

「科學視覺化」轉向？ 以 1980 年代科普雜誌《牛頓》為析論核心*

張耀仁**

投稿日期：2022 年 12 月 28 日；通過日期：2023 年 5 月 2 日。

* 作者特別感謝《新聞學研究》二位匿名審查委員的寶貴意見，使本文觀點更形周延與深刻。作者也要特別感謝《牛頓》發行人高源清先生、《小牛頓》董事總經理李昭如女士、《科學眼》主編邱各容先生鼎力協助，使本文對於彼時雜誌運作有更清楚的理解。本研究係科技部計畫〈從科學化運動到科學文化：以臺灣報紙科學版為析論核心（1952-1997）〉（MOST 111-2410-H-153-016-MY2）之部分研究成果。

** 張耀仁現為臺灣國立屏東大學科學傳播學系副教授，研究旨趣聚焦於科學傳播史、報導文學與傳播敘事，著有《臺灣報導文學傳播論：從「人間副刊」到《人間》雜誌》（五南）。e-mail: rennychang915@gmail.com。

本文引述格式：

張耀仁（2023）。〈「科學視覺化」轉向？以 1980 年代科普雜誌《牛頓》為析論核心〉，《新聞學研究》，157: 95-162。DOI:10.30386/MCR.202310.0019

《摘要》

本研究以《牛頓》為析論核心，透過社會與歷史條件的爬梳、深度訪談以及視覺框架分析，從中探究 1980 年代臺灣科學視覺化現象，研究發現：

一、就科學視覺化成因而言：1980 年代，國民所得提升、加諸官方宣導「書香社會」，高單價的《牛頓》打破時人對於科普雜誌訴諸文字的理解，形成「嘆為觀止」的視覺感受，可稱之為視覺創新「表現」之一環，促成精美印刷、圖片彩印的科普出版風潮。

二、就科學視覺化認知而言：《牛頓》認為圖解科學較照片真切；《科學眼》則堅持攝影比圖片更加真實，兩者皆旨在「求真」，也就是視圖片與照片為客觀、中立超然的載體，旨在佐證科學理論。

三、就科學視覺化實踐而言：《牛頓》自製專欄的圖片依循日文版視覺框架，建構科學視覺化內容，無論就圖像配色、表徵形式以及符號象徵，皆與日本一致。但在意識形態的表徵上，試圖加入自身所處情境的元素，也讓讀者看見與日文版不同的視覺意象。

關鍵詞：《牛頓》、科學視覺化、科學傳播、新興科普刊物

壹、前言：從《牛頓》中文國際版¹談起

這些銅版精印的雜誌繼承了現代社會電視文化的特色——直接訴諸讀者感官的刺激，閱讀成了一件賞心悅目的事。當然藉著這樣的方式來傳播科學知識，它的接受性必然大為提高，它對科學普及的功能及價值，就這一點是應該被肯定的。但從另一個角度來看，圖片是否能完全表達科學的內涵？圖片內涵的科學知識是否完全符合我們目前社會的需要？（周成功，1984，頁 904-905，劃線由本研究所加，以下同）

1984 年 10 月 31 日，允為臺灣深具代表性的科學普及（科普）² 雜誌《科學月刊》，獲得 1984 年金鼎獎科學技術類獎（出版年鑑編輯委

¹ 《牛頓》係翻譯自日本科普雜誌《Newton（ニュートン）》，日文版創刊於 1981 年 7 月，由曾任東京大學名譽教授、地球物理學者竹內均（1920-2004）擔任總編輯，繁體中文版係該刊第一個授權的外語版，其後尚有美國版、加拿大版等（李嘉，1983）。張之傑（2008，頁 8）指出「國際中文版」一詞係由《牛頓》所創，並以此作為行銷口號，「使得各種國外刊物（包括時尚）相繼引入，並沿用這一標語」。但揆諸《牛頓》創刊迄停刊，封面皆標註「中文國際版」，而非時下慣用的「國際中文版」。對此，《牛頓》發行人高源清（訪談日期 2020 年 10 月 30 日）指出，《牛頓》係國內第一本正式授權的科普雜誌，在當時強調臺灣乃是「中文正統」的氛圍下，特別凸出「中文」一詞。此外，當時《牛頓》已有港、澳、星、馬等經銷商合作，故「國際版」也有拓展出版版圖的期許。

² 「科普」一詞自 1990 年代以來，已受到許多研究者反思（Cooter & Pumfrey, 1994; Secord, 2004; Whitley, 1985），本研究依循 1980 年代中期崛起的「公眾理解科學」典範（public understanding of science, PUS）、「公眾參與科學」典範（public engagement with science and technology, PEST），傾向使用「科學傳播」（science communication）一詞，但為求行文流暢，部分詞彙如「科普出版」、「科普雜誌」等仍從俗。

員會，1986）。編輯委員之一、時任榮民總醫院醫學研究部的周成功（1984，頁 905）撰文指出，移植自國外的科普雜誌，其圖片比例越來越高，「但闡釋科學精神，讓大家了解科學發展的過程、科學推理的思路等等，在我們這個科學落後的社會裡也許更為重要」，換言之，「圖片只是一種輔助的工具。圖片提示的多半是比較具象的結果，對這些結果如何發展出來的過程則無法完全表達」（同上引，頁 905）。

從論述時間來看，周氏顯然旨在反思 1983 年 5 月創刊的科普雜誌《牛頓》中文國際版，該雜誌強調「圖先文後」，「甫出刊即造成銷售佳績，訂戶曾經衝破四萬份以上的高紀錄」（傅維信，1996，頁 5），對於臺灣科普雜誌出版生態造成強烈衝擊，一方面迫使本土代表刊物《科學月刊》重新思考定位，從原本訴諸高中生，改為訴求大學理工農醫科學生與科技從業人員（劉源俊，1990）；另一方面，也引發其他出版社紛紛搶進翻譯科普雜誌市場，包括 1983 年 9 月創刊的《2001》、1984 年 5 月創刊的《科學眼》、1985 年 2 月創刊的《哥白尼 21》等。

這批翻譯自國外、強調精美印刷的科普雜誌，被當時媒體統稱為「新興科普刊物」（吳啟元，1984，頁 86），其特色有別於傳統科普雜誌專擅文字敘事，改以圖片詮釋科學內容。以《牛頓》為例，日文版與中文國際版封面，皆標示「**graphic science magazine**」，亦即「圖解科學雜誌」；而《科學眼》日文版與中文版，同樣標榜「**visual science magazine**」，亦即「視覺科學雜誌」，兩者都表明從圖片或視覺觀點闡述科學，此一「科學視覺化」（**scientific visualization**）³的呈現，可謂

³ 有關「科學視覺化」一詞，目前並無共識字眼，部分研究者稱之為「科學視覺化」（**scientific visualization**, Ursyn, 2016），部分稱之為「科學圖示」（**scientific illustration**, Pauwels, 2006c），另有研究者稱為「科學圖像與視覺化」（**scientific imaging and visualization**, Burri & Dumit, 2008），亦有研究者稱為「科學的視覺再

1980 年代臺灣科普出版甚為重要的現象與轉向。

然而，倘若只是強調彩色圖片的印刷，則 1977 年 9 月由中興大學環境工程學系主任陳國成創刊於臺中的《自然》雜誌已開風氣之先，彩色頁一度達 24 頁之譜（周珊瑚，1980），何以該刊未能引領科學視覺化風潮？事實上，揆諸前述周成功（1984）引文所揭數點，已然凸顯《自然》與《牛頓》所處情境差異，也與日後科學視覺化研究者致力析論之面向若合符節，包括：（1）科學視覺呈現材質：「這些銅版精印的雜誌」，意指不同印刷材質（如：銅版紙）與方法（如：電腦自動六色印刷），如何影響科學圖像呈現之效果（Latour, 1990; Lynch, 1990）；（2）科學表徵觀（scientific representation）：「圖片是否能完全表達科學的內涵」，意指科學表徵如何陳述、論證科學知識的視覺邏輯（Frigg & Hunter, 2010）。（3）科學視覺文化及其素養：「訴諸讀者感官的刺激」、「圖片內涵的科學知識是否完全符合我們目前社會的需要」，意指科學圖像如何蘊含視覺文化？閱聽眾如何感知／認知科學圖像（Bucchi & Saracino, 2016）？

相對於晚近歐美學界具體而微的關注科學視覺化探究（Daston & Galison, 2007; Hackett, Amsterdamska, Lynch, & Wajcman, 2008; Hüppauf & Weingart, 2008; Lynch & Woolgar, 1990; Pauwels, 2006a; Ursyn,

現／表徵」（visual representation in science, Simon & Zarzoso, 2013）。基本上，「科學視覺化」一詞涉及「科學再現／表徵」（scientific representation），及其背後的「客觀」（objectivity）思辨，詳見下文。此處以及下文使用「科學再現／表徵」，乃因 representation 一詞經常游移於「再現」與「表徵」之間，詳見下文。考量「科學視覺化」一詞多為「科技與社會」領域（science, technology and society, STS）運用（Simon & Zarzoso, 2013），且較諸「再現」、「表徵」易於理解，並較符合當時論者、記者、讀者對於《牛頓》所呈現的「精彩的圖片」之認知（沈君山，1984，頁 144；賈亦珍，1983 年 5 月 9 日），故名之為「科學視覺化」。

2016)，臺灣科學傳播領域在 2019 年以前，泰半處於直觀式 (intuition) 論述，包括：(1) 圖像責備論：認為圖像未必完全傳達科學意義，剝奪了閱聽眾對於科學的抽象理解與思考力 (周成功，1984, 1985)；(2) 圖像商業論：認為圖像崛起係商業勃興使然，是市場導向化的結果，徒有圖像而無科學知識 (陳國成，1990)；(3) 圖像外來化：認為移植自國外的圖像未必適用於本土，其「圖先文後」的做法乃是投大眾之所好 (張之傑，2008)。迄 2020 年，《東亞科學、技術與社會》(East asian science, technology and society: An international journal)⁴ 由 Chao & Maas (2020) 主導，於特輯「以圖像思考及行動」(thinking and acting with diagrams)，刊登 Morgan (2020) 等六篇論述，主要聚焦於中國圖像表徵之個案討論。此外，區曠中 (2022) 透過文獻回顧，析論歐美生物學中的視覺化表徵，儘管可見系統性的學術研究，但以臺灣為探究主體的科學視覺化研究仍付之闕如。

據此，本研究以《牛頓》為析論對象，兼及同時代科普雜誌，經由探究歷史與社會條件、深度訪談以及文本分析，從中理解以下三個研究問題：

一，何種歷史與社會條件，造就 1980 年代《牛頓》的科學視覺化現象

二，《牛頓》及其同時期科普雜誌的從業人員，如何認知與實踐科學視覺化？

三，臺灣科普雜誌的科學視覺化有何實踐成果？

⁴ 於 2007 年試刊，2008 年起正式發刊，旨在積極參與全球 STS 社群，反思科技與社會如何互動、共生，目前由國立陽明交通大學公共衛生碩士學位學程教授郭文華主編。

貳、文獻回顧

一、從視覺再現／表徵到知識視覺化

作為數位時代耳熟能詳的網路流行語，風行於 2004 年的「沒圖沒真相」，⁵伴隨著數位傳播日新月異，成為當代盛極一時的文化風潮，卻也招致「思考淺碟化」、「閱讀薄弱化」等恆常可見的公眾責備論（王振昌，2020 年 11 月 18 日；趙哲聖，2021 年 3 月 19 日），個中刻板化網路世代習於視覺傳播的輕薄短小，從而形塑「一圖勝千言」與「一字千金」之對立，以致詮釋視覺傳播往往墮入「非圖即文」的二分法。

其中，就視覺化至為相關的字眼「representation」一詞而言，其於諸多領域包括哲學、科學、傳播學、藝術史等，皆受到廣泛討論，該詞一譯「再現」，一譯「表徵」。對此，區曠中（2022）指出，「再現」與「表徵」有其意涵相似之處，卻又有所不同：所謂「再現」，暗示有一原本存在的事物再次被表現出來；而「表徵」，則須與標的物（target）或所指（signified）相伴，故 Lynch & Woolgar（1990, p. 13）指出其論述立場在於：「表徵與對象乃是密不可分，而對象只能透過表徵被『獲知』」，亦即其主張表徵不應獨立於對象之外，相反的，更需關注表徵與對象背後所蘊含的「社會——技術」（socio-technical）之脈絡運作。

⁵ 網路流行用語，於 2010 年「第二屆批踢踢流行語大賞」中，經網友票選獲得第五名（〈沒圖沒真相〉，無日期）。

此一概念，同樣見諸視覺文化界引發反思風潮的 Mithcell (1994) 與 Boehm (1994, 轉引自 Bertolini, 2015)，其倡言「向圖像／標誌轉」，關注的不僅是「圖像再現／表徵」(pictorial representation)，更非「圖像存在」(pictorial presence)，而是攸關視覺、裝置、論述乃至身體互文的後語言學、後符號學之再發現。這也是 Mithcell (1994) 不厭其煩指出，當代輿論面對視覺文化既驚且怕，驚奇的是數位時代產製前所未見的視覺效果，害怕的是「視覺力量」(power of images) 恐將催毀世界價值觀——此一概念早自十九世紀就被提出，包括偶像崇拜、拜物教等，故其主張應重新審視個中歷史發展，據以思索嵌合了欲望、支配乃至暴力的視覺文化。而 Boehm (1994, 轉引自 Bertolini, 2015) 的看法與 Mithcell 頗有異曲同工之處，認為圖像是一種言說乃至思考的形式，個中包含兩個層次：(1) 圖像所蘊含的情境脈絡：談論圖像不僅涉及圖像本身，也關乎其他主題的交軌與揉雜；(2) 圖像所具備的意義：詮釋圖像並非關注真實與否，而是聚焦其如何經由跨界再現的歷程，據以形塑圖像的意義。

換言之，「向圖像／標誌轉」不單探究圖像本身，也析論圖像所蘊含的語藝、文化乃至社會情境，亦即圖像與語言並非二分對立，相反的，許多研究已然揭示，語言、思考與圖像的關係至為密切(沈錦惠，2014；Balkir, 2009; Lakoff & Johnson, 1980, 1999; Mithcell, 1986, 1994; Palatinus, 2010)，甚至已延伸至視覺與認知科學、知覺現象學、腦科學等，也就是正視人／體之於視覺文化研究中的位置(Smith, 2008)，個中可區分為三大研究取向：

其一，視覺再現／表徵(visual representation)：此一論述著眼於視覺設計與視覺素養，一方面關注圖表轉化數據的優劣，一方面探究如何設計出適切的視覺畫面(Bolinska, 2016; Killen & Kjaer, 2012; Roth,

Pozzer-Ardenghi & Han, 2005），前者旨在探究視覺化如何拓展記憶力、注意力以及訊息量（Tergan & Keller, 2005; Ware, 2005），後者旨在探究電腦與軟體如何呈現訊息格式（Dansereau & Simpson, 2009）。至於視覺素養則依循批判素養（critical literacy）的觀點，強調如何解讀、解構以及論述圖像蘊含的意義，尤其如何詮釋科學圖像的意涵更受到研究者重視（Moran & Tegano, 2005; Romer & Bobkina, 2021; Sanders-Bustle, 2003），乃因教科書中多以圖像、圖表呈現科學研究結果，故視覺素養致力於強化科學教育的認知。

其二，視覺化思考（visual thinking）：1970 年代以來，「視覺化思考」一詞即面臨諸多質疑與詮釋，質疑者認為，過度依賴視覺化思考將淪為機械思考（Ferguson, 1977）；詮釋者則認為，圖像輔助思考、有利於向他人傳達概念（Cross, 1982）。迄 Goldschmidt（1991）將視覺化思考，定義為多模態符碼（multimodal）的傳播歷程，認為「我們應學習多面向的解讀視覺效果，而非直觀認定」（Goldschmidt, 1994, p. 158）。據此，伴隨視覺文化研究崛起，視覺化思考越發受到重視，其被視為跨學門領域，融合了資訊設計、空間語言與思維、視覺感知與思維等（Tversky, 2011），主張視覺離不開思考，而思考也離不開視覺，有別以往認為思考與語言有關，轉而關注覺知（perceptual）與視覺、思考之間的聯結（Valdés, Romero, & Barton, 2012），這也是近年視覺研究不僅探討圖像寓意，也探索視覺如何啟動認知、如何形塑圖像／視像基模等（Lakoff & Johnson, 1999）。

其三，知識視覺化（knowledge visualization）：經由資訊視覺化（information visualization）衍生而來的概念，其之所以崛起，係伴隨著電腦運算普及，如何處理大量訊息數據而備受關注，因此它最早被定義為：「經由電腦繪圖的動態、互動等特性，作為提升認知能力的外部輔

助工具」(Card, Mackinlay, & Shneiderman, 1999, p. 5)。相對於訊息視覺化關注人與電腦之間的互動，知識視覺化則是聚焦於如何提升知識的傳達與創造，與知識管理領域有著密切關聯。換言之，知識視覺化不同於前述視覺再現／表徵，強調數據轉化的圖像設計，而係著墨於視覺思考化的實踐，也就是：(1) 何種知識被視覺化？(2) 為何這一知識必須視覺化？(3) 知識如何視覺化？(Eppler & Burkhard, 2006)

二、從科學視覺化到科學視覺化框架

此處涉及科學視覺化的演變與實踐過程，因內容較為龐雜，故本研究將之歸納為：科學視覺化與客觀論、科學視覺化與 STS，以及科學視覺化方法論等三小節，其中第三小節因涉及方法論的操作，為求論點具體與便於理解，將方法論區分為以下三點：從視覺語言到不變的可移動之物、科學知識視覺化的圖像分類、科學視覺框架分析的新嘗試。

(一) 科學視覺化與客觀論⁶

在前述「向圖像／標誌轉」的呼聲下，重新反思視覺探究的論述自 1990 年代起次第問世，連帶也引發究竟「何謂視覺文化」、「何謂視覺文化研究」等提問，尤其視覺文化涉及範疇廣，包括歷史、地理探究、種族乃至政治，因之被部分學者譏為「包山包海的研究」(everything studies, Brunet, 2013)。對此，Smith (2008) 指出應將視覺文化視為類如文化研究的跨領域學門，關注個中圖像、視覺思考所建構的論述形式，而非著眼於圖像世代的崛起，更非套用視覺理論，相反的，應該聚

⁶ 本處文獻回顧脈絡，受區曠中 (2022) 一文啟發甚多，相關譯名主要參考其譯法。

焦於探究視覺化的歷史、特殊條件等，並融合批判思維於其中。

相對於「向圖像／標誌轉」的視覺文化研究，科學視覺化探究迄 1980 年代晚期才逐漸受到重視，乃因十九世紀晚期以來，根植於經驗主義哲學、邏輯實證主義，將科學表徵理解為「必須以簡潔的正式語言，描述科學理論所述之對象」（Frigg & Hunter, 2010, p. xvii），故「語言」成為闡述科學的主體，而「非語言」的圖表、照片等則被排除在外。儘管研究薄弱，但科學視覺化此一活動本身，早於十八世紀以來，基於對客觀性的執著，曾歷經以下三個階段的思維轉變（Daston & Galison, 2007，參見表 1）：其一，「自然之真相」（truth-to-nature）：在十八世紀時期，自然史家秉持「何謂真實」（what truly is）之表徵信念，追尋完美狀態的大自然描繪，故而科學與藝術緊密合作。其二，「機械客觀性」（mechanical objectivity）：迄十九世紀，觀察儀器的提升，衍生出「客觀的」描繪大自然，必須具備一套特定程序，亦即藝術受到強烈規範與干預，科學家追求植基於機械的極端客觀。其三，「專家判斷」（trained judgment）：迄二十世紀，對於前述機械客觀性提出反思，認為科學圖像的產製也須經過專家判斷，而此判斷力來自訓練有素的長期經驗，而非純粹的素人詮釋與意志。

表 1：科學視覺化涉及之客觀三階段論

項目	主張	主張	主張
認知道德	自然之真相	機械客觀性	專家判斷
行動者	智者	科學工作者	科學專家
圖像	合乎邏輯	機械至上	詮釋的
實踐方法	選擇，綜合	機械傳送	模式辨認
本體論	普遍性	特定程序	相似性

資料來源：Objectivity (p. 371), by L. Daston & P. Galison, 2007, Cambridge: Routledge.

由前述可知，科學視覺化活動涉及對於客觀認識的轉變，也是在此概念下，20 世紀中期以前的科學視覺化，旨在忠實表徵探究對象，可以向研究同儕、學生展示其所見之物，故 Daston & Galison (2007, pp. 382-383) 稱之為「圖像即再現 (image-as-representation)」⁷。然而，對於二十世紀末追求奈米技術等新科技的科學家來說，他們不僅需要獲得正確圖像，也試圖產製新型圖像，因之科學圖像形成「圖像即過程 (image-as-process)」，也就是「表現」(presentation)。此一觀點的轉變，Daston & Galison (2007) 指出，圖像不再僅是「自然之真相」的呈現，也非「機械客觀性」、「專家判斷」的產物，而是仿若自然界的鑷子或錘子那般，是一種製造與改變事物的工具。

(二) 科學視覺化與 STS

前述對於客觀性的追求，反映在科學視覺化活動上，即是自 1880 年科學照片增加以來，科學界一度認為攝影比起繪圖更加真實、更具描述力 (Baigrie, 1996; Hentschel, 2014; Pauwels, 2006c)，意味著照片除了提供關於事實的有力證據，也附屬於科學理論，尤有甚者，照片美感在科學論證中被漠視，只因其不具備認識客觀的功能 (Hüppauf & Weingart, 2008)。此一強調科學圖像必然客觀、中立超然，甚至視科學圖像為科學探究過程可有可無之物，在 1960 年代「強綱領」⁷ (strong programme) 的影響下，研究者開始轉向探究科學視覺化所涉及的實驗室數據記錄、人際互動、設備運作等，亦即「科學視覺化研究不僅涉及

⁷ 科學知識社會學 (sociology of scientific knowledge, SSK) 至為著名也頗受爭議的理論之一，出自 Bloor (1976) 著作《知識與社會意象》(knowledge and social imagery)，提出因果原則、無偏見原則、對稱原則、反身性原則等，經由社會建構論探究科學知識內部的理論變遷。

圖片或圖像本身，還包含觀察、測量、描述、分析等一系列緊密聯結的活動」（Lynch, 2006, p. 27），也就是 Latour（1990, p. 24）所謂「銘印」觀（inscription）：⁸「我們應專注考察那些，有助於聯結科學圖像的元素，尤其必須審視論述如何說服他人去接受，並被傳遞下去，進而更像一個事實。」

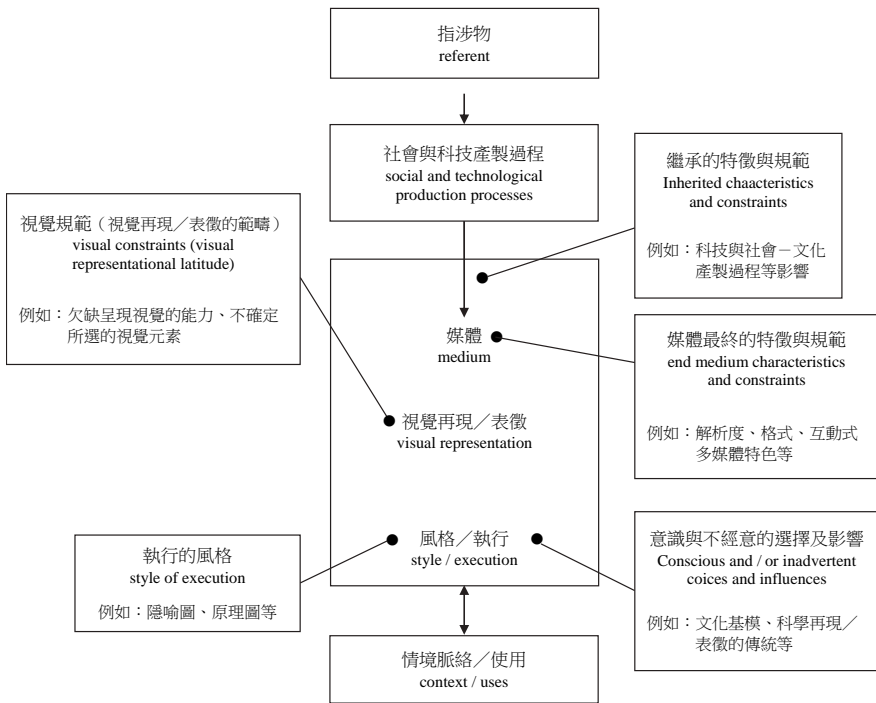
受此「社會實踐」概念的影響（Roth & McGinn, 1998），Tibbetts（1990）歸納指出，科學視覺化探究涉及三個命題：(1) 表徵設備（representational device, RD）的社會建構觀及其詮釋；(2) 被表徵對象（representational object, RO）的本體狀態；(3) 有關前述 RD 如何準確傳達 RO 的歷程。對此，Pauwels（2006c）依循 Latour（1987）的「銘印」觀，指出探究科學視覺化，該強調的不是攝影或圖像對於真實或客觀呈現孰高孰低，而應關注其運作的情境脈絡，亦即科學視覺化不僅是具體物質或抽象概念的指涉，也攸關社會與科技條件，乃至媒體運作機制、使用者回饋等條件，由此提出分析的理論架構（參見圖 1）。其中，就圖示裡的「指涉物」（referent）而言，係篩選的結果，也就是某些資訊被放大、某些細節被忽略。再者，社會文化脈絡、繪圖技術過程（social and technological production progresses）等，經常左右了圖像呈現的抉擇，例如該擬真或該擬人化？該拍照或該繪圖？

此外，政治力的干涉、科學社群的角力乃至教育團體的需求，在在都影響了圖像展現的方式。至於媒體（medium）本身更充滿了諸多變數，例如美工人才是否充足、圖像解析度優劣、編輯對於科學圖像認知的深淺等，由此生成科學再現／表徵的風格。最後，視覺產製目的與閱

⁸ 「銘印」係 STS 領域中，重要理論「行動者網絡理論」（actor-network theory, ANT）的概念之一，旨在探究科學如何透過文獻、儀器、實驗室等，從而將特定觀點銘印於個中的行動者身上（Latour, 1987）。

聽眾使用情境 (context/uses)，旨在詮釋科學視覺化的目的往往伴隨著閱聽眾的理解與運用，而不同接收者因其背景、經驗等差異，對於視覺化的解讀亦多分歧。於此，Pauwels (2006c) 引用 Star & Griesemer (1989) 的「邊界物件」(boundary object) 概念，指出科學視覺化可作為促進不同參與者之間，知識、技術等交流之界面。

圖 1：影響科學視覺化產製的分析架構



註：原圖部分舉例說明較長，本研究礙於篇幅予以節錄。

資料來源：Visual cultures of science: Rethinking representational practices in knowledge building and science communication. (pp. 15), by L. Pauwels, 2006c, NH: University Press of New England.

也是依循此一蘊含 STS 的說法，Burri & Dumit (2008) 指出，探究科學視覺化應著眼於：(1) 誰來產製科學圖像：例如文化與社會條件的影響為何？(2) 科學圖像如何構成其影響力：例如如何減少觀察的不確定性，據以再現、鞏固科學知識之「客觀」？(3) 科學圖像如何與其他知識互動：例如科學圖像置於社會中，公眾與其他領域專家有何看法？

(三) 科學視覺化方法論

前述立基於 STS 的科學視覺化探究，自 1980 年代末期以來，為原本寂寥的科學視覺化研究勾勒了新版圖，然而儘管科學視覺化研究增加，但誠如 Pauwels (2006b) 所言，科學視覺化是一個廣泛概念，研究散見於促進科學教育及其相關理論之實用探究，也見諸科學社群的一種文化濡化 (enculturation) 析論，另外，也有學者將其視為科學與其他學科溝通之物，凡此種種，凸顯科學視覺化探究主題與方法的多元性，但相對來說也顯得鬆散 (區曠中，2022)。據此，本研究針對個中方法論，歸納整理以下三點：

其一，從視覺語言到不變的可移動之物：被視為先驅研究者 Rudwick (1976)，針對十八世紀晚期迄十九世紀早期地質學圖像探究指出，「視覺語言」(visual language) 的出現，意味著地質學社群的跟隨者必須學習此套語言的法則，通過專業訓練以接受、理解個中規範，從而達成科學表徵的溝通。

延續此一概念，Lynch (1990) 針對科學家如何操作生物學圖像，將研究照片轉換為示意圖進行析論，指出示意圖乃是照片的「簡化」，也是一種「理想化」(idealized)，以符合教學之用。其中歷經以下四個轉換步驟：(1) 過濾 (filtering)：移除與研究主旨無關的雜亂背

景；（2）均一（uniforming）：將差異之處繪製得較為一致；（3）提升（upgrading）：凸顯研究重點的面向，並提升繪製的精確度；（4）定義（defining）：區別與其他研究的差異性。

此外，Latour（1990）提出「不變的可移動之物」（immutable mobiles）概念，指出「圖像」具備將不同事物與時空聚攏在一起的能力，也就是圖像一方面定格／定義了對象，一方面又可隨身攜帶、移動至任何之處。此一特質的降生，伴隨著以下幾點而發生：（1）視覺文化使然：視覺文化定義我們能看見什麼、忽略什麼。（2）印刷技術使然：例如 18 世紀晚期出現的石版印刷，使得地質學圖像的流通變得更為便利與廣泛。（3）繪製的方式使然：十五世紀透視法的出現，使得人們彷彿看穿了物體內部，得以透過看的方式去「觸碰」（touch）觀察對象，連帶形成自然之物看起來彷彿虛構，而虛構之物又彷彿自然的混合現象。

其二，科學知識視覺化的圖像分類：多數研究已經證實，視覺之於科學知識轉化確實有其必要性與重要性（Evagorou, Erduran, & Mäntylä, 2015; Gomez-Romero, Molina-Solana, Oehmichen, & Guo, 2018; Pauwels, 2006a）。其中，Eppler & Burkhard（2006）指出，視覺化之所以有利於科學知識的傳播，主要在於：（1）視覺化足以提高傳播知識效能：其能扮演概念性橋樑，溝通彼此的思維。（2）視覺化有利於創造新知識：透過圖形隱喻與隨時改動的可能，得以促進知識創新。（3）視覺化能夠避免知識量過度負荷：可以壓縮大量的分析、理論等。

其進一步指出，知識視覺化可區分為六種形式：（1）啟發式草圖（heuristic sketches）：適用於概念發想的討論過程，有助於釐清問題的盲點。（2）概念圖（conceptual diagrams）：藉由圖像來闡明抽象的概念，例如樹狀圖、機械剖面圖。（3）視覺隱喻圖（visual

metaphors)：經由轉化原本熟悉的事物，以提升對於新知的理解，例如以橋樑來說明協商的歷程。(4) 知識動畫圖 (knowledge animations)：透過電腦互動的形式，吸引使用者參與知識建構，例如科學場館裡的互動裝置。(5) 知識地圖 (knowledge maps)：具備導覽與建構知識的作用，通常包含知識的上下脈絡與個別元素，例如本研究圖 1 即屬於此。(6) 科學圖表 (scientific charts)：旨在經由表格呈現領域知識，例如各研究的統計圖表。

其三，科學視覺框架分析的新嘗試：針對科學圖像視覺框架 (visual framing) 的探究，於近年受到關注，尤以氣候變遷、環境教育為主要探究對象 (Mahony & Hulme, 2012; O'Neill & Smith, 2014; van Beek, Metze, Kunseler, Huitzing, Blois & Wardekker, 2020)，乃因氣候圖像變成一種「文化記憶」 (cultural memory)，人們一想到氣候變遷圖，就想到紅色代表警戒、藍色代表冰冷，但為何是這樣的顏色定義 (Schneider & Nocke, 2014)？故而 Boykoff (2011) 指出，氣候變遷圖像乃是動態而爭議的空間，各類「演員」為了搏取公眾理解而在其中相互鬥爭。

其中，Rodriguez & Dimitrova (2011) 延用 Goffman (1974) 的框架理論，將之轉向視覺探究，從中建構視覺框架的四個分析系統，包括：(1) 指示系統 (denotative systems)：經由圖片標題、圖說、相關文本所進行的描述；(2) 文體符號系統 (stylistic-semiotic systems)：關於文體慣例和社會意義的呈現；(3) 內涵系統 (connotative systems)：考察個中圖示 (icon)、指示 (index) 和符號 (symbol) 的呈現，尤以符號作為析論重點，乃因其蘊含社會意義；(4) 意識形態表徵 (ideological representation)：涉及文化條件、社會因素的考察，旨在探究個中的經濟、政治等利益。其運用於氣候變遷圖像中，van Beek et al. (2020) 發現，視覺框架深植於圖片製作者的工作歷程裡，甚且圖片

本身就是框架的一部分。此外，Wardekker & Lorenz (2019) 探究「政府間氣候變遷專門委員會」(The Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)，其透過「目標導向」、「視覺化類型」等框架元素，分析該單位報告中的圖像變化，結果顯示其報告多採預防氣候變遷的框架，而非促進改善的框架。

相對於前述歐美國家科學視覺化探究資料漸豐，臺灣科學視覺化探究迄今寥寥可數，泰半聚焦於資訊管理領域，多關注軟體系統、網路平臺之開發(張文瑜，2005；陳淑美，2019；楊亨利、趙逢毅，2011)，與科學傳播相關者，僅見諸 Chao & Maas (2020)《東亞科學、技術與社會》主導特輯「以圖像思考及行動」，以及區曠中(2022)探究歐美相關文獻，但二文分別以中國、歐美為探究主體，相對於 1980 年代《牛頓》一度引發科學視覺化風潮，促使多部科普套書強調「先圖後文，以圖象[像]詮釋科學……」(〈進入科學世界的書：給我一根棍子、一個支點，我將舉起地球〉，1984，無頁碼)，據此，本研究認為有必要從中探析《牛頓》的科學視覺化產製及其視覺框架，以作為理解視覺化之於臺灣科學傳播的必要性與重要性。

參、研究方法

一、方法論與文本擇取

從文獻探討可知：(1) 科學視覺化活動由來已久，涉及思辨表徵／再現，背後的思維邏輯繫乎對於客觀的追求。(2) 科學視覺化研究起於 1980 年代末期，受 STS 影響甚深，其將過程視為「銘印」，不僅聚焦圖片，也關注涉及圖片的觀察、測量、描述、分析等一連串活動。

(3) 科學視覺化研究方法多元，且不斷嘗試新的可能，例如 Wardekker & Lorenz (2019) 運用視覺框架探索科學圖像，指出該方式乃是「新穎」且具實驗性的。

由此可知，科學視覺化並非僅是「訴諸讀者感官的刺激」（周成功，1984，頁 905），尚且涉及客觀論、STS 思辨乃至知識視覺化、視覺框架等。然而，前述文獻論證對象皆屬「科學家如何產製科學視覺化」，而本研究意欲探究的對象乃是「科普雜誌從業人員如何產製科學視覺化」，在臺灣科學視覺化研究付之闕如的前提下，如何擇取方法論與文本有其思索之必要，說明如下：

(一) 就方法論的擇取而言

本研究依循 STS 的主張，將科學視覺化研究視為一種「銘印」歷程，故探究科學圖像不囿於圖像本身，尚著眼其背後的主張與運作邏輯。考量 Pauwels (2006c) 勾勒的「影響科學視覺化產製的分析架構」，個中觸及的概念與面向較為具體，故本研究以其架構作為分析依據，另結合 Latour (1990) 對於繪圖之詮釋，以及 Burri & Dumit (2008) 對於科學視覺化探究之提示，另融合 Eppler & Burkhard (2006) 所提出的知識視覺化分類，並納入 Rodriguez & Dimitrova (2011)、Wardekker & Lorenz (2019) 提示與編製的科學視覺框架元素，就本研究問題分別析論：

(1) 社會與歷史條件 (Pauwels——社會與科技產製過程)：包括何種視覺文化、媒體條件與印刷技術，形成科學視覺化現象？繼承何種科學視覺化的特徵與規範？

(2) 媒體運作 (Pauwels——媒體、視覺再現／表徵)：包括對於科學視覺再現／表徵的認知、視覺再現／表徵的傳播策略與規範為何？

(3) 科學視覺化風格的執行 (Pauwels——指涉物、形式／執行)：包括如何取捨科學圖像與攝影？受到何種科學視覺化特徵與規範的影響？科學圖像繪製以及照片拍攝的視覺化類型？形成何種視覺框架觀？

(二) 就文本擇取而言

Hüppauf & Weingart (2008) 指出，根據科學圖像的功能與訴求對象，可區分為三類：(1) 由科學家產製，作為科學研究視覺呈現的一部分，訴諸科學社群的科學圖像，例如只有專家才能觸及的技術圖。

(2) 由科學家產製，訴諸公眾的科學圖像，例如臭氧破洞圖。(3) 由媒體製播的科學圖像，例如科普出版品、科普節目中的知名科學家形象。就本研究探究對象《牛頓》而言，係屬以上第三類，與前述文獻探討 Daston & Galison (2007)、Lynch (1990) 所述對象係科學家，有所不同。

之所以選擇《牛頓》，在於：(1) 引領「新興科普刊物」創刊風潮：《牛頓》甫一創刊即備受關注，諸多媒體特闢專文討論 (吳啟元，1984；宋晶宜，1983 年 10 月 17 日；賈亦珍，1984 年 12 月 11 日)，並促使出版界爭相引進翻譯科普雜誌，對於本土科普雜誌產生衝擊。

(2) 圖片彩印、精印備受關注：《牛頓》主張圖先文後，「寫真圖解」與攝影占整本雜誌三分之二篇幅 (〈牛頓中文國際發刊辭〉，1983)，其彩印、精印的圖片，為論者、讀者所關注 (沈君山，1984；林孝信，1990 年 3 月 19 日；陳汝勤，1984)。日本一出刊即銷售 40 萬本 (李嘉，1983)，而臺灣則銷售五萬多本 (李昭如，訪談日期 2020 年 10 月 30 日)。

儘管《牛頓》在科學視覺化再現／表徵上，兼具照片與圖片，但參

考本研究深度訪談的說法（詳見下文），以及檢視《牛頓》日文版創辦人竹內均的說法（李嘉，1983）、當時臺灣評論者的看法（陳文咸，1984；顏崑陽，1984），「圖解科學」係《牛頓》的重要特色，故本研究在視覺框架分析上，主要針對科學圖片而非科學照片進行探究。除了《牛頓》之外，本研究亦參閱《科學眼》內容，作為理解科學視覺化的一部分（參見表 2）。

表 2：本研究立意取樣之科普雜誌基本資料

雜誌名	創刊年月	開本	訂價	備註
牛頓	1983.5	菊 8 開 (21x27.5)	180-200	2006.1 停刊
科學眼	1984.5	菊 8 開 (21x27.5)	180-240	1990.4 停刊

註：訂價以 1980 年代最低與最高為主。

二、研究步驟

如上所述，本研究依 Pauwels (2006c) 勾勒的「影響科學視覺化產製的分析架構」，並融合多位研究者的見解，針對三個研究問題進行探究，其研究步驟如下：

(1) 對於《牛頓》所處社會與科技產製條件進行分析：主要著眼於 1970 年代末期迄 1980 年代，臺灣社會情境、出版產業以及科普雜誌發刊，經由二手資料分析進行探究，限於研究篇幅使然，並考量科普雜誌多訴諸學生族群（辛鬱，2009；張之傑，2008），主要關注以下面向：(1) 視覺化之於臺灣媒體以及科學媒體的影響？(2) 日本科普出版對於臺灣之影響？

(2) 對於《牛頓》從業人員進行深度訪談：為理解《牛頓》從業

人員如何認知、傳播乃至產製科學視覺化？本研究透過深度訪談《牛頓》從業人員，另為增加對於當時科學視覺化的理解，亦訪談其競爭對手《科學眼》從業人員，共 4 名（參見表 3），從中獲知當時科學視覺化的媒體運作。考量國外授權科普內容有文化上的隔閡，此處主要關注《牛頓》、《科學眼》等臺灣編輯團隊，如何產製本土科學視覺化如下：（1）科普雜誌從業人員如何認知科學視覺化？（2）科普雜誌從業人員如何產製本土科學視覺化？

表 3：本研究深度訪談科普雜誌從業人員之經歷

受訪人	經歷與年資	訪談時程	訪談地點
邱各容	《科學眼》主編、光復書局編輯，13 年	2020.10.09 14:00-16:30 2022.11.30 17:30-18:00	臺北市，張榮發基金會 電話訪問
高源清	《牛頓》發行人、牛頓出版社負責人，23 年	2020.10.30 14:00-17:30	新北市·小牛頓科學教育有限公司辦公室
李昭如	《牛頓》行銷企劃部專員，22 年	2021.10.30 14:00-17:30 2021.05.04、 08.18、 2023.02.21	新北市·小牛頓科學教育有限公司辦公室 LINE 通訊軟體、信件訪問
高永鑫	《牛頓》財務主管、國際版權／業務經理等，15 年	2020.10.30 14:00-17:30	新北市·小牛頓科學教育有限公司辦公室

註：電話訪問、LINE 通訊軟體、信件訪問，皆為補問第一次訪談未足之處。

（3）對於《牛頓》科學圖片進行文本分析：透過前述兩項析論，本研究預期將從中理解 1980 年代科學視覺化之所以興起的條件，也理

解當時科普雜誌如何執行科學視覺化。但其執行的結果為何，本研究考量研究題旨，以《牛頓》臺灣自製專欄之科學圖片為主要分析對象，分析步驟如下：

甲、針對科學圖片進行分類：本研究先就圖片與照片進行基礎統計，另針對圖片內容，依據 Eppler & Burkhard (2006) 所提出的知識視覺化分類，考量《牛頓》為平面媒體，且為完稿之內容，故僅取概念圖、視覺隱喻圖、知識地圖、科學圖表作為分類依據，經研究者與受過訓練的二位碩士級研究助理，開會說明與討論，達成編碼共識，並分別抽取《牛頓》與《科學眼》各 10% 樣本，共 11 則進行編碼測試，經計算相互同意度為 0.85，信度為 0.92，測試結果可被接受。其後，再針對正式編碼進行測試，經計算相互同意度為 0.87，信度為 0.93。

乙、針對科學圖片進行視覺框架分析：本研究根據 Rodriguez & Dimitrova (2011)、Wardekker & Lorenz (2019) 所提示與編製的科學視覺框架元素，擇取其中：(1) 指示系統——對於科學主題的描述：主要關注其凸出何種面向；(2) 內涵系統——與《牛頓》日本圖片的比較：因受到日本繪圖之影響（詳見下文），本研究在內涵系統方面，主要考察其圖示 (icon)、指示 (index) 和符號 (symbol) 的呈現，與日本有何相同與相異之處；(3) 意識形態表徵——如何確認科學問題、定義科學問題、解決科學問題等，其中尤須留心影響了誰？涉及何種文化條件、社會因素？因研究篇幅有限，本研究針對 1984 年 9 月第 17 期〈地震：環太平洋地震帶上的福爾摩沙〉以及 1989 年 4 月第 71 期〈細說登革熱：從典型登革熱到一發不可收拾的出血性登革熱〉作一視覺框架分析，相關擇取說明參見下文。

肆、資料分析

一、1980 年代臺灣科學視覺化成因

(一) 視覺化蔚為報章雜誌風潮

有關臺灣科學視覺化的發展，早見諸 1954 年 3 月創刊的《中華科學畫報》，「希望用圖畫和簡明的文字來傳播科學知識和科學發明」（蔣夢麟，1954，頁 2），每期皆刊登多幅照片與圖片，唯文字比例仍多。其後，除了 1977 年 9 月創刊的《自然》外，多數科普雜誌皆以文字訴求為主，而《自然》初期雖有 24 頁彩圖，但受限於發行地區、資金匱乏，影響力與能見度有限（張之傑，2008）。

揆諸《自然》所處的 1970 年代，在臺灣政治與社會氛圍因著一連串外交失利，⁹導致「革新保臺」的呼聲漸起，文化界、媒體界開始將目光投向臺灣，促成「回歸現實」、「回歸鄉土」世代的崛起（蕭阿勤，2008），連帶促使紀實攝影（realist documentary photography）、報導攝影也受到媒體重視（林清玄，1980），報章雜誌開始刊登這批記錄鄉土風情、捕捉民俗傳統的照片，許多攝影家活躍於特定刊物，例如：王信、孫嘉陽之於《雄獅美術》；黃永松、姚孟嘉之於《漢聲》；阮義忠之於《家庭月刊》等（張耀仁，2020）。這些攝影作品一反前此將攝影視為純粹的藝術創作，也一反將攝影視為宣傳工具的載體，轉入對鄉土、現實的關注（黃明川，1986；Kuo, 2007）。

表現在報紙上，即是將攝影從過往的新聞圖片，提升至結合人文關

⁹ 包括 1970 年釣魚臺事件、1971 年退出聯合國、1972 年美國總統 Nixon 訪問中國、中日斷交等（楊澤，1994）。

懷的創作，例如《中國時報》人間副刊積極舉辦紙上攝影展，包括「人間攝影展」（1977 年 5 月）、「人間副刊生活攝影展」（1978 年 10 月）等。表現在雜誌上，則是 1985 年 11 月 2 日創刊的《人間》雜誌，透過報導文學與紀實攝影的互文性，主張從「弱小者的眼光」看世界（〈編輯室手札〉，1987），使得人道主義成為該刊紀實攝影所標舉的圭臬（郭力昕，2008, 2011）。此外，《綜合月刊》、《人間》、人間副刊等媒體分別舉辦攝影座談、攝影營隊等，可知視覺化蔚為當時報章雜誌的取向。

反映在圖書出版產業中，國民平均所得從 1970 年的 364 美元，提升為 1980 年代的 2189 美元（行政院主計處，2008），加諸行政院提倡「書香社會運動」，鼓吹「以書櫃取代酒櫃」（《中華民國七十三年出版年鑑》，1984，頁 908），以 16 開本（21x28 公分）、8 開本（27.3x39 公分）、菊 8 開本（21x29.7 公分）等大開本的精裝套書，蔚為當時出版界主流。一方面其售價不斐，可以表徵個人財力；一方面擺在書櫃中，又可藉機展示個人的文化力（陳學祈，2021），包括《漢聲小百科》（1984）、《牛頓特集》（1984）、《光復科學圖鑑》（1984），皆是當時精裝科普套書之代表（張耀仁，2021）。

其中，以《牛頓特集》為例，16 開本共 12 冊不分售，總價 6720 元，單是預購就售出八千餘套（李昭如，訪談日期 2021 年 5 月 4 日）。據此，編輯、出版商從中認知到，印刷精美的圖片與照片，乃是吸引閱聽眾購買出版品的利器（中國出版公司，1981；出版年鑑編輯委員會，1986）。

（二）日本科普翻譯出版對臺灣之影響

前述精裝科普套書的崛起，其與報章雜誌刊登的紀實攝影，兩者最

大的區別在於：前者多為彩色圖片、銅版紙精印，後者多為黑白照片、單色印刷，尤其 1970 年代末，臺灣媒體普遍欠缺圖片編輯概念，將圖片視為文字之陪襯，導致照片品質不彰，攝影家謝春德即感嘆：「其實照片本身可能就有可讀性，像一篇文章，一首詩一樣，有自己的魅力，是可以獨立閱讀、欣賞的」（本刊編輯部，1980，頁 138）。

這段話使用了「可能」這樣不確定性的字眼，卻展現了當時影像工作者，在受限於媒體印刷技術下，對於自我影像作品主體性的思索。反映在《牛頓》日本版，同樣凸顯印刷技術對於視覺化的影響，創辦人竹內均回憶到，1954 年在美國目睹《國家地理》（National Geographic）這一刊物，被其中精美的圖片所震撼，冀望有朝一日也能在日本編出同等雜誌，「不過當時的日本在任何情形下絕無實力印刷，出版那麼精美的一份科學雜誌」（李嘉，1983，頁 47）。迄 1970 年代末，日本印刷技術終於能夠印出竹內均所謂「美麗的科學雜誌」（同上引，頁 46）。1981 年 7 月，《牛頓》日本版創刊，先是售出 25 萬本，之後陸續加印 15 萬本，共售出 40 萬本，銷路遠超乎當時日本其他科普雜誌，並於 1982 年 8 月，引發東京所有百貨公司於其所舉辦的夏季展覽會上，皆以科學為主題的盛況。

揆諸《牛頓》中文國際版的創刊，起於發行人高源清（訪談日期，2020 年 10 月 30 日）至日本旅遊時，在書店目睹《牛頓》日文版，驚豔該雜誌印刷精美、圖片豐富、編排新穎，因此抱定「非將這本科普雜誌引進臺灣不可」。1984 年，臺灣已開始使用電腦分色組版系統，因此有能力印製原本要轉送日本或香港加工的精美圖片（《中華民國七十三年出版年鑑》，1984），「日本方面每個月寄原版底片過來讓我們印製，版型與圖片大小都是固定的，我們無法對其調整！」（李昭如，2023 年 2 月 21 日），由此也看出，《牛頓》日文版對於內容的掌控。

事實上，日本出版品與臺灣向來有著矛盾的互動關係（林果顯，2022），一方面日本出版品涉及前殖民母國語言，內含大量左派資訊，政府採取嚴格管制措施，一方面卻又因同為冷戰盟友身分，引來日本抗議。迄 1960 年代，在簡化主管機關架構的前提下，日本出版品進口臺灣從過去的主管單位事權紊亂，逐步邁向穩定管制（林果顯，2016）。迄 1980 年代初，根據張之傑（1980）觀察，坊間正流行翻譯日文書籍，尤其臺灣多本科普套書皆譯自日本，與 1990 年代翻譯自歐美的現象不同，個中原因在於：（1）精熟英語翻譯能力者，因為薪資報酬不豐，不願也不屑投入翻譯工作。¹⁰（2）臺灣出版社負責人與日本出版社多有交流（張耀仁，2021），故《牛頓》譯自日本《Newton（ニュートン）》、《科學眼》譯自日本《Quark》；¹¹而科普套書《牛頓特集》翻譯自日本《牛頓》的特定議題（special issue）選輯，《光復科學圖鑑》翻譯自日本株式會社學研控股（GAKKEN）。（3）更根本的原因在於《著作權法》尚未修正公布，故部分翻譯自日本的作品係盜版作品，迄 1990 年代才轉向歐美授權。

二、《牛頓》從業人員如何看待與實踐科學視覺化

綜觀前述，可知 1980 年代臺灣科學視覺化的崛起，一方面與 1980

¹⁰ 張之傑（1980，頁 2）描述當時日文書籍翻譯流程，係交由翻譯社代理，翻譯社再找尋成長於日本殖民時期的小學教師翻譯，最終交由出版社編輯予以修改。但由於不具備科學認知，譯名與譯文錯誤百出，「譯稿到手後，只能算是一大堆亂七八糟的素材，要炒成一盤像樣的菜，還得大動手腳，費上一番工夫」。

¹¹ 該雜誌係美國《Science'84》授權講談社改編發行，其由「美國科學促進會」（American Association for the Advancement of Science）於 1979 年發行，以每年年份命名，例如日本《Quark》最早係獲得《Science'82》授權（林春輝，1984）。

年代印刷技術提升、媒體視覺化風潮有關，另一方面則受到出版界傾向翻譯日本書籍的影響，其中作為雜誌創辦者，也留心到科學教科書編輯出現視覺化變革，然而，《牛頓》臺灣方面的從業人員如何看待科學視覺化？如何在其中實踐科學視覺化？

（一）科學圖解與攝影之辯

1983 年 5 月《牛頓》創刊，時隔一年，1984 年 5 月《科學眼》創刊，兩本雜誌皆授權自國外，皆由臺灣科學家擔任編輯委員、負責審訂，加諸彩色印刷、圖片精美，因此經常被拿來作比較。當時讀者梁森昌（1984）寫信詢問《科學眼》：為何多偏向照片，而較少繪製圖片？此一提問主要著眼於，《牛頓》標榜「圖解科學雜誌」，而《科學眼》標榜「視覺科學雜誌」。對此，《科學眼》編輯回答指出：「本雜誌屬於 visual science magazine，注重真實性的視覺效果……所以我們多數採用兼具攝影藝術價值與體裁探討效果的珍貴照片而較少繪製圖片」，言下之意，攝影比起圖像更加真實，也更能以美感詮釋科學。

然而，《牛頓》的看法卻是：「精細的圖解，比起攝影更加真切，更容易親近讀者」（李昭如，訪談日期 2020 年 10 月 30 日）。以介紹臺灣五葉松上的各種生物為例，所謂真切，係指可以將桑天牛、吹棉介殼蟲等描繪清楚，「攝影就難以呈現植物與昆蟲的整體樣態」；而所謂親近讀者，係指圖像可以揭露臺灣五葉松的剖面，讓閱聽眾理解個中構造。再者，圖像畢竟是擬真的繪製，可以適度修飾內容，故縱使諸如蜘蛛、蛇、蠍等，也不至於讓讀者「感到惡心」（李昭如，訪談日期 2020 年 10 月 30 日）。亦即對《牛頓》來說，圖解科學不只是外觀的描繪，也是內部的透視；不僅是橫向的呈現，也是縱向的聯結，例如介紹機器人，必須勾勒機器人的外觀與內部結構，也必須畫出程式設計到機械組

裝的縱向過程，並介紹不同機器人所肩負不同功能的橫向展示。

比較兩造，透露二點重要訊息：其一，哪一個媒材更能反映真實？也就是對應前述 Baigrie (1996)、Hentschel (2014)、Pauwels (2006c) 等人所指出，科學界一度認為攝影比起繪圖更加真實，意味著照片附屬於科學理論，從而失去照片扮演文本主體的角色。其二，哪一個媒材更具美感？此一看法透露 Daston & Galison (2007) 對於客觀的探究：科學與藝術如何互動以追求客觀及真實？換言之，兩造皆未能更深刻的意識到，科學視覺化乃是一連串活動包括觀察、描述、分析等緊密結合，故與其執著圖像或攝影孰高孰低，反而應關注社會與科技產製條件、使用者回饋等。由此解讀第一個訊息，《牛頓》與《科學眼》顯然將科學視覺化當作是客觀、中立超然的存在，其作用在於佐證科學論述的事實。而就第二個訊息來說，伴隨著對於真實的追求，《科學眼》意識到真實能帶來美感，而《牛頓》則認為只要越真實，就越能夠親近讀者，讓讀者更靠近科學。

事實上，從下文分析可知，《牛頓》與《科學眼》皆在內容中，分別刊登圖片與照片，甚至《牛頓》於 1986 年 3 月舉辦「牛頓科學攝影大賽」，亦於 1985 年 3 月 29 日迄 5 月 2 日，於臺北市永琦百貨、臺中遠東百貨等地，舉辦「國際科學攝影作品暨科學插畫原作展」，共展出科學攝影 60 幅、科學插畫 50 幅，其中，由《牛頓》自製的插畫共 30 幅（〈牛頓科學季〉，1985）。只不過從業人員對於圖片與照片各有擁護，例如曾任《牛頓》業務經理的高永鑫（訪談日期 2020 年 10 月 30 日）指出：「《牛頓》最強的特色還是圖解，日本精緻的插畫技術令當時臺灣難以望其項背」。而曾任《科學眼》主編邱各容（訪談日期 2022 年 11 月 30 日）則表示，發行人林宏田畢業於清華大學原子核工程研究所碩士班（今核子工程與科學研究所），因此引進有志於攝影的清大學

弟妹作品，強調天文攝影的重要性，此外，《科學眼》也偏重生態攝影，乃因「生態環境保育觀念無法深植人心」（〈莊讀友，您好〉，1989，頁 144）。

（二）依循日本視覺框架的臺灣本土科學視覺化

自 1980 年代以來，臺灣科學界鑑於科學移植自西方、國內科學教育積弱不振等，大聲疾呼「使科學在臺灣生根」（林孝信，1990，頁 19），反映在新興科普刊物上，科學界、人文界、讀者等屢屢期許：「應斟酌介紹本土科技之歷史與發展。『科技生根』，不僅要在基礎理論上生根，也當注意其文化歷史的側面」（丁松筠，1984，頁 144）、「對於本土科技的思想源流追蹤與現況介紹，應漸進循序有所增進」（石永貴，1984，頁 147）、「《牛頓》今後最大的挑戰將是如何逐步以本土的科技報導替代一些翻譯之作」（胡錦標，1984，頁 147），凡此可見「科學紮根」已是 1980 年代逐漸受重視之思維。

對此，曾任《牛頓》行銷企劃部專員的李昭如（訪談日期 2023 年 2 月 21 日）表示，日本並不會干涉臺灣本地的自製內容，因此發行人高源清於創刊時表示，將計畫每期提供百分之三十的版面，「比照〔日本〕牛頓雜誌的製作水準，做國內科技界的報導」（賈亦珍，1983 年 5 月 9 日）。為此，時任《牛頓》社長兼總編輯丁錫鏞接受媒體採訪指出，將透過三個階段來強化本土化之需求：（1）在文字方面加入本土資料：例如自 1983 年 12 月第 8 期起，開設「Science Column」欄目，摘要報導國內科技專業刊物之內容，「希望能滋養臺灣的科技之根，欣賞到臺灣的科技之美」（〈編輯室報告〉，1983，頁 142）。（2）以小篇幅報導、小幅照片等，介紹本土科技：例如自 1984 年 1 月第 9 期起，推出專欄「臺灣的星空」，以兩頁篇幅介紹臺灣星空，篇幅雖短，卻耗

時半年籌劃，「一張臺灣星空的噴圖，即須由 10 張圖重疊起來，製作相當困難」（吳啟元，1984，頁 89），此外，自 1984 年 3 月第 11 期起，開設專欄「SPOT 女性科技人才」、「臺灣的植物」等，透過攝影與文字呈現臺灣科學家、自然景觀等。（3）推出大型專欄：自 1984 年 6 月第 14 期起，開設專欄「Taiwan Special」，透過短則 8 頁、長則 36 頁的篇幅，搭配多張彩色照片、圖解，據以報導臺灣科技發展。其後 1985 年 4 月第 24 期起，開設專欄「臺灣牛頓海外專訪」，同樣是大型專欄的格局，據以報導國外科技發展。

《牛頓》將前三階段分別名之為：「技術引進階段」、「技術移轉階段」迄「技術生根階段」。其中，後兩階段對於本土科學視覺化尤為關注，不僅致力於推動臺灣編輯團隊的噴畫製作技術，也提升攝影品質，尤其前者被《牛頓》奉為視覺化圭臬，認為科學圖解「有助於減輕讀者閱讀大量文字的壓力」（李昭如，訪談日期 2020 年 10 月 30 日）。對此，《牛頓》延聘多位畫家來協助製圖，「絕大部分是畢業自復興美工的年輕學生，他們透過噴畫的方式繪製圖像，希望達成和日文版一致的繪圖程度」（李昭如，訪談日期 2023 年 2 月 21 日）。自 1984 年 6 月第 14 期起，開始可見臺灣繪師的署名，並於第 17 期封面採用臺灣繪者的作品。此外，《牛頓》也多次刊登徵求噴畫人才啟事（〈牛頓雜誌社誠徵儲備人才〉，1984；〈牛頓雜誌社誠徵儲備人才：噴畫製作〉，1985），邀請本土繪者參與其中，然而，受訪者仍一致認為，臺灣繪者「只能夠達成部分圖解與插畫的繪製效果，有些技術依舊遠不及日本人」（高永鑫，訪談日期 2020 年 10 月 30 日）。言下之意，可見《牛頓》日文版對於臺灣從業人員的深切影響，也從中透露其對於科學視覺化的認知：遵循日本的視覺框架、模仿日本的視覺化。

三、臺灣科普雜誌的視覺化成果表現

從前述可知，《牛頓》中文國際版對於科學視覺化的主張在於：（1）圖片比起照片更能反映科學事實。（2）科學視覺化越真實，越容易親近讀者。（3）日本並不干涉臺灣自製內容，但臺灣從業人員希望能達成與日本一致的視覺化再現／表徵。

採諸《牛頓》內容，自 1983 年 12 月第 8 期起，推出自製專欄「Science Column」（1983.12-1984.5），其後陸續推出「Know How」（1984.1-1984.6）、「臺灣的星空」（1984.1-1985.10，1984.12 起更名「Newton Universe」）、「SPOT 女性科技人才」（1984.3-1985.2）等共 17 個長短不一的自製專欄（參見表 4）。其中，「Taiwan Special」與「臺灣牛頓海外專訪」，被《牛頓》視為「大型專欄」，製作耗時且配合多幀彩色圖片（吳啟元，1984），前者篇幅短則 8 頁、長則 36 頁；後者篇幅短則 10 頁、長則 36 頁。

此一自製專欄亦見諸《科學眼》，其自 1984 年 10 月起，開始推出自製專欄「本土生態攝影」（1984.10-1988.3），其後陸續推出「哈雷慧星特別報導」（1985.12-1986.6）、「科學眼透視」（1986.1-1988.6）、「完美的生態攝影拍攝法」（1986.10-1987.3）等共 9 個長短不一的專欄（參見表 5）。其中，「本土生態攝影」刊載時間最長，短則 4 頁、長則 18 頁；而「科學眼透視」內容與篇幅，則較其他專欄來得縱深，短則 6 頁、長則 20 頁。

考量專欄篇幅與受雜誌重視之程度，本研究主要著眼於大型專欄與常態型專欄作為析論樣本，另輔以其他專欄進行分析。就前述兩造雜誌，分別蒐集《牛頓》「Taiwan Special」與「臺灣牛頓海外專訪」共

「科學視覺化」轉向？以 1980 年代科普雜誌《牛頓》為析論核心

69 則內容，以及《科學眼》「本土生態攝影」與「科學眼透視」共 37 則內容，將以《牛頓》作為主要析論對象，而以《科學眼》為參照，以下先就科學視覺化所涉及的知識屬性加以分類，主要依 1982 年修訂公布的「八大重點科技」分類。¹²其次，解釋何以這些科學知識需要被科學化。最後，將針對科學圖片進行視覺框架分析，主要著眼於《牛頓》圖解科學。

表 4：1980 年代《牛頓》中文國際版自製專欄

專欄名稱	刊載時間	專欄內容	平均頁數	備註
Science Column	1983.12-1984.5	系統化的報導國內的科技動態	4	
Know How	1984.1-1984.6	利用圖解來解釋一些與人類生活攸關的科學原理	2	
臺灣的星空	1984.1-1985.10	有系統的介紹每月星空的圖像	2	1984.12 起更名「Newton Universe」
SPOT 女性科技人才	1984.3-1985.2	介紹國內外從事科技工作的華裔女性	4	
臺灣的植物	1984.3-1986.5	以科學的角度，有系統的帶讀者紙上臥遊四季如出的臺灣寶島上的美麗植物	2	

¹² 所謂「八大重點科技」，係根據 1979 年 5 月 17 日頒布之「科學技術發展方案」，後經 1982 年第二次全國科學技術會議加以修訂公布，個中包含能源科技、材料科技、資訊科技、生產自動化科技、生物科技、光電科技、食品科技以及 B 型肝炎防治等共八項（中華民國年鑑社，1981）。

專欄名稱	刊載時間	專欄內容	平均 頁數	備註
臺灣的動物	1984.4-1985.12	有系統的引導讀者認識臺灣本土珍奇動物	2	
臺灣的地理景觀	1984.4-1986.7	有系統的引導讀者認識臺灣本土特殊的地理景觀	2	
Taiwan Special	1984.6-1989.10	讓讀者深切體念本土科技之真善美	22	大型專欄
特別報導	1984.12-1989.6	介紹與日常生活相關的科學知識	6	
臺灣的海底世界	1985.3-1986.1	介紹彌足珍貴的自然資產	8	
臺灣牛頓海外專訪	1985.4-1987.4	將科學觸角延伸至國外，報導國外科學研發	23	大型專欄
牛頓櫥窗	1985.12-1986.11	編輯取材報導上的新嘗試	4	
特別採訪	1986.2-1987.9	報導國內科學人士	2	
臺灣的自然世界	1986.10-1988.7	最有效的環保教育莫過於直接去認識大自然的奧祕	6	
向公害挑戰系列	1987.2-1987.4	探究公害議題，為後世留下一片淨土	6	
海外科技人才專訪	1988.1-1989.10	瞭解海外華裔科技人士的成功奮鬥歷程	4	
了解中國	1988.10-1989.9	報導中國年輕一代知識分子及動態	10	

資料來源：本研究整理，專欄內容摘錄自編輯室報告。

「科學視覺化」轉向？以 1980 年代科普雜誌《牛頓》為析論核心

表 5：1980 年代《科學眼》中文版自製專欄

專欄名稱	刊載時間	專欄內容	平均頁數	備註
本土生態攝影	1984.10-1988.3	以攝影呈現臺灣自然生態	4	刊載時間最長
哈雷慧星特別報導	1985.12-1986.6	配合哈雷慧星造訪地球，刊登相關照片與報導	4	
科學眼透視	1986.1-1988.6	將針對當前攸關科技範疇的熱門話題，作最深入的報導	10	
特別報導	1986.7-1989.6	報導本土生態	8	
完美的生態攝影拍攝法	1986.10-1987.3	融合知性與感性，介紹攝影技巧	15	
生活與科學	1987.1-1988.12	介紹生活中的科學知識	10	
攝影與報導	1987.7-1987.12	有鑑於國內攝影風氣日盛，專欄採取徵稿方式，舉凡動植物生態皆可投稿	14	
天文報導	1987.7-1989.12	報導國內愛好天文攝影者	8	
臺灣昆蟲之美	1989.1-1989.5	讓讀者認識小生命，珍惜寶貴的自然資源	12	

資料來源：本研究整理，專欄內容摘錄自編輯室報告。

(一) 自製專欄的圖片統計

1、就科學知識屬性而言：《牛頓》大型專欄「Taiwan Special」

(1984.6-1989.10) 與「臺灣牛頓海外專訪」(1985.4-1987.4)，共刊登 223 張繪圖、896 幀照片。其中，科學知識視覺化屬性依數量多寡，前三名依序為：科技產業 27 則，地質學 11 則，自然生態 9 則。其中，科技產業前三名為航太科技 11 則，生物科技與光電科技分占 4 則(參見表 6)。

表 6：《牛頓》自製專欄科學知識屬性統計

科學知識屬性	總則數	細項	則數
科技產業	27	光電科技	4
		生產自動化	2
		資訊科技	2
		材料科技	1
		生物科技	4
		光電科技	1
		航太空科技	11
		船艦	1
		汽車	1
		整合科技	1
醫療科技	6	肝病	2
		基因	1
		中藥	1
		登革熱	1
		手術	1
動物生態	2	鸞鸞	1
		猩猩	1

「科學視覺化」轉向？以 1980 年代科普雜誌《牛頓》為析論核心

科學知識屬性	總則數	細項	則數
生態保育	9	墾丁生態	4
		馬來西亞	1
		熱帶雨林	1
		春天之旅	1
		貓嶼踏查	1
		環保議題	1
地質學	11	地震	2
		防震	8
		大理石	1
農業科技	5	草蝦	1
		魚苗	1
		菜鴨	1
		採收玉米	1
		精緻農業	1
食品科技	3	食物	1
		食用油	1
		香料	1
交通	2	捷運	1
		交通	1
教育	2	資優教育	2
其他	2	科技政策	2

資料來源：本研究整理。

而在《科學眼》部分，專欄「本土生態攝影」與「科學眼透視」共刊登 27 張繪圖、717 幀照片，科學知識屬性前三名分別為：昆蟲生態 8 則，植物生態 7 則，海洋生態與鳥類生態分占 4 則（參見表 7）。

表 7：《科學眼》自製專欄科學知識屬性統計

科學知識屬性	總則數	細項	細項名稱	則數
昆蟲生態	8	昆蟲	蝴蝶	3
			果蠅	1
			各式昆蟲	1
			昆蟲之性	1
			天蠶蛾	1
			虎頭蜂	1
鳥類生態	4	鳥類	杜鵑	1
			烏來山鳥	1
			關渡水鳥	1
			溪頭鳥類	1
軟體動物	1	蝸牛		1
動物生態	1	兩棲動物	青蛙	1
爬蟲類生態	1	爬蟲類	蜥蜴	1
植物生態	7	蕨類		2
			高山植物	1
			高山植物	1
			高山植物	1
			植物色彩	1
植物側記	1			

科學知識屬性	總則數	細項	細項名稱	則數
海中生物	4	螃蟹		1
		淡水魚		1
		金魚		1
		珊瑚礁魚		1
生態保育	1	蘭嶼		1
農業科技	3	水果科技		1
		西瓜種植		1
		養蜂		1
地質學	2	神祕磺谷		1
		野柳		1
能源科技	1	太陽能		1
食品科技	1	黴菌		1
大氣科技	1	大氣實驗		1
醫療科技	1	登革熱		1
物理探索	1	粒子加速器		1

資料來源：本研究整理。

2、就繪圖與照片數量而言：《牛頓》平均一則內容刊登 3 張繪圖；《科學眼》則一張都不到。而在照片上，《牛頓》平均一則刊登 12 幀照片，而《科學眼》平均一則刊登 19 幀照片，顯見《科學眼》確實側重攝影，而《牛頓》則在攝影之外，還具備繪圖元素。

3、就繪圖與照片尺寸而言：《牛頓》無論在繪圖或照片上，皆呈現滿版跨頁，即 42 公分×27.5 公分版面。其中，223 張繪圖共計 31 張滿版跨頁，另有 2 張採拉頁形式，即 61 公分×27.5 公分版面；896 幀照片

中，計有 48 幀滿版跨頁。而繪圖最小尺寸為 1985 年 7 月第 27 期，有關美國俄亥俄級核子潛艇 SSBN-726，為 2.4 公分x2.4 公分；照片最小尺寸則出自 1986 年 1 月第 33 期，有關美國休斯飛機公司地面系統集團之系統發展組組長李寬民博士，為 3.1 公分x4.4 公分。

至於《科學眼》僅有照片滿版跨頁，717 幀中，共計 18 幀滿版跨頁，另計 35 幀為滿版，但未跨頁；而繪圖滿版跨頁則付之闕如。

從表 6 與表 7 可知，《牛頓》自製內容比起《科學眼》，更加著眼於科技政策的八大重點科技，包括科技產業裡涉及光電科技、生產自動化等 5 項科技，另有醫療科技裡的 B 型肝炎防治以及食品科技，等同八大重點科技僅有能源科技一項未觸及。顯見《牛頓》自製內容有意識的呼應科學技術發展方案內容，而該案係伴隨三個目標而來：（1）加強國防工業：建立自主的國防體系；（2）支援經濟建設：發展技術密集工業，促進農業現代化；（3）增進國民福祉：加強醫療研究、維護生態環境（中華民國年鑑社，1981）。反映在《牛頓》的專欄議題上，航太科技有 3 則與軍機有關，對應了「加強國防工業」；而生產自動化、光電科技、養殖科技等共 9 則，對應「支援經濟建設」；至於醫療科技、地質學共 17 則，對應「增進國民福祉」。

反觀《科學眼》雖宣稱要著眼於重點科技（〈編後語〉，1984，頁 144），但僅涉及能源科技與食品科技，其他則為生態攝影之呈現，看不出與八大重點科技結合的意圖。

（二）自製專欄的圖片視覺框架

從以上可知，《牛頓》自製專欄的照片與圖片占比為 4:1，顯示繪圖確實如其從業人員所言，具有技術層次的難度。據此，本研究先依 Eppler & Burkhard（2006）歸納的知識視覺化分類，擇取概念圖、視覺

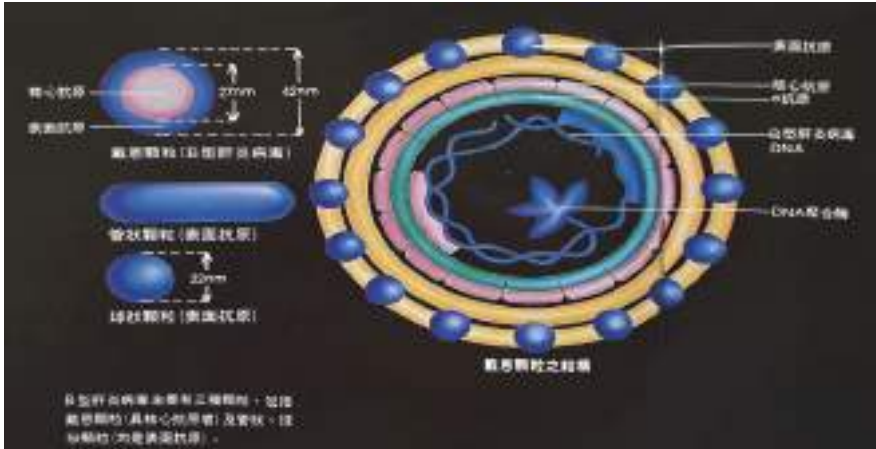
隱喻圖、知識地圖以及科學圖表等四項，就《牛頓》自製專欄圖片分類加以統計。其次，採立意抽樣方式，針對 1984 年 9 月第 17 期〈地震：環太平洋地震帶上的福爾摩沙〉（「Taiwan Special 專欄」，以下簡稱〈地震〉）以及 1989 年 4 月第 71 期〈細說登革熱：從典型登革熱到一發不可收拾的出血性登革熱〉（「Taiwan Special 專欄」，以下簡稱〈細說登革熱〉）作一視覺框架分析，之所以擇取兩者，在於：（1）前者係首次於封面刊登本土自製繪圖，而後者同樣登上封面；（2）兩造議題與臺灣公眾有其切身性，迄今仍經常見諸媒體；（3）兩造議題皆曾出現於《科學眼》1986 年 11 月第 31 期〈地震〉以及 1988 年 2 月第 46 期〈登革熱〉（「科學眼透視」專欄）。

1. 圖片類型分類

《牛頓》繪圖統計以概念圖最多（參見圖 2），占 124 則，其次為科學圖表占 44 則，第三為知識地圖占 43 則（參見圖 3），而視覺隱喻圖最少占 12 則（參見圖 4）。根據 Eppler & Burkhard（2006）的說法，概念圖旨在建構抽象概念，知識地圖旨在導覽知識的上下脈絡，參照前述深度訪談內容，確實反應了《牛頓》從業人員對於圖片的主張：求真，故較為抽象的隱喻圖所占比例最少。

其中，繪圖共 31 則採滿版跨頁的形式呈現，與 896 幀照片共有 48 幀滿版跨頁相較，前者占 14%，後者占 5%，顯見《牛頓》在編輯上對於繪圖的重視，也呼應其所謂「《牛頓》最強的特色還是圖解」（高永鑫，訪談日期 2020 年 10 月 30 日），也就是刻意凸出繪圖所占的版面。

圖 2：概念圖：闡明科學抽象概念



資料來源：〈B 型肝炎在臺灣：向長期困擾國人的病毒挑戰〉，楊玉齡、張蕙芬，1984，《牛頓》，14: 10-11。

圖 3：知識地圖：導覽知識的上下文脈絡



資料來源：〈B 型肝炎在臺灣：向長期困擾國人的病毒挑戰〉，楊玉齡、張蕙芬，1984，《牛頓》，14: 16-17。

「科學視覺化」轉向？以 1980 年代科普雜誌《牛頓》為析論核心

圖 4：視覺隱喻圖：轉化熟悉事物提升科學新知



資料來源：〈機器人：「人造人」可能嗎？〉，張蕙芬、呂葵玲、鄭淑蓮，1984，《牛頓》，18: 14-15。

2. 〈地震：環太平洋地震帶上的福爾摩沙〉視覺框架分析

(1) 就指示系統而言：《牛頓》日本文圖片常見跨頁設計，以 1983 年 10 月第 6 期來自日文版的〈板塊構造說：探討不斷移動的地球外殼〉（「Newton Special」專欄，以下簡稱〈板塊〉）為例，圖片不僅跨頁，甚至拉頁，此一作法凸出了視覺焦點，告訴讀者該「正視」什麼，而此視覺形式亦被〈地震〉運用（參見圖 5）。透過跨頁、拉頁的呈現，〈地震〉一方面展示以臺灣為主體的地理形象，一方面也透過概念圖來說明地震的震央、震源等抽象概念，也承襲了日文版展現圖片的形式。

(2) 就內涵系統而言：就〈地震〉圖示而言，與〈板塊〉的構圖、顏色以及剖面，有其相近之處，若視為同一系列圖片，亦不產生突兀、扞格之處（參見圖 6）。而就指示而言，臺灣透過箭頭與波形來展

圖 5：拉頁視覺呈現



資料來源：(1) 上圖：〈板塊構造說：探討不斷移動的地球外殼〉，1984，《牛頓》，6: 58-60。(2) 下圖：〈地震：環太平洋地震帶上的福爾摩沙〉，塗紹基，1984，《牛頓》，17: 56-58。

圖 6：圖示：《牛頓》構圖、顏色及剖面與日文版相近



資料來源：（1）左圖：〈板塊構造說：探討不斷移動的地球外殼〉，1984，《牛頓》，6: 69。（2）下圖：〈地震：環太平洋地震帶上的福爾摩沙〉，塗紹基，1984，《牛頓》，17: 63。

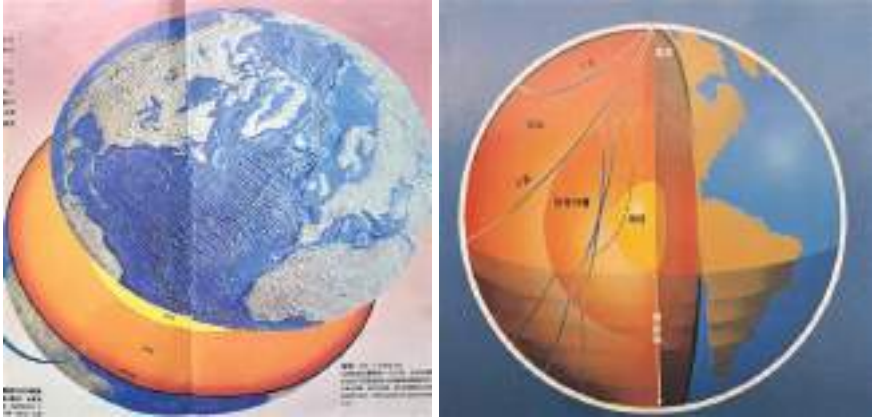
示震波的行進，而〈板塊〉同樣以箭頭來傳達作用於板塊上的力，亦即箭頭不單是箭頭本身，而是指涉震波、板塊移動的力道（參見圖 7）。在符號的運用上，地球核心為黃色，次之為橘紅色、最外層為藍色，這幾種顏色分別出現在日本與臺灣的繪圖中，形成閱讀地質學的符號規約，誠如 Rudwick（1976）所謂「視覺語言」，意味個中有一套科學語言法則必須依循（參見圖 8），尤有甚者，這套語言也形成 van Beek et al.（2020）所謂的「文化記憶」，意即想到地球就想到藍色、想到地心就是黃色。

圖 7：指示：箭頭指涉震波、板塊移動之力



資料來源：（1）上圖：〈板塊構造說：探討不斷移動的地球外殼〉，1984，《牛頓》，6: 66-67。（2）下圖：〈地震：環太平洋地震帶上的福爾摩沙〉，塗紹基，1984，《牛頓》，17: 64-65。

圖 8：符號：地球核心為黃色，次之為橘紅色、最外層為藍色



資料來源：（1）左圖：〈板塊構造說：探討不斷移動的地球外殼〉，1984，《牛頓》，6: 64-65。（2）右圖：〈地震：環太平洋地震帶上的福爾摩沙〉，塗紹基，1984，《牛頓》，17: 64。

（3）就意識形態表徵而言：〈地震〉與〈板塊〉最大的差異，在於該文透過東漢時期的科學家張衡肖像，以及經常被提及的候風地動儀（參見圖 9），由此指認地震這一科學問題，早於東漢之際，中國即有能力測知地震方位的所在，尤其搭配其文字敘事：「地震的研究工作肇始於中國」（塗紹基，1984，頁 61），更強化了此一科學認知。此外，〈地震〉進一步展示臺灣地震帶與中國大陸地震帶的關聯，也將此「地震研究始於中國」的概念，做了進一步聯結，暗示探究臺灣地震不能忽略中國。

3. 〈細說登革熱〉視覺框架分析

（1）就指示系統而言：《牛頓》日文版常見疾病方面的繪圖，例如 1983 年 9 月第 6 期來自日文版的〈細菌：人類和病原菌永無止境的戰爭〉（「Newton Special」專欄，以下簡稱〈細菌〉），透過顯微鏡

圖 9：意識形態表徵：地震研究始於中國的聯結



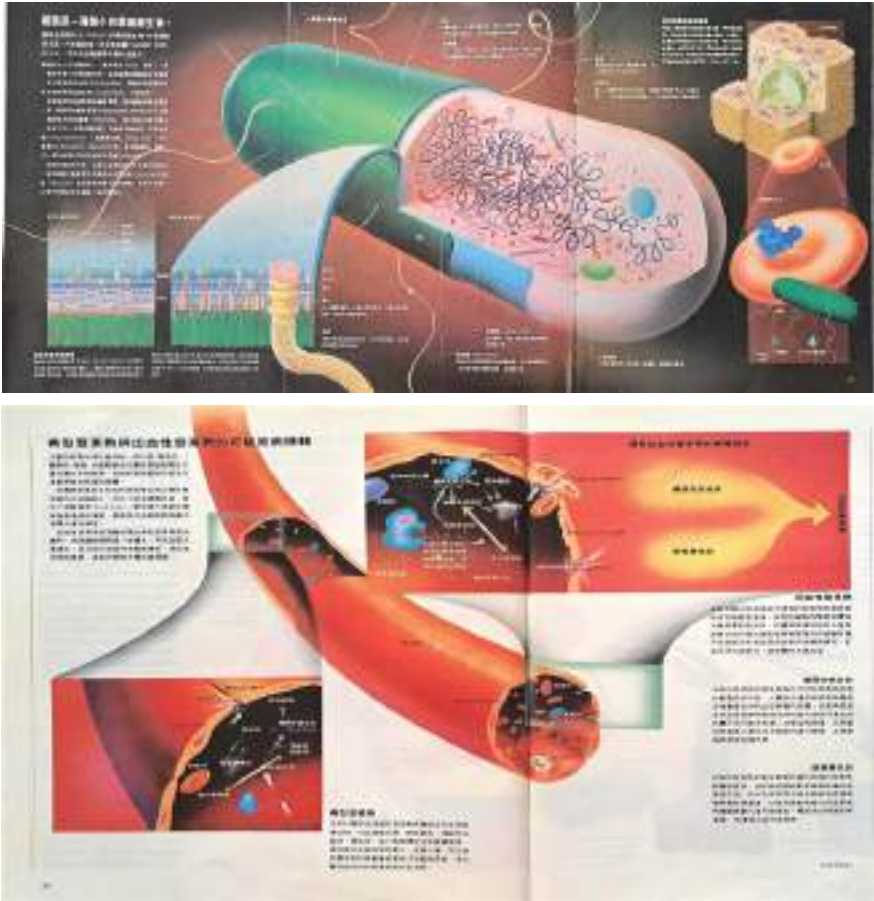
資料來源：〈地震：環太平洋地震帶上的福爾摩沙〉，塗紹基，1984，
《牛頓》，17: 54-55。

照片與圖片的交互運用，營造窺探人體內部的視覺奇觀（spectacle）。此一奇觀延續至〈細說登革熱〉的視覺呈現上，刻意凸顯「出血性登革熱」的剖面圖，唯獨圖片與第 6 期相較偏小，難以營造日文版透過拉頁所呈現的視覺衝擊（參見圖 10）。

（2）就內涵系統而言：就〈細說登革熱〉圖示而言，人體圖像成為必然繪製的對象，而在配色上，則以藍色代表免疫系統，以紅色表徵細菌或病毒，其與〈細菌〉一文相較，差別在於圖片的大小（參見圖 11）。而就指示而言，循環的箭頭意味著傳染途徑，而病毒與箭頭顏色都為紅色，甚至圖表也以紅色來代表雨量和氣溫變化情形，整體圖像指涉警戒的緊張氛圍（參見圖 12）。在符號的運用上，借用蚊子的剖面圖作為闡述其內部構照，因為符號規約性不夠強烈，故從旁加註文字說明，與〈細菌〉經由大幅圖像作為襯底，再輔以整段文字說明的方式不同（參見圖 13）。

「科學視覺化」轉向？以 1980 年代科普雜誌《牛頓》為析論核心

圖 10：視覺奇觀展現



資料來源：（1）上圖：〈細菌：人類和病原菌永無止境的戰爭〉，1983，
《牛頓》，5: 65-67。（2）下圖：〈細說登革熱：從典型登革熱
到一發不可收拾的出血性登革熱〉，李傳楷、李幸懋，
1984，《牛頓》，71: 30-31。

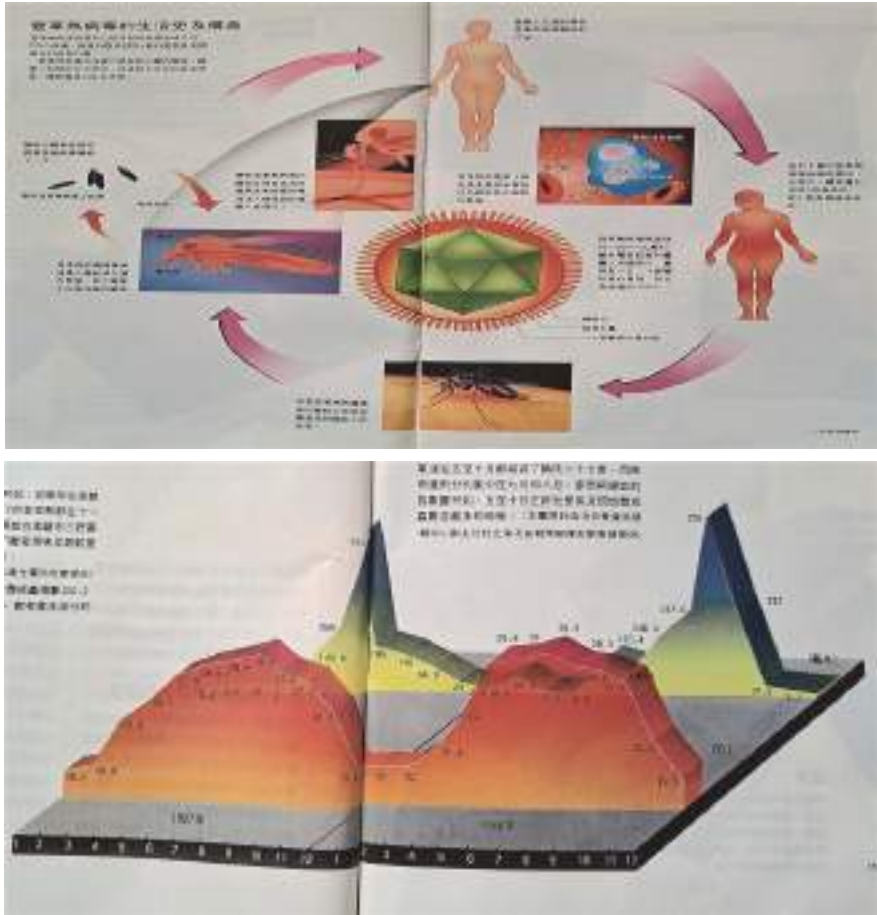
圖 11：圖示：藍色代表免疫系統，紅色代表細菌或病毒



資料來源：（1）上圖：〈細菌：人類和病原菌永無止境的戰爭〉，1983，
《牛頓》，5: 72-73。（2）下圖：〈細說登革熱：從典型登革熱
到一發不可收拾的出血性登革熱〉，李傳楷、李幸懋，
1984，《牛頓》，71: 30-31。

「科學視覺化」轉向？以 1980 年代科普雜誌《牛頓》為析論核心

圖 12：指示：登革熱傳染途徑的警戒感



資料來源：〈細說登革熱：從典型登革熱到一發不可收拾的出血性登革熱〉，李傳楷、李幸懋，1984，《牛頓》，71:24-25、30-31。

圖 13：符號：依賴文字凸顯符號的意義



資料來源：（1）上圖：〈細菌：人類和病原菌永無止境的戰爭〉，1983，
《牛頓》，5: 72-73。（2）下圖：〈細說登革熱：從典型登革熱到一發不可收拾的出血性登革熱〉，李傳楷、李幸懋，
1984，《牛頓》，71: 30。

「科學視覺化」轉向？以 1980 年代科普雜誌《牛頓》為析論核心

(3) 就意識形態表徵而言：〈細說登革熱〉的視覺衝擊，莫過於科學家以一種冷調色系、加諸猙獰表情，出現於該文首頁（參見圖 14），透過暗紅色的前景，以及破裂的身體空洞，暗示免疫系統遭到病毒破壞。此外，刻意放大的病媒蚊，停佇在病毒之上，藉此營造登革熱「一病驚人」的恐懼感（李傳楷、李幸懋，1989，頁 22）。透過臺灣文化情境裡，對於「不潔」、「髒東西」的刻板印象，實驗室裡的科學家被塑造成，沾染了病毒的「鬼怪」，由此向讀者確認登革熱的可怕，也定義登革熱「一觸即發」、難以防犯，藉此回應文中所提到的高致死率出血性登革熱。然而揆諸該文，並未說明感染出血性登革熱的機率有多高，使得圖像強化了死亡的恐懼意識，而非對於疾病的認識。

圖 14：意識形態表徵：疾病與恐懼的聯結



資料來源：〈細說登革熱：從典型登革熱到一發不可收拾的出血性登革熱〉，李傳楷、李幸懋，1984，《牛頓》，71: 18-19。

伍、結論與建議

一、研究結果摘述與討論

本研究析論 1980 年代《牛頓》中文國際版自製專欄科學視覺化，另旁及同時代科普雜誌，探究個中視覺化成因、認知以及框架觀，研究發現與討論如下：

（一）科學視覺化成因

臺灣科普雜誌視覺化最早見諸 1954 年創刊的《中華科學畫報》，雖標榜訴諸圖畫，但文字占比仍高。迄 1977 年，《自然》一度每期彩印二十餘頁圖片，可惜限於發行與資金匱乏使然，終究未能發揮巨大的影響力。其中，伴隨著 1970 年代末，基於追索鄉土、關懷現實的動機，報章雜誌大量刊登蘊含人道主義、訴諸黑白印刷的紀實攝影。迄 1980 年代，國民所得提升、加諸官方宣導「書香社會」，日本科普雜誌的引進，一反過往圖文編輯欠缺專業的認知，促成印刷精美、圖片彩色的精裝科普套書出版風潮。

《牛頓》、《科學眼》等新興科普刊物的出現，對於當時出版業乃至科學傳播領域來說，「非常稀奇！即使訂價很貴，依舊大受歡迎」¹³（李昭如，訪談日期 2020 年 10 月 30 日）。換言之，引介自日本的《牛頓》科學視覺化，衝擊了當時的臺灣閱聽眾、科學家、傳播者，就

¹³ 1983 年自然科學類雜誌定價平均 64 元（《中華民國七十三年出版年鑑》，1984），《牛頓》定價 180 元，高出 2.8 倍之譜。

Daston & Galison (2007) 的觀點來說，當屬「視覺再現」的範疇，因為《牛頓》所闡述的科學知識未必樣樣新穎，科學視覺化是對既有科學之物、科學知識的「再現」。然而，也正是《牛頓》訴諸銅版紙印刷、全彩圖片以及新穎編排，打破時人對於科普雜誌向來訴諸文字的理解，就 1980 年代的臺灣而言，又屬於「嘆為觀止」的視覺感受（李賢鎰，1984，頁 146），故也可以稱之為「視覺表現」，也就是新的科學視覺之展現。

（二）科學視覺化認知與實踐方式

1980 年代，新興科普刊物對於圖解科學與攝影科學，有著強烈的二分主張：《牛頓》認為圖解科學較照片更為真切，足以親近讀者；《科學眼》則堅持攝影比起圖片更為真實，且兼具美感。前者藉由繪圖透視科學知識的內部，適度修飾部分敏感照片所帶來的觀影不適感；後者則透過攝影，企盼從中喚起閱聽眾的生態保育觀。兩造觀點都旨在「求真」，也就是視圖片與照片為客觀、中立超然的載體，旨在佐證科學理論，此與 Baigrie (1996)、Hentschel (2014)、Pauwels (2006c) 等所主張的 STS 觀點產生扞格，亦即科學視覺化並非附屬於科學理論，而關乎社會與科技產製條件、使用者回饋等，是一套「視覺語言」機制的展現。

而為了將這套「視覺語言」紮根於臺灣，無論《牛頓》或《科學眼》，皆自製內容以實踐科學視覺化。其中，《牛頓》透過「技術引進」、「技術移轉」以及「技術生根」等三階段，致力於培植本土科學繪圖，並舉辦科學攝影競賽以喚起國人投入視覺化創作；《科學眼》則著眼於培植本土生態攝影、天文攝影，對於繪圖人才的養成較為少見。

儘管《牛頓》、《科學眼》皆致力於自製內容，但就本研究擇取的

分析樣本而言，前者 8 至 36 頁不等；後者 4 至 20 頁不等，就每期雜誌總頁數平均 145 頁，占比少則 3-6%，多則 14%-25%，並未達成《牛頓》發行人最初所說，欲以百分之三十的版面「做國內科技界的報導」，凸顯自製內容在新興科普刊物中，仍處於劣勢。其中，《牛頓》從業人員再三強調，日本繪圖能力遠超乎臺灣團隊，期許臺灣科學視覺化能達成與日本一致的程度，形成其科學視覺產製乃是依循日本的視覺框架，是模仿而非創新，故而在培植繪圖人才上，難有突破與形成風氣的可能。

（三）科學視覺化實踐成果

就本研究探析之自製內容，儘管《牛頓》與《科學眼》將視覺化區分為圖解科學與攝影科學，但就本研究擇取的樣本分析可知：（1）照片遠高於圖片數量：《牛頓》共刊載 896 幀照片、223 張繪圖；《科學眼》共刊載 717 幀照片、27 張繪圖，攝影在兩本刊物中仍居多數。

（2）《牛頓》照片與圖片服膺八大重點科技之訴求，包括科技產業裡涉及光電科技、生產自動化等 5 項科技，另有醫療科技裡的 B 型肝炎防治以及食品科技，僅有能源科技一項未觸及。（3）概念圖居冠：《牛頓》以概念圖居冠，而以視覺隱喻圖殿後，回應其對科學視覺化的主張：求真更甚於思考。（4）《牛頓》依循日文版視覺框架，建構科學視覺化內容，無論就圖像配色、構圖以及符號象徵，都與日本繪圖的表達形式一致，部分圖像並置同觀，亦無扞格之感。但《牛頓》在意識形態表徵上，則試圖加入自身所處情境的元素，包括對於中國傳統科學發明的運用、對於疾病與鬼怪的聯結，也讓讀者看見與日文版不同的視覺意象。

由上可知，新興科普刊物固然著眼於科學視覺化，但與 1990 年代「向圖像／標誌轉」的歐美思潮相較，當時臺灣編輯從業人員乃是從技

術觀點思索科學視覺化，而非試圖達成視覺化思考，也就使得「向科學視覺化」淪為附從科學理論的佐證之物，而非具備視覺語言的行動實踐。再者，照片多於圖片的事實，以及對於日本視覺框架亦步亦趨的模仿與繼承，也凸顯臺灣科學視覺化思維與人才有待進一步培養與強化。

二、研究限制與建議

本研究鑑於臺灣雖曾於 1980 年代，因著引進國外科普雜誌而引發科學視覺化風潮，迄今卻未見系統性研究，故以《牛頓》為析論核心，探究 1980 年代科學視覺化現象。然而，礙於篇幅與研究旨趣，無法針對《牛頓》、《科學眼》以外的新興科普雜誌作一文本分析，亦無法就其他年代的科普雜誌加以探析，後續研究可針對不同年代、不同種類的科普雜誌加以比較。

再者，科普書如何呈現科學知識視覺化，亦可供後續研究探索，尤其兒童科普書、兒童科普雜誌向來強調圖先文後，在目前研究付之闕如的前提下，有志者可深究之。

最後，亦可探究閱聽眾如何解讀科學圖像與照片，從中獲知科學知識視覺化的傳播效應，作為日後編輯的依據。

參考書目

- 《中華民國七十三年出版年鑑》（1984）。臺北市：中國出版公司。
- 〈牛頓中文國際發刊辭〉（1983）。《牛頓》，1: 扉頁。
- 〈牛頓科學季〉（1985）。《牛頓》，23: 扉頁。
- 〈牛頓雜誌社誠徵儲備人才：噴畫製作〉（1985）。《牛頓》，28: 142。
- 〈牛頓雜誌社誠徵儲備人才〉（1984）。《牛頓》，18: 封底。

- 〈沒圖沒真相〉（無日期）。取自 <https://pttpedia.fandom.com/zh/wiki/%E6%B2%92%E5%9C%96%E6%B2%92%E7%9C%9F%E7%9B%B8>
- 〈板塊構造說：探討不斷移動的地球外殼〉（1984）。《牛頓》，6: 56-79。
- 〈細菌：人類和病原菌永無止境的戰爭〉（1983）。《牛頓》，5: 58-85。
- 〈莊讀友，您好〉（1989）。《科學眼》，59: 144。
- 〈進入科學世界的書：給我一根棍子、一個支點，我將舉起地球〉（1984）。漢聲雜誌社著《漢聲小百科》（第 4 版，第 1 冊），無頁碼。臺北市：英文漢聲。
- 〈編後語〉（1984）。《科學眼》，1: 144。
- 〈編輯室手札〉（1987）。《人間》，22: 7。
- 〈編輯室報告〉（1983）。《牛頓》，8: 142。
- 丁松筠（1984）。〈1984 年「牛頓」獻言 2〉，《牛頓》，10: 144。
- 中國出版公司編（1981）。《中華民國出版年鑑》。臺北市：中國出版公司。
- 中華民國年鑑社編（1981）。《中華民國年鑑》。臺北市：正中書局。
- 王振昌（2020 年 11 月 18 日）。〈從懶人包和圖卡，看社會淺碟化〉，《聯合報》，A12 版。
- 出版年鑑編輯委員會編（1986）。《中華民國七十五年出版年鑑》。臺北市：中國出版公司。
- 本刊編輯部（1980）。〈如何提高攝影在雜誌中的品質〉，《綜合月刊》，139: 135-144。
- 石永貴（1984）。〈1984 年「牛頓」獻言 1〉，《牛頓》，9: 147。
- 行政院主計處（2008）。《中華民國臺灣地區國民所得統計摘要》。取自「行政院主計總處電子書平臺」<https://ebook.dgbas.gov.tw/public/Data/36311514329.pdf>
- 吳啟元（1984）。〈新興科普刊物崛起的影響及其前景〉，《新書月刊》，15: 86-91。
- 宋晶宜（1983 年 10 月 17 日）。〈科學雜誌良性競爭：國外版有後來居上之勢，讀者可更快吸收到新知〉，《民生報》，3 版。
- 李傳楷、李幸懋（1989）。〈細說登革熱：從經典登革熱到一發不可收拾的出血性登革熱〉，《牛頓》，71: 18-35。
- 李嘉（1983）。〈Newton 科學雜誌的新里程碑〉，《牛頓》，1: 46-51。
- 李賢鎧（1984）。〈1984 年「牛頓」獻言 2〉，《牛頓》，10: 146。
- 沈君山（1984）。〈1984 年「牛頓」獻言 1〉，《牛頓》，9: 144。
- 沈錦惠（2014）。〈隱喻即視覺化的語藝行動：網路時代談視覺語藝的古典根源〉，《中華傳播學刊》，26: 63-106。
- 辛鬱（2009）。《神奇跑馬燈：科學月刊四十年人·事流變》。臺北市：文史哲。
- 周成功（1984）。〈一點感想：科學月刊獲頒金鼎獎之後〉，《科學月刊》，180:

- 904-905。
- 周成功（1985）。〈推動科學普及工作的兩隻手〉，《科學月刊》，187: 484-485。
- 周珊珊（1980）。〈臺灣有那些通俗科學刊物？〉，《大眾科學》，1(3): 10-13。
- 林孝信（1990）。〈下一個二十年：如何更成熟而不老化？〉，《科學月刊》，241: 18-20。
- 林孝信（1990年3月19日）。〈替科學雜誌打分數〉，《中國時報》，18版。
- 林果顯（2016）。〈「欲迎還拒」：戰後臺灣日本出版品進口管制體系的建立（1945-1972）〉，《國立政治大學歷史學報》，45: 193-250。
- 林果顯（2022）。〈1950年代臺灣的日本出版品進口談判〉，《國史館館刊》，71: 135-182。
- 林春輝（1984）。〈「科學眼」雜誌發刊辭〉，《科學月刊》，1: 3。
- 林清玄（1980）。《在暗夜中迎曦》。臺北市：時報文化。
- 胡錦標（1984）。〈1984年「牛頓」獻言2〉，《牛頓》，10: 147。
- 區曠中（2022）。〈生物學中的視覺化表徵〉，《華文哲學百科》。取自 http://mephilosophy.ccu.edu.tw/entry.php?entry_name=生物學中的視覺化表徵
- 張之傑（1980）。〈一人譯一文運動〉，《科學月刊》，125: 2。
- 張之傑（2008）。〈臺灣綜合科普刊物之回顧與展望〉，《國家圖書館館訊》，115: 3-8。
- 張文瑜（2005）。〈傳播學的建構：談問卷資料為什麼和如何被視覺化〉，《中國廣告學刊》，10: 57-70。
- 張蕙芬、呂葵玲、鄭淑蓮（1984）。〈機器人：「人造人」可能嗎？〉，《牛頓》，18: 12-25。
- 張耀仁（2020）。《臺灣報導文學傳播論：從「人間副刊」到《人間》雜誌》。臺北市：五南。
- 張耀仁（2021）。〈欠缺模式下的科普出版「傳奇」：析論 1980 年代臺灣科普套書之傳播策略及其知識觀〉，《新聞學研究》，149: 155-196。
- 梁森昌（1984）。〈如何提高攝影在雜誌中的品質〉，《綜合月刊》，139: 135-144。
- 郭力昕（2008）。〈人道主義攝影的感性化與政治化：閱讀 1980 年代關於蘭嶼的兩部紀實攝影經典〉，《文化研究》，6: 9-42。
- 郭力昕（2011）。〈攝影文化的百年瞬間〉，聯經出版編輯部編，《中華民國發展史：文學與藝術（上、下）》，頁 451-473。臺北市：國立政治大學與聯經出版。
- 陳文咸（1984）。〈1984年「牛頓」獻言2〉，《牛頓》，10: 147。
- 陳汝勤（1984）。〈1984年「牛頓」獻言1〉，《牛頓》，9: 145。

- 陳國成 (1990)。〈科月走出自己的道路〉，科學月刊社出版委員會編《科學月刊二十周年紀念文集》，頁 86-88。
- 陳淑美 (2019)。〈資料視覺化技術於政府資料分析之應用〉，《主計月刊》，758: 84-91。
- 陳學祈 (2021)。〈那些年，我們都買的大套書：「臺灣出版史料調查與研究系列講座」座談記錄〉，《文訊》，423: 40-48。
- 傅維信 (1996)。〈「科普」出版品的引進與興起〉，《書香月刊》，57: 5-6。
- 黃明川 (1986)。〈攝影視覺與臺灣現象〉，《雄獅美術》，183: 86-92。
- 塗紹基 (1984)。〈地震：環太平洋地震帶上的福爾摩沙〉，《牛頓》，17: 54-73。
- 楊玉齡、張蕙芬 (1984)。〈B 型肝炎在臺灣：向長期困擾國人的病毒挑戰〉，《牛頓》，14: 8-25。
- 楊亨利、趙逢毅 (2011)。〈基於知識本體之文獻多維度關聯視覺化導覽平臺〉，《電子商務學報》，13(1): 27-54。
- 楊澤 (1994)。《七〇年代：理想繼續燃燒》。臺北市：時報文化。
- 賈亦珍 (1983 年 5 月 9 日)。〈以畫面和淺顯文字深入基層：大眾化科學雜誌具教育意義〉，《民生報》，7 版。
- 賈亦珍 (1984 年 12 月 11 日)。〈市場胃納有限，外籍兵團壓境：科學雜誌苦戰的時候到了〉，《民生報》，9 版。
- 趙哲聖 (2021 年 3 月 19 日)。〈娛樂至死，鮭魚萬萬歲？〉，《聯合報》，A15 版。
- 劉源俊 (1990)。〈二十年來的科學月刊〉，《科學月刊》，241: 9-14。
- 蔣夢麟 (1954)。〈中華科學畫報發刊弁言〉，《中華科學畫報》，1: 2。
- 蕭阿勤 (2008)。《回歸現實：臺灣 1970 年代的戰後世代與文化政治變遷》。臺北市：中央研究院社會學研究所。
- 顏崑陽 (1984)。〈1984 年「牛頓」獻言 1〉，《牛頓》，10: 148。
- Baigrie, B. (Ed.). (1996). *Picturing knowledge: Historical and philosophical problems concerning the use of art in science*. Toronto, CA: University of Toronto Press.
- Balkir, N. (2009). Perceptions of visual culture in Turkish pre-service art teacher preparation. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3, Article 2. <https://doi.org/10.20429/ijstl.2009.030222>
- Bertolini, M. (2015). The “pictorial turn” as crisis and the necessity of a critique of visual culture. *Philosophy Study*, 5(3), 121-130.
- Bloor, D. (1976). *Knowledge and social imagery*. London, UK: Routledge & Kegan Paul.
- Boehm, G. (Ed.). (1994). *Was ist ein bild?* München, DE: Fink.
- Bolinska, A. (2016). Successful visual epistemic representation. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 56, 153-160.

- Boykoff, M. T. (2011). *Who speaks for the climate? Making sense of media reporting on climate change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Brunet, F. (2013). (Re)defining Visual Studies. *InMedia*, 3. <https://doi.org/10.4000/inmedia.543>
- Bucchi, M., & Saracino, B. (2016). “Visual science literacy”: Images and public understanding of science in the digital age. *Science Communication*, 38(6), 812-819.
- Burri, R. V., & Dumit, J. (2008). Social studies of scientific imaging and visualization. In E. J. Hackett, O. Amsterdamska, M. Lynch, & J. Wajcman (Eds.), *The handbook of science and technology studies* (pp. 297-317). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Card, S. K., Mackinlay, J. D., & Shneiderman, B. (1999). *Readings in information visualization: Using Vision to think*. Los Altos, CA: Morgan Kaufmann.
- Chao, H. K., & Maas, H. (2020). Thinking and acting with diagrams. *East Asian Science, Technology and Society: An International Journal*, 14(2), 191-197.
- Cooter, R., & Pumfrey, S. (1994). Separate spheres and public places: Reflections on the history of science popularization and science in popular culture. *History of Science*, 32, 237-267.
- Cross, N. (1982). Designerly ways of knowing. *Design Studies*, 3(4), 221-227.
- Dansereau, D. F., & Simpson, D. D. (2009). A picture is worth a thousand words: The case for graphic representations. *Professional Psychology: Research and Practice*, 40(1), 104-110.
- Daston, L., & Galison, P. (2007). *Objectivity*. Cambridge, MA: Routledge.
- Eppler, M. J., & Burkhard, R. A. (2006). Knowledge Visualization. In D. G. Schwartz (Ed.), *Encyclopedia knowledge management* (pp. 551-560). Hershey, PA: Idea Group Reference.
- Evagorou, M., Erduran, S., & Mäntylä, T. (2015). The role of visual representations in scientific practices: From conceptual understanding and knowledge generation to ‘seeing’ how science works. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0024-x>
- Ferguson, E. S. (1977). The mind’s eye: Nonverbal thought in technology. *Educational Horizons*, 57(1), 42-46.
- Frigg, R., & Hunter, M. (2010). Introduction. In R. Frigg & M. Hunter, (Eds.), *Beyond mimesis and convention: Representation in art and science* (pp. XV-XXX). London, UK: Springer.
- Goffman, E. (1974). *Frame analysis: An essay on the organization of experience*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Goldschmidt, G. (1991). The dialectics of sketching. *Creativity Research Journal*, 4(2), 123-143.
- Goldschmidt, G. (1994). On visual design thinking: The vis kids of architecture. *Design Studies*, 15(2), 158-174.
- Gomez-Romero, J., Molina-Solana, M., Oehmichen, A., & Guo, Y. (2018). Visualizing

- large knowledge graphs: A performance analysis. *Future Generation Computer Systems*, 89, 224-238.
- Hackett, E. J., Amsterdamska, O., Lynch, M., & Wajcman, J. (Eds.). (2008). *The handbook of science and technology studies*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Hentschel, K. (2014). *Visual cultures in science and technology: A comparative history*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Hüppauf, B., & Weingart, P. (Eds.). (2008). *Science images and popular images of the sciences*. New York: Routledge.
- Killen, C. P., & Kjaer, C. (2012). Understanding project interdependencies: The role of visual representation, culture and process. *International Journal of Project Management*, 30(5), 554-566.
- Kuo, L. H. (2007). Politicising documentary photography: Ren Jian and Guan Xiao-Rong in late 1980s Taiwan. *Javnost / The Public*, 14(3), 49-64.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1999). *Philosophy in the flesh: The embodied mind and its challenge to Western thought*. New York, NY: Basic Books.
- Latour, B. (1987). *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Latour, B. (1990). Drawing things together. In M. Lynch & S. Woolgar, (Eds.), *Representation in scientific practice* (pp. 19-68). London, UK: The MIT Press.
- Lynch, M. (1990). The externalized retina: Selection and mathematization in the visual documentation of objects in the life sciences. In M. Lynch & S. Woolgar, (Eds.), *Representation in scientific practice* (pp. 153-186). London, UK: The MIT Press.
- Lynch, M. (2006). The production of scientific images vision and re-vision in the history, philosophy, and sociology of science. In L. Pauwels, (Ed.), *Visual cultures of science: Rethinking representational practices in knowledge building and science communication* (pp. 26-40). Hanover, NH: Dartmouth College Press.
- Lynch, M., & Woolgar, S. (1990). Introduction: Sociological orientations to representational practice in science. In M. Lynch & S. Woolgar, (Eds.), *Representation in scientific practice* (pp. 1-18). London, UK: The MIT Press.
- Mahony, M., Hulme, M., (2012). The colour of risk: An exploration of the IPCC's "burning embers" diagram. *Spontaneous Generations: A Journal for the History and Philosophy of Science*, 6(1), 75-89.
- Mithcell, W. J. T. (1986). *Iconography: Image, text, ideology*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Mithcell, W. J. T. (1994). *Picture theory*. Chicago, IL: The University of Chicago press.
- Moran, M., & Tegano, D. (2005). Moving toward visual literacy: Photography as a language of teacher inquiry. *Early Childhood Research & Practice*, 7. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/26444564_Moving_Toward_Visual_Lite

- racy_Photography_as_a_Language_of_Teacher_Inquiry
- Morgan, M. S. (2020). Inducing visibility and visual deduction. *East Asian Science, Technology and Society: An International Journal*, 14(2), 225-252.
- O'Neill, S. J., & Smith, N. (2014). Climate change and visual imagery. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 5, 73-87.
- Palatinus, D. L. (2010). From the pictorial turn to the embodiment of vision. *American and British Studies Annual*, 3, 127-136.
- Pauwels, L. (Ed.). (2006a). *Visual cultures of science: Rethinking representational practices in knowledge building and science communication*. Hanover, NH: Dartmouth College Press.
- Pauwels, L. (2006b). Introduction: The role of visual representation in the production of scientific reality. In L. Pauwels, (Ed.), *Visual cultures of science: Rethinking representational practices in knowledge building and science communication* (pp. vii-xix). Hanover, NH: Dartmouth College Press.
- Pauwels, L. (2006c). A theoretical framework for assessing visual representational practices in knowledge building and science communications. In L. Pauwels, (Ed.), *Visual cultures of science: Rethinking representational practices in knowledge building and science communication* (pp. 1-25). Hanover, NH: Dartmouth College Press.
- Rodriguez, L., & Dimitrova, D. (2011). The levels of visual framing. *Journal of Visual Literacy*, 30(1), 48-65.
- Romer, E. D., & Bobkina, J. (2021). Exploring critical and visual literacy needs in digital learning environments: The use of memes in the EFL/ESL university classroom. *Thinking Skills and Creativity*, 40. Abstract retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871187120302571?via%3Dihub>
- Roth, W. H., Pozzer-Ardenghi, L., & Han, J. Y. (2005). *Critical graphicacy: Understanding visual representation*. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Roth, W. M., & McGinn, M. K. (1998). Inscriptions: Toward a theory of representing as social practice. *Review of Educational Research*, 68(1), 35-59.
- Rudwick, M. (1976). The emergence of a visual language for geological science 1760-1840. *History of Science*, 14, 149-195.
- Sanders-Bustle, L. (2003). Re-envisioning literacy: Photography as a means for understanding literate worlds. In L. Sanders-Bustle, (Ed.), *Image, inquiry, and transformative practice: engaging learners in creative and critical inquiry through visual representation* (pp. 23-49). New York, NY: P. Lang.
- Schneider, B., & Nocke, T. (2014). Image politics of climate change: Introduction. In B. Schneider, & T. Nocke (Eds.), *Image politics of climate change: Visualizations, imaginations, documentations* (pp. 10-25). Bielefeld, DE: Transcript.
- Secord, J. A. (2004). Knowledge in Transit. *Isis*, 95(4), 654-672.
- Simon, J., & Zarzoso, A. (2013). Visual representations in science. *Endeavour*, 37(3), 121-

122.

- Smith, M. (2008). Visual culture studies: History, theory, practice. In M. Smith, (Ed.), *Visual culture studies: Interviews with key thinkers* (pp. 1-16). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications Inc.
- Star, S. L., & Griesemer, J. R. (1989). Institutional Ecology, 'Translations' and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. *Social Studies of Science*, 19(3), 387-420.
- Tergan, S. O., & Keller, T. (Eds.). (2005). *Knowledge and information visualization*. Berlin, DE: Springer-Verlag.
- Tibbetts, P. (1990). Representation and the realist-constructivist controversy. In M. Lynch & S. Woolgar, (Eds.), *Representation in scientific practice* (pp. 69-84). London, UK: The MIT Press.
- Tversky, B. (2011). Visualizing thought. *Cognitive Science*, 3, 499-535.
- Ursyn, A. (2016). Teaching and learning science as a visual experience. In A. Ursyn (Ed.). *Knowledge visualization and visual literacy in science education* (pp. 1-27). Hershey, PA: Information Science Reference.
- Valdés, J. J., Romero, E., & Barton, A. J. (2012). Data and knowledge visualization with virtual reality spaces, neural networks and rough sets: Application to cancer and geophysical prospecting data. *Expert Systems with Applications*, 39(18), 13193-13201.
- van Beek, Metze, T., Kunseler, E., Huitzing, H., & Blois, F., & Wardekker, A. (2020). Environmental visualizations: Framing and reframing between science, policy and society. *Environmental Science & Policy*, 114, 497-505.
- Wardekker, A., & Lorenz, S. (2019). The visual framing of climate change impacts and adaptation in the IPCC assessment reports. *Climatic Change*, 156, 273-292.
- Ware, C. (2005). *Visual thinking for design*. Los Altos, CA: Morgan Kaufmann.
- Whitley, R. (1985). Knowledge producers and knowledge acquirers: Popularisation as a relation between scientific fields and their production. In T. Shinn, & R. D. Whitley (Eds.), *Expository science: Forms and functions of popularization* (pp. 3-28). Dordrecht, NL: Springer.

A Shift Toward “Scientific Visualization”: Taking the popular science magazine *Newton* in the 1980s as the core of analysis

Yao-Jen Chang *

ABSTRACT

Compared to recent specific and micro-focused research on scientific visualization in European and American academic circles, before 2019 there have been few systematic studies in the field of science communication in Taiwan. By 2020, the *East Asian Science, Technology and Society: An International Journal* had published a special issue titled “Thinking and Acting with Diagrams” to discuss scientific visualization. Yin-Chung Au (區曠中) (2022) subsequently analyzed the visual representation of European and American biology through a literature review, but neither of these two studies closely relate to how scientific visualization is presented in Taiwan.

This study accordingly takes *Newton* magazine as the object of analysis and includes popular science magazines from the same period, particularly *Science Eye*. Through exploring historical and social conditions and conducting in-depth interviews and text analysis, the following three research questions are understood. (1) What historical and social conditions contributed to the scientific visualization phenomenon of *Newton* in the 1980s? (2) How did the editors of *Newton* and other popular science magazines from the same period perceive and practice scientific visualization? (3) What are the practical

* Yao-Jen Chang is Associate Professor at the Department of Science Communication, National Pingtung University. His research focuses on the history of science communication, reportage, and communication narrative. He has published *The Practice of Taiwan Reportage: From Literary Supplement of China Times to Ren Jian Magazine (Wu-Nan)*. E-mail: rennychang915@gmail.com.

outcomes of scientific visualization in popular science magazines in Taiwan?

From the literature review, this study mainly refers to the following inquiries. (1) Through Mithcell (1994) and Boehm (1994, cited in Bertolini, 2015), their advocacy of “the turn to Pictorial/Iconic” is not only concerned with “pictorial representation”, let alone “Pictorial presence”, but also the rediscovery of post-linguistics and post-semiotics related to vision, installation, discourse, and even body intertextuality. Three orientations of visualization research are sorted out from this: visual representation/representation, visual thinking, and knowledge visualization.

(2) In contrast to visual cultural studies that advocate for “the turn to Pictorial/Iconic”, scientific visualization research has only gradually received attention since the late 1980s. This study mainly refers to Daston & Galison’s (2007) analysis of “objectivity” behind scientific visualization, including: the capture of the “truth-to-nature” through artistic representation of nature, the depiction of nature through mechanical objectivity, and the cultivation of “trained judgment” with interpretive expertise.

(3) In the 1960s, under the influence of the “strong program”, researchers began to focus on laboratory data recording, interpersonal interaction, equipment operation, and other aspects involved in scientific visualization. This means treating scientific images as a “process of inscription” (Latour, 1990) involving representational device (RD) and representational object (RO). Following the perspective of “inscription”, Pauwels (2006c) points out that the exploration of scientific visualization involves not only concrete materials or abstract concepts but also social and technological conditions, as well as conditions related to the functioning of media and user feedback.

(4) The methodology of scientific visualization can be divided into the following three aspects. First, from visual language to immutable mobiles: Rudwick (1976) notes that the emergence of “visual language” means that followers of the geological community must learn the rules of this language through professional training to accept and understand the norms, thereby achieving scientific communication through representation. Continuing this concept, Lynch (1990) discusses how scientists manipulate biological images

and classify photographs as diagrams, stating that diagrams are a “simplification” and also an “idealization” of photographs. Latour (1990) proposes the concept of “immutable mobiles”, which refers to the ability of “images” to bring different things together in time and space - that is, on the one hand, the image defines objects, and on the other hand, it can be carried and moved to anywhere. Second, the classification of visualized scientific knowledge: Eppler & Burkhard (2006) classify knowledge visualization into six forms: heuristic sketches, conceptual diagrams, visual metaphors, knowledge animations, knowledge maps, and scientific charts. Third, a new attempt at analyzing scientific visual frameworks: Rodriguez & Dimitrova (2011) apply Goffman’s (1974) framework theory to visual exploration and construct four analysis systems for visual frameworks, including (1) denotative systems: descriptions made through picture titles, captions, and related texts; (2) stylistic-semiotic systems: the presentation of stylistic conventions and social meanings; (3) connotative systems: examining the presentation of icons, indices, and symbols, with symbols being the focus of analysis due to their social significance; and (4) ideological representation: examining cultural conditions and social factors to explore the economic and political interests in the visual framework.

In terms of research methodology, this study considers the “analytical framework influencing the production of scientific visualization,” as Pauwels (2006c) outlined. Since the concepts and aspects involved are relatively concrete, this framework forms the basis of analysis. It incorporates Latour’s (1990) interpretation of drawing and Burri & Dumit’s (2008) suggestions on exploring scientific visualization. Eppler & Burkhard’s (2006) classification of knowledge visualization is also integrated, along with the scientific visualization framework elements suggested and compiled by Rodriguez & Dimitrova (2011) and Wardekker & Lorenz (2019). Three aspects are analyzed separately: (1) social and historical conditions (Pauwels - social and technological production process); (2) media operation (Pauwels - media, visual representation); and (3) execution of scientific visualization style (Pauwels - referent, form/execution).

The study presents the following findings. (1) The causes of scientific visualization: In the 1980s, the increase in Taiwan's national income and the official promotion of a "reading society" led to the high-priced magazine Newton breaking people's understanding of popular science magazines as relying solely on text and thus forming a "breathtaking" visual experience. This is one aspect of visual innovation "representation", which promoted the trend of high-quality printing and color printing of images in popular science publishing. (2) The cognition of scientific visualization: Newton believes that graphic illustrations are more realistic than photographs, while Science Eye insists that photography is more truthful than graphics. Both aim for the pursuit of truth and consider graphics and photographs as objective, neutral carriers to support scientific theories. (3) The practice of scientific visualization: Taiwan's editors made the images in columns of Newton follow the visual framework of the Japanese version to construct scientific visualization content. Whether it is the color matching, representational form, or symbolic representation, they are all consistent with Japan's Newton. However, in terms of ideological representation, an attempt was made to incorporate elements of their own context, which also allow readers to see visual imagery different from the Japanese version.

Keywords: Newton Magazine, Science Communication, Scientific Visualization, Translation Popular Science Magazines