

歐本海默語錄 ---

探索館創館館長的博物館哲學

張譽騰 編譯

摘要

這篇文章分前言與本文兩部分。在前言中，概述了美國舊金山市的探索館(Exploratorium)創始人及首任館長歐本海默(Frank Oppenheimer, 1912~1985)的生平與志趣，並簡述了探索館的旨趣與內容大要。

本文部分則分成十五節，分別就「我為什麼要創立探索館？」、「探索館的使命敘述」、「你必須決定誰是你的觀眾？」、「科學與藝術的結合」、「科學是文化的一部分」、「科學博物館提供探索的機會」、「引導與探索：平衡的問題」、「博物館展示與觀眾經驗的結合」、「從美國自然史博物館與柏林墳博物館得到的啟示」、「探索館展示的多樣性」、「博物館是觀光的場所」、「我為什麼喜歡教書？」、「美學與正確答案」、「對形式的敏感」、「貫穿探索館展示的主題」等角度，摘譯了歐本海默的一系列相關著作（見參考文獻）中的觀點，希望有助於讀者瞭解探索館的展示理念及其背後之教育哲學。

前言

探索館(Exploratorium)位於美國舊金山漁人碼頭，館址原為一座美術館(Palace of Fine Arts)，由1915年巴拿馬-太平洋博覽會(Panama-Pacific Exposition)遺留下的一棟如洞窟狀之建築修建而成。這座獨特的博物館是由著名的物理學家與教育家歐本海默(Frank Oppenheimer)，在1969年創立的，他一直擔任館長直到1985年辭世為止。

在創立探索館之前，歐本海默曾在明尼蘇達大學擔任助理教授二年(1947~1949)，教授物理學。其後，歐本海默因美國參議院

非美活動委員會(the House Un-American Activities Committee)調查事件的株連，被迫辭去大學教職，淪為科羅拉多州葩滿薩泉區(Pagosa Springs)的一個牧牛人，一做就是八年。

1957年，他在當地一座中學謀得一份教職，教授科學課程，該校約三百位學生，卻只有他一個科學教師，他具有教學熱誠與高度創新能力，經常利用簡陋材料設計教具，闡述科學原理，化腐朽為神奇，他的學生曾二度獲得該州科學展的首獎。

1959年，他獲科羅拉多州大學聘任，重拾其高能物理的教學與研究工作。並在該校發展出一座「實驗圖書室」(Library of



法蘭克·歐本海默（Frank Oppenheimer 1912-1985）辭世前一年，攝於他手創的探索館之前。（翻拍自 The Exploratorium, 1985 . The Exploratorium 版權所有）

Experiments)，提供許多實驗器材供學生自由使用，從事物理現象的實驗和探索。

1968年，他與太太賈姬(Jackie)看中現在的館址，倡議在此發展一座科學博物館。經過一年籌備，這座博物館在1969年開放，開幕時只有少數展示，媒體也未給予大量報導，歐本海默夫婦刻意不用博物館(Museum)的字眼，而取名為「探索館」。

探索館是近代新科學博物館運動的先驅，它主張博物館應該成為教育中心(museum as an educational center)，能提供科學、自然、藝術與科技各類主題的參與式展示，讓民眾有自行探索和發現的機會與樂趣。

它目前擁有六百五十個展示，展示內容涵蓋科學、藝術和知覺(perception)，並可概括為十三個主題：光、顏色、聲音、音樂、運動、動物行為、電、熱與溫度、語言、形式、聽覺、觸覺、視覺、波動與共振、氣候。每年平均觀眾為六十萬人，世界各國的科學博物館界人士來此考察或觀摩者絡繹不絕。

為重新充實內容，進一步服務觀眾，國立自然科學博物館科學中心的地下樓，即將在明(85)年2月間，引進探索館的一些重要展示，配合這些新展示的推出，本文嘗試彙整並摘譯歐本海默所發表有關探索館建館理念、科學與藝術、探索的意義、教學的宗旨等的一系列文章，或可略供讀者瞭解這些展示的創作背景與教育哲學。

一、我為什麼要創立探索館？

科技是現代社會重要的形塑力量，對世界性重要事件產生重大影響。因此，愈來愈有需要去積極培養民眾對科技的瞭解。然而，科技漸趨複雜，它與一般人民日常生活與經驗的距離也愈來愈遠。對衣食住行所牽涉到的各類工業過程有所瞭解的人，少得讓我們驚奇。

基礎科學的現象提供了人類發明的原料，但這些現象有時並非直接觀察自然所能得到，對某些人而言，這些現象之美妙玄奇，與自然界的一隻蝴蝶或一朵花初無二致。

要減少專家與外行人之間隔閡，方式很多，如書籍、雜誌、電視節目，或學校的一般科學課程等。這些方式各有價值，但其共同缺點是，少了人們可以據以觀察或操作之裝置或道具，以供展示現象，並讓人們可以自由開關，隨意調整利用。愚意以為，沒有這些裝置或道具，而要向人們解釋科技，不啻教人游泳而從不讓他們下水。對許多人而言，科學玄奇難解，技術令人生畏。科技對他們而言，是一個與人文截然不同的世界，難以親近、玄奇，而又充滿敵意。

所以，如何為人們提供一個環境，使他們能親近科技的細節，並藉著控制與觀察實驗室的裝置與機器結構去瞭解科學，實有其必要。這樣一個環境，提供一個讓人們可以自由探索的氛圍，激起人們潛藏的好奇心，並能從中得到至少是局部的解答。同時，我們還可以擺設一些具有歷史性的科技展示，用以彰顯科技發展的源流。像這樣的博物館，或可名之為「探索館」。

探索館的目的，在滿足人們對瞭解科技的需要。它兼具教育與娛樂的價值，也可以是學校與成人教育的重要資源。

探索館的展示與演示(demonstrations)，除了有教育的目的之外，必須具有美學上的感動力。在設計時，則應力求簡潔，不要故弄玄虛，使觀眾產生混淆與不實之感。博物館絕非展示的雜燴，它應該是一個統合在基本的理論基礎下的彈性架構，看似隨意，其實有可循之脈絡。

二、探索館的使命敘述

本館創建的目的是想達成一些學校課堂、書籍、電影或電視節目所無法或困難達到的教育目標。

探索館所提供的展示，均圍繞著「知覺」這個主題。在設計時，是希望兒童或成年人，都能分別從不同層次上加以操控和鑑賞。這些展示，探索人的各種感覺並提供與之互動的機會，本身就十分引人入勝。此外，它們也是建立科學與藝術關聯的重要橋樑。由於在展示設計與製作過程中，逐漸增加了對知覺機制的瞭解，導致我們進一步發展一系列基本的或美的自然現象之展示。

藉著不同的展示系統，讓自然過程一再

出現，我們希望觀眾能體會這些過程間的關聯性與一致性，對自然或文化建立一種較為整體，而非支離破碎的感覺。

在探索館裡，觀眾會有自我發現的滿足。我們不想讓觀眾離館時，帶著一種「是不是有些人比我聰明？」的感覺。我們的展示簡樸直率，不會故弄玄虛，觀眾不用擔心被誤導或受騙。我們既不嘗試說服，也不蓄意驚嚇。恰恰相反的是，我們相信人與人之間，或人對自然，是在沒有懼意時，才會更加神清智明。

探索館具有嚴肅的教育意圖，但它也希望營建一種類似遊戲的氛圍，讓老師與學生、子女和父母、科學家或非科學家，都能舒適自得，有所啟發。

三、你必須決定誰是你的觀眾？

許多展示設計師經常諄諄告誡我們：「你必須決定誰是你的觀眾？」，但是，說實在的，我們並不太在意這句話。在我們看來，這句話可從兩方面予以駁斥：第一、這句話似乎暗示：每一位觀眾應該都能鑑賞博物館的每一個展示。像這樣的假設其實是很荒謬的。第二、很多（即便不是大多數）展示，可分別供不同觀眾從不同層次去鑑賞。我們認為，要設計這樣的展示並不是不可能的。

我們比較在意的是，一個展示必須讓我自己和館員覺得頗有興味；在設計與製作展示的過程中，我們要確定自己也能學到些新東西；在新展示推出時，會非常樂意地與親朋好友或同事們一再共享。

有時候，一些頂尖的物理學家會告訴我說，他們在探索館裡時學到了一些以前不知道的東西。有些則分別告訴我說：雖然這些主題對他們並非陌生，但我們的展示方式很新穎，很有啟發性，或者很美。

在能力範圍之內，我們並未對探索館的觀眾，做年齡、專業訓練或文化背景方面的限制。學前兒童和老年人團體、殘障(心理或生理的)或資優學生、青少年等，去了又來，都是探索館的常客。

許多博物館都有數百項展品，在短短二至三小時當中，你希望觀眾能吸收多少？

記得多少？博物館不應對觀眾的吸收能力做不合理的期待。相反地，我們應該在博物館裡創造一種氛圍，讓觀眾能很輕鬆適意地跳過某些展示，即使不瞭解也不介意。我在此舉個例子，探索館有一展示區是以「光學」(Optics)為主題，為了保持該區的暗度，我們將一個窗漆上顏色，但是經常在屋頂上活動的一些海鷗，在這些窗漆上留下許多爪痕，光線微微從中透過，狀若遠方星辰。一天，我從其下走過，偶然聽到一位中年婦女和她的同伴，一面望著這些星狀微光，一面說到：「我想假如我們知道的多了，也許有一天會弄清楚這些微光究竟是什麼意思。」說完，她們就又高高興興地去參觀其他的展示了。

四、科學與藝術的結合

在探索館中，藝術的角色舉足輕重，事實上，它是探索館的中心考量。許多博物館只有在設計或製作展示外觀與面板時，才會請藝術家幫忙。但是，在探索館中，藝術家和科學教師的貢獻則是相互平行的；他們幾乎是同一領域的自然現象，提供不同角度的展示。例如，就「光線如何散射成許多不同顏色」這一個主題，在探索館裡，我們有一系列教諭性的展示(diadactic exhibits)，提供觀眾許多科學方面的細節。在此同時，我們也請藝術家設計了「陽光畫」(Sun Painting)這個動感十足的展示，利用狹長的三稜鏡與窄小的鏡子的不同組合，從陽光中抽離出一系列獨特的純色來，豪華壯麗、引人入勝。另外，我們也向藝術家購買了一些全像攝影圖(holograms)，並將之展示在我們所設計有關全像攝影圖與衍射的教諭性展示旁，藉供相互參照。

在探索館裡，藝術家的角色並不只是用來使展品更漂亮些，而主要是因為他們可以針對自然，做出有別於物理學家或生物學家的觀察與發現。再者，藝術家在發展展示時的決策基礎，似乎也與科學家有別。藝術家與科學家都能幫助我們去注意或鑑賞一些我們忽略或漠視的自然現象。藝術與科學都是充份瞭解自然及其對人類影響的重要工具。因此，在探索館的教育哲學裡，藝術與科學是一體兩面，相輔相成的。我們在展示設計

與製作時，仔細考量到美學的因素，可能是探索館的展示能廣泛地吸引各種背景觀眾的重要原因。在這方面，由於我們只接受與探索館主題相關的藝術創作，所以進度有限，有待努力之處仍多。

五、科學是文化的一部分

科學博物館致力於闡述觀念，它要傳達給民眾的，是有關自然與科技的思考方式。這些方式一向是傳統文化的一環；當我們研究希臘或其他古老民族的宗教時，總會觸及他們對自然的想法。在現代世界裡，對自然的想法與其觀念之發展則是來自科學。這些想法與觀念，與往昔相比，依然奇妙而引人入勝，但令人驚訝的是，現代人對科學的角色卻未能給予應有的重視。在古文化裡有所謂的「自然哲學」(Natural Philosophy)，現在已不見有人提起。現代人談到音樂和藝術，總視其為文化的一部分，但我們對周遭世界與對自己的想法——應該也是文化中重要的一環的——卻被忽略了。

六、科學博物館提供探索的機會

現代的民眾，尤其是那些住在城市與郊區的居民，很少有機會探索自然界的事物，科學博物館有責任提供這樣的機會。要擔當這樣的責任需要一點努力；如果博物館給觀眾一種結構渙散、難以掌握的感覺，他們就會心生迷惑，只想趕快離開，回家算了。反之，如果博物館的結構過於嚴謹，主導意味過於濃厚，就會剝奪了觀眾選擇與自我發現的機會。

探索，有如從事基礎科學研究，經常是沒有結果的。也正如基礎科學與應用科學研究的分野一般，探索使人們有機會脫離生活或思想的窠臼，追求一些偶然勾起其興趣而似乎無什實際用途的事物：一縷芳香、偶然的一瞥、一股氣味、一條有趣的街道、一個洞窟、森林中不期然邂逅的一片草地、引你偏離原路的一簇野花，甚至是路的一個坑洞！經常，正是這類無目的之探索，導致人們心無旁騖的著迷於某些事物。

自我探索中發現的事物，經常成為個人經驗裡最特別的東西，即使別人有相同發現時也不例外。一個人在博物館自我探索時，如果欣然有所得，就經常會帶朋友、兒女或父母再回來一起觀賞。對自我發現的事物，人們的記憶最為深刻，最為津津樂道，一有機會就回去重溫，即使事隔五十年後依然如此。

在探索館裡，如果一個展示換了位置，就會有許多觀眾急切地跑來問說：「它到哪去了？你們把它怎麼了？」這些觀眾很可能就是上次來的時候，發現了一個他們甚感興趣的展示，而這次是專程帶他朋友回來分享的。

探索導致了意外新事物的發現，正是這些新事物使科技邁進新境界。沒有新事物或新發現，問題無法解決。發現不僅是在探索科技時發生，在藝術探索時的發現也同樣重要。藝術家把人对環境的反應感知傳達給我們，從他們的發現裡，人們經常得到啟示而改變其行為或感覺，其中包括對生活與對整個自然的態度。個人的發現，不管是經由藝術、科學，或是在一城市、鄉間或博物館閒逛時所產生的，常會帶來長遠的滿足與個人的轉變，這是你從別人教給你或聽到的知識，所無法比擬的。



「在探索館裡，我們為了要在漫無限制的探索與過度引導之間取得平衡，也一直不停努力著。」
(翻拍自The Exploratorium.1985:The Exploratorium 版權所有)

七、引導與探索：平衡的問題

即使我們能了解探索的角色，及其在博物館中的重要性，並不表示我們一定能夠提供這樣的一個環境。在博物館裡，既要提供足夠的引導，使觀眾不致有挫折之感，又要給予足夠的自由，讓他們能從自我探索中獲得發現的滿足。兩者之間要達到平衡，並無一定規則可循；每一個狀況，每一個主題，都有其特殊的平衡點，需要個別地予以調整。

在探索館裡，我們爲了要在漫無限制的探索與過度引導之間，取得平衡，也一直不停地努力著。我們會試試這個，試試那個，有時決定多給觀眾一些引導後，卻又發現他

們在看展示時太受拘束了。到最後，我們發現，這些被採用的平衡點，大多反映了個人的品味及性格。因此，不同的博物館對平衡點的問題，會有不同的解決方式，也是理所當然的。對學習的整個過程與目的，每個人的態度不同，解決方式反映其態度，自也因人而異，是非常人性化的。最後決定在引導與探索間如何平衡的，是這些態度，而非某些特殊的「客觀評量」(objective evaluations)。

對許多人而言，所謂探索式的教學，就是想辦法安排一個課程或實驗，讓學生去發現老師要他們發現的東西。這不是我所謂的探索，真正的探索本身具有豐富的內涵，學生或觀眾在探索時，甚至會發現一些老師或館員在設計課程或展示時所未預見的事物。博物館展示的建構過程充滿發現，即使在展示推出一個月甚至一年後，我們還經常發



探索館的所有展示是擺設在一個如洞窟般的巨大房間內，展示與展示間乍視漫無關連，事實上是有「一主題貫穿其間的，此一主題即「人類知覺」。(翻拍自Susan Schwartzberg, 1986, The Exploratorium版權所有)

現，它們會展露出一些事先未嘗想到的觀念或有趣的情況。觀眾跑來告訴我們這樣的發現時，最讓我們覺得驚奇。無論是在一幅畫、一座立體造景或一個科學實驗中，發現的極致是發生在博物館裡一些具有豐富內涵的個別展示裡，它們具有一些即使在推出時也未預知的成份，是這些成份的不同組合，使博物館成為一個新奇的探索場所。

有些博物館杜絕了觀眾探索的可能性，紐約市的古根漢博物館(Guggenheim Museum)就是一例。它是由建築師而非博物館專業者設計的。觀眾無從改變他們看畫的次序：如果觀眾想帶一個朋友回去看一幅他喜歡的畫，他只有從頭開始，一幅接一幅地看下去，直到輪到那幅畫為止。

博物館要讓觀眾有探索的餘地，並不表示它在硬體或觀念的設計上一定要雜亂無章。但這個博物館必須有許多觀眾很容易可以錯過的展示，那樣他們在偶然有所發現時，就會有類似驚奇與勝利之感，這是一種滿足多於成就的感覺。正是這種滿足的感覺，使我們迫不及待的想告訴別人我們的經驗。

八、博物館展示與觀眾經驗的結合

也不一定是參與式的展示才有讓觀眾探索與發現的機會，一些靜態的展示也提供這樣的可能性：我很喜歡丹佛自然史博物館生態造景展示，每次去都會發現一些新東西——一隻蜥蜴、一個箭鏟，或藏在草叢中的一朵高緯度的野花。我最近一次去參觀時，聽到身旁的許多觀眾一再地為同伴指著喊著：「你看，那塊岩石後頭有什麼東西！」這樣的生態造景，重新喚起了人們在森林或高地遊逛時的那種發現的喜悅。

當然，我之所以對這些生態展示印象深刻，部分是因為我曾在科羅拉多州類似的鄉間住過，對它特別有一份熟悉感。像這樣的展示效果是很常見的；愈是與觀眾過去經驗相關的展示，對他們愈有意義。由於博物館觀眾的背景駁雜、經驗迥異，要在展示與觀眾間建立這樣的聯繫並不容易，但我們只有不停努力，希望藉著展示圖板說明或恰當的展示佈置，使博物館的某些部分與觀眾的某

些經驗能有相互契合的機會。

觀眾在博物館所獲得的經驗，很可能會對他們下一次感知的經驗造成影響。例如，我們就很希望探索館的觀眾在看到一道彩虹，仰望藍天，或在他們瞇著眼而看到一些奇怪的光線時，會回想起他們在探索館的參觀經驗，並且對自己說：「啊哈！我現在所看到的，很像是我在探索館所看到的展示——在『玻璃珠』(Glass Beads)展示中的折光，在『藍天』(Blue Sky)展示中膠製圓筒所產生的散光，或『衍射』(Diffraction)展示中圍繞著睫毛的衍射光等——對啊！原來這些都是我在探索館夾層看到的那些展示。」

九、從美國自然史博物館與伯林頓博物館得到的啟示

在紐約的美國自然史博物館(the American Museum of Natural History)中，我看到一些有關文化的展示，從中對博物館的特性得到重要的啟示。在這些展示中，提供了來自不同島嶼與不同大陸各種文化的許多例子，每一種文化的內涵都以豐富的細節如陶製品、紡織、工具、家屋等展現出來；每種文化各有特色，但在整體瀏覽過後，觀眾會開始摘取並逐漸發現各種文化的共同元素，以及一種文化的真正涵意。因此，在探索館裡，我們也做類似的嘗試：舉例來說，有關折射(refraction)，干涉(interference)和偏極光(polarized light)的展示就不單單只有一個，而是一整個展示區（通常是六至八個展示品），來表現某一主題。

在佛蒙特州伯林頓市(Burlington, Vermont)一家博物館中，有一個房間專門展示各式各樣的誘鴨(decoy ducks)，可說應有盡有，琳瑯滿目。我相信沒有任何文章、任何書籍或任何影片，可以像這間展示室般，生動地傳達這類工藝的精神、情感，和為了創作誘鴨所展現的種種新意。這間誘鴨展示室給我的重要教訓，遠超過我看過的其他博物館，這個教訓就是：藉著提供一系列豐富而令人著迷的例子，博物館可以很有效地帶領觀眾去發現事物的本質。



在探索館的展示中，藝術與科學是交互融合相輔相成的。(翻拍自Nancy Rodger, 1986. The Exploratorium 版權所有)

十、探索館展示的多樣性

在探索館裡，我們將有趣或重要的自然現象，利用一系列不同背景의展示表現出來。例如，有關共振(resonance)與固定波(standing waves)的展示就有18個之多，分別提供在空氣柱、弦、繩、竿、彈簧、水、機械波動機中的波動例證。本來我們還想利用一種類似果醬般的物質，來說明固態物中的波動現象，可惜的是，這種波動的頻率（我們利用閃光燈偵測其幅度）與人腦的波動頻率過於接近，爲了安全起見，只好放棄。

另外，針對雙眼視覺(binocular vision)、大小與距離之判斷、眼睛中邊緣效應(edge effects)與側面抑制(lateral inhibitions)角色等現象，也分別各有約一打的展示例證。至於迴轉儀(gyroscopes)、旋動量(rotary momentum)的相關展示有八種，另有十五種展示是用來說明以指數或對數成長或消滅的生物現象。

爲什麼要提供這麼不同背景的多樣化展

示？主要是基於以下兩種考量：

第一、我們認爲，科學不僅發掘了許多有趣或有用的自然現象，它也提供了一個如何思考這些現象的觀念架構。我們有關「波」的觀念，是化約的產物，比諸任何一種特殊的波，都要來得「概括」些。事實上，要從水波、聲波、光波等抽離出一個波的共相，是需要一些工夫的。除了從教科書的定義外，要想多瞭解波的性質，最好的辦法就是親身去觀察或實驗各種波的具體型態，並反思其共同點。對任何其他之觀念的建構，這也是不二的法門。例如要建構有關「家庭」的觀念，僅知道某一家庭成員當然是不夠的，我們還必須知道子女、兄弟、叔伯、姪甥、父母、祖父母，才能有較完整周全的觀念。

第二、在博物館裡，原本歸屬於某一課題的一些展示，也可能歸屬於另一課題。舉例來說，在探索館裡的一些有關「共振」的展示，將之置於「樂器」、「指數」或「電感應與容量」此一課題的展示區內，亦無不妥。在我們看來，科學博物館是許多教具的集合體，它們建構出一系列相互交關的迷你課程(mini-curricula)網路，既可供各級教師，也可供各類觀眾與其子女、朋友或父母共同使用。甚至，我們的館員也能利用展示場，做爲自我學習或教學的場所。

十一、博物館是觀光的場所

當我們把探索館譬喻爲一個教具的集合體，用爲迷你課程之教學場所時，其實只是部分說明了探索館的性質。除此之外，它還是一個觀光的場所，一個你可以在其中遊逛的自然現象森林。

觀光的作用，不僅止於舒暢心情，它也爲日後學習的機會，提供經驗與直觀的基礎。它激發好奇心，廣義而言，它幫助人們決定他們的未來行止與心靈家園之所在。許多參觀探索館的科學家告訴我，他們之所以成爲科學家是源自童年去芝加哥科學與工藝博物館的參觀經驗。

在迷你課程與觀光功能之外，博物館可以透過一種全面綜合的方式，在觀眾身上，造成深厚長遠的影響；它能重建觀眾學習與

瞭解的能力，讓他們恢復自信。它能帶給觀眾一種與過去密切相連的歸屬感。它能幫助觀眾瞭解，其實人與其行為乃是自然的一部分。簡而言之，它在觀眾與那些他們原本認為無法接近或拒斥的各種文化層面之間，建立一種親和的關係。這些較概括性的效果殊難加以預測或估量。有位婦人告訴我們說，她到探索館參觀之後，回到家裡，生平第一次決心試試如何把插頭接到電線上。我們實在想不出，有任何探索館的展示，會教她如何把插頭與電線接在一起。可能的解釋是：在參觀過探索館，並弄懂了其中一個展示所蘊涵的困難觀念之後，她也許會對自己說：「如果我能弄懂那些，又為什麼不能試試這個呢？」

十二、我為什麼喜歡教書？

主要的原因是，想把自己對科學的理解與技巧傳達給兒童。這個動機其實非常單純：就好像你在高速公路上，偶而碰到鹿群時，會不自禁地告訴夥伴說：「你看！那裡有三隻鹿呢！」我喜歡看鹿，喜歡瞭解自然現象，喜歡用較單純、較生活化、較普及的方式或字眼，來解釋複雜與新奇的事物。舉例來說，我們這棟建築的牆面所承受的壓力，是由於無數空氣分子不停衝擊的動量所造成的，能夠知道這點，並解釋給學生，是我非常樂意去做的事。至於像股票市場那類，跌跌落落原因很難掌握的事物，我比較沒有興趣。我喜歡教書，享受把觀念傳播給別人的樂趣，宛如鋼琴師在精練了一首奏鳴曲之後，迫不及待地要一再彈給觀眾聽，希望尋求共鳴一樣。

我認為當老師的首務，是要讓學生徹底瞭解某一現象或裝置：星辰為何閃耀？電鈴為何會響？讓他們體會到，所謂瞭解，就好像吃飯或投籃一樣，可以是一種滿足，一種樂趣。如果我這個當老師的，能使瞭解變成一種樂趣，我相信學生就會想多瞭解些東西，換句話說，他會變得更好奇些。如果我能讓學生中培養一種好奇心經常能獲得滿足的模式，我所擔任的課程就能豐富學生的生活，使他成為一個更有用、更有同情心的人。

我當老師的另一個動機是，希望為學生的進一步學習做準備。我在教學生某一科目的時候，總抱著他會就此一科目繼續鑽研的想法，所以在教的時候，心裡總是預想著學生下一個可能學習科目的內容，希望因此使他們在進一步鑽研時能更容易些。

最後，也是我最感困難的是，在教學過程中，如何在學生心靈催生一股力量，讓他們覺得自己能做出一些事情來。事實上，大多數人，尤以成年人為最，都渴望能精通許多事物，晚近的一些教育理論也認為教育唯一目的，是教學生如何做事。以運動為例，它的重要性在於能使大批學生精通諸如傳球、投球或合作的方法。許多學生喜歡代數，因為它能有效幫助他們解開許多方程式，帶來一種愉悅的感覺。照顧店面、縫紉、寫作、打字、學習語言，參加樂團和學習藝術等各類事物，都很重要，一則由於它們能教導學生不同的技巧，一則因為不同性情的學生，可以分別從這些不同的事情中學到做事的方法。

總而言之，一、讓學生發現理解的樂趣，藉以點燃他們的好奇心；二、激發並為他們進一步學習預做準備；三、使他們在手機並用中產生學習的滿足感，豐富他們個人的生活。這三點可歸納為我在教學時的三個向度。

十三、美學與「正確答案」

修習物理課程的學生，通常會花許多時間解題，尋求「正確答案」。大多數物理教科書的背後都附有無數問題的解答，而對用功的學生而言，如果無法求得單數問題的正确答案，就會覺得自己很笨，帶著些許罪惡感。一般說來，物理學被視為是一種「正確答案」的學科，很少有人注意它的形而上學意涵，以及做為一種科學活動的創造性。

反之，藝術課程的學生通常會被要求具有創意，卻罕有學生察覺到，藝術家其實也是在尋求「正確答案」。沒有人期待藝術去提供任何解答，這是一般常見的觀點，是我不能苟同的。

十四、對形式的敏感

科學與藝術確有極大不同，但它們源自同一種需要逐漸培育的感知敏感度；能敏銳地辨識不同的形式(patterns)，是兩者共同的基礎。

以最簡單的層次來說，科學家或藝術家能讓一般人懂得察覺或鑑賞形式，這些形式他們或因能力不足無法辨識，或為了應付日常複雜的生活而漠視了。有多少人看過多少山丘，但要等到像塞尚這樣的畫家，在為聖維多利亞山的形狀著迷而將它用筆畫下來時，大家才體認到山也是有其造形的。一般人可能只感覺人類臉龐上的柔和色彩，是盧奧使我們察覺其間歷歷而強烈的藍、紅與紫等色調。同樣地，多少人看過星球起起落落，只有克普勒察覺它們是以橢圓軌道繞日而行。多少人們看到自由落體，只有迦利略察覺它們是以等加速的方式下降的。達爾文與法拉第、佛洛伊德與馬克思、巴哈與韋柏(Webern)、基歐士與柯里(Giotto and Klee)、莎士比亞與品特(Pinter)等，都使我們對以往可能忽略的形式更加敏感。

許多畫家的素描，或物理評論(Physical Review)上的一些概略式的報告，針對一些最新發現而可分辨的形式加以描繪或敘述。這類工作雖然層次不高，但仍然十分重要，因為在個人或團體生活中，如何辨認形式是頗為緊要的。

然而，藝術家或物理學家的工作，並不僅止於辨認或記錄各類直接由感官衍生的形式，他們還不斷嘗試將這些形式加以轉換、重組或重新定義，萃取其中對他們有意義的成份，淘汰掉屬於「雜音」的部分，進一步創造更多並非直接由感官衍生的形式。

這些形式中的形式(patterns of patterns)，在物理學上就叫做「原理」(theories)，在繪畫或音樂上就叫做「構圖」或「作曲」(compositions)。是在這個層次上，才有新的洞見產生，使音樂家將旋律組合成交響曲，畫家將素描發展成畫作，物理學家將實驗的摘要或法則，發展成原理。

十五、貫穿探索館展示的主題

談到展示理念與設計，恐怕無法將之與展示主題及展示內容分別開來。因此，我在

這方面的意見主要是以探索館的經驗為基礎。

探索館的展示項目種類繁多，乍視之，似乎漫無頭緒。但是，在我們心目中，是有一個貫穿其中的主題，使之相互間產生關聯的，此一主題即是「人類知覺」(human perception)。探索館是有關自然的博物館，而科學的最大成就之一，是展現出大自然紛雜歧異性中的一致性。在自然中的所謂基本力(fundamental forces)的種類，其實並不多：恆星與太陽同類，行星與月亮之運行力與蘋果下落的力量類同，電力產生磁場，反之亦然，兩者結合就產生光。我們希望探索館的觀眾能察覺其中的關聯性，本館的所有展示是擺設在一個巨大的房間內，此一特色或有助於達成此一目標。

即便觀眾忽略或無法掌握此一宏遠的目標，但我們自己卻不可須臾或忘。博物館可比擬為一齣樂曲或一首交響樂，聽眾也許無法意識到其間的結構，但是，透過作曲家訓練有素的努力，樂曲所呈現出的整體譜和感，聽眾是可以察覺並為之感動的。一座好的博物館，要期許其館員有類似這樣的訓練，能引導觀眾達到這樣的效果，至少，我們不希望常聽到觀眾說：「奇怪！我實在搞不懂他們為什麼把那件展示放在那裡？」

參考文獻

- Exploratorium. 1985. The Exploratorium, Special Issue, March 1985, 28pp.
- Hein, H. 1990. The Exploratorium: the Museum as Laboratory. Washington, D. C.: Smithsonian.
- Oppenheimer, F. 1969. "A Rationale for a Science Museum" in Hein, H. 1990 "The Exploratorium: the Museum as Laboratory" Washington, D. C.: Smithsonian. pp.217-221.
- Oppenheimer, F. 1980. "Exhibit Conception and Design" in Oppenheimer, F. et. al., 1986 "Working Prototypes". San Francisco: Exploratorium, pp.5-9.
- Oppenheimer, F. 1982. Exploration and Culture. Museum News(Nov./Dec.): 39~45.

編譯者簡介

本文編譯者現任國立自然科學博物館科學教育組副研究員。