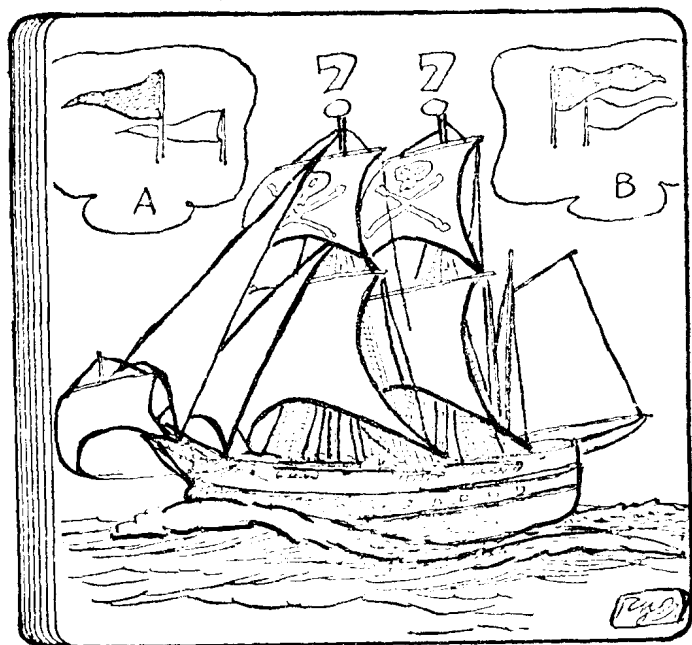


科学的魅力

〔日〕田中 实 芦ヶ原伸之 著



科学普及出版社

科学的魅力

[日] 田中实 芦ヶ原伸之 著

张学成 马冠英 译

王 昭 华 校

科学普及出版社

内 容 提 要

该书是一本培养人们科学思维方法的普及性读物，原书在日本先后再版了十多次，深受读者欢迎。作者以题解的方式，将 80 个日常生活中的难题，划分为七种思考法加以解决，将科学与科学思维法结合起来，给人们以乐趣和科学中蕴涵着的美的魅力。

该书适应于中学生、大学生等广大青年读者和具有中等文化程度的读者。

《科学的魅力》

[日]田中 实 芦ヶ原博之 著

张成学 马冠英 译

王 昭 华 校

责任编辑：张亚光 关 映

封面设计：赵一东

插图绘制：列 东

*

科学普及出版社出版（北京海淀区魏公村白石桥路 32 号）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

北京市艺辉胶印厂印刷

开本：787×1092 毫米 1/32 印张：4.56 字数：100 千字

1990 年 2 月第一版

1990 年 2 月第 1 次印刷

印数：1-2400 册

ISBN 7-110-01035-X

B·21 定价：3.50 元

前 言

《科学的魅力》是一本给人们以乐趣的科普读物。现在在学校里学习理科的初高中学生虽然已经知道一些解析难题的法则，但遇到有些难题仍解不了，而将问题反复推敲、思考后，就能得出解决的方法。一旦解出难题后，那时的感受是无法形容的。

本书中所例举的难题是我们日常生活中司空见惯的，但总是觉得有趣。为什么呢？百思不得其解，而看看答案就能得到解释。这时，你便会忽然想起中学时代学过的法则。这些法则虽然没达到运用自如的程度，但却是打开难题之门的钥匙。一点闪念就能使你学会使用这些法则。

当你试解难题时，即便是与现实生活没有关系的问题也是愉快的，而且还能使你回忆起已经忘记的知识。尽管叫做科学法则，但解析本书所列难题的钥匙却是科学中的基础常识。大家不要胆怯，要大胆地向科学挑战。

读了这样的说明之后，读者中可能马上会提出以下两种意见。

第一种意见：难题诚然有趣，即便如此而懂得这些基础知识，也没有什么作用。为什么这样说呢？因为现代科学虽已发达到外行无法想像的水平，而对科学成果外行却都能够利用。就像按按电钮、调调频道，便可收看自己想看的电视节目一样，不知道电视机工作原理的人也能收看电视。

第二种意见：尽管我喜爱科学，懂得一点基础知识，但目前感到惶惑。原子弹、中子弹等是令人毛骨悚然的武器，

没有科学家的试验研究，是不会成功的。一想到这些，有时反而产生了自然科学不如消失了更好的念头。当然，我也很清楚地知道，果真如此，人类将马上面临困难。

在此前言中。我不想搬弄道理来回答这些意见。我想这样说：“在解难题，享受科学的乐趣时，你们一定会改变对科学的看法！”

对科学来说，即便是最通俗的基础知识，只要熟练掌握，并学会运用这些基础知识，就能增长解决问题的才干。这样，即便每天报纸上有内容难懂的科学报道，你也能够轻松地阅读。并且，有些人一定会想读自己以前不想读的科学入门书籍。这样，就会加深我们对整个自然界的了解。使我们具备社会上一旦发生了跟科学、技术有关的事情，自己能独立判断正确与否的能力。

巴纳尔——英国第一流的科学家曾讲过一段如下意思的话：以前的科学是对社会没有责任的科学，而现在，科学不可能不对社会负有责任。那么，谁能对科学负有责任呢？这就是民众，这就是理解科学，对科学、人类、社会的构成关系能发表自己意见的民众。

总之，前言的意思是希望大家阅读本书，让大家享受科学乐趣，尽管我们谈了各种理由，但我们一两位作者的愿望仅仅在此。

这本小册子是我和芦ヶ原伸之君的共同著作。被称为科学作家而闻名于世的芦ヶ原君开动智慧之脑，想出难题，写出答案。问题和答案如你所看到的是那样地诙谐。而我——一个科学史的研究家，长期从事小、中、高等学校科学教育，是个头脑僵化的教书匠，只协助芦原君，装饰了本书的门面。而幽默、有趣都归芦原君的功劳，如有故作玄虚之处，

则是我的过错。

另外，在此对协助出题的高木隆司、柴司光示两位表示谢意。

田中 实

1978年9月15日

目 录

前 言	(1)
序—科学的法则	(1)
1、用类推法思考	(9)
2、用比较法思考	(32)
3、用消元法思考	(52)
4、用极端法思考	(71)
5、用变化法思考	(89)
6、用飞跃法思考	(108)
7、用实验法思考	(123)

序 科学的法则

制造真空的人

1652年，德国马克德布鲁克市的市长格里库终于将一项失败多次的实验做成功了。

他首先制做了两个中间是空的半球形铜器，将这两个半球形铜器合在一起，就成为一个圆球。半球的接缝严密，不会漏气，在一个半球的外侧焊上管子，再在管上装一个阀门。另外，制做了一台手摇泵，这台泵不是抽水泵，而是抽空气用的真空泵。

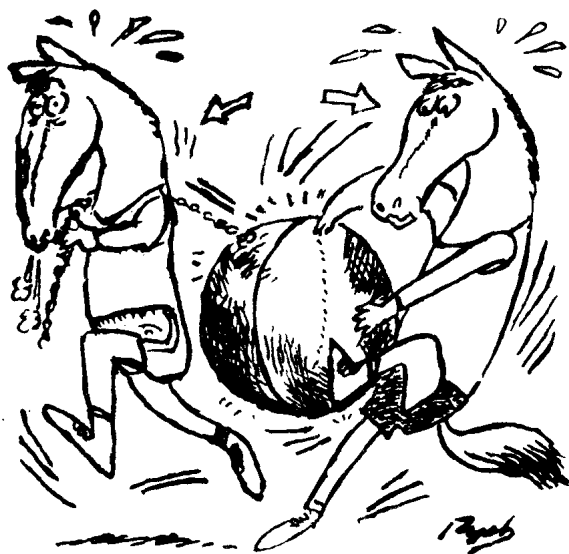


图 1

格里库的设想是这样的：当转动连接配管和阀门的真空泵时，铜球里的空气就会很快被抽出来，空气被抽完后里面变成真空，然后关闭阀门。这样两个半球就被外面的大气压力压紧而合在一起。用很大的力拉，或者在两个半球的两边套上几匹马拉，也不能把铜球拉开。试验结果完全和格里库设想的一样。实验获得了很大成功。现在，这两个半球以这个城市的名称命名，叫做马克德布鲁克半球。

但格里库并不满足于不能看到其内部情况的铜球。他向玻璃工艺品制造者订购了一种用玻璃制的、奇异的容器，他打开玻璃容器的盖子，点燃放在里面的蜡烛，盖严盖子，用真空泵抽掉容器内的空气，确认在抽气的同时，容器里的蜡烛熄灭了。另外，他在容器里挂上铃铛摇动容器使铃铛晃动，知道了当玻璃容器内部抽成真空后，不管怎样摇动铃铛，它都不会发出响声。

科学地认识空气的历史

对生活在水中的鱼的情况，人们一般不大留意。若要想实验一下鱼在没有水的大气中会发生什么变化，只有将鱼从水中拿出，看它是难受还是死掉。对于生活在空气中的人也可做同样实验。

随着文化的发展，到了距今 3000 多年前的古希腊时代，人们开始想像：空气是一种物质，所以应该存在没有空气的空间，即真空。从那以后，岁月流逝了 2000 多年。伽利略晚年的弟子——物理学家托里拆里想出了要测定厚厚地包裹着地球的空气对地球表面所施加的力即大气压力。因此，他制造出了有名的托里拆里装置，即将约一米长的玻璃管的一端熔化封闭，管内装满水银，用手指将开口的一端封严

后，将玻璃管倒立于盛有水银的槽中，然后放开手指。

原来到达管顶的水银柱将向下降到高于槽中水银面 76 厘米处，在水银柱上端形成空间。将玻璃管倾斜，水银柱升至管顶，空间消失，但将玻璃管立起后又恢复到原状。

托里拆里认为直立管中的水银柱高度可以表示大气压力的大小，并认为水银柱上形成的空间一定是真空，当然其中没有空气，也没有水银。它是没有物质的空间——真空。这是由人制造的最早的真空。

“事实”产生科学

以上讲了格里库使用真空泵制造出真空，并证实在真空中能产生什么现象的历史。托里拆里和格里库做过的实验，对现代人来说已不足为奇了。而在托里拆里和格里库时代，却不是这样。那时，古希腊哲学家亚里士多德的“不存在真空”的思想直到 17 世纪为止，仍顽固地占有一定的地位。可以说，那时的哲学家、科学家分为真空论者和否认真空存在的充实论者两部分。

但另一方面，重视事实的科学家们不断改进格里库装置，一步一步的进行实验。

在真空中，没有空气的地方不能燃烧，这是为什么？这是因为物体燃烧需要空气，那么，空气是什么物质？在真空中，铃不发出声音这是为什么？这是因为要使铃铛发出声音就必须要有空气。那么声音又是一种什么物质呢？这样，研究的范围就象连锁反应一样，在燃烧这种化学反应中，不断扩大。燃烧跟空气有什么关系？深入研究这一问题的科学家们逐渐建立了化学这门新科学的基础。

历史故事的介绍到此为止。下面谈谈科学研究中特有的

思维方法。我们以搞清楚燃烧和空气的关系为例，来分析一下科学家的思维方法并加以说明。首先介绍两个实验。

找出条件的差异

实验(1)：在真空钟(中学、高中做真空实验用的玻璃制吊钟型容器)中充入空气，将点着的蜡烛放入真空钟里，关闭连在钟上的阀门，蜡烛在钟内先冒火焰，燃烧，不久就熄灭了。实验(2)：用新鲜空气置换钟内空气，将和上一次实验尺寸相同的蜡烛点燃放入钟内后，打开阀门，摇动真空泵，将里面的空气很快抽出，结果蜡烛火焰马上熄灭，燃烧时间比实验(1)要短得多。

比较实验(1)和实验(2)，以下条件均相同：充入新鲜空气，同样的真空钟，使用同样的真空泵，蜡烛尺寸也相同。不同的是：实验(1)是将空气封闭在真空钟内，而实验(2)是用真空泵往外快速抽空气。实验结果的不同之处是：实验(1)中的蜡烛能燃烧一会儿，而实验(2)中的蜡烛马上就熄灭了。

那么，结论是什么呢？我们马上可以回答，结果不同的原因是条件不同。即一个有空气，另一个没有空气。也就是说没有空气，蜡烛就不能燃烧。

在科学上，为了搞清楚在某种条件下会发生什么现象，大都采用刚才所说那样的方法。用逻辑学的话来说，这种方法叫做差异法。

小学生实际上也在用差异法做实验，如做检验水分对植物种子发芽是必需的这一实验，就和上述的实验相仿，首先备两个玻璃器皿，在里面都铺上脱脂棉，再在脱脂棉上放上数量相同、颗粒饱满的两组良种。在1号器皿中加一定量的水，在2号器皿里不加水然后将两个器皿放在暗处。

经过几天后取出这两个玻璃器进行比较。结果我们可以看到：1号玻璃器皿中的种子已发芽，而2号玻璃器皿中的种子没发生任何变化。这样，我们就可确认：没有水分，种子不会发芽。我想读者也会想起自己用差异法所做过的许多实验吧！

科学的法则和方法

上述的差异法是19世纪英国哲学家J·S·米尔在其著作《逻辑学大全》一书中提出的，它是科学法则之一，也可以说它是我们日常生活中所使用的基本法则，为了便于理解，我们把这种法则称为程序更为合适。这个法则（或叫程序）是科学的思考方法的根本。

米尔说差异法是归纳法推理方法中的一种。所谓归纳法，就拿种子的发芽来说，实际上要有各种条件、因素相互影响才能使种子发芽。各种因素、如温度、水分、肥料、日光等所产生的综合效果，才能促使种子发芽，或是妨碍种子发芽。例如对豆类植物，浇水过多，种子就要腐烂，而稻种不用水浸泡，就很难发芽。

17世纪英国哲学家培根（F·Bacon），强调指出：“归纳法是使自然科学进步的不可缺少的方法”。

为了寻求自然界的真理、法则。不能事先就规定某一事情的客观规律是永恒不变的，即便是对一种自然现象，也应该尽可能地考虑更多的事实，加以分析后，从中找到我们不知道的真理，只有这样，科学才能给人类带来财富和幸福。以上这些话，大概培根已向世人讲过了。整理、分析事实、发现真理，这就是归纳法。

既然要从整理、分析自然的事实出发，就还有个怎样整

理和分析的问题。19世纪的J·S·米尔发现了这一问题。他根据归纳法把发现、推理事实的程序和他所处时代的科学进行对照，使这程序得到了确认。

还是回到种子发芽这一话题上来，作为影响某种植物种子发芽的主要因素假设为温度、阳光、水分和肥料，如将这些因素混在一起做实验，那我们就无法进行研究，必须将四个因素分开，一个一个地做试验。

假如先测定水分对发芽的影响，则温度应选择适宜的常温，不让日光照射，也不要施加肥料。然后做有无水分对发芽的影响的实验。假如实验结果我们知道：没有水分、种子不能发芽。在做完上述两项实验后，再研究温度对发芽的影响。给种子以水分、但不施加肥料，在无日光条件下，研究冰箱温度和室温对种子的发芽影响。

在研究各种因素对发芽影响的基础上，再按不同的计划，将这四种因素进行组合，做下一阶段的实验。即先分析一将影响发芽的四个因素进行逐个组合、研究。下一步是综合一将四个因素进行再组合、研究。这样，我们就能掌握种子在复杂的自然条件下是怎样发芽的。

什么是科学的思考方法？

我们从更广的范围来考虑一下科学的程序和方法。在《科学之谜》第一集的序言里，（注：本书为《科学之谜》的姐妹篇，译为《科学的魅力》）写有科学思维方法的五个阶段。介绍了美国现代哲学家J·萨默维尔的学说。换一种表述方法，可将这五个阶段写成如下解说式的。

目的是要发现问题。为解开自然界给人类带来的难题，思考的顺序应是：

(1)“表述问题”：就是要用清楚的，而不是含糊不清的语言来说明哪种现象有问题，如在这一阶段留下含糊的地方。以后的研究就会失去目的。

(2)“提出假设”：将自己对这种现象为什么会产生的预想作为假设清楚地表述出来。尽管是假设，但模糊不清的想象是不行的。首先要仔细地观察这种现象。如不从围绕这一现象的各种因素中确定哪一个是引起这种现象的主要因素。则这种假设就不起作用。

(3)“根据假设进行演绎”：如假设是正确的，推导出有问题的现象是在什么条件下，以哪种形式产生的，这就是演绎。象这样的演绎，尽管通过思维也可以，但演绎必须是能通过实验来证明其是正确的。所以，如果我们手中的器具、药品只能满足设定的条件，就没有发展性，就很难有新的发现。

(4)“通过观察和实验来证实演绎”：这一条没有说明的必要，但实验如不象上述那样有计划地、按严格的程序进行，就不能说是具有科学性的。想起什么就实验什么，这样不管怎么实验，也不会发现有意义的事实。

(5)“得出结论”：如靠实验能证实从假设到演绎是正确的，那么就能知道假设是对的。因为在满足演绎条件范围内假设是对的。人们很容易断定这个问题完全解决了，所以，在最后这个阶段，坚持怀疑和批判的态度也是十分必要的。

如果说萨默维尔的五阶段论是科学的方法还不如说它是找出事物之间关系的程序更为合适。方法中当然包括程序，而其方法则是更迫近于自然本质的研究态度。

就象大家所熟知的那样，著名侦探福尔摩斯用放大镜在犯罪现场搜索证物，或是在房间里做化学实验。在福尔摩斯

的推理中有和萨默维尔的五阶段论相似的、有条不紊的、严密的思维程序。但在破案前，福尔摩斯已具备了很好地综合各种民族文化、历史、风俗习惯、自然科学的广泛知识。他灵活运用这些知识，从现场留下的好象没什么意义的碎纸片中，就能勾画出犯人的形象，福尔摩斯的魅力就在这些地方，他那带有诗人般的风貌、哲学家的风度决不是伪装的。

为了请诸位阅读本书，自然科学的“方法”中，也有和福尔摩斯破案方法很相似的地方。为了灵活应用萨默维尔的“五阶段论”，我们必须掌握有关的科学法则和知识，必须将这些知识从已经淡忘了的记忆中唤醒。

知识面越广，不仅能很好地应用“五阶段论”的程序，而且我们也能掌握整个自然的情况，能从更高的视点向自然的秘密进攻。我们所说的科学方法就是指这些。

这本《科学的魅力》的结构和第一集稍有不同，是将解难题的方法分“类推法”、“比较法”、“消元法”、“极端法”、“变化法”、“飞跃法”、“实验法”、七种。其用意就准备在各个目的、归纳中举难题为例，加以说明。

全书共分 80 个问题，分成上述七个部分，但这种分法并不是很严密的，实际上，要解一道题，不是使用一种方法，而多数必须用好几种方法才能解出。换句话说，这七种方法可以说是为了引起读者的兴趣而分的。另外，使读者看到带名称的方法，就能知道解题的这种或那种方法，进而使读者逐渐具备对科学的高视点。

如上所述，如果读者通过阅读本书能感受到科学的乐趣，并以此为开端，阅读各种科学书籍、爱好科学、研究科学对人类和社会的意义及价值，那我们就达到了我们的目的——抛砖引玉，我们一两位作者愿望就在于此。

1、用类推法思考



1、用类推法思考

本章的目的——相似的问题用类推法解

将木天蓼这种植物的果实放到猫跟前，猫就凑近它，然后就流下唾沫、乱蹦乱跳、做出不可思议的动作。那么，而兽之王的狮子，老虎呢？有人做过把木天蓼给老虎、狮子嗅的实验。在木天蓼面前，老虎、狮子必显得坐卧不安。

为什么会想出这个实验呢？这是因为狮子、老虎和猫同属猫科，这种推理叫做类推。

跟“相似之物同视之”这句话一样，如形态相同，则大多数有相似的举动，所以用类推法大多数问题能够得到解决。碰到难解的问题时，想一想跟这个问题很相似，而且因果关系容易搞清楚的事物，或画成图，就能发现解决问题的关键。即以相似的东西作为模特儿，进行类推，如问题得到解决，则模特儿也是对的。

问题 1 天气热得使人受不了，但屋子里又没有空调设备。这时 A 君想出一个降温的办法：“把门窗关严，将冰箱门打开降低室温”。你想想这样做真能降低室内温度吗？

答案 1 温度不会下降，反而会升高。

冰箱里有种叫氟利昂的制冷剂，冰箱的工作原理是制冷剂气化后从冰箱内夺去热，被压缩送到冰箱外的放热器（在冰箱背部或底部）液化，这时放热。可能大家都有冰箱放热器很烫的感觉吧！总之，只有冷却冰箱内部空气的那部分制冷剂在冰箱外部放热。在房间内，即便打开冰箱的门，也仅仅是转移了热，所以整个房间的吸热和放热达到平衡，加