

教育部教學實踐研究計畫成果報告
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PHA1110044

學門專案分類/Division：人文藝術及設計

計畫年度：111 年度一年期 110 年度多年期

執行期間/Funding Period：2022.08.01 – 2023.07.31

結合教學場域與專題實作學習的照明設計教程
(照明設計)

計畫主持人(Principal Investigator)：趙又嬋

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：逢甲大學建築專業學院

成果報告公開日期：立即公開 延後公開（統一於 2025 年 7 月 31 日公開）

繳交報告日期(Report Submission Date)：2023 年 9 月 11 日

結合教學場域與專題實作學習的照明設計教程

一. 本文 (Content)

1. 研究動機與目的 (Research Motive and Purpose)

「照明設計」是建築室內設計所不可或缺之基礎知識，傳統的「照明設計」課程內容，著重於介紹照明相關的基本名詞、光源、燈具、照明方式、照度計算、各類型空間照明案例介紹...等。照明課程受限教學軟硬體的限制，通常無法於課堂中實際操作燈光，僅能以照片圖說等方式，講解照明設計的重點與技巧。因此「照明設計」的實質課程內容常是以理論介紹為主，學生實質能操作於「設計」的部分實在非常有限。另一方面，「光線」對於學生仍是抽象的概念。雖然許多學生會在設計成果的彩現圖中呈現諸如 V-Ray, Lumion, Enscape 等渲染後具備優美擬真光線的畫面，然而這些光線的效果並無法直接真實對應到光源燈具的選用、照度分布合理性等照明實務，學生對於真實光線運用的謬誤與一知半解，造成學用落差。

因此，「照明設計」課程應當要結合理論與實際應用相關的知識，其教學目的應該要使學生運用他們的課程所學，有能力進行案例分析、具體的理解應用光線，並且能評估設計案的照明模擬效果與光環境品質。照明設計不應僅是華美的渲染圖說，而是將照明設計進一步整合軟硬體設施等資源，增加學生操作體驗光線的機會、從中學習照明專業的知識。本研究運用校內的「Sense Lab 感知實驗室」做為照明設計課程的教學場域，希望透過實驗室中實質可調控操作的照明設備與**專題實作導向 (PBL)**的學習，來幫助學生學習光線、視覺原理和照明計算的理論，也能幫助學生認識燈具、學習照明設計實務進而並解決照明設計問題。故本計畫主要的研究主題及研究目的如下：

- A. 結合專業的照明教學場域、搭配現場教學與實作，將「照明設計」課程提升至設計實務應用導向的課程，加強學生專業知識與設計的能力。
- B. 運用CDIO的「統整式學習 (Integrated Learning)」及PBL實作模式，深化學生統整學習的能力，將學生照明專業能力由「知識理解」，進一步提升至「應用分析」層次。

2. 研究問題 (Research Question)

「照明設計」課程旨在訓練學生在人工照明的條件下合宜的應用光線於空間之中，因此學生需具備光學物理方面的專業知識，規劃自己的照明設計理念，進而透過實驗或實作來完成照明專案。由於一般校園內並沒有具備上述可供教學與實驗用的照明場域，因此傳統的照明設計教學至多僅能在「普通教室」以「課堂授課」的模式至多加上「校外參訪」來完成教學。

本校與荷蘭TU Delft合作，在校內建置了亞熱帶第一座的「Sense Lab 感知實驗室」，實驗室中透過設備系統的控制，進行以光、氣流、聲學、心理療癒四個因素做為環境舒適度與人因感知研究的教學研究場域。Sense Lab 一樓的「感知教室(The experience room)」內的照明設備均能實現各種控制條件，所有燈具的流明與色溫均能使用專屬調光軟體單獨進行調光與控制，便於各種實驗與情境體驗 (圖1)。此外，Sense Lab的B1也設置了小型的「光環境實驗室」，獨立的小空間中可以調控LED平版燈、線性軟條燈、投射燈3種燈具，因此能設定多種照明情境模式，並能進一步結合家具擺設及相關儀器設備進行多目的的教學研究使用。故本計畫的研究主題，在於結合教學場域的照明專題實作教學，課程使用可控制、可體驗光線的 Sense LAB 作為教學場域，協助學生有效學習照明設計原則與應用實作。



圖 1 本計畫使用可控制、可體驗光線的 Sense LAB 感知實驗室作為教學場域

此外，如何讓「照明設計」不再是純理論課程，進而成為設計實務應用導向的課程？唯有在整個教學過程中，讓學生主動地去了解、探索問題及深入思考，才能真正地讓學習深化。有學者指出，在基礎課程（Cornerstone courses）引入「設計思考（Design thinking）」和「問題導向學習 PBL（problem-based learning）」，能夠強化並維持學生對工程的興趣、激發學生對進階課程的學習動機，也能增加實作經驗，提升他們在統整設計課程中的表現，可以彌補工程教育中學用落差的問題(Dym et al, 2005)。若能讓學生在專題實作主動學習，還有另一個面向的優點，當學生在專題操作發現問題時，可以直接與教師討論或尋求專業諮詢。教師會從「單向授課播放機」的角色，轉為「專業問題解惑者」，透過這種機制，學生在學習過程中可以更進一步地發展知識應用、分析、綜合及評估等更高階的能力。

因此本計畫的主要研究問題，在於如何結合實驗室場域，將 CDIO 結合 PBL 融入課程專題實作，借重 CDIO 的「統整式學習（Integrated Learning）」模式，讓學生在課堂中操作數個小專題，由簡而深，培養學生正確的決策思考模式，來提升學生學習興趣與學習成效；專題作業則結合前述的 Sense Lab 作為燈光的教學場域，協助學生掌握對光線的認識與操作與評估（圖 2）。



圖 2 本研究透過教學場域與專題實作的方式進行照明設計的教程設計（本研究繪製）

3. 文獻探討 (Literature Review)

(1) CDIO

CDIO工程教育設計理念是美國麻省理工學院聯合瑞典查爾穆斯技術學院、林雪平大學與皇家技術學院，以產品經歷的生產過程為基礎，所共同創立的一種全新工程教育理念(Crawley, 2014)，CDIO 工程教育模式下的課程架構，最終期望提升學生綜合性的基礎能力，例如基礎知識、個人能力、團隊溝通能力與系統能力，其中工程系統能力指的是應用知識為社會做出貢獻，在企業、社會和環境下構思、設計實施、運作的創新過程。CDIO的定義與內涵如下 (Crawley, 2007)：

- **Conceive (構思)**：從分析需求中來定義功能，並需要發散考量各個問題、技術、策略的方案，建構所需要的技術、解決方案，達到發展相對應的專案計畫。
- **Design (設計)**：藉由不同軟硬體呈現解決方案和設計草圖方案、描述產品設計、流程和系統實施方式。或是應用課程學到的理論、分析工具和方法進行設計。
- **Implement (實施)**：透過確認方案，實際將設計開發成產品、流程、系統過程。
- **Operate (操作)**：實際運作產品功能，修改實際發生的問題，並不斷修正直到解決實際問題，直到產品達到最佳狀況，同時也包括提供使用者預期價值、後續的維護、回收與升級等。

CDIO以真實世界的產品/系統為導向，進行構思、設計、實施、運作過程的工程教育，讓學生掌握紮實的基礎知識，構思並設計新的產品，同時能夠實施及運作，成為學用合一的工程人才。CDIO代表一套「基於專案作中學」的教育模式，從做中學「以自主學習獲得知識」、「以團隊合作共享知識」、「以解決問題應用知識」，對於21世紀高等教育具有啟發意義。

CDIO 工程教育模式的課程設計除了被運用於原定工程教育的研究之外(鍾金明、& 李苑玲, 2009)，亦被廣泛使用在不同教學研究上，如：程式語言 Jiang and Sun(2012)、網頁設計、外語教學、STEM 跨領域課程 (鍾華栩等人, 2020) 等。

(2) 問題導向學習 PBL (problem-based learning)

問題導向學習 PBL 的特色包括 (陳志銘, 2012)：

A. 以問題為學習之核心

問題導向學習係以問題作為核心，配合教師所設計之教學環境，提供學習者進行問題相關資料的蒐集、思考與討論等合作式學習互動，進而整合問題的相關資訊，以達解決問題之目的。

B. 以小組學習模式進行

問題導向學習係以小組學習模式進行，組內的學習者之間必須透過各種合作式的互動來解決學習問題，藉由小組學習的歷程，學習者之間可以有效的學習問題解決方法，並分享彼此的學習心得。

C. 以討論為主的學習過程

在小組討論的過程中，學習者依循教師所設計學習情境，促使小組成員透過討論方式對資訊內容進行批判與討論，藉以整合出能夠解決問題的方案，而教師在討論當中亦可適時的參與，以提昇學習者進行更高層次的互動討論學習。

D. 強調學習者主動學習

問題導向學習強調學習者必須主動思考學習目標、瞭解自我能力，擬定學習計劃或階段性學習目的與進行自我評估，並在小組學習環境中主動地與他人進行互動討論與分享。

E. 以教師作為引導者

在問題導向學習情境中，教師需以引導者角色適時介入小組的學習過程，參與問題解決討論過程，並提供適當的回饋，以幫助學習者釐清思考過程產生的問題，以提昇問題討論和思考的層次。

Tiong 等人提出 PBL 目標包括：(1) 應用、創造和批判性思維，(2) 提高溝通技巧，(3) 加強合作學習(4) 培養探索自我的能力(五) 提高應用能力和能力尋找知識和(6) 加強規劃和學生的控制能力。PBL 的設計基於關於激勵學習者的實踐和理論需求引導他們理解、應用和創造知識；此外，學習者可以透過經驗傳遞、案例研究或知識共享來建構或理解信息 (Tiong,2004)。PBL 強調批判性思維能力，理解、學習如何學習和工作與他人合作，因此學生會變得自主、熟練和發掘自身潛力，提升團隊合作能力技能與精神，因此 PBL 可以應用於廣泛的學生與領域(Valdez et al.,2009)。

4. 教學設計與規劃 (Teaching Planning)

本研究以「結合專業照明教學場域的專題實作」做為創新教學的策略主題，此教學主題並結合 CDIO 的教學概念，進一步轉化成果導向的學習。CDIO 分別代表「構思」(conceive)，是指現況需求分析，鼓勵學生以擴散性思考來試圖解決所面臨的挑戰與問題；「設計」(design)，是指學生須以需求者觀點來進行設計，勾勒解決方案；「實現」(implement)，是指學生將方案或設計轉換成「原型」的過程，包括方案確認與製作，意指設計的呈現；「運作」(operate)，是指學生小組或設計者根據實際呈現的經驗，經持續性的修正與測試，達到滿意的結果或作品。

雖然過去也曾在課程中導入 PBL 式的專題實作報告，但因原本只安排在期中與期末中作為成績評量，學生常只在交作業前的極短時間內才會花時間把作業做好；因此本次的專題式操作，除了採用 CDIO 的專題方式不變之外，並依照課程單元主題切分為數個小型的「設計導向專題」，讓學生由簡至深逐步的累積學習能量 (圖3)。

「照明設計」的教學目的在於使學生理解專業知識，並能幫助學生在日後完成設計室內照明所需的工作和項目。本研究中，PBL 將作為「邊做邊學」的教學單元，學生在各階段的單元學習與操作之中，將會意識到照明設計各個流程的演進，同時接觸學各個照明設計階段需瞭解與掌握的專業技能，最終應用於處理照明設計的各種複雜項目。專業的教學場域也將扮演重要角色，例如學生可以在 Sense Lab 的照明控制系統中，實際學習如何運用不同材料與燈光，並實際體會理解光線分佈的狀態。故計畫的教學設計與規劃的核心如下：

- 運用 **Sense Lab** 作為教學場域，並將課程中的 PBL 導向的專題結合 Sense Lab 進行設計。
- 將課堂教學單元比擬為各階段的照明設計流程，導入 **CDIO 課程專題實作**，提升學生學習成效。

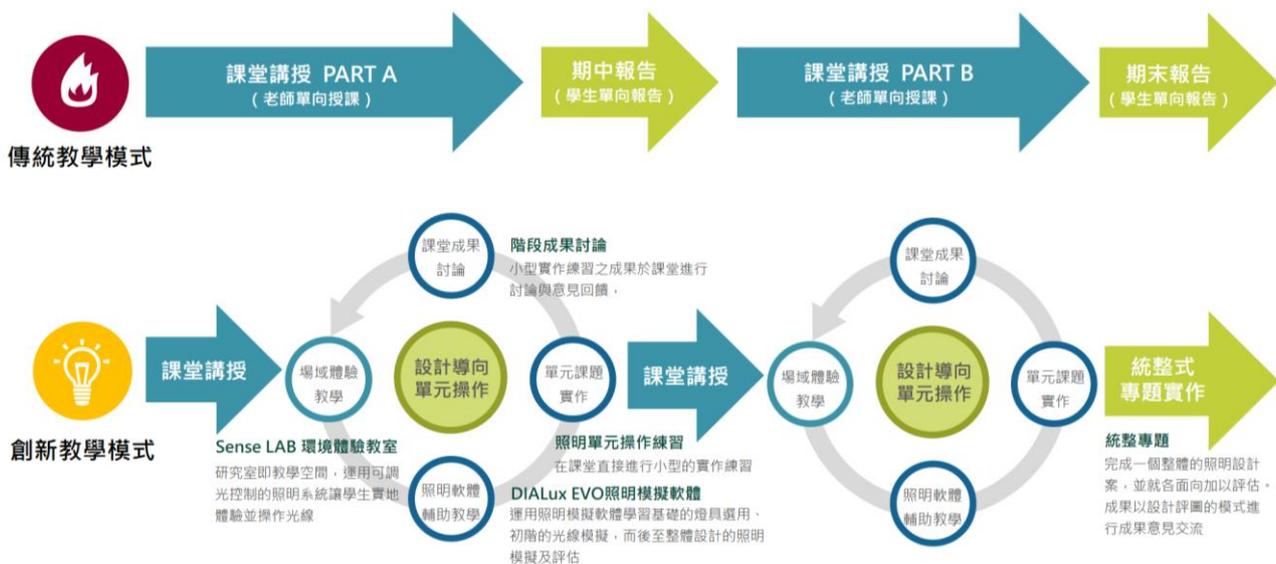


圖 3 本研究運用於「照明設計」課程的創新教學模式與傳統教學模式之差異 (本研究繪製)

【教學目標】

- 能夠定義與敘述光學的基本知識、辨識各種類型的照明光源與照明系統，做為照明設計的基礎。
- 能認知分析並鑑賞空間照明設計的美學，並能清楚轉化為個人對照明設計的構想。
- 能應用照明設計原理，因應不同類型空間使用合宜的照明技巧，歸納出理想的解決方案。

【教學方法】

A. 課堂授課：

以講座授課方式向同學們有系統的講解光學基本原理、評估方法、儀器操作方式...等。課堂中時時關心並引導學生思考提問，適時進行課程內容補充。也會適時活用教學策略與資源如 Kahoot、Slido、Mentimeter 等 IRS (Interactive Response System) 即時回饋系統直接在課堂與學生提問互動。

B. 專題學習：

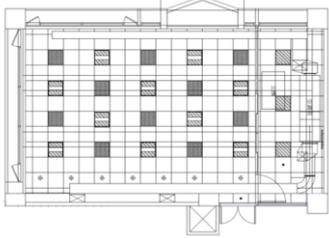
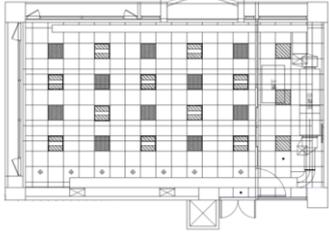
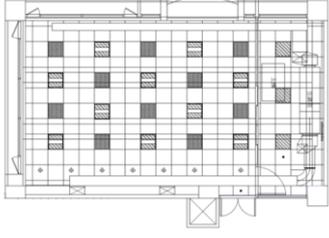
將課程設計為可運用 PBL 操作的「邊做邊學」的教學單元 (表 1)，過程中需運用 CDIO 流程完成專題，因此學生在各階段的單元學習會將想法落實或實體化，例如製作實體模型或運用軟體模擬來完成對應課題並呈現照明設計成果。

C. 照明場域教學：

使用 Sense Lab 的「感知教室(The experience room)」作為上課教室，並適時運用場域內的燈具控制系統講解光線、照明設計手法，並提供「光環境實驗室(Test chamber)」讓學生結合專題題目，實地操作光線並完成專題。

【課程進度與設計】

表 1 課程進度與教學設計

課程類型	CDIO 層級	使用場域	場域功能示意	課程內容
一般授課	C			<ul style="list-style-type: none"> ■ 照明原理介紹 ■ 燈具介紹 ■ 使用 Sense Lab 的照明系統輔助說明
【操作單元 1】 觀察光線	C			<ul style="list-style-type: none"> ■ 觀察光線 ■ 以光線為主題拍攝照片 ■ 分析空間中的光線構成
【操作單元 2】 光箱的光影實驗	CDI			<ul style="list-style-type: none"> ■ 縮尺空間的光影練習 ■ 運用 Sense Lab 燈光輔助光箱拍攝
【操作單元 3】 照明控制與體驗	CD			<ul style="list-style-type: none"> ■ 使用 Sense Lab 的照明控制系統 ■ 實地體驗光線的變化對於感受的影響
【操作單元 4】 燈光與空間情境	CDI			<ul style="list-style-type: none"> ■ 學生使用燈具及家具達成照明情境設計 ■ 使用 Sense Lab 的照明控制系統
【操作單元 5】 照明設計與模擬	CDIO			<ul style="list-style-type: none"> ■ DIALux 教學 ■ 使用 Sense Lab 的照明系統輔助說明 ■ 運用 DIALux 完成照明設計並分析各項照明數據

5. 研究設計與執行方法 (Research Methodology)

【研究架構】

本研究採用「行動研究法 (action research)」，採用問卷、量表、以及學生成果作

品作為研究工具與資料蒐集的方式，再運用統計工具來分析量化數據。本研究的主題「結合教學場域的照明專題實作」可分為 5 個操作階段，均是切合 CDIO 的「從專案中做中學」的概念（表 2）。

開學前先思考各個課程單元對應的專題題目與操作方式，而後製作研究所需的問卷與講義，開學時進行問卷前測。學期中依照單元進度教學以及落實場域教學與專題實作，並於期中實施形成性評量。學期末實施問卷後測，讓學生自評學習表現與學習成效，專題報告的使用 Rubrics 評分量表進行評分。最終將所有課程資料與問卷結果進行統計分析，並撰寫研究成果報告（圖 14）。

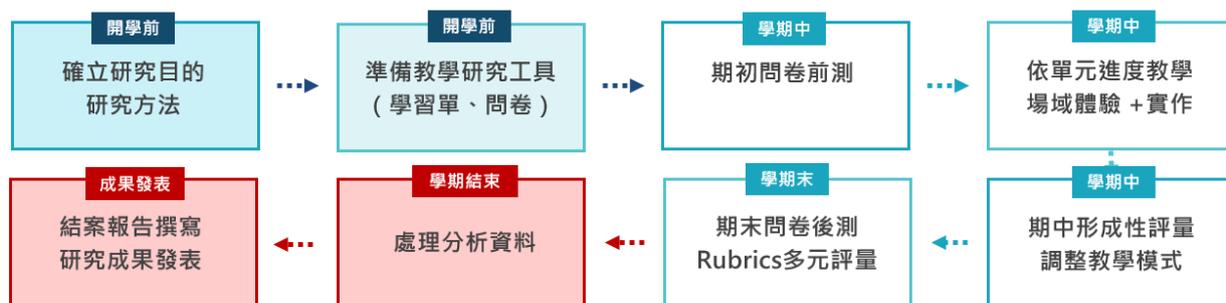


圖 4 本研究架構（本研究繪製）

表 2 照明設計之教學架構與研究範疇

主題	結合教學場域的照明專題實作教學
教材編輯	自編教材 + 其他參考書籍
教學方式	課堂講授 / 場域實作教學 / PBL + CDIO 專題
主要對應教學單元	<ol style="list-style-type: none"> 1. 光學原理與視覺感知：觀察光線 2. 光與空間構成：光箱的光影實驗 3. 光源燈具與照明形式：照明控制與體驗 4. 照明環境與心理：燈光與空間情境 5. 照明設計與模擬
評量方式	Rubrics + 問卷量表

【研究範圍】

「照明設計」為逢甲建築專業學院「室內設計學士學位學程」大三的必修課，研究對象為大三的學生，這門課也有其他建築專業學院「建築學士學位學程」的同學或外系的同學修習，因場地空間限制，修課人數上限為 30 人，本年度實際修課人數為 27 人。

「照明設計」課程範疇可分成「光學原理與視覺感知」、「光與空間構成」、「照明環境與心理」、「光源燈具與照明形式」、「照明模擬與評估」等幾個大單元。教材以自編講義為主，專題評量方式會採用 Rubrics 評分量表設計，其他教學資源則會參考逢甲大學教學資源中心於網路教室 iLearn2.0 提供的各式資源，也會使用其他網路開放教學資源來協助課程運作。

【研究對象與場域】

研究對象為建築專業學院室內設計學士學位學程大三學生，資料收集為課堂上進行的問答紀錄、問卷、作業，上課及研究地點為建築專業學院 Sense Lab 的「感知教室 (The experience room) (1F)」與「光環境實驗室 (Test chamber) (B1)」。

【研究方法與工具】

本研究採用「行動研究法 (action research)」，採用問卷、量表、以及學生成果作品作為研究工具與資料蒐集的方式，再運用統計工具來分析量化數據；另有單元回饋問卷的部分，針對學習動機的變化、自我學習態度評估及課程習得等質性書面資料的整理，做為本研究主要之質性資料。「行動研究法」主要用來解決實際所面對的問題，採用行動研究法的優點在於：(1) 任何層級的專業人士在任何場域都能執行；(2) 可以改善教育實務，改善教學技巧並增進自己對於正式研究的能力；(3) 協助教師有系統的找出問題與議題。本研究主要分為三個階段 (圖 5)：

(一) 教學前準備階段

準備各單元的教案，先擬訂教學目的與學習目標，進行教學場域的軟硬體調整與準備，以及構思課程操作節奏、準備工具、運作時間等細節。前測問卷與上課即時互動討論的問題也會事先備齊。

(二) 課堂教學運用階段

課堂教學時，即時掌握學生學習的程度與態度。教學完畢後再透過各單元的專題實作成果檢視教學內容與學生理解程度，最後統整學習要點，並針對核心問題詳加說明 (表 3)。

(三) 成效評量回饋階段

學習成效主要分為三大類型：專業知能、一般知能、態度動機。「專業知能」可透過標準評分與Rubrics來為考試、專題成果評分。「一般知能」所重視的創造力、批判思考力，可透過標準量表來驗證；「態度動機」則可透過自編問卷來評量。評量方式可包含「直接評量」與「間接評量」方式。「直接評量」係指直接從學生表現評估學習成效，例如考試、報告、專題作品等；「間接評量」指的是學生對於自己各項能力的自我評估與認知，通常以問卷自評的方式得知。

本研究在學生專題成果部分採用「直接評量」方式，以 Rubrics 評分；「間接評量」的部分，則採取前後測 (pre-test & post-test) 的方式，問卷題目會由課程核心能力發展而成，問卷中也設計教學場域是否有助於各個照明專題之學習。其餘的參考評量方式，則使用逢甲大學 iLearn 2.0 系統的「期中形成性評量」與「總結性評量」等工具。

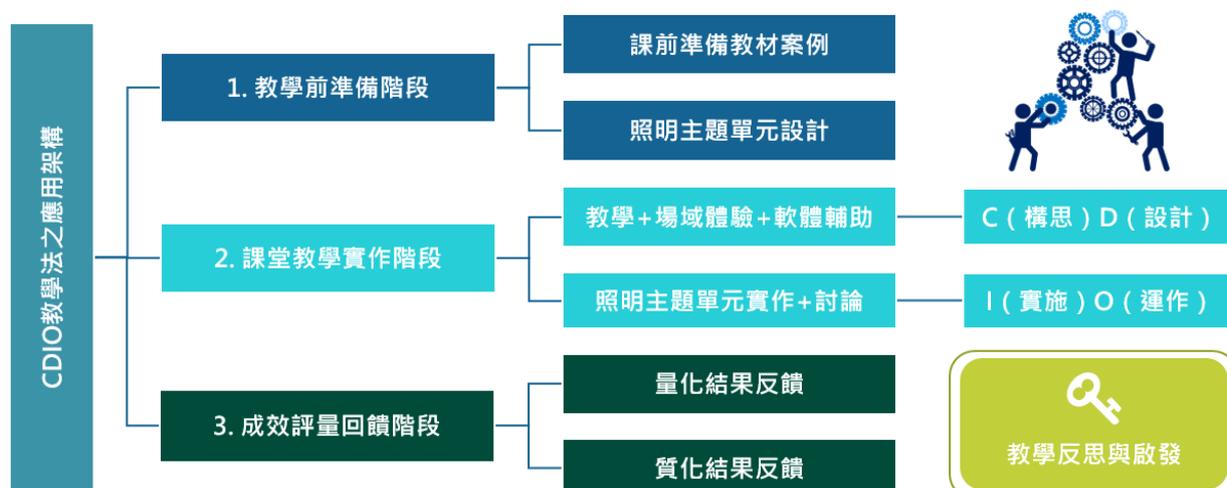
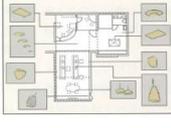


圖 5 本研究三階段研究方法 (本研究繪製)

表 3 「照明設計」課程各教學主題對應的學習成效指標

照明設計流程	對應的教學主題	對應的專題單元	學生學習成效指標
	光學原理與視覺感知	觀察光線	<ul style="list-style-type: none"> ● 眼睛與視覺 ● 光學原理的基本知識
	光與空間構成	光箱的光影實驗	<ul style="list-style-type: none"> ● 光：影子、方向、反射、透射 ● 光源的色彩特性
	光源燈具與照明形式	照明控制與體驗	<ul style="list-style-type: none"> ● 認識光源、燈具與照明控制系統 ● 燈具配置與光源效果
	照明環境與心理	燈光與空間情境	<ul style="list-style-type: none"> ● 光色的心理效果 ● 照明的情境設定
	照明模擬與評估	照明設計與模擬	<ul style="list-style-type: none"> ● 照明的質與量 ● 使用燈具型錄 ● 照明計畫/照明設計

【資料處理與分析】

研究的最終階段，將蒐集而來的量化資料與質化資料進行統計分析，瞭解是否達成預期目的使學生確實提升學習動機與學習成效，最終反思回饋「教學實踐研究成果」應用於「照明設計」課程之成效，以及未來需要調整之處。

【實施程序】

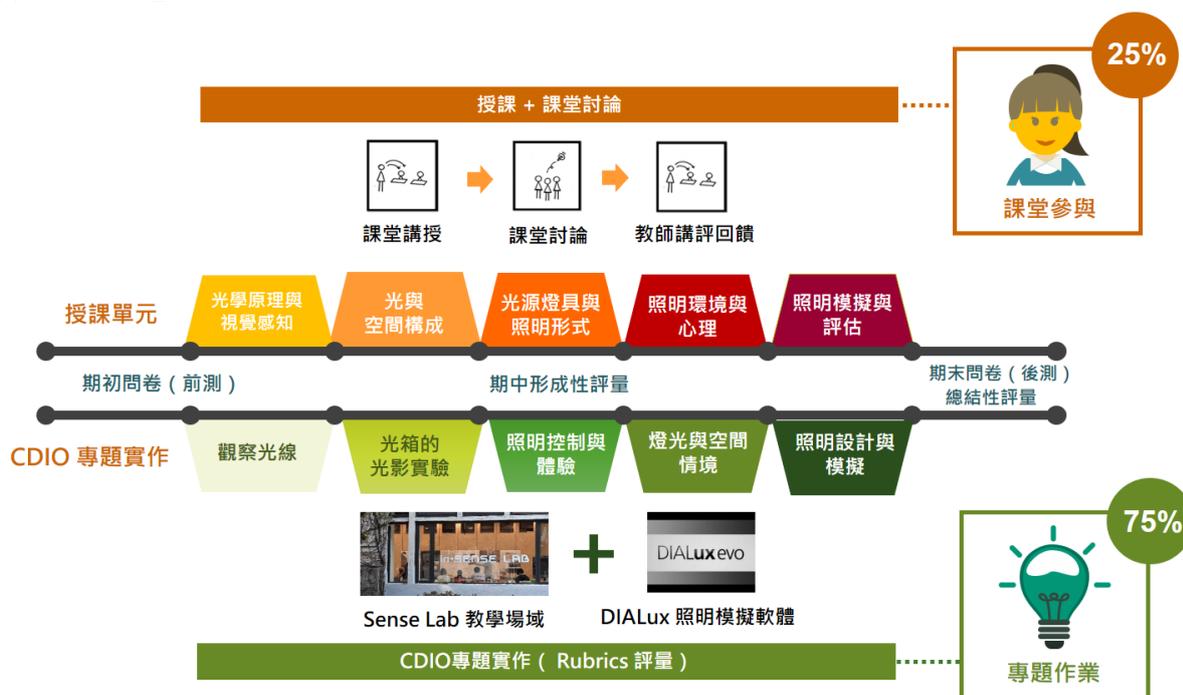


圖 6 本研究實施流程圖 (本研究繪製)

6. 教學暨研究成果 (Teaching and Research Outcomes)

(1) 教學過程與成果

【專題操作單元 1】：觀察光線

光線品質的好壞，掌握在設計者對於照明設計是否「從生活的常識來思考人的需求、以生活環境為觀察的數據來分析」。因此照明的基礎，應從觀察光線開始。觀察光線的訓練內容包括：主要光源為何？光線的顏色？直接光或是間接光？光線與物件的關係？光線給予人的觀感為何？而最初始的訓練方式，就是先請學生拍攝一組光線的照片，在室內或戶外，在白晝或黑夜，以鑑賞的角度分析空間中光線的印象（圖 7）。

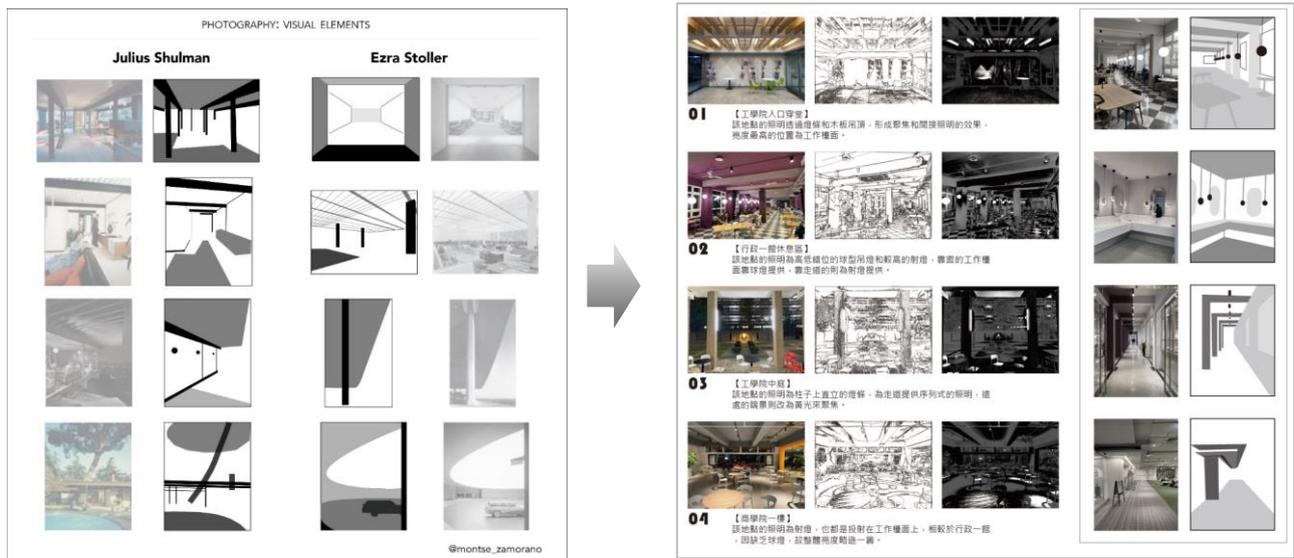


圖 7 練習分析空間中的光線構成

【專題操作單元 2】：照明專業術語 & 場域照明品質評估

第 2 階段的重點在於確實教導學生照明專業術語，學生需思考每個專業術語背後的定義，並且現場使用光學儀器完成光環境評估的問題。為了提升學生的學習動機與學習成效，此部分借用了「學思達教學法」的經驗，發講義閱讀、課堂提問講解、設計分組活動學習單、現場實作、小組討論後進行成果發表與回饋（圖 8）。這些討論與現場實作使學生能夠深入了解照明專業術語，並具備評估照明場域品質的實踐技能。



圖 8 照明專業術語學習單與光學儀器操作評估的小組專題活動

【專題操作單元 3】：光箱中的光影實驗（期中報告）

為使學生實際操作並體驗光線，請學生自訂一個跟「光&氣氛」有關的主題，準備一個長寬約 20~30cm 的紙箱，利用不同的開口、形狀、顏色、材質布置光箱的內部，並嘗試利用各式光源為光箱提供照明情境，並討論直射光、穿透光、半反射光於空間中呈現的效果(圖 9)。光箱需於課堂中實際展示，報告內容需詳實紀錄製作過程，並提供成果反思心得。教師則於課堂進行成果討論與回饋。

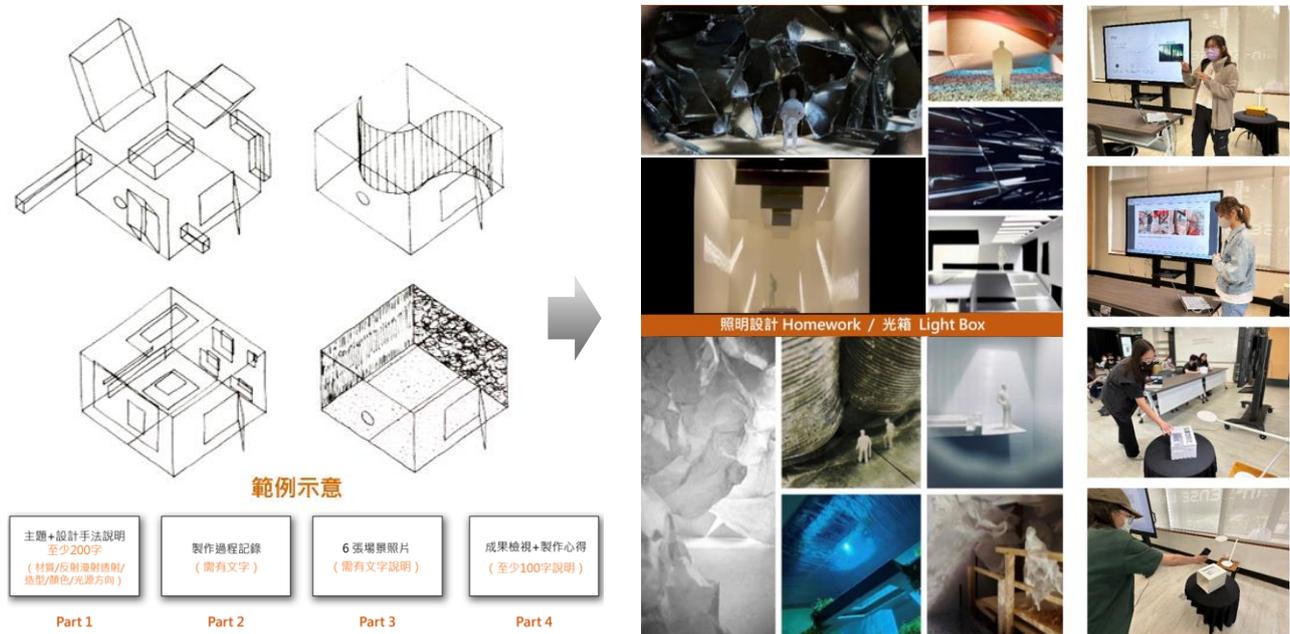


圖 9 操作光線來源與使用材料，在光箱的呈現不同的光線效果

【專題操作單元 4】：燈光情境體驗 & 燈具公司參訪

除了事先教導專業照明設計軟體 DIALux EVO，讓學生在軟體中快速的置入燈具，觀察不同燈具的配光如何影響光線在空間中的分佈之外，實體的燈光情境體驗則使用 Sense Lab 的「感知教室」與「光環境實驗室」的燈具控制系統，讓學生動手實地控制光線、認識燈具規格，並實際感受調光時光通量與色溫的變化差異。除了於課堂中運用 Sense Lab 認識光源、燈具與照明控制系統，並安排戶外教學參訪德國 OCCHIO 精品燈具公司，OCCHIO 的展示場燈具均能現場操控體驗，透過專人的解說，實際認識燈具系統及規格，並且對於室內照明設計實務有進一步的瞭解(圖 10)。



圖 10 透過教學場域的照明控制系統以及燈具公司的實地參訪，體驗情境並認識照明設計實務

【專題操作單元 5】 照明設計與模擬 (期末報告)

本單元為照明設計課程的終端整體檢視，課程教導學生使用 DIALux EVO 照明軟體進行設計名估，並給予期末專題作業，使其執行 CDIO 的照明設計流程(圖 11)。該軟體不僅操作容易，重要的是與世界各國的燈具大廠合作，可匯入市面上實際燈具的光學資料，並實際模擬燈光效果，提供各種照明水準條件諸如照度、輝度、眩光指數、照明功率密度等數值的詳細資訊。由於可以在設計階段檢視照明成效，因此有助於使用在教與學的各個階段，並且增加學生對於光線抽象概念的理解，與最終成果照明質量的檢視評估。

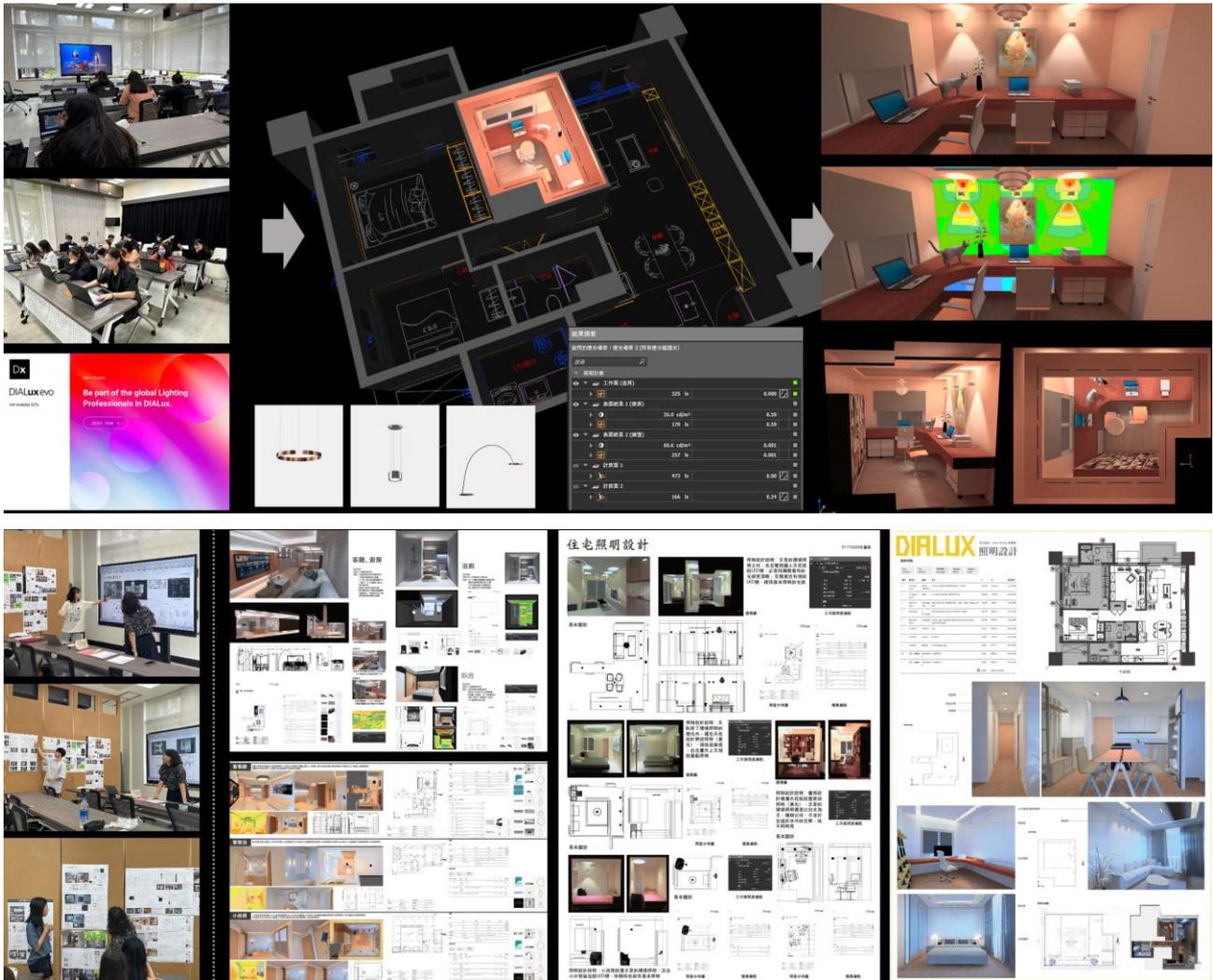


圖 11 運用 DIALux EVO 提出照明設計案，且需完整的評估照明的質與量

(2) 教師教學反思

本研究結合本院的 Sense Lab 做為教學場域並進行教學設計，5 個階段循序漸進，讓學生實質體驗照明控制與燈光情境，以及參訪燈具公司提升對於燈具與控制系統的瞭解。最終再經由照明軟體教學，以完成住宅照明設計做為學程總成果的檢視。透過課堂反應與問卷瞭解，學生普遍認為 Sense Lab 是好的照明教學場域，經由在 Sense Lab 的專題式學習，有助於提升照明設計課程的學習。課程目標與基本核心能力相關性之綜合教師自評如表 4 所示。

表 4 本課程自評目標達成情形

課程目標	課程目標與基本核心能力相關性檢視	課程目標達成情形 (教師自評)					學生回饋
		非常易	易	可	難	非常難	
能夠定義與敘述光學的基本知識、辨識各種類型的照明光源與照明系統，做為照明設計的基礎。	A3		V				4.75
能認知、分析並鑑賞空間照明設計的美學，並能清楚轉化為個人對照明設計的構想。	A4			V			4.50
能應用照明設計原理，因應不同類型空間使用合宜的照明技巧，歸納出理想的解決方案。	A5			V			4.75

(3) 學生學習回饋

學生的學習回饋是由發給學生問卷分別針對課程各個階段進行自評，問卷內容是讓學生以 1~5 分 (5 分最佳) 自評對於各單元的學習成效。「題組一」(問卷編號 1~4) 是有關使用 Sense Lab 做為教學場域的評價 (圖 12)，結果顯示，Sense Lab 在協助專題式課程的部分均有良好的評價，平均獲得 4.5 分。「題組二」(問卷編號 5~7) 是詢問各專題實作的學習成效，「光箱」獲得 4.3 分，「住宅照明模擬」獲得 4.6 分，燈具公司參訪獲得 4.7 分，有 60% 的同學回答「非常同意」，顯示學生普遍認同專題實作的學習成效。「題組三」(問卷編號 8~12) 是詢問本課程的各個教學主題與核心能力達成情形，整體的照明設計能力獲得了 4.6 分，各個單元得分介於 4.2~4.5 分，其中又以最終的 DIALux 照明專案模擬教學獲得獲得 4.5 分為最高。以上成果均顯示學生對於本課程結合教學場域與專題實作學習的肯定。

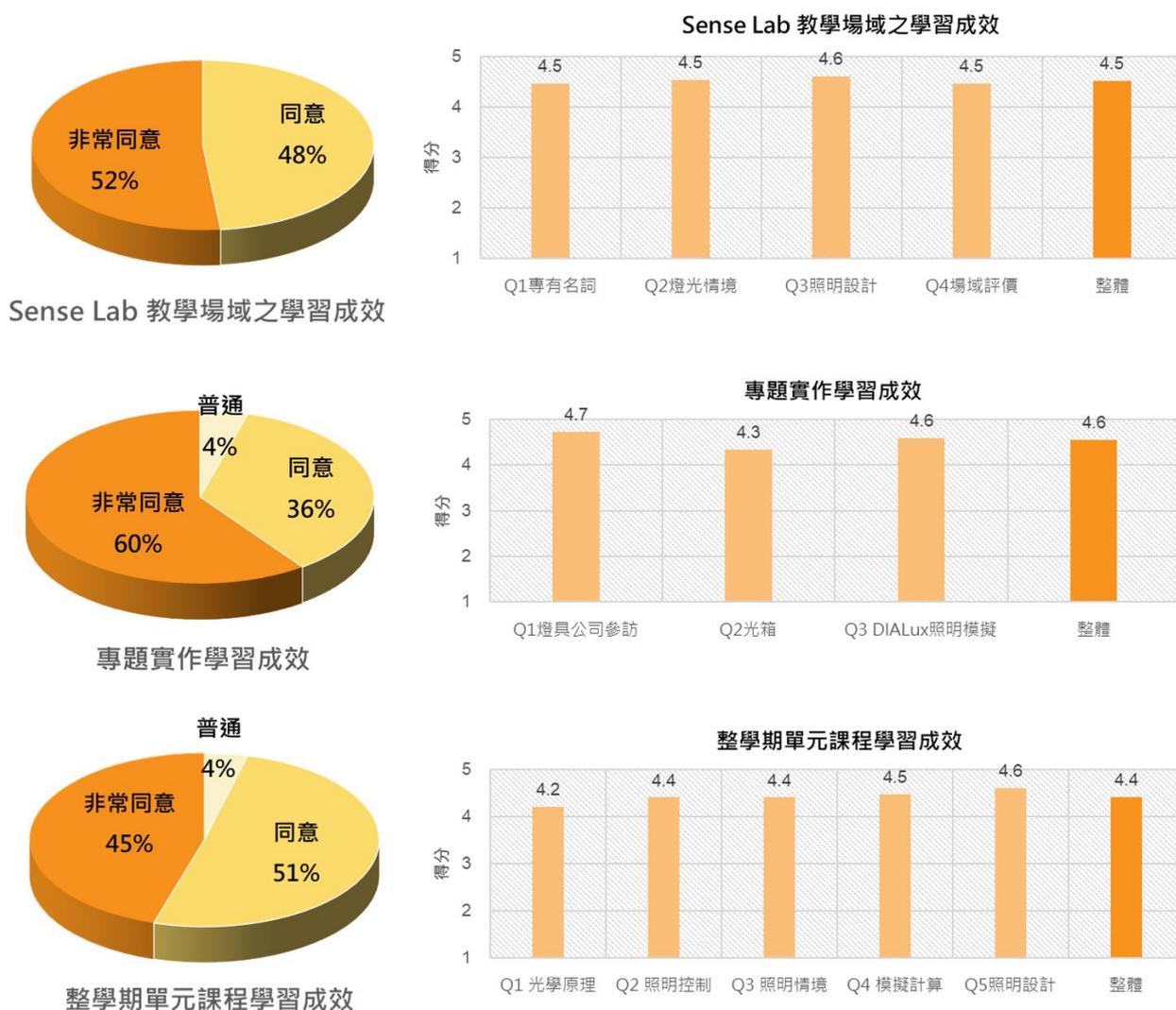


圖 12 學生問卷自評之學習回饋

7. 建議與省思 (Recommendations and Reflections)

照明設計可以是實務為導向、以解決真實問題的課程。本學期的「光箱」與「住宅照明模擬設計」，均是運用 CDIO 專題式操作手法，課堂的討論與動手操作，均有助於提升學生的專業知識與核心能力，以及課堂參與度與學習滿意度。此外，在課堂中對於成果作品的即時討論回饋，也對學生十分有幫助。因此本年度的教學經驗與研究成果，顯示結合實驗室場域與專題實作的照明教學，確實有助於提升學習成效；CDIO 專題式學習也有助於增進學生知識應用能力。

然而計畫執行過程中也發現，由於課程是依照照明設計的 5 階段循序操作，因此課堂參與度低、出席率較低的學生，就不易融入教師整學期的課程設計之中，無法掌握專題實作背後學習的核心價值。此類學生在專題作業的呈現上有偏離主題的現象，在問卷的回饋上也較為一般。這個經驗也提醒日後在教學執行上，也需適時的藉由課堂觀察與進行教學解說調整。

未來再執行相關課程規劃之建議有二：(1) 教學場域對應專題實作的內容，可再設計更多主題，有效用運用空間軟硬體設備，使其多元化並提升教學成效；(2) 學生學習成效評估方法的改進，對於評價教學方法對於學生的學習成效有具體影響，需進一步思考質化研究方法與資料蒐集方式。

二. 參考文獻 (References)

1. 呂以榮、張子祥 (2005)。《研究設計與方法》，六合出版社
2. 李秉乾、翟本瑞、李堯涓 (2019)。《CDIO 教育架構的導入與實踐》，逢甲大學通識中心
3. 李坤崇 (2012)。大學基本素養與核心能力的檢核機制，教育研究月刊，218 期，P.5-25
4. 金陵 (2016)。《翻轉課堂與微課程教學法》，北京師範大學出版社
5. 翟本瑞、周惠那、陳淑惠 (2016)。《創意思考與實例演練》，逢甲大學通識中心
6. 楊孟麗，謝水南 (譯) (2013) 《教育研究法：研究設計實務 (第二版)》(原作者：J.R. Fraenkel, N.E. Wallen, Helen H. Hyun)》。臺北市：心理出版社。
7. 陳志銘 (2012) 問題導向學習 problem-based learning, 圖書館學與資訊科學大辭典，<https://terms.naer.edu.tw/detail/1678753/>
8. 陳琦媛 (2017)。運用 Rubrics 評量核心素養，臺灣教育評論月刊，2017，6 (3)，P 87-90
9. 鍾華棚、張綺芳、邱柏升、賴槿峰 (2020) CDIO 模式融入運算思維之創意力影響之研究-以 STEM 課程為例，2020 第九屆工程技術與科技教育學術研討會
10. Chaplin S. (2009) .Assessment of the impact of case studies on student learning gains in an introductory biology course, *Journal of college Science Teaching*,39(1), pp72-79.
11. Chin-Feng Lai, Hua-Xu Zhong, Po-Sheng Chiu (2021) .Investigating the impact of a flipped programming course using the DT-CDIO approach, *Computers & Education* (173) <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104287>
12. Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. R., & Eström, K. (2014). Rethinking engineering education: The CDIO approach (2nd ed.). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-319-05561-9
13. Crawley, E., Malmqvist, J., Ostlund, S., & Brodeur, D. (2007). Rethinking engineering education. New York, NY: Springer.
14. Dym, C.L., Agogino, A.M., Eriz, O., Frey, D.D. & Leifer, L. (2005). “Engineering design thinking, teaching and learning”, *Journal of Engineering Education*, 94(1): 103-120.
15. Earl, L. M. (2003). Assessment as learning: Using classroom assessment to maximize student learning. California: Corwin Press, Inc.
16. Hoffman, E. S “Beyond the flipped classroom: Redesigning a research methods course for e3 instruction”(*Contemporary Issues In Education Research*,7(1) ,2014), pp51 -62.
17. H. B. Tiong, J. A. Netlo-Shek, & C. S. C. Agnes.(2004). *Managing Project Work in Schools: Issues and Innovative Practices*. Singapore: PearsonPrentice Hall
18. M. M. Travassos Valdez; C. I. Faustino Agreira; C. M. Machado Ferreira; F. P. Maciel Barbosa (2009) .PBL Implementation in a Lighting Design Course, 2009 44th International Universities Power Engineering Conference (UPEC)

三. 附件 (Appendix)

【照明設計】課程學習成果回饋問卷

本學期主要課程活動



照明專有名詞與儀器使用



Occhio 燈具公司參訪



DIALux 軟體教學

課程學習回饋問卷

編號	整學期課程內容	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
1	我認為在 Sense Lab 上課實際運用照度計、光譜儀等儀器操作及討論，有助於提升對光環境專有名詞的認識	<input type="checkbox"/>				
2	我認為在 Sense Lab 上課有助於燈光情境控制認識與體驗	<input type="checkbox"/>				
3	我認為在 Sense Lab 上課有助於「照明設計」課程的學習	<input type="checkbox"/>				
4	我認為在 Sense Lab 是個好的教學場域	<input type="checkbox"/>				
5	我認為在燈具公司參訪有助於對燈具與調光控制的認識	<input type="checkbox"/>				
6	我認為「光箱」作業有助於瞭解材質與光影分布的應用	<input type="checkbox"/>				
7	我認為「DIALux 住宅照明設計模擬」作業有助於「照明設計」應用能力的提升。	<input type="checkbox"/>				
8	本課程提升我對「光學原理基本知識」的認識與能力	<input type="checkbox"/>				
9	本課程提升我對「燈具與照明控制」的認識與能力	<input type="checkbox"/>				
10	本課程提升我對「空間照明情境設計」的認識與能力	<input type="checkbox"/>				
11	本課程提升我對「照明模擬計算與應用」的認識與能力	<input type="checkbox"/>				
12	整體而言，本課程提升我對「照明設計」的認識與能力	<input type="checkbox"/>				

其他對於本課程的意見回饋

自評自己的課堂參與程度

	1	2	3	4	5
	<input type="checkbox"/>				