

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：PEE1121825

學門專案分類/Division：工程

計畫年度：■112 年度一年期 □111 年度多年期

執行期間/Funding Period：2023.08.01 – 2024.07.31

探討融合光學教具之設計和製作於基礎光學課程和自動光學檢測課程之創客教育方式對學生學習動機及學習成效之影響/ Study of the influence of the maker education method integrating the design and production of optics teaching aids in fundamentals of optics course and automatic optical inspection course on students learning motivation and learning effectiveness

(基礎光學/Fundamentals of Optics; 自動光學檢測/Automatic Optical Inspection)

計畫主持人(Principal Investigator)：李佳翰（臺灣大學／工程科學及海洋工程學系）

協同主持人(Co-Principal Investigator)：何昭慶（臺北科技大學／機械工程系）

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：臺灣大學／工程科學及海洋工程學系

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)：2024 年 8 月 2 日

探討融合光學教具之設計和製作於基礎光學課程和自動光學檢測課程之創客教育方式對學生學習動機及學習成效之影響/ Study of the influence of the maker education method integrating the design and production of optics teaching aids in fundamentals of optics course and automatic optical inspection course on students learning motivation and learning effectiveness

一、本文 (Content)

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

本計畫主持人李佳翰教授在 18 年的教學經驗中發現，工程學院的學生在低年級階段主要學習基礎數學、物理和工程相關課程，而在高年級或研究所期間則專注於進階應用課程。然而，學生經常難以將所學知識進行連接、有效地應用於實際科技需求。傳統的實驗課程雖能提升學生的實作能力，但在現今博雅教育和跨領域學習的趨勢下，工程學院的專業實作課程學分數相應減少。因此，在教學中引進自主學習和增進實作能力的方式成為課程設計的重點。

許多工程學院在高年級實施專題實作 (Capstone course) 或專題研究，讓學生提前進入實驗室學習研究技能。然而，現今工學院的必修及進階課程中仍缺乏實作能力的培養。根據學習理論，通過實際創作可以增強學生對學習內容的熟悉度，提升學習動機和成效。對於工程相關學習和未來工作來說，實際創作非常重要。然而，課程設計必須平衡實作機會與避免課程負擔過重，否則可能降低學生的學習興趣。

本研究計畫在臺灣大學工學院的基礎光學課程中，通過學生自主設計和製作光學教具來探討其對學習動機及學習成效的影響。雖然基礎光學課程名為基礎，但實際上需要普物、微積分、工程數學和電磁學的基礎知識，通常為高年級或研究所學生所修讀。李教授將與臺北科技大學機械系主任何昭慶教授合作，在臺北科技大學的自動光學檢測課程中同步進行研究，探討不同學校和課程設計對學生學習動機和成效的影響。

2. 研究問題 (Research Question)

本研究將綜合運用問卷調查、訪談和學習成效評估等方法，全面了解光學教具設計與製作對學生學習動機及成效的影響，並據此提出改進課程設計的建議，提升學生在光學課程中的學習體驗與成果。

首先，研究將分析光學教具的設計與製作在基礎光學課程中的應用對學生學習動機的影響、學生在參與光學教具設計與製作過程中的學習動機變化。其次，研究將評估光學教具的設計與製作在自動光學檢測課程中的應用對學生學習成效的影響。這部分將著重於評估學生在實際操作和應用光學教具過程中的學習成效。最後，研究也關注學生對創客教育方式的接受度與反饋，調查學生對於光學教具設計與製作的接受度與興趣，收集學生對創客教育方式的意見和建議，以改進未來教學設計。主要關注的研究問題包括以下：

- (1) 光學教具的設計與製作在基礎光學課程中的應用如何影響學生的學習動機？
- (2) 光學教具的設計與製作在自動光學檢測課程中的應用如何影響學生的學習成效？
- (3) 學生對創客教育方式的接受度與反饋如何？

3. 文獻探討 (Literature Review)

3.1 創客教育之理論背景

工程是一種以創意解決問題的專業(Burghardt, 1995; Mitchell, 1998)，但研究者觀察到實際上卻存在工程教育與創造力斷離的現象。近年來工程教育企圖融入創造力的教學，但大部分的課程仍偏重於專精化領域知識，缺少創意發展或創造力教學之課程設計，使得許多學生在課程中仍然幾乎體驗不到創造力的運用。教師身為教育工作的第一線，自然擔任起重大責任，因此教育部提出「創造力教育白皮書」，希望能透過學校和教師的相互配合，改變教師傳統教學的舊思維，取而代之的是實施創意教學，「創客教育」(maker education)正是增強創造力之推手。

創客教育強調強調創新、創意的做中學精神，精進的創意通常會發生在學習者投入某些事物的建造、或與他人分享經驗時，透過動手做能夠培養創新的能力，獨立自主思考的能力、主動的動機與解決問題的能力，故本研究期待學生透過完成光學教具之實作評量，從被動的知識接收者，轉為主動的學習者，藉以提升學生之學習動機與學習成效。

STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) 教育理念起源於美國，30 多年來美國在 STEM 教育的演進與革新帶動了英、日、澳、中等國對於 STEM 教育的重視與投入。STEM 教育是運用與整合科學、科技、工程、數學，透過課程實作培養學生解決問題能力的教育模式，在利用 STEM 的實作教育理念下，為結合創意創新的元素，可鼓勵學生把創意利用自有工具做出產品，而這正是創客的主要精神[1]。創客(maker)的概念是由《Maker》雜誌創辦人 Dale Dougherty 所提出，maker 一詞，泛指所有喜歡動手實踐的人們，把腦中的想法實現[2]。創客的內容非常廣泛，從手工藝，音樂、數位內容、到機器人都可以是創客運動的內容。而隨著資訊越來越發達，人們有越來越多不同的平台可以分享自己的想法與創作，因此創客運動開始蓬勃發展，人們可以透過影片或部落格的形式將自己創意加入現有的技術分享給大眾[3]。

3.2 創客教育之實施

創客教育強調自己動手做以及分享這兩大特性，希望透過動手實踐以及分享可以激發學生的創意，並且提升學生的學習動機以及成效。2016 年辭世的著名數學、學習理論家 Seymour Papert 提出的建造論曾提及學習並不是自然發生的，而是學習者從經驗中主動建構知識，而且當學習者對其個人有意義的事物具有熱情時，他對於新知識的建構是特別有效率的[4]。而在創作的過程中，學習者除了事前的發想之外，更可以藉由實際動手做去測試之前的想法，因此學習者在這當中便會不停的修改，甚至推翻原來的想法，而並不是按照固定的模式在學習，如此一來，新的創意及想法便能從中誕生。

在美國，歐巴馬政府在 2014 年創辦了 White House Maker Faire，每年投入大量的金費[5]，不僅鼓勵國民能夠一起加入或組織 maker 群體，更是編列了鉅額的預算進行創客教育的規劃以及基礎建設，帶動全世界不論是政府單位，或是學校機構都紛紛成立創客空間，具有教育性的創客空間是實踐創客教育的絕佳環境。

在國內，教育部國民及學前教育署發佈「補助試辦國民中小學自造教育示範中心作業要點」，鼓勵各縣市國中小開設推展自造教育相關課程。全臺已有 11 縣市設置自造教育示範中心。除此之外，勞動部勞動力發展署也在其所管轄的六個分署設立不同主題的創客基地，例如北基宜花金馬分署的物聯網創客基地、中彰投分署的 TCN 創客基地[6]...這些創客基地的目的是為了提升民眾的創客精神，創客基地除了提供設備讓創客們使用之外，也會不定期舉辦講座及課程，希望藉此培養民眾創新的能力。

無論是自造運動或者自造教育，在臺灣確實都興起一波自造浪潮，再加上十二年國民基本教育課程改革中，新增科技領域，並包含資訊科技與生活科技等強調動

手實作的課程內涵（國家教育研究院，2016），由於科技領域在十二年國民基本教育課程改革中扮演重要角色，為了推動科技領域的教學，國民中小學自造教育輔導中心與各區域的自造教育示範中心便紛紛在各縣市逐漸成立，期能能夠落實自造教育[7]。

以建造論為主的學習環境，一開始課程的設定目標與預期是很重要的，這樣學習者會清楚的知道自己需要獲得的能力[8]。藉由展現作品以及學習的討論結果，學習者可以經由不同的方法去解決他們遭遇的困境，如此學習者便能真正學習到有意義情境中所發生事情的處理程序。有些動手實作的內涵會在國小階段、國中階段或高中階段重複出現，因此針對不同階段的學生，應該設計不同的自造教育的目標與內涵，避免彼此過度效仿，導致許多重複的作品不斷產生[9]。

在過去创客教育的評價標準相對較為單一，大多數都較為關注在學生是否能在許多的比賽中獲得獎項或者是獲得了多少的證書，然而現今漸漸開始注重學生的多元性，許多因為有趣而或是有需求的學習者前來學習這些相關的技術。

3.3 小結

文獻指出，現今工程教育缺乏創意和創造力的融入，而创客教育通過強調創新和動手實踐，有效提升了學生的創意、學習動機與成效。全球各地，如美國和台灣，都在積極推動创客教育，設立创客基地和自造教育示範中心，以培養學生的創新能力。

本研究旨在探討创客教育在光學教具設計與製作中的應用，對提升學生學習動機和成效的重要性，填補現有工程教育與創造力之間的空隙，並提供改進課程設計的實證依據。

4. 教學設計與規劃 (Teaching Planning)

本研究將實施於國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系大學部及研究所選修課「基礎光學」以及國立臺北科技大學製造科技研究所選修課「自動光學檢測」兩門課程，計畫將创客教育之精神導入光學課程中，教師於課程中除了教授光學領域專業知識外，亦融入「光學教具製作」之評量設計，使學生得以透過創意發想與實作，實踐創造力展現。本研究期待學生能從被動的知識接收者轉為主動的知識學習者，貫徹「做中學」、「學中做」之精神，讓課程教學與實際應用能有效連結，也能使學生增加學習動機，並達到提升學習成效之目的。

本計畫將配合兩課程之課程進度，臺灣大學之基礎光學課程之課程設計和臺北科技大學之自動光學檢測課程如附件所示。基礎光學課程將設計多項不同分組教具設計和製作並開放部分選項可讓同學自行選擇教具設計方向和題目，自動光學檢測則將以四項不同的分組實作，讓教師得以檢視學生的學習成效以及學習狀況，即讓學生學習如何將所學進行應用。基礎光學課程涵蓋幾何光學、波動光學、干涉、繞射、同調光學、電磁波導光學、光電元件、雷射、量子光學、及相關光學工程應用，自動光學檢測涵蓋機器視覺、數位圖像基礎、光學元件和照明設備的介紹和操作使用，以及使用程式語言進行圖像處理以及檢測，其中數位圖像基礎中涵蓋了電腦圖像處理的基礎和色彩空間介紹，而圖像處理即檢測則涵蓋了二質化處理、圖像過濾、邊緣檢測等。

設計之分組作業除了可以讓學生熟悉基礎光學原理和操作光學設備，在共同討論並操作光學元件以及設備的同時，也讓同學在動手間對於光學原理的應用有更深入一步的了解，增強學生的學習動機。而在數位圖像處理中的課程當中，在期中之後的課程中，基礎光學設計讓同學借由期末專題之研討協助同學光學教具之設計和製作，自動光學檢測課程讓學生們實際撰寫程式進行圖像過濾和邊緣檢測，讓學生在

共同討論即動手撰寫程式的同時了解圖像過濾和邊緣檢測的原理，並在共同討論的過程中提升學生們的溝通以及邏輯思考能力。而在學期末，兩課程都有設計分組專題報告更是融合前面十幾週的教學內容，進行光學教具製作的期末分組專題作業，讓學生們可以將所學融會貫通，結合光學設備的操作與圖像處理程式的撰寫並與組內同儕一同腦力激盪，除了展現學生們的創造力，更能增強學生的互助合作能力。

5. 研究設計與執行方法 (Research Methodology)

5.1 研究架構

本研究採用混合研究方法，分為量化與質化兩部分。首先，進行問卷調查，使用自編的「學習動機量表」對學生進行前測和後測分析，以量化數據來評估創客教育中光學教具設計與製作對學生學習動機及成效的影響。其次，進行質性深度訪談，以補充量化數據的不足，深入了解學生的課程回饋與意見，從而全面分析本研究的成效。

5.2 研究範圍與對象

研究對象為參加國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系大學部及研究所選修課「基礎光學」以及國立臺北科技大學製造科技研究所選修課「自動光學檢測」兩門課程之學生。

5.3 研究方法與工具

第一部份採用問卷調查法，本研究將透過自編之「學習動機量表」進行前測-後測分析，為檢視融入「光學教具製作」對學習動機之影響，是故，本研究參考改編王鴻儒(2005) [10] 所編製的「自然科動機信念量表」，進行學業動機之前測後測，探討自我效能、內在價值及成就動機等三個因素結構在創客教育導入光學課程前後對於研究對象之影響，並作為量化成果參考，以做為研究成果之佐證，以及後續之分析依據。

本計畫將針對學生學習動機與自我效能進行前測與後測。透過學生自評，來評估其學習動機之異同，學生的主觀感受被轉換成一系列評價，從「非常不同意」到「非常同意」的五個程度，以量化的方式呈現學生在創客教育實施前後的學習動機變化。

第二部分採用深度訪談法，如附件所示為訪談內容，本研究與課程結束後，透過面談方式進行訪問，來了解學生對於融入「光學教具製作」的學習模式相較於傳統的成果發表型式，兩者的個人自我效能感及個人學習成效之異同，作為本計畫之資料搜集工具。進一步，透過深入訪談結果分析，來檢視本教學實踐研究之成效，作為評估其在創客教育導入光學課程前後對於研究對象之影響，使本研究之質化成果更加完備。

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

(1) 教學過程與成果

6.1.1 前後測學習動機量表分析

為了量化評估學生學習動機的變化，本研究採用了學習動機量表進行前後測，並進行了積分化比較分析。研究對象包括國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系大學部及研究所的「基礎光學」課程學生，前測問卷共收集 10 份，後測問卷 12 份；以及國立臺北科技大學製造科技研究所的「自動光學檢測」課程學生，前測問卷 30 份，後測問卷 34 份。我們針對自我效能、內在價值和成就動機這三個學習動機因素進行了前後測分析，以下是詳細結果：

a. 自我效能感

表一、臺灣大學研究對象自我效能感向度前後測結果

題號	題目	前測平均	後測平均	差異
1	我知道我能夠學好老師所教的課程內容。	3.80	3.33	-0.47
2	我覺得對於光學的學習，我只要花較少的時間，就可以比大部分的同學學得好。	3.00	2.92	-0.08
3	和別的同學相比較，我學習光學的方法是相當好的。	2.90	3.00	0.10
4	我在做光學練習題時，通常都是我在教其他不會的同學。	2.60	2.83	0.23
5	我可以預測我必須花多少時間才能把某一單元的光學練習題做完。	3.00	3.25	0.25
6	我在光學課程學習上，比大多數同學來的輕鬆愉快。	3.00	3.17	0.17
7	我知道我的課程成績，在班上大約可以贏過多少同學。	2.80	3.08	0.28
8	在做題目練習時，我會先選擇一些較適合自己難度的題目來做，再做其他較難的題目。	3.70	2.92	-0.78

表二、臺北科技大學研究對象自我效能感向度前後測結果

題號	題目	前測平均	後測平均	差異
1	我知道我能夠學好老師所教的課程內容。	3.90	4.26	0.36
2	我覺得對於光學的學習，我只要花較少的時間，就可以比大部分的同學學得好。	2.67	3.44	0.77
3	和別的同學相比較，我學習光學的方法是相當好的。	2.87	3.41	0.55
4	我在做光學練習題時，通常都是我在教其他不會的同學。	2.77	3.00	0.23
5	我可以預測我必須花多少時間才能把某一單元的光學練習題做完。	3.13	3.64	0.50
6	我在光學課程學習上，比大多數同學來的輕鬆愉快。	3.33	3.62	0.28
7	我知道我的課程成績，在班上大約可以贏過多少同學。	2.87	3.30	0.44
8	在做題目練習時，我會先選擇一些較適合自己難度的題目來做，再做其他較難的題目。	4.00	3.94	-0.06

表三、兩校研究對象平均自我效能感向度前後測結果

題號	題目	前測平均	後測平均	差異
1	我知道我能夠學好老師所教的課程內容。	3.88	4.02	0.15

2	我覺得對於光學的學習，我只要花較少的時間，就可以比大部分的同學學得好。	2.75	3.30	0.55
3	和別的同學相比較，我學習光學的方法是相當好的。	2.88	3.30	0.43
4	我在做光學練習題時，通常都是我在教其他不會的同學。	2.73	2.96	0.23
5	我可以預測我必須花多少時間才能把某一單元的光學練習題做完。	3.10	3.53	0.43
6	我在光學課程學習上，比大多數同學來的輕鬆愉快。	3.25	3.50	0.25
7	我知道我的課程成績，在班上大約可以贏過多少同學。	2.85	3.24	0.39
8	在做題目練習時，我會先選擇一些較適合自己難度的題目來做，再做其他較難的題目。	3.93	3.67	-0.25

自我效能是指學生對於自身在光學課程中的能力與表現的信心，這種信念會影響其學習投入和努力程度。本向度分析學生在學習中表現出的自信，以及對於能否完成任務的信心。數據顯示，在前測與後測的比較中，大多數題目的平均分數都有所提升，顯示學生對自己在光學課程中的能力更有信心。

兩校比較

臺灣大學學生在自我效能感方面的分數變化顯示，某些項目有所下降，例如題目 1 (-0.47)、題目 3 (-0.15) 和題目 8 (-0.28)。這表明學生在面對光學課程的挑戰時，自我效能感有所下降，可能是由於課程的難度或學習壓力所致。然而，也有一些項目如題目 2 (+0.25) 和題目 5 (+0.25) 顯示學生對於基本概念和應用題的信心有所提升，這可能與實驗和動手活動相關，這些活動能夠幫助學生更好地理解 and 掌握知識。

為了提升學生的自我效能感，可能需要在教學設計中增加更多的支持性措施，如提供更詳細的反饋和幫助學生設定可達成的目標，這樣可以減少學生在面對困難時的挫折感。

相比之下，臺北科技大學學生在自我效能感方面的分數顯著提升，多數項目均有正向增長，例如題目 2 (+0.76)、題目 3 (+0.55)、題目 7 (+0.62) 和題目 8 (+0.64)。這顯示臺北科技大學學生在光學課程中更具自信，特別是在理解實驗結果和掌握困難課題方面，這可能是由於教學方法和實作活動更符合他們的學習需求，使學生在實際操作中獲得成就感和自信，顯示創客教育和光學教具設計與製作對於這群學生有顯著的正面影響。這可能是因為這種教學方法更符合他們的學習風格，使學生在實際操作中獲得自信和成就感，進而提升自我效能感。

綜合分析

具體來說，題目 2 (「我覺得對於光學的學習，我只要花較少的時間，就可以比大部分的同學學得好」) 和題目 3 (「和別的同學相比較，我學習光學的方法是相當好的」) 的增幅較大，分別提升了 0.55 和 0.43，顯示學生在學習光學的自信心顯著提升。這表明，創客教育中的光學教具製作對於增強學生的自我效能有明顯的積極作用。

自我效能部分的數據顯示，學生對於自己在光學課程中的能力和表現的信

心有所增強。具體來說，學生普遍認為自己能夠學好老師所教的課程內容，從前測的 3.88 提升至後測的 4.02。此外，學生對於在短時間內學好光學並超越大部分同學的信心也有所增加，分數從 2.75 提升至 3.30。這些結果顯示，課程設計中的實作和實驗活動可能有效地提升了學生的學習信心和能力感。學生認為自己在學習光學的方法上優於同儕，並且在練習過程中更能預測完成時間，這些數據的提升與課程中強調實際操作和問題解決的教學策略相呼應。

然而，在自我效能的某些項目中，如在選擇適合自己難度的題目進行練習方面，後測分數反而下降（從 3.93 降至 3.67）。這可能與課程中挑戰性練習題的設計相關，學生可能在面對更高難度的題目時感到壓力增加，但這也可能激發了他們更高的學習動機和挑戰意願。

整體而言，這些結果表明，創客教育中的光學教具製作對於增強學生的自我效能具有顯著的積極作用。

b. 內在價值

表四、臺灣大學研究對象內在價值向度前後測結果

題號	題目	前測平均	後測平均	差異
9	我認為學習光學是一件令人快樂的事。	3.40	3.42	0.02
10	我認為光學是一個可以幫助思考訓練的學科。	3.50	3.75	0.25
11	學習光學，可以幫助我解決在日常生活上遇到的問題。	3.60	3.73	0.13
12	我希望每天最好都不要上光學課程。（負向）	2.30	2.33	0.03
13	只要是光學相關的作業，不論需要花多久的時間，我都樂意做完。	2.80	2.67	-0.13
14	我覺得學好光學對於未來其他科目的學習會有極大的幫助。	3.80	3.67	-0.13
15	我覺得光學課程的學習一點應用的價值也沒有。（負向）	2.20	2.17	-0.03
16	我努力學習光學課程，主要是為了增進自己的相關能力，而不是只為了求好成績讓父母高興。	3.60	3.58	-0.02

表五、臺北科技大學研究對象內在價值向度前後測結果

題號	題目	前測平均	後測平均	差異
9	我認為學習光學是一件令人快樂的事。	3.37	4.06	0.69
10	我認為光學是一個可以幫助思考訓練的學科。	3.97	4.41	0.45
11	學習光學，可以幫助我解決在日常生活上遇到的問題。	3.53	4.06	0.53
12	我希望每天最好都不要上光學課程。（負向）	2.03	2.06	0.03
13	只要是光學相關的作業，不論需要花多久的時間，我都樂意做完。	3.63	3.65	0.01
14	我覺得學好光學對於未來其他科目的學習會有極大的幫助。	4.17	4.18	0.00

15	我覺得光學課程的學習一點應用的價值也沒有。 (負向)	1.67	1.68	0.01
16	我努力學習光學課程，主要是為了增進自己的相關能力，而不是只為了求好成績讓父母高興。	4.33	4.32	-0.01

表六、兩校研究對象平均內在價值向度前後測結果

題號	題目	前測 平均	後測 平均	差異
9	我認為學習光學是一件令人快樂的事。	3.38	3.89	0.52
10	我認為光學是一個可以幫助思考訓練的學科。	3.85	4.24	0.39
11	學習光學，可以幫助我解決在日常生活上遇到的問題。	3.55	3.98	0.43
12	我希望每天最好都不要上光學課程。(負向)	2.10	2.13	0.03
13	只要是光學相關的作業，不論需要花多久的時間，我都樂意做完。	3.43	3.39	-0.03
14	我覺得學好光學對於未來其他科目的學習會有極大的幫助。	4.08	4.04	-0.03
15	我覺得光學課程的學習一點應用的價值也沒有。 (負向)	1.80	1.80	0.00
16	我努力學習光學課程，主要是為了增進自己的相關能力，而不是只為了求好成績讓父母高興。	4.15	4.13	-0.02

內在價值指學生對於光學課程的興趣與重要性認知，即個人對於學習內容的重要性的價值信念，這影響著其學習投入和參與度。本向度分析學生對於學習內容是否有內在的興趣和動機，以及是否將學習視為具有價值的活動。數據顯示，學生對光學課程的興趣和認同度普遍提升。

兩校比較

臺灣大學學生在內在價值方面的變化顯示出一些正向趨勢，尤其是在題目 10 (+0.49) 和題目 11 (+0.73)，顯示學生認為光學課程能夠幫助思考訓練和對未來發展有幫助。然而，有些項目如題目 12 (-0.03) 和題目 16 (-0.02) 則顯示變化不大或略有下降，表明部分學生對於學習光學的喜好和實際應用價值的認知未有明顯改善。

臺灣大學學生在內在價值方面的提升主要體現在課程的思考訓練價值和未來發展價值上，這可能是由於課程設計中強調了光學知識的應用和思維訓練。然而，對於學習光學的喜好和實際應用價值的認知提升不明顯，可能需要更多的教學活動來強化學生對光學學習的興趣和實際應用體驗。

另一方面，臺北科技大學學生在內在價值方面的變化顯示出更顯著的正向趨勢，所有項目均有提升，尤其是題目 9 (+0.45)、題目 10 (+0.42)、題目 11 (+0.41)，顯示學生在光學課程中的學習快樂感、思考訓練和未來發展價值均有顯著提升。此研究發現亦顯示出，創客教育和光學教具設計與製作能夠有效地提高臺北科技大學學生對光學課程的內在價值感知。

綜合分析

整體而言，從所有受測者的資料中發現，題目 9 (「我認為學習光學是一

件令人快樂的事」)的平均分數提升了0.52，題目10(「我認為光學是一個可以幫助思考訓練的學科」)的平均分數提升了0.39，顯示學生對光學課程的興趣和認同度顯著增加。這表明，創客教育中的光學教具製作能夠提高學生對光學課程的內在價值感知。

此外，學生認為學習光學變得更加快樂(分數從3.38提升至3.89)，並且對光學在日常生活中的應用價值的認同度也有所增加(分數從3.55提升至3.98)。這些提升顯示，課程設計中的動手做實驗和設計教具的活動，使學生更能體會到光學學習的樂趣和實際應用價值。

然而在內在價值的某些項目中，如是否希望每天上光學課程(負向題目)，分數變化不大(從2.10提升至2.13)，顯示學生在這方面的態度變化不顯著。這可能與學生的課程負擔或其他學科的壓力有關，需要進一步探討和改進教學策略。

總體而言，這些結果表明，創客教育中的光學教具製作對於增強學生對光學課程的內在價值感知具有顯著的正面影響。

c. 成就動機

表七、臺灣大學研究對象成就動機向度前後測結果

題號	題目	前測平均	後測平均	差異
17	我總是先把光學相關的作業做完，再做其他科目的作業。	2.60	2.58	-0.02
18	我常常會自己找一些光學相關的題目來做練習。	2.80	3.00	0.20
19	對於有一些不感興趣的光學相關課程，我也會用心去學習。	2.80	3.08	0.28
20	在光學課程的學習上，若我有不懂的地方一定會立刻去請教別人。	3.60	3.25	-0.35
21	雖然遇到很難的光學相關問題，我也會盡力試著加以解答。	3.50	3.25	-0.25
22	與班上其他的同學相比較我算是比較喜歡光學課程的學生了。	3.10	2.83	-0.27
23	當我在做光學相關的題目時，我會替自己定下一個較高的標準，並鼓勵自己努力去達成。	3.20	2.75	-0.45
24	這次的光學考試，雖然我的成績並未達到自己預期的目標，但我仍然會再接再厲的繼續努力，以達成目標。	無	3.36	3.36

表八、臺北科技大學研究對象成就動機向度前後測結果

題號	題目	前測平均	後測平均	差異
17	我總是先把光學相關的作業做完，再做其他科目的作業。	3.27	3.68	0.41
18	我常常會自己找一些光學相關的題目來做練習。	2.83	3.24	0.41
19	對於有一些不感興趣的光學相關課程，我也會用心去學習。	3.70	3.88	0.18

20	在光學課程的學習上，若我有不懂的地方一定會立刻去請教別人。	4.17	3.94	-0.23
21	雖然遇到很難的光學相關問題，我也會盡力試著加以解答。	4.10	4.24	0.14
22	與班上其他的同學相比較我算是比較喜歡光學課程的學生了。	3.33	3.59	0.25
23	當我在做光學相關的題目時，我會替自己定下一個較高的標準，並鼓勵自己努力去達成。	3.60	3.85	0.25
24	這次的光學考試，雖然我的成績並未達到自己預期的目標，但我仍然會再接再厲的繼續努力，以達成目標。	無	4.29	4.29

表九、兩校研究對象平均成就動機向度前後測結果

題號	題目	前測平均	後測平均	差異
17	我總是先把光學相關的作業做完，再做其他科目的作業。	3.10	3.39	0.29
18	我常常會自己找一些光學相關的題目來做練習。	2.82	3.17	0.35
19	對於有一些不感興趣的光學相關課程，我也會用心去學習。	3.48	3.67	0.20
20	在光學課程的學習上，若我有不懂的地方一定會立刻去請教別人。	4.03	3.76	-0.26
21	雖然遇到很難的光學相關問題，我也會盡力試著加以解答。	3.95	3.98	0.03
22	與班上其他的同學相比較我算是比較喜歡光學課程的學生了。	3.28	3.39	0.12
23	當我在做光學相關的題目時，我會替自己定下一個較高的標準，並鼓勵自己努力去達成。	3.50	3.57	0.07
24	這次的光學考試，雖然我的成績並未達到自己預期的目標，但我仍然會再接再厲的繼續努力，以達成目標。	無	4.07	4.07

成就動機是指學生在光學課程中追求成功的意願和努力程度，這涉及學生對於學習工作的情感或情緒反應，影響其學習投入和持續性。本向度分析學生是否在學習中表現出積極的情感，對於學習的預期結果是否有正向情緒。

兩校比較

臺灣大學學生在成就動機方面的分數變化顯示，儘管有一些項目的分數有所提升，如題目 18 (+0.20) 和題目 19 (+0.28)，但多數項目的分數呈下降趨勢，如題目 20 (-0.35)、題目 21 (-0.25) 和題目 23 (-0.45)。這可能反映了學生在課後自我挑戰和動機方面的下降，特別是在面對困難問題和設定高標準方面。這可能表明需要在教學設計中增加更多支持和激勵機制，幫助學生在面對挑戰時保持高動力。

而臺北科技大學學生在成就動機方面的分數則顯著提升，多數項目均有正向增長，如題目 17 和 18 (均+0.41)、題目 21 (+0.14) 和題目 23 (+0.25)。這顯示臺北科技大學學生在光學課程中更具積極性和自我挑戰意識。

特別是在自我挑戰和面對困難問題時的積極態度（題目 24），顯示創客教育和光學教具設計與製作對於臺北科技大學學生有顯著的正面影響。這可能是因為這種教學方法更符合臺北科技大學學生的學習風格和需求，特別是對於動手實作和自我挑戰有更高的接受度。

綜合分析

在本部分中，題目 18（「我常常會自己找一些光學相關的題目來做練習」）和題目 17（「我總是先把光學相關的作業做完，再做其他科目的作業」）的平均分數分別提升了 0.35 和 0.29，顯示學生在課後對光學的投入與努力程度增加。這些結果表明，成就動機的提升顯示，創客教育中的光學教具製作能夠激發學生在光學課程中追求成功的動機，亦可發現課程中的挑戰性任務和實作活動有效地激發了學生的主動學習和自我挑戰的意願。

然而，題目 20（「在光學課程的學習上，若我有不懂的地方一定會立刻去請教別人」）的平均分數從 4.03 下降至 3.76，顯示學生在這方面的動機有所下降。這可能是因為課程中更強調自我探索和獨立解決問題的能力，使得學生在遇到困難時更傾向於先嘗試自行解決。這一點需要在未來的教學設計中平衡自我探索與合作學習，確保學生在面對挑戰時有足夠的支持。

總體而言，這些結果顯示，創客教育中的光學教具製作對於增強學生的成就動機具有顯著的正面影響。然而，在設計課程時仍需考慮到學生在面對挑戰時的需求，並提供適當的支持，以確保他們能夠充分發揮潛力並獲得最佳的學習體驗。

6.1.2 質性訪談結果分析

a. 光學教具製作融入課程之看法

大學部三年級學生 A：蠻有趣的，是一個很特別的體驗。

博一學生 B：複習了以前的學習內容，並了解生活應用中的原理。

訪談結果顯示，學生普遍認為將光學教具製作融入期末評量是一種新穎且有趣的體驗，與傳統的期末成果發表相比，這種方式增加了實作和創意設計的成分。一些學生特別提到，這種實作評量需要考慮到目標對象的接受度，這對其設計提出了新的挑戰。

大學部三年級學生 A：應該增加一些教具的製作方法，而不是讓學生自行發想。

博一學生 B：上課的部分時間應讓我們自由討論並設計實作，而不是全部都在下課時間進行。

博一學生 B：由於是實作，需要花時間，且是利用下課的零碎時間進行設計，因此和組員間時間較難配合。

然而，學生在製作光學教具的過程中也面臨不少困難。技術層面上，如雷射切割的精準度不夠，需要學生自行客製化道具。此外，時間安排亦是一大難題，由於教具製作主要利用課外時間進行，學生與組員之間難以協調時間，增加了實作的難度。部分學生表示，能參與比賽並獲得獎金是其最大的收穫之一，這不僅提高了學習興趣，也增強了成就感。

學生建議課程應增加一些教具製作方法的指導，而不是完全依賴學生自行發想。他們認為，上課時間應更靈活，允許更多自由討論和設計實作的機會，而不僅僅是課外活動。

b. 光學教具製作融入課程對學生學習成效之影響

博一學生 B：有些困難，因為目的是要符合高中以下的教具，難以解決大學

階段的問題。

博一學生 B：有助於理解實際應用和設計的基礎原理。

光學教具製作的課程設計旨在提升學生的學習成效，整體而言能提升學習成效。訪談中，部分學生認為在高階應用和理論整合方面，光學教具製作對於理解大學階段的光學概念幫助不大。由於教具設計主要針對較低年級的需求，因此難以解決大學生所遇到的複雜問題。雖然有些學生認為實作有助於理解實際應用和設計的基礎原理，但普遍認為對高階光學概念的理解幫助有限。

c. 光學教具製作融入課程對學生學習動機之影響

博一學生 B：是，實作較有趣，會想嘗試自己想做的事。

大學部三年級學生 A：(教具製作) 不會(提升興趣)，因為教具的知識範圍並沒有像大學課程那麼專精。

在訪談中，學生普遍表示在光學教具製作過程中會主動參與，認為實作較有趣，願意嘗試自己設計和製作教具。然而，對於是否能提升其對光學領域的興趣，學生的意見不一。一些學生認為，由於教具知識範圍較淺，對他們的興趣提升有限，但也有學生表示這種實作活動能激發其對光學的興趣。

大學部三年級學生 A：幫助較少，因為不是給大學生的教具，所以不太能學到更高階的應用整合。

博一學生 B：是，訓練思考和解決問題的能力。

大學部三年級學生 D：有，學習到團隊合作，並增加實作的經驗。

部分學生認為此課程對其未來有一定幫助，尤其在訓練思考、解決問題及團隊合作能力方面。然而，對於高階應用和理論的學習幫助則較少。

(2) 教師教學反思

在本次研究過程中，研究者深刻體會到創客教育在提升學生學習動機和實作能力方面的巨大潛力。過去的教學主要集中在傳統講授和實驗課程，但這種方式常常難以引發學生的深層次興趣和持久的學習動力。通過引入創客教育理念，讓學生自主設計和製作光學教具，研究者觀察到學生在實作過程中展現出的熱情和創意，不僅加深了對光學理論的理解，也提升了自我效能和成就感。

研究者發現，學生在面對挑戰性任務和實際應用案例時，更能將理論知識與實際操作相結合，這種結合不僅提高了他們的學習效果，也增強了他們解決實際問題的能力。然而，研究者也意識到，對於高階光學概念的理解，僅靠創客教育仍存在一定的局限性。因此，在未來的課程設計中，研究者計劃增加更多技術指導和靈活的時間安排，以平衡實作機會和學習負擔。

總的來說，這次研究使研究者認識到，教育不僅僅是知識的傳授，更是學生能力和動機的培養。作為授課教師，研究者將持續探索和改進教學方法，以更好地激發學生的學習興趣，提升他們的學習成效，並為他們的未來發展打下堅實的基礎。

(3) 學生學習回饋

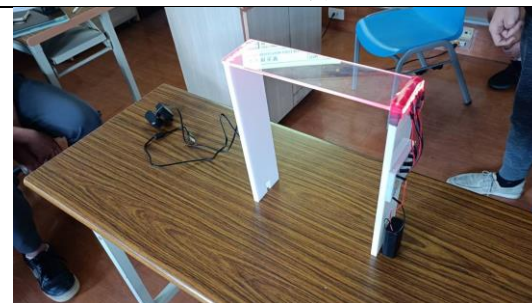
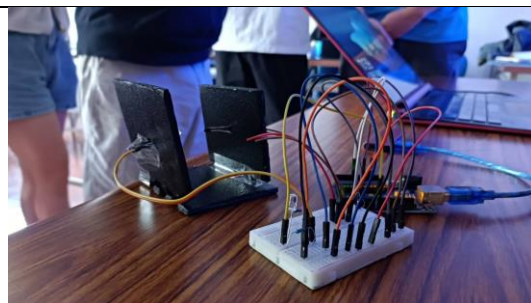
配合本研究的學習課程，國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系的修課學生自發性的參與「OPTIC2023 光學教具創作競賽」，並在賽中獲得金牌獎的好成績與獎金兩萬元整，實踐本研究之教學成果。



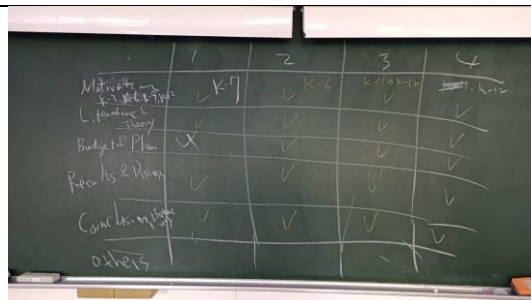
獲獎紀錄



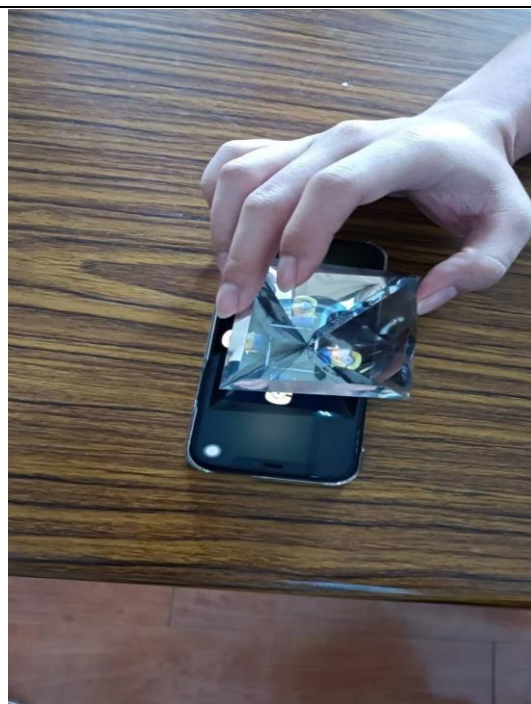
成果發表實錄



光學教具裝置



光學教具實際操作



光學教具實際操作

7. 建議與省思 (Recommendations and Reflections)

本研究整體結果顯示，創客教育中的光學教具設計與製作對於提升學生的學習動機、自我效能、內在價值和成就動機具有顯著的正面影響。這驗證了創客教育方法在基礎光學課程和自動光學檢測課程中的應用有效性，達成了研究提升學生學習動機和學習成效的目的。

本研究中的課程設計強調實作、實驗和創客教育，這些方法有效地提升了學生的自我效能、內在價值和成就動機。學生在動手做實驗和設計教具的過程中，不僅能夠更好地理解光學理論，還能體會到學習的樂趣和成就感。此外，課程中設計的挑戰性任務和實際應用案例，使學生能夠將理論與實際結合，提升了學習動機和效能感。

透過研究發現，將光學教具製作融入課程能夠在一定程度上提升學生的實作興趣和動手能力，並激發其創意。然而，對於高階光學概念的理解和學習成效提升方面，效果有限。因此，未來課程設計應考慮增加更多的技術指導和靈活的課程時間安排，以平衡實作機會與學習負擔。此外，課程內容應更貼近高年級學生的學習需求，提升其對高階知識的應用能力和興趣。通過這些改進，課程將能夠更好地激發學生的學習動機，提高其學習成效，並為其未來的職業發展打下堅實的基礎。

未來，應在課程設計中進一步平衡自我探索與合作學習，並持續關注學生在面對高難度挑戰時的學習支持，以確保每位學生都能充分發揮潛力並獲得最佳的學習體驗。

8. 致謝：感謝教育部教學實踐研究計畫經費之支持得以完成本計畫研究、基礎光學課程助教吳彥廷同學和劉晏妤同學及自動光學檢測課程助教黃俊祥同學協助本研究計畫之資料收集、台北市和平高級中學吳子瑄老師協助共同分析和探討研究數據。

二、參考文獻 (References)

- [1] 王志剛(2016) 創客教育：內地青年參與社會創新的新風向青年研究學報，青年研究學報，第十九卷第一期，(98 頁)。
- [2] 沈翠蓮(2021) 建構大學創客教學模式的實驗研究。教育學報，第 49 卷第 2 期，頁 115-135
- [3] 張登文(2018)共創共享的創意工場—不一樣的大學創新實驗。臺灣教育評論月刊，2018，7 (2)，頁 39-43
- [4] 林宜玄(2018) Maker 教育理論與實踐。臺灣教育評論月刊，2018，7 (2)，頁 29-38
- [5] White House. (2014, June 17). Presidential proclamation—National day of making. Retrieved from <http://www.whitehouse.gov/the-pressoffice/2014/06/17/presidential-proclamation-national-day-making-2014>.
- [6] 勞動力發展署 (2017)創客基地。勞動力發展署全球資訊網。 取自 <https://www.wda.gov.tw/cp.aspx?n=575F716EF3A537C0>
- [7] 國家教育研究院 (2016)。十二年 國民基本教育課程綱要—科技領域
- [8] 林宜玄(2018) Maker 教育理論與實踐。臺灣教育評論月刊，2018，7 (2)，頁 29-38
- [9] 林坤誼(2018) 臺灣推動自造教育的省思與建議。臺灣教育評論月刊，2018，7 (2)，頁 06-09
- [10] 王鴻儒(2005) 在設計製作歷程中培養學生解決問題能力並持續學習動機之行動研究。臺北：國立臺北師範學院自然科學教育研究所碩士論文。

三、附件 (Appendix)

附件一、臺灣大學之基礎光學課程大綱

National Taiwan University Department of Engineering Science and Ocean Engineering Fundamentals of Optics Fall 2023	
Course Website:	NTU COOL (https://cool.ntu.edu.tw/)
Course time:	TBA
Classroom:	TBD
Course goal:	The students can learn the basics and application of optics and photonics.
Instructor:	Jia-Han Li (李佳翰) Office: ESOE 280 Phone: 3366-5760 E-mail: jiahan@ntu.edu.tw Office hours: any time when the instructor is in the office or by the appointment.
Teaching Assistant (TA):	TBD Email: TBA Phone: TBA TA's office: ESOE 112 (Nanophotonics and Nanoelectronics Laboratory) Office hours: by the appointment.
Topics	1. Fundamentals of Optics 2. Wave Propagation 3. Laser Optics 4. Optoelectronics 5. Lightwave Devices and Systems
Textbooks and References	1. E. Hecht, Optics, Addison Wesley, 4th ed. 2002. 2. B. E. A. Saleh and M. C. Teich, Fundamentals of Photonics, Wiley, 2nd ed. 2007. 3. F. L. Pedrotti, S.J., L. M. Pedrotti, and L. S. Pedrotti, Introduction to Optics, Addison Wesley, 3rd ed. 2007. 4. A. Ghatak, Optics, Tata McGraw Hill, 4th ed. 2009.
Grading:	Homework 0% : some homework problems will be selected in midterm and final exams. Project 30%: it includes midterm proposal and presentation 10% and final report and presentation 20%. Exam 70%: it includes midterm exam 30%, final exam 30%, and 10% for the higher grade of midterm exam and final exam.
Prerequisites:	Calculus is required, Electromagnetics and Engineering Mathematics are preferred but not required.

附件二、臺灣大學之基礎光學教學流程

Fundamentals of Optics Fall 2023	
Week	Tentative Subject
Week 1	Introduction of this course. Wave Motion
Week 2	Electromagnetic view of Optics, Light, Wave, or Photons
Week 3	Geometrical Optics
Week 4	More on Geometrical Optics, Describe the purpose of project and assign the possible topics
Week 5	Light Propagation
Week 6	Optical Waves
Week 7	Midterm Exam (Cover material before midterm exam) (30%)
Week 8	Polarization
Week 9	Interference
Week 10	Midterm Proposal and Presentation in Class (10%), announce Midterm exam grade and solutions
Week 11	Diffraction
Week 12	Fourier Optics
Week 13	Coherence
Week 14	Final Exam (Cover all material in this semester) (40%)
Week 15	Modern Optics: Lasers, Semiconductor Detection and Inspection, etc. More on Modern Optics: Nanophotonics, Metamaterials, Si Photonics, Optical Communication, etc.
Week 16	Project Report and Presentation in Class (20%)

➤ **Guidelines of Midterm Proposal and Presentation:** The innovative and frontier research proposals in optics and photonics for the purpose of education tools are more welcome. Each group can have 2 persons. On reasonable reason, your group can be only 1 person or more than 2 persons. If you have no idea what topics you can choose, please discuss with the instructor and TAs. Your presentation is scheduled on Week 10. You should turn in the word file for Midterm proposal and the powerpoint file for presentation on Week 10. The presentation time and Q&A is limited in 15 minutes.

- (1) Keywords and Abstracts (Chinese and English)
 - List 5 keywords and summarize main points of this research proposal.
 - Abstract in Chinese or in English (maximum 500 words).
- (2) Content of Research Proposal

Page limit for the content of the proposal to be 5 pages.

 - Summarize achievements and/or progress of the past five years related to this research proposal.
 - Describe the significance of this research proposal including prospects for academic excellence, innovations in scientific research or technological development, and impact on research field and international competitiveness.
 - Specify the objectives and methods of the project.
 - Describe the performance of previous and current research. Emphasize future sustainability, current strengths and achievements.
 - Describe major anticipated achievements and accomplishments.
 - List the reasonable budgets if it is needed.
- (3) Provide references or documents.

➤ **Guidelines of Final Report and Presentation:**

You should summarize your work in your Final Report. Generally speaking, a scientific report includes the title, authors' name and association, abstract, keywords, literature review, motivation, methodology, results and discussion, conclusions, acknowledgement, and the cited references. Your Final Report should be written in Optics Express format. You can download Optics Express format template from OPTICA website. **Page limit for the content of the report to be 10 pages.** Your presentation is scheduled on Week 16, and you are welcome to show the education tools you studied during your presentation. You should turn in the word file for final report and the powerpoint file for presentation on Week 16.

國立臺北科技大學

自動光學檢測

課程概述:

本課程主要介紹自動化光學精密檢測相關技術，內容包括如下：前言，精密量測概論，機器視覺原理，二維光學檢測技術及實習，三維光學檢測技術及實習，影像處理與人工智慧技術運用，智慧型量測系統及應用，系統整合之相關技術，產業相關技術應用，及結論。

This subject is arranged to introduce the principles and techniques required in Automatic Optical Inspection (AOI). The subject includes the following subtopics: introduction to precision metrology and machine vision, the measurement principles and methods used in the 2D AOI, the measurement principles and techniques used in the 3D AOI, image processing and artificial intelligence methods used in automatic inspection, intelligent measurement systems, AOI system integration and conclusion.

教師:

何昭慶 hochao@ntut.edu.tw

課程大綱:

本課程主要介紹自動化光學精密檢測相關技術，內容包括如下：前言，精密量測概論，機器視覺原理，二維光學檢測技術及實習，三維光學檢測技術及實習，影像處理與人工智慧技術運用，智慧型量測系統及應用，系統整合之相關技術，產業相關技術應用。

[▲]修課學生務必具備 C++ and Python 程式語言基礎(C++ and Python is required during the hand on class)

This course aims to introduce the concept, methodology, and algorithms of Automatic Optical Inspection and machine vision as well as the hardware and software used by automatic optical

評量標準:

作業 20%

期中考 30%

期末專題 30%

課堂表現 20%

This course emphasizes on hands-on approaches with PowerPoint slides.

附件四、臺北科技大學自動光學檢測使用教材和教學流程

使用教材、參考書目或其他:↵

1. Machine Vision Ramesh Jain and R. Kasturi McGraw Hill 1995
2. Visual servoing control based three-dimensional tracking: theory, algorithms, practicalities, ISBN:978383830535 C.-C. Ho Lambert Academic Publishing 2009 ↵
3. Depth Map and 3D Imaging Applications: Algorithms and Technologies, ISBN:978161350326 A. S. Malik, T. S. Choi, and H. Nisar, Eds., ed USA: IGI Global 2012↵

Week↵	Tentative Subject↵
Week1↵	Machine Vision Overview↵
Week2↵	C Programming↵
Week3↵	Windows Programming↵
Week4↵	Open Source Computer Vision Introduction (GUI)↵
Week5↵	Digital Image Fundamentals↵
Week6↵	Optics (Hand on experiment)↵
Week7↵	lighting (Hand on experiment)↵
Week8↵	Color Space Introduction↵
Week9↵	期中考試週↵
Week10↵	Binary Image Processing↵
Week11↵	Regions↵
Week12↵	Image Filtering I↵
Week13↵	Image Filtering II↵
Week14↵	Edge Detection I↵
Week15↵	Edge Detection II↵
Week16↵	Camera calibration↵
Week17↵	Final Project Presentation↵
Week18↵	Final Project Review↵

附件五、臺北科技大學自動光學檢測詳細教學流程

週次 (堂次)	課程主題	內容說明
1	Machine Vision Overview	Introduction to Machine Vision
2	C Programming	C language basic operation introduction
3	Windows Programming	Basic programming operation
4	Open Source Computer Vision Introduction (GUI)	Introduction to Computer Vision (GUI)
5	Digital Image Fundamentals	Introduction to Basic Knowledge of Digital Image
6	Optics (Hand on experiment)	Introduction to optics and group hands-on experiments
7	lighting (Hand on experiment)	Introduction to lighting equipment and group hands-on experiments
8	Color Space Introduction	Introduction to Color Space Principles
9	期中考試週	期中考試週
10	Binary Image Processing	Introduce the principle and method of binary image processing
11	Regions	Going abroad on business, arrange lectures by industry teachers
12	Image Filtering I	Introduce the principle and operation of image filtering
13	Image Filtering II	Implement image filtering
14	Edge Detection I	Introduce the principle and operation of edge detection
15	Edge Detection II	Implement edge detection
16	Camera calibration	Camera Calibration Introduction and Implementation
17	Final Project Presentation	Final project presentation and working on projects in groups
18	Final Project Review	Final Group Project Outcome Review

附件六、前後測學習動機量表

量表	前測題號	後測題號	題目	正負向
自我效能	1	1	我知道我能夠學好老師所教的課程內容。	+
	2	2	我覺得對於光學的學習，我只要花較少的時間，就可以比大部分的同學學得好。	+
	3	3	和別的同學相比較，我學習光學的方法是相當好的。	+
	4	4	我在做光學練習題時，通常都是我在教其他不會的同學。	+
	5	5	我可以預測我必須花多少時間才能把某一單元的光學練習題做完。	+
	6	6	我在光學課程學習上，比大多數同學來的輕鬆愉快。	+
	7	7	我知道我的課程成績，在班上大約可以贏過多少同學。	+
	8	8	在做題目練習時，我會先選擇一些較適合自己難度的題目來做，再做其他較難的題目。	+
內在價值	9	9	我認為學習光學是一件令人快樂的事。	+
	10	10	我認為光學是一個可以幫助思考訓練的學科。	+
	11	11	學習光學，可以幫助我解決在日常生活上遇到的問題。	+
	12	12	我希望每天最好都不要上光學課程。	-
	13	13	只要是光學相關的作業，不論需要花多久的時間，我都樂意做完。	+
	14	14	我覺得學好光學對於未來其他科目的學習會有極大的幫助。	+
	15	15	我覺得光學課程的學習一點應用的價值也沒有。	-
	16	16	我努力學習光學課程，主要是為了增進自己的相關能力，而不是只為了求好成績讓父母高興。	+
成就動機	17	17	我總是先把光學相關的作業做完，再做其他科目的作業。	+
	18	18	我常常會自己找一些光學相關的題目來做練習。	+
	19	19	對於有一些不感興趣的光學相關課程，我也會用心去學習。	+
	20	20	在光學課程的學習上，若我有不懂的地方一定會立刻去請教別人。	+
	21	21	雖然遇到很難的光學相關問題，我也會盡力試著加以解答。	+
	22	22	這次的光學考試，雖然我的成績並未達到自己預期的目標，但我仍然會再接再厲的繼續努力，	+
	23	23	與班上其他的同學相比較我算是比較喜歡光學課程的學生了。	+
	24	24	當我在做光學相關的題目時，我會替自己定下一個較高的標準，並鼓勵自己努力去達成。	+

附件七、質性訪談訪綱

質性訪談訪綱

一、基本資料：

1. 系別：

- 國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系
- 國立臺北科技大學製造科技研究所
- 其他：_____

2. 年級：

- 大學部
- 研究所一年級
- 研究所二年級
- 其他：_____

二、訪談題目

1. 對於光學教具製作融入課程之看法

- (1) 你認為光學教具製作融入期末評量設計，與過去的期末成果發表有何不同之處？
- (2) 在進行光學教具製作，你們遇到最大的困難為何？
- (3) 在進行光學教具製作，你們遇到最大的收穫為何？
- (4) 你認為進行光學教具製作的課程有何需要改善的地方？

2. 光學教具製作融入課程對學生學習成效之影響

- (1) 你認為光學教具製作融入課程能幫助你理解不懂的概念嗎？
- (2) 你認為光學教具製作融入課程有助於更好理解光學內容嗎？
- (3) 你認為進行光學教具製作後，你的學習成效有所提升嗎？

3. 光學教具製作融入課程對學生學習動機之影響

- (1) 在光學教具製作的過程中，你通常會主動去參與嗎？
- (2) 你認為光學教具製作融入課程會提升你對光學領域的興趣嗎？
- (3) 你認為光學教具製作融入課程所學到的內容，對你未來是有幫助的嗎？什麼樣的幫助？

附件八、質性訪談內容

一、對於光學教具製作融入課程之看法

1.你認為光學教具製作融入期末評量設計，與過去的期末成果發表有何不同之處？

- ◆ 大學部三年級學生 A：蠻有趣的，是一個很特別的體驗。
- ◆ 博一學生 B：教具主要為針對較小年紀的設計，較不是當前學習的實作實現。
- ◆ 大學部三年級學生 C：教具需要考慮到目標對象的接受度。
- ◆ 大學部三年級學生 D：不同之處為需要自己實作和考慮創意性。

2.在進行光學教具製作，你們遇到最大的困難為何？

- ◆ 大學部三年級學生 A：雷射切割時精準度不夠，需要自行客製化道具。
- ◆ 博一學生 B：由於是實作，需要花時間，且是利用下課的零碎時間進行設計，因此和組員間時間較難配合。
- ◆ 大學部三年級學生 C：教具的呈現需要讓別人有興趣並學到東西。
- ◆ 大學部三年級學生 D：困難點在於將光學理論實際做出來。

3.在進行光學教具製作，你們遇到最大的收穫為何？

- ◆ 大學部三年級學生 A：贏得第一名並獲得獎金 20,000 元。
- ◆ 博一學生 B：複習了以前的學習內容，並了解生活應用中的原理。
- ◆ 大學部三年級學生 C：去比賽有錢拿。
- ◆ 大學部三年級學生 D：可以動手實作光學。

4.你認為進行光學教具製作的課程有何需要改善的地方？

- ◆ 大學部三年級學生 A：應該增加一些教具的製作方法，而不是讓學生自行發想。
- ◆ 博一學生 B：上課的部分時間應讓我們自由討論並設計實作，而不是全部都在下課時間進行。
- ◆ 大學部三年級學生 C：無特別意見。
- ◆ 大學部三年級學生 D：無特別意見。

二、光學教具製作融入課程對學生學習成效之影響

1.你認為光學教具製作融入課程能幫助你理解不懂的概念嗎？

- ◆ 大學部三年級學生 A：不行。
- ◆ 博一學生 B：有些困難，因為目的是要符合高中以下的教具，難以解決大學階段的問題。
- ◆ 大學部三年級學生 C：無。
- ◆ 大學部三年級學生 D：可以。

2.你認為光學教具製作融入課程有助於更好理解光學內容嗎？

- ◆ 大學部三年級學生 A：不行。
- ◆ 博一學生 B：有助於理解實際應用和設計的基礎原理。
- ◆ 大學部三年級學生 C：無。
- ◆ 大學部三年級學生 D：有。

3.你認為進行光學教具製作後，你的學習成效有所提升嗎？

- ◆ 大學部三年級學生 A：不會有所提升。
- ◆ 博一學生 B：很少。
- ◆ 大學部三年級學生 C：無。
- ◆ 大學部三年級學生 D：有。

三、光學教具製作融入課程對學生學習動機之影響

1.在光學教具製作的過程中，你通常會主動去參與嗎？

- ◆ 大學部三年級學生 A：會。
- ◆ 博一學生 B：是，實作較有趣，會想嘗試自己想做的事。
- ◆ 大學部三年級學生 C：可能會。
- ◆ 大學部三年級學生 D：會。

2.你認為光學教具製作融入課程會提升你對光學領域的興趣嗎？

- ◆ 大學部三年級學生 A：不會，因為教具的知識範圍並沒有像大學課程那麼專精。
- ◆ 博一學生 B：是。
- ◆ 大學部三年級學生 C：會。
- ◆ 大學部三年級學生 D：會。

3.你認為光學教具製作融入課程所學到的內容，對你未來是有幫助的嗎？什麼樣的幫助？

- ◆ 大學部三年級學生 A：幫助很少，因為不是給大學生的教具，所以不太能學到更高階的應用整合。
- ◆ 博一學生 B：是，訓練思考和解決問題的能力。
- ◆ 大學部三年級學生 C：有點幫助，學會寫計畫書。
- ◆ 大學部三年級學生 D：有，學習到團隊合作，並增加實作的經驗。