

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：MOE-113-TPREE-0008-002Y1

學門專案分類/Division：工程

計畫年度：113 年度一年期 112 年度多年期

執行期間/Funding Period：2024.08.01 – 2025.07.31

計畫名稱：為藝術展演應用導向的光電與人工智慧課程開發

計畫主持人(Principal Investigator)：陳啟昌

協同主持人(Co-Principal Investigator)：龔愛玲

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立中央大學光電科學
與工程學系

成果報告公開日期：立即公開 延後公開

繳交報告日期(Report Submission Date)：2025 年 9 月 1 日

本文與附件 Content & Appendix

計畫名稱：為藝術展演應用導向的光電與人工智慧課程開發

一、本文 (Content)

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

計畫主持人教學歷程與面對的問題

同學不在乎課程單元應用的方向：

計畫主持人在過去 5 年，在大學部開設光電工程概論(大學部)、光電實驗(大學部)與光學計算(研究所)等課程。在個人的教學過程中，常強調目前課程的章節主題，與現今產業應用的關係，試圖引起同學的學習動機。然而，發現由於課程的章節主題與現今產業應用的連結關係並不會是考試的重點，再加上，“素養型”教育環境下，同學多已熟悉在應用型的考題中，找出數字代入公式解題的評量方式。因此當同學聽到有關課程單元主題與產業的關係時，便停下抄寫筆記的工作，僅當作故事聽。也因此修課完成後，同學無法與應用產生強烈的連結，亦鮮少能長期的激發同學的學習動機。

應用型與思考創意發想型的課程份量不足：

普遍在理工領域中的課堂教學，教師大多集中課程單元焦點於現今產業與研究方面的應用。例如光電系的課程，教師會在每個單元以產業商品或頂尖研究的課題為例，讓同學感受當下課程單元與應用的關係，以及實際如何操作在元件或系統設計上。老師亦可能會將產品(如雷射、矽光子晶片)帶到課堂，讓同學見識。然而，大多課程同學對產品僅有計算設計上的練習，課程單元內容的記憶期不若實作的課程。

在光電實作的課程中，如光電實驗，大多為元件基本操作，如 LED 的點亮與光譜量測，太陽電池效率量測。目前僅有專題研究課程，可提供大學部同學有機會接近產業類或研究類型的課題，並有動手動腦的機會。導致大學部同學的解決問題能力，大多與高中生無異，很現實地停留在想方設法在各課程中，考試成功獲取高分。而非想方設法解決新的問題，並提出想法與創意。而同學修習專題研究的課程目的，大多亦僅是獲取分數與研究報告，以為碩士甄試準備。

理工科系教師專注於科技產品的應用方向，鮮少強調或開發在藝術領域的應用：

人類的感知有五種(視覺、聽覺、觸覺、味覺與嗅覺)，藝術的展演大多是以視覺與聽覺的媒介來傳達。在視覺上，常用的工具與光電科技息息相關，如投影裝置、照明設備、顯示器、雷射、AR、VR 等。然而理工科系的課程中，鮮少在課堂中將課程單元帶到藝術領域的應用，或以藝術人與藝術展演的思考角度去開發光電產品。國科會亦較傾向重視科技類產業的研究計畫，研究人員與教師鮮少能有勇氣向國科會提出藝術應用的科技計畫。或考慮到藝術型的應用計畫經費可能不若科技型的課題，而放棄提出。導致在台灣，鮮少能有科技人專為藝術設計開發新的光電設備，或將最新的光電科技應用在藝術領域上。

有鑑於以上的問題，本計畫主持人在 2020 年於光電實驗課程中，利用 6 堂課的

時間，以本校「教育部補助大學校院新工程教育方法實驗與建構計畫」的經費協助，完成在本校黑盒子劇場展示的**光電舞蹈作品**。

<https://www.youtube.com/watch?v=T0KvNnwCUu4>。如圖一。我們結合 LED，投影設備、Wifi 無線遙控、python 程式語言、以及 arduino 電路與電子放大電路，完成此舞蹈的舞者與道具的 LED 顯示與無線程式化遙控，以及背景投影空中飄下物體的展演元素。並完成成果的表演記錄。此課程的成功，引發本計畫主持人想進一步為藝術開發新的光電展演技術的想法。並且落實在本研究教學實踐課程中實施。



(a)



(b)



(c)



(d)

圖一、2020 年，計畫主持人在其光電實驗課程中，利用 6 堂課的時間，帶領同學從主題發想、arduino 學習與練習操作、電路焊接、道具設計、道具與服裝製作組裝與測試、舞蹈練習，完成光電舞的成果。(a)與(b)同學於本校黑盒子劇場舞蹈記錄前的道具服裝準備 (c) 每項道具與服裝皆經由電腦與 Wifi 遠端控制其道具上 arduino 電路。

(d) 於表演記錄完成後與同學合影。光電舞作品連結

<https://www.youtube.com/watch?v=T0KvNnwCUu4>

人工智慧技術是各領域必備的專業知識，光電人才應學習並加以應用：有鑑於人工智慧已經是各領域同學必備的學科知識，計畫主持人在其「光學計算」課

程中，亦於 10 年前加入人工智慧的程式與應用練習。利用 Matlab 的 neural network toolbox，讓同學利用「政府資料開方平台」，練習人工智慧的資料處理與操作。為此，在本計畫中，也規劃了在課程讓同學以評比的方式，自行出題來評比各家生成式 AI 的性能。並以進行 AI 影音創作的教學，使同學有能力為本課程的目標影音音樂會進行內容準備。

本計畫提出了全新的課程規劃，提供上述問題的解決方法。我們開發為藝術展演應用導向的光電與人工智慧課程，**課名為「光電藝術與人工智慧」**。在此課程中，我們規劃以光電與人工智慧影音為課程基礎，結合光電與非光電系的同學，以讓同學在藝術創作的現場，了解人文藝術領域的專家的想法與文化。並經由藝術作品的課堂創作，讓同學親身發想與實踐，經由密集的討論，以一學期的時間完成一件藝術作品。**本研究計畫在 113-2 學期的「光電藝術與人工智慧」課程中實施，修課同學共有 23 位，全體同學皆參與本研究計畫。其中光電系的同學 14 位，非光電系的同學 9 位。課程中包含了 Schlieren Photography、Optical illusion(光學幻覺)、劇場燈光三項光學的課題。已完成一場影音音樂會，於 2025 年 5 月 28 日在本校黑盒子劇場演出，共有 51 位觀眾。**

本課程於 2024-2025 年共發表 3 篇於此「光電藝術與人工智慧」課程教學成果的學術研討會論文。

- [1] Nicolas Drouet, **Chii-Chang Chen**. Etude de cas sur la création théâtrale IA «i-bridités». in Evolution de l'IA culturelle : Ateliers d'ingénierie culturelle franco-taiwanaise. (文化 AI 進行式，台法文化工作坊) 2024. Taipei. (Invited talk)
- [2] Nicolas Drouet, **Chii-Chang Chen**, IA, français et art optique : création d'une pièce de théâtre, in 4ème Rencontre pédagogique en Asie-Pacifique. 2024: Taipei. (invited talk)
- [3] **Chii-Chang Chen**, Nicolas Drouet, Evelyne Jardin, "I-bridités Une utopie pédagogique et créative autour de l'IA," XVIe Congrès mondial de la FIPF, Besancon, France, July, 2025.

2. 研究問題 (Research Question)

我們整理上述各種課堂問題，歸納如下：

- (1)同學不在乎課程單元應用的介紹
- (2)应用型與思考創意發想型的課程份量不足
- (3)理工科系教師專注於科技產品的應用方向，鮮少強調或開發在藝術領域的應用
- (4)人工智慧技術是各領域必備的專業知識，光電人才應學習並加以應用

總結以上，也就是在課程中，我們談到現今產業的應用，試圖引起同學的學習

動機。然而，由於課程的章節主題與現今產業的應用並不會是考試的答案，同學因此就放下筆記，把應用內容當故事聽。再加上近年入學的同學，對”素養型”的考題已身經百戰，同學多已熟悉在應用型的考題中，可以很快地找出數字代入公式解出答案。因此同學無法與應用產生強烈的連結與記憶，亦鮮少能激發同學的學習動機。

另外，與非光電系同學一起學習交流，觀察不同科系的同學，對於同一作品的看法與想法，也是本課程的重點。本課程利用影音音樂會的籌備，規劃了 10 首曲目，同學從故事發想，到曲目選擇，到彩排練習，均需同學進行充分的討論。希望從中觀察或學習到不同的知識。

另一方面，**六都之中，桃園市是唯一沒有大學音樂系的大城市**。所有高等正規音樂學生都得到外縣市進行學習。由於桃園也沒有如台北(國家音樂廳)、台中(台中歌劇院)與高雄(衛武營藝術文化中心)同等級的古典音樂表演場館。所有音樂人都得到外縣市舉辦像樣的音樂會。對於專業音樂的養成是極大的傷害。國立中央大學為桃園地區唯一的一所國立大學，由於沒有音樂系，在高中之前具有音樂專長的同學，沒有正式的管道繼續給予專業的教育。實在阻斷了這些外縣市來的到桃園的同學在藝術方面的發展。為此，**本課程中，除了音樂樂曲的練習外，也帶同學前往台北國家音樂廳聆賞音樂，並鼓勵同學參加樂器的大師班。希望大學四年不要中斷了過去辛苦練習的藝術才能。**

3. 文獻探討 (Literature Review)

在 2013 年教育界開始討論藝術的重要性，將原本的 STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) [1] [2]的教育面向，加入了 Art 形成 STEAM 之後[3]，在各種課程中加入藝文展演的元素，引起同學在藝術方面的討論與發想，是教育發展的重要方向。在 2023 年的 STEAM 整合對教育的衝擊的回顧論文中也提到[4]，此整合教育法已成功在許多國家施行，成果豐碩，在文化的發展上顯示很重要的幫助。然而在學習態度上、流程上、情境上、溝通上、認知上與知識論點的發散的方面不容易聚焦與評量。

在評量有關整合型 STEAM 教學的方法上，有許多討論[5] [6, 7] [8]。在參考文獻[8]中，收集了許多教師的經驗，陳述他們的想法，例如: STEAM 的教學類似於問題導向的教學法。同學使用許多溝通方式來呈現結果，但基本技術不足。需回歸加強基礎教育。由於每位同學程度與領域不同，STEAM 教育不易以同一標準評量每位同學，因此同學學習的進步性應為評量的重要考量之一[9] [10] [11]。因此**本計畫在學習評量上著重同學的學習的進步性。**

本課程中，我們先介紹利用人工智慧產生的藝術人文作品。包括: 詩詞[12]、遊戲[13] [14]、音樂、影片、電影、繪圖、文學創作[15]等等。在人工智慧用於 STEAM 的教學方法上，已有團隊以 AI 程式的學習使用了 STEAM 的概念，其中 Art 是用創新與思考的技巧去解釋[16]。幼童的 STEAM 課程也整合了 AI 的元素進去課程當中[17]。文獻[18]中，也整理了有關戲劇的 STEAM 課程，均為機器人劇場[19] [20] [21]。尚未有利用影音 AI 工具形成劇場表演的論文。

4. 教學設計與規劃 (Teaching Planning)

本課程以光電與人工智慧技術進行公開的影音藝術音樂會展演為載具，從藝術創作的過程中，實際操作光電與人工智慧技術。以補足在傳統授課與考試型態的教學中，同學總是只在乎用公式解題獲取分數，不重視應用型內容教學問題。也希望讓理工科系同學不在乎永續發展課題的現象，得到一個解決的方法。因此在本課程中，我們融入永續發展的課題，讓同學不僅以影音藝術作品的方式呈現想法，並於公開展演中，請同學將想法與創作的故事介紹給觀眾們，達到社會推廣的目的。圖二為本學期結合光學、音樂、舞蹈所完成的影音音樂會。



圖二、2025/5/28 本課程以影音音樂會的方式，結合影像、音樂與舞蹈，於本校黑盒子劇場，將「地球永續」的想法，推廣給同學、教職員與社區民眾。參考連結: https://www.youtube.com/watch?v=KYCXu-8__Y

我們於 113-2 學期的「光電藝術與人工智慧」課程中進行本研究計畫。我們規劃了 Schlieren Photography、Optical illusion(光學幻覺)、劇場燈光三項光學的課題為光學方面的課程基礎，結合同學音樂的專長，以引起學習動機。**讓光電系的同學的學習方法，從學習型轉為教學型與展示型。**也就是讓光電系的同學除了需要進行數週的光學 Schlieren Photography 實驗之外，並要指導非光電系的同學進行 Schlieren Photography 干涉光學的調整。讓光電系同學從每位受指導的非光電系同學的身上，發現實驗可能發生的問題，並想辦法解決。此外，需將此實驗從光學桌上，移植至普通教室，進而移植至劇場。期間需克服不同的環境震動與光學元件固定的問題，劇場中還需思考人員行走路線的問題，以減小振動對實驗設備的影響。利用此方法，讓光電系的同學從實驗教室走出來，將自己的能力由學習型，提升到教學型與展示型。真正面對應用時可能遭遇的困難，並想法辦法解決。

113-2 學期「光電藝術與人工智慧」16 週課程內容如下表一。

表一、113-2 學期「光電藝術與人工智慧」16 週課程內容

週次	課程內容
第 1 週 2/16	簽署知情同意書、課程大綱與評分標準介紹。
第 2 週 2/24	同學自我介紹、建立連絡與社群網路群組

第 3 週 3/3	Schlieren photography 練習、演奏曲目提案、生成式 AI 測試評比練習
第 4 週 3/10	Schlieren photography 練習、演奏曲目、樂譜與樂手同學定案、永續故事負責同學定案、生成 AI 評比報告、練習使用影音 AI 工具 Runaway、Midjourney、Heygen
第 5 週 3/17	光電系同學 Schlieren photography 練習、介紹 optical illusion 永續故事大綱報告、永續故事影音製作同學定案
第 6 週 3/24	前往國家音樂廳聆賞音樂會
第 7 週 3/31	演奏曲目驗收、Schlieren photography 示範
第 8 週 4/7	光電系同學 Schlieren photography 練習、演奏曲目驗收、和弦介紹與教會調式音階練習
第 9 週 4/14	光電系同學 Schlieren photography 練習、人形立牌設計同學確認
第 10 週 4/21	光電系同學 Schlieren photography 練習、教學創新計劃期中問卷
第 11 週 4/28	向全體同學介紹 Schlieren photograph
第 12 週 5/5	人形立牌設計討論、節目單討論、宣傳海報討論
第 13 週 5/12	Einstein 與桃園地形 optical illusion 成果討論、人形立牌設計討論、樂手與演員服裝討論、節目單內容確認、宣傳海報討論。
第 14 週 5/19	永續影片修改、永續故事解說練習、樂曲團練與宣傳海報討論
第 15 週 5/25-5/28	5/25-27 彩排，5/28 於本校黑盒子劇場表演
第 16 週 6/2	期末問卷填寫

本課程的藝術創作主題是以「地球永續」為目標，旨在讓同學審視地球永續上，所遭遇到的海、陸、空氣的環境問題。以過去的美好恬淡乾淨的生活，觀察目前的生活樣態，包括污染、氣候變遷、能源、戰爭等。也預想未來的地球環境與生活樣態，例如與機器人為伴，以及移居另一星球後的人類生活。進而喚起同學對永續發展、珍愛人類與地球的使命感。

本課程在永續發展上的貢獻，是補足理工科系缺乏永續發展課程的問題。讓同學深思與反省，並創作永續發展的藝術作品。以影音音樂會公演的方式，將想法推廣給社會，讓欣賞公演的觀眾(同學、教職員與社區民眾)也能重視永續發展的課題。本課程的重要性是種下大學中永續發展課程的種子，在缺乏永續發展文化的大學課程設計制度下，喚起教師對永續發展文化與技術開發的重視。

5. 研究設計與執行方法 (Research Methodology)

本研究計畫在 113-2 學期的「光電藝術與人工智慧」課程中實施，修課同學共有 23 位，全體同學皆參與本研究計畫。其中光電系的同學 14 位，非光電系的同學 9 位。課程中包含了 Schlieren Photography、Optical illusion(光學幻覺)、劇

場燈光三項光學的課題。已完成一場影音音樂會，於 2025 年 5 月 28 日本校黑盒子劇場演出，共有 51 位觀眾。

本計畫的研究設計為課前與課後的問卷調查法。於課程的第一週(2025/2/16)進行課前問卷調查，並請參與本計畫(課程)的同學簽署知情同意書。於課程的最後一週(2025/6/2)進行課後問卷調查。於完成課前與課後問卷後進行定量統計。

課前問卷的內容如下:

姓名
系別
年級
您使用過生成式人工智慧工具做什麼用途?
您如何評價您使用生成式人工智慧軟體工具所生成出的資訊內容的能力?
您認為有效使用生成式人工智慧工具是重要的嗎?(1-5 分)
您認為生成式人工智慧的優點或好處是什麼? (從以下列表中選擇 5 個答案，並按重要性 1-5 順序編號) [提高生產力]
您認為生成式人工智慧的優點或好處是什麼? (從以下列表中選擇 5 個答案，並按重要性 1-5 順序編號) [提高效率，節省時間]
您認為生成式人工智慧的優點或好處是什麼? (從以下列表中選擇 5 個答案，並按重要性 1-5 順序編號) [增強創造力]
您認為生成式人工智慧的優點或好處是什麼? (從以下列表中選擇 5 個答案，並按重要性 1-5 順序編號) [便利性]
您認為生成式人工智慧的優點或好處是什麼? (從以下列表中選擇 5 個答案，並按重要性 1-5 順序編號) [自我學習]
您認為生成式人工智慧的優點或好處是什麼? (從以下列表中選擇 5 個答案，並按重要性 1-5 順序編號) [有助成本降低]
您認為生成式人工智慧的優點或好處是什麼? (從以下列表中選擇 5 個答案，並按重要性 1-5 順序編號) [知識創造]
您認為生成式人工智慧的優點或好處是什麼? (從以下列表中選擇 5 個答案，並按重要性 1-5 順序編號) [作品或工作成果具個性化]
您認為生成式人工智慧的優點或好處是什麼? (從以下列表中選擇 5 個答案，並按重要性 1-5 順序編號) [對人類互動的質或量產生積極影響]
當我使用人工智慧工具時，我有以下印象 (兩個百分比的總和應為 100%，例如：我掌控著：60%，AI 掌控著：40%，60% + 40% = 100%) [我掌控著]
當我使用人工智慧工具時，我有以下印象 (兩個百分比的總和應為 100%，例如：我掌控著：60%，AI 掌控著：40%，60% + 40% = 100%) [AI 掌控著]
下列名詞的認識程度 [干涉]
下列名詞的認識程度 [折射率]
下列名詞的認識程度 [凹面反射鏡]
下列名詞的認識程度 [LED]
下列名詞的認識程度 [Schlieren photography]
下列名詞的認識程度 [Optical illusion]
下列名詞的認識程度 [Foucault pendulum]

個人特質：當我上台報告或表演
我曾學習的才能與程度 [音樂表演]
我曾學習的才能與程度 [繪畫作品]
我曾學習的才能與程度 [雕塑捏陶]
我曾學習的才能與程度 [書法作品]
我曾學習的才能與程度 [戲劇表演]
我曾學習的才能與程度 [舞蹈表演]
我曾學習的才能與程度 [其他]
進入大學之後，藝術才能的進步程度
如果自己的才能有進步，進步的原因：
如果自己的才能有退步，退步的原因：
未來工作之後，若我的藝術才能隨時間退步
若希望花了好多時間練習的才藝能陪伴一輩子，我希望現在或未來如何學習

課後問卷的內容如下：

姓名
系別
年級
您使用過生成式人工智慧工具做什麼用途？
您如何評價您使用生成式人工智慧軟體工具所生成出的資訊內容的能力？
您認為有效使用生成式人工智慧工具是重要的嗎？(1-5 分)
您認為生成式人工智慧的優點或好處是什麼？（從以下列表中選擇 5 個答案，並按重要性 1-5 順序編號） [提高生產力]
您認為生成式人工智慧的優點或好處是什麼？（從以下列表中選擇 5 個答案，並按重要性 1-5 順序編號） [提高效率，節省時間]
您認為生成式人工智慧的優點或好處是什麼？（從以下列表中選擇 5 個答案，並按重要性 1-5 順序編號） [增強創造力]
您認為生成式人工智慧的優點或好處是什麼？（從以下列表中選擇 5 個答案，並按重要性 1-5 順序編號） [便利性]
您認為生成式人工智慧的優點或好處是什麼？（從以下列表中選擇 5 個答案，並按重要性 1-5 順序編號） [自我學習]
您認為生成式人工智慧的優點或好處是什麼？（從以下列表中選擇 5 個答案，並按重要性 1-5 順序編號） [有助成本降低]
您認為生成式人工智慧的優點或好處是什麼？（從以下列表中選擇 5 個答案，並按重要性 1-5 順序編號） [知識創造]
您認為生成式人工智慧的優點或好處是什麼？（從以下列表中選擇 5 個答案，並按重要性 1-5 順序編號） [作品或工作成果具個性化]
您認為生成式人工智慧的優點或好處是什麼？（從以下列表中選擇 5 個答案，並按重要性 1-5 順序編號） [對人類互動的質或量產生積極影響]
當我使用人工智慧工具時，我有以下印象（兩個百分比的總和應為 100%，例如：我掌控著：60%，AI 掌控著：40%，60% + 40% = 100%） [我掌控著]

當我使用人工智慧工具時，我有以下印象（兩個百分比的總和應為 100%，例如：我掌控著：60%，AI 掌控著：40%，60% + 40% = 100%） [AI 掌控著]
下列名詞的認識程度 [干涉]
下列名詞的認識程度 [折射率]
下列名詞的認識程度 [凹面反射鏡]
下列名詞的認識程度 [LED]
下列名詞的認識程度 [Schlieren photography]
下列名詞的認識程度 [Optical illusion]
我認為在光電方面我的認識或進步的程度
我對課程中光電的內容有從聽講的程度提升到教學的程度(14 位光電系同學回答)
我對課程中光電的內容有從不熟悉的程度提升到了解的程度(9 位非光電系同學回答)
在本課程前，我對劇場燈光的了解、設計與安裝操作的進步
在本課程後，我對劇場燈光的了解、設計與安裝操作的進步
與上課、繳作業與考試的教學法比較起來，本課程以藝術為目的的教學方法，在效率與印象的程度上
個人特質：當我上台報告或表演
藝術才能的進步程度(樂手、舞者、海報節目單主視覺同學填寫)
我感覺作品(產品)的故事(文化、包裝)常比技術本身重要
2025/3/24 國家音樂廳的音樂欣賞，是我第一次進入國家音樂廳
2025/3/24 國家音樂廳的音樂欣賞，有刺激我要精進琴藝，或多參加音樂表演或多聽音樂會
我不去聽音樂會的原因聽音樂會的原因
我認為課程的最終擬完成的成果明確
我認為課程符合我的學習需求
我認為本課程對個人知識或技術有提升
我會推薦同學來上此課程
本課程可以改進的地方

本研究以課前與課後問卷的成果，進行差異性的定量與質性分析。以下介紹教學與研究成果。

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

(1) 教學過程與成果

本研究計畫在 113-2 學期的「光電藝術與人工智慧」課程中實施，修課同學共有 23 位，全體同學皆參與本研究計畫。其中光電系的同學 14 位，非光電系的同學 9 位，包括 1 位土木系、1 位電機系、1 位資電學士班(資工專長)、4 位英文系、1 位太空系、1 位資管系。課程中包含了 Schlieren Photography(裝置示意圖請見附件圖四)、Optical illusion(光學幻覺成品請見附件圖五)、劇場燈光(課程

投影片請見附件圖六)三項光學的課題。已完成一場影音音樂會，於 2025 年 5 月 28 日本校黑盒子劇場演出，共有 51 位觀眾(活動海報、活動節目單、修課同學與觀眾合影照片請見附件圖七、圖八與圖九。節目曲目與錄影請見附件表二)。本課程於 2025/3/24 前往國家音樂廳聆賞 Rachmaninoff 的第二號鋼琴協奏曲與第二號交響曲。照片如附件圖十所示。

此影音音樂會主題為 No Robot Allowed。音樂會共有 10 首樂曲。每一首樂曲皆有一位同學以永續地球為題，發想故事，由該位同學，在樂曲演奏前，上台介紹解說製作故事內容。並由同學製作一段影片，伴隨著樂曲演奏，讓觀眾能了解永續工作的重要性。

我們將 Schlieren Photography 移至影音音樂會，讓每位入場觀眾皆能在劇場的大螢幕上，看到自己手上的溫度(如圖三所示)。修課同學，需克服劇場的振動問題，並反覆演練修改人員行進路線，才能讓 Schlieren Photography 能成功展示在觀眾面前，此訓練亦是本課程的重點，目標是要避免傳統光學實驗一堂課完成一個實驗，但同學常不見得能記住實驗重點，並且同學無法面對應用時所碰到的困難。



圖三、我們將 Schlieren Photography 移至影音音樂會，讓每位入場觀眾皆能在劇場的大螢幕上，看到自己手上的溫度。修課同學，需克服劇場的振動問題，並反覆演練修改人員行進路線，才能讓 Schlieren Photography 能成功展示在觀眾面前。

以下為問卷課前與課後測驗的分析結果：

No	問題	結果
1	光電系同學光電能力從聽講的程度提升到教學的程度[1-5分]>4分	64.2%
2	非光電系同學光電能力從不熟悉的程度提升到了解的程度[1-5分]>4分	44.4%
3	本課程以藝術為應用的教學目標其效率與印象的程度較高[1-5分]>4	60.9%

4	當我上台報告或表演[完全不緊張與一點緊張]	課前 29.6%課後 43.4%
5	藝術才能的進步[1-5 分]>4 分	92.8%
6	我感覺作品的故事常比技術本身重要[1-5 分]>3 分	91.2%
7	第一次進入國家音樂廳	56.3%
8	聽音樂會激勵自我練習的效果[1-3 分]>2 分	89.6%
9	課程成果明確[1-5 分]>4 分	86.9%
10	課程符合學習需求[1-5 分]>4 分	69.1%
11	我控制生成式 AI 的程度[1-100 分]	t-test 分析 課前 50±17.47 課後 60±18.59 t-value=1.75 p-value=0.088(>0.05)
12	劇場燈光的了解、設計與安裝操作的進步[1-5 分]>4 分	75%

結果分析:

1. 經本課程之後，64.2%的光電系同學，對於本課程的光電能力，從聽講的程度提升到教學的程度，顯著達到本課程的目標。
2. 經本課程後，不到一半的同學對於光電有提升的效果。可能是由於基本內容介紹太少。導致非光電系同學對於本課程所安排的三項內容(Schlieren Photography、Optical illusion、劇場燈光)，不具備學習能力。
3. 修課的 60.9%的同學對於以藝術為應用的教學目標，其效率與印象的程度較高，顯著達到引起同學學習動機的目的。
4. 經過本課程多次報告與排練後，上台較能不緊張的同學。由課前測驗的 29.6%，增加到課後測驗的 43.4%。表示同學在重複練習報告的學習環境中，可以漸漸減少其上台緊張程度。
5. 本課程融合同學的美術、音樂、舞蹈的藝術才能，使其有機會反覆練習與發揮，學期成果顯示 92.8%的同學能得到顯著的進步。
6. 本課程的影音音樂會中，共有 10 首曲子與 10 個永續相關的故事，同學在此課程的訓練後，91.2%的同學可感覺，產品的故事與技術本身有相當的重要性。
7. 本課程帶領同學前往國家音樂廳音樂欣賞 Rachmaninoff 的第二號鋼琴協奏曲與第二號交響曲，56.3%的同學是第一次進入國家音樂廳。顯示同學多未能有機會或動機進入國家音樂廳聆賞音樂。
8. 在前往國家音樂廳之後，有 89.6%的同學感學有激勵自我練習的效果。
9. 本課程於開學時便宣布將進行影音音樂會的籌備，除了光電的學科，同學們將會練習到藝術的才能。統計結果顯示本課程成果明確。
10. 本課程 68.9%的同學顯示課程的內容安排符合該同學期待的學習需求。
11. 在控制生成式 AI 的程度(滿分 100 分)中，雖然課後的平均分數 60 分大於課前的分數 50。在我們進行了 t-test 之後。結果顯示 p 值大於 0.05，代表沒有統計上的顯著差異。因此本課程以評比與影音軟體教學的教學方式，並無法明顯提升同學對生成式 AI 的掌控能力。
12. 在劇場燈光方面，75%同學在原理的了解、設計與安裝操作皆有進步。

(2) 教師教學反思

1. 本研究計畫雖僅安排光電方面的三項主題 (Schlieren Photography、Optical illusion、劇場燈光)，然而會比傳統光學實驗一次上課做一次實驗的學習效果更為深入。本課程中，希望同學由書本中的內容、進步到將光學桌的實驗移植到教室進行。其間必須克服沒有防振光學桌的環境問題。對於光電系的同學，必須協助非光電系的同學進行實驗，將光電系的同學由學習型的學習方式進步到教學型的方式。並且須將所有實驗移植到劇場中，必須再次克服更多的振動與環境人員走動不穩定的問題。結果顯示這樣教學方式，優點是會讓同學深入了解實驗在應用時會遭遇的問題，並且同學必須找到克服的方法。另外同學也能從學習型的角色，提升至教學型的角色。增加了學習的深度。
然而缺點是 16 週的課程亦須進行其他藝術展演內容的準備。本課程的三項光電內容，容易使同學感覺光電內容偏少。
2. 音樂為聲學的藝術型態，與光電的關聯性較少。本課程於下次籌備時可能須減少其內容成分比例。

(3) 學生學習回饋

以下為同學對本課程的無記名建議：

- 希望能事先提醒「是否攜帶樂器」
- 彩排時間稍微不可控
- 會期待課程有更多 AI 使用的技巧介紹
- 可以進度趕一點 比較不會放鬆掉
- 感覺 loading 有點大，希望能再小一點
- 效率部分可以再精進一點，如排定每週的課程設定，不然總感覺一直處在相同的課程，然後突然就跳到很後面的感覺部分（無法銜接）。
- 有幾節課 感覺大家都抵達教室了 老師才想好今天要幹嘛 所以常常台上在忙一件事情 但所有人跟著浪費了很多時間 或許有一些工作能夠在群組上確認即可 這樣或許演出的成果能更好 能省下更多時間來改進樂手技巧與配合度 或者能拿來聽聽故事 一起感受音樂和故事的連結
- 音樂會的規劃可以更明確 感覺過程讓人霧煞煞
- 感覺光學相關的佔比可以多一點
- 希望讓同學之間更熟悉彼此
- 希望早一週進劇場
- 感覺要在課外拉出時間練習還是有點困難

7. 建議與省思 (Recommendations and Reflections)

本課程於 2024-2025 年共發表 3 篇於此「光電藝術與人工智慧」課程教學成果的學術研討會論文。

[1] Nicolas Drouet, Chii-Chang Chen. Etude de cas sur la création théâtrale IA 《i-bridités》. in Evolution de l'IA culturelle : Ateliers d'ingénierie culturelle franco-taiwanaise. (文化 AI 進行式，台法文化工作坊) 2024. Taipei. (Invited talk)

[2] Nicolas Drouet, **Chii-Chang Chen**, IA, français et art optique : création d'une pièce de théâtre, in 4ème Rencontre pédagogique en Asie-Pacifique. 2024: Taipei. (invited talk)

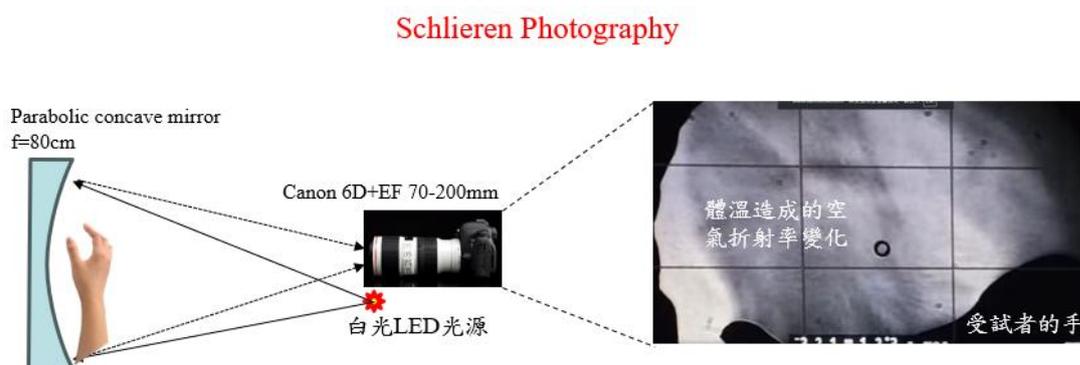
[3] **Chii-Chang Chen**, Nicolas Drouet, Evelyne Jardin, "I-bridités Une utopie pédagogique et créative autour de l'IA," XVIe Congrès mondial de la FIPF, Besancon, France, July, 2025.

非常感謝教育部教學實驗研究計畫，能給予經費，實驗性地讓教師嘗試與以往不同的教學樣態。

本課程於 2024 年開始開設，2024 年課程以戲劇為主題進行成果發表。2025 年，本課程以影音音樂會為主題進行成果發表。本課程雖內容彈性很大，然而困難點在於每年修習的同學興趣不盡相同。若不於課前進行招生，招收到的學生可能不足，或其興趣與課程設計的主題不合。很可能導致課程須於開學後重新調整，或甚至導致每週進度無法與開學時的課程設計完全一致。也容易導致學生認為課程進度有幾堂課可能不太固定的印象。

光學與光電的應用較多是在視覺的藝術應用上，聲學為音樂藝術的科學，與要與光電做結合須再多構思。使同學能以光電的方式進行聲學的控制或應用。

二、附件 (Appendix)



圖四、Schlieren Photography 裝置示意圖。其中我們使用白光 LED 光源、20cm 直徑的凹面鏡(焦距為 80cm)與相機。可拍攝空氣中微弱的折射率變化。



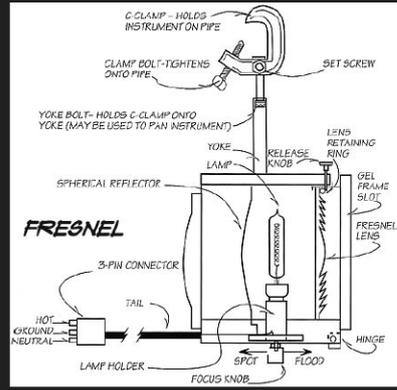
(a)

(b)

圖五、Optical illusion 作品(a)使用政府公開資料桃園地形圖所製作的光學 3D 光學幻覺(b) 使用網路公開的 3D 列印檔，以 Matlab 的 Optical illusion 程式進行 Einstein 人像的 3D 幻覺作品。

佛式聚光燈 Fresnel

- 1) 含遮光罩組合，控制燈光範圍
- 2) 通常做一般照明，聚束性不強
- 3) 前後移動燈泡控制大小、焦距



圖六、本課程劇場燈光之教材。



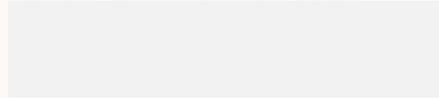
圖七、成果影音音樂會宣傳海報。主題為 No Robot Allowed。



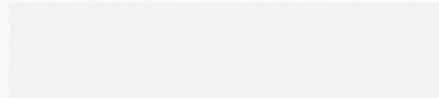
NO ROBOT ALLOWED

時間：2025/5/28 WED 19:20
地點：國立中央大學黑盒子劇場

1.VIVALDI-VIOLIN CONCERTO IN E
MAJOR - III. DANZA PASTORALE



2.DMITRI SHOSTAKOVICH - WALTZ NO.2



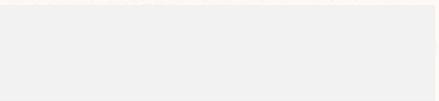
3.HOLST - BROOK GREEN SUITE, H.190



4.LEROY ANDERSON:PLINK, PLANK,
PLUNK



5.CARLOS GARDEL-POR UNA CABEZA



6.PHANTOM OF THE OPERA



國立中央大學
光電科學與工程學系



國立中央大學
National Central University



圖八、影音音樂會 No Robot Allowed 之節目單。(同學姓名已去除)



圖九、影音音樂會 No Robot Allowed 之演出人員與觀眾合影。



圖十、2025/3/24 本課程同學前往國家音樂廳音樂欣賞 Rachmaninoff 的第二號鋼琴協奏曲與第二號交響曲

表二、2025/5/28 成果影音音樂會 10 個永續故事與 10 首音樂表演的錄影：

No	樂曲
1.	<u>VIVALDI-VIOLIN CONCERTO IN E MAJOR - III. DANZA PASTORALE</u>
2.	<u>DMITRI SHOSTAKOVICH - WALTZ NO.2</u>
3.	<u>HOLST - BROOK GREEN SUITE, H.190</u>
4.	<u>LEROY ANDERSON:PLINK, PLANK, PLUNK</u>
5.	<u>CARLOS GARDEL-POR UNA CABEZA</u>
6.	<u>PHANTOM OF THE OPERA</u>
7.	<u>AUTUMN LEAVES</u>
8.	<u>CHOPIN - NOCTURNE IN E FLAT MAJOR OP.9 NO.2</u>

9.	HOLST-JUPITER
10.	MORRICONE-CINEMA PARADISO

三、参考文献 (References)

- [1] Y.-H. Chien and F.-Y. Chang, *An importance-performance analysis of teachers' perception of STEM engineering design education*. Humanities and Social Sciences Communications, **10**, 2023. DOI: 10.1057/s41599-023-01653-7.
- [2] D.E. Amalu, M. Short, P.L. Chong, D. Hughes, D. Adebayo, F.L. Tchuenbou-Magaia, P. Lähde, M. Kukka, O. Polyzou, T. Oikonomou, C. Karytsas, A. Gebremedhin, C. Ossian, and N.N. Ekere, *Critical skills needs and challenges for STEM/STEAM graduates increased employability and entrepreneurship in the solar energy sector*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, **187**: p. 113776, 2023. DOI: 10.1016/j.rser.2023.113776.
- [3] M. Land, *Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM*. Procedia Computer Science, **20**: p. 547-552, 2013. DOI: 10.1016/j.procs.2013.09.317.
- [4] R. Sanz-Camarero, J. Ortiz-Revilla, and I. Greca, *The Impact of Integrated STEAM Education on Arts Education: A Systematic Review*. Education Sciences, **13**: p. 1139, 2023. DOI: 10.3390/educsci13111139.
- [5] N. Rickey, M. Dubek, and C. DeLuca, *Toward a Praxis-Oriented Understanding of Student Self-Assessment in STEAM Education: How Exemplary Educators Leverage Self-Assessment*. Cambridge Journal of Education, **53**(5): p. 605-625, 2023. DOI: 10.1080/0305764X.2023.2196245.
- [6] T.-C. Hsu, Y.-S. Chang, M.-S. Chen, I.F. Tsai, and C.-Y. Yu, *A validity and reliability study of the formative model for the indicators of STEAM education creations*. Education and Information Technologies, **28**(7): p. 8855-8878, 2023. DOI: 10.1007/s10639-022-11412-x.
- [7] M.G. Bertrand and I.K. Namukasa, *A pedagogical model for STEAM education*. Journal of Research in Innovative Teaching & Learning, **16**(2): p. 169-191, 2023. DOI: 10.1108/JRIT-12-2021-0081.
- [8] M. Dubek, C. DeLuca, and N. Rickey, *Unlocking the potential of STEAM education: How exemplary teachers navigate assessment challenges*. The Journal of Educational Research, **114**(6): p. 513-525, 2021. DOI: 10.1080/00220671.2021.1990002.
- [9] R. Gresnigt, R. Taconis, H. van Keulen, K. Gravemeijer, and L. Baartman, *Promoting science and technology in primary education: a review of integrated curricula*. Studies in Science Education, **50**(1): p. 47-84, 2014. DOI:

- 10.1080/03057267.2013.877694.
- [10] O. Shatunova, T. Anisimova, F. Sabirova, and O. Kalimullina, *STEAM as an Innovative Educational Technology*. Journal of Social Studies Education Research, **10**(2): p. 131-144, 2019.
- [11] X. Ge, D. Ifenthaler, and J.M. Spector, *Moving Forward with STEAM Education Research*, in *Emerging Technologies for STEAM Education: Full STEAM Ahead*, X. Ge, D. Ifenthaler, and J.M. Spector, Editors. 2015, Springer International Publishing: Cham. p. 383-395.
- [12] A.R. LEBRUN Tom, *Une poésie machinique ? Génération automatisée, intelligence artificielle et création littéraire*. Communication & langages: p. 151-173, 2020. DOI: 10.3917/comla1.203.0151.
- [13] <https://readyplayer.me/fr>.
- [14] <https://studio.vrroom.world/>.
- [15] <https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/serie-l-art-au-defi-de-l-intelligence-artificielle>.
- [16] Y.-S. Chang and C.-h. Chou. *Integrating Artificial Intelligence into STEAM Education*. in *Cognitive Cities*. 2020. Singapore: Springer Singapore.
- [17] M. M, N. K, and S. P, *Review on Artificial Intelligence and Robots in STEAM Education for Early Childhood Development: The State-of-the-Art Tools and Applications*, in *Handbook of Research on Innovative Approaches to Early Childhood Development and School Readiness*, A.L. Betts and K.-P. Thai, Editors. 2022, IGI Global: Hershey, PA, USA. p. 468-498.
- [18] A. Leavy, L. Dick, M. Meletiou-Mavrotheris, E. Papanastasiou, and E. Stylianou, *The prevalence and use of emerging technologies in STEAM education: A systematic review of the literature*. Journal of Computer Assisted Learning, **39**(4): p. 1061-1082, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcal.12806>.
- [19] J. Barnes, M.S. FakhrHosseini, E. Vasey, Z. Duford, and M. Jeon, *Robot Theater with Children for STEAM Education*. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, **61**(1): p. 875-879, 2017. DOI: 10.1177/1541931213601511.
- [20] J. Barnes, S.M. FakhrHosseini, E. Vasey, C.H. Park, and M. Jeon, *Child-Robot Theater: Engaging Elementary Students in Informal STEAM Education Using Robots*. IEEE Pervasive Computing, **19**(1): p. 22-31, 2020. DOI: 10.1109/MPRV.2019.2940181.
- [21] C.J.C.J. Chung. *Integrated STEAM education through global robotics art festival (GRAF)*. in *2014 IEEE Integrated STEM Education Conference*. 2014. DOI: 10.1109/ISECon.2014.6891011.