



人类与科学



科学文明中的人类

人工自然

我喜欢冬天。这是因为，尽管人在冬天会产生某种程度的身体倦懒，但不会像炎热的夏天那样有头脑昏昏沉沉、反应迟钝的感觉。大概是，适当的低温会对大脑细胞的活动产生必要的刺激吧。尽管我不十分了解“应惧夏天而远之，敬冬天而近之”这一中国古训的深刻含义，但我还是比较喜欢自己对它的理解。

一到冬天，为群山所环抱的京都街道，没有一丝寒风而显得格外干冷，当然也没有台风来袭的担心了。即使到了冬天，许多树木仍保持绿叶长在，苔藓也不会枯萎仍厚厚地覆盖着地表。一般地，我出国访问的目的地大都是欧洲和美国，并且都是中部或北部地区。在那里，冬季的日子显得特别的单调和寂寞。

在灰色的天空下，暗黑色的落尽树叶的枯枝孤零零地显露出来。对于期待和盼望夏日阳光的欧美人来说，应该是特别希望冬天能够早一点儿过去，而尽早沐浴夏日的明媚阳光。

即使是喜欢冬天的人，也不得不忍受以往冬天的严寒给皮肤带来的不舒适感。但是，近些年来持续出现暖冬，而为房屋或人体取暖所需的各种设备也发展、普及起来，人们不再需要忍耐严寒，所以就爱好冬日了。对于被缝隙中吹进来的寒风冻得瑟瑟发抖而将身体蜷曲在一起，不得不将手放到火盆上烤着火的人来说，严寒的冬天是很严酷难捱的日子。但严冬对于钻到电热毯中的人来说，则是很正常的日子。当然，这完全是得到科学文明恩惠的结果。

但作为代价，在现代人类与自然之间产生了距离和隔阂。科学文明在使人类的生活变得日益舒适和方便的同时，却介入到人类与自然之间，减少了两者的直接接触的机会。当我于 10 多年以前，在欧洲的城市中度过公寓生活时代时，就深深地体会到了这一点。如果总是生活在钢筋水泥建造的房间里，走到外面也都是水泥铺设的道路，这就会使我们特别地眷恋土地，留恋花草茂盛的庭院。

即使是在科学文明远不发达的久远年代，也有人不喜欢经过人工改造过的自然环境。在东方，以老子

和庄子等人为这种思想的代表人物。其后，无论是东方还是西方，也不论是文明发展的各个阶段，都不断地、反复出现过“回归大自然”的观点和主张。无论我们考察任何一个时代，在当时人们的内心深处都潜藏着，不喜欢人类文明过分干涉和妨碍人与自然直接接触的心态。

但是，自然环境的天然状态，对于人类来说并不是一切都安排得合合适适的。大自然对于人类来说，既是应该精心呵护的对象，同时也是应该敬畏的对象。为了呵护人类，科学文明从大自然中索取了过于苛刻的奉献。现在即使是抛弃文明而回归大自然，大自然也决不会轻易原谅人类的愚蠢行为。

不仅如此，人类肩负有或迟或早产生科学，并推进科学向前发展的历史使命。如果没有古希腊自然哲学家的话，大概科学的产生和发展将会被大大推迟吧。同样，如果没有近代的欧洲科学家们，恐怕也会产生类似的结果。但是，即使假设没有这些科学家的话，科学也迟早会在我们这个地球的某一个地区诞生并得到进一步的发展。在科学诞生后的发展初期，各种适合科学发展条件的具备和初步完善是很必要的。伴随着科学在某些地区发展到一定的程度，科学文明将会发展至某一阶段，这样就可以比较容易地转移或传播到其他地区了。这样一来，就像水从高处流向低

处那样，科学文明就会或早或迟普及到地球上的各个国家和地区。这一过程具有不可逆性的单方向运动的机制。

科学文明具有如此强大的渗透力的原因之一是，它原本就不是与大自然截然分开和对立的。其实，科学文明原来不外乎是潜在于自然界中的各种各样的可能性，是人类从中得以发现并将其现实化而已。从这一意义来讲，所谓的文明即人工自然。通过人类的大脑和双手创造出来的人工自然，对于人类来说当然期望它能够适合自己的各种各样的需要。实际上，人工自然介入到天然自然与人类之间来，在大多数情况下都给人类带来更加舒适和便捷的生活。

但是，就像天然自然对于人类来说，既是应该呵护的对象，同时也是应该敬畏的对象那样，人工自然也是需要呵护和敬畏的对象。由于科技的发展空调器迅速普及起来，从而使得人们可以不需要担心因为酷热的夏季会大大降低大脑工作效率的问题。我自己也像喜欢冬天那样，变得喜欢夏天了。另一方面，人工自然也逐渐变成需要呵护和应该敬畏的对象了。我们在喜好汽车的同时，也必须防患交通事故。我们在希望利用原子能发电的同时，也非常担心核战争的爆发。对于人类来说应该是提高生活水平和质量的文明，却为什么同时具有天使和恶魔的两面性呢？这是

一个我们必须加以深刻思考的问题。

X 射线

对于现代的人们来说，已经对科学报道有些厌倦了。通常，一些一般性的新闻已经不太容易引起人们的格外关注了。即一般性的新闻已经不能引起人们的好奇心了。这种情况到底是什么时候开始产生的呢？实际上，在每天的新闻中几乎都有关于科学的报道，这也只是近来才开始的事情。

比现在更早的时代，例如距今 35 或者 100 年以前，那是一个偶尔才有关于科学报道的时代，在今天我们已经很难想像当时的年代了。但是，在那种年代中，尽管关于科学的新闻报道很少，但为数不多的新闻，似乎却给人们带来远比今天的科学新闻所能够给人们带来的要大得多惊奇。而且，似乎平时对科学漠不关心的公众即使是一时也好，却因此而对科学产生出强烈的好奇心。在这样的科学新闻的报道中，大概最重大的事件就是关于 X 射线的报道了。

伦琴发现 X 射线是在 1895 年的年底，比我出生要早 10 多年。当时，在日清战争刚刚结束的日本，关于 X 射线的新闻以怎样的速度传递，一般的公众会产生出什么样的反应呢？关于这一问题，像我这种

年龄的人是无法揣测的。由于那是一个社会生活节奏很迟缓的年代，一般的公众欠缺科学方面的知识和修养，故当时对 X 射线具有好奇心的日本人很少。而要培养公众在科学方面的修养，则需要经过相当长的时间，所以，我茫然地想像当时人们对于 X 射线的新闻会表现出什么样的冷漠态度。

但是，在几年前，岛津制作所的铃木经理送给我一本名为《X 射线的故事》的小册子，读后大吃一惊，当年的实际情况与我的想像大相径庭。这本小册子的内容是 1896 年 7 月，村冈范为驰博士应京都府教育会的邀请所做的演讲笔记。在伦琴发表关于 X 射线的研究论文仅半年以后，村冈博士就已经应邀进行面向社会公众的科普演讲了。这本小册子的初版于 1896 年 8 月发行，在其序言中写道：“这是一本特别适合于中小学教师的好书。”由此可以断定，如果当时京都的中小学教师不具备一定程度的有关 X 射线方面的知识的话，将会感到非常为难。因此，可以推测，当时无论是成年人还是小孩子，都抱有远比我们今天可以想像的要强烈得多的好奇心。

在该演讲的结束部分中，村冈博士讲了这样的话（但为了读者方便，将一部分汉字和假名用法以现代方法进行标记）：这一发现以极快的速度向全世界传播，到今天该发现问世才仅仅 6 个月，可是世界上已

经几乎没有人不知道这一发现了。三宅秀君曾经将世界医学新成果介绍到日本来的时候，还在叹惜至少需要经过 3 年时间才能普及。可这一次 X 射线却以邮政投递的速度迅速传播，实在是奇迹。一方面还存在着，见到玻璃酒瓶就感觉非常新奇的未开化的人；另一方面，竟然出现了可以透视人和牲畜骨骼的大发现。我们生活在一个丰富多彩的世界中，实际上这也是一个充满希望的世界。”

这本小册子中还刊载有，横滨的一位商人拍照的人手的 X 照片。而当时，连东京大学也还没有可以拍摄 X 照片的 X 射线装置，只有第一高中和学习院大学刚买进这种装置。当时，人们甚至还不知道 X 射线与光同为电磁波。村冈博士当时还是第三高中的教师，第二年他成为刚成立的京都大学的教授。在我进入京都大学读书前很久，村冈博士就退休了。也是偶然，当时我们一家住的房子正是村冈先生曾经住过的。对于人们的反应应该如何看待的问题，在我读过《X 射线的故事》之后，现在更加强烈地意识到必须加以考虑的是以下两点。

首先是，那些平生从来没有对科学产生过任何关心的人们，他们在接触事物时对于科学表现出的反应。此时，他们的直觉这一功能根据不同情况，甚至比大部分科学家还要来得深刻和敏锐。一般地，人们

都会被 X 射线可以穿透人的身体这种神奇功能所吸引。但是，即使是自己没有意识到，其后也会产生对事情价值的评价。而且，X 射线的发现实际上是物理学领域产生革命的开始，至少也是先兆。X 射线发现后仅仅二三个月，铀的放射性就被发现了，不久又发现了电子。由于这些发现，促使量子论、相对论得以产生，从而推动 20 世纪初期的物理学产生了革命性的变化。

其次是，关于科学的观念的变化。60 年前的科学并不像今天这样，其成果渗透到人们的社会生活的方方面面。当时，科学家的人数也很少，并且与社会的交流也不多。但是，也正是因为这一点，科学对于人们来说就是不断喷发的、充满了新鲜感、新奇感的涌泉。科学研究本身，甚至被认为是具有某种程度的罗曼蒂克的事情。我自己大概也是因为被这种罗曼蒂克所吸引，而进入到物理学研究中的。这种吸引力逐渐变得淡薄的感觉，也许是由于我涉足物理学研究领域过久的缘故吧。或者是因为物理学界产生的学术论文过多，因而产生了厌倦心理的缘故吧。这些都姑且不论，学问是要经常创新的。而且，实际上有时因某种契机，科学的某一领域迅速地发展起来，甚至也有时像昆虫变异那样突然。以 X 射线的发现为契机，物理学领域产生了创新，或者说是变异，而且也不能

说今后就不能再产生这种变异了。不，也许变异已经在产生了。

基础研究的重要性

科学文明是应该呵护的，同时也是应该敬畏的。生活在现代社会的我们，比前代的人们，比更前代的人们，有着更加深刻和切身的感觉。为什么会是这样呢？其原因之一可以从产生科学文明的科学的本质中去寻觅。

X射线是人们完全没有想到的、全新的、珍奇的发现，对于科学来说，这意味着一个巨大的成功。与此同时，它也成为激起一般人强烈好奇心的对象。科学家的发现并不仅仅限于有形的物，X射线在通常意义上讲就不是有形的物。进一步讲，有的发现更加抽象。爱因斯坦提出了相对论，为了更加深入地理解自然界，他找到一种崭新的思考方法。这对于科学来说，不仅仅是一次大飞跃，这种崭新的世界观、时间和空间的新概念成为世人关注的焦点。在这一阶段中，科学是应该受到呵护的，至少不会是恐怖的对象。另外，其能否在改善人们的生活中起到什么作用，还无法做出判断。

随着X射线研究工作的深入，其原理逐渐被认

识，其在人们生活中的应用也迅速普及开来。继 X 射线的发现之后，放射性、电子和镭等相继被发现，并经历了同样的过程。这些新发现，在一定的场合条件下会给人类带来危害，而关于这一点还是在很晚以后才认识到的。甚至像相对论那样的，被认为与人类世界距离很远，在现实生活中很难找到模型而且非常抽象的理论，人们也在考虑“原子能原理”的应用问题。

像我这样不擅长围棋的拙劣棋手，仅能思考二三步棋。每当对手下出预料之外的棋时，自己在吃惊之余只好改变对策。科学家的对手是远在自己之上，绝非同数量级的、强大的自然界，对手下出出乎我们预料的棋不用说也是很自然的事情了。但是，人类也因此而变得聪明起来。让自然界这一对手下出预料之外的棋，这本身就是成功。因此而修改自己的观点，从而可能预先考虑到许多步以前，这是优秀的科学家。但是，即使科学家预先考虑许多步以前，其思考范围、思考方向也还受到一定的限制。进行 X 射线研究工作的科学家所关心的重点，主要在于了解 X 射线的物理学性质方面。但即使是朝着这一方向推进科学研究，不久就会遇到科学会给生物和人类带来怎样的影响的问题。但是，在科学研究的初期，还无法看到将来会产生影响的这些问题。退一步说，即使是已

经了解将来可能对生物和人类所产生的影响，以及其中潜伏着怎样的危险，但是，在现实的人类社会中，是否能够采取充分有效的措施以防止这种危险的发生，这个问题对于物理学家来说几乎是不可能认识到的。尽管我们无法看到由于 X 射线的发现而产生的各种影响的前景，但是幸好没有产生什么严重的后果。而原子能的情况却完全不同了。直到今天，我们都无法做出核战争决不会给人类带来毁灭性灾难的断言。我们今天不过是在向制止核战争爆发这个方向努力罢了。

所谓科学的进步，就是寻找出原本隐密于自然界中的可能性，并将其现实化而已。即以往并不了解的新事物，加入到人类社会中来。那么，如何适当地处理和对待这些新事物呢？一开始我们并不清楚如何去正确处理，这也是很自然的事情。即使是处理得不合适，在某种程度上也是没有办法的事情，是有情可原的。但是，努力避免重复出现的不值当的错误和失败，无论如何也是非常必要的。一开始进行小规模的研究，然后逐渐扩大规模。即使发生同样的错误，因为是小规模的所以损失也小一些。让我们回到一开始，科学家们在这一阶段先对各种可能性进行思考，并与科学家同行交换意见、观点，此阶段不会对任何人造成损害和威胁。在下一个阶段进行小规模的实际

验，即使是失败也不会给其他人造成大的损害。人类是容易犯错误的。如果是相同的错误和失败，尽可能地在早一些的阶段中进行为好。

从科学的历史、科学文明的发展史的表面来看，是不断取得辉煌成功的历史。但是，如果深入到其历史进程中考察的话，就会知道比成功的数量更多得多的失败是反复出现在整个进程中的。我自己也在这 30 多年间，考虑过许多各种各样的问题。也有许多新的创意多次在我的脑海里出现过。但是，那些很有创意的思想，几乎在它产生的当天或几天内就很快消失了。反之，有时一个想法在我头脑中存在了几年，但却一点儿发展也没有。如果从另一角度来看的话，科学的历史也是失败和停滞的历史。但是，在科学的早期阶段如果没有失败，也就没有成功和飞跃了。一次也不想失败，那不过是人所想像的理想状态。不仅仅如此，而且如果不想产生重复性的严重失败的话，就不能害怕早期阶段的失败。在这一意义上来说，基础研究是非常重要的。

人类与机械

人类文明是值得我们庆幸的，同时也使我们感到困惑。当然，不可能都是益处，这也是情理之中的事

情。但是，为减少给我们带来的困惑而进行的努力是绝对必要的，这种努力的重要性今后会逐渐增加。

在医学那种以人的身体为研究对象的学科中，自然从很早就开始了这方面的努力。我们即使是推测某种药物对某一病症具有疗效，也不能立刻在人群中推广使用。而是首先进行动物药理实验，在这一实验过程中因被判断为不适宜，从而失去资格的情况也不少。使可能的失败尽可能在早一些的实验阶段中发生，这也是医学研究中极普通的事情。

但是，在不直接以人的身体为研究对象的其他领域中，情况就完全不一样了。我们以物理学到工程学这个过程为典型事例做一个考察。在这一过程的末端，覆盖了现代科学文明的非常大的部分。在 60 多年间，以 X 射线和放射性的发现为出发点，基础原子物理学的应用，迅速扩散和渗透到医学、工程学及其他许多学科领域中。但是，比较全面地把握 X 射线和放射性对于人体的影响问题，还是经过了长久的岁月。在放射性研究的初期，有一部分研究者因为长期暴露在放射性射线下，而成为被伤害的牺牲品。

作为稍有不同的事例，我们来考察一下汽车的发展情况。这里不打算回溯汽车发明以前的情况了。汽车最初是作为交通工具发挥其实用性的。并不像 X 射线和放射性那样，是从与人类社会生活完全没有关

系的纯理论研究中产生的。而且，在汽车发展的初期阶段，其行驶速度不快数量也不多，所以对人们的生活造成的危害性也不构成什么大问题。如何提高汽车的行驶速度，增加乘坐的舒适度等就成为当时所面临的主要问题了。不久，汽车的规模生产时代到来了。致使街道马路上行驶的汽车数量剧增，同时伴随着交通事故的不断增加。于是，汽车交通工具的危险性就首次作为重要问题被提到议事日程上来了。同样，工厂排出的有害气体和废弃物污染了空气和水，工业生产对地下水的过度开采导致地面下沉等问题，也是在工业发展到一定阶段后，才开始受到人们的重视。到了这一阶段，问题的涉及面已经变得很广泛且很严重，采取对策时也会更加困难，将付出更大的代价。

如果，认为科学文明的一个重要性质是，为人类社会增添具有新的、未知因素的成分，科学文明并因此而得以向前发展的话，那么在以后的阶段中出现使人类困惑的情况，则在某种程度上也许是不可避免的。不过，科学文明还具有一个显著的性质，那就是科学文明是植根于科学的合理性和普遍性之中的。因此，应该在后面的阶段中，将科学文明可能给人类带来的困惑控制在最小的限度内。对于这一点，我们稍微深入地做一考察。

如果对任何事物都不做尝试的话，我们将无法得

知任何结果，科学也不会得以确立。如果说，在若干场合和情况下，经过实际尝试之后就会得到结果的话，那么，对于其他非常多的场合和情况来说，即使不去进行尝试也可以推测出结果。在这样的情况下，科学就会确立。很幸运，我们生活于其中的自然界，在这一意义上具有一个使科学能够确立的结构。

只有在这种情况下，才能够大批量地生产具有几乎同样性能的汽车。科学能够得以确立一事，同时也是人类在进行各种活动时制定计划的保障条件。在非常多的场合下，大自然并不是反复无常的，此处，我们不去介入大自然在所有场合下是否反复无常的问题。可以按照计划来生产汽车，是因为在这种场合下，大自然确实不是反复无常的。当交通事故发生的时候，又是怎么回事呢？此时，我们并不能将事故的发生归咎于大自然的反复无常。至少，汽车的运动在任何情况下，都要遵循物理学的法则，这一点是毋庸置疑的。那么，就是由于人类的反复无常所致了？

如果将问题引向这一方面的话，答案就变的暧昧起来。人类是否反复无常的问题姑且不论，但无疑人类的能力是存在极限的。如果将人类具有的各种机能一一列举的话，其中的若干方面还是机械占上风的。特别是，人类对于由刺激产生反应所需要的时间，从某一极限值很难进一步缩短。从对于刺激产生反应的