

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：

學門專案分類/Division：工程

申請年度/Project Period：113 年度 一年期 多年期

執行期間/Funding Period：

結合混合實境與 BIM 技術於施工現場安全檢核之工程經濟效應分析-導入可見式  
思考技巧與探究學習教學模式之研究

**Engineering Economic Impact Analysis of Combining Mixed Reality and BIM  
Technology for Construction Site Safety Inspection - A Study on the  
Implementation of Visual Thinking Techniques and Inquiry-Based Learning  
Teaching Models**

工程經濟學 Engineering Economics

計畫主持人(Principal Investigator)：陳介豪

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立中央大學土木工程學系

成果報告公開日期：立即公開 延後公開

繳交報告日期(Filing Date)：2025 年 7 月 29 日

## 目錄

一、	本文 (Content).....	4
1.	研究動機與目的 (Research Motive and Purpose).....	4
1.1	研究動機.....	4
1.2	研究目的.....	4
2.	研究問題 (Research Question).....	5
3.	文獻探討 (Literature Review).....	6
3.1	施工現場安全檢核與管理之重要性.....	6
3.2	混合實境與 BIM 技術之現況.....	7
3.3	可見式思考技巧於探究式學習之應用.....	8
4.	教學設計與規劃 (Teaching Planning).....	9
5.	研究設計與執行方法 (Research Methodology).....	13
5.1	研究設計.....	13
5.2	研究方法與工具.....	14
6.	教學暨研究成果 (Teaching and Research Outcomes).....	16
6.1	教學過程與成果.....	16
6.2	教師教學反思.....	18
6.3	學生學習回饋.....	19
7.	建議與省思 (Recommendations and Reflections).....	20
二、	參考文獻.....	21
三、	附件.....	23

## 摘要

本教學實踐研究以「工程經濟學」課程為實施場域，探討結合混合實境 (Mixed Reality, MR) 與建築資訊模型 (Building Information Modeling, BIM) 技術於施工現場安全檢核之教學應用，並導入可見式思考技巧與探究式學習教學模式，以提升學生對抽象概念的理解與實務應用能力。為回應傳統教學中學生學習動機不足與理論與實務脫節等問題，本計畫規劃兩階段模組化教學策略，包含課程設計與教學實踐，並透過案例分析、實地參訪、專案製作與視覺化工具等方式深化學習歷程。

學生在課程中以小組方式操作，透過心智圖、概念圖等可見式工具呈現學習思考歷程，培養觀察、分析與表達能力，並強化理論與現場應用之連結。教師則透過 Rubrics 評量、教學平台紀錄、課堂觀察與回饋問卷，綜合分析學生在專業知識、團隊合作、自主學習等層面的學習成效，並作為教學策略調整與課程規劃的重要依據。整體而言，研究結果顯示該教學設計具提升學習成效與課程參與度之潛力，對未來工程經濟課程規劃與工程教育創新具實質參考價值。

關鍵字：工程經濟學、混合實境、BIM 技術、可見式思考、探究式學習、教學實踐研究

## ABSTRACT

This teaching practice research was conducted within the context of an "Engineering Economics" course, aiming to explore the integration of Mixed Reality (MR) and Building Information Modeling (BIM) technologies into construction site safety inspection education. The study also adopted Visual Thinking Techniques and Inquiry-Based Learning strategies to enhance students' understanding of abstract concepts and their ability to apply knowledge to real-world contexts. In response to the limitations of traditional lecture-based instruction, the project developed a two-phase modular teaching plan involving curriculum design and classroom implementation.

The instructional activities included case analyses, field visits, project-based learning, and the use of visual tools such as concept maps and mind maps to help students articulate their thought processes and connect theoretical knowledge with real-world scenarios. Students worked in groups to analyze safety inspection cases and proposed solutions using visual thinking frameworks.

The teaching outcomes were evaluated using a combination of rubric-based assessments, digital learning platform records, classroom observations, and feedback surveys. These methods enabled a

comprehensive understanding of student progress in areas such as professional knowledge application, teamwork, and autonomous learning. The results indicated that this instructional approach effectively increased student engagement, improved conceptual clarity, and fostered a deeper connection between theoretical and applied knowledge. The findings serve as a valuable reference for enhancing curriculum design and promoting innovation in engineering education.

Keywords: Engineering Economics, Mixed Reality, BIM Technology, Visual Thinking, Inquiry-Based Learning, Teaching Practice Research

# 結合混合實境與 BIM 技術於施工現場安全檢核之工程經濟效應分析-導入可見式思考技巧與探究學習教學模式之研究

## 一、 本文 (Content)

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

#### 1.1 研究動機

工程經濟學為工程專業之基礎框架，用以評估和決策在工程方案和工程管理中涉及之財務與成本效益問題，確保工程方案於財務、時間和資源方面獲致最佳效益，因此本課程之目標在於建構工程方案與決策相關之經濟原則和技巧，協助學生未來能在工程及科技領域中做出明智之經濟決策並確保工程專案的成功，以及作為實際工程財務專案分析之依據。

然而，過去工程經濟學課程多以使學生具備工程方案和經濟決策之基本知能為教學目標，藉由教科書、自編講義、搭配投影片進行教學，卻對實作方面的課程規劃不夠重視；申請人發現，工程經濟學課程之傳統教學方式通常是單向講授，缺乏師生互動和同儕互動，在實踐度不足的情況下，學生無法將自己定位為學習的主體，且課程中許多概念和理論偏於抽象，需要學生具備較高抽象思維能力才能理解。此外，工程經濟學課程中需要使用大量的數學公式和計算，需要學生具備較高的數學能力，以傳統工程經濟學課程授課方式通常缺乏實際案例，使得學生難以將基礎理論知識與實際應用相結合，面對實際工作中的真實議題，容易缺乏執行力、創新力、及跨域能力，故傳統的工程經濟課程規畫與教學方式，實際上對於培育具有工程背景且具有專業管理潛能之人才、能肩負營建產業高度整合之專業經理人或執行長，成效仍很有限，顯示學校工程教育與產業實境存在很大的落差。

台灣自 1970 年代經濟迅速成長，對工程人才的需求倍增，工程教育自此開始提倡，現今工業化與科技創新密切相關，政府開始推動工程教育的創新與實踐，工程教育發展為培育跨域整合及批判性思考能力的多元化領域。計畫申請人擬聚焦於過去工程經濟學在教學上所面臨的問題進行教學實踐研究，以探究式教學模式重新建構教學，將學生習慣處於學習客體轉化為學習的主體，由上而下(Top-Down)將基礎理論進階到應用實務，引入實際案例提高工程經濟學課程的教學效果，使學生的學習獲致最大效果。

#### 1.2 研究目的

本研究以改善學生學習並提升教學品質為核心，計畫之主題為分析混合實境與 BIM 技術於施工現場安全檢核之工程經濟效應，並導入可見式思考技巧 (Visual Thinking Techniques) 與探究式學習 (Inquiry-Based Learning) 教學模式實踐於工程經濟學課程之教學現場。工程經濟學需要較高的知識理解，學生除具備數學及經濟基礎，還需將成本、效益、風險等抽象概念具象化，若以傳統的單向灌輸教學模式，對於轉化知識並應用至實際工程方案與決策學習成效有限。因此本研究目的聚焦於抽象知識的具象化，希望由教學者為學習者提供「鷹架 (Scaffolding)」，概念類似建築工作者在建築時所需要的臨時性支撐，教學者以可調整性的支援讓學習者由已知的知識出發，提升學習準備度，以便歸納、類比

新知識[1]；本研究目的將包含以下面向：

### 整合混合實境與BIM技術

➢應用於施工現場安全管理，  
並增進檢核之效率和準確性

### 導入可見式思考技巧

➢提高學生學習準備度並理  
解工程經濟中的抽象知識

### 探究學習教學模式

➢由學生擔任探究者，  
思考問題並在探究及  
詰問過程中解決問題

### 分析工程經濟效應

➢評估混合實境與BIM  
技術在施工現場安全  
檢核中之實際效益



圖 1 研究目的關聯示意圖

由圖 1 可見，結合混合實境和 BIM 技術於施工現場安全檢核與工程經濟課程為一關連緊密的學習過程，導入可見式思考技巧（Visual Thinking Techniques）應用於混合實境和 BIM 技術，以協助學生理解施工場景、安全問題和解決方案，因此本教學研究主題與目的來自完成工程專案中實際需求，強調學生主動參與及知識建構的自主學習能力，學生可以使用可見式思考技巧，如標記、符號和圖像，來記錄和分享他們的觀察、分析和想法。提供學生更具體的學習體驗，進一步應用理論知識於實際場域，同時採用可見式思考技巧深化學生的理解和表達能力，有助於學生更全面地掌握相關知識和技能，為未來的工程實踐做好準備。

## 2. 研究問題 (Research Question)

本研究以工程經濟學課程為實施場域，導入混合實境（Mixed Reality）與 BIM 技術進行施工現場安全檢核教學，並結合可見式思考技巧（Visual Thinking Techniques）與探究式學習（Inquiry-Based Learning）教學模式，以提升學生對抽象概念的理解與實務應用能力。

本研究之研究問題為：

- (1) 混合實境與 BIM 技術應用於工程經濟課程中，是否有助於提升學生對施工現場安全檢核與相關工程經濟概念（如成本、效益、風險）的理解與判斷能力？
- (2) 可見式思考技巧結合探究式學習模式之教學設計，是否能促進學生主動學習、強化其觀察、分析與表達能力？
- (3) 教師於課程中提供鷹架式教學支援，是否能協助學生將抽象知識具象化，進而提升其問題解決與知識遷移的能力？
- (4) 學生如何運用可見式思考工具（如標記、符號與圖像）記錄與詮釋其學習歷程，並有效連結理論與實務，強化對工程現場情境的理解與應用？

### 3. 文獻探討 (Literature Review)

#### 3.1 施工現場安全檢核與管理之重要性

近年來視覺化技術與雲端運算概念快速興起，面對人、物與環境之間的關係，將著重於服務面的創新應用(service innovation)與系統面的創新整合(system integration) [2]，透過混合實境、BIM 技術與雲端平台的整合，跳脫以往傳統的 2D 使用者界面，以 3D 空間概念搭配直覺式的資料視覺化方式，提供使用者(管理單位)更精確的判斷標準，並且加入相關的現行法規或標準進行比對與驗證。

##### (1) 施工安全管理重要性：

受到公共工程增加、政府推動台商返鄉等政策影響，導致營造業需求增加，109 年度營造業開案量開始大增，但也使得營造業重大職災死亡人數也隨之增加，根據勞動部職業安全衛生署勞動檢查統計年報資料，營造業的重大職業災害死亡人數居各業之冠，109 年度達 145 人，全產業占比 46%，其中以發生墜落及滾落所佔比例最高[3]，顯示出營造業工地施工安全管理仍是一個非常重要的議題。

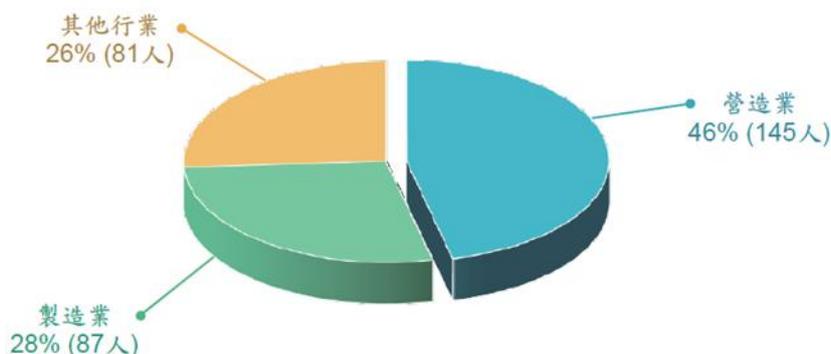


圖 2 民國 109 年度營造業、製造業與其他行業重大職災死亡人數比較

##### (2) 施工環境模擬重要性：

依我國職業災害因素分析與防護策略研究報告中顯示，在主要致災作業類型方面，物料堆置、搬運作業或是機械設備作業，其重大職災件數皆有逐年上升趨勢，而主要致災媒介物裝卸運搬機械及動力機械所倒置之重大職災件數，亦呈現逐年上升趨勢[4]；顯示在事業單位在物料堆置或搬運作業，或是機械設備作業時，對於其防災意識仍未到位。應用 BIM 技術建置實際施工環境與大型機械設備相對關係，並配合施工過程進行動態模擬，可檢視高風險區域變化狀態，讓管理人員與施工人員能確實掌握危害狀況，規劃對應的安全防護措施。

##### (3) 安全防護措施檢查重要性：

營造業施工現場屬高危險性工作場所，樓梯口、電梯口、預留口及通道口等皆是高處墜落傷害、高處墜物打擊的高風險位置，為避免職業災害發生，個人安全防護裝備、護欄及安全網等皆是保證施工安全的重要環節；但施工過程中常因工作便利，臨時移除相關保護措施，未復原或疏於檢查而導致重大職災發生，透過虛實整合，可有效比對安全防護差異，並針對危險範圍主動示警，強化施工人員危害認知[5]。

### 3.2 混合實境與 BIM 技術之現況

混合實境 (Mixed Reality, MR) 是一種整合虛擬實境 (Virtual Reality, VR) 和擴增實境 (Augmented Reality, AR) 的技術，是將實際世界和虛擬世界合併的一門藝術，創造出環境和視覺效果，使得虛擬物體能夠與實境世界互動，其中實體和數位物體在實時中共存[6-9]。在過去十年中，混合實境的研究和開發已取得長足進展並不斷深化，混合實境已在數據可視化、娛樂、工業培訓、教育和旅遊甚至資通領域得到應用[9-11]。開發 MR 系統的動機不僅是為了「看到」虛擬/數位覆蓋物或物體，如擴增實境 (AR) 系統一樣，還包括對其進行實際互動和或操控。AR 系統包含更多的實境物體和一些與實境 AR 相比虛擬物體，其中實境 AR 佔據主導地位[7]。這種虛擬物體與實境世界之間的互動能力區分了 AR 和 MR。然而，許多研究將 MR 視為 AR 的同義詞，而事實上，目前的研究仍未對 MR 此技術與產出明確說明與定義[7]。

在建築行業中，MR 也逐漸受到注意，最經典的案例為 3D 頭戴式顯示器 (HMDs)，此裝置結合以往之虛擬物件技術，與移動計算技術進行整合並創建了原型，將建築訊息覆蓋在不受阻礙的視圖上。此外，MR 還被用來補強建築資訊模型 (Building Information Modeling, BIM) 內容，允許在現場就地查看模型，監測和記錄建設過程，進行主動的建築缺陷管理，促進管道組裝以及檢測結構問題[12, 13]。MR 也被廣泛應用於工程教學當中，用以教授工程學生在工程圖形課程中 BIM 模型及其投影之間的關係，並使學生通過現場狀況模擬更好地理解建築現場[13]。BIM 是在一建築中數字轉型的核心，匯流與管理數據資訊，其與 VR、AR 和 MR 技術形成良好的配合應用，為將來建築相關行業發展以及相關領與之教學領導有重要影響力[14]。

建築資訊建模 (BIM) 代表了一項具有影響力的技術，其快速改變了建築領域的構思、設計、施工和運營方式，其概念如圖 3，雖然 BIM 的根源可以溯源至 20 世紀 70 年代末和 80 年代初的美國和歐洲的參數建模研究[15, 16]。但實際上，建築工程建造行業 (Architectural, Engineering, and Construction, AEC) 在 2000 年代中期才真正開始在專案中廣泛應用 BIM 技術[17, 18]。

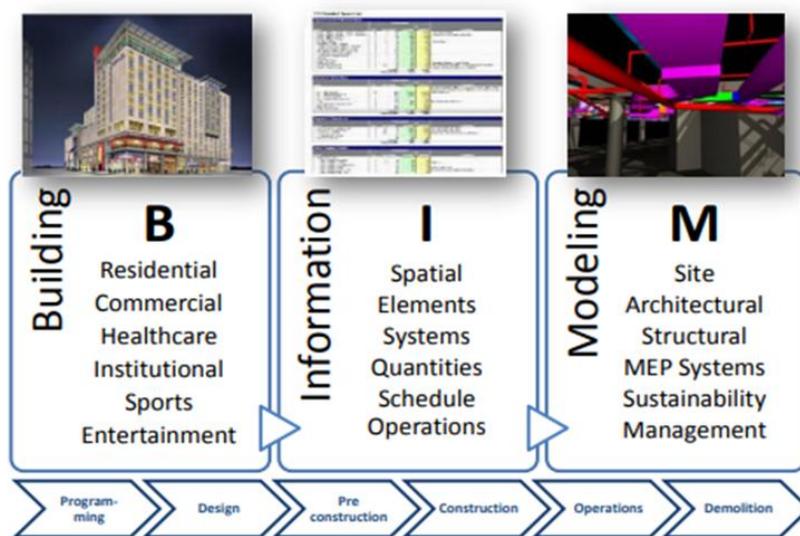


圖 3 BIM 之基礎意涵[3]

BIM 模型可以通過協作網路提取、數位表達、修改和分享，允許 AEC 專業人員在不同

生命週期階段之間無縫協作[16]。其應用可以貫穿了整個建築資產的生命週期以幫助建築從業者進行決策。目前，許多組織正在使用 BIM 來規劃、設計、建造、運營和維護各種基礎設施，例如水、電力、燃氣、通訊設施、道路、橋樑、港口、隧道等[19]。此外，BIM 使建築參與者能夠在開始建設工作之前就可視化建築成果，因此有助於在建築物建造至拆除的各種選項之間做出選擇[20]。BIM 還減少了廢物產生和額外工時，使項目能夠在可用的時間、成本和材料內完成。因此，BIM 被視為一種訊息處理工具，用於實現工程案件之決策和交付[21, 22]。

### 3.3 可見式思考技巧於探究式學習之應用

可見式思考 (Visible Thinking) 指的是任何可觀察的表徵，用來記錄並支持個人或團體持續性思考、提出問題、理由和反思的發展及任何可被觀察的表現形式[23]。能夠呈現學習者在思考某個議題、問題或主題時不斷發展的想法，皆可被視為可見式思考[24]。此概念源自於哈佛大學在 1967 年由教育學家 Howard Gardner 和其他研究人員所創立之「零點計畫」(Project Zero)，其主要目標是探索並推廣創造性思考、學習以及教育的不同方式，並且致力研究學習、創造力和思考的過程，並發展出更有效的教學方法及策略，其核心研究範疇涵蓋多個重要方面[25]；而「可見式思考技巧 (Visual Thinking Techniques)」即是「零點計畫」在持續發展的過程中逐漸形成及完備的一個概念或方法，強調將學習者的思考過程可視化，使其思維過程更加明確和透明，大約在 2000 年後被廣泛應用，成為教學與學習的重要框架之一[26]。其主要概念涉及將學習者的思維過程和學習可視化，透過各種工具和策略，如心智圖、圖表、清單、圖解、工作表等，讓學習者的想法、問題、推理和反思得以呈現和分享。這有助於促進更深入的學習，幫助學習者理解和發展他們的想法，並促進他們更有效地解決問題和理解概念[27]。

可見式思考技巧是探究式教學方法的一種，內容可包括：

- (1) 概念地圖 (Concept Mapping)：學生使用圖形方式來視覺化知識，呈現主題之間的關聯和層次，有助於更清晰地理解主題。
- (2) 心智圖 (Mind Mapping)：學生使用一個中心主題，然後從中延伸出支持性思想或子題，以視覺方式呈現訊息的結構。
- (3) 概念表格 (Concept Grids)：以表格形式呈現訊息的方法，有助於比較和對比不同概念、主題或資訊。
- (4) 圖示和圖像使用：將圖示、圖表和圖像用於課程材料，幫助學生更容易理解抽象或複雜的概念。
- (5) 視覺故事 (Visual Storytelling)：學生使用圖像和文字來創建故事，以闡述或表達他們的想法、觀點或理解。
- (6) 可見式思考工具 (Visual Thinking Tools)：使用數位工具來創造、編輯和分享視覺化內容，例如數位概念地圖工具或繪圖軟體。

可見式思考技巧的目標是增加學習效能，提高記憶力，擴大對知識的理解，並促進創造性思考，此種方法也有助於視覺學習者參與課程的動機及成效，將學習過程視覺化，以更容易理解和記憶訊息，這對於各種年齡的學生和不同學科都適用。

探究導向學習源於美國芝加哥大學教授施瓦布 (Joseph J. Schwab) 1961 年於哈佛大學的

一場演講中，提出「以探究方式教授科學 (Teaching of Science as Inquiry)」，這種以杜威 (John Dewey) 由「做中學」 (learning by doing) 為基本概念的學習模式，在 1960 年代逐漸興起，將科學教育融入探究式學習方法的概念，強調學生通過探究、提問和解決問題的方式學習科學，而不僅是知識的累積[28]。

但科學與工程學科中採用探究式教學法仍不夠普及，係因實施探究式教學法可能需要額外的時間和精力，這對一些教師來說可能是一項挑戰；教學進度受到限制的擔憂也是常見的問題，有些教師擔心探究式教學法可能會影響到按照預定進度進行教學；此外，學生對於探究教材的閱讀可能更具挑戰性，因此教師擔心學生在理解上可能會遇到困難；風險考量也是一個顧慮因素，有些教師可能認為不值得承受實施探究式教學法所帶來的風險。同時，同一班學生同質性過高和學生成熟度不足也是教師的顧慮之一。另外，一些教師可能因為習慣於其他教學法，而不太願意改變並引入新的教學模式。教科書提供的內容和順序限制、對於需要更多互動和討論的探究式教學法的不舒適感，以及實施探究式教學法所需的成本，也都是教師不願使用該方法的考量因素[29]。

探究式學習之教學模式 (inquiry-based instructional modules, IBIMs) 與問題導向學習法 (Problem-based Learning, PBL) 皆是以學生為中心的教學方法，強調學生主動學習和自我探究。兩者的差異在於問題導向學習法是以問題為核心，透過問題的設計來引導學生探究、發現、分析和解決問題，通常以小組合作方式進行；而探究式學習模式則是源自於認知心理學和建構主義理論，以探究活動為中心，讓學生在開放的學習情境中，自主提出問題假設，自行收集資料、分析和整理知識，最後歸納出問題解決方案；而教師則為引導者的角色，透過層層詰問、鼓勵深入思考等方式引導學生進行探究和思考。有別於問題導向學習法，探究式學習模式自主探究、發現和解決問題的學習歷程，可以個人或小組進行，評量學習成效的方式可採用自評、互評、回饋意見等方式進行[30-32]。

#### 4. 教學設計與規劃 (Teaching Planning)

本研究計畫預計實踐於 113 學年度於土木工程學系開設的大學部課程「工程經濟學」，教學設計與規劃依教學目標與方法、課程進度、學習成效評量工具分別說明如下：

##### (1) 學科教學目標：

教學方法方面，由於工程經濟學是一門涉及在不同工程專案中做出最佳經濟決策的學科，本研究計畫將以原本課程之課程規劃為基礎，加深加廣課程內容。由於研究議題為結合混合實境與 BIM 技術於施工現場之安全檢核，探究其於工程經濟效應，首先講授介紹工程經濟學的基本概念、理論模型和方法，包含時間價值、現金流、折現率等概念，提供學生建構先備知識的鷹架，再導入可見式思考技巧，將視覺元素融入教學活動中，並引導學生以探究學習模式主動性探索，以進行跨域議題討論、案例分析、實地考察等非傳統講授之多元課程活動；綜整性知識為主軸、以專案管理實作與執行，提高學習彈性豐富學習路徑、自主式學習。教學方法依計畫期程分為兩階段：

可見式學習模式強調學習者透過視覺感知來理解和記憶知識，而探究式學習技巧之核心在於強調學生主動參與、自主探究和問題解決。此兩種相互呼應且相輔相成之學習

技巧，有助營造一個豐富且互動的學習環境，促進學生的主動參與和深度理解，可具體應用於如工程經濟這類囊括複雜抽象概念的學科，以施工現場安全檢核實施之方式為實例，提升學生的理解與記憶並培養他們的問題解決和表達能力，如圖 4 認知歷程與認知向度分類之框架，將學習推向更高層次，有效將習得之知識技能保留與達到良好學習遷移效果。終極目標是培養學生的批判思考能力、解決問題的能力以及持續學習的動機。

(2) 學生學習目標：

「工程經濟學」為土木工程學之基礎學科，與工程實踐緊密結合，提供專業從業人員實施工程專案中所需的財務分析工具，為使知識轉化為實踐的能力，課程規劃以本校土木工程學系三大教育目標及大學部學生畢業時應具備之核心能力為基礎，所擬訂本課程之 7 項教學目標如表 1：



圖 4 工程經濟學教學目標

表 1 本課程之教學目標

1. 掌握財務工具：	學習者能熟悉各種財務工具，如現金流分析、淨現值（NPV）、內部報酬率（IRR）、成本效益分析等，並能應用這些工具來評估和比較不同的工程項目。
2. 理解金錢與時間價值：	學習者能理解時間價值的重要性，即未來金錢的價值比當前金錢低，並能夠進行時間價值的折現計算。有助於理解金錢在不同時間點的價值，並支援合理的財務決策。
3. 了解成本估算：	學習者能估算工程方案的成本，包括建設成本、運營成本和維護成本。應用於評估和推動具持續性的工程方案，有助衡量環境和社會成本。
4. 進行投資和成本效益分析：	學習者能評估分析工程方案成本、投資風險和效益，以確定最佳資源分配和投資策略。助於確保方案在預算內完成，並實現最大的效益。
5. 管理風險分析：	學習者能考慮不確定性因素，如市場波動、技術風險和經濟波動，以評估工程決策的風險，並制定應對策略。
6. 支持經濟決策：	學習者能運用所學的經濟原則，做出工程和科技領域的系統性決策，例如選擇最佳的工程設計、技術解決方案或資本投資計畫，比較不同選項與策略，並確保資源之最佳應用。
7. 實踐工程經濟專業：	學習者能了解工程業界與法規之規範，應用工程經濟學原則有效地將經濟分析的結果和建議呈現給利益相關者，包括高級管理層、投資者和政府機構。

本課程教學目標與本校土木系教育目標及學生應備核心能力之關係如下圖 5：

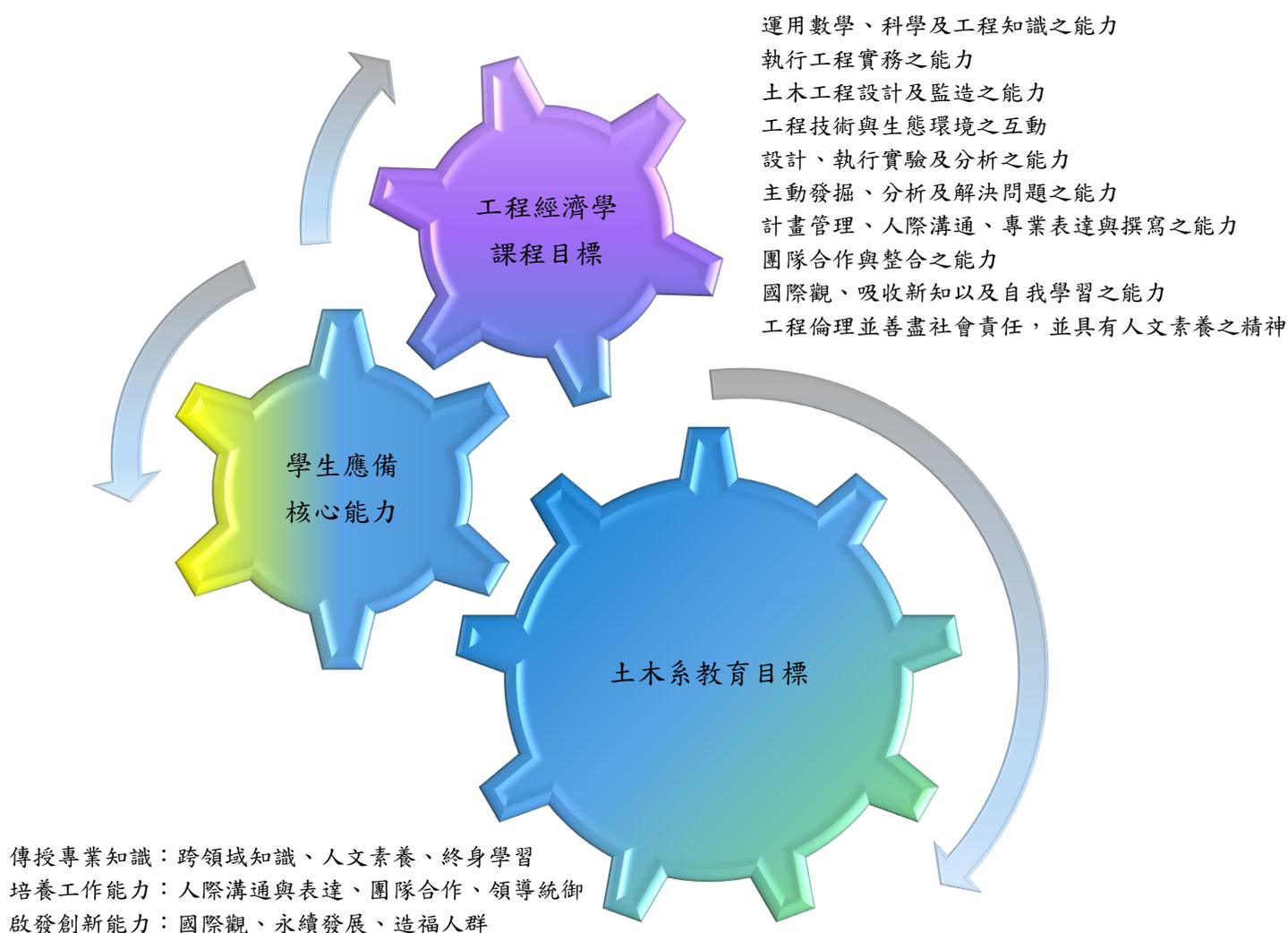


圖 5 工程經濟學教學目標與系訂教育目標及學生應備核心能力關聯圖

訂定「工程經濟學」教學目標時除符合上述系訂教育目標及土木系大學部學生應備能力外，亦應用 Anderson (2001)修訂 Bloom 後所提出之教育目標分類，由兩項工具：「認知歷程向度」及「知識向度」分類並檢核，**認知歷程項目**由低層次至高層次分別為記憶、了解、應用、分析、評鑑、創造，將各元素組成具完整功能的全新個體[33]。**知識向度**則包括事實性知識、概念性知識、程序性知識、後設認知知識；結合兩個向度而形成如下的分類框架表（如表 2），學生由此課程中習得之能力，越接近此分類框架表的右下方，如 D6，則表示習得後的知識技能之保留與遷移效果越好，越能符合未來職涯所需要的關鍵能力。本課程教學目標以「動詞（認知歷程向度）+名詞（知識向度）」編寫，並進一步檢視學習目標對應於分類表上的座標，例如「進行投資和成本效益分析」，學生學習目標在於能評估分析工程方案成本、投資風險和效益，以確定最佳資源分配和投資策略。即落在 A4、B3、B4 象限內，表示此教學目標兼具應用與分析事實性以及概念性知識。又例如「實踐工程經濟專業」，學生的學習目標在於能了解工程業界與法規之規範，應用工程經濟學原則有效地將經濟分析的結果和建議呈現給利益相關者，落在 C5、D5、D6，此教學目標為分析與評鑑程序性知識及後設認知知

識[34]。

表 2 認知歷程與認知向度分類框架表

知識向度	認知歷程向度					
	1 記憶	2 了解	3 應用	4 分析	5 評鑑	6 創造
A 事實性知識：	A1	A2	A3	A4	A5	A6
B 概念性知識：	B1	B2	B3	B4	B5	B6
C 程序性知識：	C1	C2	C3	C4	C5	C6
D 後設認知知識：	D1	D2	D3	D4	D5	D6

藉由上述教學目標之規劃，學生將能習得作為工程專業人員所應具備的條件，如何在完整工程專案中，有系統地使財務、時間和資源方面達到最佳效益，以最佳之決策確保工程專案順利推行。

## 5. 研究設計與執行方法 (Research Methodology)

### 5.1 研究設計

本教學實踐研究計畫旨在導入可見式思考技巧應用於探究式學習模式，解決教學現場常見之學用不一的問題，以施工現場安全檢核之案例，融入工程經濟學課程，分析創新安全檢核方式所帶來的工程經濟效應。研究架構可分為教學前準備及課程執行與成果分析兩階段，如圖 6 所示，各階段分述如下：

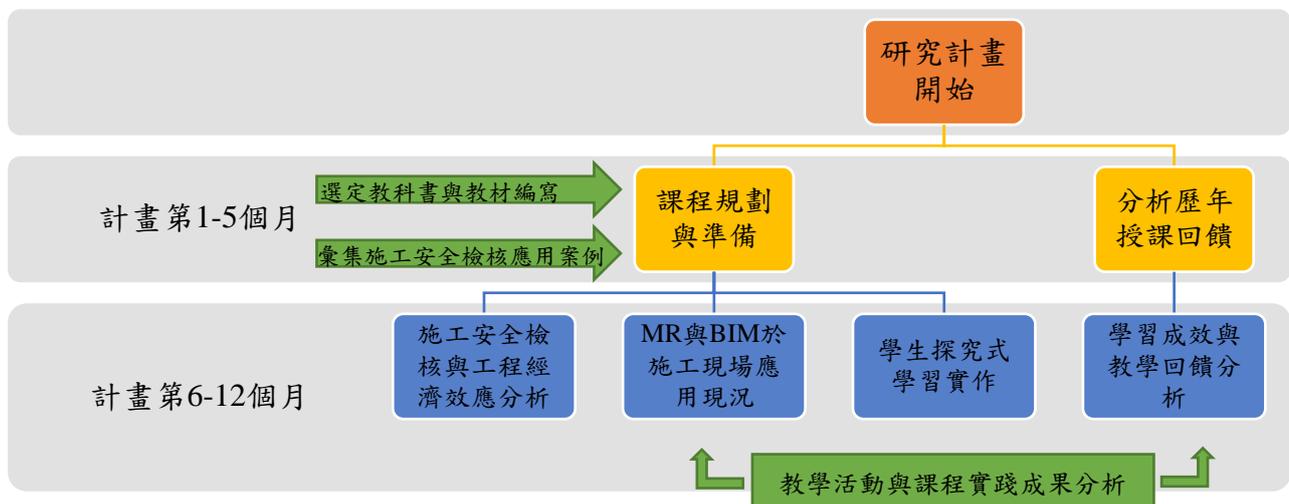


圖 6 研究架構圖

依據本研究目的運用可見式思考技巧的探究式教學模式，搭配施工現場安全檢核案例，進行專題實作，結合創新混合實境技術與 BIM 作為基礎，以概念圖、心智圖或海報等形式分析案例、發掘問題並研擬設計完成專案，將小組思考過程與理解圖像化具體呈現並驗證。計畫第 1-5 個月為上學期之課程規劃準備階段，依授課計畫書與核心課程目標，並分析歷年授課的教學回饋，擇定合適學生之教課書，並編寫教材與教學輔助媒體，另一方面蒐集彙集施

工安全檢核應用案例，並探詢合適之施工安全檢核領域及混合實境技術專家，擔任案例分析課程單元之講師；計畫第 6-12 個月為下學期之課程執行與教學成效成果分析階段，課程單元以模組化進行，教學活動包含教師授課、小組案例與專案實作計畫討論、實地參訪、專題成果報告，最後進行教學成效、學習動機以及學生自我效能評估分析，做為課程改進與修正之參考。

## 5.2 研究方法與工具

本研究採用混合實境 MR 和 BIM 技術應用於施工現場安全檢核之實際案例，並將可見式思考技巧和探究式學習模式導入工程經濟學課程；研究目的在於評估學生是否能將理論知識應用於實際案例中。學生將以小組形式探討領域專家介紹的案例，以工程經濟理論分析其效應，並使用視覺化工具協助專案設計；研究工具包括學生自我學習評量表及教學成效問卷，並輔以觀察記錄（包括課堂表現評估和書面報告分析），進行教學回饋意見的蒐集及學生學習成效分析等研究資料蒐集。

- (1) 學生自我學習評量表：此研究工具可幫助學生反思在分析案例和應用工程經濟理論方面的學習進度和理解程度，內容以李克特五點量表（非常同意、同意、無意見、不同意、非常不同意）設計[35]，自我學習評估內容將包含：
  - 案例理解與分析
    - 案例理解：我能夠理解專家介紹的案例背景和關鍵問題。
    - 理論應用：我能夠正確應用工程經濟理論來分析案例。
    - 效應探討：我能夠探討理論對案例可能產生的效應。
  - 視覺化工具運用
    - 工具選擇：我能夠選擇合適的視覺化工具來協助專案設計。
    - 資料呈現：我能夠有效地使用視覺化工具來呈現數據和分析結果。
    - 設計創新：我能夠創造性地使用視覺化工具來增強專案的表達。
  - 團隊合作與溝通
    - 團隊協作：我能夠與團隊成員有效地合作，共同完成專案。
    - 溝通技巧：我能夠清晰地表達自己的想法並聆聽團隊成員的意見。
    - 貢獻評估：我能夠公正地評估自己在團隊中的貢獻。
  - 自我反思與成長
    - 學習目標：我能夠設定具體的學習目標並追蹤自己的進步。
    - 問題解決：我能夠在遇到問題時，主動尋找解決方案。
    - 成長反思：我能夠反思自己的學習過程，並從中獲得成長。
- (2) 教學成效問卷：配合校內線上期中教學回饋與期末教學評量問卷(填答頁面如圖 7)，提供學生即時反饋教學意見的管道，問卷彙整後採用 SPSS 統計分析軟體進行各項教學指標分析，5 等第量化結果將進行實施教學實踐前後教學成效之比較，做為未來教學調整與改善之參考。

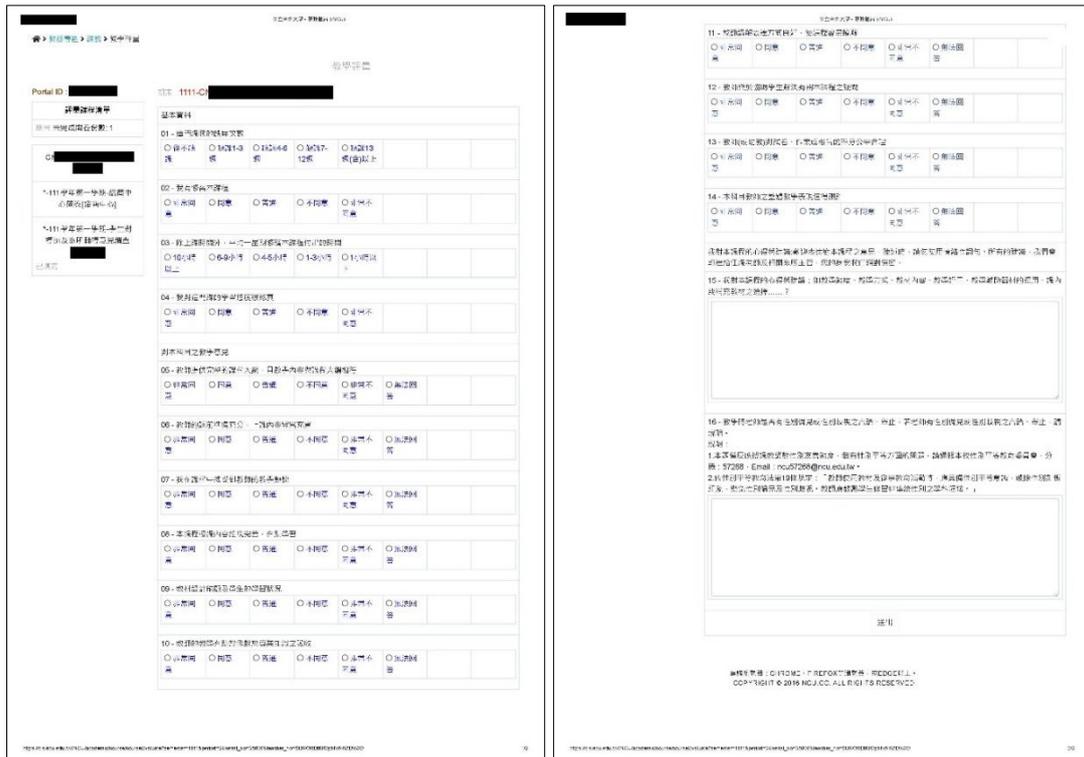


圖 7 本校期末教學評量填答頁面示意圖

(3) 觀察記錄 (包括課堂表現評估和書面報告分析): 工程經濟學以課程模組進行, 並採用多元課程活動, 過程中將由教學者 (教師)、旁觀者 (教學助教)、及學習者本身 (學生) 採用不同的觀察工具記錄並評估學生在學習活動中的表現和互動。

- 教學者: 使用記錄表格或評量工具, 按照時間軸記錄課堂活動、學生的參與度、學生對教學活動的反應、所使用的教學方法或策略的效果、學生之間的互動和教師與學生的互動等, 有助於教師評估教學過程, 了解學生的學習狀況, 並在必要時做出調整以提高教學效果。
- 旁觀者: 選擇性逐字紀錄表、教學錄影回饋表、並以課堂後的訪談了解學生對於教學的回饋意見以及時發現問題, 提供教學者調整教學的參考。
- 學習者: 以小組專案執行計畫書與每週進度自我檢核表, 經由記錄每一階段的學習歷程與專案設計與執行過程, 可供學生自我檢視學習歷程的機會以便及時修正專案內容; 各小組利用每週進度自我檢核表掌控專案基本資訊、各階段工作項目、可使用之資源, 與計畫風險管理。

這些工具可以幫助教師更詳實地記錄教與學現象, 並根據觀察焦點進行記錄。教師同時將根據教學目標和學生的學習進度來調整觀察記錄的內容和格式, 以確保觀察記錄能夠有效地反映學生的學習情況。並採用數位學習系統結合教學互動平台與反饋系統, ee-class 數位學習平台, 便於教師利用網路及影片資源進行教學, 學生可直接在教材上標示並提問、紀錄共同討論活動, 系統並同時提供隨堂練習即時回饋功能, 協助教師即時瞭解學生學習成效, 並可統計及追蹤學生學習進度, 有助行動學習 (介面如圖 8)。



圖 8 本校數位學習平台 ee-class 介面示意圖

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

### 6.1 教學過程與成果

本計畫以工程經濟學課程為實踐場域，導入混合實境 (Mixed Reality, MR) 與建築資訊模型 (Building Information Modeling, BIM) 技術，結合可見式思考技巧與探究式學習教學模式，強化學生對施工現場安全檢核與經濟評估之理解與應用。課程設計進行涵蓋課堂講授、實地參訪、案例分析、小組合作與專案成果發表等學習活動，促進學生主動探索、團隊協作與問題解決能力的養成。

教學活動中，學生透過操作視覺化工具 (如心智圖、概念圖與圖表分析) 進行現場案例解析，並結合 MR 模擬場景與 BIM 模型，比對施工規劃與安全檢核要點。課程中亦邀請具實務經驗之產業專家參與講座，強化學術與實務之連結，提升學生對產業脈動與應用情境的理解深度。





圖 9 邀請專家進行相關主題演講

在教學實踐過程中，課程特別安排學生實地參訪「桃園國際機場第三航廈工程」，作為結合混合實境與 BIM 技術教學模組的重要延伸學習活動。第三航廈為目前臺灣最具規模與技術密度的國家級重大建設，施工現場涉及大量 BIM 建模協作、施工階段安全控管、與多工項界面管理，對於學生理解大型公共工程在時程、預算與風險控管上的工程經濟挑戰極具代表性。

參訪過程中，學生由專業導覽人員引導，實地觀察工區分流動線、安全圍設與高架作業防墜設施等現場配置，並結合課堂所學 BIM 模型與視覺化資料進行比對，提升其對數位模型與實體工地落差的理解。此外，現場亦介紹施工管理單位如何透過 BIM 平台整合設計變更與成本估算資訊，使學生能進一步體會數位工具在實務經濟與施工安全管理中的關鍵角色。

透過本次參訪，學生得以將理論知識延伸至真實場域，深化對施工現場安全檢核流程與數位管理技術應用的認識，亦促進其對工程經濟效益評估與跨專業協作挑戰的理解，強化課程內容與業界實務之連結。



圖 10 帶領學生進行校外參訪

本課程另以分組報告作為重要的教學策略之一，藉由小組合作形式，引導學生整合所學知識、分析個案並提出解決方案。每組學生需針對一項與施工現場安全檢核或工程經濟議題相關的案例進行研究，內容需涵蓋 BIM 模型應用、混合實境視覺輔助、風險評估邏輯與經濟效益分析等面向，並於期末進行成果發表與同儕互評。

透過此形式，學生不僅能強化資訊整合與表達能力，更可在跨領域合作中提升溝通協調與專案管理經驗。教師於過程中提供階段性回饋，促進學習方向與品質的穩定發展。

觀察結果顯示，分組報告能提升學生對課程主題的理解深度，並促進主動學習與自我挑戰意識。然而也有部分學生在初期面臨角色分工不均與時間安排不當等困難，後續透過明確化專案要求與增加課程中檢核節點，有效改善了小組協作的流暢性與成果品質。整體而言，分組報告作為承載教學創新與實務應用的重要環節，展現出強化學生整合能力與批判思考的潛力，亦為後續課程設計提供具體可行的教學模式。



圖 11 小組專案實作成果範例

## 6.2 教師教學反思

本研究透過不同研究工具進行學生學習成效與教學回饋的蒐集與分析，包括 Rubrics 評量標準、ee-class 數位學習平台紀錄、期中與期末教學問卷回饋，以及學生小組進度自我檢核表。其中最關鍵的依據為前後測學習成效評估問卷，比較學生在課程開始前與結束後於課程認知、學習動機與課程活動參與等面向的發展，藉此衡量教學模式的實施效果。問卷採李克特五點量表，題項共分為四大構面，總計 22 題，於課堂中以紙本形式發放並回收，以確保資料回應率及代表性。

根據 SPSS 統計分析結果（如圖 12 所示），本次課程共回收有效問卷 15 份，前後測平均分數分別為 4.20 與 4.19，整體變化雖無太大變化，但在部分具體題項上仍顯示出顯著進步或學生態度轉變。以成對樣本 T 檢定結果觀察，有六題達顯著水準 ( $p < 0.05$ )，分別為 A1「授課老師的教學方式確實影響了我對工程經濟學的興趣」、C1「課程中多元教學工具的重要性」、C3「業界專家講座的安排」、D1「透過視覺化工具理解經濟分析」、D2「圖像輔助學習的效益」、D4「圖示與案例探討能提升學習興趣」，顯示在教學方式與輔助工具設計上，學生反應明確且正向。其中，以 D2 題「相較於文字與公式，我更容易理解圖像輔助內容」的

成效最為明顯 ( $p=0.001$ )，也反映課程設計中導入圖表分析、視覺化說明、財務模型等工具有助於學生理解抽象經濟概念。此外，C3 題顯示業界專家講座能引導學生重視實務連結 ( $p=0.011$ )，而 A1 題的顯著差異 ( $p=0.032$ ) 也說明教師教學風格對學生學習態度的正向影響。

然而，亦有多題在統計上未達顯著差異，例如 B3「課程任務幫助我更主動學習」、C5「專案實作對學習的幫助」與 D5「希望課程內容能結合視覺化工具」，其  $p$  值皆為 1.000，顯示學生對這些教學設計的反應尚不明確，可能來自實作與學用連結程度不足，或學習時間未能有效轉化為具體成效。部分學生雖在課堂中表現積極，但可能仍缺乏對實作目的與評量方式的深入理解，後續可考慮更具體的學習任務設計與成果展現方式，以促進其學習動機轉化為實質成效。

## 學習成效分析

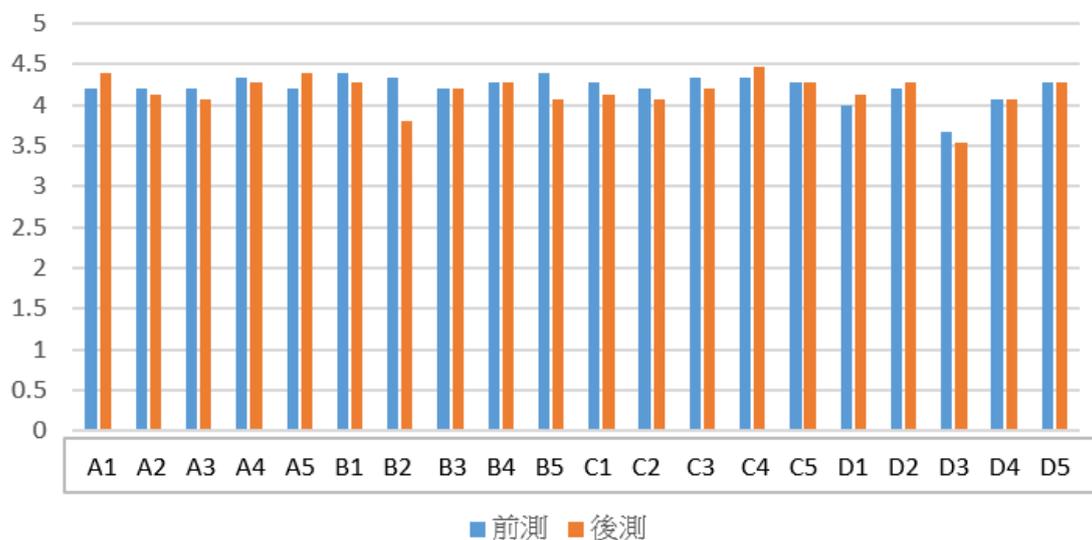


圖 12 學生學習成效評估問卷前後測分析

綜觀分析結果，課程導入可見式思考技巧和探究式學習模式對學生課程參與度與學習成效確有助益，尤其在多元教學、業界導向與視覺化工具的運用上更具成效，亦顯示學生對以實務為本的教學方式具有高度認同。未來教學規劃中建議強化實作任務設計與學習目標對齊，並配合更多即時回饋機制，引導學生反思學習成果，以達到更全面而具深度的學習成效。

### 6.3 學生學習回饋

本學期「工程經濟學」課程以數位科技導向的創新教學活動設計為核心，結合混合實境 (MR)、建築資訊模型 (BIM) 與可見式思考技巧，並輔以校外參訪與專案實作，引導學生將抽象的工程概念轉化為具體可應用的解決方案。學生透過校內的期中線上教學回饋、期末教學評量問卷與學習成效自評問卷，對課程進行反思與回饋。整體反應顯示，實地參訪活動對學生的學習成效具有顯著助益，特別是在專案構思與執行階段，能夠有效促進其跨域思維與實務應用能力。

多數學生指出，前往桃園國際機場 T3 航廈工地進行現場觀摩，使其能夠將課堂所學的施工安全檢核原則與實際工地情境相互對照，進而強化對工程風險管理與數位輔助技術 (如 BIM 模型整合、安全模擬分析) 的理解與掌握。學生亦建議未來課程可持續加強實作導向活

動，包含工地參訪、案例研討與分組報告等，提升其對專案規劃、溝通協調與經濟評估的整體能力。以下為部分學生的回饋摘要：

- 參訪 T3 航廈讓我實際看到 MR 與 BIM 在現場應用的案例，也讓我思考如何將圖面資訊與風險管理結合起來，幫助我構思報告方向。
- 親眼看到機場建設中的動線管制、圍設與高空作業管理，讓我對施工安全的判斷有更具體的理解。
- 在小組報告時，大家針對經濟效益的評估方式各有見解，學到很多溝通與整合的技巧，也更懂得專案中的取捨。
- BIM 模型原本看不太懂，參訪後比對實際工地才知道那些管線與構件的配置為何重要。
- 覺得這門課讓我第一次真正將經濟學與現場管理連結起來，不再只有教科書中的內容。
- 作報告時嘗試溝通，大家都會給相應回饋，對於人際溝通及表達能力，都有幫助。
- 參訪中學到實務經驗、拓展視野。

## 7. 建議與省思 (Recommendations and Reflections)

本研究以施工現場安全檢核為核心議題，結合混合實境 (Mixed Reality, MR) 與建築資訊模型 (Building Information Modeling, BIM) 技術，並導入可見式思考技巧與探究式學習模式，逐步理解施工風險控管與工程經濟評估的整合邏輯，期能縮短學用落差，培養學生跨領域整合與實務應用的能力。

學生在課程初期對抽象經濟概念與 MR/BIM 技術的整合應用仍感生疏，經由課堂案例分析、業界專家講座與模擬練習，逐漸建立對施工經濟效益、安全風險與數位工具應用的基本理解。此外，安排參訪桃園國際機場工地現場，讓學生親身觀察大型公共工程中實際執行的安全設施配置、施工模擬與 BIM 管理流程，加深對數位模型與現地條件落差的認知，並反思如何透過視覺化與工程數據改善風險溝通與管理效率。課後反饋普遍顯示，該參訪有助於學生將理論知識與真實場域連結，並激發其對未來工程角色的理解與投入。綜整課程執行與學生學習歷程，提出以下幾點建議與省思：

- (1) 課程時間配置與緩衝設計：根據學生教學回饋，實地參訪與專案製作對學習成效極具幫助，然而創新教學法與跨域內容導入需要更長的消化時間。建議可適度延長課程模組或在教學設計中安排緩衝週期，讓學生有更多機會反覆練習與內化所學。
- (2) 分階段導入教學創新：由於 MR 與 BIM 技術對部分學生而言仍具門檻，建議未來以階段性策略逐步導入複合式教學資源與工具，降低適應負擔，提升教學成效與學習意願。
- (3) 強化參訪與實作後的反思機制：每次參訪或任務後，應鼓勵學生記錄學習心得與挑戰，並由教師或助教提供個別或小組回饋，協助學生釐清學習方向與修正專案策略，使成果更貼近實務需求。
- (4) 採多元評量策略以展現學習成效：除期末成果外，可納入過程性評量、自我評估與成果展示等方式，更全面地呈現學生在概念理解、工具操作與問題解決等層面的進展與成果。
- (5) 依課程屬性調整創新教學策略：不同課程適合導入的教學法與技術深度各異，未來在設計教學活動時，應考量學生背景與課程目標，調整創新教學的深度與步調，避免一

體適用。

整體而言，混合實境與 BIM 技術導入雖在短期內尚未展現全面性成效，惟其在學生專案思維、視覺化理解與實務連結方面已具初步成果。創新教學與課程設計在一學期的授課時間內不容易達成顯著的效果，但其對學生長期能力的培養具有深遠影響。未來應持續優化教學設計，結合學生需求與產業趨勢，培養具備安全風險意識與數位素養的跨域工程人才。

## 二、 參考文獻

- [1] Wood, D., Bruner, J. S., and Ross, G. (1976). "The role of tutoring in problem solving." *Journal of child psychology and psychiatry*, 17(2), 89-100.
- [2] Fu, W., Wang, Q., and Zhao, X. (2018). "Platform-based service innovation and system design: a literature review." *Industrial Management & Data Systems*, 118(5), 946-974.
- [3] 勞動部職業安全衛生署 (2021). "勞動檢查統計年報"  
< <https://www.osha.gov.tw/48110/48331/48333/48339/> >
- [4] 勞動部勞動及職業安全衛生研究所 (2019). "職業災害因素分析與防護策略研究報告"
- [5] Dunston, P. S., and Wang, X. (2005). "Mixed reality-based visualization interfaces for architecture, engineering, and construction industry." *Journal of construction engineering and management*, 131(12), 1301-1309.
- [6] Selonen, P., et al. (2012). "Mixed reality web service platform." *Multimedia Systems*, 18(3), 215-230.
- [7] Chai, J. J., et al. (2022). "Augmented/mixed reality technologies for food: A review." *Trends in Food Science & Technology*, 124, 182-194.
- [8] Kounlaxay, K. and S. K. Kim (2020). "Design of Learning Media in Mixed Reality for Lao Education." *Cmc-Computers Materials & Continua*, 64(1), 161-180.
- [9] Rincon, E., et al. (2023). "Mixed Reality in Undergraduate Mental Health Education: A Systematic Review." *Electronics*, 12(4).
- [10] Holz, T., et al. (2011). "MiRA-Mixed Reality Agents." *International Journal of Human-Computer Studies*, 69(4), 251-268.
- [11] Kolivand, H., A. H. Zakaria, and M. S. Sunar (2015). "Shadow Generation in Mixed Reality: A Comprehensive Survey." *Iete Technical Review*, 32(1), 3-15.
- [12] El Ammari, K. and A. Hammad (2019). "Remote interactive collaboration in facilities management using BIM-based mixed reality." *Automation in Construction*, 107.
- [13] Chalhoub, J. and S. K. Ayer (2018). "Using Mixed Reality for electrical construction design communication." *Automation in Construction*, 86, 1-10.
- [14] Liu, Z., et al. (2023). "Immersive Technologies-Driven Building Information Modeling (BIM) in the Context of Metaverse." *Buildings*, 13(6).
- [15] Ding, Z. K., K. R. Zheng, and Y. Tan (2022). "BIM research vs BIM practice: a bibliometric-qualitative analysis from China." *Engineering Construction and Architectural Management*, 29(9), 3520-3546.
- [16] Raza, M.S., et al. (2023). "Potential features of building information modeling (BIM) for application of project management knowledge areas in the construction industry." *Heliyon*, 9(9).
- [17] Azhar, S., M. Khalfan, and T. Maqsood (2012). "Building information modeling (BIM): now and beyond."

*Australasian Journal of Construction Economics and Building, The*, 12(4), 15-28.

- [18] Zou, Y., A. Kiviniemi, and S.W. Jones (2017). "A review of risk management through BIM and BIM-related technologies." *Safety Science*, 97, 88-98.
- [19] Jiao, Y.H. and P. Cao (2023). "Research on Optimization of Project Design Management Process Based on BIM." *Buildings*, 13(9).
- [20] Eadie, R., et al. (2013). "BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis." *Automation in Construction*, 36, 145-151.
- [21] Mesáros, P., T. Mandicák, and A. Behúnová (2022). "Use of BIM technology and impact on productivity in construction project management." *Wireless Networks*, 28(2), 855-862.
- [22] Wang, T.G. and H.M. Chen (2023). "Integration of building information modeling and project management in construction project life cycle." *Automation in Construction*, 150.
- [23] Ritchhart, R., Church, M., and Morrison, K. (2011). *Making thinking visible: How to promote engagement, understanding, and independence for all learners*. John Wiley & Sons, New York.
- [24] Tishman, S., and Palmer, P. (2005). "Visible thinking." *Leadership compass*, 2(4), 1-3.
- [25] Project Zero. (n.d.). Retrieved from <http://www.pz.harvard.edu/>
- [26] Fernandez-Fontecha, A., O'Halloran, K. L., Wignell, P., & Tan, S. (2020). "Scaffolding CLIL in the science classroom via visual thinking: A systemic functional multimodal approach." *Linguistics and Education*, 55, 100788.
- [27] Fernández-Fontecha, A., O'Halloran, K. L., Tan, S., & Wignell, P. (2019). "A multimodal approach to visual thinking: the scientific sketchnote." *Visual Communication*, 18(1), 5-29.
- [28] Labouta, H. I., Kenny, N. A., Li, R., Anikovskiy, M., Reid, L., & Cramb, D. T. (2018). "Learning science by doing science: an authentic science process-learning model in postsecondary education." *International Journal of Science Education*, 40(12), 1476-1492.
- [29] Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont, CA: Wadsworth.
- [30] Varadarajan, S., & Ladage, S. (2021). "Adapting an inquiry-based approach for undergraduate chemistry laboratory courses: an exploratory study." *Current Science*, 121(3), 354.
- [31] Al Mamun, M. A., Lawrie, G., & Wright, T. (2020). "Instructional design of scaffolded online learning modules for self-directed and inquiry-based learning environments." *Computers & Education*, 144, 103695.
- [32] Gorghiu, G., Drăghicescu, L. M., Cristea, S., Petrescu, A. M., & Gorghiu, L. M. (2015). "Problem-based learning-an efficient learning strategy in the science lessons context." *Procedia-social and behavioral sciences*, 191, 1865-1870.
- [33] Anderson, M. J. (2001). "A new method for non-parametric multivariate analysis of variance." *Austral ecology*, 26(1), 32-46.
- [34] L. W. Anderson et. al., *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational outcomes: Complete edition*. New York, NY, USA: Longman, 2001.
- [35] Likert, R. (1932). "A technique for the measurement of attitudes." *Archives of psychology*.

### 三、 附件

## 授課計畫書

*開課時段	<input type="checkbox"/> 上學期 <input checked="" type="checkbox"/> 下學期 <input type="checkbox"/> 寒假 <input type="checkbox"/> 暑假 <input type="checkbox"/> 其他(請說明_____)
*授課教師	<input checked="" type="checkbox"/> 主授 <input type="checkbox"/> 合授 (若為多人合授課程請詳列教師姓名與單位，並於課程進度表註記各教師負責部分)
*開課系(所)	土木工程學系
*中文課程名稱	工程經濟學
*英文課程名稱	Engineering Economics
*課程屬性	<input type="checkbox"/> 系所/學程/學院必修(請填寫系所/學程/學院名稱_____) <input checked="" type="checkbox"/> 系所/學程/學院選修(土木工程學系) <input type="checkbox"/> 共同科目 <input type="checkbox"/> 通識課程 <input type="checkbox"/> 其他(需為學校正式學制採計畢業學分之課程)_____
*學分數	3 學分(如無學分數，請填「0」)
*授課時數	總計 54 小時(3 小時/週)(實習時數不計入)
實習時數	總計_____小時(_____小時/週)
*授課對象	<input type="checkbox"/> 專科生(_____年級) <input checked="" type="checkbox"/> 大學部學生(3 年級) <input type="checkbox"/> 碩士生 <input type="checkbox"/> 博士生
*過去開課經驗	<input checked="" type="checkbox"/> 曾開授本門課程 <input type="checkbox"/> 曾開授類似課程 <input type="checkbox"/> 第一次開授本門課程
*預估修課人數	30
*主要授課語言	<input checked="" type="checkbox"/> 國語 <input type="checkbox"/> 臺語 <input type="checkbox"/> 客語 <input type="checkbox"/> 原住民族語 <input type="checkbox"/> 英語 <input type="checkbox"/> 其他(_____語)
*教學目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 掌握財務工具</li> <li>• 理解金錢與時間價值</li> <li>• 了解成本估算</li> <li>• 進行投資和成本效益分析</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 管理風險分析</li> <li>• 支持經濟決策</li> <li>• 實踐工程經濟專業</li> </ul>			
*教學方法	講授、案例介紹、小組討論、實地參訪、專案報告			
*成績考核方式	期中專案實作計畫報告，25% 作業(案例分析與小組專案進度)，25% 課程參與，25% 期末實作專案成果，25%			
*課程進度	請簡述每週(或每次)課程主題與內容，自行依照所需增減表格			
	週次(堂次)	課程主題	內容【說明】	備註
	1	課程介紹	含課程目標、可見式思考技巧以及工具選用、預計學習的工程經濟學理論與範圍、評量方式等說明	
	2	成本概念與設計經濟學	工程經濟學專業知識建構	
	3	金錢時間關係和對等及應用	工程經濟學專業知識建構	
	4	折舊和所得稅	工程經濟學專業知識建構	
	5	用效益成本比法評估項目	工程經濟學專業知識建構	
	6	成本估算技術	工程經濟學專業知識建構	
	7	案例分析	施工現場安全檢核現況與趨勢	業師
	8	案例討論	施工現場安全檢核與工程經濟	業師
	9	價格變動與匯率	工程經濟學專業知識建構	
	10	期中評量--小組專案執行計畫報告	確立分析案例之工程經濟效應的理論架構	
	11	實地參訪	彈性教學時數	校外
	12	擇定工程經濟理論並以可視化形式彙整	探究式教學活動	
13	處理不確定性和替換	工程經濟學專業知識		

		分析	建構	
	14	資本融資與分配	工程經濟學專業知識 建構	
	15	處理多屬性決策	工程經濟學專業知識 建構	
	16	小組專案實作報告_1		
	17	小組專案實作報告_2		
	18	課程總結及回饋	彈性教學時數	
*學生學習成效	(1) 技能知識與推理能力； (2) 專業素養與問題解決能力； (3) 團隊協作與溝通技巧； (4) 深入學習和自主探究			
*預期個人教學成果	(1) 透過可見式思考技巧，學生在「工程經濟學」課程中學習工程專案與決策的經濟原則和技巧，並能評估其經濟效應，同時增強個人深度學習、團隊合作和專案執行能力。教師通過學生的實作和視覺化成果，更全面地了解學生的學習成效。 (2) 採用探究式教學模式，學生具備高度自主性，讓教師更易觀察到教學現場的現象和問題，進而調整課程結構和更新教學內容，同時提升教師的自我效能感。			
*學習成效評量工具(如前後測、學生訪談、問卷調查等)	期中專案實作計畫報告、作業、課程參與以及期末實作專案成果			