生数百千瓦级的电能,但其质量、体积都大大超过具有同样发电能力的反应堆。在探测外层行星的计划中,核能尤为重要。在木星轨道以外,太阳能流通量还不到地球上的4%,靠太阳能供电实际上是完全不现实的。

反应堆不仅可为飞船系统供电,最终还可为飞船提供推力。作为美国SDI研究项目,各种形式的核推进器正在研究中。反应堆可以直接加热推进剂或发电以驱动各种类型的发动机。60年代,美国曾在地面作过大量的核火箭试验。美国和苏联都在空间进行过电推力系统的试验。美国NASA正在研究使用核火箭将载人飞船送到火星,这样,从地球表面发射入轨的总质量会减小一半。

在近地空间利用核能,除了具有前面提到过的缺点外,空间反应堆必然发出大量的余热,从而发出很强的红外信号,影响某些科学探测仪器的工作。像SP-100这样的大型反应堆,即使在同步轨道,甚至更远的轨道上,也能探测到它的影响。

鉴于核装置可能带来的危险和麻烦,应该签订一个国际公约,禁止在地球轨道上使用反应堆或RTG,以保护环境(包括空间环境),维持国际稳定。同时,应允许在深空科学探测中利用核能。

(江锡仁 王玉摘译,责任编辑 刘先曙)

(上接第42页)

真正的问题在于权、责、利关系错位造成的管理效率低。不从权、责、利关系调整上解决问题,投入资金并不能一劳永逸地扭亏为盈。非统配矿的另一个大问题是国家政策多变,不知道自己能存在多久,所以经营中存在短期行为。赚的钱也很少用来改善设备,扩大生产,而是用来吃喝,盖房子,买彩电,甚至用来修坟。而外资企业,不论独资或合资,倒是一再得到政府长期经营的保证,地方政府不但不敢对他们乱摊派乱罚款,还要提供各种优惠。以至于有些国内资本为了得到合资的保护伞假借为合资,外方不出资金就坐享合资之利,每年都分红利。国内投资与外资是否享有公平竞争的地位,已经成为众所关心的经济政策问题。

经济理论是分析现象和研究政策的一个有力工具。虽然它并不能保证我们一定能达到正确的结论,至少可以引导我们进入一个更深的层次去认识现象和分析政策。希望我国经济政策的制订,能借助于经济理论而上升到一个新水平。

(责任编辑 冷远猷)

(上接第51页)

甚至更胜。所以,许多本来不可能计算的问题已能很容易地计算。在我比较熟悉的领域中,过去20年两大精彩的数学课题:孤立子(Solitons)及混

沌(Chaos),最初的重要发现就出自流体力学问题的计算,这种大型的计算现在又可说引发了另一新的领域,实验数学(Experimental Mathematics)。

我们知道有所谓计算机实验(Computer Experiment),那是指以计算代替实验来解决科学技术中的问题。在理想的情况下,它不但比实验室中的试验经济,而且可以提供更丰富,更多样的数据。实验数学却是指借助众多数学实例的收集来启发定理的建立或猜想的证明。

挂上“应用数学”的名牌已有20多年。我的一个体会是,如果将“应用数学”局限在“可应用的数学”,就很难排除“二等公民”的感觉;要排除这种“二等公民”的感觉,就必须认真地面对“应用”。事实上,不仅要切实的面对“应用”,使得我们具有一些纯粹数学家所没有的本事,也还应加强纯粹数学方面的基础修养。对那些所谓“可应用的数学”,在基础的培养时倒可以不必太重视,因为他以后从事实际应用时,这些“可应用的数学”,在有需要时再学也还不迟。既有充实的纯粹数学的基础,又深入熟知另外一门科学,这样的“应用数学”专业是任何“好”学生都可感到自傲的。这样的人学毕业生是不用为出路发愁的。

(责任编辑 蔡德诚)

欢迎订阅《科学世界》杂志

《科学世界》是中国科学院领导下的,由科学出版社主办的一本适应新时代要求的综合性、知识性、引导性的全新科普月刊。

《科学世界》以各条战线上的科技工作者、各级管理干部、大专院校师生、中等学校师生和广大城乡知识青年为主要读者对象。

《科学世界》以“科学技术是第一生产力”的基本观点,介绍最新科学知识,报道科学技术促进社会发展的新成就、新进展,以及与科学技术有关的人和事。

《科学世界》设有“科技·经济·社会”、“科学前沿”、“科学荟萃”、“全球性科学问题”、“探索大自然”、“科技创业”、“新技术开发区”、“我的科学生涯”、“世界科坛上的中国人”、“科技史话”、“重大科技成果”、“世界最新科技信息”、“科技咨询”、“技术市场”等20多个栏目。

《科学世界》内容新颖、视野广阔、时代感强、信息量大、文风清新、形式活泼欢迎各界朋友及图书馆、资料室订阅。

《科学世界》为月刊,国内外公开发行,每月3日出版,每期定价1.70元,全年20.40元,全国各地邮局均可订阅,邮发代号2-802

地址:北京东黄城根北街16号

电话:4019812 电挂:4411

邮政编码:100707 《科学世界》杂志编辑部