

科学馆教育活动的规划原则

文_ 刘德祥 / 台湾“国立”自然科学博物馆科学教育组

近年来，提升国民科学素养几乎已是所有工业化国家的共同口号。的确，科学发展与我们的生活有着十分密切的关系，直接影响个人和社会的生活质量。当我们想到提升科学教育质量时，我们会直接联想到对学校科学课程设计的改进，并有可能忽略其他非制式学习机构对这方面的贡献。事实上，根据美国国家科学院于 2009 年出版的《非制式环境下的科学学习 (Learning Science in Informal Environments)》一书指出，人们有非常多的时间是在学校以外的非制式学习环境中获得许多与科学有关的知识，而且有证据支持的确是有学习的事实。为了支持这种学习，博物馆必须持续发展各种教育活动。这些活动的规划、设计与执行的质量绝对会影响到博物馆的参观经验，因此活动的规划原则必须具有学理基础和有研究的支持。以下将以台中的“国立”自然科学博物馆在发展各种教育活动中的经验与大家分享。

◎ 科博馆如何规划教育活动

对许多学童而言，每一次参观博物馆的户外学习都是难得的机会并令人期待，博物馆应该重视孩童每一次参观的学习机会，规划出具有启发性的学习活动并让孩童留下深刻的参观经验。在探讨规划理念之前，先说明过去 2 年多来在科博馆发展各种活动时，所必须具备的 3 个内容，这包括了“学习目标”“概念图”和“给老师 / 家长 / 学生的话”。

首先学习活动必须有明确的学习目标。任何学习活动的最终目标都是希望学习者在参与一次学习经验后，能在行为上有所改变，而学习目标就是事先把这些想要被改变的行为清楚地定义出来。这些目标陈述了学生在参加课程后可以获得的知识、技能和态度的改变。在每一项学习目标下，又可分成不同的指针，例如在知识之下，又可分为理解、应用、分析、整合与评估等。这些指标其实都源自美国教育学者 Bloom 对学校教育目标的分类。近年来，英国主管博物馆、图书馆和档案的单位更委托英国莱斯特大学发展出一种名为“通用学习成效 (Generic Learning Outcomes)”的量表，

提供博物馆界一个定义学习目标的工具。“通用学习成效”除了前面提到的 3 大目标外，还依博物馆的非制式学习环境的特质，增加了“乐趣、启发、创意”和“活动、行为与进步”两大构面。总而言之，在规划活动时就默认好学习目标对指导者与学习者都有好处，例如学习者在参加该活动时就已经知道自己借由活动可获得哪些新知识和理解，而指导者也可以透过这些客观目标来检视学习过程中和完成后的学习成效，以作为改进规划活动的参考。如果没有明确的目的地，我们很难发现正确的路径。

除了有明确的学习目标外，如何在活动规划过程中将整个学习主题所涉及的概念呈现出来，让学习者能比较有系统地了解主题相关的知识，对提升学习者的动机和意愿也会有所帮助。这一部分我们使用的工具是由美国康奈尔大学的 Joseph Novak 教授所提倡的“概念图” (Concept Maps, Novak, 1998)。这是一种透过有阶层的图标结构图来表达特定领域的知识架构。每一个概念图是由许多个椭圆饼图所示所组成，每一个椭圆图所示里会有一个概念的名词，椭圆图示之间再由单向的箭头或线条链接，两两椭圆图示间的箭头会有一个动词或

连接词描述两者的关系。整个概念图的组织是由一般性概念 (general concept) 往下发展到各专一概念 (specific concept)。图 1 是科博馆在发展巧克力特展相关教育活动时所绘制的概念图。

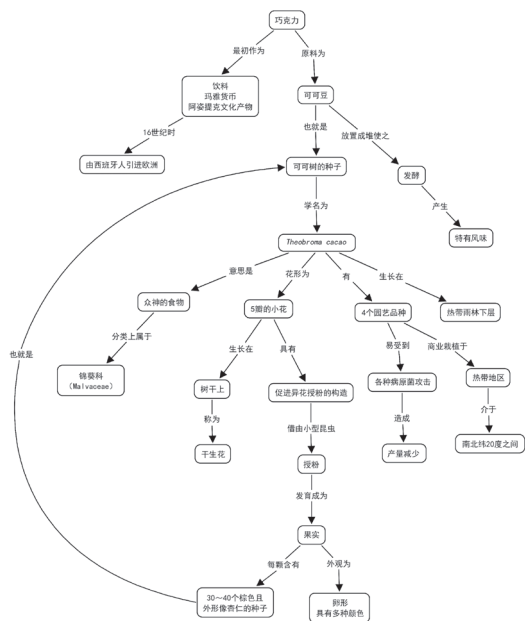


图1 巧克力展示教育活动的部分概念图, 可让学习者有“宏观”(big picture) 的观点探索各概念的关系, 有助于知识的组织。

有效运用概念图可以在学习上产生许多好处。例如教学人员在发展教育活动的各项指示时，可以运用概念图来组织活动的想法，又可在活动过程利用概念图的视觉表现方式协助学习者将新学习的概念与他们的先备知识整合在一起而产生更好的学习成效。而从学习评量来看，概念图的绘制可让教学人员了解学习者如何思考连接各种已学过的概念、有系统性地组织他们的想法和看出其中的关系，以及反思自己对所学概念的理解。因此运用概念图来整合信息对教学人员和学习者而言都有相当多好处。事实上，概念图这种扩散式思考（expand thinking）也与近代博物馆教育的理念相符（Gartenhaus, 1997）。

博物馆除了精心规划活动的内容外，另一项关键工作是把这些相关的信息有效地传达给老师、家长和学生，协助他们了解活动的规划是否符合学习需求，因此博物馆一方面提供多

样的教育活动，但是也帮助老师、家长和学生作出正确的选择。所以科博馆最近所发展的教育活动，都加入了一段“给老师 / 家长 / 学生的话”的一段叙述。对老师和家长而言，这段叙述的主要用意是说明活动的概念和目标如何提供学生某一学习主题的相关知识，更重要的是让老师和家长理解活动主题如何链接到学校的教学纲领 (curriculum)。至于给学生的话则说明了活动需要的先备知识和活动的进行方式，如观察、排序、比较、分类和解决问题技能等，以便引起学生参与活动的动机。

◎ 活动规划原则之一：探索式导向学习模式（Inquiry-centered learning）

过去 30 年间美国科学教育界十分倡导探索式导向学习, 并认为这是重要的教育改革。这种学习模式认为科学教育并非把大量的科学事实以被动吸收的方式教授给学生。比较好的教学策略是强调“过程技能”(Process skills), 因为探索活动包括了观察、发问、作预测和对结果的思考, 以及计划下一步的探索等。在这种思维下, 学生学习科学就是透过实验材料发问和想出办法来回答问题。

常听人说“我看我听但不一定记得；但是我做过便会理解”，所以现在很多科学馆的展示设计摆脱传统教学的模式，而是大量采用各种交互式或动手做的展示手法，企图透过比较活泼的方式提升学习者的参与感和学习动机。但这种做法真的会提高学习成效吗？曾有学者更以“乐趣肯定是有，但真的有学到科学吗？”为题对科学馆这种交互式学习模式进行探讨，其结论是比较倾向保守的态度，因为并非所有动手做的活动就是所谓探索式导向学习，1993年出版的美国《科学素养标杆（Benchmarks for Science Literacy）》就清楚地指出“动手做固然重要，但并不确保是有意义的”。

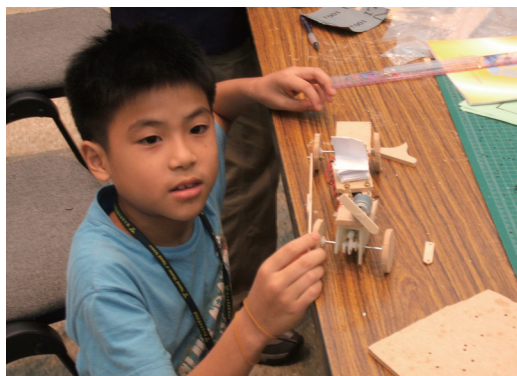
我自己第一次接触到探索式导向学习是在1986年研究所毕业后留在里当助教的时候，当时有一位美国康奈尔大学的两栖类生物学家受邀到里里演讲，除了介绍他自己的研究外，更说明当时康奈尔大学生物学系如何将探索式导向学习应用在普通生物学的实验课上。我当时对这种新的教学法十分感兴趣，并在下一个

学期的大学一年级普生实验课安排一个以青蛙配对体型大小与生殖成功率为研究的探索式导向学习实验。过程中学生走出实验室，在夜间亲自到学校附近的稻田捕捉正在配对的泽蛙，带回实验室进行各种测量，点算母蛙的排卵数量和最后的孵化率。学生收集各种数据和进行统计分析，解释结果与推论，最后对最初的研究问题进行讨论。以这种方式规划的实验课，学生表现出有较高的参与性，因为传统的实验课，学生觉得早就知道实验的结果，实验只是在验证授课老师在课堂上的说法而已，因此对实验课的期待不高，也影响了学习动机。这种主动学习模式至今对我而言仍然记忆犹新，因此近年来我也在科博馆内积极推动，在发展各种教育活动时，应融入探索式导向学习的设计理念。

电池与灯泡几乎是每个科学馆最常出现的动手做活动，学习者通常会拿到电池、电线和灯泡，而他们也能很快将电线连到电池上，并让灯泡亮了起来。或许你会怀疑这么简单的材料还可以变出什么新花样，但如果活动设计者有探索式导向学习概念的话，他只要多给学生一个有两个连接点的纸盒，再加上一些提示，例如“纸盒里有可能是哪一种电线？是铜线还是镍铬合金线？”又或是“纸盒的电线是否有接到另一个灯泡上吗？”由于纸盒只有露出两个连接点，学生便要思考透过什么样的操作和获得哪方面的数据，才能利用实验结果回答上面的问题。例如学生先分别用铜线、镍铬合金线连上灯泡（实验）并记录灯泡的亮度（数据），然后再透过纸盒的连接点接上灯泡，并从灯泡的亮度推论出纸盒里的确是一种有较高电阻的材料（至于是镍铬合金线还是接有另一灯泡则再需要下一步实验的确认）（National Science Resources Center, 1997）。从这个例子可以看出，如果活动设计者能将探索式导向学习融入活动的话，那么他只需要多提供一些思考的问题和增加简单的材料，就能把一个大家都觉得很普通的活动发展成可以让学生有机会进行更深入研究的的活动，并能促进学生思考和推理的能力。

科学馆另一项热门活动就是电动车模型制作，在这个活动里，学生会拿到马达、齿轮、

电池等相关材料。同样地，这些材料对学生而言挑战性并不高，所以学生很快就可以用这些熟悉的材料，将马达上的齿轮直接与一组固定在轮轴上的齿轮连接在一起，快速地组合出一部很会跑的车子；学生之间或许也会互相比赛，看看谁的车子跑得最快……往往这个活动就在学生的欢乐声中告一段落。在了解探索式导向学习对学生理解科学的重要性后，科博馆的教学人员为这项称为“科学创作”的活动，加入了一些探索的元素。在适当说明速度与扭力的概念和指引后，我们要求学生组装出一部能兼顾速度与扭力的车子。这时候学生就必须思考与互相讨论，很明显学生对整个活动的参与性就提升了许多。此外还可以利用不同直径的齿轮组合出不同的传动结构，再连接到不同大小的轮子上，然后检视车子的速度与扭力表现，并发现这两种表现是不能同时兼顾的。经过不断地组合和测试，每组学生终于完成任务。从第二种鼓励学生探索的活动来看，学生无法预先知道结果，而是与实验材料有了真正的互动，以及试图透过实验（不同大小齿轮与轮子的组合）与收集数据（速度和扭力测试），改进和解决所交付的挑战。在加入探索学习元素后，我们便可以从这些活动让学生理解到科学并不是一堆事实，而是不断地解决问题。



组装好的电动车，车前方可见不同大小齿轮的组合，目的是能兼顾速度与扭力。

◎ 活动规划原则之二：让思考看得见 (Making thinking visible)

当我们讨论探索式导向学习时，我们常常提及“让学生有机会思考”，但到底什么是思考呢？学者就曾指出在众多日常使用的词汇

中,“思考”是最常用字排行榜上的第12名。既然这2个字以如此高的频率出现在我们的谈话和文章中,所以当我们说一个人在思考时,我们真的知道他的脑在做什么吗?这种情形如果出现在教学上,当老师叫学生多思考时,学生又是如何解读老师的意图的呢?同样的,当你问老师他的教学内容是要学生学到哪方面的思考时,大部分的老师往往都无法清楚回答出来。如果我们深信学生的学习是建立在思考训练上的话,或许我们该认真探讨思考的真实意义了!

自2005年以来,美国哈佛大学教育学院的研究人员进行了一项名为“归零计划”(Project Zero),尝试定义出一系列个别的思考动作,例如仔细观察和描述看见的事物,建构解释与诠释,利用证据来推理,建立连接,考虑不同的角度与观点,抓住重点和形成结论等十多项可以清楚表达出来,学者称之为“看得见的思考”,因为以往谈到思考时,其实我们是看不见别人的脑在做什么的(Ritchart等,2011)。2012年初出版的《博物馆教育期刊》(Journal of Museum Education)就有一篇文章探讨博物馆如何应用看得见的思考(Wolberg & Goff, 2012)。接下来再以科博馆举办的“小小解说营”教育活动来说明其中一项思考动作的应用。

“小小解说营”是科博馆为小学童在暑假举办的教育活动,主要学习目标是培养学童面对群众说话时的自信与技巧。过程中教学人员给学童有关解说仪态的训练,接着会选择一个常设展示进行解说示范,并提供相关展示内容给学童带回家练习,等第二天再回到展示场在大家面前进行解说,过程就有点像演讲而不是解说,最后教学人员会对学童的表现给予评论。这样的活动安排看似合理,但从看得见的思考的原则来看,我们到底给了学童什么思考动作呢?

鉴于过去不明确的学习目标,今年开始规划这项活动时,我们加入了看得见的思考中“仔细观察和描述看见的事物”这一项思考动作。活动开始时学员一上台自我介绍,许多学童只说了自己的名字就匆匆跑下来,

似乎没有办法组织有系统的内容,不过活动最初就已经安排了心智绘图的训练,好让学童能将想法扩展出去。但活动的焦点还是训练学童的观察与描述。教学人员运用博物馆面向对象学习的原则训练学童,再利用如何描述一张照片的技巧进行讲解,学童第一天带回家的不再是讲稿而是清楚的思考动作。到了第二天学童进行解说时(如果先不讨论仪态,因为学童因个性关系在这方面仍有许多的差异),在解说内容的丰富度与自我介绍时有很明显的进步。例如学童会用方位来描述展示里各种动植物标本的位置,并对形状、颜色和质感有更多的说明。相对于过去的活动只着重在科学现象的陈述,学童的学习是被动式的,但加入了看得见的思考后,学童的学习变得更有参与性和理解性,也有更好的学习成效。

◎ 结论

艺术教育工作者 Linda Duke 在《Curator》期刊以“博物馆参观是一种经验,不是上课”为题,说明博物馆的目的不是要创造更多只有充满科学事实像上课般的内容,而是提供精心设计的学习经验(Duke, 2010)。所以本文以科博馆的教育活动为例,说明规划的原则,从沟通(学习目标、概念图及活动说明)到应用研究发现有助于学习的做法(“探索式导向学习”和“看得见的思考”),显示在一些可能被认为挑战性不高的活动中,加入一两项未知数便能改变整个学习经验。科学教育的终极目标并不是让每个人成为科学家,而是学习如何解决问题的能力。“探索式导向学习”是培养学生解决问题能力最好的训练,加上“看得见的思考”所提供的各种思考动作,对学生如何学习成为一位自主学习者,亦有很大的帮助。尽管学生未来可能不从事直接与科学相关的工作,但研究显示,就学时参观博物馆的经验应可对科学保有高度的兴趣,毕竟生活中仍有许多与科学有关的议题值得我们关心,也影响我们的生活。有了科学素养,对国家的科技和医疗政策的讨论也将会有更多的参与。总而言之,学习是一辈子的事,无论学校或各类型的博物馆,都可以提供我们不同时期学习的需要。■