

從看見到理解：沉浸式科技如何重構技職設計教育的學習現場

——一位技職教師的教學實踐螺旋

■ 文／李易叡・國立臺北科技大學工業設計系教授暨家具木工產學攜手專班主任

教育部推動教學實踐研究計畫，鼓勵教師從課堂現場出發，透過持續的行動、實證及反思，逐步深化教學轉變。本文邀請榮獲108及112年度績優計畫的國立臺北科技大學工業設計系教授李易叡，分享他如何運用沉浸式科技重建真實產業現場，引導學生理解工廠中的生產流程、人員分工及場站配置邏輯，並透過類比設計、角色任務及情境模擬等教學策略，幫助學生重新建立人因工程知識與真實設計問題之間的連結。

在家具木工專班授課初期，我反覆浮現一個困惑：「學生明明已經會操作機器了，為什麼還是不能理解整個生產流程？」

當學生會操作，卻不理解時

過去在家具木工課程中，學生能依照步驟完成加工，也能操作特定機具，但當進一步詢問：「這道工序為什麼要放在前面？」、「為什麼這個加工站需要這樣配置？」時，許多學生卻難以真正回答。

學生雖然完成了操作，卻不一定能理解整體生產邏輯，更難以將知識轉化為設計判斷與問題分析能力。這樣的落差，也逐漸引發一個更根本的問題：技職教育所要教給學生的，究竟是技術操作，還是更應引導學生理解技術背後的觀念、流程及判斷？

也因為這樣的反思，自108學年度起，筆者開

始持續透過教學實踐研究作為課程翻轉與教學反思的重要方法，並以家具木工職業訓練與人因工程課程作為主要的教學實踐場域。

這些年來，筆者持續透過教學實踐研究計畫，逐步探索A/VR沉浸式科技、人因導向教學、後設認知及生成式AI在設計教育中的應用可能。這些嘗試不僅成為課程轉型的重要契機，也逐漸累積為具體的教學成果與研究產出，並讓筆者更加確信：教學實踐研究真正重要的，不只是解決眼前的教學問題，而是讓教師有機會持續回到教學現場，重新理解學生如何學習。

回頭看這幾年的教學歷程，可以發現自身的教學課程其實沿著一條清楚的軌跡逐步演化：從「讓學生看見」，到「讓學生理解」，最後走向「讓學生開始思考」。而這樣的轉變，也逐漸成為筆者持續投入教學實踐研究最重要的核心。

從「看不見產線」開始：

A/VR沉浸式科技重建真實學習場域

家具木工教育一直存在一個很現實的困境：校園中的木工廠，多半只能模擬小規模加工環境，但實際大型家具工廠的生產流程、機具配置及產線管理卻複雜許多。學生即使在學校完成木工實作，仍難以理解真正工廠中的批量生產流程、人員分工及場站配置邏輯。

尤其在技職教育中，許多知識其實高度依賴「場域臨場感」。學生如果沒有真正進入工廠，很難理解加工程序之間的前後關聯，更難建立完整的製程觀念。因此，筆者也開始重新思考：是否有可能透過A/VR沉浸式科技，重新建構學生的學習場域？

在109年度的教學實踐研究中，筆者開始導入AR/VR技術^{註1}，並結合VR CAVE沉浸式系統，依據實際越南大型家具工廠資料重現從備料、細作、砂磨、塗裝、組裝至包裝出貨之批量生產流程，並以「家具製造情景」與「場站加工狀態」為基礎，將各場站之機具配置、加工任務及製造程序模組化呈現，使學生能在沉浸式環境中掌握整體生產線結構與各節點間的前後關聯。

此一課程設計並非為了追求新奇的科技應用，而是回應教學現場長期存在的落差：校園木工廠多半只能提供小規模、少量製作的學習環境；然而，學生未來進入產業後，所面對的卻可能是高度分工且連續運作的大型家具生產流程。學生雖能在校園中完成單一機具操作，卻不易理解不同加工站之間如何銜接，也難以建立對整體製程、人員配置及產線邏輯的完整認知。

為改善此問題，筆者以「校內小型木工廠



▲透過VR CAVE家具生產線職業訓練輔助系統，嘗試重現越南大型家具產線的真實情境。（作者提供）



▲運用VR技術解決教學現場缺乏「一條完整且全面的批量家具生產線」之問題。（作者提供）



▲學生透過AR技術，在學校木工廠場域中進行虛實疊合，並依循虛擬指引，將加工動畫對應至實體機具與作業空間，藉此理解各加工站、機具功能及其作業流程之間的對應關係。（作者提供）



◀因應COVID-19疫情期間「家具木工」實作課程無法於現場進行之困境，筆者導入結合「雙師共授」、「遠端技術指導」及「VR科技」之教學模式。（作者提供）

」作為實體教學場域，重現家具生產線中的製造情境與場站作業狀態，型塑「小型類產線」家具生產環境，並透過AR/VR技術整合實體場域與虛擬生產流程，使學生能同步比較校園小規模生產線與大型家具工廠在產線規模、加工程序及作業條件上的差異。

在此架構下，VR主要用於引導學生先看見大型家具產線的整體樣貌，建立對生產流程與場站配置的初步認識；藉由VR情境模擬，學生得以體驗真實海外大型家具生產線之批量家具生產流程，觀察其加工程序與生產管理情境，進而突破學校工廠空間及機具設備條件所造成的教學限制。AR則進一步將虛擬加工動畫疊合於校園木工廠的實體機具與作業空間之中，協助學生理解不同加工站與機台功能之間的對應關係。

透過這樣的虛實整合，學生不再只是記住某一臺機器的功能，而是開始理解每一道工序如何彼此連動、每一個場站為何存在，以及校園中的小批量教學場域與真實產業現場之間如何相互對應。

一開始，筆者其實並不確定學生是否真的會投入。但後來逐漸發現，當學生開始能夠「看見」

整體流程後，他們對課程的參與感明顯提高，甚至開始主動討論不同場站間的配置與加工邏輯。

COVID-19疫情期間，這樣的教學需求又被進一步放大。當時許多木工實作課程無法正常進行，因此筆者開始嘗試結合「遠端技術指導」與「VR沉浸式教學」，透過「雙師共授」，由技術業師佩戴第一人稱視角裝置進行操作示範，理論教師則同步進行遠端講解與互動指導；學生雖然不在工廠現場，卻能透過即時影像跟隨業師視角觀看操作細節，並透過小組角色分工的方式協作討論，共同學習家具生產流程、加工程序、品質管理及動作配置等核心概念。

這樣的模式，原本只是為了解決疫情下的教學限制，但後來卻逐漸打開另一種可能：原來技職教育中的「場域」，不一定只能存在於實體空間。

學生即使不在工廠現場，仍然有機會透過沉浸式科技理解真實情境中的問題與流程。而這樣的歷程，也逐漸讓筆者重新理解：沉浸式科技真正的價值，不只是讓學生「看到」更大的場域，而是協助學生把零散的機具知識，重新組織成完整的製程理解。

然而，在持續推動這些教學實驗後，另一個更深層的問題也逐漸浮現：學生雖然開始「看見」了產線，但卻不代表他們真的「理解」了設計與人因背後的邏輯。

從「看見」到「理解」： 讓抽象的人因工程進入真實情境

後續教學歷程中逐漸浮現一個更深層的問題：學生真正缺少的，可能不是技術能力，而是「將抽象概念轉化為實務理解」的過程。

對許多家具木工專班學生而言，「人因工程」往往被視為理論課程。學生知道名詞，卻難以理解它與真實加工、操作流程及設計判斷之間的關聯。這也讓筆者開始重新思考：如果學生是透過「做中學」理解木工，那麼人因工程是否也能回到「情境」中被理解？

因此，後續課程中，筆者逐漸導入類比設計、角色任務及情境模擬等方式，讓學生重新理解人因工程與真實設計問題之間的關係。例如，在112年度的人因工程課程中，筆者曾以一支三色原子筆作為課堂任務，讓學生拆解、組裝、分工、計時，並觀察不同組裝方式如何影響效率與錯誤率。

一開始，部分學生以為這只是簡單的拆裝練習；但當不同組別在組裝時間、錯誤率及分工效率上出現差異時，學生才逐漸意識到，流程配置、操作相容性及工作分配其實都會直接影響生產效率與品質。這個看似簡單的活動，實際上對應到人因工程中的許多核心概念：相容性、人為失誤、工作分配、流程設計、品質管理及生產良率。

當學生親手操作後，再回頭討論家具生產中的加工流程與人員配置，他們開始比較容易理解：人因工程並不是抽象名詞，而是與每一次操作、

每一個判斷、每一條生產動線都有關。

後續課程中，筆者也開始讓學生從不同工廠角色出發，思考使用者在加工流程中的操作負荷、工作動線及安全問題；並透過任務情境設計，引導學生分析不同加工配置可能造成的人因風險。逐漸地，當學生開始將抽象概念放回真實情境後，他們對課程的理解方式也開始產生改變。

過去學生常把人因工程視為一套「規範」與「理論」，但後來他們開始理解：人因設計真正關心的，其實是「人如何在環境中行動」。而這樣的改變，也重新引發筆者對設計教育本質的思考。

設計教育真正困難的，往往不是技術操作，而是學生是否具備觀察問題、理解情境及進行判斷的能力。這也成為後續教學實踐研究持續深化的方向。

從「理解」到「思考」： 後設認知與生成式AI帶來的教學轉向

隨著教學持續推進，筆者也逐漸意識到：即使學生已經能理解人因概念與加工流程，也不代表他們真正具備「設計思考」能力。許多學生在課堂中可以回答理論問題，也能完成指定作品，但當面對開放性的設計情境時，卻仍然容易陷入「不知道如何開始思考」的困境。

尤其在設計教育中，真正困難的，往往不是操作，而是判斷。學生需要學會分析使用情境、理解使用者需求、辨識問題脈絡，並在多重限制中做出設計選擇。然而，這類能力很難透過傳統講授直接建立。

因此，在113年度的課程中，筆者開始導入「後設認知」與「遊戲化教學」策略，將原本抽象的人因工程心理與認知概念，轉化為具互動性與情境性的遊戲任務，協助學生理解並應用相



▲透過模擬情境結合「後設認知」及「遊戲化教學」策略，將抽象的人因工程心理與認知概念轉化為具互動性與情境性的遊戲任務，協助學生理解並應用相關人因知識。（作者提供）

關人因知識。例如，透過模擬盲人食用火鍋時的感知與操作情境，讓學生在限制條件下完成操作挑戰，並於過程中持續反思自己的判斷與決策依據。

筆者也逐漸發現，當學生開始「意識到自己如何思考」時，他們對人因工程的理解深度也開始產生變化。

而生成式AI的快速發展，又再次重新提問設計教育未來的方向。過去設計教育中許多需要長時間完成的工作，例如概念草圖、造型發想及圖像生成，如今已能透過AI工具快速完成。這也讓筆者開始重新思考：當AI已經能協助學生生成設計方案時，設計教育真正重要的，還剩下什麼？

後來筆者逐漸認為，AI不應只是「替代工具」，而應成為「思考輔助工具」。

對設計教育而言，未來真正重要的能力，或許不再只是「做得多快」，而是學生能否問得更好、想得更深，並對生成結果做出合理判斷。

因此，在114年度的教學實踐研究中，教師開

始在人因情境分析課程導入生成式AI作為認知鷹架與思考輔助工具，引導學生進行情境模擬、問題辨識及方案發想。學生透過分組討論、反覆提問及AI回饋，分析使用者需求、操作負荷及潛在人因風險，進而培養問題分析、設計判斷及人因思維整合能力。

在這個過程中，學生不再只是被動接受答案，而是開始學習如何與AI對話、如何修正問題，以及如何判斷AI生成結果是否合理。教師也逐漸發現，AI真正帶來的挑戰，其實不是學生會不會使用工具，而是學生是否仍保有

獨立思考與問題分析能力。因此，筆者也越來越相信：未來設計教育真正重要的，將不只是「做設計」，而是培養學生理解問題、分析情境及反思決策的能力。

教學實踐研究帶來的改變： 從「教學者」走向「學習設計者」

回頭看這幾年的教學實踐歷程，教師最大的改變，其實不是學會了多少新科技，而是重新理解與反思「教學」這件事。

剛開始投入教學時，總認為只要教師教得夠清楚、示範夠完整，學生自然就會學會。但後來筆者慢慢發現：老師看見的，不一定是學生理解的。尤其在技職教育中，學生真正需要的，往往不是更多知識，而是能夠理解知識的「過程」與「情境」。

這幾年的教學實踐研究，也逐漸讓教師的角色從「知識傳遞者」轉向「學習設計者」。筆者也開始更重視學生如何感知、如何理解、如何思



▲導入生成式AI協助學生進行概念發想與設計試誤，透過AI快速生成不同方案，再回過頭分析其中的人因問題、使用情境及設計限制。（作者提供）

考，以及如何在真實情境中建立自己的判斷能力。也因此，後來教師越來越少單純追求「把內容教完」，而是更在意學生是否真正理解了問題。

這幾年持續投入教學實踐研究後，筆者越來越覺得，教學實踐研究最珍貴的地方，不只是產出成果，而是它讓教師開始願意「研究自己的教學」。回顧這幾年的計畫歷程，其實很像一種「螺旋式成長」。從最初的VR/AR場域重建、疫情下的遠距實作教學，到後來的人因理解、後設認知及生成式AI導入，每一年的研究，幾乎都來自前一年教學反思後所延伸出的新問題。

這些教學實踐也逐步轉化為具體成果，包括相關研究論文的發表、教學應用專利的取得，以及教學實踐研究績優計畫與傑出教學獎項的肯定。對筆者而言，這些成果的意義不僅在於研究產出本身，更重要的是，它們驗證了教學實踐研究確

實能成為驅動教學持續優化的重要機制。

筆者也逐漸發現，真正的教學實踐研究，不是追逐新的工具，而是持續追問：學生真正的學習困難到底是什麼？而這樣的提問，也逐漸成為持續投入教學實踐研究最重要的動力。未來臺灣的教學實踐研究若要長期深化，除了計畫補助之外，筆者認為更重要的是建立教師之間的交流與共學文化。當教師願意彼此分享失敗、交流困境時，教學實踐研究才真正有可能形成持續成長的專業共同體。

結語：真正重要的，是讓學生開始思考

回頭看這幾年的教學歷程，筆者逐漸發現，真正關心的或許從來都不只是科技，而是「人如何理解」。技職教育不只是技能訓練，更應是理解世界與解決問題能力的培養。而教學實踐研究，則提供了一個持續回到教學現場、重新觀察、反思與修正教學方式的機會。

從AR/VR、遠距教學、人因工程、後設認知到生成式AI，這些看似不同的教學創新策略，其實始終圍繞著同一個核心問題：如何讓學生從操作走向理解，從理解走向思考。這條持續延伸的教學實踐路線，也將成為筆者未來持續深化技職設計教育的重要方向。而這幾年的歷程，也讓我更加相信：真正重要的教學，不只是讓學生學會做事，而是讓學生開始願意思考。🌱

◎註：

1.本章節所述之AR／VR教學系統，由人因互動與科技應用研究室林郁庭、萬乃新同學協力開發製作。