

质 Kondo 问题也同样取得了成功。Wiegmann 等^[20]指出,若假定传导电子与磁杂质之间只有 S 波相互作用,并且耦合常数 $J \ll 1$,所涉及温度和磁场都比费密能 ϵ_F 小很多,可以只考虑费密面附近电子能谱的线性部分 $\epsilon_k = \epsilon_F + v_F k$,则可简化为 N 个传导电子与磁杂质相互作用的一维问题,从而应用 Bethe 方案将 $s-d$ 相互作用哈密顿严格对角化。所求得的磁化率公式在 $T \gg T_K$ 和 $T \ll T_K$ 时均与实验相符。这些都应当认为是统计力学的发展在应用于固体物理学问题上的新成就。

六、展 望

尽管 Kondo 效应只是从一个具体的电阻极小现象的研究中提出的,由于涉及到金属中磁杂质状态及其变化规律等基本问题,从而引起了实验与理论工作者的普遍重视。目前单杂质的 Kondo 问题已基本解决,在研究 Kondo 问题时所提出的模型、概念和所发展的方法现已推广应用于化学吸附、表面物理、一维金属等领域,并都见成效。磁性杂质对超导体性能的影响也重新受到重视,提出了超导 Kondo 效应的研究等问题^[21]。杂质间相互作用对 Kondo 效应的影响特别是磁性杂质离子浓度较高的情况涉及非晶态大浓度 Kondo 效应研究,当磁性杂质离子排成点阵时的周期性 $s-d$ 模型研究,则与稀土族的有序金属间化合物(如 $CeAl_2$)中

长程磁序与 Kondo 效应是否能共存等重要课题有关^[22],预计这些方面将有所发展。

参 考 文 献

- [1] W. Meissner and G. Voight, *Ann. Phys.*, **7**(1930), 761, 892.
- [2] G. J. Van der Berg, *Prog. Low Temp. Phys.*, **4**(1964), 194.
- [3] N. E. Alekseevskii and Yu. P. Gaidukow, *Soviet Physics*, **4**(1957), 807.
- [4] J. Kondo, *Prog. Theor. Phys.*, **32**(1964), 37; *Solid State Physics*, **23**(1969), 183.
- [5] K. Fischer, *Phys. Stat. Sol. (b)*, **46**(1971), 11.
- [6] A. A. Abrikosov, *Physics*, **2**(1965), 5.
- [7] J. Kondo, *Prog. Theor. Phys.*, **34**(1965), 204.
- [8] J. E. Van Dam et al. *Physica*, **62**(1972), 389.
- [9] A. Narath, *Solid state Commun.*, **106**(1972), 521.
- [10] B. B. Triplett and N. E. Phillips, *Phys. Rev. Lett.*, **27**(1971), 1001.
- [11] D. Mattis, *Phys. Rev. Lett.*, **19**(1967), 1478.
- [12] K. Yasuda and A. Yoshimori, *Magnetism*, **V**(1973), 253.
- [13] A. D. Caplin and C. Rizzuto, *Phys. Rev. Lett.*, **21**(1968), 746.
- [14] H. Sukl, *Physics*, **2**(1965), 39.
- [15] Y. Nagaoka, *Phys. Rev. A*, **138**(1965), 1112; D. R. Hamann, *Phys. Rev.*, **158**(1967), 570.
- [16] C. Y. Cheung and R. D. Mattuck, *Phys. Rev. B*, **2**(1970), 2735.
- [17] P. Nozieres, *J. Low. Temp. Phys.*, **17**(1974), 31.
- [18] K. Yamada, *Prog. Theor. Phys.*, **54**(1975), 970, 316.
- [19] K. G. Wilson, *Rev. Mod. Phys.*, **47**(1975), 773.
- [20] P. B. Wiegmann, *Pis'ma Zh. Eksp. Teor. Fiz.*, **31**(1980), 392; *Phys. Lett.*, **81A**(1981), 175, 179; N. Andrei, *Phys. Rev. Lett.*, **45**(1979), 379.
- [21] G. Griiner and A. Zawadovski, *Rep. Prog. Phys.*, **37**(1974), 1497.
- [22] B. Barbara et al., *J. Appl. Phys.*, **50**(1979), 2300.

生 物 物 理 学 浅 说

林 克 椿

(北京医学院生物物理教研室)

生物物理学是在本世纪物理学取得巨大成就的基础上和生命科学相互结合的产物,是介乎物理学与生命科学之间的一门新兴的边缘学科。由于它是新兴的学科,目前还处于形成阶

段,因此关于它的定义、范围、研究内容和理论体系都还不够明确和成熟;由于它是一门边缘学科,因此它和其它学科领域的界限常常不能截然划清,不同专业的学者们看法也常有不同。

本文准备从作者自己从事生物物理学一些年来的体会谈谈自己的认识。

一、生物物理学及其产生的必然性

物理学以无生命物质为对象,研究其力学的、热的、电磁的运动形式以及物质结构的组成;生物学则以有生命的物质为对象,研究生命过程这种复杂的运动形式。由于运动形式之间质的差异,长期以来,这二门学科基本上处于隔绝的状态。尽管在一些个别现象上已经显示出二者之间的联系,例如神经传导与电位变化的关系,光与视觉、光合作用的关系,此外,物理技术也不断给生物学的发展带来重大变革,显微镜的出现使生物学研究深入到细胞就是一例。但由于当时科学技术水平和学科本身发展状况的限制,这些联系只能是局部的、表面的或者单纯技术上的应用,还谈不到紧密的结合。

然而,复杂的运动形式毕竟是以简单的运动形式作为其基础的。生命物质虽然复杂,但构成生命物质的最终仍然是原子与分子,因此,描述简单分子与原子的物理规律不能不在生命科学中发挥它的作用。神经系统的功能异常精密准确,但在兴奋传递过程中,电位的变化总是一种普遍存在的物理现象。“基础”是了解这种高级运动形式必不可少的知识与步骤,但同时也说明“基础”并不等于解释了生命现象的全部含义,也就是说,不能把复杂的生命过程完全归结为力学的、电磁的和原子的简单运动,这样,就不至于把物理学和生命科学截然分割、看不到二者的共同性,从而敢于用物理学的基本理论去探索生命本质问题;也不至于过于简单化,看不到二者之间质的差别,以至忽视生命现象的特殊性。

著名的物理学家薛定谔,当他由于在量子力学方面的奠基工作而已经在全世界享有盛名的时候,1943年在都柏林三一学院连续作了几次讲演,题目叫做“生命是什么”。他用热力学和量子力学理论来解释生命的本质,提出“非周期性晶体”、“负熵”、“密码”传递、“量子跃迁”式的

突变等概念,用以说明有机体结构的特点、生命活动的维持和延续、遗传和变异的本质等等,对于推动生物学和物理学的结合起了巨大的作用。特别是他提出的遗传物质是一种有机分子、遗传性状以“密码”的形式通过染色体而传递等设想,对于五十年代初期 Watson 与 Crick 的工作,产生了极为重要的影响。Watson 和 Crick 具体分析遗传的主要物质基础——脱氧核糖核酸(DNA),提出 DNA 的双螺旋结构,从而奠定了分子生物学发展的基础。

薛定谔曾经说过,他宁愿放弃科学家的“高位”,敢于承担成为蠢人的风险,去探索存在于自然界的普遍性。人们不仅高度评价他在物理学中的具体成就,更尊重他为物理学和生物学的结合而指出新的途径的那种远见卓识。

再从生命科学的发展来看,生物学由于研究对象的复杂性,长期停留在现象描述的阶段。但是科学技术的发展使得有可能逐步从对群体、个体、器官、组织与细胞的研究,过渡到今天的分子乃至量子水平,这适应了解决生命本质问题的需要。只有深入探索机理,并且认识到物理与化学规律是生命科学基础的人才更迫切感觉到这种需要,并且在他们的呼吁和推动下,促成这种结合。在这里也举一个例子。A·Szent-Györgyi 在1932年就因其在酶学方面的成就而获得诺贝尔奖金,但在他的后半生却一再呼吁生命科学(包括医学在内)向电子(或量子)水平发展的重要性,他从自己几十年来探索生命现象本质的经验和体会出发,连续写了几本小册子宣传他的观点,并组织量子物理学家、量子化学家与生物学家之间的讨论和协作。他已85岁高龄,仍然不断仆仆风尘奔走各国,人们为了向他表示敬意,多次组织专门的学术讨论会。

薛定谔和 Szent-Györgyi 那样的科学家为数并不很多,在他们试图根据自己的认识谈论超出其本行专业范围的问题时,也往往遭到一部分人的怀疑甚至非难。但事实证明,正是由于他们看到了学科之间的共同性以及科学发展的需要才提出了他们的预见,这对于推动学科间的结合,打破学科间的界限,创造崭新的边缘

学科,特别是把生命科学推进到现代科学的水平,具有不可估量的作用。

生物物理学究竟是什么?关于这一问题认识是不一致的,有人甚至说,100个人将会有100种回答。所以会出现这种情况,除了前面所提到的边缘学科本身所具有的特点之外,还由于近三十年来科学技术的发展比以往任何时候都更为迅速,许多老学科本身也受到冲击并在不断前进的缘故。例如,DNA双螺旋结构和蛋白质空间结构的阐明奠定了分子生物学的基础,它迅速渗透到生物化学、免疫学、药理学、遗传学、细胞学和病理学等,带动了一大批原有学科向新的分子水平发展。这时往往出现一种现象,即在新学科还没有足够的时间形成本身的体系以前,其中某些方面已经有了一定基础,并和其它学科相结合造成了分裂的局面,分子遗传学、分子药理学和分子生物学的关系就是如此。与此类似,五十年代认为放射线对机体的作用、生物控制论和信息论、细胞的超微结构都属于生物物理学研究范围,目前也都以放射生物学、生物控制论、细胞生物学的名义逐渐独立。

从三十年的经验来看,单纯物理技术的应用并不能构成生物物理学。生物物理学是活体的物理学,它研究生命物质的物理性质——由分子间特异相互作用而形成的有序结构、半导体性质、液晶态性质与相变,以及电学的、磁学的、流体力学的性质。它还研究生命过程的物理规律——视觉、听觉、兴奋传导与肌肉收缩的物理本质;物质在体内特别是通过细胞膜的传输规律;能量的吸收、传递、储存、转换与利用;信息的传递、储存与加工,以及生物所特有的自复制、自组织与调节控制的物理基础等等。在物理性质与物理规律的研究中,很自然地广泛应用着各种物理技术以及其它技术。外界因素的作用,也只是从作用过程的物理(以及物理化学)本质而成为生物物理学的一部分。

以上只是作者自己的看法,是否全面有待大家共同讨论。

二、生物物理学的主要内容

生物物理学的研究内容十分广泛,为了寻求这门学科的理论体系,有些人从物理学的体系出发,把它分为生物力学、生物流体力学、生物热力学、生物电学、生物光学、生物磁学、辐射生物物理等等。也有人以生命过程为对象,把它分为视觉生物物理、听觉生物物理、肌肉收缩的生物物理、生物控制论与信息论、膜的生物物理、分子生物物理等等。不同的观点编写出来的教材或专著也各有特色。为了简单起见,可以按不同水平分为量子生物物理、分子生物物理、细胞生物物理和复杂体系的生物物理四个部分。这种分类方法是否恰当有待进一步检验,但从了解由低到高的各级水平的基本理论和相互联系是有益的。在这里准备按这种方法简要介绍其主要内容和目前发展的状况。

1. 量子生物物理与分子生物物理

组成生命物质的最基本单元是生物大分子,其中最重要的是蛋白质和核酸,此外还有脂类、糖、无机盐和水等等。因此,研究生命现象首先必须了解这些分子的结构、它们之间的相互作用以及由此而具有的物理性质与它们在完成功能过程中的变化过程即动力学过程。分子生物物理学就是在分子水平上研究重要大分子结构、物性及其与功能关系的一个分支,在分子生物学取得突飞猛进的成就的今天,分子生物物理学是整个生物物理学的主导方向,也是了解细胞生物物理、各种基本生命现象和物理因素作用的基础。

蛋白质和核酸都是由类似的更小单位组成的聚合物,例如蛋白质由二十种氨基酸聚合而成,核酸由五种核苷酸聚合而成。这种聚合不仅在一级结构中具有严格的顺序性,而且这种长链由于折叠和盘曲在空间上也具有一定的构象。显然,由于了解功能的需要,必先弄清结构。X射线衍射对晶态大分子结构的研究,使人们从五十年代开始就有可能根据衍射图样计算出大分子中各原子的排布规律,到目前为止,

结构已经研究清楚的蛋白质分子已超过 40 种(分辨能力优于 25 \AA),至于核酸则还只有一种,即酵母苯丙氨酸转移酶。近年来中子衍射技术的应用进一步帮助弄清了它们外围的氢原子的位置。值得提出的是,例如在血红蛋白的几百个氨基酸中,仅仅一个氨基酸之差,就能造成异常而导致镰刀型贫血症。由此可见生命物质的精确性。

然而 X 射线衍射的应用受到一定的限制;因为要求实验样品必须是晶态的。实际活体中的大分子并不都以严格的晶态存在,而且在完成功能的过程中不断改变着它们的构象,这就要求寻找适用于研究含水状态的、能瞬时给出构象信息的各种技术。六十年代以来,已陆续发展并应用了磁共振、激光 Raman 技术、荧光技术、圆二色技术等等,它们都从不同角度为结构甚至动力学的研究提供了部分信息。为了获得更多更全面的信息,需要有效地把各种技术结合起来,也还需要发展新的技术。

上面所提到的各种技术之所以能够获得应用,是由于它们所涉及的波段都和分子本身的各种能量状态相适应的缘故。对于分子能态的研究实际上涉及到电磁波谱的大部分波段:利用原子核无反冲 γ 吸收的 Mössbauer 效应研究生物分子中的金属离子;利用 X 射线研究晶态以及片层结构;利用紫外、可见、红外研究分子的电子与振动能级;利用微波与射频研究电子自旋与核自旋等。分子的能态变化是大分子接受、储存、释放与利用能量的过程中必然会牵涉到的事件。所谓生物能力学(bioenergetics)就是这样—一个分支:它既研究外界能源对机体作用的原初过程,也研究体内高能化合物——ATP 分子如何被有效利用的机理;既研究产生吸收的过程,也研究能量如何从一个部位向另一部位的有效传递,以及最终如何产生效应的问题。这类问题的研究不仅对生命过程的了解是重要的,而且在实践中具有极为重大的价值,光合作用就是一个很现实的例子。目前对光合作用的全部过程,除原初一些物理过程的细节之外几乎都已相当清楚,有人预言本世纪之末

将有可能全部弄清,对于新的能源开辟和所谓人工制造可供利用的食物将提供可能性。

对结构与能态的研究,目的还是为了解决功能。在蛋白质所执行的功能中,酶的催化机理成为当前研究的重点之一。体内所产生的许多化学反应,在体外进行时有时需要很高的温度和很大的气压才能完成。而在体内,在常温常压下,依靠酶的作用就能迅速、准确而且有秩序地完成。而酶的作用基本上取决于它的活性中心,活性中心及其余部分在催化过程中如何动作,各起什么作用还是没有解决的问题。关于核酸,一般都认为是遗传信息的载体。双链 DNA 的复制、核酸指导蛋白质的合成已成为大家所熟知的常识。但是双链解旋的启动力是什么?突变几率是怎样产生的?蛋白质与核酸如何相互作用而形成更高级的结构?在各种损伤因子作用下,什么情况下依靠什么因素得以产生修复?此外,机体中存在的水起什么作用?水以何种方式和大分子结合,在传递能量、物质与信息中如何起作用?这些都是分子生物物理还没有回答清楚的问题。

从以上所述也可以看到,分子生物物理问题的解决,在很大程度上涉及分子中原子之间、基团之间以及分子与分子之间的各种相互作用。而相互作用首先与外围电子有关。

生物分子间的作用也有强相互作用与弱相互作用之分,强相互作用决定分子的基本骨架,弱相互作用常决定分子的空间构象。所有这些作用都属于微观范畴,在这里只能应用量子力学的基本理论与方法。

量子生物物理就是用量子力学研究生物大分子及其行为的一个分支,它是分子生物物理进一步发展的迫切要求。自从 1970 年国际量子生物学会成立以来,几乎每年都举行有关的讨论会。由于近似计算方法的发展和电子计算机的应用,进展很快。它的研究内容涉及到许多理论和实际应用的方面,例如各种力的研究,特别是生物分子所特有的相互作用的研究(如抗原与抗体的作用、酶与辅酶的作用、酶与底物的作用等);由于大分子间相互作用而产生的蛋白

质和核酸的半导体性质的研究；能量传递的研究(能量传递的激子机制、电荷迁移络合物的形成、质子隧道效应等)；致癌物质的电子结构与致癌活性的相互关系、药物结构与药效关系的研究；突变机理的研究等等。

事实上，分子生物物理学中还没有解决的许多问题都已进入量子生物物理的领域以寻求解答。另一方面，从理论计算得到的结果，又必须和实验所得结果加以检验。因此，不能把量子生物物理看成是纯理论的领域，应用光谱、波谱等技术所作的实验本身就是这一领域的组成部分。由此可见，量子生物物理和分子生物物理之间的联系十分紧密，是分子生物物理向更深一个层次发展的实际需要。

2. 细胞生物物理

和分子生物物理比较起来，细胞生物物理发展的历史要早得多。随着分子生物学的发展，对细胞这个生命的最小世界的了解也更深入和全面，并有发展成独立的细胞生物学这门学科的趋势。因此，要分清什么是细胞生物物理、什么是细胞学是比较困难的，但如果遵循前面所提到的关于生物物理学的基本范畴，那么仍然可以得出关于细胞生物物理学的概念，即组成细胞各部分的物理结构、它所具有的物理性质以及细胞完成各种功能的物理规律。

细胞是最小的完整生命单元，它的外围包围着一层膜使之与外界环境相对隔离，目前又了解细胞内部的内质网、线粒体、细胞核以及其它细胞器几乎都具有类似的由蛋白质与脂类所组成的膜性结构。因此，关于细胞膜的结构与功能的研究显然占有极为重要的位置。近十年来，应用了电镜、X射线衍射、圆二色、电子自旋共振以及荧光等许多物理技术，提出为多数人所接受的膜的流动镶嵌模型，即膜在水性介质中以脂双层作为基本结构，蛋白质镶在其中，或者穿入、穿透脂双层膜(整合蛋白)，或者附着在其表面(表在蛋白)。这种蛋白质与脂相互作用所造成的膜结构，从分子生物物理的角度看实际上是一种凝聚状态。因此，关于膜中脂类分子之间、特别是脂与蛋白之间的相互作用；类脂

在不同温度以及各种条件下的流动性(或微粘度)；脂与蛋白在膜中的旋转与侧向运动的规律等就成为细胞生物物理学中的重要研究课题。例如应用荧光标记膜上的蛋白或脂，用强激光短时照射膜中一个小区使荧光物质漂白，停照后观察被漂白区以外荧光分子通过扩散而进入，从而使荧光恢复的方法(所谓 FRAP 技术)已经分别测出脂与蛋白的扩散速度。发现蛋白质从扩散来看有几种不同速度，有的根本不作扩散。这对于了解膜上蛋白与细胞内部的联系及其功能作用有重要意义。此外，膜在能量传递中的作用是细胞生物物理的又一重要研究内容，叶绿体与线粒体膜是两个研究重点，为此膜上蛋白质与其它成分必须以严格有序的方式组合，使电子能在氧化还原过程中有规则地运动。

为了更细致地研究膜的结构，目前广泛使用人工双脂层膜的方法，并将相应的蛋白质依次整合到此膜上，并与天然膜的功能相比较观察人工膜出现的新的性质。这类研究的重要意义在于弄清细胞功能的基本原理，也是研究细胞重组的第一步。

另一部分是关于细胞物理性质的研究，例如膜的晶态-液晶态及其相变；细胞对各种物质——水、无机离子、有机分子和药物等——的通透性的研究；细胞表面以及膜内外的带电性质的研究、铁电与压电性质的研究等等。这类性质直接和细胞的多种功能相联系。例如神经细胞之传递信息和膜兴奋时电位的变化有关，但目前发现膜和外部的水可以呈结合状态，这种结合水具有一定的结构、形状和体积。某些局部麻醉药物的作用及其药效，和从外部加压改变水的状态有平行关系。这就说明局麻药的作用是和它们对水结构的影响相关的。

细胞的运动、细胞的识别、细胞的连接和细胞的分化也同样都涉及许多生物物理问题，只是在目前发展的水平上，从物理学研究的深度不同而已。例如细胞识别(指细胞对于某种信号和物质的特异作用)无论在药物作用的特异性、抗体和抗原的特异相互作用以及激素使细胞内产生各种反应的信息传递方面都具有重要

意义。因此,研究这些特异作用不能不深入研究它们之间的构象关系和与相互作用有关的构象变化,同时更需要深入研究识别作用的三个基本环节:鉴别器、转换器和发送器之间的相互关系及其在细胞膜上的具体形式。在这方面所谓第二信使——环核苷酸的作用,是近年来特别受到重视的课题。由此可见,细胞生物物理以细胞作为对象,研究其生物物理问题一方面建立在分子生物物理的基础上,另一方面也是细胞水平上调节控制理论的应用范畴之一。

3. 复杂体系的生物物理

所谓复杂体系的生物物理是指把有机体或者有机体中具有一定功能意义的亚单位看作为一个整体,不着眼于其内部的细致结构,而研究整体表现的物理本质。其主要内容是体系的自动调节控制和自动复制以及机体作为一个开放系统的物理性质与运动规律。前者属于生物控制论与信息论的范畴,后者属于生物热力学的范畴。

生物控制论运用控制论的理论与方法,研究生物对象中信息传递、信息处理与控制的规律。它不仅考察系统的静态,更着眼于考察系统的动态,即系统的行为(也就是它的功能),从而构成能正确反映人体或动物体中功能的模型和理论。在生物系统分析方面,运用经典控制理论的工作已比较有成效,特别是线性系统理论。但生物学系统实际上几乎都是非线性的,一般说来,常常是一种多级控制、多回路、多变量的协调控制系统,系统之间存在着相互联系。目前应用计算机模拟的方法进行研究常能得到较有意义的结果,例如对机体中血压调节的研究等。近20年来发展起来的现代控制理论,包括状态空间分析、自适应与最优控制理论、白噪声法、数字信号处理、系统辨识和参数估计等新理论与新方法广为应用。在药物治疗、癌的辐射或化学治疗等的研究、人血糖水平精确控制研究等方面都取得了成果。在神经控制论方面,由于它的极端复杂性,过去在神经系模型、神经网络及其可靠性和感知机等方面进行过许多研究,为“学习”、“记忆”等的研究打下了一定基

物理。

础,目前正在迅速发展,这类研究终将为人类最高级的神经控制过程的深入了解和人工智能的开发提供线索。

在把经典热力学应用于生物体系时,最根本的问题在于不能把生物体系看成是一个物理学上的“孤立”体系,因此关于平衡态、熵增加的原理等等在一个不可逆的非孤立体系中就不能完全适用。恰恰相反,一个生物学体系,不论是群体、个体、器官、细胞都是一个必须与周围环境不断交换物质与能的体系,它的高度有序、有组织的状态正是生命过程得以进行、维持和发展的必要条件。不可逆过程的热力学就是在这种要求下发展起来的。近年来,主要由于 Prigogine 学派所提出的所谓耗散结构理论应被认为是这一领域的重大成就之一。这一理论认为,系统可以依靠熵输出来维持,熵输出越大,这个系统就越远离平衡态,它的结构也就越复杂。在远离平衡状态下的微小扰动将被放大,使系统进入不稳定状态,从而跃迁到一个具有更大熵产生即更大耗散的稳定状态。这就意味着新的秩序和结构的出现。这一理论为生物进化的物理基础的研究带来了希望。

复杂体系的生物物理尽管在理论上和方法上和微观的细胞与分子生物物理有很大的不同,但是所谓复杂体系既可以包括个体、群体乃至生物圈,也可以包括一些分子反应体系。在这个意义上,这三大部分也并不是没有任何联系的,只是处理问题的方法不同而已。

除了以上提到的四个方面内容以外,还应该提到外界物理因素对于机体的作用,包括从放射线、各种波段的光(激光也在其内),各种频率的电磁场、恒定电场与磁场以及声波、超声波、温度、压力等等。这些因素与生物对象的相互作用显然和对象本身的物理性质有关,从这些相互作用所引起的机体内的物理-化学过程往往能了解机体本身的结构、物理过程,也有助于了解防护或者有效利用这些因素,从而具有重大的实践意义。例如射线对机体作用的理论不仅说明了活性自由基的出现,而且利用电子自旋共振技术对自由基的检测还能够说明能量

在体内的转移以及利用能量转移达到防护的目的,或者有意识地增强辐射敏感性,达到治疗的目的。因此,这一部分内容在生物物理学中占有一定地位,目前还有向环境生物物理学发展的趋势。

三、生物物理学的发展需要更多的物理学家的参与

生物物理学作为一门近代独立学科的发展大致是在本世纪的五十年代,如果从国际生物物理学会的成立算起,则只有20年的历史。虽然在认识上有不一致之处,但从这门学科的各个方面来看,由于近代物理学与工程技术的迅速发展,国外三十年来的成就是十分迅速的。英、美、苏联等许多国家在很多高等学校(包括医学院校和农科学校)中都设有生物物理系(教研室);有的则和其它专业联合,如生化与生物物理、生理与生物物理等等,并且培养专业学生或研究生。根据侧重点的不同,有的设在物理系内,有的设在生物系内,也有的设在工程技术类院校,甚至在同一个大内兼有前两种性质或三种类型的系。不论那种性质,从对生物物理学工作者的要求来说,一般都要求有较好的数学、物理学、化学和生物学的基础。在研究工作方面,早期都采取物理学家(以及化学家)和生物学家共同合作的方式。他们在短短二十余年的时间里能够取得显著的发展,是和他们原来就具有各个方面的专家,并且相互渗透、交流和相

互学习分不开的。

虽然这门学科的发展需要有各种条件,但从各国的经验来看,物理学家和生物学家共同参与是一个极为重要的条件。从这方面说,我国当前最为欠缺的就是参加这门学科发展的物理学工作者数量太少,质量不够。这种状况已经引起了有关方面的关注,但仍然需要不断呼吁,希望更多的物理(和化学)工作者的参与。

物理学在其长期发展过程中已经建成为一门严格定量的学科,无论是从理论上或者技术方法上和生命科学相结合,都将使生物学大大向前发展。而在这种结合过程中,对物理学本身也必将带来新的活力。不可逆过程的热力学的发展就是一个例子,可以预言,在深入讨论生物进化的机理中,还将更进一步的发展。控制理论在活体系中的应用,对于推动控制论的发展也是如此。人们从高度发展的生命体系中将会学习到许多有用的知识。在技术方法方面,已经多次看到物理学对于生命科学的推动作用:显微镜的出现把生物学带到细胞水平;X射线衍射技术的应用,奠定了分子生物学的基础;量子力学方法的应用将更好地揭示出生命过程的精细结构与机理。生物学要求能够观察存在于活体中的动态的、即时的精细过程。为此,正从电子射线、X射线、超声、核磁等许多方面进行努力,但都还不能完全满足需要,还有大量工作可做。由此可见,物理学的各个方面都将能在生命科学研究中发挥作用。