

國家教育研究院
National Academy for Educational Research
www.naer.edu.tw

ISBN 978-986-05-7193-6
9 789860 571936
GPN 1010701826

十二年國民基本教育
藝術領域高中階段

就是那道光！

燈

的設計思考

學生手冊

十二年國民基本教育藝術領域教材及教學模組研發編輯小組

十二年國民基本教育

藝術領域高中階段

就是那道光！

燈

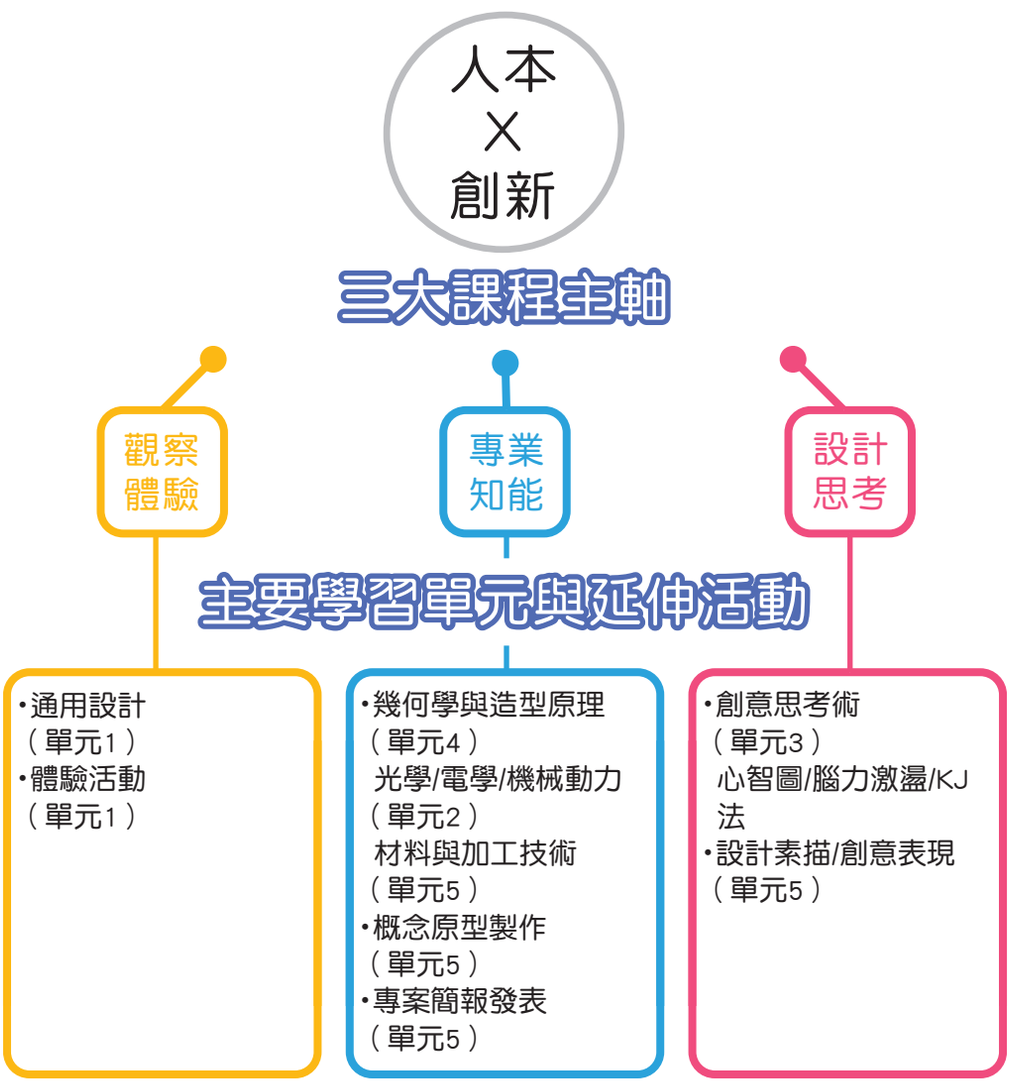
的設計思考

學生手冊

十二年國民基本教育藝術領域教材及教學模組研發編輯小組

設計思考 課程學習地圖

這是一套透過體驗與實作增進理解，從而學習「帶得走能力」的跨領域整合型創新課程。設計要打動人心，必須回歸人的需求，從他人的生活學習，並化為設計思考家最關鍵的靈光洞見。透過這門以光為題的未來燈具設計專題，你將可以：透過日常生活觀察，看見或說出人們潛藏在心裡卻沒被滿足的真正需求；再者，藉由體驗活動，超越個人有限經驗，具同理心設身處為他人著想；最後，連結統整不同學科的專業知能，將觀察和體驗轉化成改善人類生活的未來創意產品或服務。



目錄

1

光亮人生 1

亮不亮有關係 3

沒有光的世界會是什麼樣子？ 3

健康舒適的照明 4

光對人生理、心理的影響 6

年齡與視覺 7

2

光與電的神秘之旅 9

光有什麼奇特的性質？ 11

光從哪裡來？ 12

如何讓電燈發亮？ 13

如何點亮 LED? 14

3

靈光乍現．燈具設計 . . . 15

「燈」在我身邊 17

光之想像：
對於那道光，你能有多少想像？
. 18

「靈光乍現．燈具設計」
分組腦力激盪創意練習
. 21



4

幾何型態創意無窮. 23

燈，不僅僅是照明，
也需要幾何設計！ 25

黃金分割 29

5

材料大觀園 . . . 31

當靈感迸發時 - 概念草圖 . . . 33

速寫拼盤畫 33

概念草圖表現重點 34

工業設計 - 材料的感官展演 35

原型實作 - 概念的實驗場. 37

打開神奇的實作百寶箱. 38

燈的原型實作範例. . . 38

附錄

一　未來燈具設計企劃書 . . .40

二　正四面體. 44

三　正立方體. 46

四　正八面體 48

五　正十二面體 50

六　正二十面體 52





第一單元　光亮人生

光無形當中影響人的健康、情緒、效率，好的燈具設計必須以使用者為中心，考量使用者的需求。本單元我們將從體驗活動切入，感受燈光對人的生理與心理的影響，進而了解健康舒適照明的條件，以及人在不同年齡、不同情境所需要燈光的不同。另外，從日常生活情境中主動發現燈具使用的常見問題，以分組合作學習方式，透過生活中設計不良的燈具來進行討論，深入思考以發掘使用者真正的問題與需求，作為創新產品設計的靈感。

學習本單元子題，你將可以：

一、感受與認識燈光對人的生理、心理的影響。
二、了解因使用者的年齡、情境而對燈光有不同的需求。
三、思考日常生活中燈具使用的常見問題。
四、同理、主動發現使用者的需求引發創新燈具設計的靈感。

亮不亮有關係

為什麼閱讀及做功課時眼睛經常感到痠澀疲勞？為什麼夜晚開燈上完洗手間回到床上睡意全消？為什麼櫥窗裡的食物看起來特別好吃？為什麼晚上回到燈光明亮的家中無法放鬆也不易入睡？本單元讓我們一起來探索燈光對人的生理與心理的影響。

沒有光的世界會是什麼樣子？

停電的夜晚室內一片漆黑，伸手不見五指！當環境缺乏光源時，不管你是如何用力「看」，很難看見東西。看得見物體是因為光線照射到物體，經過反射後部份光線進入眼睛，光線先穿透角膜、水晶體經過屈光、聚焦，將影像投射到視網膜，視網膜上的桿狀細胞及錐狀細胞分別把亮度及顏色傳至大腦（圖 1-1），形成了「物的形體」，於是看見了該物體。

錐狀細胞的主要功能為感受顏色，在白晝時，錐狀細胞具有高感受度。可以分為 L、M、S 錐狀細胞，其中，L 錐狀細胞主要感受紅色，M 錐狀細胞主要感受綠色，S 錐狀細胞主要感受藍色，由於在不同光強度下，不同細胞的敏感度也不相同，如果一個人先天缺少 L、M 或 S 錐狀細胞，便是所謂的先天性色盲。桿狀細胞僅接收光，無法辨明顏色，所感受的是黑白影像，主要在夜晚的情況下運作。

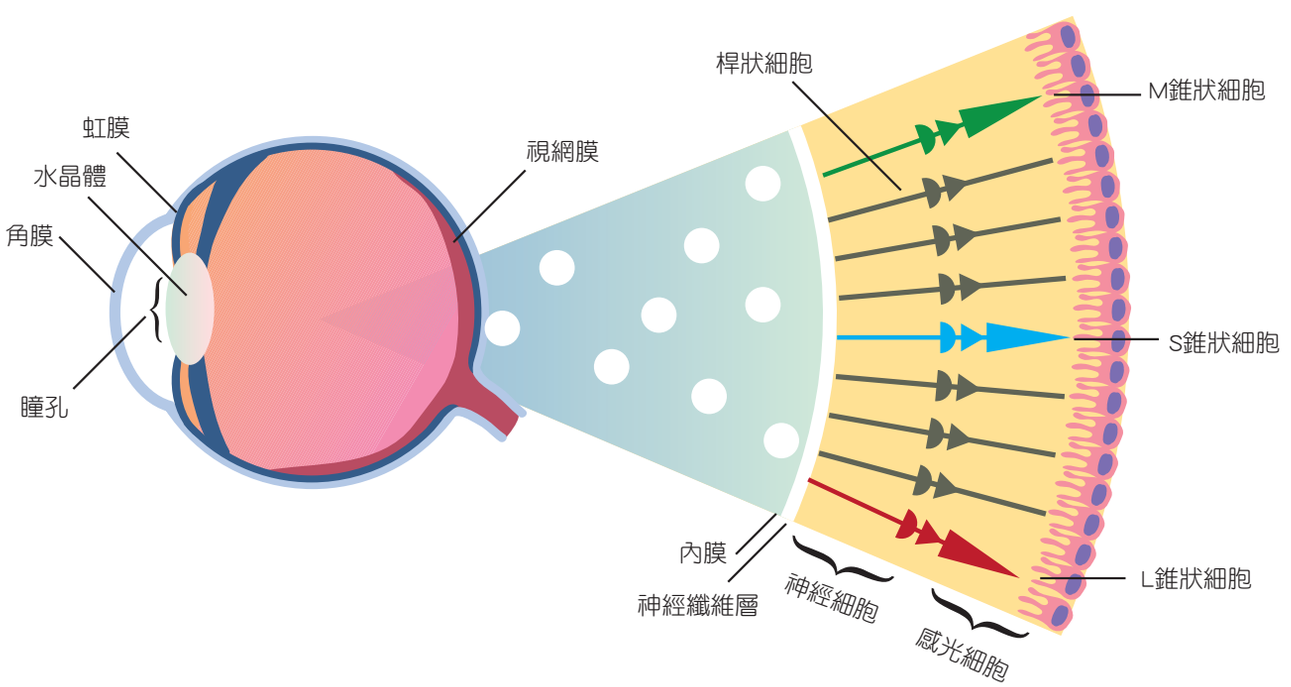


圖 1-1 眼睛的基本結構和對光源的反應：人眼剖面圖及桿狀細胞與錐狀細胞。

讓我們從不同視野看世界，請依老師的指示分別完成下列各項體驗（圖 1-2），體驗完成後立即寫下你的感受與心得，並參考課本的內容試著和同學討論完成 Q&A。

體驗項目	感受與心得	Q&A
□黑暗體驗		眼睛是如何看見物體？
□色盲體驗		眼睛是如何看見顏色？
□照度與色溫體驗		照度對視覺的影響？ 色溫對視覺的影響？ 照度與色溫對視覺的影響？
□高齡視力體驗		高齡者視力變化有哪些？



圖 1-2 體驗設備
(a) 色盲體驗眼鏡
(b) 高齡視力體驗眼鏡
(c) 黑暗體驗眼鏡
(d) 視覺體驗相關設備

健康舒適的照明

光是人類不可缺少的朋友，白天在自然光下為我們照耀大地，夜晚則仰賴人工光源為我們點亮四周，從燭火、燈泡、日光燈到近來強調節能的 LED 燈。隨著人們生活品質的提升與科技的進步，人們對光源的要求，不僅是照亮物體讓人看見而已，更要求光的品質；優質照明更需考量光對使用者生理、心理的影響，不只要避免光害，還要考慮在不同情境能提供健康舒適的照明。健康舒適的照明要考慮適當的照度、低眩光、高演色性與適當的色溫。

適當照度

照度太低時眼睛容易疲勞，照度太高會感到刺眼，令眼睛不舒服，不同的作業環境應有不同的照度需求（圖 1-3 ～ 4）。

環境	照度 (lux)
烈日	100,000
陰天	8,000
繪圖	600
閱讀	500
夜間棒球場	400
辦公室 / 教室	300
路燈	5
滿月	0.2
星光	0.0003

圖 1-3 環境中的光源照度

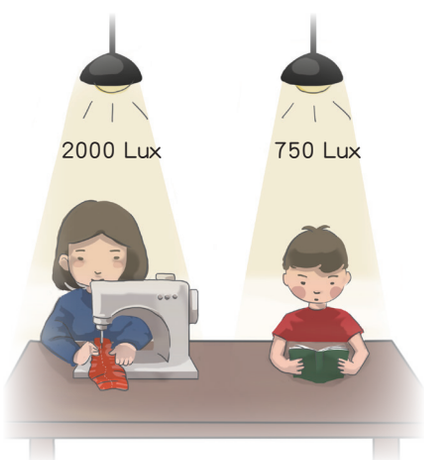


圖 1-4 不同工作環境需要的光源照度

知識加油站

照度是每單位面積所接收到的光通量，單位是勒克斯 (Lux)。

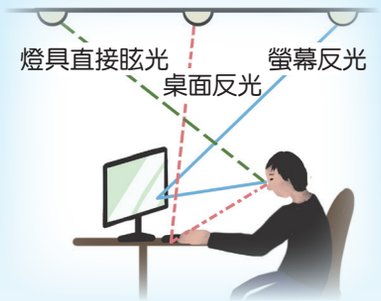


圖 1-5 直接炫光與反射性眩光

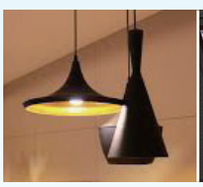


圖 1-6 燈罩



圖 1-7 格柵式燈具

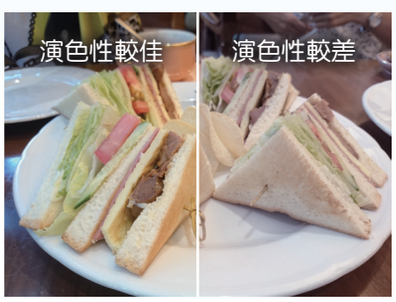


圖 1-8 演色性

光源	色溫	顏色
晴空	8000-10000 K	藍
陰天	6500-7500 K	淡藍
正午陽光	5500-6000 K	白
冷色螢光燈	4000-6500 K	淡黃 - 白
早晨及午後陽光	4000-5000 K	淡黃
清晨及日落	2000-3000 K	橘黃
暖色螢光燈	2500-3000 K	橘黃
鎢絲燈	2700 K	橘黃
燭光	2000 K	橘紅

圖 1-9 不同光源的色溫



圖 1-10 不同色溫的臥室

低眩光

當眼角餘光直接看到光源，耀眼刺目的燈光導致視線無法專注而清晰的觀看物體，這種干擾為直接眩光。有時候環境的物體也會反射光源（如櫃台、書頁上的小光點），這些經過反射的刺眼光點則為間接眩光（圖 1-5）。眩光會讓眼睛不舒服，易疲勞、注意力不集中。光源過度集中導致眩光，提升光的均勻度就能改善眩光。

善用燈具設計，隱藏過度集中的光源，再利用燈具反射將光源導出。常見燈具改善眩光的方法如下：

- 利用半透性的燈罩材質，將光源弱化分散（圖 1-6）。
- 使用格柵式燈具，避免眼睛直視光源（圖 1-7）。
- 燈光投射方向垂直於眼水平視線。
- 桌面與書本避免使用反光材質。

高演色性

演色性是指物體在光源下的感受與在太陽光下的感受的真實度百分比。演色性越高則眼睛看到的色彩越接近真實。平均演色性指數（Ra）80 以上為演色性佳的光源（圖 1-8）。

適當的色溫

色溫是指光波在不同能量下，眼睛感受到的顏色變化。當色溫在 3,000 K 以下時，光色有偏紅的現象，給人溫暖的感覺；當色溫超過 5,000 K 時，顏色偏向白或藍光，給人冷爽、明亮的感覺（圖 1-9 ～ 10）。人體的感覺與色溫及照度之間也呈現微妙的關係（圖 1-11）。

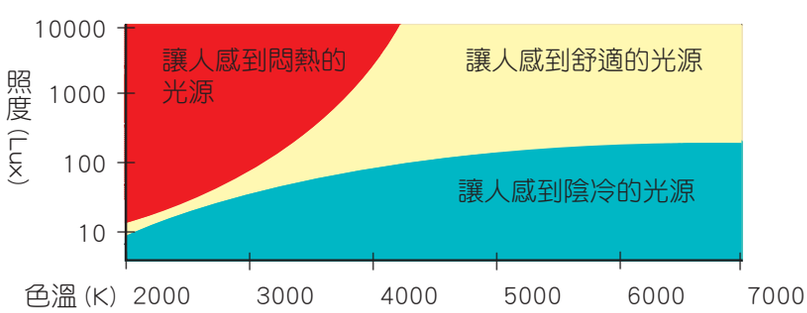


圖 1-11 人體的感覺與色溫及照度的關係

光對人生理、心理的影響

光與生理時鐘

人類在夜間入睡以後，大腦會分泌一種褪黑激素(Melatonin)，這種神奇的天然荷爾蒙不但會幫助入睡，更能調節人體各類活動，維持生理時鐘規律運轉。但是，大腦必須在黑暗的情況下才會正常製造褪黑激素，而夜間的燈光則會嚴重抑制大腦製造褪黑激素，即使只有 90 勒克斯，也就是相當於床頭夜燈或是電腦螢幕的亮度，就能抑制褪黑激素的合成長達一個半小時，可能導致免疫力下降及兒童性早熟。

光的色調

人工光源的色調可帶給人不同的視覺感受，暖色系（黃～橙，紅～紫紅）給予一種積極的感受，使人感覺比實際位置近，看起來較大，具有活力、溫暖，能引起食慾；寒色系（藍紫～藍，藍綠～黃綠）使人感覺比實際位置遠而小、安靜、涼爽，帶來食慾減退與消極的感受（圖 1-12）。

	感受	使用情境
冷色調	• 冰冷 • 緊張 • 堅硬 • 富商業氣息	• 炎熱的夏天 • 維持清醒時 • 工作的時候
暖色調	• 溫暖 • 放鬆 • 柔軟 • 富文藝氣息	• 寒冷的冬天 • 休息、放鬆時 • 用餐時

圖 1-12 色調與感受

光的顏色

不同顏色的人工光源所產生的生理與心理的影響（圖 1-13）。

光色	影響
紅色	血壓升高、脈搏、呼吸加快。興奮無法專心
橙色	刺激食慾
黃色	眼睛刺激易疲勞
綠色	鎮靜神經、解除疲勞、舒緩消極情緒
藍色	鎮靜安神可減緩心律，消除緊張情緒
白色	可以使高血壓患者血壓降低，心平氣和
光線色彩雜亂	令人心情亢奮，導致煩躁不安

圖 1-13 光色對人體生理、心理的影響

知識加油站

光的色調可喚起人對生活經驗，例如火紅的太陽、陰藍的月色等。在劇場燈光的運用上，除特定時間場景的光色使用外，琥珀色可以強調自然膚色，用粉紅色突顯正派人物，惡棍等反派角色則以綠光照明。光源中若缺乏紅色波長，會使人呈現蒼白或不健康的膚色。

知識加油站

根據科學研究顯示，長期待在過亮的光源下，會感到精神緊張和過度亢奮，過暗的光源則會降低工作效率，長期待在過暗的環境裡，容易讓人情緒低落，甚至誘發憂鬱。因此在不同的場所、活動，提供正確的光源亮度，才能達到身心相對良好的狀態。

年齡與視覺

人從出生至年老，眼睛一直持續物理上的變化。左圖（圖 1-14）為相同光線、同物品、不同年齡，眼睛所看到的樣子。



圖 1-14 年齡與視覺的變化

嬰幼兒

新生兒視力只有成人的三十分之一，只能看見黑白色與模糊影像，也可以看到光及一些簡單的圖案，在四歲前後，視力才會達到 1.0。嬰幼兒水晶體清澈透明，光線進入眼睛較多，過多的光會影響睡眠也會影響生長發育，適量而柔和的光線，能提供物體足夠的照明，可以幫助眼睛視力的發育。

兒童及青少年

此階段用眼頻繁要避免近視度數加深，照明需求：寫作閱讀則需要 500 至 1,000 Lux 照度，在適當的光源下，眼睛較不易疲勞，工作和讀書效率也會提升。眼睛的水晶體是清透的，光線較大，穿透性強，在強光下對眼睛傷害。若頻繁使用智慧型手機和平板，眼睛過度暴露於藍光下，長時間易造成眼睛水晶體及黃斑部病變，嚴重恐失明。

成人及老年人

40 歲以後水晶體變厚、彈性與透明度變差，使光線易散射而無法精確投影，導致視力模糊，看近物時調整與對焦能力下降，使物體影像落在視網膜後方而看不清楚，此即為老花眼。50 歲以後，角膜與水晶體日趨黃化，黃色素過濾光的進入，使物體看起來微黃，導致藍色看起來較暗或易與綠色混淆。眼睛對光刺激的反應程度降低，對焦與適應明、暗環境所需的時間增長。控制光進入眼睛的能力減弱，因此對眩光更為敏感（圖 1-15）。隨年齡增加瞳孔變小，所能到達視網膜的光量減少，在低照度時視力差 ，因此需要更高的照度與亮度或明亮的顏色以刺激眼睛反應。

炫光時間 / 年齡	一般照明〝暗到亮〞	一般照明〝亮到暗〞	防眩光照明〝暗到亮〞	防眩光照明〝亮到暗〞
年輕人	5 秒 感到刺眼	需 10 秒 才看到輪廓	不會刺眼	需 1-2 秒 才看到輪廓
老年人 （70 歲以上）	7 秒 感到刺眼	需 3 分鐘 才看到輪廓	不會刺眼	需 30 秒 才看到輪廓

圖 1-15 年齡與眩光時間

Design Thinking 生活中設計不良的燈具討論

好的燈具設計要以使用者為中心，去理解使用者為什麼會這樣想、為什麼會這麼說、又為什麼會這麼做，去體會他們的世界，明白使用者所真正在乎的事物；完整了解使用者的行為、想法、情緒等，則能設計出貼近使用者真實需求的產品。想想看，在日常生活中，曾有哪些設計不良的燈具使用經驗呢？怎樣才符合使用者的需求呢？

問題情境描述

例如：走進教室，按下電燈開關，亮的卻不是你要的那盞燈。

了解、同理使用者

說 (Say)：使用者說了什麼？

想 (Think)：使用者可能在想什麼？使用者可能有哪些信仰價值？

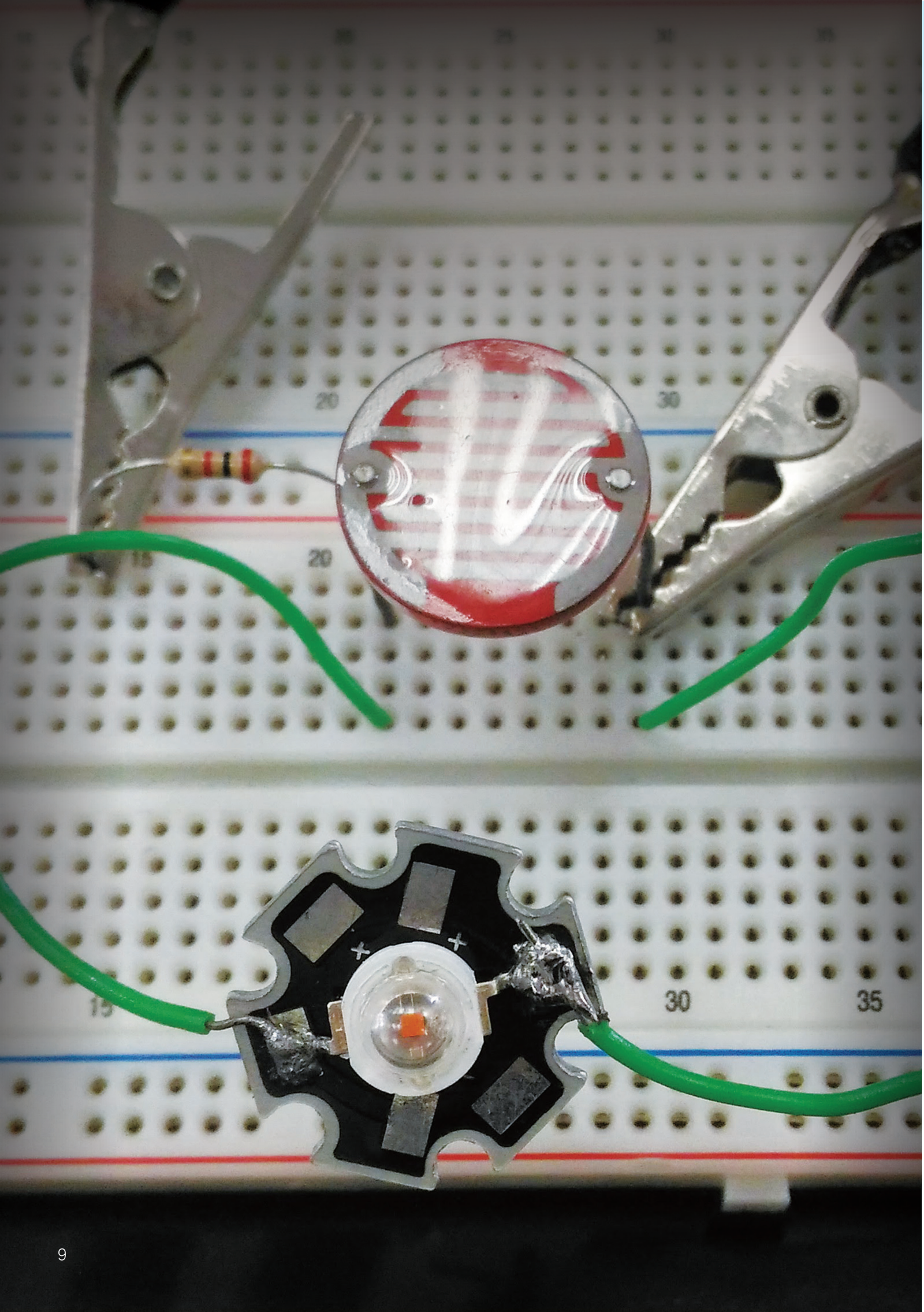
做 (Do)：使用者做了什麼？你注意到哪些行為？

感覺 (Feel)：使用者經歷了什麼情緒？

從需要到需求找到核心問題

例如：教室的使用者需要明確知道開關與燈的位置，因為對他們來說能正確迅速切換到要用的燈很重要。

使用者需要＿＿＿





第二單元　光與電的神秘之旅

燈的主要功能是發光。而燈具是陪襯在發光體周圍，促使燈發出的光更符合使用者的需求。因此，接下來此篇文章將介紹光所具備基本特性以及以電發光的簡易方法。最後，文章將說明如何接連一簡單的 LED 電燈電路。

學習本單元子題，你將可以：

一、光的奇特性質

二、光從哪裡來

三、如何讓電燈發亮

四、如何點亮 LED

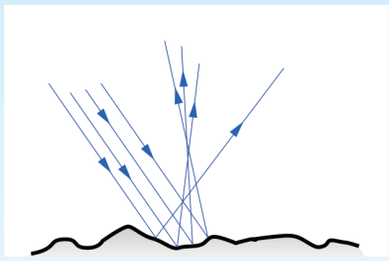


圖 2-1 光的漫射

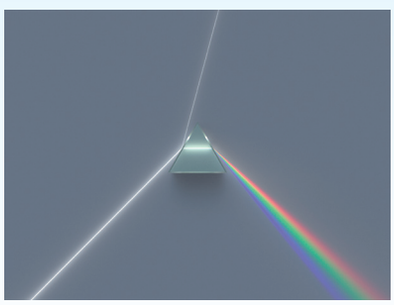


圖 2-2 光的折射與色散



圖 2-3 光碟片對光的干涉

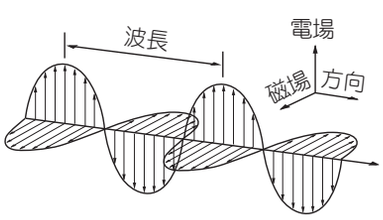


圖 2-4 電磁波



圖 2-5 偏振片的濾光效果

光有什麼奇特的性質？

光的特性有強弱、顏色、偏振。光遇到物體的特性有反射、折射、干涉或繞射。

光強弱代表單位時間傳遞的光能量。若光太弱，可以藉由凹面鏡反射聚光、凸透鏡折射聚光。若光太強時，可以藉由粗造反射光造成方向混亂的反射，稱為漫射，使光達到柔和的效果（圖 2-1）。

光的七彩顏色若混合則呈現白色。不同使用的情境可能需要使用不同色光。若要將混和的白光分離成不同顏色，可以使用三稜鏡的折射所造成的色散現象，此操作稱為分光（圖 2-2）。通常只要經過兩次折射，混和色光很容易就會分成繽紛七彩的色光，因此也可以利用玻璃珠的球形讓光通過而產生分光。

分光的另一方法是使用光柵片，光柵就像柵欄一般有條狀的遮擋或是凹槽，常見光柵即是光碟片。光是一種電磁波，波動遇到週期性排列的物體反射或透射，就會產生暗亮相間的干涉條紋。這些條紋的間隔的大小與光的顏色有關，因此不同色光的條紋間隔不同而造成顏色分散的效果，光碟片的七彩條紋即是干涉的結果（圖 2-3）。另外，蝴蝶翅膀的繽紛彩紋也是光經由翅膀中週期排列的構造所造成干涉的結果。

光是電磁波，電磁波的電場振動方向與光前進方向垂直（圖 2-4）。因此光波中的電場的振動方向有許多方向。某些透光物質因具有條狀分子的結構，可以使通過該物質的光的電場只能順著條狀分子分向振動，因此達到過濾光的振動方向的效果，此種物質稱為偏光片，又稱為濾鏡。光經反射，因為電磁波的振動方向平行反射表面較容易反射，因此反射光也會形成偏振光，因此可以利用偏光片將反射光濾去（圖 2-5）。

利用以上光的反射、折射、干涉可以成光強弱、顏色、偏振的變化，製造出各種繽紛色彩的光彩。

光從哪裡來？

光的來源可以分為 (1) 由熱產生的光，(2) 由電子在不同能階躍遷釋出的光。前者光源，例如：火把、鎢絲燈泡；後者光源，例如：日光燈、LED(發光二極體)、螢光棒等。

由熱而產生的光，都是混色的光，即各種顏色都有。因此在作為日常生活照明使用的光源較接近陽光，例如鎢絲燈泡 (圖 2-6) 。但會隨溫度升高，而主色光會越往藍色偏，陽光主色是黃色。因此燈的規格標是常常會用「色溫」一詞表示發光顏色。但是熱致發光的光源，會伴隨著熱的發散，使得作為照明用途的光源產生負面的效應。從節省能源的觀點，熱致發光的光源的能源使用效率較為低落。

若是光源是由電子在不同能量階梯間跳躍而釋出的光 (圖 2-7) ，則通常顏色較集中在某些顏色，但是伴隨的熱效應較少。日光燈即是此種發光體，但是為了適合日常照明，日光內是由高電壓激發電子產生紫外光，再藉由紫外光激發不同顏色的螢光粉，使其發出不同色光，而讓使用者感覺其光色接近陽光。但是與熱致發光的光源相比，此種光源的顏色的多樣性還是較低的 (圖 2-8) 。此種發光體除了日光燈 (又稱為螢光燈) 外，還有近年來逐漸被採用為照明用途的 LED 燈。LED 燈的耗能極低，發光體因為是固體，體積小，可以隨用途改造不同尺吋造型，而且耐用時限極長，因此 LED 燈將逐漸取代日光燈，成為照明光源的主流。

但是有時使用光源不見得是為了照明，有時為了藝術表演需要強光且單色準直的光源，因此此種功能的光源最常被採用的是雷射 (圖 2-9) 。雷射有低功率的半導體雷射，也有超大功率的氣體雷射，通常前者是指示用途，或是藝術，而後者通常是工業用途。雷射光除了極純的顏色特性，另外因為其電磁波的波長與光波振動的一至性高於一般光源，當雷射光照射在物體表面產生干涉式的光斑，具有某種炫目的藝術性 (圖 2-10) 。但使用雷射須注意眼睛的安全。



圖 2-6 白熾燈泡

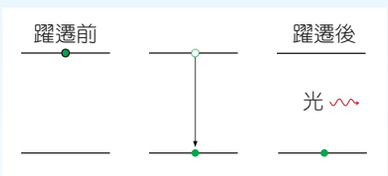


圖 2-7 原子內電子躍遷而發光

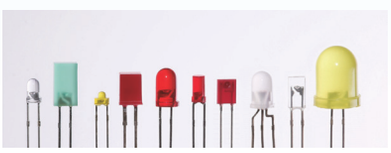


圖 2-8 LED 燈



圖 2-9 各色雷射光

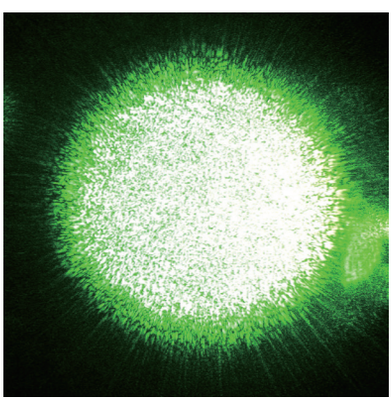


圖 2-10 綠光雷射的光斑

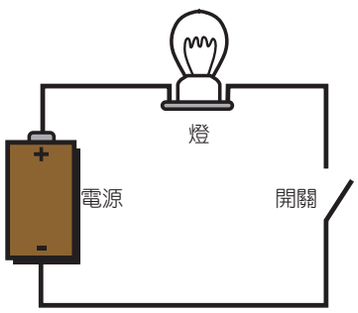


圖 2-11 簡單的光源電路

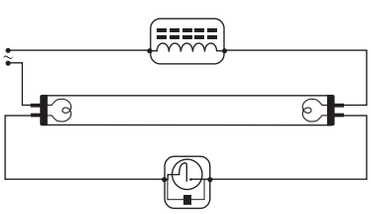


圖 2-12 日燈光電路



圖 2-13 各色的 LED 燈

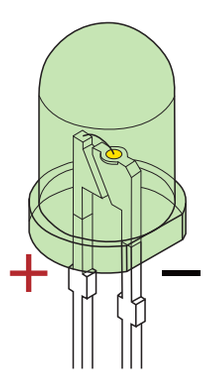


圖 2-14 LED 的內部結構

如何讓電燈發亮？

以電源啟動電燈，需要準備符合電燈電壓規格的電源，另外也需注意電燈適用交流電或是直流電。一般而言，日光燈需使用交流電，LED 燈使用直流電，鎢絲燈泡交直流電皆可使用。另外也需準備符合電流規格的電線及開關（圖 2-11）。

熱致發光的鎢絲燈，當電源電壓從零開始調升至額定電壓前即會發光，但是到達額定電壓是發光效果較妥適，若超過額定電壓一段時間則可能會燒毀。另外鎢絲燈中均充有惰性氣體，以保護鎢絲氧化。因為鎢絲燈交直流電均適用，一般的鎢絲燈連接電源正負極均可交換。

日光燈需要高電壓，因此日光燈均要有一安定器，將家用電壓 110V 調整到合適電壓並穩定電流，促使其中汞氣放電激發電子躍遷。因此日光燈除了燈管，配合燈管規格的安定器就十分重要。另外因為再啟動階段，需要有起動器，其功能是在啟動階段使日光燈的電子發射燈絲保持高電流，並隨後因熱膨脹使的雙金屬開關形成斷路。而使電流指流經燈管（圖 2-12）。

LED 燈的電源電壓須超過某電壓值，LED 燈才會啟動，例如紅色 LED 啟動電壓約為 1.8V，藍色 LED 啟動電壓約為 3.0V。LED 燈使用直流電，因此正負極不可反接。一般 LED 燈會標示正負極，若是有接腳的 LED，則通常長的接腳是正極（圖 2-13）。LED 燈通常是單色（圖 2-14），而其顏色會隨電壓升高稍微改變。若要使 LED 模擬陽光，其方法有很多種，其中一種方法是讓藍光 LED 的藍光激發 LED 燈罩內的不同色光的螢光粉而發出混色的白光。一般而言，為了避免 LED 的電流過高，會在 LED 電路中串接一個電阻，以調控電流。

如何點亮 LED?

一、準備材料：

紅色 LED、電線、1.5 伏特乾電池、可變電阻 (1kΩ)、光敏電阻。

二、步驟：

（一）LED 基本電路

1. 將紅色 LED 的長腳（正極）接在電池正極，紅色 LED 的短腳（正極）接在電池負極，電線電路連接（圖 2-15）。
2. 觀察 LED 燈的發光情形。

（二）利用可變電阻改變 LED 的亮度

1. 將紅色 LED 的長腳（正極）接在電池正極，紅色 LED 的短腳（正極）接在電池負極，並串接一個可變電阻，可變電阻要接線在中間腳位與側邊腳位，不可同時接線在兩側腳位。電線電路連接如下圖所示。
2. 調整可變電阻旋鈕，觀察 LED 燈的發光情形。

（三）利用光敏電阻改變 LED 的亮度

1. 將紅色 LED 的長腳（正極）接在電池正極，紅色 LED 的短腳（正極）接在電池負極，並串接一個光敏電阻。電線電路連接（圖 2-16）所示。
2. 遮蔽光敏電阻，觀察 LED 燈的發光情形。

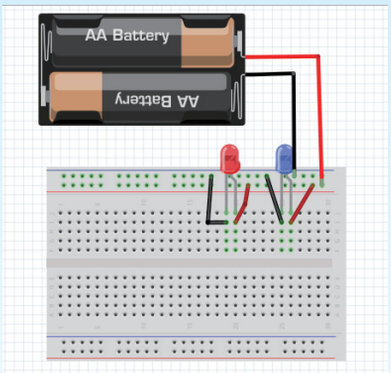


圖 2-15 LED 的簡單電路

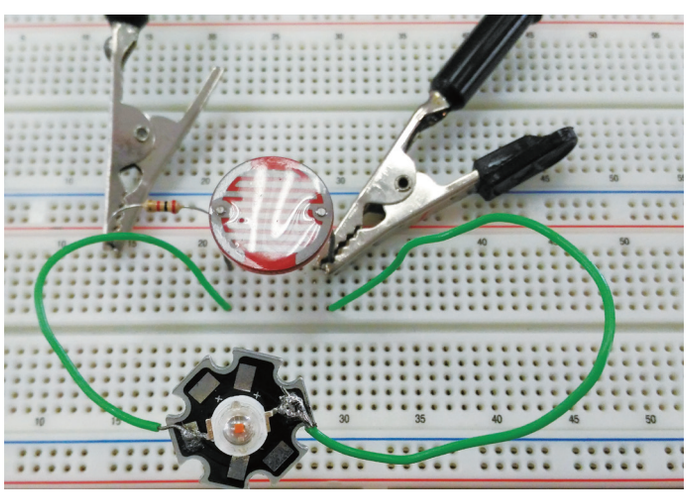


圖 2-16 利用光敏電阻控制 LED



15 臺灣藝術家林建榮設計的燈泡人，為臺北松山文創園區的一角帶來溫暖的氛圍。



第三單元　靈光乍現・燈具設計

因為有「光」，我們看見萬物；日常生活因為有「燈光」，方便我們在黑暗中依然清晰可見事物，也帶給我們許多不同的氛圍與感受。

燈具設計乃綜合了造形美學、生活情境、媒材運用、電學、光學、技術、機能等跨領域的結合與思考，方能設計出具美感又實用的好產品，讓燈具在使用時產生不同的功能與氛圍。本課將透過燈具設計師極具創意的產品欣賞，練習以創意思考的方式，挑戰人們對燈的想像空間。

學習本單元子題，你將可以：

一、欣賞燈具設計的美感、材質與機能運用。
二、了解燈飾設計的創意思考手法。
三、認識燈具設計大師及其燈飾設計作品。
四、練習以合作學習的腦力激盪方式，體驗創意思考的過程與樂趣。

「燈」在我身邊

「燈」是人類史上人工產物中最不可或缺的物件之一，回想一下，從古代的燭光、燈籠、煤氣燈，愛迪生的第一盞燈泡，日光燈到現代的 LED 燈，當燈暗或燈亮時帶給人們不同的感受，除了造形裝置與照明功能，還有更多氛圍的傳遞，燈具可謂是理性與感性結合的日常設計用品。

從小到大，對於「燈」或「光」你有什麼印象與感受？請試著觀察及感受生活周邊、室內外各式的「燈」，把它以文字、手繪或拍照的圖像記錄於表 3-1 空格中。

燈具	圖像	地點	功能	感受	我有新構想
檯燈		書桌上	照明、不炫光。	陪著我讀書的好朋友。	
門口燈		大門口	媽媽為我等門。	媽媽的愛，帶給我溫暖。	
燭光		古詩裡	照明，秉燭夜談，營造氣氛。	杜甫詩句：「今夕復何夕，共此燈燭光。」描寫久別人兒重逢於燭光下彌足珍貴的心情。	
		客廳			

表 3-1 請從日常生活周遭，用心觀察與體會各式燈具的造形設計、裝置地點、使用機能、情境感受等，將它紀錄下來，同時也可提出一些新構想，作為修正或創意思考。圖表若不敷使用，可影印放大或擴充表格欄。

光之想像：對於那道光，你能有多少想像？

燈具設計涵蓋照明功能、光電技術、造形設計、材質運用等，除了必備的光電照明，造形的美感、材質的開發、環保省電再進化或使用功能的貼心設計等，都成了當代燈具設計師的挑戰。接下來，讓我們來認識許多當代燈飾設計常見的創意運用手法，並從中認識當代設計大師與知名設計團體，了解其不同的創意理念與設計特色。

一、仿生設計 (Bionics design)：透過觀察、研究，仿效或利用自然界生物的形色、結構、生態、原理、行為等，從中找尋設計靈感與技術科學 (圖 3-1)。



圖 3-1 新藝術風格的玻璃燈具，許多靈感仿自花卉植物。



圖 3-2 荷蘭塔德· 布歇爾 (Tord Boontje，1968-) 知名作品《盛夏之夜》，靈感來自森林散步時看到的花草藤蔓。材質為特殊紙材，想想看以紙材做燈罩必須克服什麼問題？

二、環保設計：利用廢棄物或可循環再生之材料作為燈具材質，或考量省電方式，如太陽能發電、使用 LED 燈或感應模式等 (圖 3-3)。



圖 3-3 設置於走廊、門口或衛浴間的感應燈，常見的感應方式有哪些？在環保功能上有何優點？

知識加油站

新藝術風格
(Art Nouveau)

歌頌自然美感與元素，表現動、植物造形柔美的曲線，風格華麗，裝飾性強。盛行於十九世紀末、二十世紀初的歐洲，影響層面廣泛，包含繪畫、工藝、建築、設計等，廣受大眾喜愛。

自主學習 請上網搜尋

- 由「光之詩人」美譽的德國燈飾設計大師英格．矛赫 (Ingo Maurer，1932-) 所設計的《蜻蜓蝴蝶吊燈》，是仿自自然界昆蟲常見的何種習性呢？

自主學習 請上網搜尋

- 英國設計師史都華．黑加 特 (Stuart Haygarth，1966-) 設計名作《潮汐大吊燈》(Tide Chandelier)，是設計師沿著海灘，長期撿拾蒐集彩色塑膠漂流物組構而成，手工限量製作。請仔細觀察裡面出現了哪些塑膠製品？也請思考人類依存的海洋已被多少難以分解的垃圾入侵？

自主學習 請上網搜尋

- Frank Lamp 桌燈，僅使用幾片木片元件組合，可調整動作，如此造形和動態，讓人聯想到什麼動物？使用起來趣味為何？

- Surface tension lamp《表面張力泡泡燈》僅有燈座，燈罩是不斷噴出的肥皂泡泡，表面折射出七彩光芒。結合 Led 燈的吹泡器，能夠在 5 萬小時的壽命裡製造 300 萬個短暫壽命的燈泡，將兒時的童趣記憶做了令人驚嘆的創意結合。請以關鍵字「Surface Tension Lamp」搜尋此燈使用時的動態影片。

自主學習 請上網搜尋

- 請上網搜尋丹麥設計師霍爾格．斯特倫 (Holger Strøm) 經典名燈《IQ light》，以單一造形的塑膠片組件拼組構成的立體燈罩，從 9 片到 120 片，可組構出多變的幾何多面體，挑戰腦力，也滿足使用者 DIY 組裝的樂趣。請以關鍵字「IQ light」搜尋燈罩組裝過程影片，了解每個單位造形之間的組構關係。

- 名為「Faceture」手作幾何燈具，燈罩以正三角形為基本單位，手工切割凹折塑膠片作為模具，再淋上樹脂成型，充滿數學幾何形態的精確魅力，卻有著手作雕塑的美感。請以關鍵字「Faceture」搜尋同系列花瓶製作過程影片。

三、情感設計：結合設計與心理，以使用者為設計中心，考量人類生理與心理因素，讓人們在使用設計產品時不僅滿足基本功能需求，並能產生情感交流，作品具備趣味、幽默或故事性，甚至帶給人回憶、慰藉感，容易產生共鳴（圖 3-4）。



圖 3-4 德國燈飾設計大師英格．矛赫 (Ingo Maurer，1932-) 所設計的 Zettel'z 便條紙系列吊燈，金屬線架尾端以長尾夾夾上隔熱紙片，上面可繪、可印圖畫或文字，隨時可更換圖片，當燈亮時，觀看這樣的燈具帶給人的感受及其獨特性為何？

四、幾何造形與美感原則：燈具如同居家中的小型立體造形藝術品，其構成常見數學範疇裡的黃金比例、幾何造形或多面體結構，透過立體造形、燈光和色彩的呈現，更具備許多美感原則，如均衡、對稱、和諧、韻律、反覆、對比、漸層、比例、強調、單純、統一等（圖 3-5）。



圖 3-5 請分享對右圖燈具的美感原則感受有哪些？

五、機能取向：深入觀察、體驗日常所需，以符合人性化需求的機能取向為設計考量重點，或結合多功能的設計思考。

六、質變創意：改變物象原有之色彩、材質、造形或功能等慣性思考，顛覆既有功能或經驗質變，轉化成另一種全新或意外的形態（圖 3-6 ～ 7）。



圖 3-6 馬騰・巴斯 (Maarten Baas) 為荷蘭前衛設計品牌 Moooi 所設計的煙燻燭光吊燈 (smoke chandelier)，將燈架實木手工燻燒後以環氧樹脂定型，再栓上燭光型式的燈泡。古典造型加上炭燒材質，極具衝擊感，並兼具實用和創意實驗。請以關鍵字「Moooi Smoke」搜尋煙燻椅子的廣告影片，可看到炭燒的製作過程。

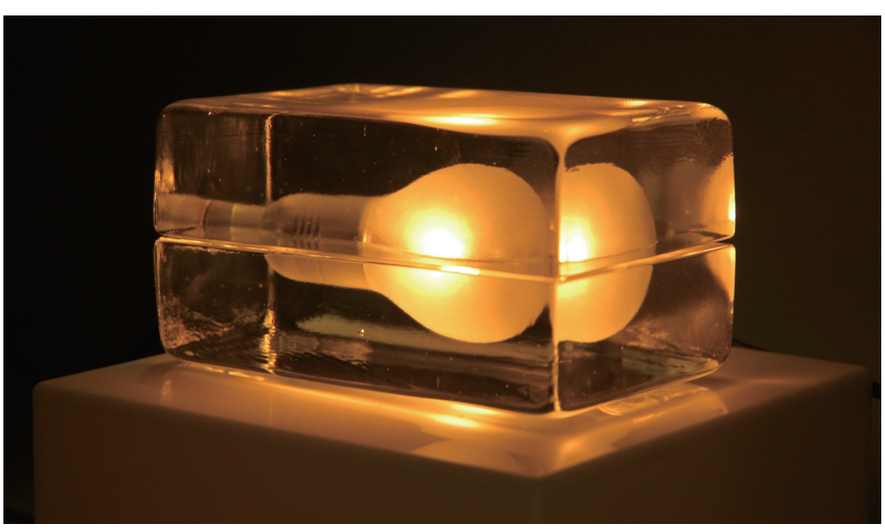


圖 3-7 芬蘭設計師 Harri Koskinen(1970-) 大學時設計的「冰塊燈」以玻璃工藝模擬冰塊磚的質感，結合溫暖的燈泡。說說看你對這盞燈的感覺與看法。

自主學習 請上網搜尋

- 「角落燈」(Corner Lamp) 方便置於牆角，是一盞照亮角落又節省空間的燈具設計。

- 由邱彥凱、葉柏彥設計的「Iadroo 火柴蠟燭」，利用火柴棒摩擦原理與蠟燭功能需求二合一，蠟燭一擦即可點燃，可廣泛應用在生日派對、祭祖活動、緊急救助的照明設備。

看了以上兩個設計案例，用心思考我們生活周遭，在使用機能上是不是還有更好的燈光設計點子可以提出來呢？

七、概念性、未來性設計：運用對未來生活的期望與想像力，結合數位感應、發光方式等，展開對燈具的無限想像（圖 3-8）。



圖 3-8 臺灣和碩設計公司研發的「吸色燈」(ColorUp) 運用感測器與色彩轉換技術，將燈座底部輕觸周邊物件後，再輕輕擠壓充滿彈性的矽膠材質燈罩，即可吸取物件的顏色，共可呈現上百種顏色燈光。請搜尋 ColorUp 變色動態影片。

「靈光乍現．燈具設計」分組腦力激盪創意練習

全班同學分成數組，每組約四～五人，在十分鐘內快速運用「腦力激盪法」(Brainstorming)，練習在便利貼上簡繪或以文字提要書寫方式，進行分組創意思考練習，每組最終須構想出至少十二個以上關於燈的點子，越多越好（圖 3-9）。

經過腦力激盪練習，相信同學有更多的想法在腦海成形，請利用本周課餘時間繼續擴散思考，完成右頁個人的「《靈光乍現．燈具設計》創意思考」學習單。



圖 3-9 各組分配的便利貼顏色不同以利區隔組別。繪畫或書寫的工具不限，以鉛筆盒裡容易取得或習慣使用的筆類皆可，若依設計需求，加上色鉛筆簡易示色亦可。

設計便利貼

腦力激盪法
(Brainstorming)

訂定討論主題後，小組成員圍成一桌，任何與主題相關的想法皆可提出，由記錄人記錄下來。無論提出的意見或想法有多麼荒謬或不可行，他人皆不能批評或否定。活動期間遵守以下原則：1. 緊扣主題，自由聯想，擴展想法及點子數量。2. 禁止任何評價。3. 鼓勵獨特想法。4. 分類歸納、綜合整理，並進一步改善初步構想。

關於「燈」的各種聯想！

燈具設計思考時，可從以下角度切入：使用對象、使用地點、媒材、技術、環保、美感，如比例、造形、色彩、空間、材質等考量。表格可影印放大使用。

關於「燈」的異質聯想！

練習將三種看似不相關的思維連結產生創意

＋ ＋ ＝

設計說明：_____

_____

_____





第四單元　幾何型態創意無窮

燈具為生活中必備的物品，而燈具的設計與幾何造型息息相關，日常生活常見的幾何形狀大多和多面體有關，設計時必先了解多面體的基本型態與構造，然後經由創意發想設計出生活中的美麗燈飾。

本課程先介紹五種正多面體，再介紹黃金比例，讓學生能夠理解並體會，經由認識燈具設計大師及其燈飾設計的作品，最後練習以小組合作的方式，利用所學習的幾何概念，加上創意思考設計屬於自己的燈具。

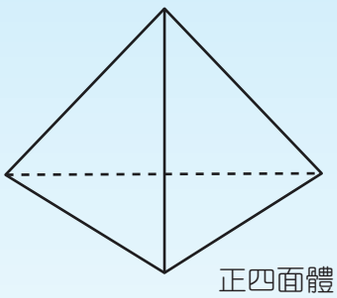
學習本單元子題，你將可以：

一、認識造形與組合、邏輯的關係。

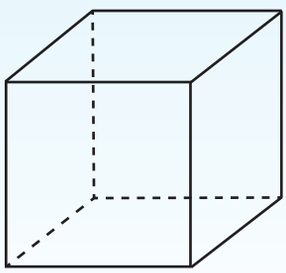
二、認識正多面體的種類及其組成。

三、了解黃金分割的定義與應用。

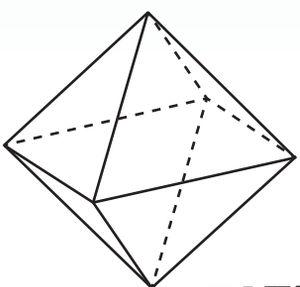
四、將正多面體應用於燈飾設計，完成設計圖，提出並發表創作想法。



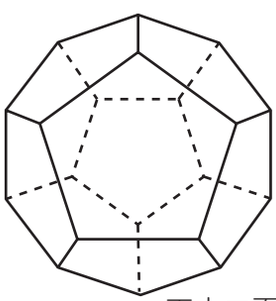
正四面體



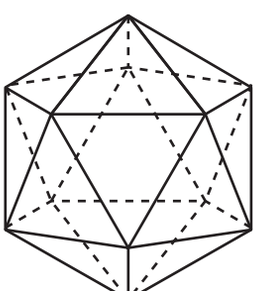
正立方體



正八面體



正十二面體



正二十面體

圖 4-1 正多面體透視圖

燈，不僅僅是照明，也需要幾何設計！

燈對我們的日常生活是不可或缺的，然而生活中許多的燈具的設計來自數學中正多面體的發想（圖 4-1），藉由對幾何內在的規律研究，設計師利用巧思將規則的多邊形拼成滿意的迷人形狀和各種尺寸，底下是市面上出現的燈具（圖 4-2），請同學參考圖 4-1 並想想看它是利用那種多面體所組合的呢？

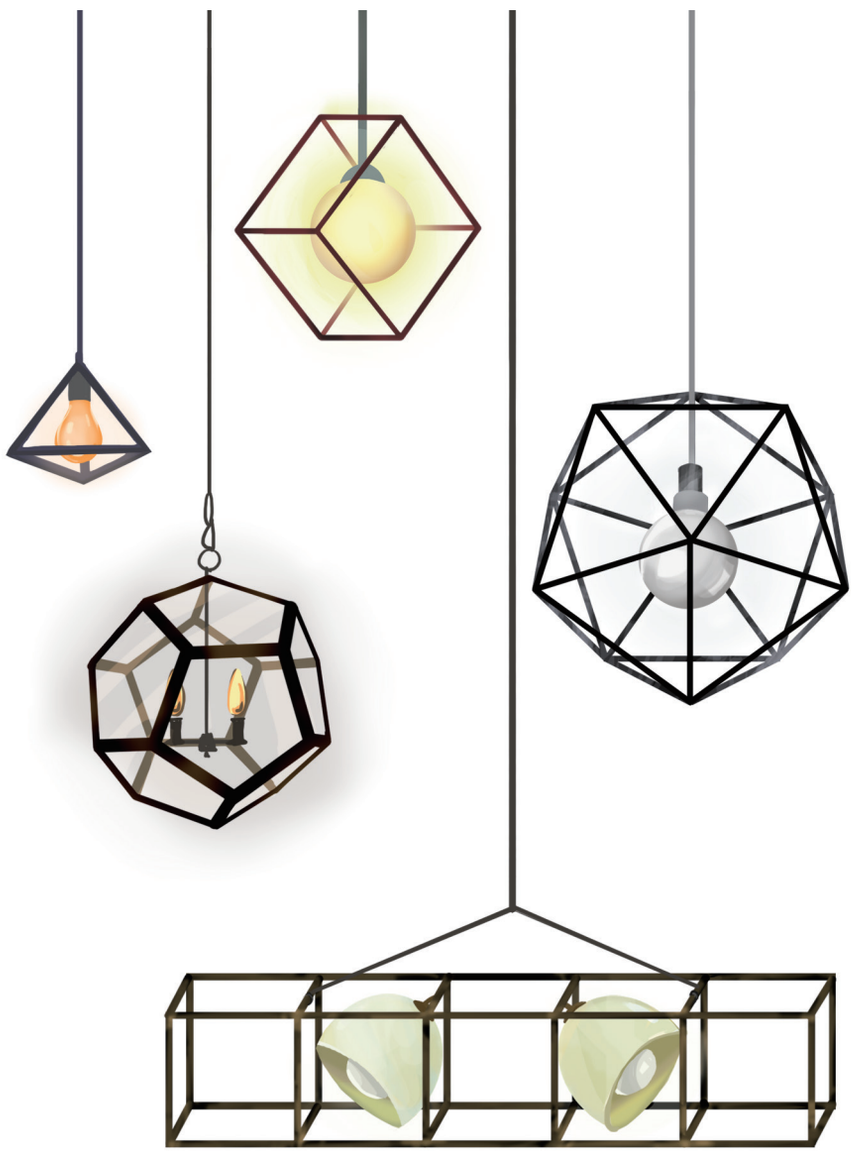


圖 4-2 各式各樣的多面體燈飾

前一頁我們看了很多的燈具，是不是令你大開眼界呢？但他們是怎麼設計出來的呢？例如：荷蘭設計師米秀．科恩尼森(Michiel Cornelissen，1965-)簡單設計了一個五角形的構件，再將自己喜歡的色鉛筆插入其中，最後形成一個二十面體的燈具。

但什麼是正多面體呢？我們先複習正多邊形，正 n 邊形是由一些線段圍出各邊相等、內角也相等的平面圖形，在平面上有正三角形、正方形、正五邊形……等等，這類圖形有無窮多個。將正多邊形對應到三度空間的物體便是正多面體，何謂正多面體？即各面均由全等的正多邊形構成、在頂點處所接的面數都一樣多的凸多面立體。可能有人會認為這種多面體的形狀也會有無限多個，但實際上，正多面體僅僅只有五種：正四面體、正立方體、正八面體、正十二面體和正二十面體，他們的形狀是完美的典型，也稱此五種正多面體為柏拉圖多面體（圖4-3）。

為什麼只有這五種呢？其實只要利用 n 邊形的內角和公式，就可以簡單證明出上面的結論。同學先把目光集中到一個頂點處做觀察，如果正多面體的一個頂點處匯聚了 m 個正 n 邊形，由於正 n 邊形的一個內角為 $\frac{n-2}{n}\cdot 180°$，而該頂點處的周角為 $m\cdot\frac{n-2}{n}\cdot 180°<360°$，因為這個頂點處是凸起來的，由此可以知道 $(m-2)(n-2)<4$，這樣正整數數對 (m,n) 以及正多面體的情況就只能有以下五種：

$(m,n)=(3,3)$ →正四面體

$(m,n)=(3,4)$ →正六面體

$(m,n)=(4,3)$ →正八面體

$(m,n)=(3,5)$ →正十二面體

$(m,n)=(5,3)$ →正二十面體

為了讓同學們實際拼出正多面體，我們進行以下的分組活動，請各小組利用智慧片來拼拼看。

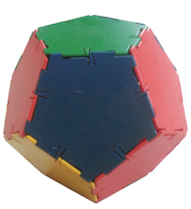
知識加油站

正多面體共有五個，由古希臘人發現且證明只有五個，並以柏拉圖為名，所以柏拉圖多面體其實就是正多面體的別稱。
利用著名的歐拉公式 $V-E+F=2$ 可以證明，同學們不妨試試看！


正四面體


正立方體


正八面體


正十二面體

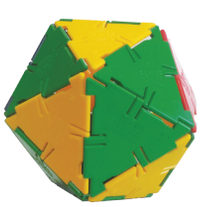
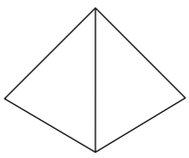
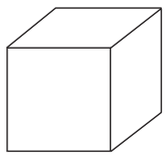
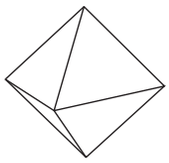
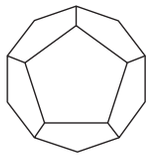
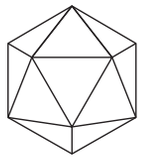

正二十面體

圖 4-3 智慧片拼出的多面體

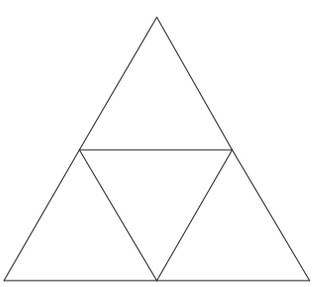
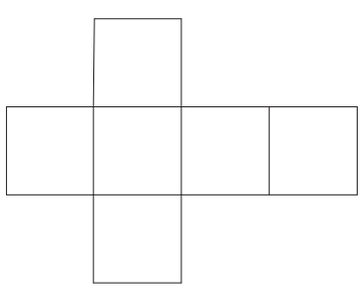
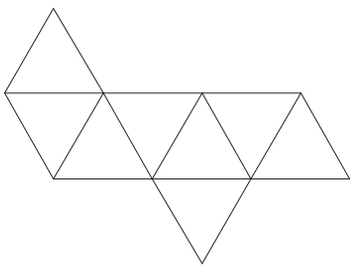
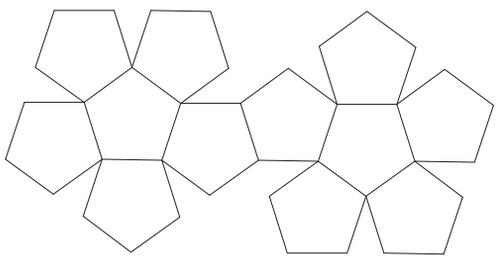
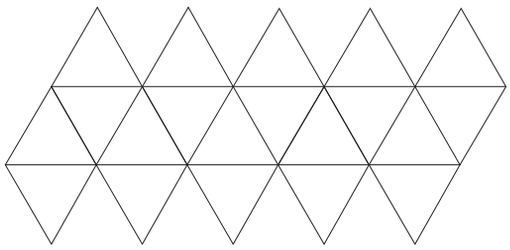
分組活動 1

數一數每一個正多面體具有的頂點數（V）、稜邊數（E）、面數（F），請各組利用智慧片拼出四、六、八、十二、二十面體，並完成下表：

圖形					
多面體	四面體	立方體	八面體	十二面體	二十面體
面數 F	4	6	8	12	20
頂點數 V	4		6		12
稜邊數 E		12		30	

如果手邊沒有智慧片，那要如何組成這些正多面體呢？底下是他們的展開圖，也可以參考本手冊附錄二～六，可自行影印放大至所需要的尺寸，但是提醒同學一下在製作模型時，不要忘記在需要的地方留一片瓣膜作為膠水黏接用。

你曾使用過 Poly 軟體嗎？不妨上網搜尋這套免費軟體，透過它的展示，你可以知道許多種多面體的展開圖。

		
正四面體	正六面體	正八面體
		
正十二面體	正二十面體	

底下是市面上販售的燈具，請同學參考並發揮創意將正多面體加以改良。



圖 4-4 正二十面體桌燈



圖 4-5 IQ Ball

分組活動 2

請各小組選出一種或多種正多面體做有關燈具的創意設計，可嘗試不同花樣與風格。

主題：_____

特色說明：_____

_____

設計草圖：

知識加油站

黃金分割與費氏數列

費氏數列即為費波那契數列$\langle f_n \rangle$：1、1、2、3、5、8…；每一個數是前兩個數的和，即 $f_{n+2} = f_{n+1} + f_n$，$f_1 = f_2 = 1$。當費氏數列一直算到無限多項的時候，其中前項除以後項的極限就是黃金比例的值。

黃金分割

古希臘的雕刻與建築裡都講究比例的精準，只要能準確掌握到「比例」，就可以掌握到「美」，因此比例是非常珍貴的，甚至被冠上「黃金比例」的稱呼。在自然界裡，物體形狀的比例提供了在勻稱和協調上一種美感的參考。在數學上，這個比例稱為黃金比例。雅典的帕德能神廟 (Parthenon at Athens) 被認為是古希臘最偉大的建築之一，有人認為它之所以顯得那麼和諧，是因為這個建築符合黃金比例。但什麼是黃金比例呢？那就得先從黃金分割 (Golden Section) 談起，若 P 為線段 $\overline{AB}$ 上的一點，而且滿足大段：全段 = 小段：大段，即 $\frac{\overline{AP}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{BP}}{\overline{AP}}$，就說 P 點把線段 $\overline{AB}$ 黃金分割了（圖 4-6）。

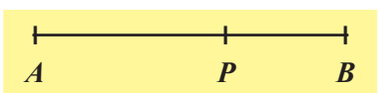


圖 4-6 符合黃金比例的線段

如果 P 點把線段 $\overline{AB}$ 黃金分割，那麼 $\frac{\overline{AP}}{\overline{AB}}$ 這個比值是多少呢？若點 P 將線段 $\overline{AB}$ 黃金分割 $\overline{AP} > \overline{PB}$，$\frac{\overline{AP}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{BP}}{\overline{AP}} = \frac{\sqrt{5}-1}{2} \approx 0.618$，此比值稱為黃金比例 φ，若長方形的長寬比值為 φ，我們稱這個長方形為黃金矩形。

美是不容易有絕對客觀的標準，但很多藝術家與建築師都認為設計時只要符合黃金比例就會讓人有舒適、祥和的感覺，在人體軀幹與身高的比例上，若軀幹長 ÷ 身高愈接近黃金比例 0.618，其中「軀幹」代表的是肚臍至腳底的距離，則體態就越趨優美。世界上有許多美好的建築物，都是以這個數字為比例創造出來的。古希臘著名的帕德能神廟，它的圓柱高恰好是神廟高度的 0.618 倍。因此，我們在設計燈具時，若也能考慮使用黃金比例的話，將會讓燈具看起來更加優美。

如左圖 4-7 燈具，它有哪些地方符合黃金比例呢？請同學找找看……

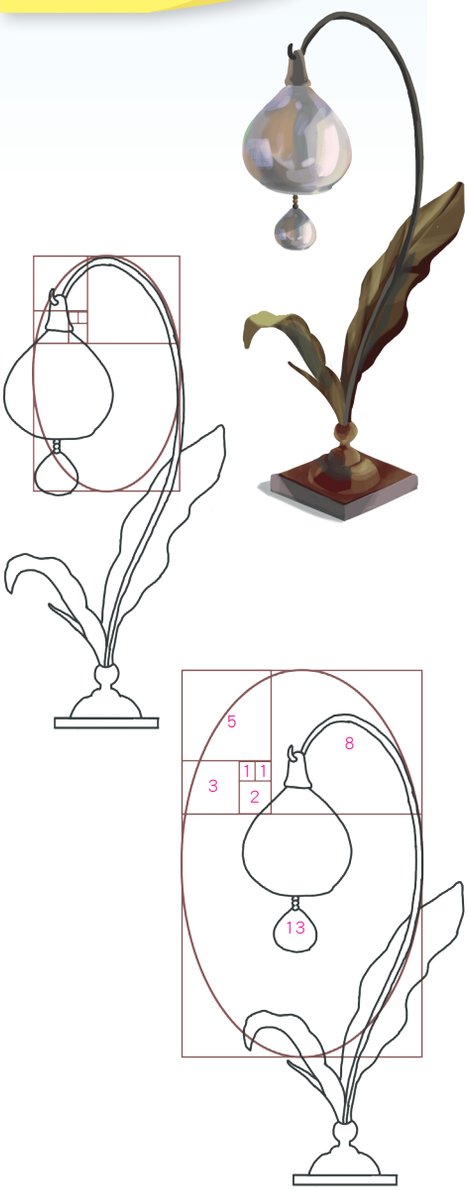


圖 4-7 符合黃金比例的燈具

分組活動 3

請選擇一種燈具（或者自行想像）做創意設計，結合黃金分割比例，並配合 Poly 軟體，可嘗試不同花樣與風格。

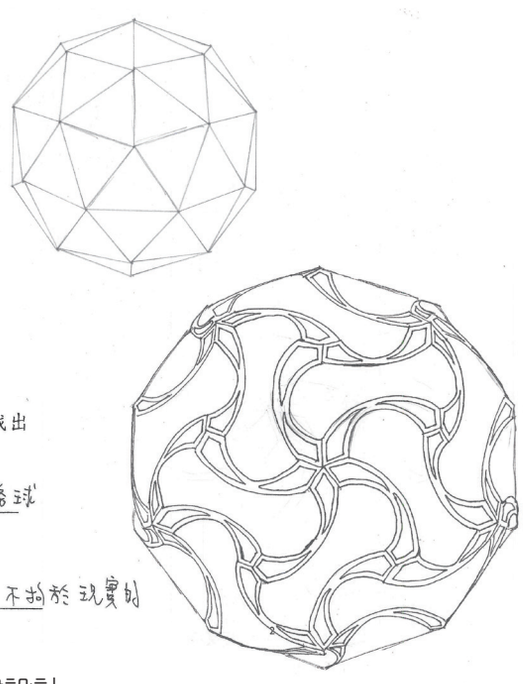
立體分類：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿ 立體名稱：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

創意設計主題：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

特色說明：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

你的設計：



請參考 georgehart 網頁 http://www.georgehart.com/，並配合 Poly 軟體，找出符合之多面體並以鉛筆分別畫出其對應之立體圖形與完成圖形

✧ 立體分類：網格球與網格球頂　名稱：一頂十二面體網格球

✧ 創意設計主題：仿 George Hart 的作品 Whimsy

✧ 特色說明：Whimsy 意思是怪念頭、胡思亂想．彎曲的線條彷彿是不拘於現實的滑溜創意．

圖 4-8 學生黃晏君設計





第五單元　材料大觀園

設計的目的在於發現與解決問題，提出改進之道。在這個單元裡，你將經由分組合作實際操作一個設計專案，透過概念草圖、原型實作、反覆測試與修正，激發更多創新的可能。在專案發展過程中，學習與人合作，培養未來所需的知能統整與溝通協調能力。

學習本單元子題，你將可以：

一、透過概念草圖將設計想法圖像化、具體化。

二、認識不同工業材料的特性及加工方法，並製作概念原型。

三、透過原型實作與提案簡報，分享創新成果。

四、理解自己與同儕的作品特色，給予肯定、建議與改進意見。

當靈感迸發時－概念草圖 (sketch)

對視覺工作者而言，在創意發想過程中，如何經由「視覺化」的預想，使所有參與者都能透過概念草圖了解設計的構想本質與潛在問題，進而提出具體意見以便後續討論與修正，在整個設計流程中具有關鍵性的開端角色。



圖 5-1 史塔克檸檬榨汁器的狂想

法國工業設計師菲利浦．史塔克 (Philippe Starck，1949-) 以藝術創作般的設計方式激發許多經典之作。以市場反應熱烈的檸檬榨汁器為例，即便它在功能上未超越其他同類產品，但史塔克從傳統擠壓器發想，意外從章魚汲取靈感，演化出外星人般三隻腳造型。他創造富於感官趣味的夢想形式，同時允許果汁集中導流的溝渠設計回歸物品的功能性。史塔克靈感迸發時畫在餐墊上的鉛筆草圖見證其精彩的腦力激盪過程（圖 5-1）。

伊拉克裔建築師札哈．哈蒂 (Zaha Hadid，1950-2016) 的手稿和畫作甚至成為藝術收藏對象。她擅以粗細、濃淡有別的鋼筆草圖展現對建築流利線條、穿透量體與動態結構的偏好。哈蒂透過繪畫，探索空間、想像建築（圖 5-2）。



圖 5-2 哈蒂留下大量建築筆記，她用繪畫探索建築。

速寫拼盤畫

速寫是透過線條組合，將所觀察事物或欲表現想法加以再現的視覺化能力。線條表現力相當重要，線條的輕重、快慢、疏密、曲直，能呈現物像柔軟、強硬、細滑、粗糙等質感差別。透過輪廓線掌握物像的型態、結構與比例，再加上明暗階調和空間深度的表現，就是概念草圖的描繪重點！

請在右側框內分別用不同工具畫出富於線條變化的物像（圖 5-3）。



圖 5-3 從正上方依序為鉛筆、色鉛筆、麥克筆、速繪鋼筆、簽字筆、原子筆的速寫工具。

概念草圖表現重點

設計素描會依不同階段與思考方法而有不同的表現形式（圖 5-4 ～ 6）。一個好的概念草圖應具備以下要素：

1. 物象型態明晰：能清楚掌握物像在造型、比例、結構、空間與質感上的視覺特色。
2. 視覺意象鮮明：能透過自由聯想與組合構成，衍生出具強烈意象的視覺表現力。
3. 設計理念完整：能以簡要文字說明設計理念，闡述主題與型態、色彩、材質表現的關係。

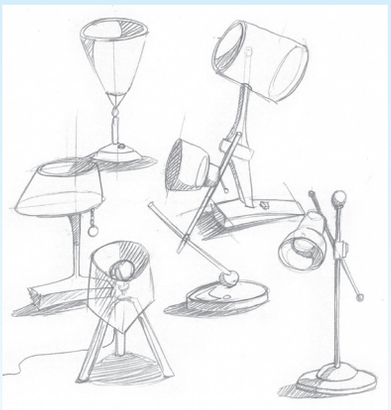


圖 5-4 構想草圖：以鉛筆或簽字筆進行快速、簡潔的單色表現。



圖 5-5 發展粗稿：搭配色鉛筆、麥克筆進行色彩計畫的重點表現。



圖 5-6 表現正稿：運用廣告顏料、電腦繪圖等複合媒材做出細緻的完稿表現。







工業設計－材料的感官展演

生活中充斥著各式各樣的物質材料，許多未加工材料本身即帶有特有材質感受，我們用眼就能看出某些物像是堅硬的，還是柔軟的，材料引發的觸覺感受一直是造型設計視覺語言中相當重要的一環。

對產品設計師而言，熟悉多樣化的工業材料至關重要。現代工業製品的造型設計常依靠對材料的運用和加工來表現，其中又以紙、木材、金屬、塑膠、布與繩等最常見。

1. 紙：紙具有表面細緻、平滑的視覺特性，紙雖輕薄卻相當堅韌，自古以來廣泛用於各種造型與模型製作。紙不只以平面形式存在，亦可透過折、切、彎曲、編織等加工技巧產生各種立體造型與豐富質感，是容易取得且面貌多樣的造型材料（圖 5-7）。
2. 木材：木材給人溫厚質樸的感受，相較於石材、金屬更柔軟、輕盈、易於加工。然木材為有機材，易乾裂、翹曲且不精準。木材分實木、密集板、代木三類。實木是直接從樹幹鋸下未經加工的木材，最能展現自然紋理，價格最貴；密集板是木屑加膠合劑以高溫高壓製成，外



圖 5-7 邱啟審 / FlexibleLove / 2007/ 品展設計
台灣設計師邱啟審的「可伸縮情人椅」完全顛覆人們對椅子的認知，它可恣意變型、伸縮，既可一人獨享，最多可坐到 16 人。仔細看看，它是用什麼材料製成？設計師如何兼具椅子的彈性和堅固性？試著從材料與結構來觀察思考。

層再壓合一層美耐皿，可塑性高，防水、防火、耐磨；代木常用於模型製作，非實際產品（圖 5-8）。

3. 金屬：金屬本身種類繁多，加工技術多樣，造型樣式最富變化。金屬材料通常製成線、棒、條、管、板、塊等形狀，模型製作上又以鋁或不鏽鋼製的線、管、板狀最為普遍，多以焊接，或利用穿孔、綁緊或夾住的方式進行連結加工（圖 5-9），

4. 塑膠：塑膠加熱後可塑型，具強度高、韌性佳、易加工且價低廉的特性，以壓克力、ABS（苯乙烯）、PP（聚丙烯）最常見。其中壓克力最昂貴，有板或棒狀，常以無色透明型態出現；ABS 使用較廣，熔點低也較軟；PP 是薄且軟的塑膠片，有亮、霧面之分（圖 5-10）。

5. 布與繩：布與紙雖同為面材，但布具有剪斷性且柔軟易褶，便於製造服裝般的立體造型。



圖 5-8 柳宗理 / 蝴蝶椅 / 1954/ 天童木工出品
日本民藝大師柳宗理（Sori Yanagi，1915-2011）代表作之一，因外型宛如翩翩起舞的蝴蝶命名，實際上連相撲選手都能穩坐。仔細觀察椅子從側身到椅面的紋路接合與整體組構方式有何獨特之處。



圖 5-9 海澤維克 / 陀螺椅 / 2007
英國工業設計師海澤維克（Thomas Heatherwick，1970-）的陀螺椅外型看似燈罩，實為任何方向都能讓人舒服坐躺的椅子，實用性與娛樂性十足。設計師最初為何選擇金屬板作為塑形材料？若換成其他材料是否會影響到它的安全性？



圖 5-10 歐傑斯坦與艾倫巴克 / 座檯燈 / 2005/ IKEA
瑞典工業設計師 Carl Öjerstam（1971-）與 Magnus Elebäck 奉命為 IKEA 設計「世界上最便宜的燈」。仔細觀察燈的造型、材質和結構，設計師如何兼顧燈的價格平民化與品質細緻度？

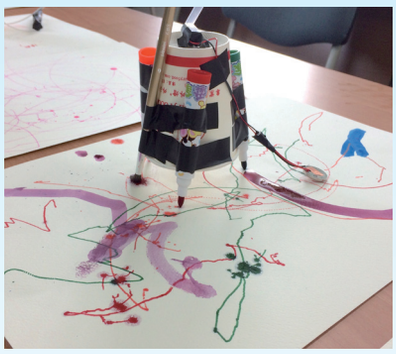


圖 5-11 運用馬達、紙杯、彩色筆和膠帶等簡易材料亦可即時製作出繪圖機器人的原型。

原型 (prototype) 實作－概念的實驗場

設計需將概念繪成草圖，並透過原型實作不斷試驗與修正，以激發更多創新的可能性。原型可以是用現成物拼湊成型的實體作品，也可是展現新服務或新方法的簡單影片。第一個原型可能非常粗糙，但卻是構想迅速發酵的起點，構想是否創新才是重點，工具只是其次。在原型材料的選擇上，考量材料取得價格與方便性、塑形難易度和環保因素，以紙板、代木、塑膠、泡綿和黏土等最常見（圖 5-11）。



圖 5-12 法蘭克如何化無形於有形設計雙魚煮水壺

以加拿大建築暨工業設計師法蘭克．蓋瑞 (Frank O. Gehry，1929-) 的「皮托海洋生態造型壺」(Kettle, Pito 90031) 為例，蓋瑞最初以木材快速形塑雙魚煮水壺的概念原型，經不斷修正，最終才完成不鏽鋼材質為主的成品開發。（圖 5-12）。



圖 5-13 台北自造者協會 (FabLab Taipei) 內部空間與數位自造設備

知識加油站

3D 列印為工業與建築設計快速成型的關鍵技術之一，它可在短時間內製作精確幾何的功能原型，大幅降低建模成本成為創業者利器。目前各縣市逐步推動區域性數位自造工坊，提供民眾開放、經濟、共享的動手做創意空間（圖 5-13）。

打開神奇的實作百寶箱

要在教室中孕育「Maker」文化並不難，只要提供便於隨時討論、工作、發表的彈性空間，並準備原型製作所需工具、材料與充足的電力配置即可。教室內可設置實作工作推車或小組工作箱，以便透過原型實作，熟悉各種材料特性與加工方法（圖 5-14）。

1. 活動式工具推車或小組實作箱可含：
   (1) 原始材料：紙材、木板、珍珠板等板材，和鋁線、鐵絲、麻繩等線材。
   (2) 尺規工具：15 及 30 公分鐵尺各一、捲尺、圓規、量角器、切割墊等。
   (3) 塑形工具：剪刀、美工刀、線鋸、老虎鉗、訂書機、熱熔槍、簡易雕塑工具、電鑽、鐵鎚、螺絲釘、棉手套。
   (4) 接合材料：白膠、保麗龍膠、瞬間膠、透明膠帶、雙面膠帶、泡綿膠帶、導電膠帶等。
   (5) 上色工具：油性簽字筆、色鉛筆、彩色筆、水彩或壓克力顏料、水彩筆粗細皆具、噴漆等。
2. 提供可供查資料的電腦或平板數位設備。
3. 巧妙使用活動白板或懸掛螢幕分隔開放空間，以利分組討論與展示活動。



4. 鼓勵廢物再利用，減少材料使用不當或過量對地球的殘害。

圖 5-14 教室內設置實作材料與工具區

燈的原型實作範例

學生為改善寫字時常因光擋住手產生陰影而設計出在筆管內加裝 LED 小燈的「光之筆」(light pen)。專題製作歷程（圖 5-15）：1. 概念草圖 → 2. 企劃書 → 3. 電路實作 → 4. 外觀加工 → 5. 測試修正 → 6. 簡報發表 。



圖 5-15 學生專題製作歷程

書　　名：十二年國民基本教育藝術領域高中階段
《就是那道光！-「燈」的設計思考》學生手冊
發 行 人：郭工賓
計畫主持人：洪詠善、黃祺惠
作　　者：十二年國民基本教育藝術領域教材及教學模組研發編輯小組
編 者 群：國家教育研究院課程及教學研究中心洪詠善副研究員
國家教育研究院課程及教學研究中心黃祺惠助理研究員
臺北市立第一女子高級中學美術科簡伯如教師
臺北市立第一女子高級中學美術科張素卿教師
臺北市立第一女子高級中學健康與護理科徐錦香教師
臺北市立第一女子高級中學數學科鄭凱鐘教師
臺北市立第一女子高級中學物理科陳正源教師
執行編輯：郭榕庭、王斐貞
出版機關：國家教育研究院
地　　址：23703 新北市三峽區三樹路 2 號
出版年月：107 年 11 月
版　　次：初版
電子全文可至國家教育研究院
教育資源 >【協力同行】認識新課綱課綱 > 實施支持資源
> 十二年國教領域課綱素養導向教材教學模組　免費下載
https://www.naer.edu.tw/files/11-1000-1587-1.php?Lang=zh-tw
插　　畫：朱珈儀
美術編輯：伊果文創印刷庇護工場 郭姿君設計師
印 刷 者：尚暐文化事業有限公司
ISBN：978-986-05-7193-6
GPN：1010701826

本院保有所有權，欲利用本書全部或部分內容，需徵求同意或書面授權

圖片資料來源

圖 號	提供 / 拍攝
第一單元封面	簡伯如拍攝
圖 1 - 1	朱珈儀繪製
圖 1 - 2	徐錦香拍攝
圖 1 - 4	朱珈儀繪製
圖 1 - 5	朱珈儀繪製
圖 1 - 7	徐錦香拍攝
圖 1 - 8	徐錦香拍攝、朱珈儀修圖
圖1-10	徐錦香拍攝、朱珈儀修圖
圖1-11	徐錦香拍攝
圖1-13	徐錦香拍攝
圖1-14	徐錦香拍攝、朱珈儀修圖

圖 號	提供 / 拍攝
第三單元封面	張素卿拍攝
表3-1	張素卿拍攝
圖3-1	張素卿拍攝
圖3-2	黃祺惠拍攝
圖3-3	張素卿拍攝
圖3-4	張素卿拍攝
圖3-5	張素卿拍攝
圖3-6	張素卿拍攝
圖3-7	簡伯如拍攝
圖3-8	和碩設計公司提供
圖3-9	張素卿拍攝

圖 號	提供 / 拍攝
第五單元封面	簡伯如拍攝
圖 5 - 1	朱珈儀繪製
圖 5 - 2	朱珈儀繪製
圖 5 - 4	朱珈儀繪製
圖 5 - 5	朱珈儀繪製
圖 5 - 6	朱珈儀繪製
圖 5 - 7	品展設計提供
圖 5 - 8	簡伯如拍攝
圖 5 - 9	簡伯如拍攝
圖5-10	簡伯如拍攝
圖5-12	朱珈儀繪製
圖5-13	簡伯如拍攝
圖5-14	黎曉鵑拍攝，中山女中場地提供
圖5-15	學生黃馨逸、王映勻提供

提案日期：_____年_____ 月_____ 日

團隊成員及主要工作分配（隊長、文案組長、製作組長、行銷組長）

隊員姓名	班級	座號	工作分配	聯繫電話	e-mail

未來燈具設計思考說明

使用者需求 （可從 who 消費者的性別、年齡、身高、體重、職業、健康和家庭狀況等各方面界定思考）	
使用情境描述 （可就 when、where、what 等方面進行具體的問題陳述）	
設計發想 （可就 why、how 兩方面提出可能的解決方案，方案可有數個）	

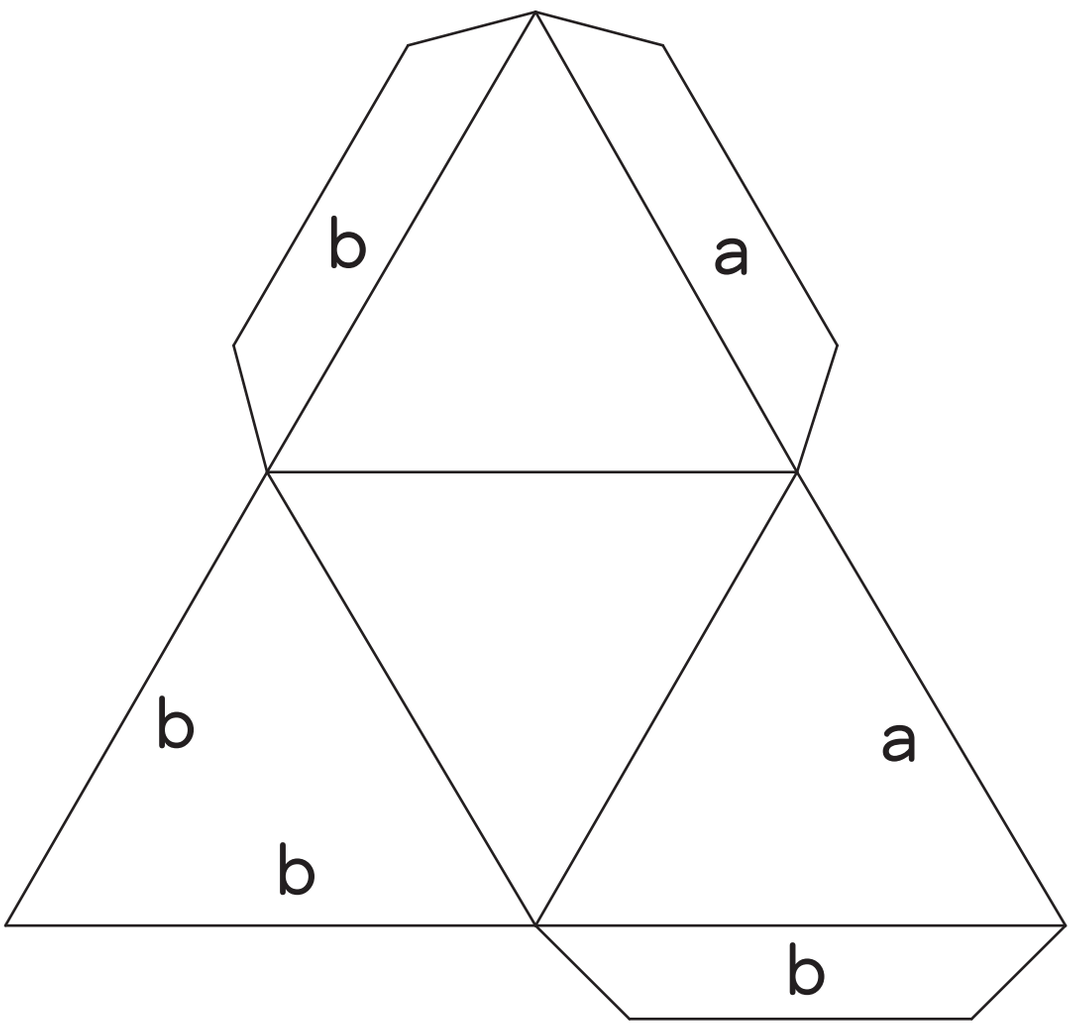
設計概念草圖 （請以鉛筆或黑色簽字筆勾勒出燈具的造型特徵，並以色鉛筆或彩色麥克筆進行色彩計劃）	
預定使用材料	
預定使用工具	
設計理念與特色 （如仿生、環保、情感、幾何與美感原則、機能、質變、概念性等七類）	

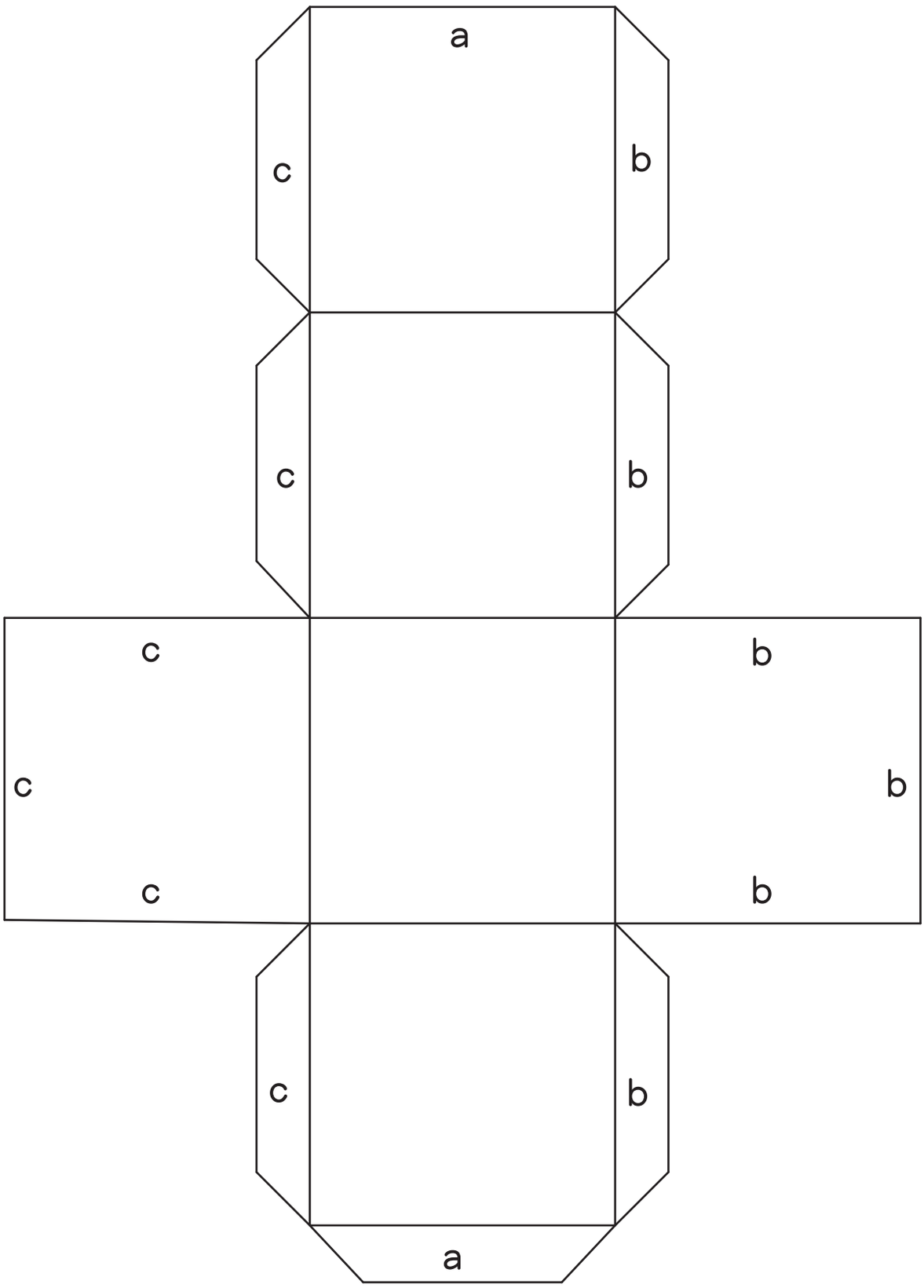
產品設計規格(Product Design Specification，PDS)說明

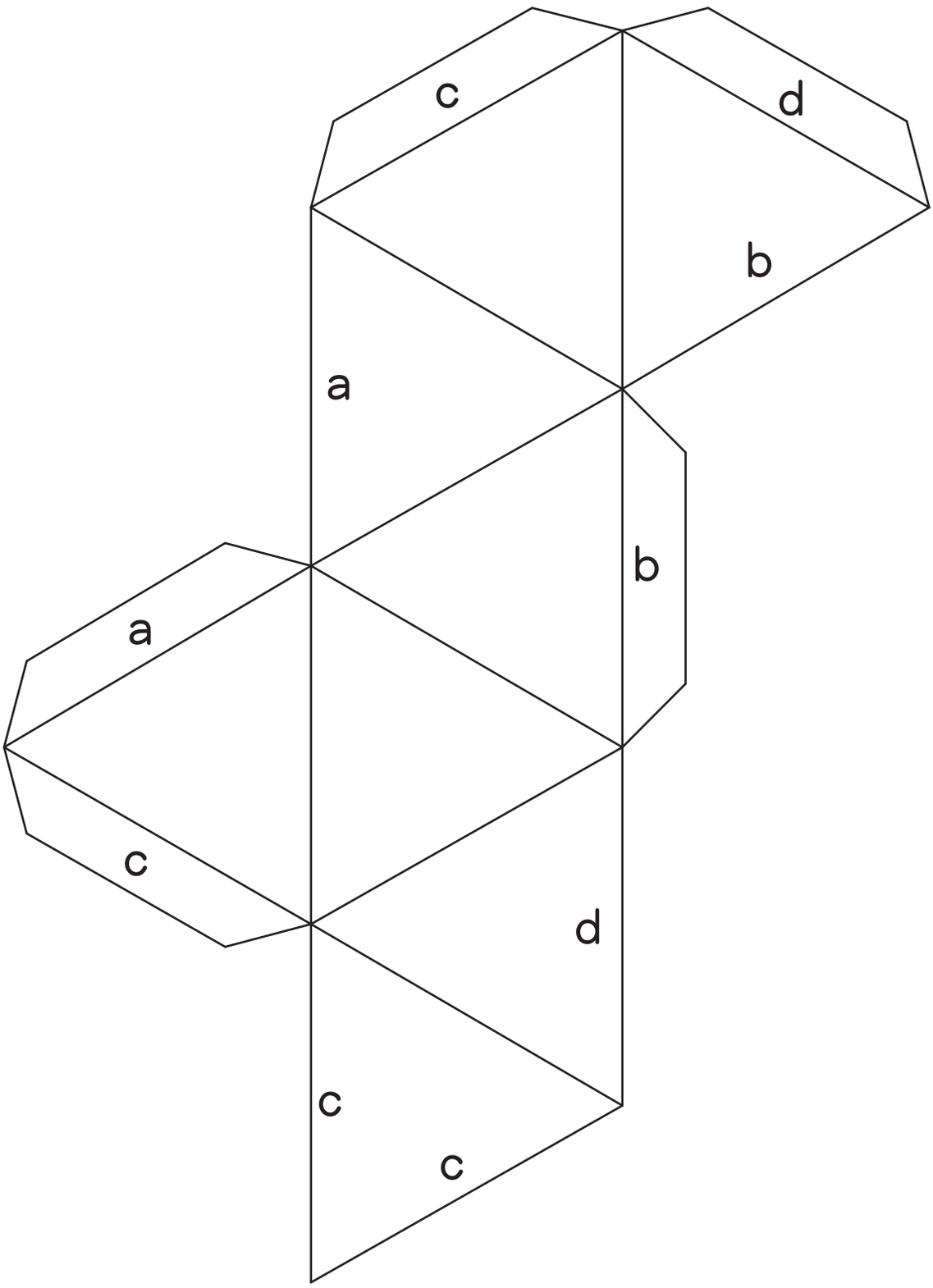
規格項目	內容	說明
1. 作品主題		
2. 主要使用對象		
3. 使用表現		產品的呈現，如：易於操作、可承受粗魯操作…等。
4. 使用條件		產品可接受的環境使用條件，如：能抵惡劣環境條件、易於除塵、承重…等。
5. 使用年限		
6. 產品成本		
7. 尺寸		長、寬、高描述。
8. 重量		
8. 美學考量		形狀、顏色、樣式、材質、結構、比例…等。
9. 使用材料		現有的、容易處理的、無毒的…等。
10. 人體工學		考慮方便操作、花費很少體力、左或右撇子都適用，操作無認知上之困難。
11. 廢棄物處置		產品生命結束後處置方式。

產品設計時程檢核表

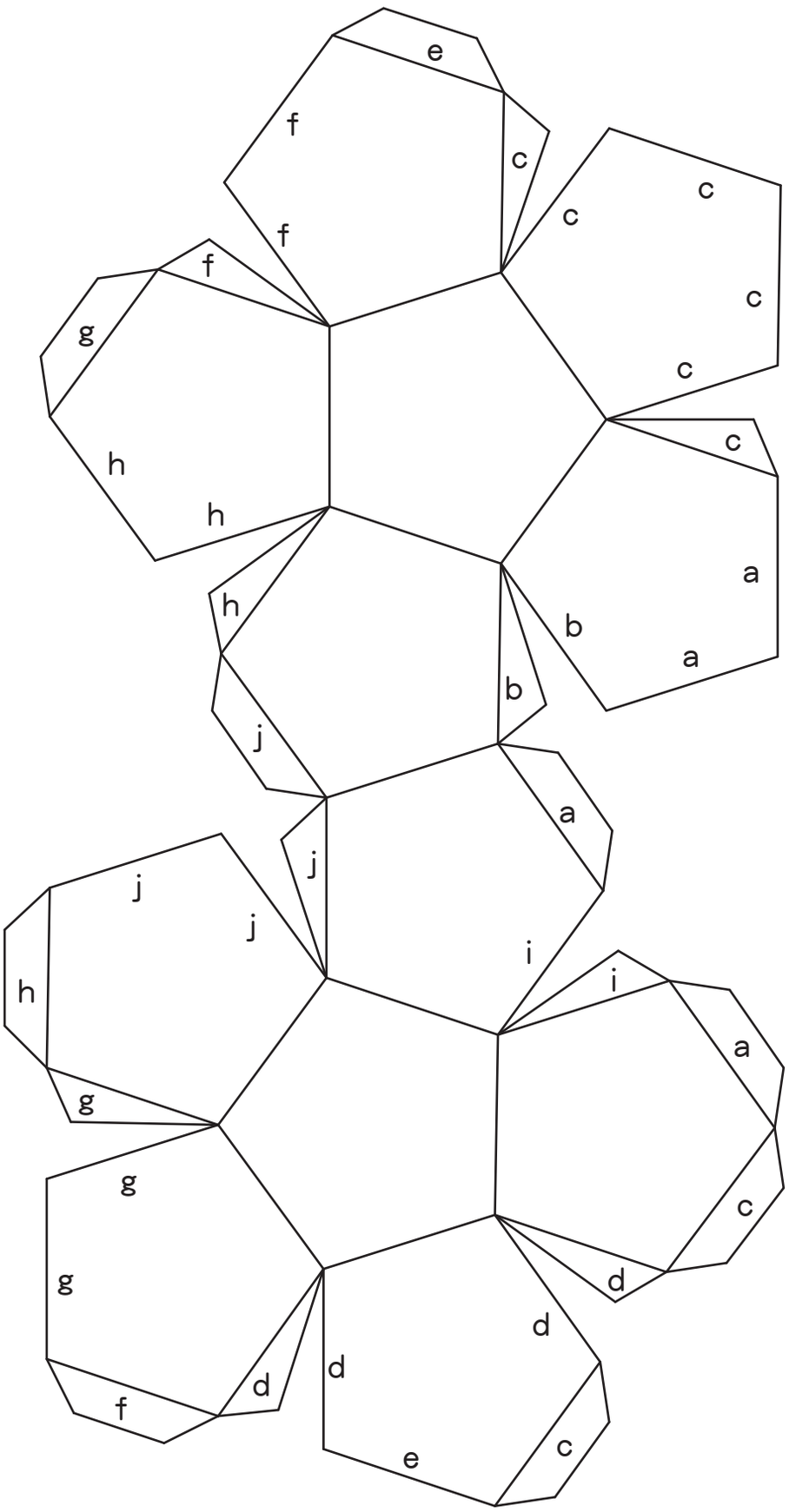
項目 / 時間	工作進度	內容說明	進度記錄檢核
未來燈具設計 1 ____ /___ /____	背景研究與概念設計	1. 完成背景探究 2. 確認顧客需求（燈飾設計思考說明） 3. 產品設計規格（PDS） 4. 討論與修正 5. 上傳 PDS 電子檔	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ （請描述工作進度）
未來燈具設計 2 ____ /___ /____	原型製作 1	1. 燈具初模製作 2. 燈的電力設計與製作	☐ ☐ （請描述工作進度）
未來燈具設計 3 ____ /___ /____	原型製作 2	1. 基本材料加工與處理 2. 構件組合與操作演練 3. 成果發表影片及簡報檔製作	☐ ☐ ☐ （請描述工作進度）
未來燈具設計 4 ____ /___ /____	成果發表	1. 原型作品觀摩 2. 搭配簡報進行口頭發表 3. 學生提問與概念溝通 4. 教師講評回饋 5. 作品攝影 6. 檔案建置	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ （請描述工作進度）


b
a
b
a
b
b


a
c
b
c
b
c
b
c
b
c
b
c
b
a


c
d
b
a
b
a
c
d
c
c

附錄五　正十二面體



附錄六　正二十面體

