出國報告（出國報告類別：考察）

議題融入之幼兒及青少年非制式科學教育活動規劃

服務機關：國立自然科學博物館

姓名職稱：葉蓉樺 助理研究員

派赴國家：義大利

出國期間：2019.08.21-2019.08.31

報告日期：2019.09.30

摘要

考察行程包括米蘭比可卡大學、米蘭自然史博物館、科技博物館，以及加里基尼基金會設置的開放式探索基地。透過比可卡大學 Annastella Gambini 教授的聯繫與安排，拜訪設置在大學內的數位場景，並造訪米蘭自然史博物館，了解兩個單位如何開啟合作建置數位場景，後續的合作、推廣，以及怎樣籌備自然場景與議題整合進一步發展下一階段的數位場景。經由歐洲科學教育學會非制式情境科學學習興趣小組的協助，安排拜訪義大利最新的兩個民間基金會創設的科學相關非制式科學學習機構，位在波隆加的科技博物館以及加里基尼基金會探索基地，觀摩其主題、營運方式和與制式的學校教育間的關係。在加里基尼基金會安排之下，與歐洲科學教育學會非制式情境科學學習興趣小組來自其他國家的成員就社會議題與科學、科技、藝術、數學及工程學習的整合政策或嘗試進行交流。

目錄

一、考察目的…… 2
二、比可卡大學 (University of Milano-Bicocca)…… 3
三、米蘭自然史博物館(Museo Civico di Storia Naturale di Milano)…… 6
四、藝術、科技與製造基金會(FONDAZIONE MANIFATTURA DI ARTI SPERIMENTAZIONE E TECNOLOGIA ARTS EXPERIENCE AND TECHNOLOGY, MAST)…… 11
五、加里聶尼工廠(Opificio Golinelli, 加里聶尼基金會 FONDAZIONE GOLINELLI)…… 17
六、歐洲科學教育學者對議題融入科學教育的經驗交流…… 23
七、心得與建議 ……26

一、考察目的

了解歐洲國家對於科學相關的社會議題與下一代科學教育整合的作為，並拜訪義大利的科學類主題展示館（自然史博物館、科技博物館）如何將社會議題融入展示，以及對於傳統的「場景」展示手法在現今科學教育上的使用、轉變、價值觀點。以及民間機構創設的科學主題學習場域如何規劃其教育目標。

二、比可卡大學 (University of Milano-Bicocca)

Annastella Gambini 教授擁有生物科教學學位及生物學研究的博士學位。初期的研究生涯是在米蘭大學生物系工作。於 1999 年加入米蘭比可卡大學(University of Milano-Bicocca)人文科學教育系，目前在該系教授生物學和生物教學。在生物學研究領域，是 SiTe，SBI，Siel 和 EECERA 等科學協會的成員。著有約 130 篇論文和 60 餘篇科學通訊。 Annastella Gambini 在校內已完成幾種用於教學/學習生物學和生態學的多媒體設備開發。曾與倫敦的國際植物園維護協會 (Botanic Gardens Conservation International, BGCI)，多倫多博物館（Muse of Trento）等環境教育機構合作，也是世界環境教育大會（The World Environmental Education Congress，WEEC）駐在米蘭的工作人員及會員。

Gambini 教授認為大多數人不會定期參觀自然史博物館有三個主要原因：

- 他們居住在遠離這些博物館所在的大城市的地方。
- 他們生活在有博物館的城市，但他們對自然與科學不感興趣。（可能包括來自不同文化背景的移民、欠缺當地語言的背景）。
- 他們的學校教育沒有資源組織參觀活動，且老師不擅長運用非制式學習機構。

因此，將場景展示進行數位化，有助於無法前來參觀的學生可以透過學校的網路連結，看到這樣的生態環境場景。數位場景(Digital Diorama, DD）是義大利教育大學和教育研究單位補助，由 2014 年開始，在米蘭比可卡大學生物學學習研究團隊主導的一項計畫。

第一階段精心選擇了多媒體開發人員來構建數位場景。 這些專家不僅關注要使用的不同級別的圖形，還關注在不同部分之間建立具體的聯結。也招募了一位專業攝影師，為博物館的幾個場景拍攝照片，最後將其各自元素的特寫用於瀏覽。

第一階段數位場景已於 2016 年中完成。 為了推廣這些工作，開始進行演講，訪談等活動，以強調這種新穎的方法有助學習生物學並增強對自然環境的認識。第二階段，希望能對教師介紹數位場景在學習上的應用，但教師們並沒有太多回應。

第三階段改將推廣的對象轉為學生，透過招募學生團體訪談，了解學生們對於數位場景操作、內容及編排方式的建議與想法。學生們的回應超乎想像的熱烈，他們提供許多關於視覺、直觀操作的改進意見，並且讓整個團隊發現，一般使用者對於場景的好奇點，與學科架構有很大的歧異。

根據學生們的回饋，調整場景的介面設計，將場景探索界定為 4 個層級：

1. 文字敘述邀請使用者進入場景，發揮想像力，並在其中創造自己的想像旅程。
   在這個層面上鼓勵使用者對場景做出自己的個人解釋，並將其轉變為現實。利用 向用戶詢問的語音裝置提問，引導他們通過重建的環境產生恐懼和好奇心，聲音和氣味。 這為博物館立體模型增添了更多動態，使它們變成了一系列單幀照片，一個接一個。
2. 介紹了導致常見的核心思想內容的熱點。不同的生物，間有些跨物種的主題（例如運動、狩獵技術，繁殖策略等）。 每個主題都在其中發展出閱讀的子項目。包含五個不同的多媒體項目（圖表，圖像，影像），帶有說明性字幕等。此外，還提供有關環境與環境之間關係的內容，例如人類活動、保育和可持續性研究。利用多媒體內容喚起了日常生活的各種情境，例

如一些水生動物也需要過濾水的作法，與日常使用的物體進行比較，例如茶袋，漏勺等。

3. 每個螢幕上的熱點(可以點閱進一步資料處)，都帶有以下內容的認證：簡短的問題和解答（FAQ），描述了所涉及的要素和在探索數位場警的過程中可隨時進行查詢。所描述動物（或任何其他元素）的特徵遵循預設的途徑：用戶從一系列選項中查詢，需要選擇他們想要的訊息類型。
4. 顯示可能相關的教育歷程，以及數位場景中涉及的一些跨物種主題。 這使得學習透過與數位場景互動的探索進行。

從網路連上數位場景，可以讓教師利用教室裡的互動式白板讓學生一起在課堂上進行場景的探索。除了單純的物種知識、環境知識以外，未來還可以在第三和第四層級納入與這個場景有關的保育資訊，呈現人類活動對這個環境可能的影響，引發學生進行研究和改善的動機。

圖・比卡亞大學理學院館

圖・數位場景在學校設置的試用點

三、米蘭自然史博物館(Museo Civico di Storia Naturale di Milano)

圖為博物館入口

成立於 1838 年，當時博物學家朱塞佩·德克里斯托弗里斯（Giuseppe de Cristoforis）將他的藏品捐贈給這座城市。博物館包括五個不同的永久展示：礦物學（收集來自世界各地的各種礦物原石）； 古生物學（有恐龍和其他史前生物的化石）； 人類自然史（有關人類的起源和演化，特別專注於人類與環境的關係）； 無脊椎動物學（軟體動物，節肢動物和昆蟲）；和脊椎動物生態學（專注於脊椎動物介紹，包括外來和歐洲的脊椎動物）。

該博物館還展出義大利最大、全尺寸的自然環境場景（超過 100 種），遊客可以在此觀察到各種生態系統的特徵。考察之前自網路資料搜尋提到這個館的照片和討論，去除景點介紹和旅遊介紹，發現個人觀眾對這個館最感到驚艷的，是這些場景展示的區域而不是其他 5 個自然史藏品展區。

與 Gambini 教授合作的部門是博物館進行場景區域展品維護的保全小組，因此博物館並未安排其他展示部門人員現身交流。博物館目前採取購票入館、自由參觀的方式。並沒有特別的定時導覽，也沒有設置導覽解說設備租借。

走訪這個館，發現除了大型的實際尺寸自然史場景，昆蟲學、植物學、古生物和動物學都有部分採取環境場景的手法設計展示。

在網路討論區最常被討論的，是位在 2 樓的義大利和世界各國獨特生態環境的展區。有些展區的展示只有一隻罕見的動物搭配牠生存環境的場景，有些展示則完整呈現區域的自然地理樣貌，並且有其他在這個區域生存的物種標本在內。Gambini 教授選用為數位場景製作的場景，即位在本區，選用的場景是完整建立區域自然樣貌，包含多種生物在內，至少有 1-2 個標本醒目可見、會吸引目光並對其姿態進行討論。

昆蟲學的展示結合微地景的場景設計

植物學展示結合微地景場景設計

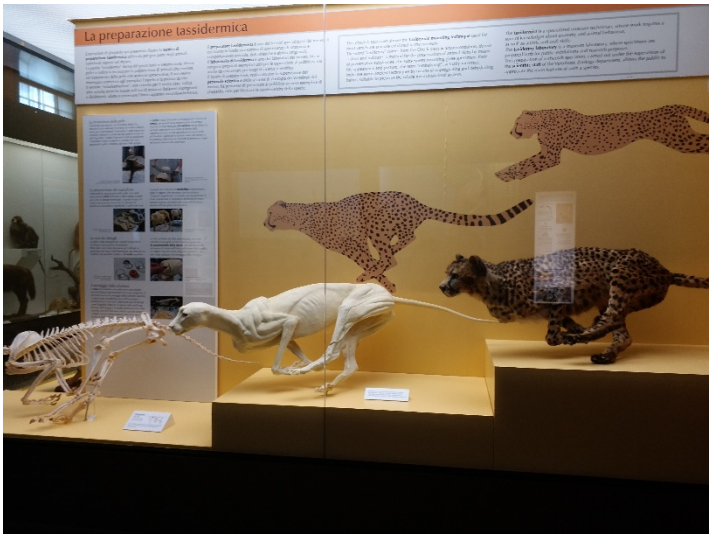
古生物學結合簡易場景手法的設計

這是棕熊在河岸獵食鮭魚的場景，這場景被選用是因為能清楚的攝影，同時能在幾個特別的位置設定為點選的熱點，發展出跨物種的討論主題，同時在構圖上也有不同層次的景深。多媒體設計師建議，選取的場景最好不要太過血腥，需要能呈現出不同物種間的關係，以及物種與環境的關係。

只有單一物種的場景，雨林裡的水牛。這個場景裡面站在水牛後腿旁的鳥類，無法辨別牠與水牛的關係，視線的焦點在水牛，但水牛沒有表現出與環境進行互動的行為，因此可觀覽的思維空間不大，沒有被選入做為數位場景。

海牛母子場景，主景的焦點聚集在海牛身上，海牛也對比出與上方群游的小魚不同，做出攝食水草的動作。但沒有其他物種在裡面，看不出與環境裡其他物種的互動，也屬於觀覽思辯空間較小的場景。有趣的製作方式，沒辦法看出那些魚怎樣游在裡面(沒有看到懸吊線或支撐物)。

非洲波札那草原場景，1988 年由非洲某共和國捐贈。這一區還有其他非洲草原上的草食動物群、掠食動物的生態場景。這一系列的場景物種獨特，環境也迥異於義大利北部，標本製作的水準頗佳，應該很適合選入數位場景。但製作團隊在拍照時遇到與我一樣的問題，走道的寬度不足以正面將全景拍攝進去。



場景區裡，也穿插著一些介紹哺乳動物肌肉構造與標本製作的展示。

這樣的展示能夠藉由骨骼標本、假體製作及批上毛皮的標本都呈現一樣的動作，清楚的示意標本如何製作完成並且栩栩如生。

有些場景當中的標本，來自區域民眾共同記憶的動物園動物。上圖當中只露出頭的母象，是 Gambini 教授童年時候圈養在米蘭動物園的大象，教授說她小時候曾經餵這頭象吃花生。聽起來是等同於台北市立動物園裡的林旺這樣的大象，在米蘭自然史博物館籌建本區的時候，動物園特地提供大象的皮來製作標本，延續大家對這頭象的懷念。受限於皮的保存狀況以及展區其他櫥窗已有象的全身造景，因此設計成頭部放低，便於觀眾看到的造型。

Gambini 教授認為米蘭自然史博物館設置場景之後，沒有主動地設法推廣、規劃教育活動或對外界進行介紹，是相當不負責任的做法。她期許博物館的工作人員都要思考相關學門展品在教育上的應用和意義，應該主動地和外界接觸、了解社會的需求與教育團體合作推廣。

四、藝術、科技與製造基金會(FONDAZIONE MANIFATTURA DI ARTI SPERIMENTAZIONE E TECNOLOGIA ARTS EXPERIENCE AND TECHNOLOGY, MAST)

MAST 基金會是一家專注於藝術，技術和創新的國際文化和慈善機構。MAST 基金會是 Coesia 工業集團所屬的國際非營利組織，被視為公司與社區之間的橋樑，於 2013 年成立，旨在與城市分享其文化使命。 MAST 是一個多功能實驗室，用於試驗公司獲益的新模式，是一個共享和合作的場所，可舉辦各種向城市開放的活動。包含位在不同城市的活動中心、攝影畫廊(由 Urs Stahel 策劃，專門針對工業和工作相關過程攝影作品的臨時展覽的計劃，是世界上唯一一家致力於工業過程圖像產製的機構)、休閒設施(健身房、餐廳、同業聚會場所)。

為了支持經濟和社會發展，MAST 基金會將新一代科技視為主要目標，並支持與其他機構合作發展創造力和企業家精神。從這個角度來看，MAST 在公司和社區之間架起了一座橋樑。 提供一般拜訪活動，以及為公司員工提供的服務，都基於技術，藝術和創新而共享相同的理念 MAST Foundation 贊助開發新思想並創建新合作的各種計畫。

位在義大利北方的波隆加是自古以來，南方物資轉運到西歐和北義大利的重要轉運站，許多由米蘭產製的工業產物也經由波隆加運銷至重要的港口外銷或其他城市，MAST 基金會在這個城市設置了開放式的藝廊，專門展出與人類工業開發有關的影像，被當地人稱為「科技博物館」。由於溝通時被告知將要造訪義大利新一代的「科技博物館」，抵達時不由得感到驚訝。這裡看起來就是相當具有「藝術感」的空間。

整個展示空間在這 18 個月中，都以「人類紀(ANTHROPOCENE)」為主題。

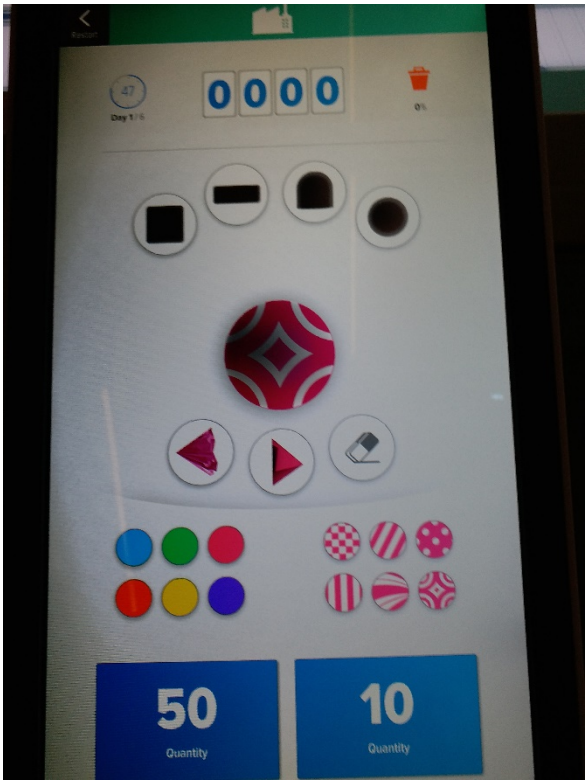
第一階段邀請藝術家，針對人類的工業活動之於地球、之於社會的影響，提出藝術創作計畫。

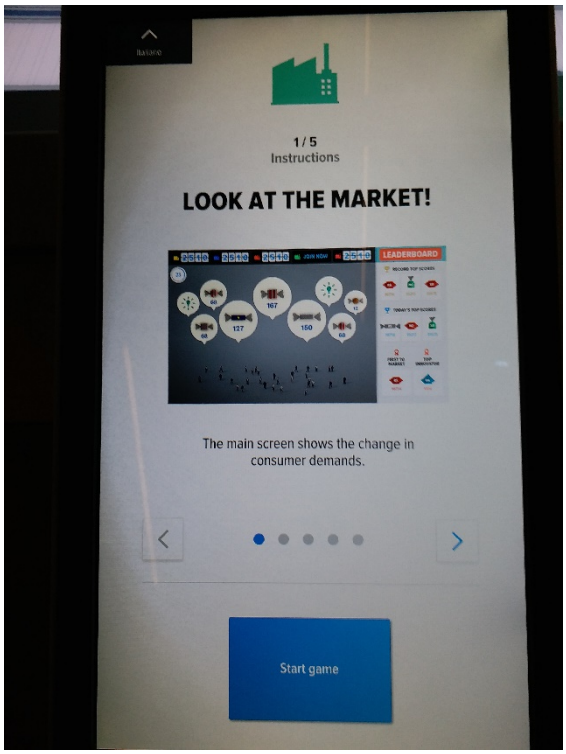
計畫通過的藝術家，提交作品，在館內藝廊展出。這些作品大部分是金屬與石材複合創作，

也有

走到入口，被貼在門口的大照片震撼了。遠觀以為只是幾何圖形組成的牆壁裝飾，近看才知道，其實這是大約 3 公尺高的大型切割機進行石材開挖的結果。

入口的第一個區域，利用簡單的齒輪傳動裝置，介紹「機械」的概念，接著是一個糖果紙包裝機的設計，引領觀眾了解機械的裝置怎樣簡化生產的時間，然後是一個數位機台，讓觀眾可以選擇自己喜歡的圖案設計糖果包裝，利用投影設備將各種選擇的組合投放出來，讓觀眾得知自己相似的設計有多少。





投影幕上方還有生產線的履帶設計，當你改變操作台上的數量、時間、包裝，上方的輸送帶會跟著改變速度。

第二個區域開始，進入呈現人類對地球的開發與改變。

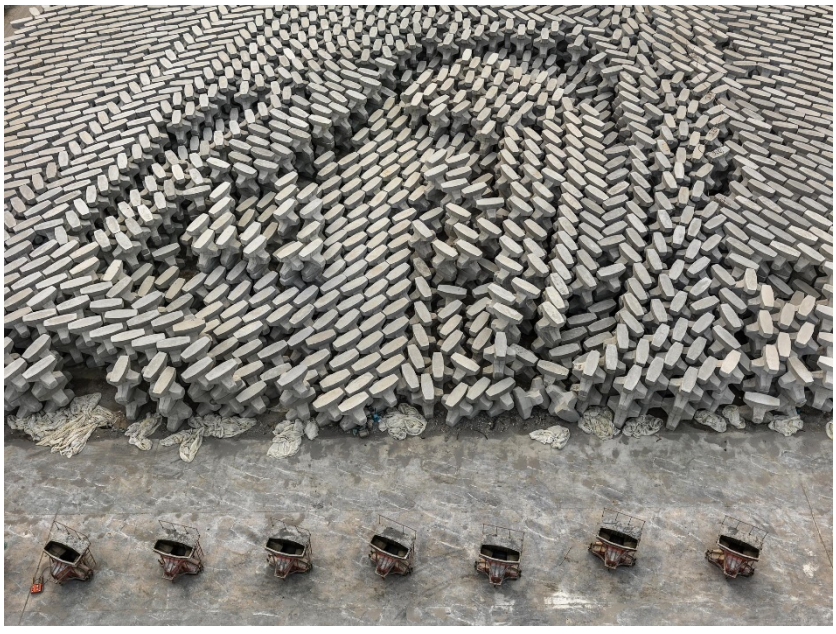
結合階梯座椅、台階和無障礙步道的設計，觀眾可以坐在台階上抬頭觀看右側玻璃門上方投影幕的影片。也可以拾級而上，直接走進照片展示的區域。

第一區展出的影像是自然地貌，是地球的地質變動經歷數千萬年，才在地表刻畫的景象。

包括熱帶雨林、珊瑚礁生態環境、特殊地質活動造成的巨大露頭岩等。為了促進觀眾的觀覽興趣，除了介紹可以下載館的 APP 進行對照片圖像擴充實境圖像瀏覽(AR)，同時免費提供平板電腦讓不想使用自己手機下載 APP 或手機功能不夠強的觀眾使用。

展場擴充實境使用的照片 (取自 MAST 臉書)

現場也貼心提供平板電腦的充電器，讓觀眾可以借用充電器幫自己的手機或平板電腦充電，或將自己從臺座上借取但電量已不足的平板電腦換成其他電量較充足的平板電腦繼續使用。



中國的護堤水泥塊製作廠，因現場不能對單一作品拍照，圖像取自 https://scontent.frmq2-2.fna.fbcdn.net/v/t1.0-/74396936_2553733148021840_5726188602484850688_o.jpg?nc_cat=107&_nc_oc=AQmCS1tQgLrrsW8yuqX3ukWroY1Hn9UuNcxwRXK8XWFuTcfyqrJvEYAUB1Xtas0dUe4&_nc_ht=scontent.frmq2-2.fna&oh=27359b8599f4da0f32347004badc09a7&oe =5E48E536

第二區展品的圖像主要是各種人類文明設施，對地表造成的影響：例如入口處的德國採石場、上圖的中國護堤水泥塊場、太陽能熱電廠…等。

許多媒體上都會把利用自然能源產生電能的發電方式塑造成環境的救星，但是大面積的設置轉變太陽能的裝置時，無論是太陽能光電廠或是太陽能熱電裝置，都會對地表造成相當大的衝擊，也可能改變區域的氣候。

有一系列的照片介紹著為了大量生產人類社會需要的建材、燃料、木材、食物而造成地表大面積的地貌改變。

展館的照片陳列，圖為設置在西班牙南部的太陽能熱電發電廠(左)，以及設置在北非的太陽能熱電發電廠(右)。

印尼熱帶雨林進行燒耕開發 (照片取自 MAST 臉書)

尼日三角洲砍伐後待送往下游的木材(照片取自 MAST 臉書)

除了展示之外，定期邀請現場播放的影片製播者辦理影片對談、工作人員帶著紀錄片到職業學校與高中學生座談關於生活與環境改變、工作人員在工作坊引導學生利用電腦搜尋相關的環境改變影像並進行製作與編輯以表達自己的想法。藉由這些活動，MAST 希望能夠引發影像創作者、工業設計參與者一起反思怎樣讓人們從生活的每個步驟落實改善人類對地球環境的想法。

兒童的環境教育藝術工作坊：海洋與我的關係。

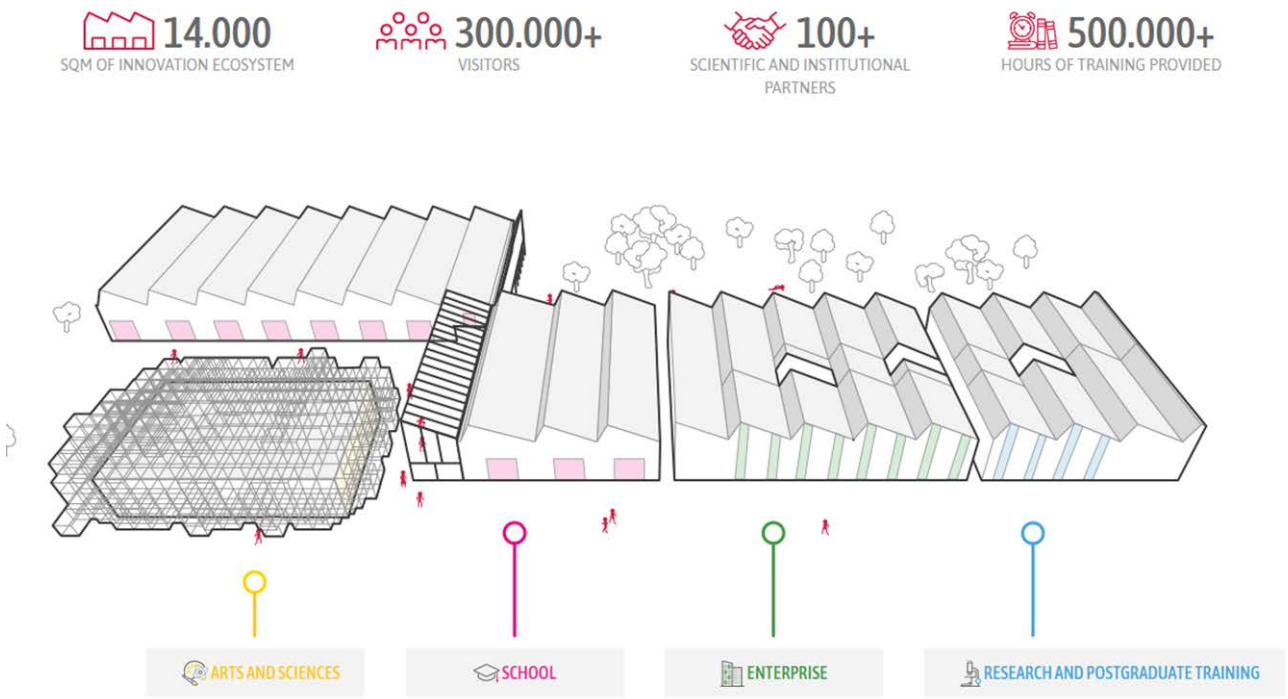
展場的最後一個角落，在周六辦理報名、免費參加的親子藝術工作坊。引導兒童和家長一起對於人類在海洋上的作為(休閒、養殖、研究、開發…等)進行反思，透過藝術創作表達自己的想

法，並藉此由工作人員介紹人類的作為可能對海洋生物、環境、地底結構等造成的影響。

五、加里聶尼工廠(Opificio Golinelli, 加里聶尼基金會 FONDAZIONE GOLINELLI)

基金會於 1998 年根據企業家和慈善家 Marino Golinelli 的意願在博洛尼亞成立，Fondazione Golinelli 目前代表了意大利的唯一的全私人慈善並朝向營利可能性基金會例子。它是處理教育、專業培訓、研究、創新，以及商業和文化舉措的先鋒。 其目的是通過培養文化成長，提高認識以及從專業和人的角度負責任地面對未來的能力，為每個 年輕人和老年人提供必要的工具，以便了解未來。Fondazione Golinelli 與意大利主要公共機構以及當地先進的學術、文化和科學合作夥伴，就國家和國際層面開展合作。在未來幾年，它推出了 OPUS 2065(朝向 2065 年希望達成的一連串目標)，這是由創始人 Marino Golinelli 委託的多年發展計劃，其主要目標是為年輕人和教育者創建創新的培訓途徑，跨學科研究以及對新業務活動的支持。

一個開放的生態系統，教育和專業發展，研究和技術轉讓，風險資本與企業孵化和加速協同，所有這些都和諧地結合在一起。 Fondazione Golinelli 繼續培養藝術和科學，以擴大知識和理解的可及性。由 Diverserighestudio 設計的 2015 年開業，9,000 平方米的工業空間由於開創性的城市更新項目而得以重建。 Opificio Golinelli 現在擁有實驗室，教室，辦公室，展覽空間和工作室，以及大型禮堂 2019 年 2 月，現有結構的擴建完成了 Fondazione Golinelli 的創新生態系統，達到 14,000 平方米，其中 10,000 平方米將用於運營表面。 新部分包括 G-Factor，企業創新育成中心，以及一些專注於研究和技術轉讓的活動。



上圖為基金會設置的加里聶尼工廠平面配置圖。這個空間從一所閒置的廠房改建而成，標示

黃色的藝術與科學空間對外開放營運，是一個兼具展示、開放型演講廳和休閒交流功能的場所。紅色標示為學校處，主要開放對象是學校教師及高中以下學生；標示綠色的企業空間，是引進企業進駐、定期舉辦成果育成交流與輔導的專題報告會；標示藍色的研究及大學後研究訓練大樓，是接受大學畢業生申請，進行個人研究計畫前置研究、研究所需求的技能訓練的研究場域，也協助媒合取得企業贊助的學生研究計畫能有研究所接受學生就讀。

(一)教育及能力的建立核心：藝術與科學

基金會的指導原則是意識到藝術、科學和技術的結合帶來了西方文化的全盛時期，建立有史以來最具想像立、塑造未來的最肥沃的場域，並激發生命科學領域創造性的創業形式。 2017 年 10 月，基金會開設了加里聶尼藝術與科學中心(Centro Artie Scienze Golinelli)：一個研究，想像和實驗中心。它由 Mario Cucinella Architects 設計，是包括展出、研討會和會議支援。中心設想的活動規劃包括為學者和研究人員舉辦的私人研討會。它還舉辦暑期學校人文學科新創行業研討，旨在支持人文學者識別新的創業機會，促進人文科學、社會學、技術和經濟學科，傳播和行銷科學之間的跨學科技能建立。

這裡辦理的研討會致力於提供先進的教育方法，以促進學習、創造力，研討會點燃教育課程提供重要的實踐經驗，直接在世界各地的研究實驗室(微生物學和遺傳學)進行。企業教育基金會 Golinelli 促進和協調所有學生，更接近商業世界，scie 專案是科學的商業園區(Giardino delle Imprese)。夏令營由講座組成，由專案計畫開發進度報告者負責，每週由參與的學生進行報告。

每年都有許多意大利教師參與教師培訓，促進互動和參與式創新，以跨學科教學(STEAM)教育方法進行批判性思維訓練。科學和體驗研討會，跨學科教學途徑，形成活動和創新教育項目，培訓和科學交流，針對各類學校的學生和教師：幼兒園，小學，一，二年級中學，ITS（技術職業培訓機構）。教師專案促進 1 至 13 歲兒童的科學教育和創造力; 它經由在實驗室進行直接實驗，使 14 至 19 歲的科學和技術學生參與其中; 它教育中學和大學生創業文化，跨學科和創新; 它指導教育機構創建與工作相關的原創培訓途徑; 它通過各級持續的教師培訓支持教育創新。

加里聶尼工廠 2017 年由 義大利教育部大學與研究所教育(類似臺灣教育部高等教育司的 MIUR, The Ministry of Education, University and Research)資助，在此設立全國的 58 個地區實驗室之一：Opus Facere -fare per capire(進行了解實驗室)。加里聶尼工廠也在意大利開辦了第二間惠普學習工作室，這是歐洲第一家設在私人基金會的工作室。 這是一個先進的技術環境，配備了最先進的解決方案，使教師和學生能夠獲得真正的前沿學習體驗。

(二)學校科學教育提升

教育規劃致力於對托兒所和小學的活動使用最先進的教育方法，儘早向兒童介紹科學方法，以激發學習，創造力和團隊合作的能力。

初中以上的教育，透過實作工作坊激發青少年對科學和技術的熱情。為高中提供的科學教育課程讓學生擁有良好的實踐經驗，直接體驗世界各地研究實驗室在生物技術，生物化學，分子生

物學，微生物學和遺傳學方面使用的最先進技術。

加里聶尼基金會執行各種專案，協助學生更接近商業世界，利用科學研究和技術創新創造出商業價值。 主要的專案是商業園區(Giardino delle Imprese)。該計劃分為三個主要階段：夏令營，包括講座、小組專案、實踐活動和評論； 一個專案，每週舉行一次會議、透過整個過程為學生們介紹技術開發的商業理念。

教師培訓的重點在於培養教師具備促進互動和參與式教學方法，側重於方法創新，跨學科教學模式，創業教育和 STEAM 教育方法，作為指導學生探究、對話的切入點和建立批判性思維。

(三)G-LAB

於 2018 年，Fondazione Golinelli 成立了 G-LAB，旨在加強和傳播其在意大利整個教師培訓領域的三十年經驗。G 表示基因工程相關技術及產製能力， G-LAB 提供各種類型和級別的學校的科學和跨學科教育和研討會活動。 其多階段教育項目也可以適應不同機構的特殊需求。 透過數位資源進行教學創新，支持全國教育工作者網絡的專業發展，定義了 G-LAB 的活動。

(四)企業

在 2019 年 2 月，有鑑於 G 因子是技術創新、現實革新的重要因素。在一個企業組織中，理解人類結構和親屬的支持，有助於拓展新增市場。Fondazione Golinelli 旨在培養整合研究、產業和市場的可能性，關注年輕人及其思想、科學研究和技術創新。這個企業化的專案具有實驗性，包容性和多元學科方法增強能力、經驗和不同研究領域之間的交互作用：人文、技術、科學，以及經濟金融。在此想法之下有三個專案，具有不同的目標和目標，都支持年輕人選擇未來：商業園區(Giardino delle Imprese)專案，致力於高中學生心智技能的發展; 伊卡羅專案，專屬於大學生科技和商業能力養成; 暑期學校人文學科創業營，致力於想要接觸創業的人文學者

2019 年 2 月，Opificio 引進 G-Factor 的新想法投入運營。 G 因子是一種對行動者的反應友善的環境，旨在將年輕人和科學家的技術創新潛力轉化為能夠在市場中成功建立自己的創業現實，創造可複製和可擴展的商業模式。

G-Factor 是一種獨一無二的生態系統，具有強大的科學支持和企業家歷程，旨在通過科學和市場原則的理解方法，以及個性化創新育成的支持和加速，促進新企業家的成長。

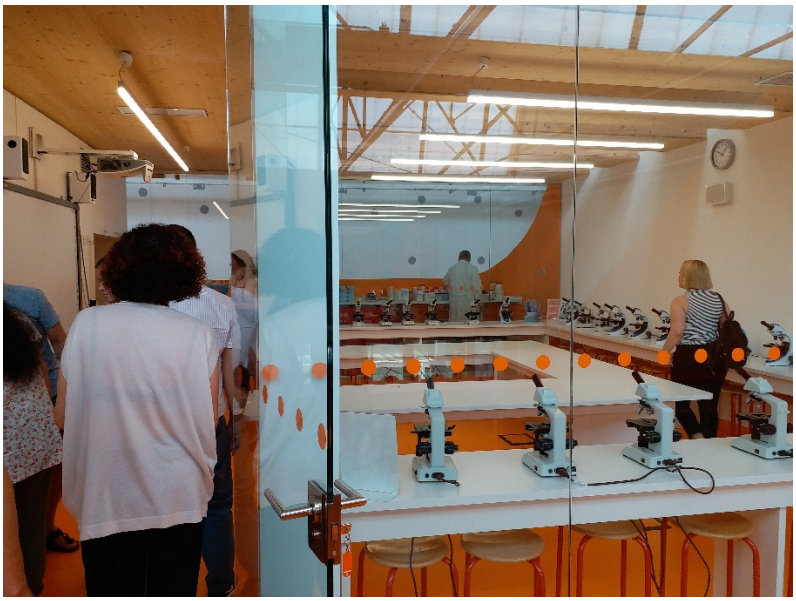
(五)研究和研究生培訓

目標在於支持大學培訓專門研究數位科學的研究人員，並創建研究生培訓的創新途徑。

經由兩個專案支持下實現：研究和研究生培訓。 Fondazione Golinelli 支持數位科學和電腦科學博士學院，為科學家和研究人員推廣創新的高級培訓課程，朝向創業邁進。以不同知識領域之間相互交流，增強實踐為特徵。一項長期目標，在通過跨學科模式培養年輕研究人員成為數位科學家。

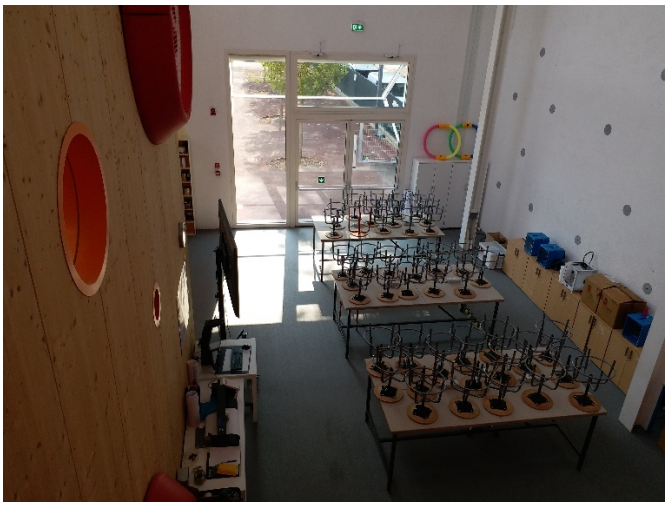
ReActor 專案，主要對象是科學家和研究人員，促進他們進行創業和教學革新，具有強大的實踐和經驗導向。 ReActor 像是一所創業和革新的博士學校。由學生，研究助理，年輕研究人員和具有創新思想和高度潛力的科學家組成。這個專案具有強烈的實踐應用思維，旨在提供方法，工具和適用經驗，將創業作為專業和個人發展的可能途徑。

最重要的是，加里聶尼基金會幫助青年人接觸教育和專業發展活動，使他們更接近科學研究，並幫助他們面對未來的挑戰，幫助他們在思維和解釋能力成長，讓社會不斷變化。它還意味著培養民眾藝術和科學的能力，建立每個人都應該獲得的素養以改善社會。



加里聶尼基金會，國小學生的探索實驗室

加里聶尼基金會，幼兒及國小學生電、幾何及藝術探索空間，教室後方的設備。



加里聶尼基金會，教師 3D 建模及教具製作工坊

製作教具用的大型 3D 列印設備

加里聶尼基金會，基因操作實驗室(開放教師預約申請使用)、基因實驗室設備室。

空間營運方式：

除了例行的營隊、工作坊、演講、研討會之外，也接受各級學校教師與實驗室管理人員聯絡，預約時間在實驗室進行特定實驗項目的操作(例如 DNA 電泳、DNA 萃取、DNA 注射、蛋白質檢驗、蛋白質層次的生理實驗等)。這是方便不具有相關實驗操作經驗的教師，藉由實驗室人員指導，體驗並了解課本介紹的實驗如何進行，建立教學的信心。

教師也可以與數位工作坊人員聯絡，在人員指導下了解如何進行 3D 數位建模、製作數位教材，存放在雲端平台上，學校使用時只需連上雲端平台即可使用，減少學校購置教學軟硬體的負擔。工作坊也有簡易的木工、電工用具及工作檯，提供教師預約使用，用於製作教學所需的教具。配合教師在校內進行設計與製作教學的需要，除了 3D 建模製作數位教具，也提供教師操作 3D 列印、立體修圖設備的使用諮商，工坊中有可以列印 150CM 等身人像大小的大型 3D 列印設備，能夠在登記預約後使用。

六、歐洲科學教育學者對議題融入科學教育的經驗交流

在加里聶尼工廠的學校空間進行的歐洲非制式教育交流座談會。

在這次的討論會裡，經常聽到的關鍵字是永續，好像這在歐盟國家的課綱當中是一個重要的概念。過去在環境教育裡，會提到永續但這次似乎永續教育與環境教育已經畫上等號。在永續概念中，生物多樣性是常被與永續和學科內容掛鉤的概念，不單是講特定物種的保育，更強調對環境本該多樣化物種的想法。

邀請的引言專題演講，提到關於職前和在職教師在引導學生進行社會科學性議題探討的專業訓練太少，他們對於如何引導學生鎖定議題，進行討論，蒐集資料並進行論證或研究設計與調查，這方面的能力缺乏。以至於雖然認同議題是切入永續教學的好手段，卻沒有辦法有效率的執行。

教學成果的驗證仍然用教學前後測來檢驗效果，但許多研究者也都強調，認識物種名稱並不是教學惟一的目標，這只是了解教學效能的一項指標。目前很多研究者都認為質化資料是真正能表達永續概念教學的成果。多個永續學習在高中以下的研究，都用認識日常接觸得到的物種當成教學目標。起因是歐盟國家的 PISSA 檢測，顯示這個世代的兒童因為對環境中非人類的物種欠缺認識而對環境感到疏離。因此他們認為從環境中其他物種的接觸與辨識，能增進兒童對環境的親近與關切。在此之外，高年級到高中的學校教材，很多都建議採用社會科學性議題來做一個專題的學習。也都提到，這類議題與人類的環境永續息息相關。

來自英國的研究者 Melissa Glackin 分析英國 1997-2016 的政策文件研究，發現在 2010 年之前英國教育政策上對永續教育的支持，除了文獻中的理念宣示之外，都伴隨著各層級教育經費在永續教育用途上的專款撥付；2010 年受到全球景氣的影響，年度的教育政策相關文件中雖然提到「仍然保持對永續教育(含氣候調適)的支持與推動」但各種經費的調配宣布顯示，撥付於永續教育項目的校外教學、非制式學習機構維持與運作、師資培育、弱勢團體教育協助與協作項目等，都不

再出現，經費轉而投向基礎的讀、寫、算能力提升(補救教學人力經費)及健康、知識犯罪等議題。顯示英國政府對於永續教育的實質支持正在減弱。造成中學以下的教科書科目取向不強調氣候變遷調適。

來自 Negev 教育大學的 Neta Shaby 介紹她及其同僚在科學博物館對成人觀眾進行生物多樣性具議論性的觀點分析。他們分析展品包含的觀點、觀眾參觀時的觀點，紀錄觀眾行為、路徑並進行晤談。發現原來的展示目標是呈現生物多樣性以便發展出保育及對農牧業的價值批判，但觀眾對這些展品拼湊的聯想與關切，專注在「野獸」、「野生的」。顯示科學博物館員的策展語言和觀點，從學術關切出發、對物件的詮釋也從學術的必要性選擇，導致觀眾無發擷取到與原策展理念相近的觀點。美國的 Doris Ash 提到他們在美國的「生物多樣性頻危物種」展示中也有類似的問題，例如學者策展時選用「成人、幼兒、嬰兒」的骨骼標本並列，希望觀眾了解隨著年齡物種的骨骼特徵會產生改變，但觀眾的詮釋卻連結到「家庭」、同時死亡等；以不同品種的狗頭模型，表現譜系關係以顯示親緣遠近，造成觀眾覺得親近、熟知的寵物被物化。學者習慣從骨骼、剝製標本的組合來呈現生、死、滅絕等概念，但對觀眾造成很大的生死觀念負面衝擊。

韓國梨花女子大學教育研究者在首爾科學博物館進行的研究，探討成人觀眾透過科學博物館接觸社會性科學議題的案例。這個案例是從植物繪圖班(藝術活動)著手，吸引觀眾參與，接著介紹後續的相關活動有 DNA 譜系是甚麼(跟植物的型態多樣性有何關聯、動物也有 DNA 譜系鑑定)，由參與前述活動者組成公民科學團隊(調查土壤線蟲)。這個活動參與者多數為非科學主修、非從事科學或科技相關的上班族、家庭主婦，從藝術的連結和透過課程讓講師與參與者建立友誼、招募參與者持續接觸後續活動，提供了一個讓成人以科學為興趣的科學館教育規劃實作手法。

希臘克里特大學 Marianna Kalaitzidaki 介紹了區域的古生物博物館發展的教育活動及評量方式。其介紹的教育活動頗為有趣，是從古生物的現場發掘、重現古環境氣候等活動，連結到現生瀕危物種保育的需求概念。將現有的保育議題與氣候變遷、古生物結合，讓古生物不再是博物館裡與世無關的收藏。

奧地利和德國共同研究團隊 Martin Schwichow 與 Johanna Kranzt 嘗試在科學博物館引導學生進行科學探究，但他們也發現，學生可以表現出科學探究行為，但這些科學探究學習的結果並不容易透過測驗或比賽來促進。

瑞典古森保大學的 Dawn Sanders 以瑞典斯德哥爾摩自然史博物館為例，提到新造的人類學場景，採取人種復原模型與場景分離的設計，原意是讓觀眾能夠清楚的觀察到原始人類的體態特徵，以及採居住或獵捕場景表達的古環境中各種氣候、用具能被清楚觀察，也意圖讓男、女各自有存在的場景，暗喻人猿的家庭關係存在；這種親近感造成觀眾容易落入人類演化線性化的想法之陷阱。透過觀眾訪談，了解觀眾是否能決知道人類演化與遷徙路線，發現觀眾能自行建立膚色/演化間可能存有某種關係的想法，並產生「同一時期不同種的人類間有無交配可能」這樣的深入探究問題，但設計者的意圖畢竟與觀眾想法間還是有不小的落差，這些後續還需要討論如何透過周邊觀覽輔助(面板、電腦、指標等)來改善。

德國的 Silvia Faken 指出從難民兒童進行的研究顯示，文化背景對個人與自然的聯結有相當大的影響。在這裡採用 inclusion nature，意指自己與自然的關係。但德國境內成長的 4-8 年級學童則顯示沒有文化背景、區域的差異，家庭經驗的影響反而較大。但兩方資料對照，個人的解讀還是

覺得成長過程中外界、家庭的影響似乎才是文化背景是否對人與自然的聯結有影響的因素。

丹麥幼教師 Jesus Piqueras 試著對幼兒(4.5 歲-5.5 歲)進行社會-環境關聯一題覺察的教學，在知識介紹、自然環境體驗之後，與學生討論自然存續與社會經濟間兩難決定(森林是否應該改建為工廠)，發現學生可以用整的句子表達自己的意見，在教學後從純真的(Naïve)想法轉變為立場過渡性(transitional)想法或富含知識性(informed)想法。

七、心得與建議

(一)博物館科技化推廣需要館的教育專業人員參與

造訪比可卡大學時，就數位場景計畫的構思、實踐與推廣，與 Annastella Gambini 教授進行討論。教授其實任教於師資培育學程，生物師資培育的教授。這計畫是她基於對博物館的「場景」的喜愛，發展用於讓更多學童有機會接觸到「場景」。就與許多生物學者一樣，專注於生物領域研究的教授，並沒有參考或深入的回顧教學或心理相關的研究，憑著熱忱，就從學科知識的向度，規劃了場景數位化之後的文字內容架構。這些文字的層次，在她與資訊管理團隊溝通的過程中，進行層次化、精簡內容、衍生連結等的劃分。

然而，開始對教師團體進行介紹的過程中，讓她感到很深的挫折。教師們對於在教室裡使用電子白板進行教學時讓學生接觸電子場景，沒有太多回應。從閱讀電子場景的展開式選單下，各個項目內容初始版本，個人猜測大概是現職教師覺得介紹的知識內容太深奧、脫離課本選材，造成他們連提供改善的回饋意願都沒有。Annastella Gambini 教授採用直接徵求學生(10-16 歲)團體座談的方式，進行 15 分鐘現場以電子白板展現兩個場景，問學生想點閱哪裡、點了以後想看到甚麼類的資訊或圖文，為什麼想看到這段圖文資訊？接著點出閱讀選單標題，問學生想先看哪裡、內容是否符合預期、為什麼這樣預期…。透過這樣的過程，教授覺得自己收到的回饋，遠比從現職教師豐富而且深入。也才發現原先設計的架構太過於學術取向，沒法引發青少年點進取得深入資訊的衍生網頁。

本次考察報告所列的米蘭自然史博物館，並沒有對口的研究人員與之合作，是 Annastella Gambini 教授覺得最大的缺憾。她認為博物館應該有自己的觀眾教育研究群，提供使用博物館者想法、價值、期望需求如何因應社會變遷而改變的內涵，進而主動接洽需要的學術窗口進行革新展項或表徵技能。在義大利，博物館並沒有與學校建立並保持夥伴關係，老師只顧著學校課本要求完成的內容，到博物館是家庭方在促進學習的努力與付出。Annastella Gambini 覺得當地藝術、歷史類的博物館解說，是使用者付費的國家導遊負責，他們負責傳達所有關於展品背景知識已被研究得知的結果；自然史博物館沒有解說員，只有展品維護的保全人員；科學博物館安排了好多「秀」，但沒有設計怎樣讓這些吸睛的活動連結到讓人「想知道」背後的門道。她覺得科學博物館不能只有研究科學領域的研究員，在她的接觸經驗中，科學專長的研究員只關注自己鑽研的小小學科領域，對館內其他展示主題毫無關懷和注意，應該要有教育專長的研究員持續維繫博物館展示與社會的學習需求間的關聯。

(二)米蘭自然史博物館採用 4 格漫畫型態的文本導讀方式優缺點

這所博物館有著豐富的自然史蒐藏，但採取解說面板作為學習的媒介。在場景的面板設計上，使用趣味的漫畫手法，以第一人稱的句法提出一個關於展示場景中的動物的問題。這個方式有效的吸引觀眾的目光，成功達到導引觀察的功能，可惜面板上設計的問題超過 2/3 不是透過觀察展品取得回答的問題，而是靠閱讀面板文字回應的關於分布、生理知識。現場跟隨 6 組家庭觀眾群體，發現幼兒在無法透過觀察先回應問題的場景前，專注力會放在閱讀接著呈現在面板上與解答有關的漫畫，如果文字太長，家長還沒有讀完，小孩就會直接跑走；學齡兒童會專注在場景裡自

已視覺上受吸引的事物，然後與同行成人討論、尋找面板上有無說明。家庭觀眾中的成人，在拜訪期間所見，依照 Annastella Gambini 教授的說法都是大米蘭區域的義大利人(口音的關係)，沒有自己坐在一個角落滑手機等小孩來叫自己的現象。教授也使用該館的手機導覽訊息，用英文幫我介紹這些內容，他們也採用一些 QRcode 連結介紹文字，文字內容是大約 100 字以內(義大利單字)的展品名稱、別名或命名典故、來自地點等。教授覺得採取她目前編製次數位場景介紹的架構，來編著館的電子連結內容，讓內容層次化，觀眾可以從選單點選有興趣的衍生連結網頁等，會比現在的介紹更具教育價值。

館內完全沒有廣播、除了入口售票以外，沒有其他服務台在展場。看不出現場展品維護區的人力責任範圍劃分原則是甚麼，場景高到天花板、視線阻隔非同一條通道連結的場景區域，原以為是一個通道會有一個人，但光是南亞區域場景的通道就涵蓋好幾條，沒有看到任何人；古生物的生活復原場景和化石櫥窗形成一條不到 10 公尺的走道，坐了一位制服人員在此。走道間沒有看到任何緊急求救電話或鈴聲按鈕，Annastella Gambini 說使用者總要負起一點自己注意的責任，不能對營運的公共機構予取予求。我對這番話真是印象深刻。

(三)人類與環境的科技議題：透過藝術家、設計師和人文學者共同產製展品與教育活動的科技博物館

造訪 MAST 之後，深深感覺義大利民眾對於「科技博物館」的歸類與臺灣社會普遍的看法大相逕庭。全館七成的展品是大幅的照片裝箴，兩成是影片和雕塑，一成是操作型齒輪與機械介紹。整個館就是在呈現人類世以來，人這個物種在地球造成的巨大刻痕：因為採礦、開發等造成地貌改變、垃圾和廢棄物排放造成的生態環境變化、不同地區的人置身於廢棄物中…。搭配的活動是在羅馬和米蘭兩的 MAST 辦理的工作坊：這些圖像和影片如何構思、產製，以及圖像造成的衝擊與反思對於作者、設計者和建築師們怎樣回應接著的社會該怎樣處理人類世的未來。

這些圖像不是泛泛的操作汙染的末世想法而產製，採取了深厚的人文觀點想要傳達人對於現在的感慨和未來的反思，圖像的衝擊除了構圖，尺寸和取景的尺度也讓人嘆為觀止，適度傳達了能讓人聯想到一個大範圍的概念，而造作者正是…「我們」。配合特展推出的影像產製課程，巡迴到媒體製作的職業訓練學程，讓高中學生藉由這些圖像引發的激盪，「想要」作，進而認真學。切合著當地以藝術素養自豪的社會環境氣氛，也藉由建築和設計專業的介入，把反思引導到未來可能的作為構思向度上。

(四)非制式教育機構扮演產業-教育鏈結的平臺：加里聶尼工廠

這個機構顛覆了我對私人教育基金會的了解。也許它有節稅的意圖，也許它有申請國家補助的意圖，但這些意圖都難掩這個機構創新想法，讓非制式教育機構有著新的定義—新創事業研發與人才培育媒合平台。

創辦人善用自己在製藥領域的工作經驗和人脈關係，設置開放實驗室這樣的硬體，讓有意進入生物技術研究卻尚未獲得獎學金贊助的研究計畫能夠借用實驗室來嘗試並修改，欠缺的藥品費用則由進駐機構的合作夥伴—各個藥商、科技公司、大學，提供部分需要非全職助理進行的 DNA 檢驗、序列檢測、純化、藥物動力學模擬等工作，讓在此借用實驗室者得以賺取所需的藥品及耗材費用。而這些提供兼職助理酬金的單位，也同時是協助未來的研究生們修改研究計畫、評估研

究進度與方向的重要夥伴，當研究生的計畫被某個公司認可、提供獎助金協助他進入研究所；當碩博士畢業生的研究成果被認為有商業化潛力，夥伴單位會提供計畫經費讓他們試著發展出樣本試劑或藥品，開放實驗室的使用者們則是現成的助理，形成一個友善的研究者創業環境。

面對教育變革，開放實驗室也提供不具生物技術操作經驗的教師建立實驗室經驗，增加他們在校內教學的自信。也對中小學生們提供假日的科學營隊活動，提供實驗室操作的愉快經驗和成就感。所謂的「實驗室」不只是刻版印象中的化學、生理…等物質科學的實驗，當然也包含能發揮義大利自豪的藝術素養優勢的科技融入一立體建模、3D 列印等。

在亞洲人看起來像「車庫工作室」般的地方，定義上是製作數位及實體教材的實驗室。同時具有幫助教師建立數位教材產製能力，以及建立指導學生進行實體物數位化製作的數位能力之功能。乍看之下是「另一個領域」，其實跟前面的生技開放實驗室有關。因為生技的重要產業一製藥，現在大量借助電腦模擬分子、藥物分子動力學，進行新藥產製。這些建置數位能力的電腦硬體也可以使用在培訓分子數位建模能力。

(五)社會科學性議題是博物館進行永續教育(調適極端氣候素養)重要的教學手段

從參與討論的各國研究者介紹本國的非制式科學教學機構學習成果的研究，顯示各國都對自己國內知名的科學展示進行教學傳達上的分析，但從事這些分析的研究者清一色是在大學的教授。同行參與討論的歐美博物館工作者，都是科學博物館中從事特定物質科學領域的研究人員，對於自己參與的觀眾研究結果深感驚訝，他們原先都以為展示就是做出他們知道的「現有科學研究結果」，具備「基礎素養的觀眾都應該能領會要傳達的科學概念或知識」。

在參與歐盟補助促成的教育計劃後，這些博物館研究員覺得自己未來策展會多考慮一點，但表示他們自己的專長和關切不在教育，仍然需要借重外部教育專家來協助。多數的發言者都是國家的博物館借重的外部教育專家，他們認為社會科學性議題是很重要的、建立博物館內的科學與外界社會關聯的橋樑。但是一座連得上的橋樑需要博物館內研究人員的參與，才能通往讓民眾可以知曉、理解的因果關聯推理前進。博物館內的研究人員必須擴大自己對科學的關聯性，從較大的基礎科學框架思考如何解析社會議題中的科學，才能協助設計師發展出引發觀眾心智投入的展件，讓大家藉由展件聯想到必要的科學解析，進而貢獻於為社會發展作出最適切的決定。