

教學實踐研究計畫報告

封面 Cover Page

教育部教學實踐研究計畫申請內容

Project Proposal for MOE Teaching Practice Research Program

學門專案分類/Division：

申請年度/Project Period：112 年度 ☒一年期 ☐多年期

導入 AIoT 實作以 PBL 協助改善人工智慧課程學習成效之研究

人工智慧

計畫主持人(Principal Investigator)：侯佳利

協同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：(國立東華大學／資訊管理學系)

成果報告日期(Reporting Date)：2024 年 09 月 20 日

導入 AIoT 實作以 PBL 協助改善人工智慧課程學習成效之研究

一、計畫摘要

本計畫順利於 112-2 執行於 IM__4160AA 和 IM__4160AB 的人工智慧課程中，並比旗立科技的 RoCar 作為學習鷹架，讓學生學習 AI Agent 的控制，透過各種 Sensors 感應裝置和各式 Actuators 執行器，以 C# 進行智慧控制。並且將學習成果轉而應用在以 ARDUINO 為主的控制板，建立 AIoT 智慧物聯網，並進行實驗成果發表。期末教學評量獲得 4.76 的高滿意度成果。經由問卷分析，學生也認同透過學習鷹架來建構基礎能力，再透過 PBL 發想建立 AIoT 應用專題，可以更有效的學習相關理論和技術，有較佳的學習成效。

AIoT 智慧物聯網為跨領域結合的產物，是本課程的重要應用。近來各種 AIGC 工具層出不窮，讓人誤以為使用工具就算掌握人工智慧，人工智慧是一門複雜專業嚴謹的科學理論，涉及數學、哲學、計算理論、資訊科技、心理學及教育理論等。

本研究導入 AIoT 兼顧理論與實務，結合 PBL 教學法增進學生問題的解決能力，並提升學生理論基礎，讓同學能培養應用人工智慧理論與實務解決真實問題，與進階研究的能力。

本研究配合鷹架式理論，透過數位化電子互動式教材，協助學生快速的融入課程，瞭解各種理論與方法的運作原理，解決學習曲線陡峭的問題。

並透過自主學習模組，提高學習成效，縮短先備知識落差。並以 PBL 應用 AIoT 的問題，引導學生思考如何應解決問題，並實作和設計實驗驗證成果。

尤其人工智慧課程為資管系專業學程中的課程，因此課程內容有一定的難度，學習者不同的先備知識及專長背景所面臨的修課挑戰也不同，使得教學現場上必須克服修習學生之先備知識程度落差過大的狀況，因此本計畫擬導入 PBL 問題導向式學習理論以解決實際問題為目標來設計分組討論單元，引導學生進行討論。再配合鷹架理論建構完善的框架配合不同先備知識的學生給予不同的程序式鷹架支持系統(Doyle 1990, Dale, E. 1969, Hannafin 1999, Tiantong 2013)協助其順利學習提高學習動機與學習成效。

而隨著資訊科技的發展，網際網路也已經成為全球接軌的重要媒介，本課程將配合引入線上互動式教學系統 BOOCs 博課師教學系統，建立概念式鷹架引導學生自主練習與配合對應的程序鷹架輔助進行數位學習。數位學習的型態隨著科技的進步也在不斷地改變，從最初的遠距教學、開放式課程(Open Course Ware, OCW)到現今的磨課師(Massive Open Online Courses, MOOCs)，進入到更高互度互動的博課師 BOOCs 教學平台，這些線上教學輔助系統已逐漸發展成為教育上愈來愈普及並且盛行的主要教學工具。教學模式也從傳統的教室教學，且由老師主導課

程進度的模式，發展到現今打破時間和空間的限制，由學生可以成為學習的主導者，由學員自己決定學習進度，根據自己的能力調整課程進度，不僅讓學習更有效率，也提升了學生的學習動力和學習成效（吳清山，2013；鄭念慈，2017）。

數位學習工具正是解決此一問題最有利的工具，因此本研究企圖整合 MOOCs 和 BOOCs 兩項教學平台，提供學生自主學習的工具，既可滿足先備知識不足的同學進行補救教學，又可以增加學習成效卓越的同學進階學習的輔助教材，同時滿足不同程度和學習成效學習者的需求，實現以學習者為主體的教學目標。

PBL 可以透過分組學習，正視學生作為單一主體的獨特性，善用不同程度、不同專長背景同學間的腦力激盪，來碰撞出更多的火花，讓同儕間的學習與互動提升學習動機與班級經營成效，讓課程運作更貼近社會真實狀況，強化學生的互動表達能力，打破學科本位從課堂教學轉換為強化實作、產學實習到永續實踐，藉由對過去教學知識傳達的反思，才能從根本進行翻轉，在翻轉課堂的教學之前更先得翻轉教師的本位主義，走出大學教育的象牙塔，走向在地服務走向在地實踐，讓教學活動進入社會參與的過程，強化地方意識不但在校內培養學生也要走向培養在地人才，讓學生的學習與在地產生互動連結，強化學習的實踐精神，成為教師、學生與在地環境的共同成長團體，實現三贏走向三創的教育場域。

This project was successfully implemented in the AI courses IM__4160AA and IM__4160AB during the second semester of 2023. Flag Technology's RoCar was employed as a learning scaffold to help students master AI agent control, utilizing various sensors and actuators for intelligent control through C#. The learning outcomes were subsequently applied to ARDUINO-based control boards to establish an AIoT (Artificial Intelligence of Things) system, followed by the presentation of experimental results. The end-of-term teaching evaluation yielded a high satisfaction score of 4.76. According to the survey analysis, students acknowledged that constructing foundational skills through the learning scaffold, followed by developing AIoT projects via Problem-Based Learning (PBL), led to more effective learning of relevant theories and technologies, thus achieving better learning outcomes.

AIoT represents an interdisciplinary integration and is a key application in this course. Recently, the emergence of various AIGC (AI-Generated Content) tools has created the misconception that merely using these tools equates to mastering AI. In reality, AI is a complex and rigorous scientific discipline that encompasses mathematics, philosophy, computational theory, information technology, psychology, and educational theories.

This research integrates both AIoT theory and practice, combining the PBL teaching method to enhance students' problem-solving abilities and strengthen their theoretical foundations. The aim is to cultivate students' abilities to apply AI theories and practical

knowledge to solve real-world problems and conduct advanced research.

The study applies scaffolding theory and utilizes digital interactive teaching materials to facilitate students' quick immersion into the course, helping them understand the operational principles of various theories and methods while overcoming the steep learning curve. Furthermore, through self-directed learning modules, learning efficiency is enhanced, and gaps in prior knowledge are reduced.

Finally, by engaging with AIoT-related PBL problems, students are guided to think critically about how to solve issues, while also designing and conducting experiments to verify their findings.

二、計畫執行說明

(一) 教學實踐研究計畫動機

1. 計畫延續或深化補充說明（若無則免填此題）

先前已有順利執行 107、109 及 110 年教學實踐研究計畫，分別應用於資料庫管理、企業資源規劃系統程式設計等課程，本年度申請 112 年度教學實踐研究計畫——「導入 AIoT 實作以 PBL 協助改善人工智慧課程學習成效之研究」，課程領域及標的與先前計畫不同，主要著眼於人工智慧課程，由於各種易用的應用工具層出不窮。讓人誤以為只要使用工具就可以學會人工智慧，但傳統人工智慧理論的學習又過於複雜乏味，導致傳統人工智慧課程的成效不佳，不符合一般學生急於速成的預期。

本研究希望在理論課程方面，建構程序式鷹架，應用教學管理平台及博課師教學平台，以數位化電子互動式教材，建構教學程序性鷹架協助學生能循序漸進且快速的融入課程，瞭解各種理論與方法的運作原理，克服理論過於艱澀難懂且學習曲線陡峭的問題。且透過互動式教材，可協助學生依自己先備知識差距，自主反覆練習，提高學習成效。實作方面擬用問題導向式教學結合設計思考循序漸進步驟，應用 PBL 解決真實世界 AIoT 的問題，引導學生思考如何應用理論和工具解決問題建構後設認知鷹架，導入 AIoT 智慧物聯網為應用領域，協助學生如何進行前處理和設計實驗，以及驗證成果，實現人工智慧理論與實務平衡設計出實際可用的 AIoT 應用實驗專題的目標。

(二) 教學實踐研究計畫研究主題與目的

本教學實踐研究計畫主題為解決人工智慧教學成效不彰問題，因此計畫導入 AIoT 為實務問題，配合 PBL 教學法，並應用程序式鷹架理論建立 BOOCs 平台線上互動式自主學習輔助教材，提升教材的品質並增進教學的豐富度。透過 PBL 結合 AIoT 案例設計以提升學生學習動機、學習成效及對教學的滿意度，並能提升課程的成效，並希望能培育產業所需人工智慧專業人才。進一步應用產學案例應用設計思考 Design Thinking 的建構方式，深化 PBL 學習成效與縮小學用落差，讓同學可以了解從理論到設計到動手實作的完整過程，並提供更多的同學投入資訊系統實作工作領域，培養人工智慧專業人才。

(三) 文獻探討

(1) 智慧物聯網 (The Artificial Intelligence Internet of Things, AIoT)

智慧物聯網是結合人工智慧與物聯網的新領域，希望藉由兩者的結合達到更高效率，改善人機互動介面，增強分析控制反應能力，提升資料收集、數據管理與智慧分析。並且配合 Edge Computing 邊緣運算，成為重要的應用及研究領域(Yang, 2021; Aburagaga 2020, Haroun, 2021; Chen, 2021; 黃毓翔, 2022; 吳佳鴻, 2022; 馬崇文, 2022; 吳曜吉, 2022)。以 IoT 物聯網感應設施為基礎，加上邊緣運算與雲端運算等架構，運用人工智慧技術深化管理與控制為核心，讓自動化監測、自動化控制與自動化管理更加合理可行，朝工業 4.0 的智慧製造方向發展。

(2) 鷹架理論(Scaffolding Theory)

鷹架(scaffolding)的概念，源自於俄國心理學家 Vygotsky 的認知發展理論，Vygotsky 認為人類的認知發展過程是藉由社會的互動，讓低層次的心智功能(記憶、注意力等)發展為高層次的心智功能(問題解決、邏輯思考等)，而在這兩個發展層次中，需要由其他人的協助，而逐漸建構自己的知識，並脫離協助，最後內化成個人的經驗，Vygotsky 將這兩個發展層次間的差距稱為「近側發展區」(zone of proximal development, ZPD)(Vygotsky, 1978)。

鷹架一詞是由 Wood、Bruner、Ross 等人在 1976 年提出，該研究由協助 3~5 歲的小孩完成金字塔的積木建構，引發鷹架理論。鷹架是指教師在教學活動中，在學生需要協助時給予適時的幫助，學生透過鷹架的協助，可以對於學習的內容更加熟練，當學生可以自己解決問題而不需依賴鷹架時，便可逐漸脫離鷹架的協助，而學習的責任也逐漸由教師轉移到學生身上。該研究也提到鷹架有六種功能：(1)提升學習者興趣：鷹架在學習活動開始時能讓學習者能更樂於參與後續的教學活動；(2)減輕學習負擔：教學者可以拆解或簡化學習內容，讓學習者專注學習的內容；(3)使學習者保持正確的方向：教學者指引學習者的學習方向；(4)標示出學習的重點：教學者列出學習重點來協助學習者；(5)示範：教學者透過示範的方式來協助學習者；(6)對學習者挫折的掌握：透過鼓勵與支持來減輕學習者犯錯時的尷尬與挫折，增加學習者的信心。

鷹架理論發展至今超過 30 年，許多國內外學者由於時代及環境的不同，對鷹架也有不同的解釋。鷹架理論是指在協助學生進行學習一項新的概念或技能時，能透過提供足夠的支援來提升學生學習能力的一種教學準備方法，又名支架式教學或腳手架理論(Scaffolding Instruction; Instructional Scaffolding)，這些支援包括了額外的資源、激發學生興趣的任務活動、學習依循的模版及指導、認知及社交技巧方面的指導，重點是當學生發展了自主學習策略，提升了認知、情感和動作技能學習技能與知識時，就像建築物完工這些支援性質的鷹架將會逐漸褪除。

應用於教學的鷹架可以分成下列幾種 (Hannafin 1999)：

(a)概念鷹架(Conceptual Scaffolding):

幫助學生在進行學習活動時的思考，適用於教師指派的任務。

(b)後設認知鷹架(Metacognitive Scaffolding):

提供一個明確的認知過程，幫助學生管理學習的進度，並指引學生在學習活動中如何思考，培養後設認知的技能。(知道在做什麼?為什麼要這樣做)。

(c)程序鷹架(Procedural Scaffolding):

幫助學生適應新的學習環境，加強學生使用特殊工具的技能。

(d)策略鷹架(Strategic Scaffolding):

對學生在思考選擇策略時特別有用，尤其是在學生參與分析、計畫、做決定的開放式學習情況。

鷹架理論根據支持的強度又可以進一步分成兩類(Saye 2002)：

(a)軟鷹架(Soft Scaffolding)：

此類鷹架屬於強度較低的輔助型鷹架，是在學習者遇到困難時，透過老師和同儕的互動得到幫助。

(b)硬鷹架(Hard Scaffolding)：

此類鷹架屬於強度較高的指引性鷹架，目前大多用在數位線上學習環境，主動指引學生學習的方向，最常用的方式為問題提示。

(3) 問題導向學習(Problem-based learning, PBL)

問題導向學習(Problem-based learning, PBL)是基於建構主義的觀點(constructivist view)，認為學習是在社會環境中建構知識的過程，而不是獲取知識。在 1960 年代後期在醫學教育中發展出來。問題導向學習是一種另類的教學方法，它是讓學生在真實世界的環境中，將所發生的實際生活問題形成案例，大家共同討論，並提出問題解決之道。所以，學生不只是在教師傳授中得到知識，最重要是在小組中學習，因此問題導向學習被認為是課程改革的重大突破(Frenk et al., 2010)，導致許多學校用來代替當時教師為中心的方法。它被形容為“反映人們在現實生活中學習的方式”(Biggs & Tang, 2007)。

問題導向學習是一種挑戰學生「學會學習」(learning to learn)的教學活動。學生在小組中共同找尋真實世界問題的解決方案，更重要的是發展學生成為自我引導學習者的能力。因此，問題導向學習的目標是能力的學習，而不是知識的學習而已。PBL 提供了一系列不同的實行方法，但整體上遵循以下順序：(A)給定小組分析的問題；(B)小組討論可能的解決方案和假設，決定所需的資訊來解決問題；(C)團隊成員彼此獨立研究；(D)根據所收集的資訊並測試先前的假設。(Najdanovic-Visak, 2017)。

問題導向學習的優點可以歸納如下：a.激起學生學習動機：學生從活動中有參與感和成就感；b.培養高層次思考能力：學生從缺乏結構的問題中，透過討論可激發學生批判和創造思考能力；c.強化學生後設認知能力：學生從界定問題、蒐集資訊、分析資料、建立假設、比較不同解決策略過程中，可以訓練學生不斷反思學習能力；d.真實情境運用：學生從學習活動中所習得能力，有助於其未來實際情境的應用(吳清山 & 林天佑, 2005)。

PBL 的主要缺點在於不利於大班級教學的有效實施(Najdanovic-Visak, 2017)。

(3) 翻轉教學(flipped learning)

翻轉教學可視為混成教學模式(Blended-Learning Model)的變形，傳統的混成教學模式為線上 e 化教學與教室/課堂實體教學並存，兩者存在的比例端視情況而定，其所佔比例約 3/4 至 1/2 都有。但翻轉教學則將實際的教學活動以線上 e 化教學方式在實體教室教學之前實施，而實體教室的教學重點則不在教學，而在於共同討論、解答疑惑、或引導進一步思考等活動。翻轉教學雖僅在教學順序上做簡單的「翻轉」，但其核心價值在於將學習的主動權交給學生，是「以學生為中心之學習」(student-centered learning)的概念(郭靜姿 & 何榮桂, 2014)。

翻轉學習的翻轉(F-L-I-P)一詞曾被翻轉學習網站(Flipped Learning Network)(2013)定義為四個重要的要素。F-L-I-P 分別代表：具彈性的環境(Flexible Environment)、學習文化的轉移(Learning Culture)、有意圖的學習內容(Intentional Content)與專業的教育者

(Professional Educator)(白雲霞, 2014)。

(A)具彈性的環境(Flexible Environment)：教師創造具有彈性的環境，讓學生選擇何時何地學習。

(B)學習文化的轉移(Learning Culture)：翻轉學習改變過去將學生視為教學產出的觀念，反之將其視為學習的中心，學生們可以積極參與知識的形成，通過參與課堂活動和評價自己的學習方式，學生得以發展個人有意義的學習。

(C)有意圖的學習內容(Intentional Content)：翻轉教育者要不斷思考如何使用翻轉的學習模式，來幫助學生獲得概念的理解，以及如何讓教學流程順暢。

(D)專業的教育工作者(Professional Educators)：Gojak (2012)指出，教育工作者需要詢問的問題不在於是否採用翻轉學習模式，而是它們如何利用該教學模式之啟示，來幫助學生獲得概念的理解並使教學程序順暢。專業的教育工作者會在實踐中反思，並與他人互動以改善自己的教學，且接受有建設的批評，同時容忍在掌控之下的課室混亂(chaos)。而在翻轉教室中，專業的教育工作者扮演著很重要但較不易察覺的角色。

在翻轉的實務上，李岳霞 (2013)說明了 4 個實施上的原則：(a)選擇 15 分內就能講解完畢的主題；(b)清楚規劃好課堂上的討論與活動時間；(c)不要每一堂課都翻轉；(d)為家裡沒有網路的學生設計備案。

Herreid and Schiller (2013)提及翻轉教學的優點有(a)學生可用自己的速率學習；(b)教師更有機會了解學生的學習困難與學習風格；(c)教師在課堂上比較有時間處理迷思概念(misconception)與照顧個別化需求；(d)教室時間的應用變得更有效且具創意；(e)學生的興趣、投入、學習成就與思考層次更為提升；(f)數位科技的使用甚具潛能且已成趨勢；(g)實驗設備通常只有教室才有，實驗課終於有時間可以進行；(h)缺課學生隨時可以補看課程內容，不受時間與次數限制。

但亦有其實施上的缺點及迷失，如(a)學生可利用時間不足問題；(b)學生聽講慣性問題；(c)學生面臨考試壓力等。

(4)學習金字塔(cone of learning)

學習金字塔是依學生學習內容的留存率(average student retention rate)，將學習分為七種層次(Dale, 1969)。在初次學習兩個星期後：閱讀能夠記住學習內容的 10%；聆聽能夠記住學習內容的 20%；看圖能夠記住 30%；看影像，看展覽，看演示，現場觀摩能夠記住 50%；參與討論，發言能夠記住 70%；做報告，給別人講，親身體驗，動手做能夠記住 90%。

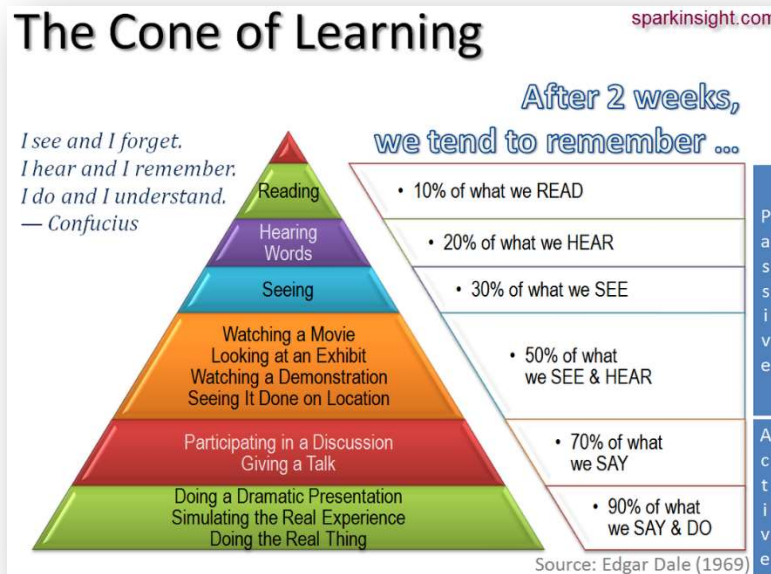


圖 2-2、學習金字塔(cone of learning)

金字塔上層的四個層次（即講述、閱讀、視聽、演示）被歸納為「被動學習」，而金字塔下層之三項（討論、實踐與教授他人）則被認為是「主動學習」。在教學中若教師能夠帶領學生進行高層次的主動學習模式，如此學生在學習內容的留存率就會有所提升。

金字塔的最底端，其教學效果可以高達百分之九十，而這個方法要學生以教師的身分對其他人進行教學，不僅要對內容相當熟悉，同時也要透過語言的呈現來進行溝通，所以學生在進行教學之前，必須透過個體思維，將內容轉化為讓其他人能懂的表達方式，在這同時，也提昇了學生潛在智能的發展。本研究期望結合 AIoT 的實作提升學習成效。

(5) 磨課師 MOOCs 與博課師 BOOCs 的比較

磨課師（Massive Open Online Courses，簡稱 MOOC 或 MOOCs），又稱大規模開放式線上課程，是一種透過網路所開設的大規模互動參與和開放式之課程，提供有興趣修習課程者註冊選讀，且沒有人數限制（吳清山，2013; McAuley, A. et al., 2010）。

磨課師一詞最早出現在 2008 年，由加拿大兩位學者 Bryan Alexander 與 Dave Cormier 提出，他們開設了一門「關聯論與關聯知識」（Connectivism and Connective Knowledge）課程。打開教室的門，只會看到 25 人在聽講，但其實，同時有 2,300 人在網路上修讀（劉宜甫，2013）。2012 年 MOOCs 興起，其教學平台讓每個人皆有機會接受高等教育，且提供如同實體教室的學習經驗，因此紐約時報形容 2012 年為 MOOCs 元年（何榮桂，2013）。

有別於 2001 年 MIT 開放式課程（Open Course Ware, OCW）的單向閱覽，磨課師提供教師與學生雙向的教學、學習與評量。磨課師的特色歸納如下（杜依倩，2014; 吳清山，2013; 張淑萍、張靜文，2018）：

A. 主動式學習

強調以學生為中心的教學設計，學習的進度由學員自己決定和自主管理。

B. 課程單元化

學習內容劃分為各種不同小單元，避免傳統課堂上長時間教學和學習降低學習成效，小單元的教學內容也幫助學生更好理解吸收。

C. 線上學習社群互動

D. 教材多元化

磨課師的數位教材呈現型式相當多元，不限於教師講解影像，也可搭配簡報語音動態內容、動畫、電腦軟體桌面錄影、戶外實景、專家訪談、案例呈現等。而教材的檔案格式目前以 mp4 為主流。

博課師 (eBook Open Online Courses, BOOCs) 是一種創新的教學平台，由蔡娉婷、林至中、侯佳利及林兆宇所提出，此教學平台提供學生電子書教材，配合線上「數位學伴」的即時討論與提問功能，讓學生能自主學習，更能了解自己的學習狀況，另外，老師可以在博課師教學平台上看到學生的閱讀資訊，進而可調整教學內容，達到更好的教學成效(陳怡秀、林兆宇、侯佳利、林至中、嚴兆威，2019)。

電子書具有例如語音導讀、影片內嵌、資料超連結、課間答題練習等等的多樣化版面和互動性功能，教師可以透過電子書開發一套創新的教材，將教材內容以電子書多樣化的方式傳遞給學生，以增加學生的注意與興趣，提升其學習成效。學生可於課前、課中、課後自主使用，透過後端的追縱功能可掌握學生的閱讀和使用情形，學生自主性學習、老師則適才適性引導。(陳怡秀等人，2019；蔡娉婷，2017；BOOCs, 2019)。

藉由上述比較，可發現博課師 BOOCs 與磨課師 MOOCs 有多處相同之處，兩者皆是透過網路所開設的學習平台，皆以學生為中心，學生可以依照自己的學習力來調整學習進度。然而，BOOCs 博課師使用電子書為格式並可以結合文字、圖型、聲音、影片、動畫等等的多媒體為素材，既可以用於教室課程上的教授，又可用於線上學習課程。

傳統磨課師採用影片為主具有缺乏互動性的教授和學習方式的缺點，相較之下 BOOCs 博課師可以提供更多元且更彈性的教材內容和學習方式，還可以運用大數據分析學生的學習狀況，幫助學生自主學習、教師也能從中掌握教學成效，提供更符合學生需求的個別教學，所以博課師也可以用來強化磨課師課程和翻轉式教學，打造更豐富多元的教學和學習環境。

博課師教學法搭配運用翻轉學習的混合式教學讓學生可在課前有所準備，並搭配適性化教學隨時依據博課師平台回饋的學習狀況作即時性調整(陳怡秀，林兆宇，侯佳利，& 林至中，2019；陳怡秀，林兆宇，侯佳利，林至中，et al., 2019)；此外，也可以使用博課師教學法搭配 PBL 與翻轉教學，讓學生可隨時透過平台做到預習複習，並發揮 PBL 強調的分組討論，以達到學生自我省思、了解學習目的的目標(江采霖 & 侯佳利, 2020)，最後，也可以使用博課師教學法搭配翻轉教學，讓學生可在課前預習、上課時做進階學習討論(Tsai et al., 2019；江采霖 & 侯佳利, 2020；陳怡秀，林兆宇，侯佳利，& 林至中，2019；陳怡秀，林兆宇，侯佳利，林至中，et al., 2019)

(四) 教學設計與規劃

1. 教學目標與方法

本研究計畫期望能提升學生學習動機、學生學習成效、提升學生對教學的滿意度、提升學生的溝通互動能力。學生可以藉由 AIoT 實作案例設計、課程教學案例、產學案例及在地案例的實作，強化學習實踐能力，跨越學用落差，並為不同背景的學生提升跨領域學習的專業能力。雖然大學教育不以職業訓練為目的，但專業訓練與學術研究亦不可能自外於產業真實問題，惟有產學共同合作，大學教育才能既符合產業需求又能引導產業發展。

本研究是應用鷹架理論建構採取數位線上教材與 BOOCs 平台結合之硬式鷹架，協助

支援實體課程，建立 O2O 線上線下、虛實整合的教學環境，讓學生更能彈性的自主學習環境，選擇符合需求的鷹架支持單元，於先備知識不足的地方反覆學習增加學習效果，於已經熟悉的部分則可以進行加深加廣的學習，彌補傳統課堂單一教材面對所有不同程度學生的方法。

本研究在深化技能學習的方式則是採用 PBL 問題導向式學習的方法，此方法透過分組式討論，應用設計思考的程序，協助小組討論解決具體案例進行人工智慧情境及實驗設計問題，讓先備知識不同的學生能彼此學習，腦力激盪，提升學習動機與學習成效。TBL 與 PBL 有不同的特性與操作方法，TBL 學習法適合用在認知階段課程上，讓不同程度不同背景及不同先備知識的學習者可以透過分組討論教學相長。

而透過 BOOCs 線上 E 化補助教材則有助於發展硬式程序式鷹架，提供不同程度的同學有不同的學習步調，可以在課前調整自己的學習進度，方便進行課堂討論，並透過線上數位學伴機制，提供分組討論、問題討論的平台，增強線上學習自主性和學習成效。而 PBL 學習法則適合應用在技能學習階段，讓不同程度的同學可以設定不同的人工智慧實務專題，透過設計思考的模式引導分組討論，提升學習者的成就感與滿意度。透過混成學習增加課程豐富度與增進生師互動，提升學習者在情意層面的成效，提升學生的學習動機與學習成效。

2. 各週課程進度與教學空間

以下為各週課程內容及教學方法，配合課堂教學、線上教學、PBL 教學、微翻轉教學、AIoT 實作和 360 度評分法進行：

週次(堂次)	課程主題	內容【說明】	備註
1	課程介紹與環境說明	課程大綱介紹、教學平台網址、教學法說明、協助課程分組(每組包含外系同學) 先備知識能力測驗	講授式教學 與互動式數位線上自主學習教材
2	人工智慧理論	1. 人工智慧發展及應用現況簡介 2. 人工智慧在遊戲中的基本應用 3. 程式語言的演進，C#的發展	鷹架式理論 與互動式數位線上自主學習教材
3	實作語言與物件導向複習	1. MS Visual Studio 2. 物件導向概念 3. C# 程式設計概念與軟體 IC 4. 物件控制練習	鷹架式理論 與互動式數位線上自主學習教材
4	遊戲人工智慧應用	1. 基本移動追逐演算法及實作 2. 變數與 Data Member 的比較 3. MouseMove 事件的處理 4. 進階追逐的概念 5. GDI+ 的概念	鷹架式理論 與互動式數位線上自主學習教材
5	演算法與事件處理	1. 組長上傳期末報告題目 2. 利用 BRESENHAM 演算法實作視	鷹架式理論 與互動式數

		覺式追蹤 3. GDI 的實作 4. 應用 GDI 及 MouseMove Event 實作手寫板 5. Python 程式設計	位線上自主學習教材
6	代理人理論	1. 智慧型代理人 2. RoCar 3. 知覺、知覺序列、代理人函數、代理人程式、代理人行為 4. Python 程式設計	鷹架式理論與互動式數位線上自主學習教材
7	電腦視覺	1. 視覺追蹤法實作 2. 亂數處理與柔性運算 3. RoCar 程式設計 4. YOLO V5、Media Pipe	鷹架式理論與互動式數位線上自主學習教材
8	機器學習與柔性運算	1. 有限狀態機 2. 類神經網路 3. 遺傳演算法	鷹架式理論與互動式數位線上自主學習教材
9	期中考	期中考	測驗評量
10	設計思考與 PBL AIoT 題目構思	1. 設計思考 2. 期末專題題目與心智圖設計 3. PBL 問題導向式教學	翻轉式教學, PBL 分組討論
11	深度學習理論 AIoT 實作需求分析	1. 深度學習理論 2. 深度學習工具平台(TensorFlow) 3. 期末專題引導討論	講授式教學, 鷹架式理論, 互動式數位線上自主學習教材, PBL 分組討論
12	機器學習演算法 AIoT 實作需求分析	1. 機器學習工具(WEKA) 2. 隨機森林 3. 期末專題引導討論	翻轉式教學, PBL 分組討論
13	雲端平台與智慧物聯網 AIoT 實作系統設計	1. AWS 雲端人工智慧 2. AIoT 3. Arduino 與樹梅派 4. 期末專題引導討論與實驗設計	講授式教學, 鷹架式理論, 互動式數位線上自主學習教材, PBL 分組討論
14	Edge Computing	1. Edge Computing 2. Jetson Nano 開發板	講授式教學, 鷹架式理論,

		3. GPU 運算 4. 期末專題引導討論與實驗開發	互動式數位 線上自主學 習教材
15	AIoT 實作	1. 機器人程式設計(ASUS Zenbo) 2. 期末專題引導討論與實驗開發	鷹架式理論, PBL 分組討 論
16	AIoT 實作	1. 機器人程式設計(Pepper) 2. 期末專題引導討論與系統整合	鷹架式理論, PBL 分組討 論
17	期末專題發表	組間互評、組內互評	卷宗式評量
18	期末考	期末考試	測驗評量

3. 學生成績考核與學習成效評量工具

平時成績 10%、期中考筆試 20%、期末考筆試 15%、AIoT 問題思考與 PBL 問題實作 15%、作業成績 20%、PBL 討論與組間分享 10%、同儕互評(組間互評、組內互評)10%。透過紙筆測驗、分組討論、專題實作等部分進行學習成效評量，並且引入同儕互評和組內互評，反映出組員貢獻度也可以實現競爭與合作的共同成長。

(五) 研究設計與執行規劃

1. 研究架構

本研究計畫選用的課程為資管系專業選修課程，也是管理學院跨領域學程的基礎課程，進行的方式主要是透過實體課程教學，並結合 BOOCs 建立互動式 E 化教學技術平台，採用 ePub 電子書為教材格式可以整合文字、圖型、圖表、動畫、聲音、影像、測驗的特性，並且透過產學合作計畫結合最新的 BOOCs 博課師技術於東華大學建立 BOOCs 教學平台環境。(<http://boocs.ndhu.edu.tw>)，可以透過平台後台管理系統可以有效記錄觀察學生使用電子書的學習行為，並提供自主學習器元件和線上數位學伴上討論機制，解決 PBL 所需的分組討論需求，和反覆自主閱讀強化練習，讓同學可以應用電子化教學技術來進行所需的課前、課中與課後的討論，老師並可以了解同學討論的進行，作為補充教學的依據。並可以應用 E 化平台進行所需的測驗，進行即時回饋與及時補充，增進學習成效。

而分組討論和 AIoT 實作問題，可以讓不同領域的同學彼此互補交流，達到同儕學習的優點，而 PBL 則可以應用在人工智慧產學問題實例的分析討論上，建構出人工智慧問題需求並進一步建置出實驗，讓同學可以應用所學在解決實務問題上，並且可以讓老師順利透過 PBL 進行分組指導，在透過分析、實作階段的成果交流分享，讓各組間進行同儕教學交流，達到學習金字塔最高的從教中學，不但達到實作的層級而且進行分組間的競爭與合作學習。

在課堂進行的過程中，進行實踐教學研究檢討教學的方法，隨時調整教學的進度，透過混成教學法整合 BOOCs 教學平台，搭配實體教學的翻轉式教學解決學生在資料模式分析設計的學習障礙，配合傳統講授式教學法、PBL 問題導向分組教學及 AIoT 案例實作教學法，讓同學能結合理論與實作，並且共同參與在地產學服務計畫，並協助教學社群共同改善教學成效，將實踐研究成果整合成論文，參與校的教師成長活動以及進行公開論文發表，提升教學與學習成效。

2. 研究問題意識

本研究是應用鷹架理論建構採取數位線上教材與 BOOCs 平台結合之硬式鷹架，協助支援實體課程，建立 O2O 線上線下、虛實整合的教學環境，讓學生更能彈性的自主學習，選擇符合需求的鷹架支持單元，於先備知識不足的地方反覆學習增加學習效果，於已經熟悉的部分則可以進行加深加廣的學習，彌補傳統課堂單一教材面對所有不同程度學生的方法。

本研究在深化技能學習的方式則是採用 PBL 問題導向式學習的方法，此方法透過分組式討論解決具體案例應用人工智慧解決 AIoT 實務問題，讓先備知識不同的學生能彼此學習，腦力激盪，提升學習動機與學習成效。

3. 研究範圍目標

本研究係針對資管系重要的商業智慧與大數據學程的專業選修學程課程“人工智慧”進行實驗，透過本研究者自製投影片、BOOCs 線上數位教材和設計人工智慧 AIoT 實務問題案例進行教學，將提供輔助教材於本校 LMS 系統東華 E 學苑上，並配合鷹架理論建構程序式鷹架的 BOOCs 線上數位教材提供學生在人工智慧基礎理論領域的支持系統，協助學生進行加深加廣教學及前置先備知識補充學習所需，並已建立教師社群進行 BOOCs 的推廣達三年，將持續推動此教師社群推廣此教學法。提升學生的學習動機與學習成效。

於東華建立「線上互動式多媒體教學法教師教學成長社群」教師社群，其中 110 年共有來自東華大學、慈濟科技大學、銘傳大學及博課師公司共計 16 位教師及博士參與。成員包含資訊管理系、國際企業學系、諮商與臨床心理學系、共教會語言中心、英美語文學系、自然資源與環境學系、特殊教育學系、經濟學系、民族語言與傳播學系、群關係與文化學系、觀光暨休閒遊憩學系、體育中心、博課師科技有限公司、銘傳大學資訊管理系、慈濟科大語言中心等。

4. 研究對象與場域

本計畫研究對象為資訊管理學系大三及大四學生為主，加上跨領域選課的其他院系學生。研究場域包含實體課程的資管系電腦教室，提供深度學習系統、YOLO 電腦視覺實驗環境、Arduino、Jetson Nano、樹莓派等單晶片實驗版作為 AIoT 的 Edge Computing 運算核心，透過建構 AIoT 實務專題、RoCar 程式化電子車，ASUS Zenbo 機器人、鴻海開發委託日本軟銀銷售的 PEPPER 機器人等作為機器人應用觀摩工具，並配合簡報、自編教材講義等為基礎教材和實驗環境與設備。並提供 BOOCs 線上互動式數位課程，結合鷹架式理論與 PBL，提供輔助線上教學與翻轉式教學。提供實體為主、線上為輔的 O2O 教學場域，和反覆自主練習的學習平台。線上系統建立於 <http://boocs.ndhu.edu.tw>。並配合使用東華 E 學苑 Moodle 系統提供 LMS 課程投影片及作業繳交與點名等功能。

5. 研究方法與工具

如下表所示，本教學實踐研究計畫將課程分成理論與 AIoT 實作兩個階段，第一階段透過鷹架理論的程序式鷹架 BOOCs 互動式教材，第二階段實作部分，將應用 PBL 進行學生自主分組和翻轉式教學，強化學生的實作能力，配合後設認知鷹架提升學生的反思能力和推廣能力，解決更複雜真實的 AIoT 情境問題。以下為教學步驟和工具應用：

研究方法及工具		人工智慧
第	前測	檢測學習者的先備知識

一階段 理論課程	教學方法	PBL 問題導向式學習法+BOPPPS 課程設計教學法
	先備知識落差補救	BOOCs E 化線上鷹架式輔助自主學習教材+實體課程翻轉教學
	學生成果驗收活動	分組同儕教學：AI 基礎知識及程式設計知識提升
	後測	BOOCs 平台建立後測了解學生的學習成效
	學習者意見回饋	每次上課均由同學作線上一分鐘回饋，每單元進行意見回饋與滿意度調查
	實驗檢討及修正	每單元完成後依照學習者意見進行檢討與修正，進行調整
第二階段 實務操作課程	前測	檢測學習者的先備知識
	教學方法	PBL 問題導向式學習法+BOPPPS 課程設計教學法
	先備知識落差補救	BOOCs E 化線上補充教材+翻轉教學
	學生成果驗收活動	運用 C#、Python 程式語言建立 AIoT 系統
	後測	BOOCs 平台建立後測了解學生的學習成效
	學習者意見回饋	每次上課均由同學作線上一分鐘回饋，每單元進行意見回饋與滿意度調查
	實驗檢討及修正	每單元完成後依照學習者意見進行檢討與修正，進行調整

6. 研究實施程序

本研究如圖 2-3 根據研究動機、目的和相關文獻探討，採用並修改 Venkatesh 等人（2003）所提出的整合性科技接受模式（UTAUT）結合 Moon and Kim（2001）所提出的認知有趣性，作為研究分析架構：

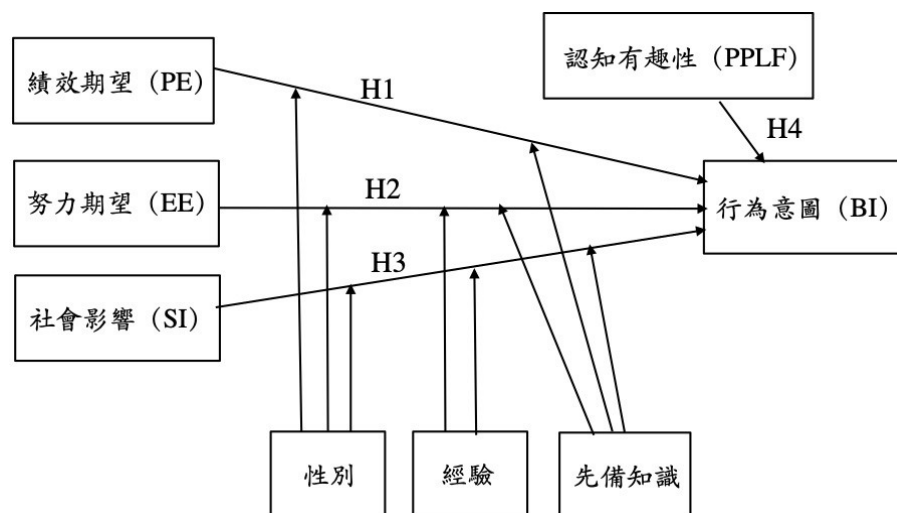


圖 2-3 研究分析架構與工具

本研究以「績效期望」、「努力期望」以及「社會影響」，再加上「認知有趣性」，總共為四個構面。H1「績效期望」對於學生使用博課師於資料庫課堂 Data Modeling 的學習之「行為意圖」有正向影響。H2「努力期望」對於學生使用博課師於資料庫

課堂 Data Modeling 的學習之「行為意圖」有正向影響。H3「社會影響」對於學生使用博課師於資料庫課堂 Data Modeling 的學習之「行為意圖」有正向影響。H4「認知有趣性」對於學生使用博課師於資料庫課堂 Data Modeling 的學習之「行為意圖」有正向影響。

(六) 計畫內容與成果

論文發表、課程影片製作、BOOCs 程序鷹架與後設認知鷹架支持系統教材，AIoT 應用案例集與論文發表。已主持教師社群四年持續推廣教學實踐研究計畫，並於教師社群中分享 BOOCs 教學、遊戲式教學和互動式教學。本計畫建立 BOOCs 線上程序式鷹架支撐課程提供基礎先備知識準備，並採用 PBL 進行分組討論解決案例的人工智慧問題情境分析設計問題，培養人工智慧工具與深度學習工具掌握能力。並應用 BOOCs 平台採用 E 化電子書的格式製作線上輔助教材，並且結合線上教學輔助平台和自主學習器元件，透過平台管理工具可以觀察同學閱讀 E 化輔助教材的時間、範圍、每個項目互動的時間，前後測的成效等。因此可以進一步就不同學習背景的同学，在應用 BOOCs 教材時花費的時間和專注程度，平台也能主動提出互動要求，以識別學生是否已經停止閱讀 BOOCs 教材，克服傳統 E 化教材無法觀測學生自主學習狀況的問題。

(七) 參考文獻

英文文獻：

- Yang, Chao-Tung, Ho-Wen Chen, En-Jui Chang, Endah Kristiani, Kieu Lan Phuong Nguyen, Jo-Shu Chang, Current advances and future challenges of AIoT applications in particulate matters (PM) monitoring and control, *Journal of Hazardous Materials*, Volume 419, 2021.
- Aburagaga, I., Agoyi, M., & Elgedawy, I. (2020). Assessing faculty's use of social network tools in Libyan higher education via a technology acceptance model. *IEEE Access*, 8, 116415-116430.
- Haroun, Ahmed, Xianhao Le, Shan Gao, Bowei Dong, Tianyiyi He, Zixuan Zhang, Feng Wen, Siyu Xu and Chengkuo Lee, Progress in micro/nano sensors and nanoenergy for future AIoT-based smart home applications, *Nano Express*, Volume 2, Number 2, 2021.
- Chen, Shu-Wen, Xiao-Wei Gu, Jia-Ji Wang, Hui-Sheng Zhu, "AIoT Used for COVID-19 Pandemic Prevention and Control", *Contrast Media & Molecular Imaging*, vol. 2021, Article ID 3257035, 23 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/3257035>.
- Aiken, L. S., & West, S. G. (1991). *Multiple regression: Testing and interpreting interactions*: Newbury Park, CA: Sage.
- Al-Azawei, A., Parslow, P., & Lundqvist, K. (2017). Investigating the effect of learning styles in a blended e-learning system: An extension of the technology acceptance model (TAM). *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(2).
- Bazelais, P., Doleck, T., & Lemay, D. J. (2018). Investigating the predictive power of TAM: A case study of CEGEP students' intentions to use online learning technologies. *Education and Information Technologies*, 23(1), 93-111.
- Bergmann, J., & Sams, (2014). *Flipped learning: Gateway to student engagement*. Washington, DC: International Society for Technology in Education.
- Bielawski, L., & Metcalf, D. (2003). *Blended elearning: Integrating knowledge, performance, support, and online learning*: Human Resource Development.
- Burgess, J. R. D., & Russell, J. E. A. (2003). The effectiveness of distance learning initiatives in organizations. *Journal of Vocational Behavior*, 63(2), 289-303.
- Davis, F. D. (1985). A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results. *Massachusetts Institute of Technology*,
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1992). Extrinsic and intrinsic motivation to use computers in the workplace. *Journal of applied social psychology*, 22(14), 1111-1132.
- Estriegana, R., Medina-Merodio, J.-A., & Barchino, R. (2019). Student acceptance of virtual

- laboratory and practical work: An extension of the technology acceptance model. *Computers & Education*, 135, 1-14.
- Hsieh, T.-L. (2014). Motivation matters? The relationship among different types of learning motivation, engagement behaviors and learning outcomes of undergraduate students in Taiwan. *Higher Education*, 68(3), 417-433.
- Law, K. M. Y., Lee, V. C. S., & Yu, Y. T. (2010). Learning motivation in e-learning facilitated computer programming courses. *Computers & Education*, 55(1), 218-228.
- Lu, K., Yang, H. H., Shi, Y., & Wang, X. (2021). Examining the key influencing factors on college students' higher-order thinking skills in the smart classroom
- 17
environment. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 1-13.
- Michael, H., Christopher, J., John, N., & William, L. (2005). *Applied linear statistical models* (5th ed.): Boston, MA: McGraw-Hill Irwin.
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of educational psychology*, 82(1), 33-40.
- Salloum, S. A., Alhamad, A. Q. M., Al-Emran, M., Monem, A. A., & Shaalan, K. (2019). Exploring students' acceptance of e-learning through the development of a comprehensive technology acceptance model. *IEEE Access*, 7, 128445-128462.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management science*, 46(2), 186-204.
- Ward, J. and LaBranche G, 2003. Blended learning: The convergence of e-learning and meetings. *Franchising World*. 35 (4), pp. 22-23.
- Whitaker, D., Graham, C., Severtson, S. G., Furr-Holden, C. D., & Latimer, W. (2012). Neighborhood & family effects on learning motivation among urban African American middle school youth. *Journal of child and family studies*, 21(1), 131-138.
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 68-81.
- Orosz, Tamás, "Introduction of Innovative SAP Development Solutions at University Level," 2020 IEEE 18th World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI), 2020/01/23.
- Ajzen. I & Fishbein M. (1979) *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior*, Englewood Cliffs, NJ. USA : Prentice Hall,.
- A.G. Chute, M.M. Thompson, B.W. Hancock (1999) .*The McGraw-Hill handbook of distance learning*.
- ASTD (2001), 2001 Excellence in Practice Award and Citation Winners Awards: The Dow Chemical Company: Learn@Dow.now. Award in Electronic Learning Technologies. Retrieved August 23, 2002, from http://www.astd.org/virtual_community/awards/2001_award_winners.html.
- Atkinson, M., and Kydd, C., "Individual characteristics associated with World Wide Web use: An empirical study of playfulness and motivation," *The Data Base for Advances in Information Systems* 28(2), 1997, pp.53-62
- Barell, J. (2006). Problem-based learning: An inquiry approach. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 495624)
- Barnett, L. A. (1991) . "The playful child: measurement of a disposition to play".*Playand Culture* 4 (1) , pp.51-74.
- Barrows, H. and Tamblyn, R. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. New York: Springer.
- Davis, E. A., & Miyake, N. (2004). Explorations of scaffolding in complex classroom systems.
- H.S. Barrows.(1996).Problem-based learning in medicine and beyond: a brief overview. L. Wilkerson, W.H. Gijsselaers (Eds.), *New directions for teaching and learning*, Nr.68, Jossey-Bass Publishers, San Francisco (1996), pp. 3-11
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). Flip your classroom reach every student in every class every

- day. Washington, DC: International Society for Technology in Education.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2014). Flipped learning: Gateway to student engagement. Washington, DC: International Society for Technology in Education.
- Bielawski, Larry. & Metcalf, David. (2003) Blended eLearning: Integrating knowledge, performance, support, and online learning.(2nd ed.), HRD press, United States
- Davis, F. D.(1986) “ A Technology Acceptance Model for Empirically Testing New end-User Information Systems: Theory and Results, Doctoral Dissertation, “MIT Sloan School of Management Cambridge, MA.
- Davis, F. D., R. P. Bagozzi, & P. R. Warshaw (1989) “User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models,” Management Science, vol.35, no.8, pp.982-1003
- J. Davy (1998) Education and training alternatives.Managing Office Technology, 43 (3) , pp. 14-15
- Driscoll, M. (2002) Blended Learning: Let's get beyond the hype, E-learning, 1 March. Available at: <http://elearningmag.com/ltimagazine>
- Hall, B. (2003). FAQs about e-learning. Retrieved August 15, 2003, from www.brandonhall.com/public/faqs2/faqs2.htm
- ISO/IEC TS 30135, (2017). ePUB3 Overview. Retrieved from https://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=53255.
- Jennifer R.D.Burgess , Joyce E.A.Russell (2003). The effectiveness of distance learning initiatives in organizations. Journal of Vocational Behavior Volume 63, Issue 2, Pages 289-303
- Jonathan Bergmann, Aaron Sams (2012) . Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day. Washington, DC: International Society for Technology in Education.
- Lin, L., Tsai, P., Lin, J. and Li, J. (2017). *Some Useful ePUB3-based Contents Delivery Functions*.Proceedings of the 2017 5th International Conference on Information and Education Technology (ICIET 2017), 49-52. (EI) doi: 10.1145/3029387.3029404
- Mao Chen, Miao Dai, Hang Luo, Xiaozhen Zou, Sanya Liu (2017). Design and Implementation of an Android EPUB3. 0 eBook Learning System. 2016 4th International Conference on Machinery, Materials and Information Technology Applications, Atlantis Press.
- McAulay, A., Stewart, B., and Siemens, G. (2010). The MOOC model for digital practice. University of Prince Edward Island.
- Moon, J. W., & Kim, Y. G. (2001). Extending the TAM for a World-Wide-Web context. *Information & management*, 38(4), 217-230. doi: 10.1016/s0378-7206(00)00061-6
- Moses, G. A. (2013) . Flipping courses: Transitioning from traditional courses to a blended-learning approach. Retrieved June 27, 2014, from http://edinnovation.wisc.edu/content/uploads/2013/02/06a_flipping_courses.pdf
- Oliver, M., & Trigwell, K. (2005). Can “blended learning” be redeemed? E-Learning and Digital Media, 2(1), 17–26, <http://dx.doi.org/10.2304/elea.2005.2.1.2>.
- Pingting T., T., & Chingsheng, H., & Jyhjong, L. (2019). An Application of ePUB3 eBooks to the Design and Teaching of Flipped ‘Applied Writing’ Courses: An Example of ‘Abstract Writing’. Journal of Educational Media & Library Sciences, 56(1), 69-105. doi:10.6120/JoEMLS.201903_56(1).0028.RS.CM
- Pollard, E. & Hillage, J. (2001). Exploring e-learning. The Institute for Employment Studies. Report No. 376. Brighton: UK
- Staker, H., & Horn, M.B. (2012). Classifying K–12 blended learning. Retrieved from <http://www.christenseninstitute.org/wp-content/uploads/2013/04/Classifying-K-12-blended-learning.pdf>
- Tandogan, R. O., & Orhan, A. (2007). The effects of problem-based active learning in science education on students' academic achievement, attitude and concept learning. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 495669)

- Tina. Tsai, L. Lin, J. Lin, Y. Chen, and J. Liu, "Using ePUB3 eBooks to Enhance MOOCs," IEEE 2018 International Conference on Applied System Innovation (ICASI 2018), Chiba, Tokyo, Japan, April 13-17, 2018. (EI)
- Tina Tsai, J. Lin, L. Lin, Y. Chen, and J. Liu, (2018). An effectiveness study on the class lecture in an ePUB3 eBook- based flip blended learning model, Proc. of 2018 Eurasian Conference on Educational Innovation (ECEI 2018), Macau, China, Jan. 26-29.
- Tsai, P., Lin, J. and Lin, C. (2017). A Lesson Plan for ePUB3 eBook-based Course Design. Proc. of the 2017 IEEE International Conference on Applied System Innovation (IEEE ICASI 2017), 1324-1327. doi: 10.1109/ICASI.2017.7988147
- Tsai, P., Lin, J. and Lin, C. (2017). A blended learning lesson design for ePUB3 eBook-based course, world transactions on engineering and technology education, 15(2), 94-101. Retrieved from [http://www.wiete.com.au/journals/WTE&TE/Pages/Vol.15,%20No.2%20\(2017\)/01-Lin-J.pdf](http://www.wiete.com.au/journals/WTE&TE/Pages/Vol.15,%20No.2%20(2017)/01-Lin-J.pdf).
- Tsai, P., Lin, J. and Lin, C. (2018). A flip blended learning approach for ePUB3 eBook-based course design and implementation, eurasia journal of mathematics, science and technology education, 14(1), 123–144. Doi: <https://doi.org/10.12973/ejmste/79629>
- Tsai, P., Lin, J. and Lin, C. (2018). An effectiveness study on the preview of learning contents in ePUB3 eBooks, Proc. of 2018 6th international conference on information and education technology (ICIET 2018), Osaka, Japan, Jan. 6-8.
- Tsai, P., Lin, J. and Lin, C. (2019). *A Study on the Preview Effectiveness of Learning Contents in ePUB3 eBook-Based Flip Blended Learning Models*. IJMBL 11(2): 50-67
- Venkatesh, V. (2000). Determinants of perceived ease of use: integrating control, intrinsic motivation, and emotion into the technology acceptance model. *Information Systems Research*, 11(4), 342-365.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186-204.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478.
- Whitelock, D. & Jelfs, A. (2003) Editorial: Journal of Educational Media Special Issue on Blended Learning, *Journal of Educational Media*, 28(2-3), pp. 99-100.
- Yeung, E., Au-Yeung, S., Chiu, T., Mok, N. & Lai, P. (2003). Problem design in problem-based learning: evaluating students' learning and self-directed learning practice. *Innovations in Education and Teaching International*, 40, 237-244
- Diana Dolmans, Larry Michaelsen, Jeroen van Merriënboer & Cees van der Vleuten, "Should we choose between problem-based learning and team-based learning? No, combine the best of both worlds!," *Medical Teacher*, vol.37, 2015 - Issue 4, pp. 354-359, doi: 10.3109/0142159X.2014.948828.
- Barrows HS. 1996. Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. In: Wilkerson L, Gijsselaers WH, editors. *New directions for teaching and learning*. San Francisco: Jossey-Bass. pp 3–12.
- Barrows HS, Tamblyn RM. 1980. *Problem-based learning. An approach to medical education*. New York: Springer.
- Borges NJ, Kirkham K, Deardorff AS, Moore JA. 2012. Development of emotional intelligence in a team-based internal medicine clerkship. *Med Teach* 34:802–806.
- Dale, E., & Nyland, B. (1960). Cone of learning. *Educational Media*.
- Jia-Li Hou, Peir-Jye Chiu, "Research on Applying Information Technology in e-Learning to Improve Senior High School Students' Learning Achievement", 2018/4/2, Proceedings of the International Conference on INTERNET STUDIES (NETs 2018).

- Aiken Jr, L. R. (1970). Attitudes toward mathematics. *Review of educational research*, 40(4), 551-596.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological review*, 84(2), 191.
- Bandura, A. (1986). The explanatory and predictive scope of self-efficacy theory. *Journal of social and clinical psychology*, 4(3), 359-373.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*: Macmillan.
- Bandura, A., Barbaranelli, C., Caprara, G. V., & Pastorelli, C. (1996). Multifaceted impact of self-efficacy beliefs on academic functioning. *Child development*, 1206-1222.
- Baron, R. A., & Byrne, D. E. (1984). *Social psychology: Understanding human interaction*: Allyn & Bacon.
- Biggs, J., & Tang, C. (2007). *Teaching for quality learning at university: what the student does*. Philadelphia, Pa.: Society for Research into Higher Education: Open University Press.
- Bruner, J. S. (1960). *The process of education*: Harvard University Press.
- Conrad, D. (2006). E-Learning and social change: An apparent contradiction. *Perspectives on higher education in the digital age*, 21-33.
- Dale, E. (1969). *Audio-Visual Methods in Teaching* (3rd ed., p. 108). Holt, Rinehart & Winston, New York: Dryden Press.
- Doyle, W. (1990). Classroom knowledge as a foundation for teaching. *Teachers college record* 91(3), 347-360
- Dansereau, D. F. (1985). Learning strategy research. *Thinking and learning skills*, 1, 209-239.
- Driscoll, M. (2002). Blended learning: Let's get beyond the hype. *E-learning*, 1(4), 1-4.
- Frenk, J., Chen, L., Bhutta, Z. A., Cohen, J., Crisp, N., Evans, T., . . . Zurayk, H. (2010). Health professionals for a new century: transforming education to strengthen health systems in an interdependent world. *The Lancet*, 376(9756), 1923-1958. doi: 10.1016/S0140-6736(10)61854-5
- Gojak, L. (2012). To flip or not to flip: That is not the question. National Council of Teachers of Mathematics. Retrieved 2018/1/10, from https://www.nctm.org/News-and-Calendar/Messages-from-the-President/Archive/Linda-M_Gojak/To-Flip-or-Not-to-Flip_-That-Is-NOT-the-Question!/
- Hannafin, M. J., Land, S. M., & Oliver, K. (1999). *Open learning environment: foundation, method, and models*
- Hamdan, N., McKnight, P. E., McKnight, K., , & M., A. K. (2013). A review of flipped learning. Retrieved 2018/01/10, from https://flippedlearning.org/category/flexible_environment/
- Herreid, C. F., & Schiller, N. A. (2013). Case studies and the flipped classroom. *Journal of College Science Teaching*, 42(5), 62-66.
- Hutchison, M. A., Follman, D. K., Sumpter, M., & Bodner, G. M. (2006). Factors Influencing the Self-Efficacy Beliefs of First-Year Engineering Students. *Journal of Engineering Education*, 95(1), 39-47.
- Kekkonen-Moneta, S., & Moneta, G. B. (2002). E-Learning in Hong Kong: comparing learning outcomes in online multimedia and lecture versions of an introductory computing course. *British journal of educational technology*, 33(4), 423-433.
- Ko, S., & Rossen, S. (2017). *Teaching online: A practical guide*. Boston: Houghton Mifflin.
- McAuley, E., Konopack, J. F., Motl, R. W., Morris, K. S., Doerksen, S. E., & Rosengren, K. R. (2006). Physical activity and quality of life in older adults: influence of health status and self-efficacy. *Annals of behavioral Medicine*, 31(1), 99.
- Michaelsen, L. K., & Sweet, M. (2008). The essential elements of team-based learning. *New directions for teaching and learning*, 2008(116), 7-27.
- Michaelsen, L. K., Watson, W., Cragin, J. P., & Dee Fink, L. (1982). Team learning: A potential solution to the problems of large classes. *Exchange: The Organizational Behavior Teaching Journal*, 7(1), 13-22.
- Moore, J. L., Dickson-Deane, C., & Galyen, K. (2011). e-Learning, online learning, and distance

- learning environments: Are they the same? *The Internet and Higher Education*, 14(2), 129-135.
- Najdanovic-Visak, V. (2017). Team-based learning for first year engineering students. *Education for Chemical Engineers*, 18, 26-34.
- Oxford, R. L. (1990). *Language learning strategies* (Vol. 210): New York: Newbury House.
- Peetsma, T., Hascher, T., van der Veen, I., & Roede, E. (2005). Relations between adolescents' self-evaluations, time perspectives, motivation for school and their achievement in different countries and at different ages. *European Journal of Psychology of Education*, 20(3), 209-225.
- Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning.
- Richard, E. M., Diefendorff, J. M., & Martin, J. H. (2006). Revisiting the within-person self-efficacy and performance relation. *Human Performance*, 19(1), 67-87.
- Rosenberg, M. J., & Hovland, C. I. (1960). Cognitive, affective, and behavioral components of attitudes. *Attitude organization and change: An analysis of consistency among attitude components*, 3, 1-14.
- Schunk, D. H. (1991). Self-efficacy and academic motivation. *Educational psychologist*, 26(3-4), 207-231.
- Schunk, D. H. (1994). Self-regulation of self-efficacy and attributions in academic settings.
- Spector, J. M., Merrill, M. D., van Merriënboer, J., Driscoll, M. P., Hannafin, R. D., & Young, M. F. (2008). *The Handbook of Research on Educational Communications and Technology* 3rd ed. New York: London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Tiantong, Monchai; Teemuangsai, Sanit, The Four Scaffolding Modules for Collaborative Problem-Based Learning through the Computer Network on Moodle LMS for the Computer Programming Course, *International Education Studies*, v6, n5, p47-55, 2013.
- Tsai, Tina Pingtin, Jyhjong Lin, Jiali Hou, Yihsiu Chen, Chingsheng Hsu, Preview Analytics of ePUB3 eBook-based Flipped Classes Using A Big Data Approach, *Journal of Internet Technology*, Vol.21, No.1, January 2020。
- Valiathan, P. (2002). Blended learning models. *Learning circuits*, 3(8), 50-59.
- van Schaik, P., Barker, P., & Beckstrand, S. (2003). A comparison of on-campus and online course delivery methods in Southern Nevada. *Innovations in Education and Teaching International*, 40(1), 5-15.
- 中文文獻：
- 黃毓翔, AIoT 水稻種植精準農業數位分身系統, 國立清華大學資訊系統與應用研究所, 碩士論文, 2022.
- 吳佳鴻, FRADD：一個實現於 AIoT 閘道器的人臉辨識應用系統開發和佈署, 國立中央大學資訊工程學系在職專班碩士論文, 2022.
- 馬崇文, 基於容器集群管理的 AIoT 程式開發與部署, 崑山科技大學資訊工程研究所碩士論文, 2022.
- 吳曜吉, 以 AIoT 技術輔助桌球初學者學習成效之研究, 東海大學資訊管理學系碩士論文, 2022.
- 侯佳利, 林昆玄, 應用 FIDO 驗證機制提升數位版權管理之研究, 2021 IMP 第 26 屆資訊管理暨實務研討會論文集, 台灣, 雲林縣, 2021 年 12 月 18 日.
- 侯佳利, 劉為駿, 鷹架理論結合博課師平台的自主學習器應用在程式設計教學對學習成效的影響(以 Python 為例), 2021 IMP 第 26 屆資訊管理暨實務研討會論文集, 台灣, 雲林縣, 2021 年 12 月 18 日. 本研究為 109 學年度教學實踐研究計畫成果。
- 侯佳利, 謝佳柏, 使用隨機森林預測臺灣上市櫃公司之企業信用風險評等, 2021 IMP 第 26 屆資訊管理暨實務研討會論文集, 台灣, 雲林縣, 2021 年 12 月 18 日.
- 侯佳利, 蔡心怡, 智慧物聯網應用於有機農業之研究-以佳豐有機農場為例, 2021

- IMP 第 26 屆資訊管理暨實務研討會論文集, 台灣, 雲林縣, 2021 年 12 月 18 日.
- 侯佳利, 楊倩華, 應用 YOLOv5 於車輛排煙偵測系統之研究,, 2021 IMP 第 26 屆資訊管理暨實務研討會論文集, 台灣, 雲林縣, 2021 年 12 月 18 日.
- 李勇輝.(2017). 學習動機, 學習策略與學習成效關係之研究-以數位學習為例. 經營管理學刊, 14, 68-86.
- 博課師平台. Retrieved from <https://www.boocs-tw.com/>
- 黃添丁.(2015). 數位學習融入課程之學習動機及學習行為對學習成效的影響. 慈濟科技大學學報(1), 35-52.
- 蔡娉婷.(2017). ePUB3.0 電子書於書信寫作教學之應用. Paper presented at the 2017 高等教育教學實務研究學術研討會, 玄奘大學.
- 蔡娉婷, 許慶昇, & 林至中.(2020). 應用探究式深度討論於閱讀與寫作翻轉學習課程設計與教學實務. 教育資料與圖書, 57(2), 253-286.
- 蔡娉婷、許慶昇、林至中.(2019). 應用 ePUB3 電子書於翻轉式寫作課程設計與教學實務:以摘要寫作為例. 教育資料與圖書館學, 56(1), 69-105.
- 朱繼農.(2004). 網路科技&數位學習, 師友月刊, 8 月號, 第 40-42 頁.
- 侯佳利、江采霖,“應用博課師 BOOCs 於實踐 PBL 式翻轉教學之研究—以 Data Modeling 為例”, ICIM 2020-第 31 屆國際資訊管理學術研討會, 臺灣, 嘉義, 2020 年 6 月 5 日(實體會議日期因疫情延至 2020 年 12 月 12 日)。
- 陳怡秀, 林兆宇, 侯佳利, 林至中, 嚴兆威, “運用博課師教學平台於適性化翻轉學習之研究”, NCS 2019 全國計算機會議, 2019 (2019 / 11 / 01), P402 - 407. DOI : 10.6927/NCS.201911.0078。
- 王千倬 (1999)。「合作學習」和「問題導向學習」---培養教師及學生的科學創造力。教育資料與研究, 28, 31-39。
- 杜依倩 (2014)。大學教師參與 MOOCs 之科技需求及問題研究。國立臺灣師範大學圖書資訊學研究所, 台北市。
- 吳清山 (2013)。教育名詞磨課師。教育資料與研究, 111, 267-268。
- 何榮桂 (2013)。從 CAI 到 MOOC - 臺灣數位學習的回顧與前瞻, T&D 飛訊, 180, 1-28。
- 洪榮昭 (2005)。“E-learning 的發展與運用”, 臺灣教育, 2-10 頁。
- 張振亨、陳思亮 (2007)。數位學習 (E-Learning) 的認識與應用, 2019/9/30。
- 張淑萍、張瀞文 (2018)。磨課師課程與教材--設計、發展與實施策略, 科學發展月刊, 19-26 頁
- 資策會教育訓練處講師群 (2003)。數位學習最佳指引。臺北市: 資策會。
- 郭俊呈、侯雅雯 (2017)。翻轉教室觀點融入偏鄉教育之省思。師資培育與教師專業發展期刊, 10 (1), 33-48。
- 陳怡秀、林兆宇、侯佳利、林至中 (2019)。以 ePUB3 電子書教材為基礎之適性化翻轉學習研究。2019 數位學習的創新與應用論文集, 293-318
- 陳琦媛 (2017)。問題本位學習法(PBL)於師資職前教育課程運用之初探。臺灣教育評論月刊, 6 (10), 70-77。
- 博課師 (BOOCs) 數位教材和教學平台。Retrieved from <http://www.boocs-tw.com/>
- 劉怡甫 (2013)。與全球十萬人做同學: 談 MOOC 現況及其發展。評鑑雙月刊, 42 (3), 41-44。
- 鄭念慈 (2016)。翻轉新視界-結合磨課師 (MOOCs) 的藝術教育。臺灣教育評論月刊, 6 (9), 288-293。
- 牛亞琪.(2009). 台灣大一學生之英文自我效能和英文學習年限以及英文成績相關研究 應

- 用外語研究所 (Vol. 碩士, pp. 97). 桃園縣: 中原大學.
- 王金國. (2002). 成功學習的關鍵—自我調整學習 課程與教學 (Vol. 5, pp. 145-163+178).
- 王英偉, & 謝至鏗. (2010). 團隊導向學習簡介. [Introducing Team-Based Learning]. 醫學教育, 14(1), 79-89.
- 白雲霞. (2014). 翻轉教學之探究—以實踐翻轉教室與學思達教學教師為例. [Flipped instruction: The teaching practice for "flipped classroom" and flipped teaching of self-learning, thinking and expressing]. 國民教育學報(11), 1-48.
- 余民寧. (2006). 潛在變項模式: SIMPLIS 的應用. 臺北市: 知識達總經銷.
- 余綺芳. (2008). 探討運用“混成式教學/學習”來實施非英文系大一英文課程之補救教學. [A Study on the Freshman English Remedial Program That Employs Blended-Teaching/Learning]. 東吳外語學報(26), 1-29.
- 吳怡儒. (2012). 彰化縣偏遠地區國中學生數學學習態度及其影響因素之研究 應用數學系所 (Vol. 碩士, pp. 70). 台中市: 國立中興大學.
- 吳清山, & 林天祐. (2005). 教育新辭書. 臺北市: 高等教育.
- 李岳霞. (2013). 4 撇步, 成功翻轉教室. Retrieved 2017/1/10, from <https://www.parenting.com.tw/article/5048638-4%E6%92%87%E6%AD%A5%E7%BC%8C%E6%88%90%E5%8A%9F%E7%BF%BB%E8%BD%89%E6%95%99%E5%AE%A4/>
- 李明德. (2015). 大一理工學生數學學習態度、作業態度和學習表現之研究 數學系 (Vol. 碩士, pp. 134). 台北市: 國立臺灣師範大學.
- 李柏儒. (2015). 高中學生自我效能、學習態度與學習成就之研究—以聯合模擬考為例 數學教育學系 (Vol. 碩士, pp. 84). 台中市: 國立臺中教育大學.
- 李美枝. (1994). 社會心理學 國立彰化師範大學教育研究所碩士論文 (未出版). 台北: 大洋.
- 林麗芬. (2010). 提昇國中數學學習成效—數學學習策略之探討 科學教育 (pp. 19-28).
- 邱玉菁. (2004). 數位學習之學習成果的再思考 教育資料與圖書館學 (Vol. 41, pp. 561-581).
- 秦夢群. (1992). 高中教師管理心態, 學生內外控信念與學生學習習慣與態度關係之研究 教育與心理研究 (Vol. 15, pp. 129-171).
- 張芳全. (2010). 以 SEM 檢定影響數學成就因素: 亞洲四小龍國二生參與 TIMSS 2003 的資料為例 教育行政論壇 (Vol. 2, pp. 1-33).
- 張春興. (1998). 現代心理學. 台北: 東華書局.
- 張春興, & 林清山. (2002). 教育心理學. 台北: 東華.
- 張若蘭. (2011). 以創作性戲劇教學提升國小學童肢體動作表達能力與自我效能之行動研究 教育學系 (Vol. 碩士, pp. 237). 台中市: 國立臺中教育大學.
- 張景琪. (2001). 國小學童數學科學習信念, 目標取向, 學習策略與數學學業成就之相關研究 國民教育研究所 (Vol. 碩士): 國立花蓮師範學院.
- 國科會教育學門-學習策略主題研究成果之綜合分析, 94-111 (2005).
- 郭添財. (2014). 高級中學學生數位學習成效之研究 台灣教育 (pp. 16-25).
- 郭靜姿, & 何榮桂. (2014). 翻轉吧教學!. [Flipping the Teaching]. 台灣教育(686), 9-15.
- 賈馥茗, 伍振鷺, 楊深坑, 黃發策, & 謝福生. (2000). 教育大辭書. 臺北市: 文景.
- 維基百科. (2017). 數位學習. 維基百科. Retrieved 2017/3/1, 2017, from <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%95%B8%E4%BD%8D%E5%AD%B8%E7%BF%92>
- 薛岳. (2011). 新北市某國中八年級學生數學科學業自我概念、學習策略與學業成就之研究 教育研究所碩士在職專班 (Vol. 碩士, pp. 183). 台北市: 銘傳大學.
- 侯佳利, 鄭惠甄. (2015). 應用學習管理系統使用資訊於建構學生預警機制之研究, 2015 國際大數據與 ERP 學術及實務研討會論文集.