

美的追尋—藝術的鑑賞

林崇安
中央大學太空所

一、前言

●總綱：科學哲學是以「科學方法」對各種「存在」追根究底，以增加智慧、減除疑惑的一門學問。針對價值判斷中「美、醜」的存在問題追根究底，出現了「藝術學、美學」，這是對精神世界的探究，尚屬前科學。

二、美的組成份子

生而為人，各有美學的觀點，雖然不能免於主觀的看法，但是一般科學家們卻都有不謀而合的共識。愛因斯坦說：

「音樂和物理學領域中的研究工作在起源上是不同的，可是被共同的目標聯繫著，這就是對表達未知的東西的企求。它們的反應是不同的，可是它們互相補充著。至於藝術和科學上的創造，在這裏我完全同意叔本華的意見，認為擺脫日常生活的單調乏味，和在這個充滿著由我們創造的形象世界中尋找避難所的願望，才是它們最強有力的動機。這個世界可以由音樂的音符組成，也可以由數學的公式組成。我們試圖創造合理的世界圖像，使我們在那裏面就感覺到像在家裏一樣，並且可以獲得我們在日常生活中不能達到的安定。」

以下從藝術美和科學美來分析這一問題：

(1) 藝術美和科學美的通性

藝術美和科學美的基本通性是和諧性（統一性）、對稱性、簡單

性、意外性。一般要從「複雜」中，看出「簡單」之美，從「簡單」中，看出「複雜」之美。

- (a) 從詩詞、音樂等創作成品中，可看出好的作品的一些通性，例如，內容的精鍊、濃縮（濃度高），可由不同角度體會、延昇。這根科學定律的「簡單美」類似。
- (b) 藝術和科學的創作過程，在高層次的體驗中，都有美的感覺。

(2) 科學美的簡單性和不可取代性

大科學家愛因斯坦說：

「一切科學的偉大目標是要從盡可能少的假設或公理出發，通過邏輯的演繹，概括盡可能多的經驗事實。」

科學哲學家波普說：

「假如知識是我們的目的，簡單的陳述就不那麼簡單的陳述得到更高的評價，因為它們告訴我們更多東西；因為它們的經驗內容更多，因為它們更可檢驗。」

1979年物理獎得主溫伯格說：

(a) 簡單(simplicity)是我所謂美的一部分，但它是概念上的簡單，而非能以計算方程式或符號得出的那種機械式的簡單。愛因斯坦和牛頓兩人的重力理論都包括了能說明由任何數量的物質所產生之重力的方程式，在牛頓的理論中有三個此種方程式（相對應於空間的三維，另外加上一勢位方程式），而在愛因斯坦理論中則有十四個。事實上較美的反而是愛因斯坦的理論，部分是因為其有關重力和慣性相等的中心概念極具簡單性。

(b) 除了簡單之外還有另一項特質可使一個物理理論成為美的理論，那就是該物理能否給予我們一種不可取代性(inevitability)的感覺。

(3) 科學美的簡單性

任何理論，歸根到底只有少數幾條基本的假說：古典力學建立在牛頓三定律的假說上，狹義相對論建立在相對性原理與光速不變的假說上。這些假說反過來幾乎能解釋相關的自然現象，並得到應用。自然界普遍存在四種力：強作用力、弱作用力、電磁作用力和引力，它們決定了自然界的各種物質運動。物理學的終極目標就是要將四種力統一成一。物理學家總是受一種信仰的支配：宇宙是按照一個單一的、質樸的，具有驚人的優美的數學原理運行的。大物理學家約翰·惠勒表達了對達成這一最終目標的迫切心情，他說：

「總有一天，有一扇門肯定會開啟，顯露出這個世界的閃閃發光的中心機制，既質樸，又優美。」

(4) 科學的理性美

物理獎得主海森堡說：

「美就是部分與部分之間、部分與整體之間的固有的一致。」

(5) 大自然和生活中的美

大自然的美，如山河大地，或雄壯或雅緻，各由觀賞者體驗其美。其實生活中處處可以鑑賞出美的蹤跡，例如，桌面的擺飾、庭院的設計等等，有其靜態的美；歌唱、舞蹈等等，有其動態的美；甚至耐心的縫衣、安詳地掃地，處處都是美的展現，只看觀賞者如何擷取。這些都是美，唯一的差別是，有的存在長久些，有的稍縱即逝。

三、美的不同層次

為了便於掌握，我們可以將美區分為不同的層次：

【第一層次的美】

這一層次的美是以習俗的規範、形式為主。環肥燕瘦、臉上塗彩、…合習俗則美，不合習俗則醜。

【第二層次的美】

這一層次的美是依據「經驗」而得來的標準（客觀、理性），如長短的比例、色系的調配、線條、對稱、對比等等美學原理。合乎科學經驗的美學原理則美。

【第三層次的美】

這一層次的美是來至高度直覺的創意，由經驗的累積和心靈的寧靜而冒出。一般層次的美是世間美醜的相對判斷，而第三層次必然是超越了美醜。有時甚至突破常規的禁忌。

【意外美或奇異美的出現】

第三層次的創作過程，是依狀況機動調整的動態過程，在創作完成前不能事先估出結果之美妙，所以在完成後會有意外的驚喜，例如，朱銘的雕刻過程、大物理學家的研究，都會自然而然依狀況來調整創作的方向。一旦出現原先意料之外的美妙結果時，這種美可以稱為「意外美」或「奇異美」。

四、藝術美和科學美之異同

藝術與科學的創造本質是相同的，而其差異處：

- (1) 康德認為，藝術與科學的一個基本差異是，藝術以個性和自由表現為目的；科學則不以個性和自由表現為目的。
- (2) 科學哲學家波普說：

「藝術是我，科學是我們。」

- (3) 如果沒有牛頓，遲早一定會有萬有引力定律的問世；
如果沒有愛因斯坦，遲早也一定會有狹義相對論的問世。
如果沒有貝多芬，就一定不會有 C 小調交響曲的問世；
雖然沒有貝多芬，還是會有其他美妙的交響曲問世。
- (4) 科學美，大多是來自數學美。數學美比藝術美較具「客觀性」。
數學美的要項：和諧性、簡單性、意外性。
符合數學美的兩個例子：

- a 證明存在無限多個質數；
- b 證明 $\sqrt{2}$ 是一個無理數。

(5) 科學美不是感性美而是理性美，是來自事物秩序的內在美，是要具有數學直覺力才能把握。大科學家和大數學家彭加勒說：

「這種感覺能力，即對數學秩序的直覺，使我們能夠窺見自然隱秘的和諧關係，但不是每個人都具有的。」

(6) 英國數學家羅素（Russell，1872-1970）說：

「數學，……不但擁有真理，而且也具有至高的美。正像雕刻的美，是一種冷而嚴肅的美。這種美不是投合於我們天性微弱的那方面，這種美沒有繪畫或音樂那種華麗的裝飾，它可以純淨到崇高的地步，能夠達到嚴格的只有最偉大的藝術，才能顯示出那種圓滿的境地。」

(7) 英國的庫克（T.A.Cook）認為，藝術美不是遵守數學的精確性，而是對數學精確性的巧妙變動。

問：是什麼力量使古希臘的石頭建築獲得了生命呢？

答：來自建築家對數學精確性的巧妙變動。

五、美的評價

從文藝比賽到體操、跳水、選美等各項多人的競賽，都離不開評分，為了「客觀」只好依賴一組專家給出定量的數值。一般是採用「模糊數學」來進行，此中要先訂好評分規則。

例如，有三件藝術作品，假設評價其美時，是依據和諧美、簡單美、意外美等三項：

論域 $u = \{ \text{和諧美、簡單美、意外美} \}$ （設定 1）

權重 $A = \{ 50\%, 40\%, 10\% \}$ （設定 2）

每單項以 100 分來評。今設各項的評分如下：

甲的 $u = \{ 90, 80, 70 \}$

乙的 $u = \{ 70, 90, 80 \}$

丙的 $u = \{ 60, 90, 90 \}$

最後，配合權重，可以計算出結果如下：

甲=84，乙=79，丙=75。

因此，甲 > 乙 > 丙。

表面看來很公平，但是細看可知，分數的高低主要是決定於評分規則的「設定1」與「設定2」。論域可以增多或減少，權重也可以調整，因而成績相近者之名次，完全受控於評分規則。如果此例的權重，將「和諧美」降低，並將「意外美」提高到50%，那麼丙的分數將會最高。

結論：只要是評鑑，就不能免除人為的主觀干預；人們只能透過協商與共識，建立起當時最能接受的評分規則，並遵行之，如此而已。

【哲學問題】

問：為何人們有共同的美感？

答：因為人們有相似的身心結構（人同此心，心同此理）。

問：美的定義為何？美為何難以下定義？

答：從科學的角度來看，美是一組論域 { 和諧美、對稱美、簡單美、意外美 } 和權重的組合。美絕不是論域其中的一個單元而已，如果不看整體，當然難以下定義。

六、結語

以下摘錄大物理學家溫伯格對物理之美的重要看法，他說：

(1) 能給予我們美感的物理理論特徵為何？

一個像我們的美感這樣純屬個人和主觀的事情，不但可以幫助我們創造物理理論，同時也可幫助我們檢證理論的有效性。

(2) 什麼是美的理論？物理學家兼數學家龐加萊即承認：

「欲定義數學之美可能非常困難，但這對所有種類的美來說都是如此的。」

我不會嘗試對美加以定義，正如我不會嘗試定義愛情或恐懼一樣。有了感覺之後，你有時可能會用一些言語來描述它們，正如我現在所嘗試做的一樣。

(3) 我現在所講的那種美，與數學家和物理學家有時稱為優美 (elegance) 的特質相區分。一個優美的證明或計算，是指在獲致一個強而有力結論的同時，其間無關的複雜過程之比例則降至最低。

(4) 賦與廣義相對論和標準模型兩者最多不可取代性和簡單性的一個共通特徵是：它們遵守著「對稱性原理」。

對稱性原理簡單來說，就是某事物從一些不同角度看來均完全一樣的陳述。

有些事物比人類的臉孔有著更廣泛的對稱性。一個正立方體從不同方向觀看的結果都相同，所有的邊角皆呈直角交接，而當左右顛倒時結果亦同。完美的水晶體不單從各種不同方向觀看是一樣的，而當我們在水晶體內以各種方向移動位置時也是一樣。一個球體從任何方向看來都是一樣的，空無一物的空間則從任何方向、任何位置來看都是一樣的。

在自然界中真正重要的對稱性並不是事物的對稱，而是法則的對稱。自然法則的對稱性乃是當我們從我們觀察自然現象的角度做出某些改變時，我們所發現的自然法則並不改變的一個陳述，這種對稱性通常稱為不變性原理(principles of invariance)。例如，不論我們實驗室的坐向如何，我們所發現之自然法則的形式不變。

無論我們的實驗是位於何處，自然法則的形式也是不變。

無論我們如何設定時間，自然法則的形式不變。

以上所敘述的並不是說任何東西不會隨時間改變，而是說在不同時間與不同地方所發現的法則永遠是一樣的。

(5) 任何對稱性原理同時也是一個簡單性原理。

實際上，那個被數學家和物理學家們用來使我們的方程式看來儘可能簡化和單純的概念，已經加入了空間中所有的方向皆相等的假設。

這些自然法則的對稱性在古典物理學中已相當重要，而其重要性在量子力學中又更為提高。

牛頓視其提出的相對性為理所當然，愛因斯坦則明顯地設計其提出的相對性原理與一個實驗的事實——無論觀測者如何移動，光速是固定的——相符合。

自然界有粒子，例如一般原子中有電子、質子和中子；也有場的

存在，例如重力場或電磁場。量子力學的來臨引導至一個遠較統一的觀點。以量子力學來說，一個諸如電磁場之場的能量和動量係由被稱為光子的粒子束而來，光子的表現完全像粒子一樣，雖然是像粒子一樣，卻不具有質量。同樣地，在重力場中的能量和動量係由被稱為重力子(graviton)的粒子束而來，它們的表現也與不具有質量的粒子一樣。

唯有經由場的量子理論或是非常相像的理論，才是能結合狹義相對論和量子力學原理的途徑，這是今日學界所普遍接受的觀點。這正是那種將美賦予一個真正基本理論的邏輯嚴謹性。

(6) 在廣義相對論中，對稱性的基礎原理指出，所有的參考系都是相等的：自然法則不單單對以任何固定速度移動的觀測者，其對所有觀測者而言，看起來都是一樣的，不論他們的實驗室如何進行加速度或者旋轉。

(7) 在電弱理論中，如果我們在方程式中每個電子和微中子的地方代之以此種既非電子亦非微中子的混合狀態，那麼自然法則的形式仍然維持不變。

在電弱理論中，光子和 W、Z 粒子以四個場的能量束形式呈現出來，電弱理論的這個對稱性需要這些場，正如廣義相對論的對稱性需要重力場一般。

(8) 基本粒子的標準模型包括了電弱理論與量子色動力學的結合。我們在一些廣義相對論或標準模型等物理學理論中所發現的美，與一些藝術作品給予我們一種不可取代性所產生的美非常相像。

但正如我們對音樂、繪畫或詩詞的欣賞一般，這種不可取代性是屬於品味和經驗的範疇，是無法化約為公式的。

(9) 【實例】因為黎曼幾何學太美了，數學家們持續進行研究，而未曾想過其可能在物理學上的應用。它的美大部分又是必然性之美。黎曼和其他十九世紀的幾何學家，從未想到他們的研究有一天會被應用在物理學上的重力理論。

(10) 【實例】1950 年代末期，在宇宙射線中，以及在如柏克萊加州大學的貝伐撞(bevatron)等加速器中發現一大群新粒子後，一個有關內部對稱性之可能性的更廣泛的觀點才出現於理論物理學的世界裡。

什麼樣的內部對稱性能造成如此廣泛的族群團體呢？

一般性數學即所謂的群論(group theory)。

那些連續作用的變換群，如一般空間中的旋轉或在電弱理論中電子和微中子的混合，稱為李群(Lie groups)，係以挪威數學家李(Sophus Lie)來命名。

1960年，葛爾曼和以色列物理學家尼曼獨立發現這些簡單李群之一(稱為SU(3))正巧可以在這些基本粒子群上加諸族群結構，非常接近實驗室所發現的。葛爾曼從佛教借來一個名詞而稱此種對稱原理為八正道，因為較為人熟知的粒子如中子、質子與其六個表兄弟等八個成員組成一個族群。李未曾想過群論會在物理學上有所應用。數學家由其數學之美的感覺所引導而發展出物理學家只能在稍後才發現有用的形式架構。

(11)【哲學問題】物理學家到底從何得到美的感覺？使其不僅有助於在真實世界中發掘理論，甚至有時面臨相左的實驗證據時也有助於判斷物理學理論的有效性呢？

一個數學家的美感如何可導引出數十年或數世紀之後對物理學家仍然有價值的架構，即使該數學家可能對其在物理學上的應用沒有一點興趣呢？

第一個解釋是宇宙本身對我們而言，猶如一個隨機而無效率，但長期看來則是相當有效的教學機器。就像經過無數多次的偶發事件後，碳、氮、氧和氫的原子結合在一起形成生命的原始形態，其後再演化成為原生動物、魚類和人類，我們觀看宇宙的方式，同樣地也經由概念的自然選擇而逐漸演化。

我們已經在腦海中打造出自然就是一種特定的方式，而我們也習於以那種方式來觀察自然，發覺自然是如此美麗。

有關幾何的美，費爾茨獎得主丘成桐說：

「我看過楊(振寧)先生寫的一篇文章，楊先生講做物理好象畫圖畫一樣。我想做幾何也跟畫圖畫差不多，不過我們畫的圖畫更廣泛一點。物理學家要畫的基本上只有一張圖畫，就是自然界的現象。但是幾何學家可以隨意去畫，我們可以畫廣告畫，畫工程學需要的畫，也可以畫印象派的畫和寫實的畫。」

「出名的畫家往往花很多時間在磨練、在猜測，將他的工具不停地推進，在好的氣質修養下，才能夠畫出好的印象派的畫或山水

畫。

一般數學家和幾何學家也有同樣的經驗，有意義的工作即使是個很小的觀察 (observation)，往往花了數學家很大的精力去找尋。找尋的方法不單是從大自然吸取，也從美學和工程學來吸取。怎樣去尋找有意義的工作，跟我們氣質的培養有密切的關係。」

「從幾何來說，我們所要尋找的跟物理學一樣，就是真和美這兩個觀念。還有一個很重要而容易忽略的動力，是由工程學對數學需求所產生的。這三個想法推動了幾何學的發展。」

「在幾何學來說，美可分為兩方面：靜態的美和動態的美。靜態的美，譬如一朵花或雅致的山水，我們大致知道怎樣準確地去描述他們，甚至將我們的感受表達出來。如何描述動態的美對我們來說是一個很困難的問題，例如水在流或天在下雪，在不同的時間、空間，事物會產生激變，這是一個相當美的圖畫。」

「從古至今大家都講美，但是沒有很客觀的標準來決定什麼叫美或者不美。最重要的觀念只有一個，就是簡潔 simplicity。這往往是我們審美的一個主要標準。在做幾何、做數學、做物理的研究時，我們都在描述一個很複雜的幾何現象。假如我們沒有辦法將幾何現象用很簡潔的語言表達出來的話，我們不算有一個好的定理或者好的文章。用很簡潔的語言來推導和描述繁雜的幾何現象，在歐幾裏得的時代就歸納為用三段論證方法得出的過程。當時有很多定理，從希臘或埃及早期就發現了很多不同的平面幾何現象，但是沒有辦法有系統地放在一起。歐氏很重要的貢獻，就是能夠將定理統一起來，用公理來解釋所有當時發現的定理。例如兩點之間可以用唯一的直線連接起來這個事實，可以推導出很多定理。追求用簡潔的語言來解釋複雜的幾何現象，是幾何學家的目標。物理學也是一樣，物理上很複雜的現象也希望用統一場論來描述。」

「在物理上出現的問題在數學上會更為困難，因為物理學家願意接受直觀的證明的觀念，而數學家難以接受。可是從量子力學，量子場論推導出來的數學，幾何學家往往驚歎他們如魔術般的奇妙直覺 (intuition)。在有限維空間時，由物理學引起的幾何，我們大致上都可以理解和證明。可是在無窮維空間裏面，我們發覺古典幾何學的直覺與真理有相當遠的距離，沒有辦法將有限維

空間的想法簡單地推導到無窮維空間幾何上去。這十五年來，自從弦理論產生以後，我們驚訝地發覺從物理直覺產生的幾何結論往往是正確的。」

美是什麼？

先化為美，再來談美

將美分解

{和諧美、對稱美、簡單美、意外美}

美的原貌

其實是一組集合
