



數學在實與虛的博物館

文／李國偉

本文介紹法、德、美、英、日近年在實體與虛擬數學展示場所的訊息，以做為國內發展的參考。

前言

我相信數學是世界上中、小學校教育裡最普遍的科目之一。其他科目，如英語，雖然廣泛教學，但也不太會從小學一年級教到高中畢業。歷史應該各國都會教，然而內容各有各的一套，不像全世界的數學教材大同小異。數學早已成為整個人類文化的共同部分，卻也是公認難教好、難學好的學科。

數學其實已經潛藏在日常生活的每個角落，不管是滑手機、刷信用卡、看天氣預報，都在使用數學的成果，可是表面上卻看不出數學的蹤跡。因為數學無所不在卻難以親近的雙重特性，進而產生了向社會大眾普及數學知識的迫切需求。一些歐美先進國家的數學專業學會，或者像歐洲數學學會這種跨國專業組織，都努力從事改善數學在大眾心目裡形象的工作。本文選擇若干實體或虛擬數學博物館例子，介紹法、德、美、英、日各國近年的一些發展，以供讀者參考。



法國



全世界最大的數學家團體「國際數學聯合會」(International Mathematical Union)，除了推動全球數學學術發展外，在 2000 年發起了普及數學的計畫。後來得到聯合國教科文組織的支持，採取巡迴展覽的方式實現構想。從事數學科普活動非常有名的日本秋山仁教授，接受委託設計展覽內容，由法國「科學與工藝文化中心」(CCSTI) 奧爾良分院負責實際製作與長期展覽，展覽命名為「體驗數學」(Experiencing Mathematics, <http://www.mathex.org>)，在 2004 年正式揭幕。展覽的主要對象是青少年、兒童以及家長與教師。當然一般社會大眾只要是想多知道一些數學在幹什麼，都可以從這個展覽裡獲益。為達成體驗的效益，展覽採取互動方式，想要讓參觀者感受到下列經驗：

1. 令人驚異、引起興趣、感覺有用。
2. 人人都能親近。

3. 在日常生活裡起很大的作用。
4. 與很多行業發生關連。
5. 文化、發展與進步上扮演著重要角色。

展覽的主題則分為 10 項：1. 閱讀自然；2. 鋪磚與對稱；3. 填補空間；4. 連結；5. 計算；6. 構造；7. 估計；8. 優化；9. 求證；10. 物件與模型。

展覽的物件總共有四套，三套分布在法國、一套可出借至各國展出。每套巡迴展覽包含 27 組動手實驗與說明海報、6 到 8 組可觸摸的模型與物件、1 或 2 個 60×200 公分的標題板、文獻與說明小冊，以及可互動的電腦螢幕。總重量約 350 公斤，展示空間約需 200 到 300 平方米（約 60 到 90 坪）。全套展覽物品很容易裝入一台廂型車來運送，這種便利的巡迴展覽方式，也頗值得國內參考。自 2010 年起更製作出展覽的虛擬版本 (www.experiencingmaths.org)，可以使用法、英、西、葡、卡特藍、阿拉伯語文顯示。

2013 年 3 月 5 日 CCSTI 與德國的「想像：開放的數學」(Imaginary, Open Mathematics) 平台合作，在巴黎聯合國教科文組織總部展出「行星地球的數學」(Mathematics of Planet Earth, www.mathofplanetearth.org)，是另外一套可在各國巡迴展覽的博物館等級展品，幫助大眾認識數學在與地球相關的問題中所發生的作用。題材涉及天文、流體力學、火山與冰川的數學、繪製地圖的數學等等。這套展覽持續向外開放徵求新想法及新模組，經過競爭後擇優展出。已有的模組也可從 imaginary.org/exhibition/mathematics-of-planet-earth 開啟觀賞。

德國



「體驗數學」與「行星地球的數學」在各地展覽的性質算是專題特展，而最早為數學建立有規模博物館的地方是德國的吉森（Gießen），在吉森大學數學教授伯特斯帕赫（Albrecht Beutelspacher）的指導下，把一座三層樓房改建成數學博物館，命名為「數學宮」（Mathematikum，<http://www.mathematikum.de>）（圖 1～3），於 2002 年 11 月 19 日由當時的聯邦總統親臨揭幕。伯特斯帕赫是國際知名的幾何學家，一直

對於普及數學有深刻的使命感。從 1993 年起，就帶領學生舉辦過多次動手做幾何模型的展示、研討會與教師培訓班。他在雜誌上寫數學科普的專欄，也在電視的科普節目裡露臉。

「數學宮」強調動手體驗數學，展品模組從開館時的 50 套，已發展到現在的 150 多套。包括各種數學謎題與遊戲，巨大肥皂泡，令人迷惑的鏡子，不用釘子、繩子、膠接合的橋樑，以及許多讓參觀者感到驚訝與好奇的展品。展覽館裡還設置了「迷你數學宮」區域，以 4 到 8 歲的兒童為



圖 1 吉森的數學宮。（圖片來源：<http://www.mathematikum.de/presse/downloads.html>）



圖 2 「數學宮」創辦人伯特斯帕赫。（圖片來源：<http://www.mathematikum.de/presse/downloads.html>）



圖 3 「數學宮」展示的巨大肥皂泡。（圖片來源：<http://www.mathematikum.de/presse/downloads.html>）

對象，讓他們也能感受到數學的威力與迷人特色。從 2004 年起，每年還有「藝術數學宮」的特展，將博物館的走廊改裝成畫廊，讓觀眾欣賞如何以藝術的手法表現數學的概念。

前節中提到德國的「想像：開放的數學」平台，是內容極為豐富的虛擬數學博物館，本期另有陳宏賓撰寫介紹。

美國

一位紐約的中學數學老師顧德羅（Bernie Goudreau）曾經於 1981 年創辦一所規模迷你的數學博物館。1986 年顧德羅過世後，該館就稱為 The Goudreau Museum of Mathematics in Art and Science，一直以非營利機構的方式營運到 2006 年。每年 9 月到次年 6 月的週末開放參觀，展覽品包括顧德羅與學生製作的大型木製多面體模型、各種可以動手操作的遊戲或謎題、摺紙活動，另外有一個蒐藏趣味數學書籍的圖書室，並且經常舉辦各種數學科普活動。

顧德羅的迷你數學博物館吹熄燈號之後，讓很多喜愛數學的美國人甚感遺憾，偌大北美洲居然沒有一間專門展示數學的博物館。有一位加州大學洛杉磯分校數學博士出身，而後到華爾街投資公司得意的惠特尼（Glen Whitney）（圖 4），決心放棄高薪職位，努力募款重新建立美國唯一的數學博物館。他募得 2 千萬美元，其中包括谷歌的 2 百萬捐款，於 2012 年 12 月在紐約曼哈頓開啟了佔地 500 多坪的「國家數學博物館」（The National Museum of Mathematics，簡稱 MoMath，<http://momath.org>）（圖 5）。



圖 4 MoMath 創辦人惠特尼。（圖片來源：<https://i.ytimg.com/vi/0jo6gi0gQZI/maxresdefault.jpg>）



圖 5 MoMath 正門。（圖片來源：“National Museum of Mathematics 11 East 26th Street entrance” by Beyond My Ken - Own work. Licensed under GFDL via Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:National_Museum_of_Mathematics_11_East_26th_Street_entrance.jpg#/media/File:National_Museum_of_Mathematics_11_East_26th_Street_entrance.jpg）

惠特尼認為外界所流傳的各種有關數學的迷思，例如：數學超級難、數學太無聊、數學是男生的科目、數學與現實生活無關等，都是社會文化上的迷思，建立 MoMath 的目的就是想把它們都打破。因此博物館特別強調動手操作、親身體驗，絕大部分的設施都是可以操作或互動

的，其中若干項特別吸引人：有一種每個輪子都是正方形的三輪腳踏車（圖 6），但是在設計好的波浪形地板上騎駛，感覺完全如同平地騎圓輪腳踏車一樣，毫無顛簸的現象。有從「想像：開放的數學」平台引進的 Surfer 軟體，可以讓觀眾當場互動繪製各種代數曲面。還有用全息術（holography）展現眾多繩結在空間裡的纏繞狀態。也有艾雪（M. C. Escher）式的各類平面鑲嵌圖片以供操作。在一個小房間中，當觀眾伸張開雙臂，牆面上就會顯示出雙手變成樹狀碎形（fractal）的影像。在某塊感應地板區，觀眾可以玩連接網路結點製造最短路徑的遊戲。

惠特尼在建立 MoMath 之前，就曾規劃設計過一組小規模的數學巡迴活動，取名為 Math Midway，像是美國民間流動遊

樂場裡的一個攤位。在數學博物館成立之後，這項各地巡迴的活動仍然繼續。而虛擬世界裡的 MoMath 還在打造之中，應該在不久的將來，就可以通過網路與世界各地分享精彩的展覽項目。

MoMath 展覽內容的原始設計人是紐約石溪大學教授哈特（George Hart）（圖 7），他花了五年的時間設計展覽物件以及公眾參與的活動項目。哈特自身是幾何學專家，他應用幾何概念創作藝術性的雕塑，作品已經為多所大學蒐藏展示。他曾於 2004 年應我國國科會邀請訪臺兩週，期間南來北往與數學教育界人士或藝術家交流，舉辦過六場使用 Zometool 建造多面體模型的工作坊，並在臺北中正紀念堂展覽過稱為「expanded-truncated-120-cell」的 Zometool 大球。



圖 6 MoMath 的方輪腳踏車。(圖片來源：Photo by Caroline Voagen Nelson, http://rakks.com/blog/wp-content/uploads/WEBmuseum_math12_Troy_photoCarolineVoagenNelson.jpg)



圖 7 MoMath 原始展品設計人哈特。(圖片來源：
“George-hart-puzzle2” by The original uploader
was Nowa at English Wikipedia - Transferred from
en.wikipedia to Commons.. Licensed under CC BY-
SA 3.0 via Commons - <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:George-hart-puzzle2.jpg#/media/File:George-hart-puzzle2.jpg>)



圖 8 建築師札哈·哈蒂。(圖片來源：http://static.dezeen.com/uploads/2015/09/Zaha-Hadid_portrait_Mary-McCartney_dezeen_sq.jpg)

英國

在世界各國的科學博物館、探索館、教育館裡，經常也都會有數學相關的展覽品，規模比較完整的場所有可能設置數學陳列室。最近較令人矚目的發展，是倫敦的科學博物館即將新建一個現代化的數學展覽廳。倫敦科學博物館創建於 1857 年，是歷史悠久、聲望卓著的公立博物館。他們接受哈定夫婦 (David and Claudia Harding) 一筆五百萬英鎊的捐款，是該館有史以來額數最高的捐款。「哈定數學展覽廳」預定在 2016 年內落成，建築設計方面請的是當今在國際上很夯的伊拉克裔英國女建築師札哈·哈蒂 (Zaha Hadid) (圖 8)。哈蒂曾經為臺中市設計古根漢美

術館，因此獲得有「建築界諾貝爾獎」美譽的普利茲克 (Pritzker) 建築獎，從而聲名大噪，可惜臺中古根漢的設計案並未實現。2015 年她標得淡水河口淡江大橋的設計，臺灣將有機會欣賞到她的作品。哈蒂在黎巴嫩念大學時，主修的就是數學，這對於她設計數學展覽廳應該有一定程度的影響。整個展覽廳像是一座風洞，中間懸吊了一架 1929 年的實驗型飛機，各展覽櫃也是依照空氣流過飛機時的流線安排擺放位置 (可參看 <https://www.youtube.com/watch?v=E3HnW5NdMp8>)。這個展覽廳的宗旨要述說一段四百年來數學發展的故事，讓觀眾能夠認識數學在人們生活中扮演的中心角色，以及探索數學家如何使用他們的工具與概念，協助現代世界的成形。



圖 10 「數學體驗館」內部。(圖片來源：http://www.tus.ac.jp/csr/img/introduction_akiyama.png)



圖 9 秋山仁。(圖片來源：<http://livedoor.blogimg.jp/ooba3/imgs/1/d/1dfa1751.jpg>)

日本



主導法國 CCSTI 設計展覽品的日本數學家秋山仁（圖 9），是日本較早進入圖論（graph theory）研究而在國際上卓有名聲的數學家。長髮美髯經常綁著漂亮頭帶的他，形象不太像一般的數學家。除了專業研究外，秋山仁對於推廣數學教育不遺餘力。創作與翻譯多本數學書籍，撰寫大量的數學科普文章。從 1991 年起，在日本最大的公共電視網 NHK 電視臺做普及數學知識的電視講座，吸引超過 500 萬觀眾觀賞。秋山仁從 2012 年起擔任東京理科大学理數教育研究所所長，在該校設立了一所「數學體驗館」（<https://oae.tus.ac.jp/mse/taikan>）（圖 10）。秋山認為數學之美是人類的珍貴財富，但是卻不容易讓人輕易享用。他想運用多種具體的手段來表現這種美，並讓觀眾可以通過感官直接觸摸體會，期望能把觀眾原來對數學的刻板印象徹底翻轉。

秋山仁把他多年發展數學展覽的經驗，與菲律賓 Ateneo de Manila 大學的數學教授如意絲（Mari-Jo P. Ruiz）合寫成一本書：《數學奇境一日遊》（A Day's Adventure in Math Wonderland）。書中以三位假想的

中學生在一天中遊覽數學博物館的經驗為基礎，解說了各種互動模型的數學原理，最後總結到三位學生終於深刻地品味出數學的美、有用與無所不在。

結語

綜觀當代數學博物館的發展趨勢，傳統靜態觀賞的方式已經無法發揮功效，必須要強調能讓觀眾與展品互動，才能使觀眾留下親身體驗後的深刻印象。互動的方式傳統上是實體物件的操作與使用，現在日漸流行通過電腦軟體、電腦動畫、全像術或 3D 列印等資訊工具進行互動。此外，能吸引學生、家長以及社會大眾參觀的數學博物館，除了展覽項目外，一定會經常配合辦理專家講座、實作工作坊、外出流動性展示與學校合辦校外教學等各式各樣活動。要建設與營運一所內容精彩的數學博物館，從經費到展品設計雖然都不是容易的事，但是數學是由真理與美所支撐的根本學科，任何文明國家都應該努力設置這樣的公眾教育機構。📍

李國偉

中央研究院數學研究所兼任研究員