

事實的美學：

從當代科學攝影競賽談起 *

The Aesthetics of Facts:

Rethinking Scientific Images through Contemporary Scientific Photography Competitions

李立鈞
Li-Chun LEE

國立清華大學藝術與設計學系助理教授
Assistant Professor, Department of Arts & Design, National Tsing Hua University

摘要

自攝影術在 19 世紀上半葉發展出來以後，攝影媒介不僅被視為「事物自身」的記寫，在 19 世紀七、八〇年代以後，更成為科學實踐中用以探索「不可見」事物的重要工具。自 20 世紀中葉以來，隨著電子顯微鏡在內的各類顯微與造影技術的發展，影像的生成亦逐漸從對於「光」的捕捉，轉向對訊號與資料的擷取、轉換與重建。在此脈絡下，也引發了關於以當代影像技術製作的科學影像是否仍能被視作一種「攝影」與「再現」的討論。

本文將以國立自然科學博物館與《科學人》雜誌自 2013 年起合作舉辦的「驚豔·新視野科學攝影比賽」，以及在專業設備代理商元利儀器支持下，自 2021 年起舉辦、聚焦於靜態光學顯微影像的「Taiwan 顯微攝影競賽」為例，探問：透過當代影像技術生產出的影像，是否仍能被視為過去意義下的「攝影相片」？而我們又該如何理解這裡所謂的「攝影」？它是否仍是一種「光的記寫」，又或者其實已成為一種用來合理化影像存在，並賦予其「再現」功能的範式（paradigm）？

* 本文寫作過程中，曾就相關科學問題請教林亞慧，也感謝她接受訪談，並提供專業意見。

此外，本文也透過對這兩項競賽的比較，進一步分析，當代可視化技術製造的影像被置入「科學攝影」的脈絡中加以觀看與評價時，所涉及的美學向度。本文主張，科學影像的「美學」並非是對影像之美的判斷，而是科學家如何透過影像，在科學實作中確立、鞏固其研究對象，並以此生產知識的模式與方法。換句話說，美學在此涉及的並不是「美」，而是科學家如何藉由影像感知、操作與呈現「科學事實」，以及如何透過一套對可見性的規範，使影像仍具備指涉某物與呈現事實的能力。

關鍵詞 | 科學影像、可視化、美學、可見性、假色

| Abstract |

Since its emergence in the first half of the nineteenth century, photography has been understood not only as an inscription of “the thing itself” but, from the 1870s and 1880s onward, also as an important tool in scientific practice for exploring invisible phenomena. From the mid-twentieth century onward, however, the development of electron microscopy and a wide range of microscopic and imaging technologies gradually shifted image production from the capture of “light” toward the acquisition, transformation, and reconstruction of signals and data. Within this context, scientific images produced by contemporary imaging technologies have given rise to debates over whether they can still be regarded as forms of “photography” and “representation.”

This article takes as its examples the “Amazing New Visions: Science Image Contest,” jointly organized since 2013 by the National Museum of Natural Science and *Scientific American* (Taiwan edition), and the “Taiwan Microscope Image Contest,” launched in 2021 with the support of the scientific instrument distributor Yuan Li Instruments and focused on static optical microscopic images. Through these two competitions, the article asks: Can images produced through contemporary imaging technologies still be regarded as photographs in the traditional sense? And how should we understand what “photography” means here? Is it still a form of “writing with light,” or has it instead become a paradigm that legitimizes the existence of images and endows them with a representational function?

By comparing these two competitions, the article further examines the aesthetic dimension involved when images produced by contemporary visualization technologies are placed within the framework of “scientific photography” and subjected to viewing and evaluation. It argues that the “aesthetics” of scientific images is not a matter of judging the beauty of images. Rather, it concerns the

ways in which scientists use images, within scientific practice, to establish and stabilize their objects of study and thereby produce knowledge. In other words, what aesthetics concerns here is not “beauty,” but how scientists perceive, manipulate, and present “scientific facts” through images, as well as how a set of norms governing visibility enables images to retain their capacity to refer to something and to present facts.

Keywords | scientific images, visualization, aesthetics, visibility, false color, pseudo color

一、前言

2024 年，權威科學期刊《自然方法》（*Nature Methods*）於 11 月號封面，刊登了一幀同年於「尼康小世界」（Nikon Small World）顯微攝影競賽獲獎的作品。【圖 1】一如印在期刊名稱下方的編輯前言標題「顯微藝術」（Microscopic art）所示，身為觀者的我們幾乎無法無視這個畫面散發出的「美感」：在深沉黝黑的背景之中，彷彿隱隱浮現出由霓虹般的線條、斑點與色塊彼此交織而成的斑斕景象。畫面中一列列向上延展的柱狀結構，在彼此重複中呈現出些許差異，而洋紅色的輪廓、青碧色的放射狀紋理與散布其間的金黃色斑點，更製造出一種令人難以立即將其視為小鼠小腸切片的裝飾性與奇觀性。對於這本專注於生命科學與化學領域新方法以及技術改良的期刊而言，自 2004 年創刊以來，使用「尼康小世界」顯微攝影競賽的年度獲獎作品作為封面，近乎已成為每年的編輯慣例。在這樣的慣例之下，科學攝影競賽不再僅只是研究者、技術人員以及業餘愛好者得以提出影像、相互競逐的平台，更成為一種規律性蒐羅、篩選與排序作品，並持續生產「科學之美」判準的機制。

然而，在驚嘆於這些作品之美之餘，這類「科學攝影」也引發了許多仍有待考察的問題。譬如，我們究竟該如何理解這些自其原生脈絡——亦即科學實作——中被分離出來的影像？傳統美學的判準是否足以回應這些「科學影像」？當我們將它們自科學研究的脈絡中抽離出來，作為純粹觀賞與評價的對象時，是否也同時遮蔽了它們的製作方式，以及原本在知識生產



圖1 《自然方法》（*Nature Methods*）2024 年 11 月號封面。圖片來源：Nature Methods (<https://www.nature.com/nmeth/volumes/21/issues/11>)

過程中所扮演的角色？若著眼於「科學攝影競賽」中的「攝影」一詞，我們也必須進一步詰問：能被視為「攝影」的先決條件究竟為何？是「光」在影像生成過程中的參與？是對事物「本體」的忠實再現？抑或是其未經人手介入的製圖方式？這些對於「何為攝影」的不同界定，不僅直接牽涉哪些影像能參與競賽，更凸顯出「攝影」概念在當代科學成像技術（imaging technologies）發展下所遭遇的複雜性。以下，本文將以國內兩個較具代表性的科學攝影競賽為例，來考察上述問題。其一是國立自然科學博物館自 2013 年起與《科學人》雜誌合作舉辦的「驚豔·新視野科學攝影比賽」，其二則是自 2021 年起在專業設備代理商元利儀器支持下舉辦的「Taiwan 顯微攝影競賽」。藉由對這兩項競賽的分析，本文一方面意圖梳理「攝影」在當代科學成像技術中面臨的曖昧處境，另一方面也嘗試回應科學影像應如何被觀看與評價的美學問題。

二、在「光的記寫」之後

若從參賽辦法來看，「驚豔·新視野科學攝影比賽」（後文簡稱「驚豔·新視野」）與「Taiwan 顯微攝影競賽」之間，首先呈現出的是兩者在觀察尺度與主題範圍上的差異。相較於聚焦「顯微攝影」的「Taiwan 顯微攝影競賽」，「驚豔·新視野」將攝影主題擴展至「物理、天文、化學、生物、生態、醫學、地球科學、環境議題、科技應用」等領域。除此之外，

兩者的舉辦目的幾無差異：它們皆希冀透過競賽形式提示出科學與藝術之間的親近性，也企圖藉由科學影像提醒大眾，在科學實踐的過程中，時常存在視覺上令人驚豔的偶遇，進而達到科學知識推廣與教育的目的。在作品的評選機制上，兩者也同樣強調攝影照片的美感、創意與科學意涵。而在評審組成上，除了藝術、設計領域的學者之外，兩者亦皆邀請不同科學領域的專家學者擔任評審。由此可以看出，兩項競賽雖皆強調科學影像之「美」，但它們也同時認為，科學影像之美須通過科學家之眼，而非僅只經由藝術家來加以評定。

然而，倘若進一步細究兩者的作品規範，便會發現它們之間真正值得注意的差異並不在於尺度與主題，而在於各自如何界定何種影像能被視為「攝影」。

就「驚豔·新視野」而言，對參賽者使用的設備並無嚴格限制，「從實驗室研究等級的顯微鏡、望遠鏡、造影儀等，到一般相機和鏡頭所拍攝的平面影像皆可參賽」。¹ 相較之下，「Taiwan 顯微攝影競賽」則明確規範「作品須以光學顯微鏡或共軛焦系統拍攝」，「但不包括電子顯微鏡擷取之影像」。² 換句話說，前者對「攝影」採取相對寬泛的界定方式，後者則明確將「光學成像」視為攝影得以成立的基本條件。值得注意的是，「Taiwan 顯微攝影競賽」對「攝影」的此種界定方式，不僅採取了與前面提到的「尼康小世界」攝影競賽相同的規定，更可回溯至「攝影」原初的意義，亦即將攝影理解為一種「光的記寫」。在攝影發明之初，

¹ 見國立自然科學博物館網站「驚豔·新視野科學攝影比賽」之「參賽辦法」：<https://web3.nmns.edu.tw/Exhibits/sic/way.html>，2026.4.18 瀏覽。

² 見「Taiwan 顯微攝影競賽」網站「顯微觀點」：<https://micro-point.tw/micro-image-contest/contest/>，2026.4.18 瀏覽。

photography 一詞在字面上便是由希臘文的 *phōtós*（光）與 *-graphie*（記寫、刻劃、描繪）組合而成。在《自然之筆》（*The Pencil of Nature*）中，塔爾博特（William Henry Fox Talbot）亦將攝影稱作「由光生成的圖繪」（*photogenic drawing*），並強調這是一種僅只透過自然光，而並未借助任何熟習繪畫藝術之人協助的影像製造方式。（Talbot 1844: 1）從這個角度看來，「Taiwan 顯微攝影競賽」拒絕接受電子顯微鏡影像，其實並不令人意外，因為電子顯微鏡生成影像所憑藉的並不是光，而是「電子束」（*electron beam*）。

在電子顯微鏡中，影像的生成並非來自物體反射出的光投射於感光基質上所留下的痕跡，而是奠基於電子束與樣品作用後產生的訊號。當聚焦後的電子束打到樣本表面或穿透樣本時，樣本會因厚度、密度、原子序、表面形貌與內部結構上的差異，而產生不同訊號。就穿透式電子顯微鏡（*Transmission Electron Microscope*）而言，當電子束穿透樣品時，由於樣品不同區域對電子的散射與吸收程度並不相同，因此有些區域讓較多電子穿過，有些則讓較少電子穿過。最終，穿透出去的電子由螢光屏或偵測器接收，便能形成具有明暗差異的影像。至於掃描式電子顯微鏡（*Scanning Electron Microscope*），則是以電子束在樣品表面上逐點掃描。電子束觸及樣品表面，會激發出不同形式的訊號，例如二次電子、背向散射電子、X 光等。儀器透過接收電子束掃描至每一點時激發出的訊號，並將訊號強弱轉換為畫面上的亮度，便能逐點建構出影像（“*Transmission Electron Microscopy*”）。

電子顯微鏡與光學顯微鏡的不同之處，不僅在於前者以電子束取代光作為成像的媒介，更在於從今天的科學觀點看來，兩者的物理特性本來就大不相同。光是電磁波，其量子為光子，不帶電且靜止質量為零。光能在空氣中傳播，並經由玻璃透鏡的折射被聚焦與放大。相對於此，電子束則是由高速電子構成的帶電粒子流，雖然同樣具有波動性，然而電子的波並非光波，而是物質波。正因如此，電子顯微鏡無法沿用光學顯微鏡的折射機制，必須仰賴電場與磁場所形成的「電磁透鏡」，來聚焦、偏轉與放大電子束。此外，由於電子在空氣中容易與氣體分子發生碰撞，導致束流散射、偏移與能量損失，因此電子顯微鏡往往必須在真空環境下運作，才能維持電子束的穩定傳輸與聚焦。（Bradbury 2026）

回到「Taiwan 顯微攝影競賽」對作品的規範來看，當它寫道「作品須以光學顯微鏡或共軛焦系統拍攝」，「但不包括電子顯微鏡擷取之影像」時，其實已區分了兩種截然不同的影像生成方式。對它而言，使用光學顯微鏡時才真正是在「拍攝」，而使用電子顯微鏡時僅只是在「擷取」。在此，「拍攝」與「擷取」之間的不同，顯然不只是措辭上的差異，更標示出了兩類影像生成的邏輯：「拍攝」預設了一種透過光學機制「直接」複本化（duplicate）對象的方式，「擷取」則意味著這類影像並非直接出自對象自身，而是在訊號的提取、處理與轉換之中「間接」建構出的畫面。從成像原理看來，確實如此。如果電子顯微鏡的影像源自於電子束與樣本之間物理交互作用下所產生的訊號，我們便不能再以傳統攝影的概念，將其視為事物將自身自動壓印於感光相版上的痕跡，或是事物單純的「再現」。

反之，它應該被理解為一個「事件」，一種在技術主動介入之下被迫呈顯出的現象。

三、技術的介入與「攝影」概念之偏移

在討論現代科學的影像技術時，美國現象學者伊德（Don Ihde）曾提出一個頗具啟發性的說法。他建議我們以「敲擊」（percussion）的比喻，來理解現代科學藉由技術使看似「靜默」的事物「獲得聲音」（giving things a voice）的方式。為何是「敲擊」？因為唯有透過這樣的角度來理解現代科學的成像技術，我們才不會遺忘在影像中顯現的事物絕非單獨發聲，而是一種「二重奏」（duet）。伊德寫道：

事物獲得的聲音，或自事物身上引發出的聲音，其實極其複雜。……此處製造出的聲響，既是受敲擊之物的聲音，也是敲擊工具的聲音。……以木槌敲鐘所製造出的聲響「二重奏」，便不同於以黃銅槌或橡膠槌敲擊時所發出的聲響。（Ihde 1998: 151）

換句話說，伊德提醒我們，被觀察的「現象」與觀察所憑藉的「技術」已然彼此融合，我們再也無法明確區辨現象與技術、觀察與介入、信息與媒介。雖然伊德在此挪用「聽覺」來說明「視覺」的現象，然而他「敲擊」的比喻也凸顯出，相較於我們能區辨以不同工具敲擊發出的不同聲響，面

對一幀科學影像時，觀者卻往往更傾向將其視為外在世界的客觀樣貌，而忘卻它亦是一種技術建構的結果。這也是科學影像的矛盾之處：即便科學家總強調科學影像高度建構的特質，然而一旦完成，影像便又重新暗示著事物直接的可見性，恍若不再是被製造出來，而是突然現身於此。（Heintz and Huber 2001: 25, Borck 2001: 288-290）

關於此點，德國物理學者克魯格（Joachim Krug）曾以掃描穿隧顯微鏡（Scanning Tunneling Microscope）影像為例指出，這些影像在視覺上往往予人一種近乎「直接」的印象，彷彿其呈顯的便是原子尺度下表面的「真實」樣貌。然而，克魯格同時強調，它們是否忠實呈現了表面及其原子的形狀，其實極難判定。一方面，電流反映的是表面與探針之間電子存在機率的複雜關係，因此這些影像並非表面單純的再現，而是「探針與表面共同構成的呈現」。另一方面，探針的確切形狀基本上無從得知，而且在測量過程中，還可能因為個別原子的重新排列而自發改變，從而導致畫面解析度陡然提升或下降。（Krug 2001: 130-131）換句話說，掃描穿隧顯微鏡影像呈現的並非事物「本然」的樣貌，而是一種在儀器、樣品、訊號轉換與操作條件共同作用下所形塑出的可視形式。也正因為如此，近年來許多學者才會建議我們捨棄傳統的「再現」（representation）一詞，改以「可視化」（visualization; Rheinberger 2001, Wise 2006）、「中介」（mediation; Pasveer 2006）或「實作」（enactment; Woolgar and Lezaun 2013）的概念，來理解這類科學影像。

回到「驚豔·新視野」來談，當它將電子顯微鏡影像納入「攝影」的範疇，並且與一系列光學攝影相片——從烏賊、魚卵、螳蛉、尺蠖、蜂蠅、蜘蛛，到塵蟎、流星等——並列時，事實上在一定程度上改寫了攝影的定義。此處的「攝影」不再限定於以光為媒介，也不再侷限於一種特定的成像技術，而更像是一種範式（paradigm），亦即一種傾向將影像理解為對世界樣貌之忠實呈現的習慣。倘若再考慮到前面提到的電子顯微鏡如何迫使不可見之物顯現於眼前，以及「驚豔·新視野」明文允許參賽作品「以實拍照片進行電腦上色、修圖、及合成」，我們更能發現，過往圍繞「攝影」持續出現的論題（topos），諸如「事物自身的再現」（Talbot 1844: 44, Bazin 2005: 14）、「非人手所造」（acheiropoietos; Barthes 1980: 192）、「人的缺席」（Bazin 2005: 13）或是「機械客觀性」（Daston and Galison 1992），均難以充分界定在此被稱為「攝影」之物異質而複層的特性。本文無意判定「驚豔·新視野」是否允當地擴展了攝影的概念，礙於篇幅的限制，也無法在此進一步處理當代各式顯微鏡、天文改機與造影儀是否可被理解為攝影裝置在系譜上的延續。儘管如此，回顧過往攝影理論的發展，必須強調的是，攝影在過去之所以被視為一種「魔法」（Benjamin 1977: 370, Barthes 1980: 138, Sontag 2001: 16），一種由對象本身留下的痕跡，正是源自於它相對於繪畫的特殊成像方式。因此，在討論科學攝影的「索引性」（indexicality），抑或它呈現出了什麼時，我們並無法迴避影像的生成原理與製作方式。以下，本文將由此觀點，聚焦討論當這類科學攝影比賽將科學影像自科學實作的脈絡中分離出來，並作為審美對象加以賞析

時，可能會引發哪些問題，並進一步探問，若科學影像的「美學」確實存在，我們又該如何理解它。

四、可見性及其遮蔽

先以第六屆「驚豔·新視野」獲得佳作的作品《崎嶇》(*Wrinkles*) 為例來談。【圖 2】乍看之下，這張圖彷彿是一片流變、顫動中的彩色地表。整個畫面由密集、蜿蜒的條紋所構成，線條彼此平行，卻又不斷偏折、扭轉，宛如經過擠壓與拉扯後生成的表面紋理。高飽和度的光譜色彩在其中彼此交錯、遞變，使畫面在震顫的同時，亦帶有某種近乎炫目的視覺效果。整個畫面中，唯一暗示這並非單純抽象畫面的，是右下角的比例尺：100 μm 。它明示著我們眼前所見的是微米尺度下的景觀，同時也表明眼前的影像指涉著某物。《崎嶇》的科學圖說亦明確指出，圖中呈現的對象，是由兩種軟硬程度不同的高分子材料所製成的小尺度皺褶結構。然而，即便如此，我們是否能將這樣一張圖片與「歐普藝術」(Op Art)，或是美國觀念藝術與極簡主義藝術家勒維特 (Sol LeWitt) 晚期的作品相提並論？當這件作品與其他以傳統光學相機拍攝的植物、動物、風景等競賽作品並置，一併歸入「自然攝影」的範疇時，又會遮蔽哪些問題？

我們或許能說，這樣的歸類首先遮蔽的，即是不同影像在生成原理與技術條件上的差異。即便——或是該說：正因為——與其他影像同樣「可見」

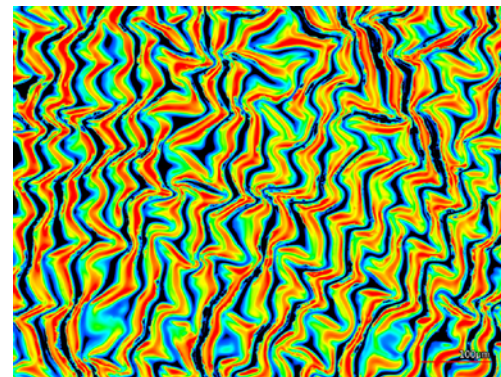


圖2 林敬勳、薛涵宇、陳俊榕，《崎嶇》(*Wrinkles*)，第六屆驚豔·新視野科學攝影比賽佳作作品。圖片來源：國立自然科學博物館 (<https://www.nmns.edu.tw/scienceimages/no6/d01443cc-ff1f-11eb-b13f-47209e113cf8/>)

(visible)，這裡的可見性卻恰恰遮蔽了使事物「成為可見」(becoming visible)的先決條件。這種可見性不僅掩蓋了將不可見之物變得可見所涉及的一連串複雜操作，使這裡的影像看起來彷彿只是利用另一種更精良的儀器「拍攝」出的微觀景象，更遮蔽了這幀影像在原本科學實作中的使用脈絡。這邊觸及的問題是：當「驚豔·新視野」強調，透過科學攝影會發現「原來科學中充滿藝術，本來就很美麗」時，我們是否仍有必要去追問這些影像的技術過程與使用脈絡？抑或能僅就其視覺效果來賞析如《崎嶇》的這類影像？而過往藝術討論中的「美」(beauty)或「美學」(aesthetics)，又是否同樣適用於科學影像？

若以《崎嶇》為例來進一步思考上述問題，我們追問的是：是否有必要意識到，眼前之所見並非在自然環境中捕捉到的畫面，而是緊密嵌合於實驗過程之中，並在特定問題意識引導下所製作出的影像。這樣一幀由雷射掃描共軛焦顯微鏡(Laser Scanning Confocal Microscopy)生成的影像，雖然亦是以光作為其成像媒介，但並非如同傳統光學攝影一般，透過鏡頭接收來自外界景物的可見光，一次性地翻攝下既有之景象，而是藉由聚焦雷射逐點掃描樣品表面，接收訊號後再由電腦重建而成。³在此過程中，影像所呈現的往往不是對象原有的色彩，而是儀器將訊號差異轉譯為色彩之後的結果。在科學成像中，這種色彩通常被稱作「假色」(false color / pseudo color)。然而，此處所謂的「假」並不是指「錯」，是指這些色彩並非對象本身直觀可見的顏色，是儀器系統將不同資料(data)轉化為可見差異的視覺呈現。

³ 此處亦可參照上面關於電子顯微鏡的討論。雷射掃描共軛焦顯微鏡雖然藉由光來成像，不同於電子顯微鏡是以電子束作為成像媒介，但兩者的影像都已不再是傳統光學攝影對外在世界的直接拍攝，而是經由掃描、訊號接收、轉換與重建等步驟所構成。由此觀之，若僅只著眼於光是否參與其中，而忽略成像過程中的轉譯與編碼機制，便很容易模糊不同成像技術之間的差異，並在界定何謂攝影時落入一種僅以成像物理媒介作為衡量標準的本質主義盲點。

在當代科學中，假色的運用其實極為廣泛。從衛星遙測、熱成像、醫學造影，到天文觀測與顯微表面量測，假色都被用來將不同波段、溫度、高度與訊號強弱等轉譯為可供判讀的視覺差異。以衛星影像為例，研究者在製作影像時，往往會納入可見光之外的不同波段，例如近紅外線或短波紅外線。由於不同物質對不同波長的光會展現出不同的吸收與反射特性，許多在可見光波段中不易辨識的差異，反倒能在其他波段中更清楚地顯現出來。研究者正是藉由假色，將這些原本不易察覺的資料轉化為可被辨識的色彩差異。⁴ 譬如，目前地球觀測站最常使用的假色波段組合，是將短波紅外線、近紅外線與可見光中的綠光波段分別對應為紅、綠、藍三色。在這種設置下，原本不易直接辨識的清澈水體（圖中顯示為黑色）、含沉積物的水域、飽和土壤（顯示為藍色），以及冰雲、積雪與冰（顯示為亮藍色）之間的差異，便能被鮮明地區辨出來。（Riebeek 2014）

與此相似，在《崎嶇》的例子中，假色的重要功能在於微米尺度的高低差異若僅以灰階影像或數值呈現，並不易被迅速判讀。相較之下，假色能藉由近似彩虹光譜的色階變化，將表面的高低、坡度與邊界更清楚地於眼前展開。正因如此，在材料科學、半導體、薄膜、微結構與生物表面研究中，假色的使用幾乎已成為一種常態。從這個角度看來，當我們將《崎嶇》與上面提到的歐普藝術或其他在視覺效果上相近的藝術作品相互比擬時，其中最大的盲點，便在於《崎嶇》圖面上之所見從來不是為了訴諸某種藝術手法或風格表現，而是為了使資料——亦即實驗中觀察的對象——更明晰地於眼前顯現。若僅強調假色配置下所構成的視覺效果，而無視這類影像

⁴ 此處需補充說明的是，若作較嚴格的區分，pseudo color 通常是指將同一波段所得的灰階訊號，依其強度、深度或高度等差異套上不同顏色，而 false color 則多指將原本不可見波段的訊號，如 X 光、近紅外光或紫外光，轉譯為可見色彩。不過，兩者在不同領域中的用法有時亦會彼此重疊，在中文語境中通常也都被翻譯為「假色」。依此而言，《崎嶇》較接近 pseudo color，而下文所舉地球觀測站的例子則較接近 false color。

如何透過假色將原本不可見或難以區辨的維度帶入肉眼可視的範圍，便非常容易遮蔽它們在科學操作脈絡中的實際功能。

在區分「藝術影像」與「科學影像」時，德國藝術史家伯姆（Gottfried Boehm）曾以「弱影像」（schwache Bilder）來指稱後者。也就是說，相對於藝術影像，科學影像的目的必然位於其自身之外。它本身並非目的，呈顯的也並非只是自身，而更接近一種工具，一種供消耗的影像，一旦目的達成，人們對它的興趣便隨之消退。它要求明晰性，並且在理想狀態下，企圖將自身的詮釋空間降至最低。至於「暗示的豐富性」（Anspielungsreichtum）、「隱喻性」（Metaphorizität）、「視覺密度」（visuelle Dichte）或「自我指涉」（Selbstreferenz）等美學標準，幾乎都不在它的考量之列。然而，伯姆也強調，科學影像的這些「缺陷」同時也是其「優勢」之所在：科學影像總是指向其自身之外的某物——某個對象、某個操作結果，或某種尚待釐清與辨識的現象。它的存在從來不是為了停駐於自身，而是以實踐與操作為導向，是一種「行動中的影像」（Bilder in Aktion）。科學影像通常是在預先的設定與部署下建構出來的結果，也正因如此，它能使隱匿之物變得可見，並擴展實證知識的範圍。（Boehm 2001: 53）

依照伯姆對藝術影像與科學影像所作的區分，我們或許必須承認，「美」的概念——至少在康德（Immanuel Kant）的意義上——已難以適用於科學影像。在《判斷力批判》（*Kritik der Urteilkraft*）中，康德開宗明義

指出，「美」（das Schöne）並非事物自身的屬性，而僅與觀者的主觀感受相關。就這點看來，對他而言，美並不專屬於某一類特殊的對象，甚至無涉觀看的對象是否真實存在，而是一種由主體所作出的判斷。然而，他也為美設下了一個有別於「快適」（das Angenehme）與「善」（das Gute）的嚴格界定：關於美的判斷從來不是建立在「我能從中獲得什麼」的前提之上。也就是說，當我們作出審美判斷時，並不是因為某物對我有什麼用、能帶來什麼享受或滿足什麼慾望，也不是因為它能促進大眾的福祉或增進對事物的認識。康德指出，美必須是「不帶任何利害的」（ohne alles Interesse）。因此，它才不會受慾望、目的或利益的支配，而能成為一種無偏頗且自由的判斷。在康德看來，正是這種與審美對象之間不帶利害的關係，使審美判斷得以達致某種主觀上的普遍性。（Kant 2009: 47-70）事實上，也是在康德如此界定美的影響下，自 18 世紀以降，藝術作品逐漸被肯認為具有某種「自主性」（autonomy），亦即只服膺自身（autós）給出的規範與律則（nómos），而不從屬於何自身之外的規定。回到本文的脈絡，我們必須在此背景下意識到，科學影像之所以難以被視為藝術作品，是因為它緊密嵌合於科學實作之中，因而始終具有明確的功能性與索引性。它始終是他律的（heteronomous），限制它的因素幾乎不可勝數，從實驗的目的、觀察的對象、研究的問題，到操作的儀器、展示的脈絡等。然而，這並不意味著它的重要性因此便遭到否定。恰恰相反，當我們試圖主張其自主性，或將它轉化為「純粹」的審美對象時，反倒極易將它封閉於自身之中，而抹除它在科學實作與知識生產中所承載的意義。

五、事實的美學

從上面的討論看來，我們或許會得出「美學」已不再適用於科學影像的結論。然而，值得注意的是，近年的研究並未全然將美學排除在科學影像的討論之外。譬如，視覺文化學者卡西尼（Silvia Casini）便曾以當代雕塑家迪杜（Marc Didou）如何援引磁共振造影（Magnetic Resonance Imaging）將科學影像移轉至藝術領域為例，討論其在美學上的潛力。（Casini 2010）哲學家卡索（Clive Cazeaux）則從「隱喻」（metaphor）的運作出發，將科學影像的美學理解為：影像如何透過由技術生成的線條、形狀、色彩與明暗等視覺形式，隱喻性地開啟觀者對研究對象的觀看、理解與聯想方式。（Cazeaux 2015）不同於卡西尼，本文並不認為所謂的「美學」必須經過藝術手法的轉化或場域的轉移才得以成立。此外，本文雖同意卡索將科學影像的美學視為一種由技術中介所開啟的知覺模式，但仍主張唯有回到科學實作的操作過程之中，才能真正辨析其運作的邏輯。在以下篇幅中，本文將以 2025 年「Taiwan 顯微攝影競賽」獲得金獎的作品《曼陀羅》（*Microcosm*）【圖 3】為例，嘗試從科學影像（Bild）如何在操作過程中構建（bilden）事實的角度出發，為科學脈絡中的「美學」提出另一種可能的定義。

為了理解這幀由黑色背景中散發出各式繽紛色彩的影像，我們必須先約略重建其背後的研究脈絡。由林亞慧作為第一作者於 2024 年發表的論文可以推知，她的研究問題主要在於如何使福馬林固定、石蠟包埋（formalin-

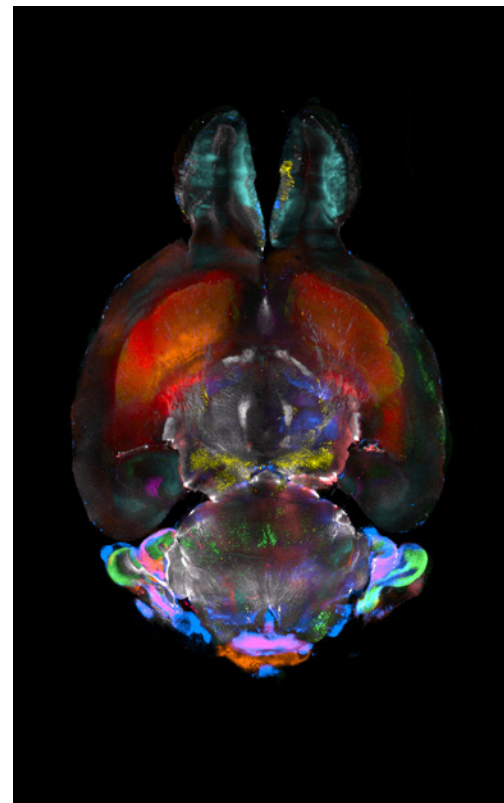


圖3 林亞慧，《曼陀羅》（*Microcosm*），2025 年 Taiwan 顯微攝影競賽金獎作品。圖片來源：顯微觀點（<https://micro-point.tw/micro-image-contest/2025-awardee/#portfolio/329ec7dc-b18f-4b22-9886-ca436e9e1ad9>）

fixed paraffin-embedded, FFPE) 的腦組織，重新成為能夠進行整體三維分析的材料。更具體地說，她在研究中處理的，是醫學與病理領域中大量保存的腦組織樣本。這些樣本在過去多半仰賴切片後在顯微鏡或全片掃描系統下觀看與分析，然而這種以二維薄片為基礎的觀察方式，難以提供腦部整體的三維資訊，也無法充分掌握不同神經結構在腦中的空間關係。因此，林亞慧研究的重點不僅在於改良既有的處理技術，更在於發展出一套方法，讓這類原本主要作為病理保存之用的腦組織，能在重新處理後逐步去除阻礙光線穿透的成分，並在此基礎上透過深層標記與整體成像建立腦的三維影像。(Lin et al. 2024)

為了達致這個目的，研究者必須先將用以研究的鼠腦自福馬林固定、石蠟包埋的狀態中重新取出，再進行去蠟、再水化、抗原修復與去除脂質等處理，使原本不易被光線穿透的腦組織逐步轉變為較為透明的樣本。接著，研究者必須在同一顆鼠腦上進行多輪免疫標記 (multiple rounds of immunolabeling)，也就是在同一樣本上反覆進行多次染色。染色在這裡的重要性，在於即使樣本變得透明，研究者仍無法清楚區辨其中不同種類的神經結構，因此必須藉由染色，使特定的蛋白質或細胞成分發出可被讀取的訊號。由於每一輪染色能標記的對象有限，研究者必須在完成一輪染色與成像之後，去除前一輪的螢光訊號，再進行下一輪染色。透過這種方式，原本無法在同一時間、同一空間中直接並置的多種神經訊號，便能在後續處理中被整合起來。(Lin et al. 2024)

在成像方面，此研究使用的是層光顯微鏡（Light Sheet Fluorescence Microscopy），亦即透過對樣本進行逐層掃描來形成三維影像。其原理在於利用一片很薄的激發光層照射透明樣本中的單一平面，使其中經過染色標記的蛋白質或細胞成分發出螢光，再由偵測端接收發射出的訊號。隨著儀器依序掃描不同深度的位置，一張張光學切片便得以逐步累積起來，原本分布於不同深度中的訊號也因此得以被重建為一個體積影像（volumetric image）。（Lin et al. 2024）

必須留意的是，僅透過上述的透明化、多輪標記與層光掃描，仍不足以完成不同輪次資料之間的整合。由於樣本在每一輪染色、漂白與再修復後，都可能產生些許變形或偏移，研究者還必須將不同輪次取得的資料相互校準與對齊。在此研究中，研究者除了在每一輪中標記意圖觀察的對象之外，也必須另外標示出血管來作為共同的參照，並以第一輪影像作為基準，將後續各輪影像逐一對齊。（Lin et al. 2022; Lin et al. 2024）

最終，研究者能運用三維影像軟體，譬如此研究使用的 Imaris，將經過校準與對齊的影像資料進一步整合、重建並視覺化。影像軟體在這裡的作用，不僅在於將不同輪次所獲得的訊號疊合起來，更在於協助研究者調整視角、處理透明度、以不同「假色」區分各種標記，並將原本分散於不同深度中的訊號轉換為可整體觀看的三維形式。（Lin et al. 2022; Lin et al. 2024）藉由這個步驟，不同標記的訊號強度、位置與層次關係，便得以被組織並整合為一個可供觀看、區辨，甚或穿梭其中的「圖像空間」。而我們在《曼

陀羅》所見到的，正是自經過透明化、多輪標記、層光掃描、影像配準與三維渲染等操作的結果中，截取出的一幀影像。

上文之所以耗費如此大的篇幅來介紹此實驗的目的與流程，不僅是想要說明需要經過多少繁複的手續，最終才得以形成我們眼前所見的《曼陀羅》，更是意圖強調，這幀影像其實奠基於一整套對影像的各式操作與相互組織之上。從染色、標記、掃描，到比較、驗證與量化，再到參照、比對、校準、對齊、疊合、整合與 3D 渲染，影像在此從來不只是最終出現的結果，而是始終源自於且連結著其他影像，並且也推動了其他影像的出現。此外，這項實驗所動員的也不只是單一類型的影像，而是還包括示意圖、外觀圖、檢驗圖、參照與配準圖、單一標記分布圖、多輪分輪圖、合成後的多標記圖、三維圖、剖面圖、多視角投影圖，乃至於動態影片在內的各種影像類型。換句話說，若仔細考察前面提到的每一個實驗過程，都會發現，有其他不同類型的影像介入其中，而任一幀影像也從未孤立存在，或單憑自身便得以成立。

以 2024 年論文中說明使腦組織變得透明過程的「圖一」（Figure 1）為例【圖 4】，研究者首先比較了不同條件下的去脂效果。圖 A 以長條圖的方式，將未去脂樣本、對照樣本，以及不同條件下所得的脂質訊號強度並列呈現，使各組條件之間量化的差異得以一目了然地呈顯出來。圖 B 則進一步透過螢光顯微鏡，比較不同條件下樣本內部的兩種神經標記，並以上下分列、橫向並置的方式，凸顯出何種做法才能同時獲得兩種不同神經結構最清晰

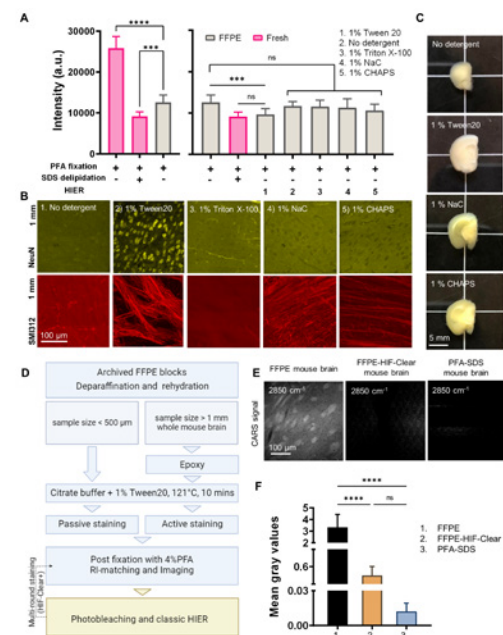


圖 4 圖一（Figure 1），收錄於 Lin, Ya-Hui, et al. "Revealing Intact Neuronal Circuitry in Centimeter-Sized Formalin-Fixed Paraffin-Embedded Brain." *eLife* 13, 2024, article RP93212, doi:10.7554/eLife.93212.

的影像。至於圖 C，則回到肉眼可見的尺度，藉由光學攝影相片檢視不同做法是否會使組織膨脹、變形或受損。圖 D 提供了在經過上述比較後研究者決定採用的方法，並以流程圖展示整個程序的順序，以及各步驟彼此之間的關係。到了圖 E，研究者透過另一種能偵測脂質相關分子振動訊號的方法，再次確認這個流程是否確實有效移除了殘留脂質。在左右並置的灰階影像中能直接看出，相較於未經處理的腦組織，經過處理的樣本所呈現的脂質訊號已明顯下降，幾近全黑。而到了最後的圖 F，則進一步將圖 E 中三張影像的灰階值量化，並以長條圖的形式來呈現。

必須強調的是，即便在「圖一」中並存著用以檢驗不同做法、呈現不同對象、顯示不同尺度，且具有不同功能的各式影像，這些影像卻未因此彼此分離、各行其是。相反地，它們不僅能相互驗證、彼此參照與反覆比對，更能藉由彼此之間在影像類型、呈現內容與觀看尺度上的「差異」，共同構成研究者用以釐清事實的視覺性證據。沿著這個脈絡，本文主張，雖然科學影像一如伯姆所言，並不像藝術影像一般具備「暗示的豐富性」、「隱喻性」、「視覺密度」或「自我指涉」等美學標準，然而，它仍然具有其自身的美學向度與相應的規範。只是，這裡的「美學」已無涉所謂的「美」，而必須回到 aesthetics 一字原初的意義，將其理解為一種「感知的條件」，亦即使「科學事實」得以透過感官被覺察，並維持其可感性（perceptibility）的規則。也就是說，雖然科學影像藉由技術的介入，能使其觀察的對象或現象變得可見，然而這裡的「可見性」絕非任意或不受限制。相反地，它仍需經過細緻的調整、校準、對齊與標準化。從設置同

樣的比例尺以利圖與圖之間的比較與參照，到確保不同儀器或理論模型能得出彼此契合的結果，再到在獲致的影像中區辨其中是否參雜了非預期的偏差或錯誤，科學影像的「美學」在這裡發揮的作用，便是確保影像帶來現前的「可見性」，仍然具備其「指涉某物」與「呈現事實」的能力。在這個脈絡下，科學影像的美學也必須確保實驗過程中製造出來的影像，在一定程度上扣連並接合既有的認識，否則便會喪失其效力。同時，這裡的美學也涉及科學領域中對影像的要求，譬如可重複性、可校驗性，或僅只是對影像解析度與對比度所需達到的標準。就《曼陀羅》而言，雖然其中並非全然沒有呈現上的彈性，譬如研究者仍在假色的設定上擁有選擇的自由度，但他仍須為不同標記的訊號套上足以區辨的不同顏色，以確保觀者能清晰辨識影像中不同種類的神經結構。此外，這些在三維影像中被辨識出的不同種類神經結構，也必須大致與過去經切片後，在顯微鏡或全片掃描系統下所觀察到的結構相符，這套方法才能獲致其正當性。

凡此種種，《曼陀羅》的美學價值，並不在於它是否成就了一幅賞心悅目的影像，而在於它如何使光得以進入組織，並將不同種類神經結構發出的訊號，轉化並整合為一幀得以被感知、辨識的影像。誠然，《曼陀羅》的題名確實為這幀影像開啟了另一層聯想——眼前鼠腦影像中斑斕的螢光訊號令人聯想到曼陀羅圖像由中心向外發散的空間秩序與結構。如此由題名引發的聯想，確實使《曼陀羅》看似擁有伯姆所謂藝術影像較為具備的「暗示的豐富性」與「隱喻性」。然而，這並不必然與伯姆對科學影像的區分相互抵觸，因為這邊的聯想並非這幀影像在成像與操作過程中所欲達致的

目的。這幀影像的判準終究並非在於引發豐富聯想，也並非在於單純成就某種視覺效果，而在於它是否能明確指向外於自身的研究對象，並在實驗問題與操作過程的脈絡中獲得校驗，進而使特定的科學事實得以被確證。換言之，這裡的「美學」並非科學影像的附加價值，而是內在於影像生產過程中的感知條件本身。它所關乎的並非影像之美，而是科學事實如何藉由影像而得以被感知、被確證，並最終被鞏固為對某物的認識。

六、結論

澳洲建築理論家米切爾（William J. Mitchell）曾在 1992 年提出著名的「後攝影年代」（post-photographic era）概念。他藉此指出「類比攝影」與「數位攝影」之間的斷裂，並進一步宣稱，在攝影發明 150 週年之際，也就是 1989 年，攝影其實已然「死亡」。在他看來，數位攝影不僅潛在地削弱了攝影原有的說服力，更使相片中的指涉物不再與影像保持既有的聯繫。（Mitchell 1992: 19, 31）在這個背景下，本文處理的「科學攝影」可謂一批相當特殊的案例。這批影像無一不是以數位技術製成，然而，毫無疑問，米切爾對於攝影相片已無公信力的說法，顯然無法適用於這些對象，因為它們皆有其明確的指涉物。不過，我們或許仍能借用「後攝影年代」的說法，來描述本文處理的「科學攝影」。只不過，這邊的「後」指稱的，既非數位技術所造成的斷裂，也非影像與指涉物的分離，而是一種在今日

自然科學中，「攝影」一詞本身所帶有的曖昧性。透過對「驚豔·新視野科學攝影比賽」以及「Taiwan 顯微攝影競賽」的比較與分析，本文一方面企圖指出，過往圍繞「攝影」持續出現的論題，已無法適用於今天被稱作「攝影相片」的影像。另一方面，本文也試圖展示，「攝影」在今天的理解下已不再限定於以光為媒介，亦不再侷限於某一種特定的成像技術，而更接近一種傾向於將影像理解為世界樣貌之忠實呈現的範式。除此之外，本文亦試圖從「假色」在科學影像中所具有的功能，以及對當代科學影像的分析出發，論證若「科學圖像」具有其自身的「美學」，這邊的「美學」並非僅只是影像所帶來的視覺愉悅，而是一整套如何透過對影像的調整、校準、對齊與標準化等過程，使「科學事實」得以透過感官被覺察，並維持其可感性之條件。若從這個角度看來，「後攝影年代」的「後」不僅提示出「攝影」一詞難以明確界定的不穩定狀態，更逼使我們扭轉對「操弄」（manipulation）或「介入」（intervention）的看法，進而更具體地去檢視技術的介入與影像的操作如何將不可見之物帶來現前，並正視其在知識生產過程中所扮演的積極角色。

引用書目

顯微觀點。「2025 Taiwan 顯微攝影競賽」網站：<https://micro-point.tw/>。2026.4.18 瀏覽。

國立自然科學博物館。「驚豔·新視野科學攝影比賽」網站：<https://web3.nmns.edu.tw/Exhibits/sic/index.html>。2026.4.18 瀏覽。

- Barthes, Roland. *La Chambre claire: Note sur la photographie*. Paris: Gallimard, Seuil, Éditions de l'Étoile, 1980.
- Bazin, André. "The Ontology of the Photographic Image." *What Is Cinema?* 1. Trans. Hugh Gray. Berkeley: University of California Press, 2005. 9-16.
- Benjamin, Walter. "Kleine Geschichte der Photographie." *Gesammelte Schriften* 2/1. Ed. Rolf Tiedemann and Hermann Schweppenhäuser. Frankfurt: Suhrkamp, 1977. 368-385.
- Boehm, Gottfried. "Zwischen Auge und Hand. Bilder als Instrumente der Erkenntnis." *Mit dem Auge denken: Strategien der Sichtbarmachung in wissenschaftlichen und virtuellen Welten*. Ed. Bettina Heintz and Jörg Huber. Wien: Springer, 2001. 43-54.
- Borck, Cornelius. "Die Unhintergebarkeit des Bildschirms. Beobachtungen zur Rolle von Bildtechniken in den präsentierten Wissenschaften." *Mit dem Auge denken: Strategien der Sichtbarmachung in wissenschaftlichen und virtuellen Welten*. Ed. Bettina Heintz and Jörg Huber. Wien: Springer, 2001. 383-394.
- Bradbury, Savile. "Electron Microscope." *Encyclopedia Britannica*. 10 Mar. 2026. <https://www.britannica.com/technology/electron-microscope>. Accessed 18 Apr. 2026.
- Burri, Regula Valérie, and Joseph Dumit. "Social Studies of Scientific Imaging and Visualization." *The Handbook of Science and Technology Studies*. Ed. Edward J. Hackett, Olga Amsterdamska, Michael Lynch, and Judy Wajcman. Cambridge, MA: MIT Press, 2008. 297-318.
- Casini, Silvia. "The Aesthetics of Magnetic Resonance Imaging (MRI): From the Scientific Laboratory to an Artwork." *Contemporary Aesthetics* 8, 2010, article 22. digitalcommons.risd.edu/liberalarts_contempaesthetics/vol8/iss1/22/.
- Cazeaux, Clive. "The Aesthetics of the Scientific Image." *Journal of Aesthetics and Phenomenology* 2(2): 187-209. 2015.
- Daston, Lorraine, and Peter Galison. "The Image of Objectivity." *Representations* 40, special issue *Seeing Science*, Autumn 1992. 81-128.
- Heintz, Bettina, and Jörg Huber. "Der verführerische Blick. Formen und Folgen wissenschaftlicher Visualisierungsstrategien." *Mit dem Auge denken: Strategien der Sichtbarmachung in wissenschaftlichen und virtuellen Welten*. Ed. Bettina Heintz and Jörg Huber. Wien: Springer, 2001. 9-40.
- Ihde, Don. *Expanding Hermeneutics: Visualism in Science*. Evanston, Ill.: Northwestern University Press, 1998.
- Kant, Immanuel. *Kritik der Urteilskraft*. Ed. Heiner F. Klemme. Hamburg: Felix Meiner, 2009.
- Lin, Ya-Hui, et al. "A Versatile Method to Archive and Delipidate Brain Tissues for Ensuing Multiplexed Immunolabeling and Organ-Level Imaging." *Research Square*. 2022. doi:10.21203/rs.3.rs-2321492/v1.
- Lin, Ya-Hui, et al. "Revealing Intact Neuronal Circuitry in Centimeter-Sized Formalin-Fixed Paraffin-Embedded Brain." *eLife* 13. 2024. article RP93212, doi:10.7554/eLife.93212.
- Lynch, Michael, and Samuel Y. Edgerton, Jr. "Aesthetics and Digital Image Processing: Representational Craft in Contemporary Astronomy." *Picturing Power: Visual Depiction and Social Relations*.

- Ed. Gordon Fyfe and John Law. London: Routledge, 1988. 184-220.
- Mitchell, William J. *The Reconfigured Eye: Visual Truth in the Post-Photographic Era*. Cambridge, MA: MIT Press, 1992.
- Pasveer, Bernike. "Representing or Mediating: A History and Philosophy of X-ray Images in Medicine." *Visual Cultures of Science*. Ed. Luc Pauwels. Hanover, New Hampshire: Dartmouth College Press, 2006. 41-62.
- Rheinberger, Hans-Jörg. "Objekt und Präsentationen." *Mit dem Auge denken: Strategien der Sichtbarmachung in wissenschaftlichen und virtuellen Welten*. Ed. Bettina Heintz and Jörg Huber. Wien: Springer, 2001. 55-61.
- Riebeek, Holli. "Why Is that Forest Red and that Cloud Blue? How to Interpret a False-Color Satellite Image." *NASA Earth Observatory*. 14 Mar. 2014. <https://science.nasa.gov/earth/earth-observatory/how-to-interpret-a-false-color-satellite-image/>
- Science Mission Directorate. "Visualizations: From Energy to Image." *NASA Science*. National Aeronautics and Space Administration, 2010. http://science.nasa.gov/ems/04_energytoimage. Accessed 18 Apr. 2026.
- Sontag, Susan. "In Plato's Cave." *On Photography*. USA: Picador, 2001. 3-26.
- "Transmission Electron Microscopy vs Scanning Electron Microscopy." *Thermo Fisher Scientific*. www.thermofisher.com/au/en/home/materials-science/learning-center/applications/sem-tem-difference.html. Accessed 18 Apr. 2026.
- Wise, M. Norton. "Making Visible." *Isis* 97(1): 75-82. 2006.
- Woolgar, Steve, and Javier Lezaun. "The Wrong Bin Bag: A Turn to Ontology in Science and Technology Studies?" *Social Studies of Science* 43(3): 321-340. 2013.