

【附件三】 成果報告(系統端上傳 PDF 檔)

封面 Cover Page

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：PMS1100176

學門專案分類/Division：數理學門

執行期間/Funding Period：2021.08.01 – 2023.01.31

物聯網物理實驗課程之可視化與創新概念 (1/3)
**Conceptual Innovation and Visualization of AIoTs General Physics Experiment
Course (1/3)**

計畫主持人(Principal Investigator)：吳勝允

協同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立東華大學

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2024 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：03/20/2023

物聯網物理實驗課程之可視化與創新概念 (1/3)

Conceptual Innovation and Visualization of AIoTs General Physics Experiment Course (1/3)

一. 本文 Content

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

1.1 研究動機

隨著數位時代的演進，實驗課程的內容不斷更新，針對物理現象的發掘與詮釋提供了更快、更多元的分析方式，讓學生可以更加深入地了解物理現象。這種與時俱進的課程設計也讓學生進入到現代跨領域學習的範疇中。

在近兩年的實驗教學中，東華物理大二基礎物理實驗開始採用了 Arduino 和 Raspberry Pi 等數位系統作為實驗的量測與分析端點。同時，教師還撰寫了物聯網控制程式，通過大數據的方式將實驗結果呈現出來，並進行物理資訊整合分析。這種方式的實驗讓學生在課堂中更加直觀地感受到物理現象的發生和變化，更深刻地理解了理論與實踐之間的關聯。除此之外，在教學過程中，教師還鼓勵學生進行自主探究和討論，引導他們在理論和實踐中找到平衡點，通過問題解決來體驗和學習實驗的核心知識和技能。這種方式的教學，不僅培養了學生的主動學習能力和問題解決能力，同時也讓他們深刻體驗到知識的重要性，以及如何在實踐中學習和發展自己的專業技能。

總之，隨著數位時代的演進，實驗教學正在不斷更新和改進，透過新的技術和方法，讓學生更加深入地了解物理現象，同時也能夠更好地發展自己的專業技能，成為具有實踐能力和創新精神的人才。

1.2 研究目的

隨著時代與科技的進步，傳統的普通物理實驗逐漸失去吸引力，尤其是面對資訊科技等新興領域的挑戰。此外，傳統上採用食譜式的實驗講義方式也無法符合現代學生對於學習方式的需求，已經開始鬆動。在此背景下，工學院的相關科系(資工、材料、電機、光電)在院課程委員會提出不修習普通物理與實驗的議題，本人作為系上行政事務的負責

人，與各科系進行協商，最終以修正版本 AIoTs 普通物理實驗為共同科接受課程。

修正後的課程將具有多領域整合性，結合本系教學研究能量，期待透過工程與科學之教育方式，培育出優秀的永續經營人才。新版 AIoTs 普通物理實驗以「物聯網科學與智慧科技」為主軸，將培育方向擴展至綠能、量子電腦、人工智慧、機器學習、大數據資料分析、嵌入式系統設計與應用、物聯網應用及工業物聯網等領域，以期整合出新的實驗方式。在新版課程中，Arduino 及 Raspberry Pi 的數位系統被用作實驗的量測與分析端點，並撰寫物聯網控制程式以及使用大數據的方式將結果實驗呈現出來，以進行物理資訊整合分析，使學生能夠更快速地掌握物理現象的發掘與詮釋方式。此外，修正後的課程還將加入更多現代跨領域的學習方式，讓學生能夠更好地進入現代科學與工程學習的範疇。

透過工程與科學之教育方式，培育出優秀之永續經營人才。以「物聯網科學與智慧科技」為主軸，培育方向包含綠能、量子電腦、人工智慧、機器學習、大數據資料分析、嵌入式系統設計與應用、物聯網應用及工業物聯網等領域，整合出新的 AIoTs 普通物理實驗。我們相信此類理工科學生是否繼續修習普通物理與實驗課程，應已是全國性的問題了，不只多所學校已發生，相信未來也漸漸會浮出檯面，所以，在此我們提出相關創新措施與此教學實踐計畫，來協助新課程於教學場域之實施。

此計畫之目的我們將採三階段執行，並隨執行之教學實踐計畫，達成三目的：

1. 為將 AIoTs 普通物理實驗改進為「可視化物理實驗」，學生學習具有”可視化物理實驗”的處理能力為目的，學生在開放之作業平台下採用 Open CV 錄取實驗影像，並用 ImageJ 分析追蹤來完成實驗。

2. 為將 AIoTs 普通物理實驗改進為「可視化物理實驗資料」，學生學習具有”可視化物理實驗資料”的處理能力為目的，於課程中學習 Python 與 ipwidgets 的使用，以互動式的拉霸調整擬合參數來分析實驗。

3. 為將 AIoTs 普通物理實驗改進為為訓練學生具有”物理實驗可視化”的處理能力為目的，不僅需要要求學生完成階段一與階段二之基礎能力訓練，我們還要求學生具有開發與使用實驗模擬器操作實驗之能力，並於課程中學習 HTML5 的語言撰寫簡易互動式物理實驗。

2. 文獻探討

科學實驗的視覺化不僅可以協助我們更好地理解科學原理，還可以讓科學變得更加具體、直觀和有趣。在過去的幾千年中，人們一直在使用各種方法來可視化數學、物理、化學等學科的知識。例如，阿基米德被害前，他正在沙子上繪製幾何圖形，用等值線和箭頭圖來描述地磁場和海洋風向，這樣的方法不僅可以幫助人們更好地理解科學，還可以使科學更加具體[1]。近年來，科學家們已經開始重視「視知覺」在理解資料或實驗數據方面的作用。這就是科學視覺化的核心理念。科學家們可以利用各種電腦技術和方法，將數據、實驗結果、數學模型等轉化為圖像、動畫、模擬等形式，進而幫助人們更好地理解科學知識。科學視覺化領域如今依然還屬於新事物。其發端於美國國家科學基金會 1987 年關於「科學計算領域之中的視覺化」的報告[2]。這份報告所闡明的一點就是，視覺化具有培育和促進主要科學突破的潛力。因此，科學視覺化領域涉及到了各種學科，包括電腦圖學、圖像處理、電腦視覺、電腦輔助設計、訊號處理以及關於人機介面的研究工作。自報告發布以來，科學視覺化經歷了極大的發展，並於二十世紀 90 年代成為了舉世公認的一門學科。它已經在各種科學領域中得到了廣泛的應用，包括物理、化學、生物學、地質學、氣象學等。科學視覺化不僅可以幫助科學家們更好地理解自己的研究結果。

基於此概念，我們提出了普通物理實驗課程視覺化的教學實驗方案！

3. 研究問題

此計畫實施之教學設計，此課程之開設與規劃因為連動到多項實驗技術開發與軟體撰寫，我們已在 107-108 學年度於東華大學物理系陸續實施特色教室建置，其中，本人亦參與物理學會主辦之工作坊，與眾前輩交流座談，擬定未來物理系之特色教室之規格與教學場域之規範；目前普通物理實驗，每學期約開出 9 門中文班、一門夜間中文班、與兩門國際英文班，每班限修 44 人，共有三間普通物理實驗室，總修課人數約 500 人次，一學年約 1000 人次，因此課程也採逐步改進形式，於 109 年度開始試行 AIoTs 物聯網普通物理實驗課程，並逐年新增至 12 門課。此新建特色教室已於 109 年 8 月開始使用。

本計畫研究的問題，旨在發現學生學習之物聯網物理實驗之動機，與學生對普通物理實驗的基本概念與理論的瞭解是否提升？並能活用課堂所學之可視化物理實驗資料與擬合互動能力解決相關的實驗問題。具體來說，本研究的主要問題意識或研究問題如下：

1. 透過公開之普通物理實驗協作平台 Open course，學生可否能於課堂外彈性自主決定

學習時間的方式是否能提升學生的學習動機?

2. 應用所提供之線上教案與操作影片與 3D 列印之自主學習方式是否能確保學生達成該有的學習進度?

3. 配合可視化物理實驗資料與擬合互動能力之教學設計是否能落實培養學生具備學以致用的能力與態度?

4. 研究設計與方法 Research Methodology

本研究同時採量化與質化方法。量化以「期中、期末考實驗操作與完成學習單測驗」評估學科知識之獲得狀態，以問卷分析學生學習動機的改變，探討學生自主學習時間安排狀況。質化方式包括課堂觀察與討論、學生問答反思與行動紀錄、學生的學習單撰寫產出等。

研究工具有學習成就測驗（紙筆測驗）與學習動機量表。在學習成就的評估上，主要是透過期中、期末考實驗操作與完成學習單測驗檢核學生是否理解課堂所學，測量內涵包括課堂教授內容、指定操作之物理實驗，兩者所涉及的物理理論與數據分析知識，以選擇題和簡答題方式進行。

問卷調查學習動機的改變，於期初施作前測，於期末施作後測。

5. 教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

(1) 教學過程與成果

教學前準備：本計畫以「普通物理實驗」課程為研究場域，課程教材以自編力學、光學、慈學、與近代物理之物聯網物理實驗教材為主，內容涵蓋物聯網入門、3D 列印技術、牛頓力學、光學繞射、折射、與散射、古典與近代統計、凝態物理、python、Arduino 等。教學資源應用搭配自行撰寫之「普通物理實驗」協作平台，觀看指定教學影片與實驗方法。此外，針對學生操作實驗所需的相關 3D 組裝與物聯網電路理論，給予相匹配的教學資源補充於協作平台。

教學過程：本計畫的教學活動與實施程序如前揭每學年「普通物理協作平台」所示。學習動機自評在開學第 1 週進行前測，並於學期末進行後測。由教師與助教先講述課程進行之程序，然後採兩人一組之分組討論的方式，自行討論實驗之操作與實驗數據之記錄與分析，連同實驗記錄、影像撰寫於學習單，上傳至課堂

Google classroom。

教學成果評量:，有關學生學習動機方面，採用學生自評問卷方式，評量工具將採用激勵的學習策略量表(Motivated Strategies for Learning Questionnaire, MSLQ)此一全球權威量表，該問卷設計採用李克特量表(Likert-Type)五點計分方式，透過前測與後測方式評估教學介入方案之實施成效。

其次，有關學生於「普通物理實驗」協作平台自主學習方面，本計畫將建置一系列優質教學影片，透過「Google 表單」平台，統計並且分析學生每次完成實驗操作之學習時間，是否過度集中於時限之前，藉以了解學生是否具有於課堂外自主安排學習時間的規劃與課堂內完成學習單之時間配置。

最後，關於學生能否善用課堂所學的物聯網、3D 列印、Python 程式知識應用在學習生活上，本計畫將透過實作評量與真實評量，輔以質性資料的蒐集（學習回饋單、焦點 團體訪談）等，並搭配評量尺規有效評估學生之產出學習單，從發現核心問題、正確搭配實驗資料分析與擬合互動能力解決實驗問題、最終能否提出見解或問題解決建議，此三方面來確認學生是否具備學以致用的能力與態度。

(2) 教師教學反思

本年度教學實踐計畫預期培養新創實驗課程之人才，培養學生人文素養。養成主動、積極研究精神與圓融、合諧的溝通能力。讓學生具備融入研發團隊與企業團隊的適應力。

在此年度教學實施中，我們發現學生除了對各種物理理論與程式撰寫具有深刻的認識外，並經由有趣且生活化的物理實驗情境與教案練習後，極大的激發對於物理理論學習與跨領域學習的興趣與熱情。

但如何激勵學生主動地學習、能應用所學來解決物理學術實務問題，仍是教學上的挑戰，終而促進學生在未來學術研究能力提升與終身自主學習的發展。

(3)學生學習回饋

有關本課程學生學習回饋詳列於

附件一：110-1 學生學習回饋

附件二：110-2 學生學習回饋

本學年之教學評量分別為 4.59 與 4.54，有九成的同學，非常同意與同

意此教學計劃之執行與改進，皆給予正面肯定的態度。

6. 建議與省思 Recommendations and Reflections

110 年度此計畫實施依協作分享概念，逐步開發完成，並採 Open Course 方式，建議可協助逐步推廣至全國物理實驗教育場域，以配合 108 課綱之大學課程銜接。所開發之教學模組、分析案例、課程教材、影片及教學指引手冊等相關成果，亦能推廣供相關教育學者使用，期能發揮政府公共預算之最大效益與對教學社群產生影響與貢獻。

可分享提供全國大專、高中學校直接使用與線上操作，以節省人力與教學資源。並對這些在學習表現上較弱勢的學生加以重視，從體諒與關心學生的角度進行教學規劃思考，幫助學生做學習的主人，能夠主動學習。亦期盼透過教育環境的改善，培養符合社會與國家發展需求之優質人才。

二. 參考文獻 References

[1] Lawrence J. Rosenblum (ed.) (1994). *Scientific Visualization: Advances and challenges*. Academic Press.

[2] Dr. Christopher R. Johnson (2005). "Top Scientific Visualization Research Problems".

附件一 110-1 學生學習回饋

110/1/理工學院/物理學系/學一/PHYS1010AL/普通物理實驗(一)AL/吳勝允
分數:4.59

壹、課堂學習的情形

一、對於授課教師之教學意見

| 題號 | 題目 | 非常不同意 | 不同意 | 普通 | 同意 | 非常同意 | 總分 | 平均 | 極端值逕予排除後填表人數 |
|----|------------------------------|-------|-----|----|----|------|-----|------|--------------|
| 1 | 本課程上課內容符合課程的教學目標 | 0 | 0 | 2 | 7 | 21 | 139 | 4.63 | 30 |
| 2 | 本課程內容安排有組織、有條理 | 0 | 0 | 2 | 9 | 19 | 137 | 4.57 | 30 |
| 3 | 本課程內容與安排依據我們的程度與需求而設計 | 0 | 0 | 2 | 8 | 20 | 138 | 4.6 | 30 |
| 4 | 老師能採用適合而多元的教學方式 | 0 | 0 | 2 | 9 | 19 | 137 | 4.57 | 30 |
| 5 | 老師很重視我們的反應，並能隨時修正教學方式 | 0 | 0 | 2 | 8 | 20 | 138 | 4.6 | 30 |
| 6 | 老師講課深入淺出，條理清晰 | 0 | 0 | 2 | 8 | 20 | 138 | 4.6 | 30 |
| 7 | 老師很鼓勵我們自由發問及表達意見，學習氣氛良好 | 0 | 0 | 2 | 8 | 20 | 138 | 4.6 | 30 |
| 8 | 老師很願意幫助我們解決學習上的困難 | 0 | 0 | 2 | 8 | 20 | 138 | 4.6 | 30 |
| 9 | 老師的評量方式能合理反映出教學重點 | 0 | 0 | 2 | 9 | 19 | 137 | 4.57 | 30 |
| 10 | 老師的評量方式能客觀公正的評量我的學習成果 | 0 | 0 | 2 | 8 | 20 | 138 | 4.6 | 30 |
| 11 | 老師會對我們的學習表現、考試結果或作業報告等給予回饋 | 0 | 0 | 2 | 9 | 19 | 137 | 4.57 | 30 |
| 12 | 老師採用_不_適切而_無_效的教學方式 | 12 | 9 | 4 | 2 | 3 | | | 30 |
| 13 | 老師能夠按時上課，如有請假(含出國開會)會安排調課或補課 | 0 | 0 | 4 | 7 | 19 | | | 30 |

二、自我學習評量

| 題號 | 題目 | 非常不同意 | 不同意 | 普通 | 同意 | 非常同意 |
|----|-----------------------|-------|-----|----|----|------|
| 14 | 我能理解本課程的專業知識 | 0 | 0 | 2 | 11 | 17 |
| 15 | 我能應用本課程的專業知識 | 0 | 0 | 2 | 12 | 16 |
| 16 | 我能根據本課程的專業知識進行獨立、批判思考 | 0 | 0 | 2 | 12 | 16 |
| 17 | 本課程讓我學到如何溝通合作 | 0 | 0 | 2 | 11 | 17 |
| 18 | 本課程讓我學到如何將理論與實務連結 | 0 | 0 | 2 | 12 | 16 |

| | | | | | | |
|----|-----------------------|---|---|---|----|----|
| 19 | 本課程讓我學到如何解決問題 | 0 | 0 | 2 | 11 | 17 |
| 20 | 本課程能提高我修習相關課程與知識的興趣 | 0 | 0 | 2 | 12 | 16 |
| 21 | 本課程能激發我繼續探究這門課程的相關知識 | 0 | 0 | 2 | 10 | 18 |
| 22 | 有機會我樂意向同學或學弟妹推薦修讀這門課程 | 0 | 0 | 2 | 11 | 17 |

三、學生學習成效

| 科目代碼 | 科目名稱 | 題號 | 題目 | 能力指標 相關度 | 非常 不同意 | 不同意 | 普通 | 同意 | 非常 同意 |
|------------|-------------|----|----|-------------|-----------|-----|----|----|----------|
| PHYS1010AL | 普通物理實驗(一)AL | 25 | | | | | 2 | 11 | 17 |
| PHYS1010AL | 普通物理實驗(一)AL | 26 | | | | 1 | 2 | 12 | 15 |
| PHYS1010AL | 普通物理實驗(一)AL | 27 | | | | | 2 | 11 | 17 |

四、自加題

| 科目代碼 | 科目名稱 | 題號 | 題目 | 非常 不同意 | 不同意 | 普通 | 同意 | 非常 同意 |
|------|------|----|----|-----------|-----|----|----|----------|
| | | | | | | | | |

貳、對本課程的心得與建議

1.對於這門課我最喜歡的是

實驗內容多元而且蠻好玩的，不會太呆板無聊

每次的實驗都很有趣，雖然都不是太簡單的實驗，但我真的很喜歡上課的過程，而且每個助教人都超級好

助教超讚

教學方式輕鬆

沒有結預報

不知道

實驗操作，問題解決

無

2.對於這門課我的建議是（包括教學內容、方法、評量方式...等方面）

無

繼續保持

無

實驗太多

附件二： 110-2 學生學習回饋

110/2/理工學院/物理學系/學一/PHYS1030AF/普通物理實驗(二)AF/吳勝允 分數:4.54

壹、課堂學習的情形

一、對於授課教師之教學意見

| 題號 | 題目 | 非常不同意 | 不同意 | 普通 | 同意 | 非常同意 | 總分 | 平均 | 極端值 逕予排除後 填表人數 |
|----|------------------------------|-------|-----|----|----|------|-----|------|----------------------|
| 1 | 本課程上課內容符合課程的教學目標 | 1 | 0 | 2 | 5 | 21 | 132 | 4.55 | 29 |
| 2 | 本課程內容安排有組織、有條理 | 1 | 0 | 2 | 5 | 21 | 132 | 4.55 | 29 |
| 3 | 本課程內容與安排依據我們的程度與需求而設計 | 1 | 0 | 3 | 4 | 21 | 131 | 4.52 | 29 |
| 4 | 老師能採用適合而多元的教學方式 | 1 | 0 | 2 | 5 | 21 | 132 | 4.55 | 29 |
| 5 | 老師很重視我們的反應，並能隨時修正教學方式 | 1 | 0 | 2 | 5 | 21 | 132 | 4.55 | 29 |
| 6 | 老師講課深入淺出，條理清晰 | 1 | 0 | 3 | 4 | 21 | 131 | 4.52 | 29 |
| 7 | 老師很鼓勵我們自由發問及表達意見，學習氣氛良好 | 1 | 0 | 3 | 4 | 21 | 131 | 4.52 | 29 |
| 8 | 老師很願意幫助我們解決學習上的困難 | 1 | 0 | 2 | 5 | 21 | 132 | 4.55 | 29 |
| 9 | 老師的評量方式能合理反映出教學重點 | 1 | 0 | 2 | 5 | 21 | 132 | 4.55 | 29 |
| 10 | 老師的評量方式能客觀公正的評量我的學習成果 | 1 | 0 | 2 | 5 | 21 | 132 | 4.55 | 29 |
| 11 | 老師會對我們的學習表現、考試結果或作業報告等給予回饋 | 1 | 0 | 3 | 4 | 21 | 131 | 4.52 | 29 |
| 12 | 老師採用_不_適切而_無_效的教學方式 | 13 | 7 | 1 | 0 | 8 | | | 29 |
| 13 | 老師能夠按時上課，如有請假(含出國開會)會安排調課或補課 | 1 | 0 | 3 | 4 | 21 | | | 29 |

二、自我學習評量

| 題號 | 題目 | 非常不同意 | 不同意 | 普通 | 同意 | 非常同意 |
|----|--------------|-------|-----|----|----|------|
| 14 | 我能理解本課程的專業知識 | 1 | 0 | 2 | 6 | 20 |
| 15 | 我能應用本課程的專業知識 | 1 | 0 | 2 | 6 | 20 |

| | | | | | | |
|----|-----------------------|---|---|---|---|----|
| 16 | 我能根據本課程的專業知識進行獨立、批判思考 | 1 | 0 | 2 | 7 | 19 |
| 17 | 本課程讓我學到如何溝通合作 | 1 | 0 | 2 | 6 | 20 |
| 18 | 本課程讓我學到如何將理論與實務連結 | 1 | 0 | 2 | 7 | 19 |
| 19 | 本課程讓我學到如何解決問題 | 1 | 0 | 3 | 5 | 20 |
| 20 | 本課程能提高我修習相關課程與知識的興趣 | 1 | 0 | 4 | 5 | 19 |
| 21 | 本課程能激發我繼續探究這門課程的相關知識 | 1 | 0 | 4 | 4 | 20 |
| 22 | 有機會我樂意向同學或學弟妹推薦修讀這門課程 | 1 | 0 | 3 | 6 | 19 |

三、學生學習成效

| 科目代碼 | 科目名稱 | 題號 | 題目 | 能力指標 相關度 | 非常 不同意 | 不同 意 | 普通 | 同意 | 非常 同意 |
|------------|-------------|----|----|-------------|-----------|---------|----|----|----------|
| PHYS1030AF | 普通物理實驗(二)AF | 25 | | | 1 | | 3 | 6 | 19 |
| PHYS1030AF | 普通物理實驗(二)AF | 26 | | | 1 | | 3 | 7 | 18 |
| PHYS1030AF | 普通物理實驗(二)AF | 27 | | | 1 | 1 | 3 | 5 | 19 |

四、自加題

| 科目代碼 | 科目名稱 | 題號 | 題目 | 非常 不同意 | 不同 意 | 普通 | 同意 | 非常 同意 |
|------|------|----|----|-----------|---------|----|----|----------|
|------|------|----|----|-----------|---------|----|----|----------|

貳、對本課程的心得與建議

1.對於這門課我最喜歡的是

助教人很好

實驗內容有趣

雖然在課堂中就得完成學習單當平時成績(實體實驗時)，但是不用寫結預報就贏其他的普物實驗了

無

普通物理實驗

Good

實驗內容有趣，助教教學認真。

2.對於這門課我的建議是（包括教學內容、方法、評量方式...等方面）

無

無

希望課堂的學習單可以延長到 4:30(實體實驗時)，給個緩衝時間

無

電腦設備

Good

繼續保持即可。