

物理学在促进生命科学发展中的作用

林克椿

(北京医科大学,北京 100083)

本文是应中国物理学会学术交流委员会要求所作的报告,目的是向物理学工作者介绍物理学在生命科学研究中的作用。文中首先阐述了物理学在自然科学各个领域中所起到的带头作用,然后介绍了当代生命科学的重要问题,并举出几个例子说明物理学在生命科学的研究中已经发挥重要作用的状况以及尚待解决的问题,希望更多物理学工作者参与生命科学的研究。

一、物理学在自然科学中的地位

1943年2月在爱尔兰都柏林三一学院,著名的量子物理学家、诺贝尔奖获得者薛定谔连续作了几次报告,他讲的题目很出乎听众意料,叫做“生命是什么?”他自己说,他之所以讲这个问题,是因为“从祖先那里继承了对于统一的、无所不包的知识的强烈渴望”,所以才“敢于承担使自己成为蠢人的风险”。在他的报告中提出了三点在当时还很少被人接受的观点:第一,生命有它的热力学基础,但不是经典热力学所能解决的,因为机体是一个开放的、处于非平衡态的系统,为此他提出了“负熵”的概念来说明机体的有序性。第二是生命的分子基础,他认为遗传的物质基础是有机分子,遗传性状是以密码形式通过染色体来传递的。第三是生命体系中存在着量子跃迁现象,X射线所引起的突变就是证据之一,因而量子力学的规律应该适用于生命现象。可以想象,当时听他报告的科学家们大概是将信将疑者占绝大多数,因为薛定谔并非生物学家,而且在那时既没有发现DNA分子,也没有建立非平衡态热力学和量子生物学。然而科学的发展,恰恰证明了他深邃的洞察力和预见性。今天可以说他的几个观点都被证明是正确的,并且极大地推动了生命科学的发展。与此同时,物理学本身也得到了新的发展和应用。

上面所说的这个例子给人们以很大的启发。现在我们习惯于把自然科学划分为数、理、化、天、地、生这样六大领域。其实这种划分是人为的,是在自然科学发展历史长河中一定阶段的产物。如果把历史的时钟倒回到古希腊直到文艺复兴时期,自然科学并没有像现在那样划分,而是笼统地被称为自然哲学。一个自然哲学家也就是对自然现象的各方面都懂得一些的学者。直到17世纪,牛顿的经典性著作《自然哲学的数学原理》还借用了自然哲学这个名词,可见这一时期影响之深远。随着科学的发展,研究对象的特征表现出越来越明显的差异,知识的积累已经到了过去一个自然哲学家根本不可能样样都精通的时候,学科的划分很自然就出现了。这种划分对于各个领域的充分发展及其自身体系的建立无疑是有积极作用的。但是如果一头扎入某一个具体领域,而看不到或者根本不想去探讨自然科学各个领域之间的相互联系,那么这种划分就会阻碍科学的发展。20世纪自然科学发展的一个重要趋势就是以数学为工具,以物理学的突飞猛进的发展为基础对其他领域的带动作用。物理学在克服了19世纪末自身的危机之后,迅速建立起相对论、量子力学、原子物理、分子物理、固体物理、核物理与基本粒子物理、凝聚态物理、非平衡态热力学、等离子体物理等基本理论,极大地影响了自然科学的各个方面。天文学和地质科学是和物理学联系比较紧密的两个领域。由于量子力学成

功地揭示了化学键的本质，化学也比较顺利地纳入到物理学的理论框架之中，从而获得了极大发展。看来比较难办的是生命科学，反对用物理学来研究生命科学的人中以生物学家最为激烈。这也是可以理解的，因为生命现象最复杂，生物学家们长期以来局限于学科本身，对物理学和数学很不熟悉，这是一方面原因。另一方面从哲学思想上，“生机论”的观点牢牢统治着生物学界，认为生命靠某种“活力”来推动，这种“活力”只存在于生命本身之中，是物理学中所没有的。由于这两个原因，物理学在试图用一种统一的理论框架来向生物学进攻时，遭遇到了极顽强的抵抗。有的人根本不屑一顾，而有人则从根本上加以反对，把用物理学原理探讨生命现象的尝试，用“机械论”、“还原论”等各种帽子大加挞伐。

其实，如果我们平心静气地从历史上作一番回顾，不难看出物理学和生物学早就显示出它们之间的相互关系了。例如17世纪Kircher就曾描述过生物发光的现象；Borrelli在他所著的《动物的运动》一书中，已利用力学原理分析了血液循环和鸟的飞行问题；18世纪Galvani发现肌肉收缩与电流之间的关系，通过Volta, Du Bois-Reymond的实验研究开拓了生物电这一领域；19世纪Mayer从热、功和生理过程的关系研究和建立了能量守恒定律等。当然，早期的结合只在个别问题上，发展也很缓慢。而在20世纪，这种状况就发生了前所未有的迅速变化，这种变化归根结底来自于物理学在本世纪取得了一系列重大突破，以及相应的技术日新月异的发展。其中最为突出的是X射线衍射理论与技术的发展，由于其对最基本、最重要的生物大分子——蛋白质和核酸——进行结构分析获得成功，从而开创了分子生物学的新时代，带动了生命科学的各个分支，包括生理学、遗传学、分类学、细胞学、免疫学、药理学、神经科学和病理学等，使之全面地推进到分子水平，成为20世纪最激动人心的成就之一。人们常常用“生命科学新纪元的开端”这一赞词来形容这种进展。

生物学家们面对这种重要的变化，也并不

都是无动于衷的。也有不少人早在“风暴”到来之前，就从自己的亲身经历中体会到生命科学要求变革的必然性。其中美籍匈牙利学者A. Szent-Györgyi很值得一提。他早在30年代就因肌肉收缩的研究成果获得过诺贝尔奖。在他写的一本60年代初出版的《亚分子生物学导论》一书中，他讲了自己的经历，说他原来从事组织学研究，但发现这门学科太粗糙，所以转到生理学，又觉得生理学太复杂，所以转到药理学，以为药物结构简单一些。但能得到的有关机理仍然不清，所以后来又转到细菌学，以后又转到生物化学，研究肌肉收缩。通过几十年的经验，他认为要真正了解生命过程，只到达分子水平还不够，必需再深入研究电子的行为，换句话说，只能从量子水平才有可能了解生物体内各种过程的机理。为此他不遗余力地鼓动物理学家、化学家和生物学家相互结合，促成了国际量子生物学会(ISQB)的建立(1970)。虽然他自己不会进行量子力学的计算，但他不断为别人提出生命科学中的问题，并且直到90多岁逝世之前，每年都到欧洲去参加量子生物学会会议。有不少次会议就是以他的名字命名的。

生命现象的复杂性，不仅要从小分子水平上阐明其机理，这是微观的角度。除此以外，还需要从宏观角度加以说明，特别要对调节、控制、自组织、分化、发育、生长、信息处理、个体与环境间的热力学关系等有关问题进行研究。因此生物控制论与信息论、非平衡态热力学、复杂系统的非线性理论等在生命现象中的应用同样也将发挥重要作用。特别是在神经科学中，人们对学习、记忆、思维、创造、语言、感觉等复杂问题的研究，目前已成为生命科学中继分子生物学之后的一个新热点。20世纪最后十年被称为“脑的十年”，可能在21世纪将得到更大发展。物理学在这一方面也将适应这类课题的研究而不断发展。

由此可见，物理学在整个自然科学中已经取得了起指导作用的地位。各种自然科学尽管研究对象不同，复杂程度不同，但是复杂的运动形式总是包含有简单的运动形式在内，是以简

单运动形式作为其基础的。物理学研究的运动形式比较简单,因而发展也最快,这种发展不可避免地会被应用于研究复杂运动的学科中,从而带动它们使之向精密科学发展。另一方面,物理学在涉及其他学科的研究时,单从目前达到的水平必然会遇到一定困难,显示其不足之处。例如用量子力学去计算一个那怕是很简单的大分子,原来应用的一些简化步骤显然不足以说明问题,甚至难以应用。在这一过程中,物理学本身也必需进一步完善,或另辟蹊径。所以物理学和生命科学的结合将是互利的。整个自然科学将在这种不断应用和改善中得到发展。

二、当代生命科学的重大课题

为了使物理学家们更多地关心并进入到生命科学领域的研究,有必要对生命科学中哪些是重要的、尚未解决的问题,物理学如何应用于这些问题的研究作一个全面介绍。这个任务显然太艰巨了,因为涉及的面太广,只能就我自己所接触到的几个方面提出一些看法。

首先借用手头的一本材料简要说明日本对这一领域的意见,实际上这是日本对生命科学重大研究问题的一个规划。这本材料名为“人类前沿科学计划”(Human Frontier Science Program,简称 HFSP)。这一计划和美国的“星球大战计划”,欧洲的“尤里卡计划”被并列为目前世界上的三大计划。计划是日本在1986年底提出的,1987年在征求了欧洲七国首脑会议委派的一个科学家小组的意见后,又进行了修改。提出这一计划的出发点,是认为人类到21世纪将会面临能源、资源、人口、环境污染、人-机紧张关系以及各种疾病威胁的严峻条件,解决问题需要开发新技术,而其根本途径则应该向生命学习,首先搞清生命基本过程,然后从中得到启发,并向工程技术与医、农等领域开发应用。例如太阳能可以说是取之不尽的能源,而植物的绿叶利用光能效率之高是其他机器所不及的,细菌能自动生产人类所需的一些物质,这些反应都在常温、常压下进行,而用人工合成这

些物质则常需高温和高压。如果能研究清楚这些生命现象的奥秘,将为人类带来不可估量的效益,因此计划拟用一万亿日元来实施,并已开始执行。

从这一计划的内容,可以看出日本对生命现象研究的认识。计划认为,生命现象主要包括物质、能量和信息三方面,从分子水平来看,物质与能量转换是主要内容,而在理解更高级的生物功能看,则应在物质与能量交换基础上研究最终表现出来的信息加工过程。因此计划把研究问题分为两大部分,即物质与能量的转换功能和信息加工功能。此外,为了完成上述两部分研究内容,必须特别重视相应的支撑技术的研究,因为没有适当的技术方法就无法完成提出的研究任务。所以,计划的第三部分被称为支撑技术。

在物质和能量的转换这一章中,计划里提出了十个问题,即分子识别与通信,物质转换,物质输送,能量转换,运动,细胞控制,分子聚集体的形成,组织形成,维持与修复以及适应性功能。

在信息加工这一章中,计划列出了六个方面问题,即创造与思维,学习、记忆与认知,控制,感觉与知觉(包括视觉、听觉、味觉与嗅觉、触觉以及感觉信息的综合利用),语言以及神经网络的形成功能。

在支撑技术这一章中,计划提出了八个方面问题,即超微操作技术,生物细胞培养技术,开发分析蛋白质空间结构技术,生物体运动功能检测技术,生物体无损检测技术,生物成分化学检测技术,生物系统动态结构检测技术以及生物细胞的精细结构检测及加工技术等。

不可能对以上所提到的问题逐个加以解释,也不能认为这个计划已经包括了当代以及今后应该研究的全部问题。但是有两点是很明显的:第一,解决上述问题涉及物理学、化学、工程技术、甚至心理学和社会学等,但其中物理学的作用最为突出;第二,上述问题基本上代表了国际上比较被公认的尚有待解决的关键性课题。因此下面从物理学能发挥作用的角度选择

几个例子进一步加以说明。

1. 生物大分子结构的研究

分子生物学最基本的问题之一是研究主要大分子——蛋白质与核酸——的结构与功能，这些大分子都是多聚体，是由氨基酸或核甙酸等单体聚合而成的，因此它们必须具有一定的空间结构，并能适应外界环境变化来改变这种结构，才能完成一定的功能。物理学在这一基本研究中发挥了极其重要的作用。

用简单的几句话来归纳关于生物大分子空间结构的研究历史，可以认为它经历了三个阶段，即 50 年代开始的 X 射线衍射晶体结构分析的阶段，60 年代中期开始的大分子溶液构象研究和 80 年代开始的分子动力学阶段。X 衍射晶体结构分析对核酸和蛋白质的分析开创了分子生物学的新纪元，功不可灭，但是它必须首先获得晶体样品。可以理解，大分子的晶体状态决不是活体中的自然状态，因此人们致力于溶液中大分子构象的研究。早期应用的圆二色技术、核磁共振技术、荧光技术等虽都能给出一定的信息，但只能了解大分子中的螺旋结构、片层结构和无规则卷曲之间的比例。二维核磁共振(2D-NMR)的出现开创了直接测定溶液中构象的方法，因为从二维 NMR 谱中对角线以外的交叉点不仅可以确定大分子中单体的顺序，还可以测出氢原子之间的距离。它不是像 X 射线衍射方法那样根据原子所在位置的衍射强度与位相来确定结构，而是根据氢原子之间的距离关系来确定结构。许多结果都证明，从 2D-NMR 测得的结构和 X 射线衍射分析的结构基本一致，但其优点也很突出，即对无法获得晶体的样品也同样可用 2D-NMR 测定。以上两种方法基本上都是关于静态结构的研究，实际上每个原子都处于周围原子的力场之中，因此都将进行类似于简谐振动的运动。如果每隔一段时间(例如 10^{-12} s)能获得一次结构图像，就可以看出整个结构在不同时间尺度内的结构变化。某些区域这种变化不大，是大分子具有保守性的部位；某些区域可能有较大的变化，是大分子在功能作用中或分子相互作用中的重要区域。例如，血

红蛋白能结合 O_2 的部位通常在分子内部，需要有一定的开合动作才能允许 O_2 分子进入。这就使结构的研究进入到一个分子动力学的新阶段。分子动力学研究通常需要应用理论计算(对每个原子先设定作用力与初始条件，求解不同时间的位置)，也要从实验角度，应用各种时间分辨的光谱与波谱技术加以研究。因此大分子的动态研究已成为目前研究大分子结构的重要课题，它可以告诉人们大分子随环境变化或与其他分子作用的时间历程。这种时间历程短到 10^{-15} s，长则可达秒或比秒更长。这就需要开发各种与作用时间相适应的技术。值得提出的是，即使是 X 射线衍射，由于应用同步辐射，获得图像的时间也大为缩短，可以在 10^{-6} s 甚至更短时间内收集到衍射数据。老技术在焕发青春的活力，各种新技术更有待发展，以共同满足未来分子结构研究的需要。

2. 分子识别的研究

生物分子之间的相互作用常常是一种特异的相互作用，被称为识别(recognition)，它在生命现象中具有普遍意义。从 DNA 复制，DNA 到 mRNA 的转录，从 mRNA 到蛋白质的转译，酶与底物的作用，激素与受体的作用，抗原与抗体的作用等无处不存在这种专一性很强的识别作用。识别是如何产生的？这里既需要分析分子间相互作用力，也需要用分子结构研究的结果，特别是动力学研究的结果。以核酸和蛋白质的相互作用为例，由于近年来 X 射线衍射能用于已结晶成功的蛋白质与核酸所形成的复合物——特别是一系列基因转录调节蛋白及其与 DNA 的复合物——从而揭示出识别作用的主要状况，并提出了三种不同的模块学说，但仍有许多问题不清楚，特别是驱动大分子相对运动所需要的能量来自何处，以及蛋白质和核酸的结合如何达到具有一定功能作用问题等。抗原和抗体的特异作用是另一个重要例子，它是免疫学的基本问题之一。B 淋巴细胞分泌的抗体在免疫防御中起着中心作用。近年来免疫学的进展不仅得力于细胞杂交、单克隆抗体(简称单抗)的生成和遗传工程等生物化学方面的

进展,而且物理学也起到很大作用。最近由于应用晶体学方法解决了三种抗溶菌体单抗识别不同的抗原决定簇,使抗体与流感病毒神经氨酸酶复合物的结构得到了阐明。抗原的结构研究对于未来疫苗的发展有很大意义,特别是大家关心的免疫缺损病毒(HIV)。这类研究单靠X射线衍射还远远不够,还应该利用NMR、电子自旋共振(ESR)等其他波谱技术,以弄清肽抗原和抗体的确切作用部位,以及作用过程中彼此的构像变化。前面提到2D-NMR可用于溶液中大分子构像研究,但由于抗体分子量很大,分辨能力仍然有限。目前有人正在致力于同位素编辑技术和发展3D-NMR甚至4D-NMR,即利用异核相互作用。在2D-NMR谱上由于重叠而不能分辨者,在应用了3D-NMR之后将进一步分开,从而提高了分辨率。

3. 生物膜的结构与功能研究

细胞是最基本的有生命对象,因此把对大分子物理研究的成果扩大到细胞,显然是将生命分子基础的研究深入了一步。在细胞中,生物膜是目前研究得最多的一个领域,所谓生物膜不仅指细胞外围的质膜,还包括细胞内部所有类似的结构,如内质网膜、线粒体膜、核膜、微粒体膜等。它们的共同点是都由脂和蛋白两种基本成分组成。脂类分子是两亲性分子,其头部亲水,另一端疏水,因而在水溶液中将自动形成脂双层,而蛋白质则镶嵌在膜脂双层中,或与膜的一侧相连。虽然结构似乎很简单,但生物膜却是物质运输、能量转换与信息传送等实现所有重要功能的场所。因此生物膜结构与功能的研究理所当然地成为研究重点之一。

现在大家都承认1972年提出的生物膜液态镶嵌模型是最能说明生物膜真实状态的一种模型。这种模型的提出,从理论上依赖于物理学中对液晶态的研究,在实验上则依赖于对膜脂与膜蛋白的各种可能的运动方式、速率和状态的精确测定。例如膜脂能进行侧向扩散、翻转运动、旋转运动、摆动以及链内与链间的运动等,而蛋白质则仅有侧向扩散和旋转运动。这些研究使人们对生物膜的概念由过去的静态转

入动态的认识,同时也更新了过去的一些陈旧观点,比如过去一直认为线粒体内膜的成分必须严格地依次跨膜排列,才能实现电子转移,但从膜蛋白侧向扩散速度的不同得到的认识,则认为它们是彼此独立运动的,只在相互碰撞过程中才能实现电子传递,同时产生生命过程中的主要能源ATP分子。正是这种动态的概念使得许多生物学问题得到深化,例如药物与毒物的作用首先必须与细胞膜相互作用,从而改变膜组分的运动,引起膜结构的改变,“膜毒理学”就是指这方面的研究。同样,疾病的产生也常和膜的改变有关,目前有关疾病和老年化时膜的变化形成了“膜病理学”。

但是看来事情远不是如此简单,至少有两个问题是需要迫切解决的。一个是关于脂的多型性(polymorphism)问题;另一个是关于膜蛋白的构像问题。

前面提到膜脂在水溶液中将自动形成脂双层,把膜内外分隔成两部分,这正是细胞膜所要求的。但近十几年来发现,把细胞膜脂提取出来,然后分离出不同类的脂,再分别加以水化之后,发现有的脂就不是形成双层,而是头部在内,尾部向外,整体呈柱形的所谓六角相(H_{II})。例如,质膜中的磷脂酰乙醇胺(PE)、线粒体内膜的心磷脂(CL)、叶绿体的单半乳糖二乙酰甘油(MGDG)等。对于这些脂已经研究了形成的条件,存在的形式以及在双层和非双层之间的多型性转变等。这是带有根本性的问题。为什么要求形成封闭式双层结构的生物膜中含有很容易形成非双层的脂?这种脂有什么功能意义?什么情况下表现它的功能作用?生物膜中是否存在非双层的结构?这些问题显然需要给予回答。虽然在人工膜中应用 ^{31}P -NMR、X射线衍射和冰冻裂解电镜技术已经做过不少工作,但在真正的活细胞膜上还没有非常令人信服的证据。我们最近用扫描隧道显微术(STM)观察到非双层结构,虽然是首次应用,但还有待于过渡到更复杂的混合脂体系和活细胞膜。大自然在亿万年进化过程中所形成的结构,决不会把根本没用的东西一直保留下来,只不过我们目

前还不了解,或者还没有办法捕捉到它的存在而已。现在关于膜的相行为中,除 HII 相以外还有人提出生物膜中存在立方体相(cubic phase)和其他相的共存问题,希望液晶物理学的理论有助于膜的进一步研究。

再谈谈膜蛋白问题。膜蛋白的特点是它至少有一部分是在疏水环境之中,把研究溶液中蛋白质构像的方法照搬过来显然不适用。如果把膜脂完全去除,那么膜蛋白也就不能维持原样了。所以关于膜蛋白空间构像问题是当前根本没有解决的问题。1988年 Deisenhofer 因成功地获得了光合反应中心的晶体并用 X 射线衍射加以测定而荣获诺贝尔奖,但也仅有一、两个膜蛋白。现在还只能用基因克隆的办法从 cDNA 来获得膜蛋白一级结构的信息,再分析氨基酸组分的性质来推测其空间结构。当前迫切需要的是直接测定膜蛋白构像方法的出现,如果能够直观地“看”到当然更好,要是能够观察动态结构必将轰动全球,这些都是今后的努力方向。我们用重组于脂双层的细胞色素 c 氧化酶和免疫球蛋白,利用 STM 技术得到了一些初步结果,但还不是真正天然的状态。

研究膜蛋白构像的重要性表现在对其功能的研究之中。例如膜通道是物质进出细胞的通路,各种通道(钾、钠、钙、氯等)都有其共同性和特异性。近年来由于膜片钳(patch clamp)技术的广泛应用,用电学方法可以了解单个通道开启与闭合时的电变化。但是通道的空间结构以及如何实现开关功能则还不清楚,因此国际上对这一问题十分重视,在近年的历次生理学、生物物理学、药理学等会议中通道都是十分热门的课题。再一点是膜蛋白在传递信息中的作用。当细胞外的一个生理活性分子和被称为受体的膜蛋白结合之后,信息将通过膜中的一种调节蛋白(G 蛋白)和膜内侧的酶而传递到胞内,并引起一系列化学反应,而这个生理活性分子本身并未进入胞内。这种结合显然涉及受体分子构像的变化,G 蛋白的调节作用也将和其构像改变有关。所有这些问题都因为膜蛋白构像无法研究而受到阻碍。这也是日本的 HFSP 计划

把它列为第一个有待解决的课题的原因。现在流行一种观点,认为任何一种生理活性分子都在膜上有其相应的受体,它们在结构上的相互关系就像钥匙和锁的关系一样——一把钥匙开一把锁。这显然是一种静态的,或者说机械的观点。每发现一种活性分子,就说细胞膜上早就准备好了相应的受体。物理学家显然很难接受这种观点。为什么不可能是少数蛋白通过构像改变就可以适应外来的不同活性分子呢?为了证明这一点,膜蛋白的构象及其改变的研究是绝对必要的。

以上只是举出几个例子来说明在生命科学中是重要的、需要物理学的帮助才能解决的课题,而且主要还只限于微观领域。需要说明的是,这些研究不仅具有理论意义,而且在实践中也有很大的应用价值。例如现在已有不少大医院应用了核磁共振断层扫描仪(NMR-CT),它比 X 射线 CT 损伤小得多,而且对软组织分辨能力强。现代医学对诊断和治疗提出了越来越高的要求,希望最好是无损的、快速、微量和准确率高的技术方法。在研究基本理论问题过程中将很自然会出现实际应用的可能性。比如前面提到非双层脂,有许多因素可以使之稳定在双层,膜内蛋白就是因素之一。这就促使人们设计出镶有单抗(一种蛋白)的、由非双层脂所组成的脂质体。单抗有和某种特定细胞(例如肿瘤细胞)上的抗原特异结合的能力,脂质体内可以包上抗肿瘤药物。把这种所谓“靶向免疫脂质体”输入人体,既能起到只和肿瘤细胞作用的靶向作用,又能在结合的同时因单抗过分集中于靶细胞表面而破坏脂质体,从而使药物就在肿瘤细胞附近释放,达到治疗的目的。如果包载的是某种荧光指示剂,则特异结合细胞或其他物质后根据荧光变化可作为诊断之用。目前国外已有一些公司正在研究有实际应用价值的这类脂质体,尽管真正应用还需要解决一系列问题。

三、物理学工作者在生命科学领域中将有作为

物理学和生物学的结合是一个重要的趋势，生物物理学就是这种结合的产物。对于这一趋势，国外有不少人早有认识，因此许多物理学家陆续转入到这一领域，并对生物物理学的发展起到很大的推动作用。当然，物理学本身也在发展，物理学还可以和许多学科结合，但是生命科学由于研究的问题比较复杂，尚未解决的问题很多，也就是说，等待着物理学家去开垦的荒地还大片存在，这也正是他们可以在这片土地上大有作为的根据。

我国早在 50 年代就开始建立生物物理这门新的边缘学科，在当时参加这门学科的创始者绝大部分来自生物学与医学，只有少数人来自物理学，相对来说，这方面力量较弱，这就更

需要通过各种途径来改变这个队伍的组成。除了培养专业学生以外，吸引有较好物理学基础的工作者参与生命科学的研究是另一个重要途径。在这里请允许我谈一点体会：生物物理学是物理学和生物学的结合，需要同时具备这两方面的知识，因此加入这个队伍的物理学者必须学习一定的有关生命科学的基本知识，并和生物学工作者共同合作。否则，将难以有共同语言，也难以发挥物理学工作者的主动作用。这两门学科由于历史的原因和学科性质的不同，在思维方法上有很大的差异。因此在开始接触时不习惯是很自然的。但我相信只要有耐心，肯于互相虚心学习，互相尊重，那么共同语言将会增多，主动性将会更好地发挥。“知己知彼，百战不殆”，在这里也是同样适用的。

物理学家们！开阔你们的视野，到生命科学研究中来发挥你们的聪明才智！

中国生物物理学的发展

陈润生

(中国科学院生物物理所,北京 100101)

长期以来由于生命现象的复杂性，人们一直认为它和物理科学是相互独立难以沟通的两大领域。早在一百多年前意大利解剖学家 Galvani 就证实动物体内有生物电，此后德国物理学家 Mayer 指出光合作用的本质是能量转换过程，物理学家亥姆霍兹从物理学观点研究了肌肉收缩、神经传导以及听觉和视觉的物理学，同时人们也把显微镜、X 射线等物理技术与设备应用于医学中，但直到本世纪初，生物学与物理学的结合都是不够深入和系统的。

中国物理学会成立的 60 年里，情况发生了本质的变化。在世界范围内现代物理学实验方法进入了生物学，从而根本上改变了生物学的实验技术，使人们对生物现象的认识一下子进

人到分子水平。更重要的是，物理学广泛的概念和严谨的思维方法被大量用来研究生物系统中的能量转换途径，相互作用的本质以及各种物理和物理化学过程，从而使物理学与生物学紧密地结合在一起了。这一切导致了本世纪 50 年代国际上出现了生物物理学这一崭新的分支。它是应用现代物理学的理论、方法与技术研究生命现象的一门边缘科学。近年来随着它的不断发展，它已成为一个独立的研究领域。我国从 50 年代中期就已开始发展生物物理学，1958 年贝时璋教授在中国科学院组建了国内第一个生物物理学的专门研究机构——中国科学院生物物理研究所，与此同时，中国科学技术大学、复旦大学、北京大学和北京医学院等一批