

A large, stylized graphic of a human figure is the central element of the cover. The head is a brown circle at the top. The torso is a vertical brown bar. The legs are two large, downward-pointing brown shapes that form a wide 'A' shape. A red vertical bar is positioned to the left of the torso, topped with a red circle. A black zigzag line representing a chemical structure is drawn across the lower part of the figure's legs.

身边_{de} 化学现象

——日本化学家的探索

科学普及出版社

-49

身边的化学现象

——日本化学家的探索

〔日〕 松本恒隆 等著

科学普及出版社

内 容 提 要

本书是译自日本《化学》杂志1976年4月号和1978年9月号“特集”中的文章，共31篇。

人都喜欢对周围事物问个“为什么”，这不仅是对好奇心 and 求知欲的表现，也是推动人类认识自然、改造自然以及进行科学研究的动力。

本书所涉及的“为什么”虽然都是发生在我们身边的一些与化学有关的现象，但是其中却包含着许多发人深思的道理，并且包含许多边缘学科的内容，这些内容正是目前化学研究的一个方面。原书作者，都是日本活跃在该领域第一线的专家，他们对文中的“为什么”深入浅出地从化学角度进行了科学解释。

本书可供与化学专业有关的科研人员、研究生、教师和学生阅读，一定能从书中获得许多新鲜有益的启示。

身边的化学现象 ——日本化学家的探索

〔日〕松本恒隆 等著

吴 祺 译

封面设计：窦桂芳

科学普及出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京四季青印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：4 字数：86千字

1984年3月第1版 1984年3月第1次印刷

印数：1—11,000册 定价：0.40元

统一书号：13051·1361 本社书号：0706

编者前言

“为什么”是科学的起点。如果把它看成是过去种种发明和发现的原动力，那么这种原动力表现在现今各种化学研究工作中，就是那些不放过任何细微现象的旺盛求知欲和好奇。而这种求知欲和好奇心，该是多么难能可贵呀！

对于发生在我们身边的日常现象，如果追问一个“为什么”，很多人都难以回答，因而感到困窘。本书就是搜集了这样一些身边的现象，从化学的角度给以剖析和解释。象这样的“为什么”不是无穷无尽的吗？本书只要能给活跃在化学各个领域里的读者以某些启示，就感到十分高兴了。

※ ※ ※ ※

对于经常见到的现象，如果追问一下发生的原因，将会遇到许多意想不到的、难以回答的问题。本书就是搜集了一些人们无意中见过，但是置之不问的现象，并进一步探究了它们的原因。

人们经常讨论着许许多多自然现象，这就不由得使人想到牛顿说的一句话：“真理的海洋是无限广阔的，可以任凭人们去自由探索”。

向自然提出问题，并把从中获得的知识加以扩大和发展，这不正是大自然赋予科学工作者的责任吗？本书如果能够有助于读者开阔一点思路，将不胜荣幸之至。

目 录

蜘蛛为什么不被自己的网粘住.....	1
蚕为什么只吃桑叶.....	5
萤火虫为什么会发光.....	8
蟹和虾在加热时为什么变色.....	12
海水鱼为什么不能在淡水中生活.....	16
河豚鱼为什么不会自身中毒.....	20
鱼为什么能耐酷寒.....	24
叶子在0℃以下为什么还冻不坏.....	28
牵牛花为什么早上开.....	32
秋天为什么落叶.....	35
胃为什么不能自己消化自己.....	40
海为什么呈蓝色.....	43
水银为什么在常温下是液体.....	47
橡胶为什么能拉长.....	53
粘糕为什么发粘.....	56
为什么聚乙烯薄膜透明而聚丙烯薄膜不透明.....	60
金刚石为什么很硬.....	65
水泥为什么能硬化.....	69
纯金为什么发软.....	74
铁生了锈为什么变红.....	78
铝制品为什么不容易焊接.....	82
玻璃为什么不能透过紫外光.....	87

煤为什么发黑.....	91
活性炭为什么能除臭.....	95
血为什么是红色.....	99
血液在血管中为什么不会凝固.....	102
鱼为什么不会得减压病.....	106
羊毛为什么暖和.....	109
雪的结晶为什么呈美丽的几何图形.....	113
涩柿子干后为什么变甜.....	117
绣球花为什么变七变.....	121

蜘蛛为什么不被自己的网粘住

本文标题所提的这样一个朴素的疑问，恐怕对任何人来说，都是难以回答的问题。

自从发生石油危机以后，人们提出“向自然学习，向天然学习”的呼声日益增高。的确有许多学者把注意力转向自然、转向天然。他们希望通过搞清楚自然现象、搞清楚存在于自然界中动植物的行为，进而应用其中的原理和规律，以达到学习和模仿的目的。这好似一阵清风吹进塞满知识的头脑，知识范围被扩大了，对人类来说，这不是很有价值吗？

蜘蛛之所以不被自己的网粘住，可以想到的原因主要有：

(1) 蜘蛛身体的构造就是如此。

(2) 蜘蛛能够从体内分泌出一种使它自己不被粘住的分泌物。

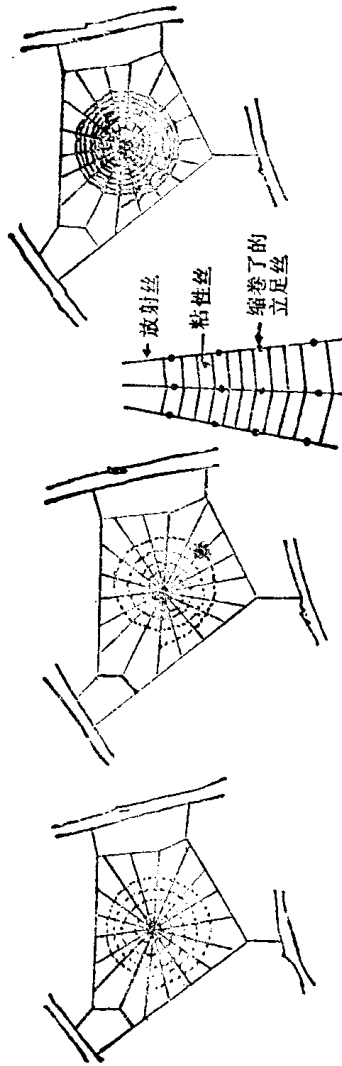
(3) 蜘蛛的眼睛看得很准，所以不致被网粘住。

(4) 蜘蛛网上存在什么奥秘。

请读者先考虑一下，上面的这些想法是对还是不对。

答案虽然是简单的，但是为了得出正确的答案，还要先花费一些笔墨讲一讲蜘蛛网是怎样构成的。因为问题的关键就隐藏在网的构造上。

图1已详细地描绘出蜘蛛网的结构。张结好的蛛网是由放射丝、粘附丝（粘性丝）和缩卷了的立足丝等三种丝所构成，并且这种网是一种规整性很高的结构。



(3) 粘附丝一旦张到网心，于是即告成功，蜘蛛就静候在网心等待猎物。

(2) 被咬断的立足丝向两侧缩卷，与放射丝粘在一起。

(1) 蜘蛛张结立足丝后，就改变方向，由外向里张粘附丝，同时把不用立足丝咬断。

图 1 蜘蛛张网法

网结好后，蜘蛛就安然自得地守候在网心，静待猎物的到来。猎物一旦被粘附丝粘住，蜘蛛就可以沿着放射丝直接达到粘住猎物的地方。蜘蛛所以不被网粘住，原来它只是在没有粘附剂的放射丝上走，而且敏捷、熟练。可是，人们都没有往这上面想过。不管怎样，笼统地说“网只能粘住猎物”是不合适的，也是没有说服力的。因为不论是什么东西，只要在没有粘附剂的地方走，也同样都不会被粘住。

上面虽然已经给出了简单的答案，但是作为这一问题的回答，另外还有许多有趣的事情，要是不讲讲清楚，多疑的科学家们是不会接受的。

要说蜘蛛的眼睛特别尖，那完全是骗人，因为蜘蛛的眼睛实际上是高度的近视。既然是近视眼，那么在粘住猎物的时候，它为什么能看得那样清楚呢？对于这样的疑问，可以从具有高度规整性的网中找到答案。因为蜘蛛虽然是近视眼，但它借助于构造规整的网，正确地判断出猎物挣扎时网振动的方向，以致能直接地走到粘附猎物的地方。反之，要是猎物没有任何挣扎，蜘蛛也不会出动。人要是被网粘住，那就大可不必担心。例如：马达加斯加岛上就有一种能捕小鸟的蜘蛛，当人被这种巧妙的网粘住时，只要不乱抓乱动就能见机走开。

有人还可能提出这样的疑问，要把处在猛烈挣扎时网中的猎物抓住，难道走捷径不拐弯的蜘蛛，也不会被带有粘附剂的网给粘住吗？这一点大可不必担心，因为蜘蛛有着一个清醒的头脑。下面把图1中的粘附丝（粘性丝）稍加放大，就成为图2所示的模型。

从图2中可以看出，粘附丝上并不是涂满了粘附剂，粘附剂乃是以一个一个小球滴存在的。虽然粘附剂刚被蜘蛛涂上是满满的，但是经过一段时间以后，就缩成球形了。当

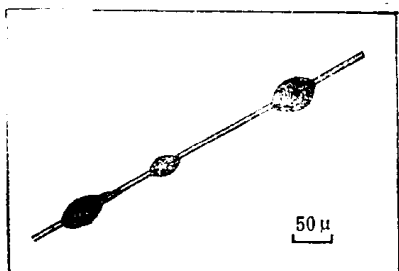


图 2 蜘蛛的粘附丝

猎物碰上这种大的球滴，身上就粘上了粘附剂，它要是越挣扎，粘上的就越多。尽管如此，蜘蛛走过去的时候它身上几乎粘不上粘附剂，即或能粘上，也是很微量的。

现在市面上出售的各种胶带，差不多都是整面涂胶的面胶，几乎没有象蛛网那样呈点胶的胶带。

另外，也许还可能产生一种不必要的疑问，那就是：如果蜘蛛被其它种类的粘附剂粘上时，会怎么办呢？这时蜘蛛为了要行走，必要时就能从它的钩爪中向它的肢体前部，分泌出一种成分不明的油状物（还有一种说法是认为油状物先从蜘蛛的口器中分泌出来的，然后涂到肢体上），这样就能对粘附剂起着一种“脱模”作用。总之蜘蛛自己是不会被粘住的。

由于网上的粘附剂是一种氨基酸聚合体的浓水溶液，所以下雨的时候能被雨水溶解掉。因此，阴天和下雨时蜘蛛不张网。

读者若想多了解和得到更详细的说明，请参看我们另外一编解说〔“日本接着协会誌”，11, 210, 364（1975）〕。专门研究蜘蛛的还有一个称为“东亚蜘蛛学会”的组织，会长是八木沼先生。他们所作的研究已经和我们的工程学结合在一起，并使我们从中得到许多教益，在此表示深厚的谢意。

附带说一句，粘附、胶粘和剥离是笔者研究工作中的一部分。

〔神戸大学工学部 工学博士 松本 恒隆〕

蚕为什么只吃桑叶



这里有一份食谱：

柠檬醛	10毫克	肌醇	5毫克
β -谷甾醇	5毫克	磷酸氢钾	10毫克
异槲皮苷	3毫克	二氧化硅	40毫克
蔗糖	30毫克	纤维素	700毫克

把这些成分加到3毫升2%琼脂中，制成胶冻状食品。

这是1962年登载在英国《自然》杂志上，给蚕配制的琼脂胶冻食品的食谱。一看就知道，它是一种不含蛋白质及其它营养要素，纯粹用化学物质配制成的人工食品。

这份食谱是浜村等人为了解释“蚕为什么只吃蚕叶”这一问题，通过研究之后所提出来的。想要通过它来证明：只要有这样几种从桑叶中提取出来的成分，蚕能和吃桑叶一样，把由这种食谱调制成的食品吃掉。

1959年，浜村等人提出了一种假说：蚕所以吃桑叶，是因为香味的引诱驱使蚕向前靠近，再受特殊物质的刺激而引起咀嚼行为，最后在几种物质的协同作用下，才出现连续性进食。这一假说已经被以下的实验事实所证明。

取一片桑叶浸泡在乙醚中，将其中的香味和颜色溶出。经过这样处理后的桑叶，蚕就不再靠近它。但是，如果把上述乙醚萃取液，滴在滤纸上，蚕就会向滤纸的方向移动，但

是并不咀嚼它。然而蚕却去咀嚼用乙醚萃取后剩下的桑叶残渣。然后再把这种桑叶残渣用热的甲醇萃取，并把萃取液加到琼脂胶冻中，这时虽然能观察到蚕大量咀嚼的痕迹，但却观察不到排粪的痕迹。然而当把用热甲醇萃取后剩下的桑叶残渣，也加到琼脂胶冻中时，蚕不但咀嚼得好，下咽得好，而且有粪排出。

此后，又进一步进行了从乙醚萃取液 (M_E)、热甲醇萃取液 (M_W) 以及经过这两种溶剂萃取后剩下的桑叶残渣 (R) 中分离引诱因子、咀嚼因子、咽下因子等多种因子的研究工作。

蚕能很好地吃放有桑叶粉末的琼脂胶冻，这时每只蚕一夜间能排出20个左右的蚕尿；同样，蚕也能很好地吃同时含有 M_E 、 M_W 和 R 的琼脂胶冻，同样也能排出20个左右的蚕尿。在这一基础上，又提出了如下的实验方案：提取 M_E 、 M_W 和 R 中的各种有效成分，并加以适当改变。我们在进行这一实验时，用蚕排出蚕尿的数目，衡量吃食的程度，并把这种衡量方法，称为“粪计量法”。

从 M_E 中分离出来的是柠檬醛——一种萜类香精油和 β -谷甾醇；从 M_W 中分离出来的是异槐皮苷——一种黄酮色素和肌醇，还有蔗糖，最后从 R 中分离出来的是磷酸氢钾、二氧化硅和纤维素。这样做以后，就配制成含有上述食谱中各种成分的琼脂胶冻食品，蚕就能象吃桑叶一样地吃这种食物。

开展上述研究，从“蚕为何吃桑叶”是因为桑叶中含有摄食刺激性物质这一认识出发的。但是“蚕为什么只吃桑叶”这样的问题，单从这方面讲，还不能算讲清楚了。因为从蚕所吃的几种基本食物的组成中可以看出，它们都不是桑叶所特有的成分，因为其它植物叶中也普遍含有这些物质。因此，我们既然强调“只吃桑叶”，那么就必须从与上面不同

的立场出发，引入一个“是不是存在摄食抑制因子”的设想。即不考虑在桑叶以外的植物叶中，是否含有刺激蚕摄食的物质，而只考虑蚕所以不吃其它叶子，是因为这些叶子中含有摄食抑制物质的关系。

根据上述设想就可以认为，“蚕所以只吃桑叶”是因为桑叶中存在的上述食谱中的各种成分，不但在数量上是恰好平衡的，而且其中并不含有普遍存在于植物界中的摄食抑制物质。只有从这样两个方面加以说明，才是比较妥当的。

除掉从分析桑叶成分得到的上述结论之外，还可以从蚕这方面加以研究。蚕对气味的感受是通过它的触角，如果切去了触角，它就不能感受到附近的桑叶。感受味觉的是口器附近的小颚。根据鸟居等人报道：切去小颚后的蚕，可以吃日本樱花树叶。

最近，通过生理电学的研究，蚕触角上存在着能感受气味的锥状感觉子。此外，在小颚上的几个感觉子中，Ss-I上含有感受蔗糖的糖感受器和感受肌醇的感受器；在Ss-II感觉子中，含有对苦味物质极敏感的感受器，可以认为它是摄食抑制物质的感受细胞。

此外，称为小颚须的那一部分也是蚕的一种感觉器官。估计今后一定会有更多的感受细胞被鉴定出来。蚕的这些不同的感觉子，不但能感受摄食刺激物质，也能感受摄食抑制物质，就是这些感受协同作用的结果，构成了摄食行为的控制机构。

通过上述对桑叶进行的化学研究，以及对蚕进行的生理学研究，就“蚕为什么只吃桑叶”这一问题，给出了这样一些说明。

〔京都工芸纤维大学纤维学部 农学博士 林屋 庆三〕

萤火虫为什么会发光

萤火虫在日本是以十字胸萤和红胸萤为代表的，但是世界上的萤火虫却是多种多样的，如窗胸萤的幼虫虽然发光，它变成成虫后就几乎不发光了。很多人都这样认为：萤火虫发的光乃是一种向异性求爱的信号。可是，不但有不发光的萤火虫，而且还有卵和幼虫都能发光的萤火虫。可见上面那种对发光的解释，是难以令人置信的。

萤火虫专家神田左京先生，曾对萤火虫的发光目的进行过种种考察。最后仅仅得出“由于萤火虫体内有发光物质，所以它能够发光”这样一个结论。这样看来，萤火虫发光的真正目的，恐怕不问萤火虫本身，将无从得知吧！

萤火虫的光虽然是一会儿亮一会儿灭，但是听说在印度尼西亚就有一种能连续发光的萤火虫，并且不同种类的萤火虫，它们发光的亮灭形式也具有不同的特征。过去曾认为十字胸萤发光的亮灭是和呼吸相联系的，实际上并不是这种情况，现在知道它是受神经直接支配的。姬萤的亮与灭，与十字胸萤的亮灭有着显著差别，前者是非常锐敏的。羽根田博士在新几内亚曾经观察到，停在一棵树上的无数只萤火虫，同时发生亮和灭。

现在已经知道：萤火虫的发光是因为存在于虫体内的发光物质所发生的化学变化引起的。这种化学变化是一种“酶反应”，称为“萤光素（底物）-萤光素酶（酶）反应”。早在1916年，哈里（Harrey）就已发现这种反应。1957年

麦克埃利等人又分离出萤光素；1961年怀特（White）等人推导了它的结构，并通过合成确定了它是具有D-构型的式（1）。

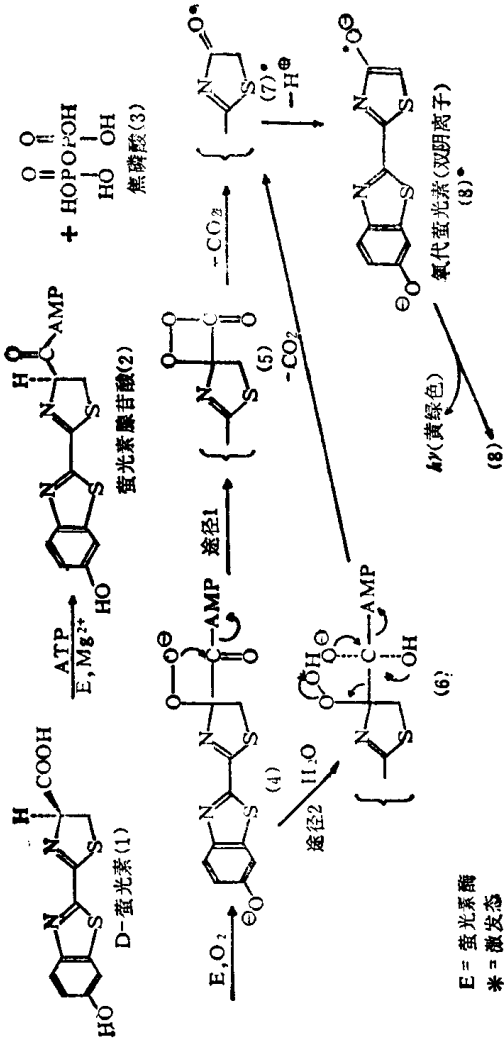
萤火虫进行生物发光时需要有D-萤光素、萤光素酶、腺苷三磷酸（ATP）、两价镁离子（ Mg^{2+} ）和氧等物质存在。但是天然萤光素的对映体，即L-萤光素则不发光。这种发光反应中的化学变化，可以通过其它化学发光物质，以及萤光素的模拟化合物的发光机理来类推。现在认为它是按照第10页图所示的方式进行的。

反应的第一步是萤光素(1)在 Mg^{2+} 的存在下，受萤光素酶（E）的作用，与ATP反应，生成萤光素腺苷酸（2）和焦磷酸（3）。萤光素腺苷酸（2）进一步在萤光素酶的作用下，与分子氧反应，生成氢过氧化物阴离子（4），这种阴离子即按照途径1，生成含有1,2-二氧四环的化合物（5）。由于（5）是一种能量很高的不稳定化合物，所以它能很快分解，放出二氧化碳，生成一种羰基化合物（7），这时的（7）是处于激发单重态。通过模拟实验的结果表明：（7）直接发出来的光是红光，而实际上萤火虫发出来的光之所以是黄绿色，乃是由（7）再脱掉一个质子后生成的阴离子（8）所发的光。

虽然有人根据同位素实验的结果，主张反应是按途径2进行的。但是人们也通过实验证明了，具有1, 2-二氧四环结构的简单化合物在加热分解时，生成的是处于激发态的羰基化合物，而链状的氢过氧化物在分解时，并不生成激发态物质，因此，途径1应当是比较正确的。

萤火虫的亮灭机构，现在虽然可以做如下考虑，但是还有很多待解决的问题。

向萤光素腺苷酸（2）中加入萤光素酶（E），使之发



萤火虫生物发光过程中的化学变化

光，然而，只要有两分子的(2)发生反应之后，加入的酶(E)就完全受到抑制。这时即或有(2)存在，发光也要停止。这种被抑制了的酶(E)可以受焦磷酸(3)及辅酶A的作用而再生。

所以在萤火虫的发光器中，最初存在着一种受生成物抑制的酶。当这种酶受到由神经刺激后分泌出来的焦磷酸的作用而成为活性酶时，它就成为催化萤光素、ATP、 Mg^{2+} 三者之间反应的催化剂。但在引起发光的同时，它本身又会受到生成物的抑制而失活，副产的焦磷酸也在焦磷酸酶的作用下迅速分解。

〔名古屋大学农学部 理学博士 后藤 俊夫〕