

時光印記：擴增實境技術融入活版印刷教具之創新體驗

Time Imprint: Innovative Experience of Augmented Reality Technology Integrated into Letterpress Printing Teaching Aids

黃俊夫

國立科學工藝博物館蒐藏研究組

Huang, Jun-Fu

Collections and Research Division, National Science and Technology Museum

莊涵馨

國立科學工藝博物館蒐藏研究組

Chuang, Han-Hsin

Collections and Research Division, National Science and Technology Museum

國立科學工藝博物館（簡稱科工館）長期致力於印刷產業文化資產的研究與蒐藏，為推廣印刷文化科普教育，科工館將蒐藏研究成果轉化為展示及教育資源，結合館內豐富的印刷藏品與數位典藏資源，再融入擴增實境（AR）技術，以創新概念設計一套互動式印刷學習教具，讓民眾體驗早期印刷技術過程與程序，瞭解印刷文化從古至今的演變。

一、前言

印刷術的出現開啟了知識的傳播，也開啟了人類傳播科技史的革命，印刷技術也從最早的雕版印刷、活版印刷而發展至平版印刷，而隨著科技的進步，印刷的技術、模式和型態亦隨之演進。平版印刷早已取代活版的印刷，而電腦排版成為印刷業主流之後，鉛字排版印刷產業便急速沒落，相關的技術與機具設備亦逐漸消失。

科工館自1997年開館後，體認到因科技進步的衝擊

下，印刷產業將面臨巨大的挑戰與轉變，為具體呈現印刷科技在臺灣的發展歷史上，以及對於教育、文化和生活之貢獻，開始蒐藏、保存與研究印刷產業文化資產，也執行有關印刷產業之蒐藏計畫，於1998年進行一次小規模調查，主要為搶救於1995至2000年快速關廠的印刷廠，並於1999年與國立臺灣師範大學圖文傳播學系合作進行臺灣活版印刷產業發展研究，以口述歷史訪談來記錄業者與耆老的記憶，保存活版印刷產業發展的歷史，呈現1930至1990年代臺灣活版印刷發展面貌成果（黃俊夫，2017）。同時，也大規模蒐藏活版印刷產業文物與機具。

隨著行動載具攜帶的便利性與應用的普及化，擴增實境 (Augmented Reality, AR) 技術開始應用於教學研究上 (黃秋霞, 2020)。在教學端教師將AR融入於教學中，AR應用於教學上的優點包含：提升學習新鮮感、增加互動性及提升空間認知，同時可提升學生「心流」體驗，透過擴增實境將畫面呈現於平板或手機上，讓學生對於學習概念不再只是文字，可轉變為可觀察的形體 (劉曉琪, 2021)。黃秋霞、楊志強和蔡宜雯於2022年研究亦建議「互動式AR輔助學習裝置軟體」具良好的師生互動方式，能營造正向的學習環境、提升學生學習動機、學習成效、學習注意力等高度滿意度。Asai、Kobayashi及Kondo (2005) 研究指出AR是一種新型式與新趨勢的教學模式之一，能激發學習動機。李來春和郝光中 (2013) 提及臺灣對於AR的應用範圍廣泛，主要應用於自然科學與博物館等場域。科技類博物館也與時俱進開發多元輔助科技，將AR技術融入教具設計中，結合真實與虛擬、即時性的互動來開發科學教具，從遊戲中學習，使學習不再是枯燥乏味的事。

科工館為保存活版印刷文化資產，長期推動活版印刷知識的深耕與推廣活動，將20多年來累積的蒐藏研究成果轉化為展示及教育資源。而博物館豐富的教學資源與科技教育的學習策略聯合，也使學習更生動、有效率 (于瑞珍, 2002)。根據研究顯示科普教育結合科技呈現的視覺效果，能激發學習動機，也能帶給學習者更多的學習樂趣 (吳芷玲, 2018)。為激發民眾對於早期印刷術及文物探索之樂趣，也配合全球環境保護和永續發展主題的推廣，以館內所典藏印刷主題系列藏品為主軸，結合環境資源議題，再融合擴增實境科技，開發一套「不插電媒體人」互動式印刷學習教具，關卡設定以「字力測驗」(木活字排版)、「拼力一搏」(雕版拼板)和「媒體人解救任務」(印刷)三大主題。讓民眾以AR科技掃描觀看前導影片和體驗完成後

珍惜資源影片，從中瞭解對地球環境認知、珍惜資源和綠色能源的重要性，再從闖關過程中體驗早期印刷的檢字、排版和印製印刷品的過程，透過互動式闖關過程中，讓民眾跨越時間的距離，以創新模式體驗活版印刷術。

二、早期印刷技術發展

印刷是一種複製技術，透過印墨將印版上的圖文轉移到承印物上。在印刷術和造紙術發明前，全靠人力抄寫，內容易出錯且無法大量複製，無法滿足傳播需求時，便有了「印刷術」的發明。印刷為科技、社會文化及傳播所建構產生的一種媒介，然而社會的進步和文化事業的發達，更形成了印刷術的社會環境和客觀需求 (黃俊夫, 2017)。

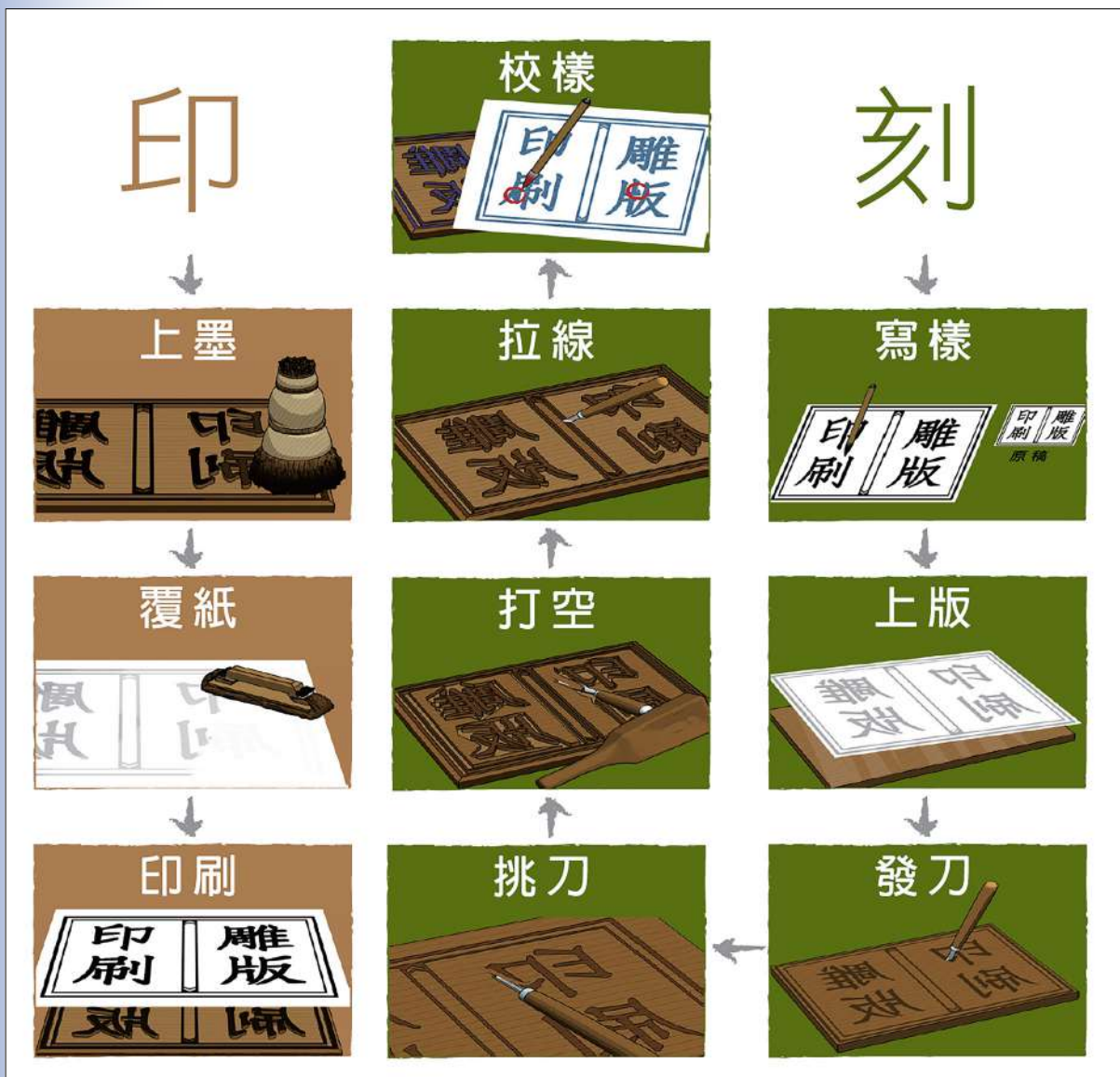
(一)早期印刷技術

印刷技術的發明和流傳，加速了知識與訊息的流通。早期印刷術主要分雕版印刷、活字印刷兩大類別。

1. 雕版印刷

印刷術中最先發明的即是「雕版印刷」，也是印刷術發展的基礎。隋唐時期發明了雕版印刷，發展至宋朝印刷品趨於完美，兩宋時期也是雕版印刷的黃金時期。雕版印刷的發明加速了書籍與知識的流通，優點為可一次將文字刻版，可重複印刷後再裁割；其缺點為如有字刻錯，則需重新雕刻一塊板子、存放體積較大、刻版費時費工又費料且保存不易等問題，對於生產速度和知識流通是一個重大障礙，因此古人希望改進印刷術以取得更為便捷的方式，活字版印刷也在此歷史環境中被發明了。

雕版印刷製作流程分三大步驟，如圖1所示：



1

雕版印刷製作流程 (圖片來源：《文字的旅行 臺灣活版指南》頁20)

2. 活版印刷

活字印刷術是中國北宋慶曆年間(西元1041~1048年)由畢昇所發明，畢昇所發明的活字以膠泥為原料製成，稱為泥活字印刷，是世界上最早的活字紀錄。沈括於《夢溪筆談》(西元1085~1095年)有一章節記載「畢昇的泥活字版印刷術」，畢昇在印刷工作中，發現使用雕版印製書籍都需重新雕版，不但耗時、費力且增加印刷成本。如改用活字版只需雕刻一副活字，不足或毀損部分再重新刻印即可，且日後可重複印製，以排版印刷方式印製書籍，可提高印製的速度與質量。

活版印刷的發明是為了取代雕版印刷的繁瑣程序，活字印刷術是使用可以移動的木刻字、金屬或膠泥字塊，來取代傳統的抄寫，或無法重複使用的雕版印刷。臺灣的活版印刷技術源於西元19世紀由西方傳教士引進，西元1950年因文教啟蒙印刷需求量大增，邁入活版印刷黃金期，直到西元1980年被平版印刷逐漸取代，活版印刷產業生命週期在這百年間經歷成長到衰退的演變。

活版印刷製作流程分七大步驟，如圖2所示：

活版印刷步驟

銅模



鑄字



檢字



排版



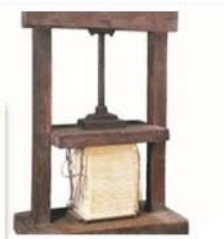
打樣



印刷



裝訂



2

活版印刷製作流程

(二) 博物館印刷文物蒐藏

近20年來印刷技術已從活版印刷進化到平版印刷、合版印刷，乃至現在的無版印刷。因印刷科技的快速演進，具時代表徵的活版印刷店家均已結束營業（黃俊夫，2018）。

科工館所蒐藏的科技物件中有一大類為「印刷產業科技文物類」。人類發明文字後印刷產業科技傳播的發展型態，也從閉鎖式空間進入了無限制的開放環境，印刷的技術也顯得更為重要。活版印刷產業受到大環境的影

響，業務快速萎縮，很多鑄字廠結束鑄字的工作，科工館自1997年開館後，體認因電腦科技的快速發展，印刷產業將會產生一個劃時代巨大的變化，於是開始努力蒐整即將消逝的「鉛字活版印刷技術」（黃俊夫，2009），大量採集「鉛字活版印刷產業」科技文物，甚至是整廠（嘉義逢源印刷所）蒐集，到2001年累積初步成績，約有300餘件印刷產業蒐藏品，有銅模雕刻機、手搖鑄字機、電動鑄字機、活版印刷機、打樣機、圓盤印刷機，以及成千上萬不同字型字體的銅模及鉛字、鉛字架、整座排版房及排版工具等（黃俊夫，2009），藏品照片參閱圖3至圖6。



3
活版印刷機 (科工館藏品)



4
電動圓盤機 (科工館藏品)



5
風行正楷銅模 (科工館藏品)



6
排版房 (科工館藏品)

在蒐整、採集活版印刷產業技術和相關機具之外，衡諸當時臺灣活版印刷產業因不敵電腦排版的衝擊，面臨快速消失危機。科工館亦與學術界的合作，以有限的人力進行「鉛字活版印刷技術」的蒐藏研究，並藉由調查個案，搶救及保留值得蒐藏的印刷產業文物（黃俊夫，2012）。

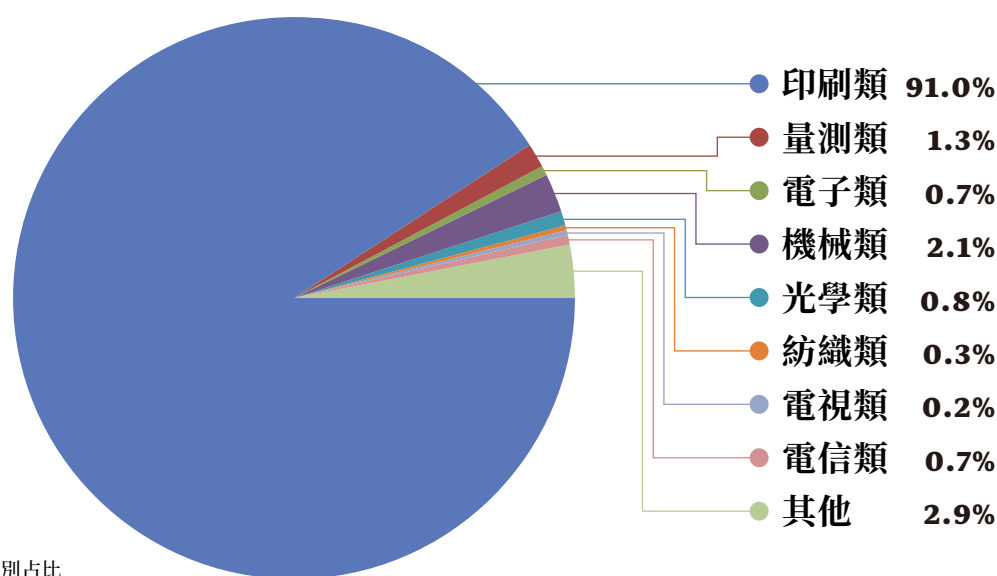
科工館所蒐藏的臺灣產業文化資產，依館藏類別區分為印刷、量測、電子、機械、光學、紡織、電視、電信和其他類等九大類，截至2023年5月為止，館藏品數量達53,623件。如前所述，為保留臺灣早期印刷產業與文化傳承，科工館長期致力於印刷類文化資產研究與蒐藏，所典藏的活版印刷文物與機具也是全臺灣最完整的，自1997年開館迄今，逐步典藏所累積的此類文物已達48,784件（詳見表1），占館藏比例為91%（見圖

7），諸如銅模、銅模櫃、排版桌、排版房設備、鉛字及字架組、鑄字機和活版印刷機等珍貴文物，在在記載著臺灣早期印刷產業文化脈絡與歷史印記。

在數量高達4萬8千餘件的印刷類文物中，有典藏自鑄字廠蒐集的大批銅模，其中「風行」銅模^①為臺灣碩果僅存的正楷字模，亦是難得保留完整的中文活字印刷字模。其銅模字體點、捺、勾等處力道十足，字型優美古雅，保存了中文書法的筆畫與字形結構的特色，記載著歷史軌跡及傳承的文化價值。科工館亦將這批所蒐集到珍貴的風行銅模逐字入藏，並於2017年透過計畫挑選4,612個常用字，將此批銅模翻鑄出鉛字，每個銅模翻鑄出2個鉛字，後續亦將此批9,224個鉛字入藏。館內印刷文物占比最高為風行正楷銅模及其所翻鑄之鉛字，保存臺灣正楷文字之美。

表1 科工館藏品類別與數量

科工館藏品總計 53,623 件										(統計至 2023 年 5 月 18 日)
類別	印刷類	量測類	電子類	機械類	光學類	紡織類	電視類	電信類	其他	暫管品
數量	48,784	677	388	1,133	444	137	100	402	1,558	1,881
備註：其他類包含檔案、圖書文獻、圖像等紙本文件，與多媒體類。										



7

科工館藏品類別占比

① 為風行鑄字社所發行的正楷字型銅模，其字模因筆劃與字形結構保留傳統，受到業者喜愛，1949年後為臺灣官方指定採用的排印字體。科工館所蒐藏風行銅模為風行鑄字廠所捐贈，側面凹孔裡刻有「風行」兩字，以其傳承正楷上海字的淵源，別具歷史意義。

三、印刷藏品教具構想與開發

科技博物館肩負著典藏、研究及社會教育的使命，以蒐藏、研究文物、展示與推動科普教育為主要功能，隨著時代與科技的演進，逐步發展多元教具與數位學習模式。數位時代的來臨，改變了人類的生活型態，印刷產業的數位化改變傳統印刷模式，也開啟了創新文化資訊傳遞方式。

研究顯示AR教育教具融入課程，對於學生在知識與情境應用的學習效果均有顯著提升(劉曉琪，2021)。科工館為推廣傳統印刷文化及傳承早期印刷技術，將20多年來累積的蒐藏研究成果轉化為展覽展示及科普教育資源，透過館藏文物與科普知識的結合，設計一套以印刷文物為發想的互動式教具，透過科學教育的推廣，運用擴增實境科技和實作手法，以寓教於樂的學習模式，讓民眾體驗傳統印刷技術及趣味性，提升民眾對印刷科學知識探索的樂趣。

(一)「不插電媒體人」教具開發構想

教具研發以科工館館藏活版印刷、雕版印刷等藏品為出發點，期望透過有別於現在印刷機具需使用電力之印刷方式，並因應節能、減碳之環境保護倡導，結合地球暖化、氣候變遷等議題，以節約能源、珍惜資源為出發點，設計一套「不插電媒體人」互動式印刷教具，讓民眾體驗檢字、排版和印刷過程，再運用擴增實境(AR)科技，透過觀賞前導動畫影片，增加互動體驗的趣味性，讓民眾從實際操作中體驗傳統印刷的印製程序，瞭解印刷文化演變與發展。

此套教具教導民眾當個不插電的媒體人，試著以傳統的印刷工具製作一張節能宣傳單，宣導節約能源的重要性。



(二)「不插電媒體人」關卡介紹

「不插電媒體人」印刷教具關卡設定為「字力測驗」、「拼力一搏」和「媒體人解救任務」三大主題，闖關前需以平板掃描文宣品、觀看前導影片，透過關卡設定體驗早期印刷技術步驟與印製成品。其步驟詳見圖8。

1. 第一關「字力測驗」：木活字排版

以館內所蒐藏之活版印刷工具為發想，設計一套木活字微字架，因活版印刷的字為鏡像原理，較不易閱讀，因此使用初號字級鏡像的正楷字，方便闖關者檢字與辨識。

(1) 互動式AR輔助應用：觀看前導動畫影片

以平板所裝置APP掃描「不插電媒體人」宣傳品，即出現環境變遷前導影片，影片內容播放著因為地球

暖化而導致天氣劇烈變化，上升的海平面與不間斷的大雪與暴雨，毀壞了大部分的電力系統，也中斷了人類世界的日常運作。雖然雨水漸漸退去，但在能源有限的環境下，人們必須更謹慎的使用能源，期待地球可以自我修復，回復以往的生機。

現在就讓你來當個不插電的媒體人，試著在沒有電力的情況下，以傳統的印刷工具製作一張節能宣傳單，來宣導節約能源的重要性吧！（前導影片風格見圖9）

(2) 木活字排版體驗

闖關者依據不插電媒體人說明單文稿內的文字進行檢字，先從木字架中挑選所需文字，將鏡像木活字放進排版盤裡，完成排版程序。其闖關步驟詳見圖10，關卡教具見圖11。





10
「字力測驗」闖關步驟及流程說明



11
「字力測驗」關卡教具



12
「拼力一搏」闖關步驟及流程說明



13
「拼力一搏」關卡教具

2. 第二關「拼力一搏」：雕版拼版

本關卡加入雕版印刷元素，使用木板雕刻製成印刷版，再將印刷版切割為11塊的立體拼圖，除了讓闖關者認識雕版外，亦能趣味玩拼圖。闖關者在此關卡需嘗試將分散的雕版拼接成完整的圖樣印刷版，再將拼好的圖樣放入排版盤，即成為完整的印刷版。其闖關步驟詳見圖12，關卡教具見圖13。

3. 第三關「媒體人解救任務」：印製宣傳品

(1) 媒體人解救任務

第一、二關卡闖關完成後，即完成了一個完整印

刷版，之後再以已經拼組完成之印刷版來體驗早期印刷過程。為呼應整體故事架構，印刷紙張必須是可重複使用的回收紙，此時可使用闖關者手上的說明單背面來印刷。其闖關步驟詳見圖14，關卡教具見圖15。

(2) 互動式AR輔助應用：觀看闖關成功動畫影片

印刷完成後，使用AR軟體掃描印刷成品時，即可觀賞一段過關動畫完成闖關，而最後的印刷成品亦可讓闖關者帶回去作紀念。掃描圖示見圖16。



14

「媒體人解救任務」闖關步驟及流程說明



15

「媒體人解救任務」關卡教具及印刷成品



16

掃描文宣品觀看闖關成功動畫影片

四、「不插電媒體人」印刷教具推廣

本套教具配合臺灣科學節期間進行教育推廣，並辦理民眾體驗活動，所設定對象為親子族群，可個人或是以組別來進行闖關。從第一關「字力測驗」體驗活版印刷的檢字、排版；第二關「拼力一搏」進行圖像雕版拼圖，以及第三關「媒體人解救任務」以傳統印刷工具印製印刷品，亦加入擴增實境技術，讓民眾瞭解印刷技術從古到今的演進與變遷，以及科技博物館如何以新手法將科技融入傳統印刷文化中，讓印刷文化有創新的體驗。

「不插電媒體人」印刷教具配合2020臺灣科學節辦理親子活版印刷體驗活動，以親子族群共同體驗早期

印刷技術，總計辦理推廣活動12場次、909體驗人次；2021年度辦理活動8場次、1,701體驗人次，合計辦理20場次、2,610體驗人次(活動照片見圖17)。

活動期間許多父母或是民眾意見回饋表示，此關卡體驗可讓民眾認識早期印刷技術，科工館所典藏之活版印刷文物和故事，也藉此讓參與者有機會接觸與體驗到。許多年輕父母親也從沒見過早期印刷機具，剛好透過此次活動，由父母陪伴著孩童完成檢字、排版和印刷過程，再融入AR科技運用，讓過去與現代結合激發出創新體驗，以認識與現在電腦輸出不同的印刷術，能讓孩童瞭解早期是如何印製文宣品，是很好的過程！



五、結語與未來建議

活字版印刷術對於人類歷史知識傳播有深遠的影響，後因數位印刷的崛起而逐漸沒落，在臺灣已經瀕臨滅失，科工館為蒐藏活版印刷產業文化資產的科技博物館，除了在活版印刷產業文化資產方面的蒐藏、研究、展示與教育盡一份心力外，未來也會再將活版印刷教具多元化推廣，期盼有更多民眾能瞭解早期印刷技術，將活版印刷文化之美傳遞下一代。

面對臺灣活版印刷傳統產業的消逝，博物館具有蒐藏、展示、教育和科學轉譯之任務，科工館也背負著傳統產業保存與推廣之使命，思考如何將蒐藏品結合科普教育和創新科技來推廣印刷教具。此套活版印

刷教具除了於博物館內進行推廣外，未來亦將結合母語推廣活動，以多語言來模式來推行，亦規劃讓教具走入校園或是教育場域，讓學校課程結合教具學習，提供教師多元教學工具，讓印刷科普教育向下扎根，也讓教具推廣應用多元化、豐富化，提升學生學習成效。

科工館所典藏全臺灣最為完整的活版印刷文物與機具，極為豐富且多樣，代表著臺灣早期印刷文化傳承的表徵，未來亦會運用多元的藏品開發互動性教具或是特殊印刷品，藉由多元化元素展現印刷歷史的創意科學，展示古代印刷工藝智慧，追根究柢探索古今創意，傳遞活版印刷文化之美。

參考文獻

- 于瑞珍(2002)。科學博物館輔助學校科技教育教學資源之探討－以國立科學工藝博物館為例。科技博物，6(6)，4-18。
- 李孟軒(2006)。擴增實境科技結合互動式數位典藏展示介面設計之研究。崑山科技大學視覺傳達設計研究所碩士論文。
- 黃俊夫(2009)。科技博物館蒐藏品對國小學童科技教育課程上之輔助。生活科技教育月刊，42(2)，27-35。
- 黃俊夫(2012)。產業科技文物的徵集與典藏。科學發展月刊，474，6-13。
- 李來春、郝光中(2013)。擴增實境應用於互動式英語教材教學之研究－以國小五年級英語三個單元為例。國際數位媒體設計學刊，5(1)，51-64。
- 黃俊夫、黃湜雯(2017)。文字的旅行－臺灣活版指南。文化部文化資產局。
- 黃俊夫(2017)。2017臺灣雕版及活版印刷產業文化資產調查與活用評估計畫成果報告書。文化部文化資產局。
- 黃俊夫、陳淑菁、黃惠婷(2018)。科技博物館活化夕陽產業文化資產：以國立科學工藝博物館與活版印刷產業為例。博物淡水，10，84-93。
- 吳芷玲(2018)。擴增實境於科普教育之應用探究－以人體器官學習為例。健行科技大學資訊管理系碩士班碩士論文。<https://hdl.handle.net/11296/m36755>
- 黃秋霞、楊志強(2020)。國小數學科互動式體積AR輔助學習軟體應用之探討。特殊教育發展期刊，70，17-34。
- 劉曉琪(2021)。教育部教學實踐研究計畫成果報告：結合擴增實境技術與桌遊，談「AR遊戲式學習」融入吧檯經營實務課程之行動研究吧檯經營實務(1)(2)。
- 黃秋霞、楊志強、蔡宜雯(2022)。互動式AR輔助學習裝置軟體使用滿意度調查。特殊教育發展期刊，73，33-56。
- Asai, K., Kobayashi, H., & Kondo, T. (2005). Augmented instructions-a fusion of augmented reality and printed learning materials. Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'05), 213-215.