

## 应了解和支持基础研究工作

马 大 猷

(数学学部副主任)

发展科学技术,加强基础研究已列入国家议事日程,这应是我院主要任务。为了加强基础研究,必须了解它的性质、规律、特点,并据以给予支持。

—

基础研究是为了增加科学技术知识(现象、效应、规律、理论等)的积累而进行的系统性、创造性的工作。基础研究有两种,如果只是探索自然规律,没有解决某一实际应用的目标,这称为纯粹基础研究,有时也就简称为基础研究;如果探索自然规律,目标是解决某一实际应用问题,则称为应用基础研究。二者的差别仅在于有无解决具体实际应用的目标,有,就是应用基础研究;无,就是纯粹基础研究。或者形象地说,纯粹基础研究着眼于十年、二十年后的应用,应用基础研究则着眼于三、五年后的应用。但是也颇有例外,例如X射线的研究完全是纯粹基础研究,但伦琴在1895年发现X射线后不久,就有人把它用到人体的透视,成为近百年来最重要的疾病诊断工具。有的应用基础研究也未很快产生可以应用的成果,语言自动识别就是一个例子,它在50年代已经有很大进展,1960年日本制定的十年规划中就有语言自动识别实用化一项,但是至今仍未达到。也有的应用基础研究产生了纯粹基础研究的新学科,如射电天文学。总之,纯粹基础研究与应用基础研究不同,但也没有严格界限,它们的共同点是以科学技术知识的增加为目的。

“今天的科学,就是明天的技术”,这一点已为当前的技术成就充分证明。今天的微电子学、卫星通信、核电站、宇宙航行、生物工程、塑料、合成纤维等等,哪一项不是来自过去的大量基础研究?一项基础研究可能在很多项技术成就中起作用,一项技术成就也可能来源于很多项基础研究,没有一对一的关系,要找出主要的来源也很难。预言哪一项基础研究的后果几乎是不可能的。许多基础研究的后果都是“始料所不及”。研究X射线时,未考虑它的应用,却得到了重大的应用,研究语言识别企图很快改变人类文化生活的面貌,但很久也没达到目的,研究雷达搜索时的电噪声(干扰),却创立了射电天文学,如此等等。因此,选择某项基础研究工作做为重点,希望它得到很大突破,往往是要失望的。最幸运的一个例子是70年代美国政府的选择。那时根据科学发展的情况,美国政府决定把宇宙航行和癌症治疗做为国家的重点研究项目,以国家的经济力量,吸引大量科学技术专家,进行工作。结果,宇宙航行的阿波罗计划把人送上月球,取得大量行星的数据,成果累累,极为成功。但是癌症治疗到今天仍是待解决的问题。这是一项成功,一项失败。一般是失败比成功的要多得多。我国几十年来的重点研究工作,很少取得重大成果,也是一例。在另一方面,近年来一些重大技术发展,其关键性的基础研究工作都不是重点,而是小规模实验室研究。以微电子学为例,它的起源来自半导体管研

究,最初目的是探索长寿命的电子器件以代替真空管的可能性。半导体的研究从1874年已积累了大量数据,1948年在贝尔实验室发现了晶体管效应,做出了点接触三极管。这个突破引起各个半导体研究室、组的注意,立即急起直追。1950年,拉出了锗单晶,生长了结晶体管,1952年,拉出硅单晶,发现硅比锗要好,做出PN结。1954年出现结型硅三极管,1959年出现平面型晶体管,以后集成电路和大规模、特大规模集成电路相继出现,一次一次的突破都是不同实验室的小组完成的。而今天的电子学、无线电、计算机发展所达到的程度是20年前根本料想不到的!低温超导的研究与此类似。1911年发现了超导现象,水银在绝对温度4.2K(室温大约是290K)时电阻完全消失,几十年中对各种金属的超导性质进行系统、深入的研究,转变温度略有出入,但都接近绝对零度。1986年在瑞士IBM实验室发现陶瓷材料的转变温度达到30K,立即引起各国低温实验室的注意,试验了各种不同成分的陶瓷材料,转变温度不断提高,我院的实验室1987年已得到近100K的转变温度,走到国际前列。基础研究也有意外发展,光学纤维信号传输是一个例子。在50年代,利用金属管道传输无线电信号的前景很有吸引力,因为在管道内可传输几百路电话,更多路电报,几路电视等,容量大、保密、节约功率,比空中无线电传播要好得多。这个项目经过一、二十年的研究还是失败了,因为管道内电磁波的衰减无法克服,管道传输无实用价值。但是光学研究很有水平,有人设想,同样原理可以用光波(频率更高的电磁波)代替无线电波,用玻璃纤维代替金属管道去实现,经过理论和实验研究,果然如此,而效果更好。自1972年发表研究结果后,发展至今,在不到1毫米的玻璃纤维中的信息容量已达到每秒10亿位,比管道传输的容量大得多,而且衰减很小,在200公里内不须再生或放大。现在光纤通信已有完全代替传统的电话多路通信之势,而且已开始用于市内局间通信和海岛的通信。上面的例子中,某些关键性的基础研究工作起了决定性的作用,当然还有无数“小”的基础研究成果帮助它在技术上实现。例如,放射性的发现到核电站的原子能应用经过了80年,就是由于大量有关问题不断解决的结果。可见在更多方面,技术进步是多年大量分散的基础研究的积累而形成的,好像砌墙一样,一块一块砖砌起来,形成了万里长城。医学就是这样,没有过一项影响全局的重大发现,可是人类的平均寿命在大部分地区已从30岁增加到70岁!多数学科与此相似。基础研究影响生产是积累性的,企图重点支持、一鸣惊人是不符合科学规律的。

从以上所述的基础研究特点看来,要想加强基础研究工作,关键在于持续、稳定、协调地进行,只有这样才能不断取得高水平成果,增加积累,待条件适宜时,取得突破。我国在超导研究中做到了这一点,但在半导体、激光、光纤等方面则没有跟上,原因是准备不足,但也和其他因素有关。一般或重大发现变成生产力,还需要强大的技术力量(科学知识的应用)和工业基础(生产)。美国人自认为其最大潜力是能够把科学知识很快地变成产品。有了技术和工业的支持和要求,基础研究就更起作用了。恩格斯《在马克思墓前的讲话》中说道:“科学是一种在历史上起推动作用的、革命的力量。任何一门理论科学中的每一个新发现,即使它的实际应用甚至还无法预见,都使马克思感到衷心喜悦,但是当有了立即会对工业、对一般历史发展产生革命影响的发现的时候,他的喜悦就完全不同了”。这是对基础研究的真知灼见。

## 二

基础研究工作的性质对基础研究者提出了严格要求。既然是要做创造性的脑力劳

动,他就必须具有渊博的科学知识、活跃的科学思维和高度的献身精神。新参加基础研究的工作者最好要具有博士学位。对于博士学位,有些人认识不清。有些宣传给人的印象是好像得到博士学位就成了最大的科学家了;也有些宣传,把博士学位说得一钱不值,甚至说某人“只愿意做研究工作,不要学位”,好像做好事不要报酬一样!这都是误解。博士训练是从事基础研究必须的训练过程,通过这种训练可以确实掌握系统的研究工作方法,并作出比较重要的研究成果,这就进了基础研究的大门,好像艺术家“科班出身”一样,以后登堂入室,就凭自己的“修行”了。但不是未经博士训练就不能作基础研究,但经过博士训练可以少走弯路。

建立一个基础研究项目,首先要有创造性的设想,没有创造性的设想而能做出创造性的研究成果是不可思议的。对基础研究工作的评价标准是它的水平,科学性和创造性,即成果的学术意义和社会意义(实际意义)。高水平的基础研究达到预期目标固然很好,取得部分成果甚至负成果也有意义。在数学中,希耳伯特在本世纪初提出的难题,大部分取得了或大或小的进展,但未解决,而有关论文都一直受到重视。在近代物理学中,得到负结果的迈克耳逊-莫雷实验却刺激了狭义相对论的产生。近年来,验证引力波的实验工作也一直受到注意。

对基础研究工作的评价方法也应有所不同。开会鉴定的方法已流于形式,对基础研究更不适宜。基础研究工作要求认真的学术评价。可以由上级单位聘请少数与课题有关或接近的科学家背靠背地分别对成果深入地分析和评议。一些专门学术刊物对所发表的论文都有严格的审查制度,除对具有特殊重大意义的成果外,这种审查结果就足以作为对论文的评价。

### 三

基础研究生产的是科学知识,不是物质产品,其工作应完全由国家支持。从国家的布局看来,基础科学研究工作应是中国科学院的主要任务,支持基础研究责无旁贷。现在我院工作涉及科学技术工作的各个环节,把基础研究工作同其他工作一律看待,使它受到严重损失。应把基础研究与其它工作明确分开,避免互相干扰。基础研究工作主要靠创造性思想,并进行小规模实验、计算、调查等,一般不需要大量经费。如能使适于从事基础研究的研究人员的生活条件达到一般水平,此外,譬如,每年研究员有一万元、副研究员有 7000 元、助研和博士研究生(研究实习员一律按研究生培养)有 4000 元作为他们的研究工作和学术活动的经费,使基础研究工作能持续、稳定、协调地进行,那么,我院学术空气必大为改观,不出几年必有所得。“大科学”的发展要根据国家经济情况,量力而行。一般研究工作中如需要添置或更新较大设备可由研究人员积攒逐年轻费,集中使用,或申请基金补助。研究人员应承担国家需要的咨询、顾问工作,不收费,或由院、所收费,补助研究工作。按以上办法,需要支付的基础研究经费不过是全院经费的一小部分(也许是 10%),但对于完全改变我院形象却意义深远。基础研究工作关系到科学技术的发展和科学人才的培养,科学积累保障经济发展的后劲,所费不多,而影响甚大,应认真注意。