

国际数学家大会和当代数学

International Congress of Mathematicians and Contemporary Mathematics

张恭庆

(中国数学会理事长,中国科学院院士 北京 100871)

1998年8月15日,德国的德累斯顿(Dresden)市晴空万里,气候宜人,几座零星高耸的大厦座落在庄严古朴的哥特式建筑之中,为这座历史名城增添了几分现代气息。位于易北河畔的白勒威(Bellevue)旅馆,融古典与现代风格于一体,显得华贵高雅。这里正在举行来自59个国家与地区的129名数学会代表和30名观察员参加的国际数学联盟(International Mathematical Union 即IMU)代表大会。会议的一项重要议程是确定将于2002年举行的下届国际数学家大会(International Congress of Mathematicians, 即ICM)的会址。经过1个多小时的辩论之后,决定用无记名投票方式在申办国中国和挪威之中作出选择。下午两点半,当大会主席宣布中国以99票压倒多数取得在北京举行ICM的主办权时,会场爆发出热烈的掌声。会后,许多国家的代表纷纷涌向与会的中国代表,握手致贺。这是国际数学家大会经历了整整1个世纪之后,第一次将要在一个发展中国家召开。又由于它将是下个世纪的第一次国际数学家大会,世界数学史将因此而掀开新的一页。

一、国际数学家大会及其缘起

国际数学家大会是全世界数学家规模最大、水平最高的盛会,每4年召开一次,规模逐渐扩大,近年来一般在4000人左右。为期10天的会议,其主要内容是进行学术交流,并颁发两项数学奖,即菲尔兹(Fields)奖和奈瓦林纳(Nevanlinna)奖。学术交流的形式很多,主要是由大会程序委员会邀请的大会(plenary)报告(1个小时)和分会(session)报告(45分钟)。近几届大会把数学分为19个方面。一般说来,除数学史和数学教育而外,从每个方面选择一位有重要贡献的数学家作大会报告,综合介绍该方面近些年来最重要的成就。对每个方面又组织分会,邀请若干名(各分会名额不等)在近4年中作出突出研究成果的数学家作分会报告,介绍该领域中各个方向上的重要进展。对于精力旺盛、渴望了解数学前沿的数学家来说,真是“琳琅满目,目不暇

接”,在这10天的会议中可以学到许多平时学不到的东西。ICM出版的会议录一直是标志数学现状的重要文献。

为了充分利用这个4年一次难得的聚会,大会提供一切可能的学术交流条件。凡已注册登记者均可报名作15分钟的专题报告,大会予以安排。愿意寻觅知音讨论问题的数学家也可在专设的场所,以“大字报”的方式,把自己的结果写出来,吸引有兴趣的与会者当面交流。此外,大会还安排各种特别讲座。例如,未被邀请作报告的菲尔兹奖或奈瓦林纳奖的获奖者往往会应邀作特别讲座;妇女数学家组织也设有专门讲座,邀请杰出的女数学家讲演。与会者还可以自由结合,举行专题小会。凑上几个志同道合者便可借教室当作会场,只须事先在布告栏及每日新闻上发个通知以吸引听众。地区性的数学联合会和对数学教育改革有兴趣的学者也不放过机会,抽空召开圆桌会议,商讨工作,交流看法。

上个世纪末,国际数学的主要强国是德国与法国,然而自普法战争之后,两国交恶,数学家之间的交往中断。德国首任数学会会长、集合论的创始人康托(Cantor)认识到组织各国数学家之间的合作的重要性,从1890年开始便与各国数学家联系,积极倡导召开一次国际性的会议,以增进学术交流。由于种种原因,这种愿望直到1897年才由德国数学家克莱因(Klein)首次实现。经多方协商后,第一届国际数学家大会是1897年在瑞士苏黎世(Zürich)召开的,总共有来自16个国家的208人参加。大会主席克莱因在开幕词中发出“全世界数学家团结起来”的号召,并提出了建立一个国际性联盟的建议。这次大会的成就之一是规定了每隔3~5年召开1次国际大会,并为此制定了规章。

第二届国际数学家大会,是1900年在巴黎召开的。在那次大会上,希尔伯特(Hilbert)提出了广为人们传颂的23个问题,它们对20世纪数学的发展产生了巨大影响。那次大会的主席是庞加莱(Poincare)。此后,大会每4年召开1次。只是由于两次世界大战曾中断过。

颁发菲尔兹奖是 ICM 上引人注目的一件大事。菲尔兹奖是为了纪念加拿大数学家菲尔兹而设立的,旨在“作为对其已有工作的认可”,“鼓励得奖人进一步取得成就并激励他人重新致力于斯”。根据这后一句话,后来规定了此奖只授予 40 岁以下成绩卓著的青年数学家。第一届菲尔兹奖在 1936 年颁发。1966 年以前,每届得奖者 2 人。自 1966 年后,每届可增至 4 人。迄今已有 42 人获得菲尔兹奖。奈瓦林纳奖是 1982 年开始颁发的,用以奖励理论计算机科学方面的学者,每届奖励 1 人。

二、数学的统一性

召开学术会议当然主要是为了学术交流。对数学家来说,面对面的学术交流比起其他学科更为重要。正因为如此,数学方面的国际会议很多,各种各样的专题会议、分科会议每年不下数百个。然而国际数学家大会从一开始就确定了它的方针:这个大会必须包含数学的一切分支,并且提供机会使所有数学分支的带头人能够聚集一堂、交流思想、总结现状、探讨今后前进的方向。

早在 1900 年希尔伯特在巴黎大会上就明确指出:“我们面临的问题是:数学会不会遭遇到像其它有些科学长期以来经历的那样的厄运,被分割成许多孤立的分支,它们的代表人物很难相互理解,彼此之间的关系变得更加松散。我从不相信,也不希望会是这样。我认为数学科学是一个不可分割的有机整体,它的生命力依赖于各个部分的联系。……数学的有机的统一是这门科学固有的特点,因为它是一切精确自然科学知识的基础。”100 年来数学发展的历史证实了希尔伯特的名言。

数学一开始就是研究“数”和“形”的。从古希腊时期起,人们就已试图把它们统一起来。目标虽未能完全达到,但却找到了两者之间的种种联系,推动了数学的发展。17 世纪笛卡尔的解析几何可谓是这二者结合的典范,用“数”研究“形”,引进了坐标,也引进了变量数学。后者为牛顿(Newton)、莱布尼兹(Leibniz)发明微积分,以及 18、19 世纪数学的空前大发展作了准备。此后,一方面,数学被广泛应用于天文、力学和物理,另一方面,数学自身又发展出许许多多新的分支。群论、非欧几何的发现和数学分析的严格化,体现了数学内部的推动力对于数学乃至人类文明的发展有着巨大影响。从此,数学更加多样化了。然而对数学统一性的追求一刻也没有停止过。用算术、几何和逻辑统一数学的企图都分别失败了,但在追求这统一性的过程中,数学内部的千丝万缕的联系却被愈理愈清晰。到本世纪,由希尔伯特经过法国布尔巴基(Bourbaki)学派发现,利用这些联系和公理化方法可以从规定的几条公理及

其相关的一套演绎推理中提炼出数学“结构”,如代数结构、拓扑结构、测度结构与序结构等等。数学的不同分支是由这些不同的结构组成的,而这些结构之间的错综复杂的联系又把所有的分支连成一个有机整体。如果把数学比作一棵浓荫茂密、百枝伸展的大树,那么布尔巴基学派理清了这些花、果、叶、枝、节、干和根之间的关联,在这方面反映了数学的统一性。

时至今日,数学已经发展成为一个庞大的理论体系,其应用触角几乎伸向了一切科学技术领域。然而,“从具有共同的工具和洞察力这个意义上看,数学仍是一个单一的学科”,是一个统一的整体。它一方面表现在分属不同分支、看来完全不相干的概念之间的联系不断地被发现,而这些联系又成为数学科学进一步发展的基石,例如霍奇(Hodge)定理、阿蒂亚-辛格(Atiyah-Singer)指标定理等揭示了流形的拓扑不变量及其上微分算子的分析不变量之间的关系;另一方面,还表现在不同分支的交织与渗透形成解决问题的强有力的工具,尤其是一些重大问题的突破往往来自意想不到的不同分支的结合,例如,在四维流形上存在着不同的微分结构这一发现,竟来自物理学规范场论中的高度非线性的偏微分方程的解,费尔马(Fermat)大定理的解决几乎要依靠由所有经典数学分支,包括数论本身、代数几何、李群和分析等等所发展出来的思想。此类例子之多,已不胜枚举。这两方面既是数学内在统一性的集中体现,又是数学在更高层次上走向统一的反映。

然而由于数学的壮大和发展,本世纪以来,已经没有一个人能够像庞加莱和希尔伯特当年那样通晓数学的全貌了。尤其是今天,数学分工愈来愈细,每个分支都有不少难题,充满了吸引力,使得许多数学家只在狭窄的范围内从事研究。他们当中有些人对于别的分支知之甚少,对于数学全貌则如“瞎子摸象”,莫衷一是。这种过于专门化的倾向对于数学科学的健康发展是十分有害的。既然数学是一个有机整体,它就有着自己的重大问题和目标。如果一项专题研究没有明确的动机,只是在定义、假设和同义语之间作“自由意志”的“创造”,对数学的核心无所贡献,那么它是不会开花结果的;同样,如果“坐井观天”,把自己从事的特殊问题看成是最重要的问题,一味盲目追逐、闭塞视听,那就不仅浪费自己精力,而且还可能误人子弟,把成批的数学家引入歧途。经验告诉我们,为了摆脱这种困境,我们不仅要在自己的领域里努力耕耘,而且还要关注别的分支的进展。“他山之石可以攻玉”,开拓知识面,学习和借鉴其它分支观察问题和解决问题的方法和技巧,对于数学的发展是极为重要的。

在过去 100 年中,4 年一度的国际数学家大会

坚持了它的正确方针,抵御了愈演愈烈的专门化趋势。各届的大会报告和分会报告都向世人表明,哪些是好的成果,哪些是值得提倡的课题,以此不断校正数学发展的方向,维护了数学的统一性,促进了数学的健康发展。

近年来,除传统的应用领域外,数学又在高科技和管理科学中占据着日益重要的位置。正如美国科学院调查委员会所下的结论:“高科技本质上是数学技术”。为了及时反映数学应用疆界的扩展,在最近几届数学家大会上明显地增加了应用数学的特邀报告,以鼓励更多的数学家投身应用并从中汲取营养。

可以预见,今后国际数学家大会还将继续在这些方面起着不可替代的作用。

三、关于国际数学家联盟

由谁来召开国际数学家大会(ICM)?在第一届国际数学家大会上,已经提出了建立国际性联盟,并由这个联盟来召开今后大会的倡议。然而由于某些原因,光有议论并无行动。接着爆发了第一次世界大战。战后,协约国控制了国际科学组织。1920年在法国刚刚收复的斯特拉斯堡召开的国际数学家大会上通过了国际数学家联盟(IMU)的会章。据此,IMU的职责之一便是组织ICM。但是在这个会章中,明确地把战败国排斥在联盟之外,由此种下了分裂的祸根。在此后数年中,一部分数学家坚持排德,另一部分数学家则反对。直到1928年在意大利波罗纳召开的ICM上,身为IMU主席的意大利数学家平切烈(Pincherle)抗拒对德、奥的歧视,以波罗纳大学校长的身份,不分国籍向所有数学家发出了邀请,特别是邀请了德国数学家希尔伯特出席大会。他的这一行动尽管受到许多与会者的喝采,却是违反IMU会章的,因此遭到IMU中一部分人的反对。为此,他在大会之后断然辞去了IMU主席的职务。

希尔伯特重返ICM,他在大会上激动地说:“在一个漫长、艰苦时期之后,全世界数学家的代表都到这里来了,这使我十分高兴。为了我们心爱的科学,这是应当的,也是必须的。在我们的科学中按人群和种族来制造差别是完全错误的,曾经为此而编造的种种理由也是卑劣的。数学不懂得种族。……对数学而言,文明世界是一个整体。”

波罗纳大会冲破了IMU会章,它不分国界向一切数学家发出邀请。此后,身兼IMU与波罗纳ICM主席二职于一身的平切烈辞去IMU主席职务标志着IMU与ICM分道扬镳。针对是否要修正IMU会章中这一条款,联盟会员国之间发生了意见分歧,并将此争论提交1932年ICM大会仲裁。然而在那次大会上,并无此议案,IMU至此事实上已停止活动。

1933年纳粹在德国上台,国际政治更为复杂,IMU遂告解体。1936年在奥斯陆的ICM是在没有IMU的情况下召开的。

“二战”后,于1950年重建IMU。尽管人们十分痛恨在“二战”中德国法西斯犯下的种族主义暴行,新的会章还是吸取了前车之鉴,把政治与数学分开,把它的目标规定为:促进数学的国际合作,并支持与协助ICM的召开。直到1962年修改后的会章中才明确规定了IMU与ICM之间的紧密关系:(1)在IMU中设立一个选址委员会,负责提名召开下届ICM的候选国,并交由IMU代表大会通过;(2)IMU负责提名ICM的程序委员会,由后者决定大会的邀请报告。召开ICM的东道国,要成立一个组织委员会,负责大会的组织工作,与IMU合作共同开好ICM。

自1962年起,IMU又设立了菲尔兹奖评选委员会,其组成由IMU执委会提名。IMU加盟国际科学联合理事会(ICSU)。在后者的宪章中确立了“科学普遍性”原则,内含一条“非歧视政策”(non-discrimination policy),即:“根据科学无国界和人人均可获益于科学的原则,维护和促进科学家之间的自由交流与合作的权利,其中包括科学家从事科学事业的自由,发表科学成果的权利,相互联络、访问、参加学术会议和交流科学信息与资料的自由。这种权利和自由不因科学家的国籍、宗教、政治信仰、种族、肤色、语言、年龄以及性别的不同而受到歧视。为了执行这条政策,又通过了“科学家自由交流”(free circulation of scientists)决议,规定国际会议的召开国必须保证向一切真诚的(bona fide)科学家颁发出席会议的入境签证。

了解IMU的历史以及国际科联的有关条款对于走向国际的中国数学界来说,是不无裨益的。作为下一届ICM的主办国,我们必须遵守这些条款。

现在的IMU是一个十分松散的国际性学术组织。除4年一度的ICM外,普通的数学家很少会感到它的存在。这个组织的最高权力机构是代表大会(General Assembly),由会员国选派代表参加。会员国分5级,每个会员国的代表数等于其所属的级数(会员国可以是国家也可以是地区)。代表大会每4年召开1次,为期2天,一般在ICM开幕前,在邻近城市举行。大会闭幕期间的执行机构是执行委员会(EC),下设国际数学教育委员会(ICMI)、发展与交流委员会(CDE)、数学史国际委员会(ICHM),最近又新设了电子出版委员会。

由于台湾问题,我国直到1986年才正式加入IMU,并被接纳为五级会员国。在一个中国的国名下,中国数学会(Chinese Mathematical Society)占IMU3席,位于中国台北的数学会(Mathematical Society Located in Taipei,China)占2席。

四、把 2002 年的大会作为 我国数学发展的新起点

改革开放以来的 20 年是我国数学事业空前发展的繁荣时期。我们的研究队伍迅速扩大, 研究论文和专著成十倍地增长, 研究领域和方向发生了深刻的变化。我国数学家不仅在传统的领域内继续作出了成绩, 而且在许多重要的过去空缺的方向以及当今世界研究前沿都有重要的贡献。在世界各地许多大学的数学系里都有中国人任教, 特别是在美国, 中国数学家还在大多数名校占有重要教职。在许多高水平的国际学术会议上都能见到作特邀报告的中国学者。在重要的数学期刊上, 不仅中国人的论著屡见不鲜, 而且在引文中, 中国人的名字亦频频出现。在一些有影响的国际奖项中, 中国人也开始崭露头角。所有这一切都是在改革开放以来的 20 年中所取得的, 而且上述佼佼者中的大多数人又都是从中国大地上培养、成长起来的。这一切表明: 我国的数学研究水平比过去有了很大提高, 与世界先进水平的差距明显地缩小了, 在许多重要分支上都涌现出了一批优秀的成果和学术带头人。中国人在国际数学界的地位空前提高了。

1993 年海外著名学者陈省身和丘成桐访华时, 曾郑重建议中国争取在本世纪末或下世纪初举办一次国际数学家大会。中国数学会从中国数学界的实际情况出发, 反复权衡利弊之后, 决定申办。经过中国数学会两届理事会的努力, 直到 1998 年 8 月 15 日在德累斯顿的 IMU 代表大会表决之后, 我国申办工作才获得成功。

申办成功有多方面的原因, 而其中最根本的则是我国综合国力的加强和国际地位的提高, 以及近 20 年来我国数学的巨大进步。前者为会议提供物质条件和政治环境保障, 而后者则是学术背景的基础。特别是, 一批优秀的活跃于国际数学前沿的中、青年数学家的涌现, 显示了中国数学的巨大潜力, 这使国际同行看好中国的数学前景。IMU 的上届主席曼福德 (D. Mumford) 最近写道: “我是在北京召开 ICM-2002 的支持者……, 如果中国的学生们得到好的培训的话, 那么下一代人的中国显然将成为数学领导国之一”。另一位 IMU 执委会委员说“像你们这样一个在数学上有着巨大潜力的国家, 完全应该主办下个世纪第一次国际数学家大会!”

这毕竟是一次学术性的大会, 杰出的研究成果是当然的入场券。因此, 奋发努力, 刻苦钻研, 开拓创新, 拚搏奉献, 进一步提高研究水平应是我们的当务之急。我国数学界许多人斗志高昂, 正在努力工作, 争取以优异的成绩迎接大会。中国科协、国家科技部、国家自然科学基金委员会等部门对此也十

分关注。根据我国现有的基础, 通过大家今后数年的努力, 在 2002 年的大会上, 中国数学家肯定会有好的表现。

不过, 杰出研究成果的获得, 有其自身的规律, 既有一定的偶然性, 也有一定的必然性, 急功近利是不能奏效的。这是因为, 数学既是一门有着悠久历史的学科, 又是活生生地不断生长着的学科; 同时, 它还是一个统一的有机体 (而这正是历届国际数学家大会所竭力倡导的)。作为一个有机体, 它有核心、主体和生长点。重要的研究成果应当对它们有所贡献。在选题时, 需要围绕这些方面寻找切入点。这就要求研究人员对数学的全貌和前沿有所了解, 不仅要精于自己所从事的课题, 还应通晓与其相关的许多方面。而评价数学成果不论在结论上还是在方法上都首推原创性 (originality)。当今的数学与 100 多年前的数学相比, 其面貌已大不相同。一方面, 数学文献浩如烟海, 已有极其深厚的积累; 另一方面, 从事数学研究的人员成指数增长, 围绕一些重大核心问题, 已不知有多少人前赴后继、提出思路、更换方法、作过种种尝试。因此, 要想有所突破, 就不仅要有全新的原创性的思想, 还要有足够的“功力”。这正是急功近利所不能奏效的原因。相反, 那些甘于寂寞、具有“独上高楼, 望尽天涯路”和“衣带渐宽终不悔, 为伊消得人憔悴”的精神的人, 才更有希望摘取成功的桂冠。至于那些迅猛发展的活跃的前沿课题领域, 则更是人才济济、强手如林。如果不是想仅仅跻身其间、参与合唱而是想执牛耳、独领风骚的话, 那恐怕只有独具慧眼、别具匠心、身怀绝技、功力过人的人, 才有可能成功。

这样说来, 杰出成果的获得似乎只是一部分优秀人才的个人行为了。其实不然, 环境和人才是互为因果的。不用发愁的生活条件和良好的学术环境可以稳住和吸引、培养和造就优秀人才。正如实验科学需要装备精良的实验室一样, 数学需要齐全的图书、期刊和先进的计算设施。尤其重要的是, 要有能够充分进行学术交流的气氛和条件。良好的学术环境也包含激励机制。但不能太强调 SCI 指标, 更不应由媒介来包装和炒作。拔苗助长只能事与愿违, 甚至断送科学生命。激励数学研究, 更多的应该是: 对振兴祖国科学事业的高度责任感, 对新发现的志趣、解决问题的喜悦, 对数学的内在美以及它与其它学科沟通的追求, 既要接受他人思想的鼓舞, 又要寻求同行知音的认可与赞赏。这种种激励可以创造出浓郁的研讨气氛, 孕育出原创性的火花, 培养出既活泼又求实、既谦虚又执着的学术作风。在第一条线拚搏中, 会自然形成一些学术带头人。他们心胸开阔、兼容并包、献身数学事业、知识面宽广, 对前沿深刻了解。由这些学术带头人所率领的富于创新精神又有志于攻坚的群体, 是发展数学的基本力

系统科学的难题与突破点

Problems of Systems Science and Their Break Through Point

苗东升

(中国人民大学哲学系 北京 100872)

一、系统科学的发展瓶颈:复杂性

系统科学是由分属不同层次的诸多学科组成的一大门类新型科学,最初的几个分支:一般系统论、信息论、控制论、运筹学和系统工程,都诞生于20世纪40年代。50、60年代,应用理论层次的信息论、控制论、运筹学和工程技术层次的系统工程取得了巨大成功,强烈诱使科学家努力把它们推广应用于更广泛更复杂的对象领域;虽也取得某些成绩,却遇到了未曾料到的困难。例如,把现代控制理论应用于生物系统,提出所谓生物控制论,以线性系统为模型刻画极其复杂的生物体,至今并无(也不可能)有实质性的成果;应用于社会现象,提出所谓社会控制论,至今甚至还算不上一门学科。运筹学成功地解决了一批“结构良好”的简单事理问题,当转向解决所谓“结构不良”的复杂事理问题时,现有方法基本失效。申农信息论很好地解决了通信工程的理论问题,但对通信工程以外范围广阔的信息问题无所作为。诸如此类的挑战使上述学科自20世纪70年代以来都面临“向何处去”的问题。

到70年代,人们开始梳理系统科学的体系结构,贝塔朗菲、市川淳信等对此都有所贡献。最成功的是钱学森提出“三个层次一座桥梁”(即基础理论、应用理论和工程技术三个层次,桥梁指连通基础理论与哲学的系统论)的学科体系结构框架,把基础科学层次的系统理论命名为系统学。贝塔朗菲的一般系统论原则上属于基础科学层次的系统研究,对于把系统思想引入现代科学有历史性功绩,产生了深远影响。但它主要是关于系统概念和方法论的定性阐述,包含太多的哲学议论,具体的可操

量。如果我国有了若干个这样的群体,那么人才辈出、成果累累的时代也就指日可待了。

在实施“科教兴国”的战略中,我们可以把2002年的大会作为发展我国数学的一个新起点。这个大会不是一般性的学术会议,它的邀请报告是突出“数学统一性”这一主旋律的,是及时“精确反映我

作性内容太少,而且带有明显的生物学痕迹,本身还不是系统学,对于建立系统学亦未提出多少可行的意见。如钱学森所说,直到80年代系统科学的基础理论层次尚属空白。钱学森的这个诊断以及上述学科体系框架对系统科学的进一步发展有重要指导意义。

在基础理论层次最先取得突破性进展的是普利高津、哈肯等欧洲学者。他们依托物理学、化学和生物学的最新成果,以若干著名的物理化学系统(如贝纳德流、激光器、BZ反应、布鲁塞耳振子等)为背景,运用系统思想和数学方法深刻阐明这些系统如何从混乱无序的热平衡态产生出有序结构,又如何从一种有序结构演化为另一种有序结构,建立起耗散结构论、协同学、超循环论等自组织理论,把基础科学层次的系统研究推进一大步,使人们相信建立系统科学的基础理论是可能的。但这些理论带有明显的物理学和生物学脚手架,属于系统科学与自然科学的交叉学科,还不能算作系统学。

到80年代,基础理论层次的系统研究也转向主要研究复杂性问题。欧洲学者,特别是普利高津提出“探索复杂性”这一响亮的口号,把复杂性研究视为超越传统科学的新型科学,产生了广泛的影响(70年代,美国学者沃菲尔德虽然发表了《进攻复杂性》和《构造复杂系统》两书,但影响有限)。挟成功建立自组织理论的雄风,普利高津和哈肯等人满怀信心地要把各自的理论和方法推广应用于生物、经济、社会等复杂现象领域,着手建立复杂性科学,形成世界复杂性研究的重要学派。但近20年来,除在某些局部问题上有所收获外,他们的努力总的来说是不成功的。

在世界范围兴起的复杂性研究热潮中,最引人们这门学科当前所处的位置的”。对于成百上千的有志于献身数学事业的数学家,特别是青年一代数学家来说,这是“百年不遇”的大好机会,它能使许多人大开眼界,更新对数学的看法,并大大提高我们的研究水平。

(责任编辑 蔡德诚)