

2026 台灣 AI 教育年會教學應用投稿文件

主題名稱：大三必修課機械設計(二)的 AI 導入設計

設計者：袁長安

設計理念

一、AI 應用設計的起點與問題陳述（必填）

● 設計起點/動機：

本教學設計之起點，源於高等工程教育所面臨之結構性壓力。其一，生成式人工智慧之擴散與迭代速度，已顯著超越一般課程更新與選修課試行之時間尺度。若僅以選修課逐步試辦，將難以達成足夠之覆蓋率，亦難以於學生畢業前建立其最低限度之 AI 素養與求證習慣。為了強化學生的 AI 能力，本設計選擇將 AI 融入「機械設計（二）」大三必修課，以必修課之高覆蓋特性，進行基礎能力之快速補給與制度化導入。

其二，機械設計本質上屬複雜系統問題，涉及多領域知識、限制條件與情境依賴性判斷。對於新進學習者而言，單憑個體知識儲備難以全面掌握。生成式 AI 具備快速存取資訊、彙整資料與生成候選方案之能力，適合作為協助學習者處理局部細節之工具。然而，設計活動之核心價值並不在於資訊取得，而在於跨面向統整、設計取捨與決策承擔。特別是在客戶之聲（Voice of Customer, VoC）多呈灰色地帶之真實情境中，學習者須能於不確定條件下提出可辯護之設計選擇，並規劃其後續驗證路徑。

因此，本課之 AI 融入並非以工具展示為主，而是以設計決策與協作論證為核心能力目標，並以四個相互銜接之流程架構化落實。第一，先建立設計之共同語言與工程化描述，使學生能清楚表述 VoC、成本（Cost）、限制條件/風

險與設計驗證。第二，導入 AI 工具之負責任使用規範，使 AI 產出具有可追溯性與可驗證性；此外，本課在 AI 素養之設計亦參照聯合國科教文組織 UNESCO 所提出之 AI 能力框架[1]，其於「Ethics of AI」向度強調倫理內建（ethics-by-design）與情境適配，主張學習者應能辨識 AI 是否適用於特定任務，並就 AI 工具之倫理風險、規範合規與使用脈絡進行檢核。基於此，本課以新聞、社會趨勢與學生生活議題作為練習素材，引導學生建立「提問→求證→思索」迴圈，使 AI 使用自然嵌入批判性判讀與證據驗證流程，而非停留於內容生成。第三，透過漸進式分組報告使學生逐步上場，先以可由教材驗證之元件設計任務建立求證習慣，再進入更開放之系統議題以訓練設計取捨能力與跨域整合。第四，以「報告組、提問組、獨立組」三組輪替與明確評量方法進行課堂治理，提升分組討論品質並降低同儕評量失真，從而使 AI 使用品質與設計論證品質皆可被觀察、校正與改進。

● 欲解決之核心問題：

本 AI 應用設計所對應之問題，主要涵蓋以下三類。

第一，設計討論常見「資訊堆疊而缺乏統整」之困境。學生即使能蒐集大量資料，仍可能停留於片段知識或單一視角，難以將 VoC、成本、限制與風險整合為一致之推理鏈，亦難以提出可驗核之證據支撐其設計選擇。

第二，AI 介入後容易加劇表面合理但不可驗證的產出偏差。由於學生對 AI 工具之熟悉度差異甚大，且普遍缺乏對 AI 回答進行求證、交叉查核與邏輯一致性檢驗之習慣，若欠缺明確規範與評量設計，AI 輸出易被誤作結論，進而影響設計判斷之可靠性。

第三，在大班制必修課脈絡下，分組報告與同儕互評常伴隨合作失衡與評量信度不足之風險。例如搭便車、少數人主導、討論品質不穩定、或評分趨於同質化與人情化。此類現象使個體貢獻不易辨識，亦削弱回饋之可操作性，進而不利於建立有效的學習改進循環。

綜上所述，本設計旨在以制度化流程回應上述痛點。核心策略為將 AI 使用納

入可追溯與可驗證框架之中，同時以三軸輪替與評分標準使分組討論中的論證、提問與評量角色責任具體化，從而提升設計討論之品質、同儕評量之信度，以及 AI 輔助下之工程決策能力。

● 現狀分析：

就一般機械設計相關課程之常見樣態而言，教學內容多以知識傳授與解題訓練為主軸，並以機械元件為單元進行章節化安排。此類模式有利於概念與計算技能之系統性覆蓋，但在教學時間有限與評量負擔可控之考量下，較少要求學生於灰色需求情境中完成完整之方案權衡、風險辨識與證據導向之設計論證。

另一方面，雖有部分課程採行專題導向或專案式學習（Project-based Learning, PBL）以提升開放題能力，但在多數教學現場中，受制於學期週數、資源可用性與大班管理需求，專題往往被設計為可快速收斂之簡化系統或縮小版任務。此種過度簡化使學生較少面對真正的複雜系統整合與跨域設計取捨，亦降低了運用 AI 工具進行多方案探索與求證的必要性。再者，若專題採用既有成熟系統作為案例，學生可能主要依循教科書或既定流程完成任務，反而無法形成可被評量之 AI 使用品質訓練與驗證情境。

因此，本設計在必修課脈絡下，採取「漸進式任務設計與制度化課堂治理」的方式，先以可驗證之元件設計任務建立學生的求證習慣，再逐步推進至較開放之系統議題，並以三組輪替與評量方式使討論品質、個體貢獻與 AI 使用品質皆具備可觀察性與可校正性，以回應現行教學現況在複雜度、可驗證性與評量信度方面之限制。

二、設計中的創新與獨特想法（必填）

● 核心創新點：

本 AI 應用教學設計之核心創新，在於以機械設計課程作為 AI 素養培育與工程判斷訓練的主場域，並以可複製的課程機制，將 AI 使用轉化為可追溯、可驗證、可評量的設計學習流程。機械設計能力在新時代之專業內涵，不僅在於基礎知識之掌握，更在於能於多重限制與不確定條件下進行判斷，完成設計取捨並承擔決策後果。此類具判斷力之設計人才，亦是台灣機械產業未來提升競爭力的重要基礎。

1. 本課採用四層級漸進式框架，形成明確的漸進式能力培育路徑，依序由設計共同語言與工程化描述出發，再進入負責任 AI 素養，續以可驗證的元件設計作為訓練場域，最後推進至複雜系統議題之跨域整合與設計取捨。此一路徑使 AI 的角色被清楚界定為協助處理局部細節之工具，而將統整、設計取捨與決策承擔保留為學習者的核心任務，避免 AI 介入後常見的內容生成凌駕工程判斷之偏差。此種定位亦與工程設計教育社群對 AI 融入設計之觀察一致，亦即 AI 可擴展概念探索與資訊彙整，但必須配套人類監督與驗證機制，方能在受規範的機械設計情境中可靠落地。
2. 本課四層級漸進式框架之第二層，亦即負責任 AI 素養，參照聯合國科教文組織 UNESCO 於 2024 年發布之學生 AI 能力框架。該框架提出涵蓋人本導向、AI 倫理、AI 技術與應用、AI 系統設計等多個面向，並強調學習者應能在情境中進行批判性判斷，辨識 AI 是否適用於特定任務並理解其倫理與使用風險。因此，本課除要求 AI 使用具可追溯性與可驗證性外，亦以新聞、社會趨勢與學生生活議題作為素材，引導學生建立提問、求證、思索之循環，先以 AI 協助形成問題與假設，再以可靠來源、教材與工程原理進行查核與反證，最後回到設計脈絡完成判斷與修正，使 AI 使用自然嵌入批判性判讀與證據驗證流程。

3. 本課在大班必修課條件下，以三軸輪替結合明確評量方法，將分組報告由展示性活動轉為治理性機制。透過報告組、提問組、獨立組之角色責任制度化與輪替運作，使論證、質疑與回饋三種能力具體化，並以獨立組之客觀評量與品質管控降低同儕互評失真，提升討論品質與評量信度，同時使 AI 使用品質與設計論證品質皆可被觀察、校正與改進。

● 設計差異化：

相較於傳統機械設計課程多以知識傳授與解題訓練為主，或一般專題導向學習常因學期週數、可管理性與評量負擔而選擇過度簡化且高度可控之題目，本設計的本質提升在於任務複雜度的真實化與評量治理的工程化，並將 AI 素養落在設計判斷而非工具操作。課程刻意維持題目之情境真實性與系統複雜度，使學生必須面對多重限制、灰色 VoC 與成本壓力，在不確定條件下完成設計取捨與決策。於此情境中，AI 不再只是整理資料的附加選項，而成為支援探索與求證的必要輔助，並被要求以教材、標準與工程原理交叉查核，以形成可辯護之設計論證。

就國際趨勢而言，機械工程名校已逐步將人工智慧系統性納入設計教育與專業培育路徑，其核心方向並非僅教導工具操作，而是將 AI 視為設計流程的一部分，用以支援方案探索、設計取捨、最佳化與系統整合。以麻省理工學院機械系之 2.155/2.156: Artificial Intelligence and Machine Learning for Engineering Design 為例，課程明確以工程設計挑戰為場域，結合人工智慧與機器學習方法，強調在設計問題中進行模型化、推論與實作整合。卡內基美隆大學機械系之 M.S. in Artificial Intelligence Engineering - Mechanical Engineering 則以「在機械工程限制條件下設計 AI 協調之系統」為訓練主軸，相關核心課程如 Systems and Tool Chains for AI Engineering、Introduction to Machine Learning for Engineers 與 Introduction to Deep Learning for Engineers，皆指向能

夠設計由 AI 參與決策或控制之複雜工程系統。密西根大學亦提供面向機械工程情境的線上系列課程 AI for Mechanical Engineers，並於系列中開設 AI for Design and Optimization 等課程，直接對接工程設計與最佳化任務。綜合上述脈絡可見，國際名校已將 AI 融入機械設計教育的核心能力版圖，重點在於培養學習者在工程約束下進行設計判斷、設計取捨與可驗證論證的能力。本課之四層級漸進式框架與三軸輪替課堂治理，旨在使大班必修課亦能對標此一國際方向，並同時回應台灣機械產業對具判斷力之設計人才的長期需求。

本設計在對標上述國際方向的同時，進一步提出能在大班必修課中穩定運作的整體方案。其差異化不在於單一工具或單次活動，而在於以四層級漸進式框架建立能力路徑，以聯合國科教文組織 UNESCO 學生 AI 能力框架補強負責任使用與批判性判斷，再以三軸輪替與明確評量方法治理分組報告品質，形成可追溯之證據鏈，包含早期證據與後段制度化評估，從而使機械設計課程在 AI 時代更貼近國際頂尖大學與工程教育社群對 AI 融入設計之實務要求，同時回應台灣機械產業對具判斷力之設計人才的長期需求。

表一、國際名校於機械設計課程中 AI 的整理

學校	課程/學位英文全名 (彙整)	重點定位 (與本課差異化連結)	官方來源頁面 (名稱)
麻省理工學院 MIT	2.155/2.156: Artificial Intelligence and Machine Learning for Engineering Design	以工程設計挑戰為場域，結合 AI 與機器學習方法支援設計問題之建模、推論與整合實作，強調 AI 進入設計流程，而非僅止於工具展示或內容生成；其課程設計凸顯設計取捨與可驗證之工程論證需求。	MIT MechE Featured Classes: Artificial Intelligence and Machine Learning for Engineering Design
卡內基-美隆大學 Carnegie Mellon University	M.S. in Artificial Intelligence Engineering - Mechanical Engineering; 相關核心/領域課程例: Systems and	以「在機械工程限制條件下設計 AI 協調之系統」為培育主軸，強調機械系統設計與 AI 工具鏈之整合訓練，目標為能設計 AI 參與決策與控制之複雜工程系統。此路徑與本課後	CMU Mechanical Engineering: M.S. in Artificial Intelligence Engineering

	<p>Tool Chains for AI Engineering ; Introduction to Machine Learning for Engineers ; Introduction to Deep Learning for Engineers ; 以及機械系統設計與製造相關課程 (例如 Design and Manufacturing of Mechanical Systems)</p>	<p>段系統議題與跨域整合能力之訓練方向一致，亦凸顯必須以明確評量方法與治理機制確保 AI 使用可追溯、可驗證。</p>	
<p>密西根大學 University of Michigan</p>	<p>AI for Mechanical Engineers (series) ; AI for Design and Optimization (course)</p>	<p>以機械工程情境為主的 AI 系列課程，將 AI 方法直接對接設計與最佳化等工程任務，並以複雜工程系統案例為學習載體，突顯工程約束下之設計取舍、驗證思維與整合能力。此脈絡支持本課以真實複雜度題目結合制度化評量治理，使必修大班課亦能對標國際趨勢。</p>	<p>University of Michigan Online : AI for Mechanical Engineers ; AI for Design and Optimization</p>

三、具體成效（質化或量化的說明）（必填）

● 量化成效（Quantitative Results）：

本教學設計之量化成效評估，係依據課程所建立之四層級能力架構進行規劃。該架構由設計共同語言之建立出發，逐步推進至 AI 使用能力、可驗證之工程設計能力，以及系統層級之設計整合能力。因此，本研究之量化資料並非來自單一評量，而是透過課堂隨堂測驗、AI 作業實作、工程設計任務以及分組角色評量等多來源資料逐步累積，以形成可觀察之學習證據鏈。

在課程初期，為建立學生對設計共同語言之理解，本研究首先透過課堂隨堂測驗量化學生對基礎設計概念之掌握程度。此類測驗通常安排於單元講授結束後立即進行，採短時間小組手寫作答方式，其目的並非進行複雜計算，而在於確認學生是否能即時理解課堂所介紹之核心概念。以課程第二週所進行之測驗為例，學生需完成顧客需求分類與成本策略判斷兩項任務。透過此一測驗，可以量化學生在 AI 工具導入之前對設計概念與決策邏輯之理解程度，並建立課程之初始基準資料。

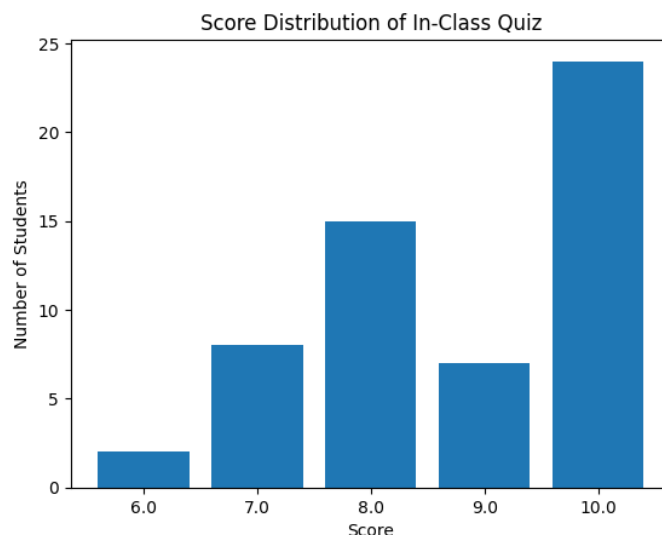


圖 1 第二週課堂隨堂測驗成績分布

本次課堂測驗共有 56 名學生參與，其成績分布如圖 1 所示。統計結果顯示，

測驗平均成績為 8.8 分，中位數為 9 分，整體表現呈現明顯集中於中高分區間之趨勢。其中取得 8 分以上之學生共有 46 人，占全體樣本的 82.1%，而取得 9 分以上之學生則有 31 人，占 55.4%。此一結果顯示，大多數學生在課程初期即已能掌握基本的顧客需求分類概念與成本策略判斷邏輯，並能在有限時間內完成概念性決策判斷。透過此類短時間的課堂測驗，可有效反映學生對課堂內容的即時理解程度，並作為後續 AI 融入教學成效比較的重要基準資料。

在 AI 使用能力之評估方面，本課程透過作業形式蒐集學生與 AI 工具互動之過程資料。課程要求學生依照固定書寫架構記錄 AI 使用過程，包括問題描述、提問內容、AI 回應摘要、採用或拒絕該建議之理由，以及後續驗證方式。透過此一結構化記錄方式，學生使用 AI 的過程得以被具體保存，使原本較難觀察之學習歷程轉化為可評估之量化資料。教師可藉由分析學生作業內容，觀察學生是否能合理設計提問、是否能辨識 AI 回應之適用性，以及是否能進一步以工程知識進行驗證與修正。

在工程設計能力方面，本課程透過元件設計任務評估學生在 AI 輔助情境下之工程推理能力。此類任務通常具有明確之工程公式或設計規範，使學生能夠對 AI 所產生之結果進行交叉檢核。評量過程中，教師不僅評估學生所提出之設計結果，同時亦評估其問題定義、推理過程與驗證方法之合理性。透過此一方式，可量化學生是否能依據工程知識與設計原理建立設計決策，而非僅依賴 AI 所提供之內容。

在課程後期之系統設計階段，本研究採用分組角色輪替方式進行評量，以觀察學生在協作設計與工程論證上的能力。學生於不同週次分別擔任報告、提問與觀察等不同角色，使每位學生皆須參與設計說明、問題討論與評估回饋等任務。透過此一角色輪替機制，課程能同時蒐集多來源之評量資料，包括設計報告品質、問題討論深度以及同儕評分結果等，從而量化學生在系統設計整合能力與工程論證能力上的表現。

整體而言，本課程之量化評估並非依賴單一測驗結果，而是透過多階段與多

來源資料逐步累積而成。由課堂隨堂測驗所建立之基準資料、AI 作業所呈現之互動紀錄、工程設計任務中的驗證過程以及分組角色評量所得之同儕回饋，共同構成一套完整之量化評估架構。此一架構不僅有助於教師持續掌握學生之學習進展，也為分析 AI 融入工程設計教學之實際成效提供可觀察之依據。

● 質化成效 (Qualitative Results) :

在質化成效方面，本課程之實施並非僅反映於學生是否能完成作業或獲得分數，更重要的是學生在學習態度、思考方式、AI 使用模式以及學習責任感等面向所呈現之改變。整體而言，本課程之質化成效可歸納為以下四個層面。首先，在學習態度方面，學生逐漸展現出較為開放的學習心態，並開始以好奇心作為接近複雜問題的起點。機械設計問題本質上具有高度複雜性，常涉及多重限制條件、灰色地帶的需求判斷以及跨領域知識整合。對多數學生而言，此類問題往往超出其既有知識範圍，因此在課程初期，學生較容易傾向尋找直接答案，或期待以單一標準解法快速完成任務。然而，透過課程安排與 AI 輔助，學生逐漸理解設計問題通常無法一次獲得完整答案，而必須透過持續提問、逐步探索與反覆修正，才能逐漸靠近問題本質。在此過程中，學生開始主動關注問題背後的成因、限制條件、設計取捨與可能風險，顯示其學習方式已由被動接收轉向主動探究。此一轉變代表學生在面對未知與困難問題時，較能維持開放心態，而非急於尋求表面上看似完整的答案。

其次，在思考歷程方面，本課程促進了學生元認知能力的逐步發展。由於設計問題往往超出學生現有知識水準，學生若欲理解其核心，必須先覺察自身知識不足之處，並逐步擴展理解範圍。這樣的歷程並非單純增加知識量，而是涉及學習者對自身理解狀態的監控、對問題難度的評估，以及對學習策略的調整。AI 在此扮演的重要角色，不在於直接提供最終答案，而在於作為學生探索知識缺口與延伸理解邊界的輔助工具。學生可以藉由 AI 先行接觸陌生概念、理解背景脈絡或形成初步假設，再透過教材、討論與工程知識進一步

檢驗與修正。換言之，學生並非一開始就能直達困難問題的核心，而是透過 AI 的導引與自身的反思，一步一步接近真正需要處理的關鍵問題。此一歷程顯示，學生逐漸學會檢查自己是否真正理解問題、目前卡住的環節為何，以及下一步需要補充何種知識或驗證何種假設。這種從知識缺口覺察到學習策略調整的過程，正是元認知能力在工程設計情境中的具體表現。

第三，在 AI 輔助下的設計思考方面，學生逐漸建立起較為合理的 AI 使用觀。課程實施過程顯示，學生逐漸理解 AI 並非可直接替代設計判斷的答案來源，而是協助整理資訊、形成問題、比較方案與支持初步探索的輔助工具。由於設計問題通常不存在唯一解，且必須同時考量結構、材料、製造、成本與驗證等多重條件，因此若將 AI 視為答案提供者，極易導致表面合理但缺乏可驗證性的設計判斷。相對地，本課透過 AI 使用紀錄、課堂提問與分組討論，使學生逐步理解 AI 輸出仍需回到工程原理與設計需求中進行分析與查核。從課堂互動可觀察到，學生在使用 AI 時，已不再只是詢問「答案是什麼」，而是逐漸轉向詢問某一設計條件為何成立、某一限制改變後可能產生何種影響，或某一方案在成本、風險與驗證上是否仍然合理。此一改變顯示，學生開始把 AI 納入設計思考歷程，而非將其當作取代思考的捷徑。從教學角度而言，這代表課程並非僅提升了學生操作 AI 工具的能力，而是更進一步促進其在 AI 支持下進行設計探索、設計取捨與工程判斷的能力。

最後，在學習責任感方面，本課程亦呈現出明顯的質化效益。此一責任感的提升，並非單純來自一般性的課堂要求，而是與本課對 AI 使用責任的強調密切相關。當學生被要求記錄提問內容、說明 AI 回應摘要、交代採用或拒絕建議之理由，並對後續驗證方式作出說明時，學生便逐漸理解，AI 所提供的資訊只能作為參考，最終的判斷與報告內容仍須由自己承擔。換言之，本課程所強調的，不只是對 AI 使用的責任感，更是透過 AI 使用責任，反向建構學生對自身學習與設計判斷的責任感。在小組報告與課堂討論過程中，學生不僅需要說明自己的設計想法，也必須面對同儕的提問、質疑與回饋，因此其對報告內容、論證過程與設計選擇的承擔意識亦隨之提高。再加上報告組、

提問組與獨立組之角色輪替機制，學生不僅需對個人學習負責，也需對團隊中的角色任務、討論品質與評量公正性負責。由此可見，本課程所培養的並不只是 AI 使用能力或設計表達能力，而是更進一步促進學生對學習內容、工程判斷與團隊參與之責任意識。綜合而言，本課程的質化成效主要表現在四個層面。其一，學生在面對複雜設計問題時，逐漸形成較為開放且具探索性的學習態度。其二，學生透過 AI 輔助與持續修正，逐步發展出知識缺口覺察與元認知調整能力。其三，學生開始將 AI 視為支持設計探索與問題分析的工具，而非直接提供答案的來源。其四，學生在 AI 使用責任的要求下，進一步建立起對自身學習、設計判斷與團隊任務的責任感。這些質化變化顯示，本課程之 AI 導入並非停留於工具層次，而是已逐步影響學生的學習方式、設計思維與學習主體性。

四、設計應用時若有參考或使用到下列資源，請依實際狀況填寫

4.1 AI 素養與負責任使用的上位框架

本課程在 AI 導入設計上，首先參照 AI 素養與負責任使用之上位框架作為理論基礎。其中最重要的參考來源為聯合國教科文組織 UNESCO 於 2024 年提出之學生 AI 能力框架[1]。該框架不僅關注 AI 工具之操作能力，更強調情境適配、倫理內建、批判性判斷與任務適用性辨識等面向。此一觀點與本課程之核心理念相符，亦即 AI 在機械設計教育中不應被視為直接提供答案的工具，而應作為可被理解、可被追溯、可被驗證之輔助工具。

基於此，本課在第二層能力培育中，將 AI 素養界定為提問、求證與思索的循環，而非單純的工具操作訓練。學生不僅需要學習如何向 AI 提問，更需要判斷 AI 是否適合介入特定任務，並對 AI 產出進行驗證、修正與責任承擔。相關工程教育研究亦指出，生成式 AI 在教學場域中的有效應用，需要結合透明度、可追溯性、規範設計與反思機制，方能避免學生過度依賴 AI 或誤將其輸出視為可直接接受之結論[2]。

因此，在本課程的整體設計中，UNESCO 所提出之 AI 能力框架並非僅作為背景參考，而是實際影響課程第二層之能力目標、AI 使用規範與教學活動安排的核心理論來源。

4.2 好奇心、知識缺口與元認知的學習理論

除了 AI 素養之上位框架外，本課程在學習理論層面亦參照好奇心、知識缺口與元認知相關研究，作為理解學生如何在 AI 輔助下逐步接近複雜設計問題核心的重要依據。機械設計問題通常具有高度複雜性，涉及多重限制條件、跨領域知識與不確定情境。對學生而言，這類問題往往超出其現有知識水準，因此學習歷程不可能直接到達最終答案，而必須透過逐步探索、逐步修正與逐步深化理解來完成。

在此脈絡下，好奇心與知識缺口理論提供了重要說明。Loewenstein 所提出

的資訊落差理論指出，當學習者察覺自身知識與目標知識之間存在差距時，便會產生探索、提問與求證的動機[3]。同時，元認知理論亦指出，學生若能覺察自身理解狀態、學習策略與問題困難所在，便能更有效地調整學習方式並持續深化理解[4]。在 AI 輔助環境中，學生可以先透過 AI 接觸新概念，再透過課程教材與同儕討論進行檢驗與修正，形成從提問到驗證的學習循環。因此，本課程並未將 AI 定位為直接縮短學習過程的捷徑，而是將其視為協助學生逐步擴展知識邊界、逐步接近問題本質的輔助媒介。學生藉由 AI 先行接觸陌生概念、形成初步假設，再透過教材、工程原理與討論進行查核與修正。此種設計不僅支持學生面對複雜問題時的探索歷程，也與本課在質化成效中所觀察到的開放心態、元認知成長與設計思考深化相互呼應。

4.3 工程設計與機械設計教育中導入 AI 的國際案例

在課程設計的外部參照上，本課亦參考近年工程設計與機械設計教育中導入 AI 的相關研究與國際課程案例，以作為本課四層級架構之比較依據與對標方向。整體而言，國際上已有愈來愈多研究與教學案例指出，AI 在工程教育中的價值不在於取代設計者，而在於支援方案探索、資訊整理、設計比較與早期概念發散，並藉由適當的驗證機制協助學生更有效率地進入設計問題。在研究案例方面，本課參考了將 AI prompts 納入機械工程設計發展之研究。相關研究指出，生成式 AI 可協助學生在產品設計規格撰寫、概念設計與生成式設計等階段快速提出多種候選方案，並支援設計問題的早期探索[5]。然而研究亦同時指出，若缺乏工程驗證與評估準則，學生容易接受表面合理但實際上不符合工程原理的建議。因此，AI 的使用必須與工程驗證、推理鏈建立與責任歸屬機制共同設計。

在課程案例方面，本課亦參考麻省理工學院機械系之課程 2.155/2.156: Artificial Intelligence and Machine Learning for Engineering Design。該課程明確將 AI 與機器學習視為工程設計過程中的工具，用以支援多方案生成、最佳化與設計決策分析[6]。此類案例的重要啟發在於，AI 融

入機械設計教育的重點應放在設計判斷、設計取捨與可驗證論證能力的培養，而非僅止於工具展示或內容生成。這也正是本課四層級架構與後段系統設計訓練所欲回應的方向。

4.4 三組輪替、合作學習與同儕評量的教育理據

除 AI 素養與設計探索之外，本課程另一項重要設計特色在於以報告組、提問組與獨立組之三組輪替機制，作為大班必修課條件下提升討論品質與評量信度的課堂治理方式。此一做法並非單純的分組技巧，而是參照合作學習、角色分工與同儕評量相關研究所建立之教學安排。

合作學習研究指出，若未建立清楚的角色分工與責任機制，分組活動容易出現搭便車、少數人主導或討論品質不穩定等問題，因此有效的合作學習通常需要明確角色分工與任務設計[7]。在此基礎上，本課並未採取傳統的單一報告組模式，而是透過報告組、提問組與獨立組的角色制度化，使論證、質疑與評量三種課堂功能得以明確分工，並透過輪替使每位學生皆有機會參與不同層面的學習任務。

此外，同儕評量在高等教育中亦被證實具有促進反思與批判性思考的效果。相關研究指出，若能結合明確評量標準與結構化回饋要求，同儕評量不僅可作為評量工具，也能成為促進學習責任感與論證品質的重要來源[8]。基於此，本課之獨立組並非只是旁觀者，而是負責評分、觀察與回饋品質檢查的角色；提問組亦非僅為臨場發問，而是承擔對設計假設、推理鏈與風險判斷提出質疑的任務。透過此一設計，本課希望使大班必修課中的合作學習不再只是形式上的分工，而能真正成為支持設計論證、AI 使用責任與學習責任感的教學機制。

參考文獻

[1] UNESCO, AI Competency Framework for Students. Paris: UNESCO, 2024.

- [2] G. Altuger-Genc and A. Tatoglu, “Integrating AI in Engineering Education: A Five-Phase Framework for Responsible ChatGPT Use,” in 2024 Fall ASEE Mid-Atlantic Section Conference, New York, NY, USA, 2024.
- [3] G. Loewenstein, “The psychology of curiosity: A review and reinterpretation,” *Psychological Bulletin*, vol. 116, no. 1, pp. 75–98, 1994.
- [4] J. H. Flavell, “Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry,” *American Psychologist*, vol. 34, no. 10, pp. 906–911, 1979.
- [5] T. Vuletic and A. Ashcroft, “Exploring the usability of AI prompts for mechanical engineering design development,” in *Proceedings of the International Conference on Engineering and Product Design Education (EPDE 2024)*, 2024.
- [6] MIT Department of Mechanical Engineering, “2.155/2.156: Artificial Intelligence and Machine Learning for Engineering Design,” course page, MIT MechE (<https://meche.mit.edu/featured-classes/artificial-intelligence-and-machine-learning-engineering-design>).
- [7] D. W. Johnson and R. T. Johnson, *Cooperation and Competition: Theory and Research*. Edina, MN, USA: Interaction Book Company, 1989.
- [8] K. J. Topping, “Peer assessment between students in colleges and universities,” *Review of Educational Research*, vol. 68, no. 3, pp. 249–276, 1998, doi: 10.3102/00346543068003249.

五、「附件或相關照片說明」請視需要提供佐證資料

課程資訊

課程名稱	機械設計 (二) MCAE3102
授課教師	袁長安 教授
上課時間	週四 10:00 – 12:00
上課地點	共善樓 V005
辦公室	工 412
聯絡信箱	cayuan@o365.fcu.edu.tw
修課人數	66 人 · 共 12 組 (每組 5-6 人)
課程定位	大學部機械工程最後一門設計必修課



本次上課概況 (左) 與教室硬體 (右)，為本校最新的共善樓，課桌椅容許調整，以利分組討論。

課程日程規劃				
編號	日期	內容	形式	評估比
1	2月26日	課程介紹、評分規則、分組、AI風險	講課	0
2	3月5日	設計：以電子封裝於手機應用為例	講課	0
3	3月12日	設計：以電子封裝於手機應用為例	講課	0
4	3月19日	FMEA工具	講課+作業	4
5	3月26日	AI工具使用	講課+作業	0
6	4月2日	AI工具使用	講課+作業	6
7	4月9日	齒輪設計	講課	0
8	4月16日	齒輪設計	講課	0
9	4月23日	期中考	考試	25
10	4月30日	分組討論時間	討論	0
11	5月7日	-軸、螺紋、鉚接、彈簧+討論	報告+討論	15
12	5月14日	-軸、螺紋、鉚接、彈簧+討論	報告+討論	10
13	5月21日	-滾動軸承、離合器、熱車+討論	報告+討論	0
14	5月28日	-滾動軸承、離合器、熱車+最後20考試 (google表單)	報告+討論	0
15	6月4日	-設計第1輪報告: 設計specification	報告+意見提出	10
16	6月11日	-設計第2輪報告: potential failures or design focus	報告+意見提出	10
17	6月18日	-設計第3輪報告: design method and reply the others	報告+意見提出	10
18	6月25日	期末報告 (每組總結報告)	互評+繳交文件	5
			互評+點名+其他	5
				100

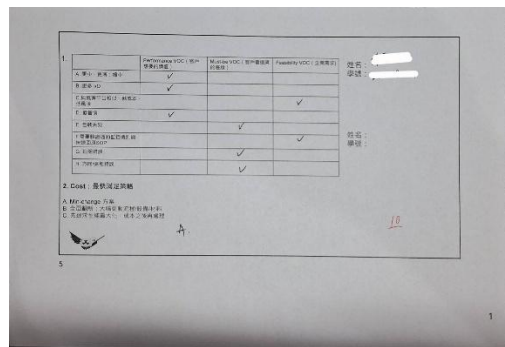
日程規劃

評分標準	
<ul style="list-style-type: none"> • 評分標準 <ul style="list-style-type: none"> - 作業 (個人) 10% - 期中考: 25% - 第一次報告 : 25% - 第二次報告 : 30% - 點名&其他 : 5% - 最終報告: 5% 	<ul style="list-style-type: none"> • 第一次報告評分 : <ul style="list-style-type: none"> - 報告組 : 15% <ul style="list-style-type: none"> • 老師 : 5% • 提問組 : 5% • (所有的) 獨立組 : 5% - 提問組 : 10% : <ul style="list-style-type: none"> • 老師 : 5% • (所有的) 獨立組 : 5% • 第二次報告 (評分由老師與所有的獨立組完成、各半) <ul style="list-style-type: none"> - 第1輪 : 報告5%、提問5% - 第2輪 : 報告+答辯5%、提問5% - 第3輪 : 報告+答辯5%、提問組總結5%
報告組	
提問組	獨立組

評分標準



大班上課狀況



2026. 3. 5 隨堂測驗

機械設計(二) · 一 · 獨立組評分表 (報告組) ←

課程：MCAE3102 機械設計(二) · | · 評分日期： · · | · 評分者組別： · ·

評分說明：· 每一大項請依照 0-5 分等第標準評分 (0=缺席/不成立, 1=論述破碎, 2=基本合格, 3=扎實完整, 4=有洞見, 5=可當範例) ↓

· 標準分為 3 分; 若要給 4 分需 20 字理由; 若要給 5 分需理由且經同儕平均或老師同意 ↓

被評報告組別： · · | · 報告主題： · ·

評分面向 [ⓐ]	說明 [ⓐ]	分數 [ⓐ] (0-5) [ⓐ]	具體回饋(至少寫一項) [ⓐ]
問題定義與目標清晰度 [ⓐ]	是否說清楚在解決什麼問題? 目標/VOC/限制 (成本、風險、製程) 是否具體, 而不是喊口號。 [ⓐ]		
論理鏈與結構 [ⓐ]	主張 → 理由 → 證據是否連得起來? 有沒有只是堆名詞、跳步? 是否能被連問而不崩盤。 [ⓐ]		
證據品質與技術正確性 [ⓐ]	公式、資料、案例或模擬是否合理? 對機械設計相關概念 (材料、強度、安全係數等) 的理解是否正確。 [ⓐ]		
AI 使用與軟體 [ⓐ]	有沒有明確說明: 問了什麼 (Prompt)、AI 回答的重點、接受/拒絕了哪些、如何驗證? 是否把 AI 當「助教」而不是「答案機」。 [ⓐ]		
回應提問的能力 [ⓐ]	面對提問組與老師的質疑, 是否有聽懂問題、能調整假設或承認不知道, 而不是硬拗? [ⓐ]		
整體等第 [ⓐ]	綜合以上五項的整體判斷 (0-5 分) [ⓐ]		

如果你想給「4 分或 5 分」, 請在此說明理由 (至少 20 字):[ⓐ]

機械設計(二) · 一 · 獨立組評分表 (提問組) ←

課程：MCAE3102 機械設計(二) · | · 評分日期： · · | · 評分者組別： · ·

評分說明：· 每一大項請依照 0-5 分等第標準評分 (0=缺席/不成立, 1=論述破碎, 2=基本合格, 3=扎實完整, 4=有洞見, 5=可當範例) ↓

· 標準分為 3 分; 若要給 4 分需 20 字理由; 若要給 5 分需理由且經同儕平均或老師同意 ↓

被評提問組別： · · | · 針對報告組： · ·

評分面向 [ⓐ]	說明 [ⓐ]	分數 [ⓐ] (0-5) [ⓐ]	具體回饋(至少寫一項) [ⓐ]
問題是否抓到重點 [ⓐ]	提問是否對準「關鍵假設、關鍵風險、關鍵 trade-off」, 而不是問很邊緣或知識小題。 [ⓐ]		
追問與澄清 [ⓐ]	有沒有在對方回答含糊時繼續追問, 把模糊拉回可驗證、可行動的命題? [ⓐ]		
建設性與態度 [ⓐ]	問題是否帶有「一起把設計做得更好」的意圖? 有沒有提出替代方案、驗證方式, 而不是絕口或攻擊? [ⓐ]		
AI 工具運用 [ⓐ]	有沒有運用 AI 來幫忙查風險、找反例或設計準則? 有沒有說明如何驗證 AI 給的資訊? [ⓐ]		
總結與收斂 [ⓐ]	在討論結束時, 是否有用 3-5 句話整理「共識、爭議點、下一步要查什麼或改什麼」? [ⓐ]		
整體等第 [ⓐ]	綜合以上五項的整體判斷 (0-5 分) [ⓐ]		

如果你想給「4 分或 5 分」, 請在此說明理由 (至少 20 字):[ⓐ]

獨立組評量表：報告組 (左) 與提問組 (右)