

1979年诺贝尔物理奖获得者

温伯格与格拉索教授访问记

INTERVIEW WITH 1979 NOBEL PHYSICS LAUREATES-WIENBERG & GLASHOW

本刊记者

按：美国哈佛大学物理系教授温伯格（S. Weinberg）与格拉索（S. Glashow）教授因在弱作用和电磁作用的统一理论方面的杰出贡献，与巴基斯坦的萨拉姆（A. Salam）教授共获1979年度诺贝尔物理奖金。本刊记者特地走访温伯格与格拉索教授。他们对高能物理的发展趋势、治学经验和科技人员的培养等问题发表了许多精辟的见解。现将他们的谈话要点整理发表，以享读者。为尊重两位教授的原意，请读者不要作为原话引用，敬希鉴谅。在记者说明来意，并代表本刊编辑部同人及中国读者向他们表示衷心祝贺、他们对中国科学院发来的贺电表示感谢后，谈话即转入正题。

记者 可否请你们用非专业的语言介绍一下你们这次得奖理论的梗概？

温伯格 现在我们知道自然界有四种基本的作用力。有的为人所熟知，有的不那么太熟悉。人们认识最早的是万有引力，它使苹果掉下来落在地上，物体互相吸引。我们对电磁力的认识也很早：磁石能吸铁，电子靠电磁力束缚在原子中。到本世纪人们又发现两种新的作用力，强作用力和弱作用力，前者使原子核保持稳定，后者引起一系列放射性衰变，并在恒星能源反应链的某些阶段中起重要作用。日常生活中感觉不到强作用力和弱作用力，是因为它们的力程太短，强作用的特征长度是 10^{-13} 厘米，弱作用的力程更短。爱因斯坦就曾试图统一引力和电磁作用力，因为那时只知道这两种力。力图用简单的语言描述自然，用少量的原理概括复杂的现象，这是物理学家的一种“癖好”。现在已发展的统一理论符合爱因斯坦的精神，但方向稍有不同。不是

引力与电磁力的统一，而是电磁力与弱作用力的统一。这里的“统一”，是指电磁作用和弱作用的理论实际上是更深一层的理论的两个不同侧面。它本身既不是电磁作用，也不是弱作用的理论。

记者 请你解释一下“更深一层”的含义，你是否指规范场理论？

温伯格 是的。规范场理论是一种特殊的量子理论。本世纪的物理学有两次伟大的革命。一次是爱因斯坦的相对论，特别是1905年的狭义相对论，一次是二十年代中期由海森堡、玻尔、狄拉克、薛廷格、德布洛依、玻恩、约旦、泡利等科学家发展起来的量子力学。这两者的结合不可避免地导致量子场论。量子场论的基本观点是，把场而不是把粒子当成宇宙中最基本的实体，例如引力场，电磁场和其他场：电子场、中微子场……。当把量子力学应用于量子场论中，人们发现场的能量表现为分离的基元，或称“量子”（quantum）。每种量子对应着一种粒子，如电磁场的量子是

光子，电子场的量子是电子……。有些情况下，我们先知道场的方面，后知道其粒子方面，例如我们先知道电磁场，后知道光子。另一些情况下，又反过来。弱作用和电磁作用的统一理论就是建立在这种特殊的量子场论——规范场理论的基础上的。

记者 你是否认为将来可以用规范场理论来统一这四种力呢？

温伯格 这是大家都想尝试的。在这方面已经做了许多工作。大家期望把强作用也包括在这种规范场理论的框架内，即构成强作用、弱作用和电磁作用的“大统一”理论。下一步自然是试图把引力也概括在内。但是这里面有根本性的困难，因为至今还没有令人满意的量子引力理论。现在还很难预言这种理论将以什么形式出现。很可能要有崭新的想法来描述超短距离（ 10^{-33} 厘米）下的物理特性。这种情况下的引力很强，不再是微扰了。可能超出量子场理论和规范场理论的想法，甚至超出相对论和量子力学的概念。我

想，我们不能不采取一种非常开放的态度。

记者 那末，你看下一个十年高能物理发展的方向是什么呢？

温伯格 我想还有大量的工作需要做。不同的能量区域，都可能重要的发现，其中有一个能量区域正在开始被打开，这就是指下一代的加速器。除了下一代超高能加速器以外，还有许多不用超高能加速器的事情要做。如测量中子的电偶极矩，对研究电荷宇称守恒的破坏很重要，它不需要加速器，只用反应堆。甚至在长岛（Long Island）现有的加速器可以做一些长期得不到解决的问题，如 η 介子和 κ 介子的衰变模式。这是在向更高的能量推进时被忽视的一个重要问题。

记者 理论方面会有哪些重要进展？

温伯格 这很难预言。理论与实验不同。实验要花十年以上的时间筹集资金，建造设备，至少能说清楚，要做哪一类实验。理论则不然，真正能说清楚要解决哪一个问题时恐怕也把它做出来了。但是，理论方面会有重大的发展。有一类问题，例如量子色动力学，已经有了很好的理论框架，很可能是强作用的正确理论。问题在于如何得出正确的数学推论。这是一个数学物理的问题，有点像四十年代末量子电动力学已有理论形式，但直到五十年代才找出正确的解法。也许量子色动力学解决不了强作用的问题，但可以证明一些在实验上可检验的结论。如夸克的禁闭等。不能计算在低能强作用下的许多效应并不妨碍它成为好的理论。就如我们还不能准确地计算铁原子的许多性质，但我们毫不怀疑量子力学的正确性。另一类问题就是前面提到的大统一理论，还有量子引力的理论。这里可能需要很根本的突破，但也许只需要一个很小的启发。这正是物理学中常有的现象，现实世界中的问题都没有贴上标签，告诉我们它的解决是需要伟大的发现，还是只差小小的一步，是需要留给子子孙孙后代解决的难题，还是一

个晚上就可以找到答案。实验中可能出现预期不到的结果，那会反过来对理论有重大的影响。

记者 这些年来在理论方面众说纷纭，文献浩如烟海，如何从中挑选富有成果的课题，不把精力耗费在无意义的方向上？请你介绍一些经验。

温伯格 这个问题没有简单的答案，每个人的情况也各不相同。每人有自己的才能，应该根据自己的才能来选择方向。规定谁去研究什么问题，即是很笨的做法。我只能说我自己，我不喜欢做不需要大量计算以至于必须依赖电子计算机的问题。是的，许多最重要的问题，例如天体物理中的问题，如果不做



温伯格（STEVEN WEINBERG）

大量运算，是不可能解决的。我不做这些问题。甚至在处理量子场论问题时，如果它过于复杂（不是指困难，只是指令人生厌的复杂），例如像 S -矩阵这样的理论，需要对多复函数论有一定的掌握，我对这些懂得不多，所以也不做这方面的工作。

有些事你会愿意去研究，而另一些事你不愿意去研究。如果你过深地卷进一个你不愿意去研究的问题，那将是一个错误。因为你若对某些事特别感兴趣，这至少显示出这些事可以适应你的才能。强迫自己去去做自己不喜欢的东西，是一个

很大的错误。

记者 照这样看，你是否认为美感与简单性是一个指导原则？

温伯格 是的，我喜欢做能够找到简单的、优美的解的问题。但是当我开始工作的时候，我并不知道会不会得到这样的解。有时候与愿望正好相反。我想，这有点像目前量子色动力学（QCD）的情况。很多人正努力地工作，试图以QCD出发预言一些事，算出例如说质子的质量。已经开始的某些方向可能是正确的。例如一些人研究多瞬子（instanton）系统，另一些人研究格点规范等等。可能他们是对的。但如果真是这样，那么这些办法是非常复杂的。复杂到我想我自己做不来的。我喜欢E. Witten的想法，QCD里大 N （内部自由度维数）近似，这只是一个感觉，这里会有一些简单、漂亮的东西。实际上当't Hooft 开始讨论这些问题的时候，就很简单。可以用几行字在黑板上解释的。

记者 你觉得哪些是科学家必须具备的素质？

温伯格 这个问题同样因人而异，不同的人可以按不同的途径达到很高的成就。每个理论物理学家都必须具备一定的数学才能。这并不是说数学最好的人就会是最好的物理学家。很重要的一个素质是“进攻性”（aggressiveness），不是人与人关系中的“进攻性”，而是对自然的“进攻性”，不要安于接受书本上给你的答案，要去尝试下一步，尝试发现有什么与书本不同的东西。这种素质可能比智力更重要，往往是区别最好的学生和次好学生的标准。当然，必须付出大量的艰苦劳动。当我说一个计算容易做，正是因为我做了大量的尝试，经过多次失败，最后才成功了。当然，科学家还应具有许多其他重要的素质。最好能有哲学上的独立见解来指导你的研究。这样你的工作才能有一致性。有时你会发现必须修改旧的看法，那也不要紧，但不能没有看法。在 S -矩阵理论盛行的时候，对这方面有兴趣的人大都持有一定

的哲学观点，这是非常好的。他们的哲学是在任何科学领域里，绝不考虑不能直接测量的东西，因此他们放弃了量子场论，而只谈 S-矩阵元。虽然其后发现有比 S-矩阵理论更好的处理强作用的方法，但如果当初他们没有这样的哲学观点，他们不会做这样大量的工作。

记者 人们常谈论物理的“直觉”，这东西似乎很玄妙，只可意会，不可言传。能否请你们谈点切身的体会？

温伯格 这是很重要的，但我并不真正知道它如何起作用。首先要有一个哲学观点去指导，就如你们在中国相信粒子由粒子构成，粒子又由粒子构成，叫层子模型。有这个想法是好的，虽然我个人并不这样看。另一个重要的因素是经验，你试验过各种事情，在许多领域里工作过，知道哪些行得通，哪些行不通。用物理学家的语言说，也就是哪些“自然”，哪些“不自然”等等。渐渐地你学会鉴别一些只能解释少数实验事实的理论和另一些有很强的预言能力的理论。当你一直在思考物理问题，试着做什么事情去解决这些问题时，你会有很多想法。你会说这与我的感觉与我的哲学吻合，看来是可以成功的。这其实是由你的经验在一个说不出的、非逻辑性的、潜意识的层次里活动。你是在用自己的经验。你的经验，还有你从别的物理学家的的工作过程中了解到的经验。我有时想，唸一唸科学史是很有用的，你可以了解科学家们如何走了那么远，然后停了下来，没有走下一步；走到偏的方向是多么容易。所有这些，你读的、你试着去做的和想的，形成了你脑力活动的一部分。不管你是否想到它，它总在起作用，这并不神秘。我想，这很像乒乓运动员，当他把球击回去时，他并不去想如何打，他已经打过很多次，每当球向他飞过来，他整个的身体自动地作出反应。因为他已对这种局面见得多了，他全部的经验给他做准备，把球击回去。实际上如果他还要想想的话，那么他可能已经失去了这个球。在

某种程度上，很像这种练习。科学的直觉是建立在经验之上，不是能够直接说清楚的。

记者 它们都是经验的总和。另一个有关的问题也是令人深思的。照你上面讲的精神，该如何培养年轻人更早地开始科学性的思考，经常向自己提出问题，并试图形成某种哲学的思想体系？这就牵涉到不同的教育体制与个人成长的关系。你如何评价美国的教育制度在训练一流的科学家方面的短长。

温伯格 美国教育制度的优点之一是有很大的灵活性。我们这里有一位年青的物理学家，他原来在大学读历史，最后一年发现对物理有兴趣，改学物理，现在很有成就。

科学家一个很重要的素质是对于自然的进攻性，不要安于书本上给你的答案，要去尝试下一步。各种素质可能比智力更重要，往往是区别最好的学生和次好的学生的标准。

排选人不能只靠考试，因为考试只能考出一定范围内的知识，要注意思路活、敢于创新的素质。

在我妻子任教的法学院里，有些学生已经得了物理博士学位。不能单纯地把转行看成是浪费。如果一个在物理上有才能的人硬要强迫他学历史，那才是浪费。我在中国访问时，曾向科学院的秘书长建议，不要试图把每件事计划得太周到，管得太死，要留变化余地。不要过份严格分配哪个领域里有多少科学家。不能像政府官员那样来管理科学家。有的人转行做别的事，与国家当前需要的不一样，看起来似乎是浪费。实际上，更多的人由于喜爱自己的工作，将会在工作中更努力，对国家、对社会只会有好处。

第二点是不要过分相信考试。研究生都要修一些课，考一些试，

但主要不看这个，还要看他参加讨论的情况，有没有写过些文章，研究做得怎样等。在美国没有非常大的考试，例如让学生坐下来考一个星期。我们不相信考试可以显示这个人有多好。到研究生院，学生要通过“资格考试”，表明对基本物理有一定掌握后才能做研究。但是考试只是一个入门，考得很好并不是最重要的。在美国能找到最好工作的不是成绩考得最好，而是研究工作做得最出色的人。我想在研究生课程方面，各国的编排可能没有多大差别，重点是做论文。美国学生可以自己选题目，选导师，导师也可以自由选学生。这样自然的组合，做出工作来，对学生是很好的经验。

至于上课的差别大概是：在美国，学生可以比较自由地发问。要注意培养学生批评文献、批评讲演，批评前辈的能力，与他们“斗争”。

美国和欧洲传统的欧洲大学的另一个差别是美国的教授与欧洲的有些不同。在美国任何人成为教授而得到永久职位以后，他们的称号都是教授，大家是平等的。在欧洲，一个研究所只有一个教授，尽管别人也有永久职位但却得听他的。有时这教授是一个伟大的人物，如 N. 玻尔 (N. Bohr)。他指导每一个人走向正确的方向，并把人们组成了一个很好的集体，做出极好的工作。有时候，教授是个老“官僚”，mandarin。他提不出任何想法，也不知道他自己已落后了 20 年或 50 年。这是很糟的。我想欧洲正在从老的教授制向美国的变化。罗马大学的物理小组就非常活跃，小组里互相争论，做不同的题目。

记者 照你们看，培养一个优秀科学人才的“关键”是什么？

温伯格 我想关键在于让年轻人停止当学生，开始成为物理学研究者。是的，每个人都从学生开始，你修课，教授告诉你读什么，给你问题，但是你知道他不会给你一个没有答案的问题，而且问题都与课上讲的有关系。在现实世界里却完全不一样。首先不知道问题在哪里，能不能解决也不知道，用什么办法

解决更不知道。为了帮助学生完成这个转变,在一定阶段要停止上课式的教学,转到不按部就班的学习。还没有教学生A、B、C……就要他们去学Q。到了发现为了学会Q必须懂得M时,才返回来学M。我自己有切身的体会。大学毕业后我到欧洲去了一年,原想带一些书到玻尔的研究所去读。去了以后,他就让我做 α -粒子衰变有关的研究。那时我根本不懂原子核,就先学核物理,直到最后还没有搞清楚问题在哪里。后来又换了一位导师。做了一篇关于李(政道)模型的论文。这篇文章并不重要,大概总共被别人引用过两次。经过这一年,使我后来进普林斯顿大学当研究生时,就已懂得了重要的不是听课,而是要懂得更多的物理。通过研究来学物理。

记者 这样培养学生,对老师的要求更高了。有些国家的研究机构是与学校分开的。美国则大部分合在一起。你们觉得各有什么利弊?

温伯格 教研分开的制度是非常糟糕的制度!从两方面来说都不好。研究者失去了从与学生的接触中所得的启发。反复地向学生讲解自己知道的东西,这是非常有价值的。如果我失掉这个机会,我会感到非常遗憾。另一方面,教授不作研究就不能使学生了解学科的全貌,不能告诉他们什么问题已经解决了,什么问题还没有解决。我力图告诉学生哪些问题是复杂的,但不一定是最重要的,哪些问题是我自己也不懂的。我想教授应当给学生的不只是材料,而是一些关于学科状态的观点。我们站在什么地方?问题看上去是什么样,其实又是什么样的。这就是为什么教授自己一定要做研究的原因。有不少教授教量子力学,懂得量子力学的教材,但自己从未做过研究。这就失去了对这个领域的透视——什么是重要的,什么是不重要的。

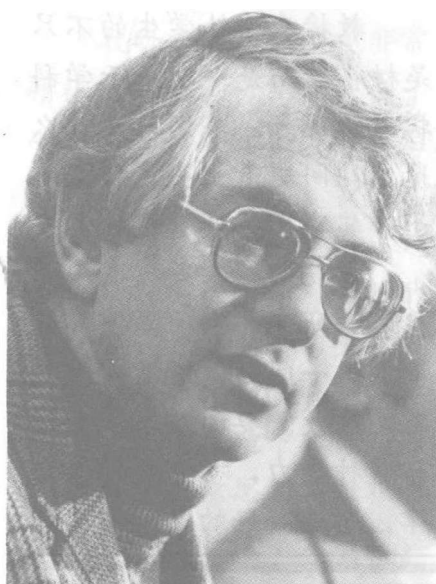
二十世纪以来,美国很少有独立于大学以外的研究所,我们没有专做研究或专教书的教授。我最近访问了一个国家,物理系和物理研

究所互不来往,教书的不被请去听报告,做研究的也不被请去讲课。

在波士顿,我们有哈佛、MIT、布兰戴、东北大学、波士顿大学等。人们总是从一个学术报告会到另一个。我想有些国家一个大学自己是一个世界,如果你在X大学作一个报告,同一个城Y大学的人就不来参加。Y大学要把你请去才行。最好的办法是让每一个人安排自己,并且决定我今天想去访问某大学的朋友,听听他们有什么想法。这些事不能由政府官员来计划,这是一种可能导致进步的积极科学活动。

记者 你的意见很有价值,谢谢。

温伯格 谢谢你们。



格拉索(SHELDON GLASHOW)

记者 温伯格教授刚向我们叙述了这次获诺贝尔奖的理论大概,我们不想花费你的时间复述了,但请你谈谈统一场论的前景。

格拉索 统一包括引力在内的基本作用力看来不易,也没有定规。但要统一电磁弱作用和强作用,似乎成功已在望,也就是基于SU(5)规范场的大统一理论。验证这个理论的一个重要效应是质子衰变,现在世界上已有若干实验组在进行测量:欧洲一组,美国两组,实验是在地下矿床进行的,填水后用光电管测量质子衰变时放出的车连可夫(Cherenkov)辐射。这类实验费

用并不太贵,五十万美元的装备就差不多了。预计三、四年间即可测出结果来。这种实验的意义深远,是粒子物理的前缘,费用比加速器少,而结果将会有趣得多。中国建加速器对训练科技人才也许有利,但从经费和时效算来,像地下矿井这类高能粒子实验室实在更值得发展。

记者 照你看以后这十年间高能物理会有些什么新发展?

格拉索 在实验方面,我们可能已走到尽头了,相信我们将发现温伯格-薛拉姆理论预测的 W 和 Z^0 粒子(传递弱作用的媒介粒子)。在CERN和Isabelle建造中的原子碰撞加速器或电子正电子碰撞实验将测到这些粒子,还有可能测到 t 夸克或Higgs玻色子。再往下继续提高能量,能否带来新的发现,就很难说了。一些科学家从理论上提出怀疑。可能在不久的将来,说廿年吧,以加速器研究粒子物理的时代将成为过去。假如质子衰变现象在矿井中被发现,这将带来一个崭新的局面。以后的粒子实验,可能会变成在加大和改善探测器上下功夫也说不定。在地下矿井中可以进行的有意思的实验很多。比如说测量中微子的质量,比较两种中微子:一种往地下,另一种穿越地球再回来,将可量出其质量,从这里可以算出不同中微子间的混合度,是验证最近一些理论的有力凭据。又如测量一些还未被发现的重粒子衰变——估计地球中有 10^{-12} 含量的重粒子,利用矿井实验测量这些不稳定带辐射性粒子的质谱,或会导致重大发现。

记者 这有点像十九世纪末发现 α, β, γ 射线而带来核子物理重大变革一般。

格拉索 是有点像这样。但有一点不同:Backerell等观测到的辐射是偶然碰巧,但当前的观测并非偶然事件。

记者 当前的实验大多是验证理论的推测。照你看以后有些什么重要的理论发展?

格拉索 看来让像我这样一个

理论物理学家去讲实验的发展相当容易，讲理论的发展恐怕让搞实验的去讲会容易些。在昨天的讲演会中我们听到一种理论，认为世界是由六维空间组成，四维是实在的，剩下的两维自相绕合成一个小球。目前由法国 J. Sherk 提出的这种叫做“自发闭合” (spontaneous compactification) 的理论，看来虽怪，但可能是建立包括重力场在内的统一场论的起点。

另一种是近年来相当盛行的“超重理论”(supergravity)，能统一自旋从 0 到 2 的费米和玻色粒子，还预测自旋为 $3/2$ 的引力微子 (gravitino) 的存在。其他还有一些新奇的理论。目前我正在研究的一种理论叫做“多余重复法则” (superfluous multiplication)：我们看见世界上有电子，同类重一点的有 μ 轻子，再重一点的 (预测) 有 τ 轻子。其他许多种类都有三层重复的现象，有点像美国童话里三个熊：熊爸爸、熊妈妈和小熊仔一样。为何所有基本粒子类别中都存在三重性？

记者 你能否较详细一点解释一下你的想法？

格拉索 其实很简单，正如美国社会上一般认为好的必然要大，而且越大越好一样，我们现在有了以 $SU(5)$ 为规范群建立的大统一理论，(GUT-grand unification theory)，结果还不差。以后就会向更大的群发展， $SU(10)$ ， $SU(50)$ 。谁知道该大到何时才了。

记者 你一向擅长于用群论，甚至可以说群论是贯穿你工作的一根主线。有鉴于目前各流派理论混杂，名目繁多，如何找到一个中心思想，掌握研究发展的主流，是很值得探索的问题。可否就你的经验谈谈。

格拉索 对你这个问题可有几种答法，也包括不能作答在内。照我看，有几项必要条件。除了充份的物理知识外，应当有必要的数学根底，掌握如群论、微分方程、几何或拓扑学等。更重要的是要有鉴赏力 (good taste)，我看这就是你问

题的意思吧。也就是说：在着手研究一个问题前首先鉴别这一问题是否有足够的意义导致重要的结果。要培养这种能力，首先要勤奋、自律，还得有好的导师指引。别人要是说我有一点鉴赏力，那我可能是从追随的老师于连·施温格 (Julian Schwinger) 处得来的吧，这位杰出的鉴赏家的老师是 Rabbi，也是一派宗师。你或许会注意到，不少知名的科学家都是从名师出身的。

记者 在名师不多的环境下，如像在一些发展中国家的年青人，那又该怎样？

格拉索 一些发展中国家，包括一些发展得相当先进的国家如中国，都派一些留学生到科技比较发

教授应当给学生的不只是材料，而是一些关于学科状况的观点。我们站在什么地方？问题看上去是什么样子的？其实又是什么样的？

重要的是要有鉴赏力，在着手研究一个问题前首先鉴别这一问题是否有足够的意义导致重要的结果。要培养这种能力，首先要勤奋自律，还得有好的导师指引。

达的国家去学习、研究，这是好事。他们在跟随好的导师学习一段时间后，将来自己也可以成为一派宗师，自己带学生发展下去。

记者 你强调名门宗师的作用，不是有点像捧明星这种玩意吗？

格拉索 是有点这个意思。你看在美国一流的物理学家不大都出自名师的栽培？名师如费米 (Fermi)、施温格 (Schwinger)、特里曼 (Trieman, Weinberg 的老师)，Wheeler (惠勒，Feynman 的老师)。他们当年的弟子有不少自己已发展成为一派宗师。自然，像这样的名师也不多见。

记者 就你个人的经验而言，要发展成一位杰出的物理学家还应

具备一些什么条件？是否在成长过程中有某些变化，使你对自己的观点和工作倍加信心？

格拉索 我并不觉得有这样明显的一个变化过程。就我个人的经历来讲，我做研究生时并没有多大自信，我的论文做得还可以，但谈不上杰出。我当时知道自己可以成为一个成功的物理学家，但绝不曾想到以后会有任何伟大的成就。1961 年我在哥本哈根时写了这篇赢得诺贝尔奖的文章，当时我也不见得特别有自信。从 1961 年以来我还做了一些其他的工作，但都和这个奖没有直接关系。那时我还是一个生手呢？另外一个例子是我和 Coleman 早期合作的论文，现在叫做 Coleman-Glashow 式子，他和我那时都不见得特别有自信。可见并不是有了自信才会做出好工作，反而是做出了成绩才会带来更强的自信。

记者 照你看有些什么因素使你有别于一般的物理学家？

格拉索 我不知道是否有这些因素，我也不觉得自己怎样特别。我很小就对科学有兴趣，十岁时受我哥哥影响。他在二次大战时当空军，向我解释空投炸弹的力学原理，我听得津津有味。从那时开始我就对科学特别感兴趣。我看要培养人才应从小开始，像在中国，可以从城市和农村里广泛物色十岁上下的爱好科学的青少年，给他们良好的中等教育。挑选人不能只靠考试，因为考试只能考出一定范围内的知识，要注意思路活、敢于创新的素质。或许通过乡邻村里的传言推荐会更有效。

记者 这样从小就分出来，决定以后前途，恐怕不易办到吧！如何正确识别才能和天分？

格拉索 我只是说要鼓励青少年爱好科学，不要埋没人才，没有说要给他们特别的优选和待遇。我就不是什么特别挑选的。我上的学校也照学生的程度分班，但这样做只是让学生较容易学习，而且每年评定班级，本来在慢班的因学习得好可以转快班，快的也可以转慢。

并没有特别标榜或炫耀突出的学生，也没有把学生从小就分类，准备将来做律师、做医生、做科学家或其他。主要是让学生自由发展，独立思考，他们可以循自己意思选择学校和将来准备攻读的学科。我中学选择上的是布朗士科学中学（Bronx Science High School），有一个入学试，大约收四分之一人。与我同班的有 Weinberg 和 Feinberg（现在哥伦比亚大学物理系任教）。让这些年青人在一起互相攻错，这样的效果比老师教学生要大得多。学校、家庭对这些年青人都不加任何压力。我父母鼓励我上进，但从不强逼我做任何事。

记者 有了好的开始，在以后大学和研究院里的教育还需要一些什么重要的条件才能造就出好的科学家？

格拉索 因素很多。举一而言：不要专得过早。在欧洲一些学制下，入大学后就专读一门。美国大学课程有一半时间要选专科以外的科目，我就选过音乐、东亚历史、法文、文学、和电焊工等。到入研究院后一般人才专心攻读本科。这种通才教育对学生帮助很大。

记者 学这许多其它科目对搞物理有帮助吗？

格拉索 我想是有的。往往许多物理问题的解答并不在物理范围之内。涉猎多方面的学问可以提供开阔的思路，如多看看小说，有空去逛逛动物园也会有好处，可以帮助提高想像力，这和理解力和记忆力同样的重要。假如你从未看过大象，你能凭空想像得出这种奇形怪状的东西吗？

记者 难道你从大象身上就能想出 $SU(5)$ 规范场的理论吗？你这样讲在一般意义上容易理解，但对物理研究能起多大作用？

格拉索 当然这只是一种比喻。我这样讲，听起来是有点奇怪。但往往在我们研究物理问题时，会诉诸现实世界的各种形式。对世界或人类活动中的事物形象掌握得越多，越有助于抽象思维。我现在讲的带有两个层面的意思：通才教育

会有助于个人全面的成长，也有助于物理或任何科学的研究。

记者 通才教育当然好，但对一些资源短缺，人力有限的发展中国家讲来，是否不易做到，而且会流于浪费？

格拉索 国家当然有一定需要，如工程师、医生、技术人员等。但我看训练工程师、技术人员和训练科研人员的要求不一样，方法也不同。好到一定程度的工程师，尽可以大批培训。但对搞文科、理科研究人才的培养就需要不同照顾，让他们活动范围大一些，对他们要求松一些。

记者 在培养学生上，老师自然应负起很大的作用。但老师自己

教研分开的制度是非常糟糕的制度。研究者失去了从与学生的接触中所得的启发。

可能在不久的将来，以加速器研究粒子物理的时代将成为过去。以后的实验便不完全在加大和改善探测器上下功夫。在地下矿井中可以进行的有意思的实验很多……，或会导致重大发现。

从事教学和科研这两方面的活动，往往由于时间或其他因素，不容易兼顾。做研究的不愿多教课，教学的若只教不研，自己跟不上新发展，学生也学不到新东西。对这种现象我们应持何种态度？

格拉索 美国大学和研究院中，教授对教学和研究是同等重视。但有些欧洲的大学把科研和教学分开。在师资训练方面，准备在大学教书的人接受的训练往往比准备做研究的要低一级，我认为这是一大错误。应该让大学生、研究生、年青教授和年老教授同在一处工作，不要把研究院另设于大学以外，隔得老远的。假如既存制度已经是这

样分了的话，应设法改一下，在校任教的老师应加强科研，在科学院的研究员应到学校去兼一些课，带一些学生。一个星期教三节课，应不为多吧。你们在中国的教授普通一周授几小时课？有廿小时吗？

记者 据我们了解，大学教授教课有少至三小时的。

格拉索 科学院只搞研究这种制度还有一个弊病是：科学家从事研究的黄金年龄一般在 25 至 45 岁——当然我还会继续研究五十年、在此以后会逐渐衰减下去。在学校还可以多教教书，带些学生，再老一些就去做些行政工作。各尽所能，贡献一样。但在纯搞研究的机关里（research institute），多数人在年纪大了以后不做事，这不仅浪费，而且白占去一些职位，使年青人上不来，岂不可惜。

记者 中国近年来大批派学生学者到外国学习研究，对此事你有什么看法？

格拉索 这是件好事。多派学生出国学习，只要国家经费足够，我看是好事。派研究生出来，五年十年以后就可以自己建立个基本队伍，以后就无此需要了。日本科学家现在已自成队伍，派出来的研究生已少多了，经常只要有少数人出席一些国际性学术会议，保持联系就行了。哈佛每年接受全世界学生申请，研究生从第一年起一般就有助学金，当助教或助研。假如有中国学生申请，我们会一视同仁都欢迎。

记者 谢谢你的好意。时间不早了。听到你许多精辟的见解和良好的建议，让我们代表编辑部同人和中国的读者向你致谢，并再度祝贺你获得诺贝尔奖这个莫大的荣誉。

格拉索 谢谢你们的访问，并请求给我拍发贺电的中国科学院负责单位转达我的谢意。 完