

以現象學探究課綱為本創客統整課程 與實踐下的師生經驗

許玉華* 呂秀蓮**

本現象學研究旨在探討參與者在一門創客統整課程中，師生共同歷經的經驗，並詮釋這些經驗對參與者所產生的普遍意義。該課程以課綱為核心，運用 S2 設計數學、資訊和藝術的創客統整課程。本研究收集並分析四位高中教師的課程計畫、設計和教學影片、訪談，以及 15 位學生的學習作品、照片、期末問卷，以及開放式反思回饋。研究結果顯示，S2 創客統整課程經驗轉變了教師對課程和教學的觀點和能力，激發了正向而積極的專業態度；此外，S2 課程學習使學生在知識、技能、態度和價值觀的學習上更為扎實，使學習變得更有成就感、趣味性，且更易於掌握。

關鍵字：統整課程、創客教育、課綱為本課程設計系統、S2、現象學研究

* 作者現職：東莞台商子弟學校 數學教師

** 作者現職：國立清華大學師資培育中心 副教授

通訊作者：呂秀蓮，e-mail: hllu@mx.nthu.edu.tw

壹、前言

面對二十一世紀人類生活前所未有的巨大挑戰，各國紛紛進行素養的課程改革。近年來，第四波工業革命的大數據、人工智能、物聯網等變革因子帶來社會生活各面向的變遷與全球化的衝擊（World Economic Forum, 2016），導致全人類對知識、技能和態度價值觀重新進行界定，同時促使國民教育必須產生根本性的變化（OECD, 2018, 2019），近三年的新冠疫情和俄烏戰爭更是深化素養教育的需求。早在二十世紀初，為回應新時代生活型態的挑戰，我國國民教育已從十二年國民教育課綱（2014）出發，進行素養教育課程改革的運作。

面對新課綱素養教育課程改革的期望，教師常將創客統整課程作為校本課程的一種解方。我國十二年國民基本教育的課程改革，以素養教育做為課程發展之主軸（教育部，2014），然而傳統的國民教育以教科書為課程，且以單科作為教學操作的主要模式，導致教師面對革命性的教育期望要求跨領域的校本課程時，採取的權宜之計經常是改變教學法（呂秀蓮，2017，2019；游自達等人，2022），這種權宜之計讓教師和學校面臨課程改革時，在應變上經常出現大困難（呂秀蓮，2017；甄曉蘭、鍾靜，2002）。另一方面，研究發現指出，創客教育能提供學生運用跨領域知識的機會（劉明洲，2016），並在學習過程中讓學生藉由主動學習以落實想法，學習結束時也能介紹作品，展現出解決問題的能力和自信，以及對學習產生興趣，同時培養出面對未來生活的能力（Connor et al., 2015; Martin, 2015）。感受到面對設計課程的期望壓力以及創客教育所帶來新的學習氣象，各級學校教師開始反思傳統課程與教學模式，了解到傳統分科教育與沉悶無趣學習之間深刻的連結，從而紛紛轉向以創客統整教育作為校本課程的解決之道（林逸農，2019；劉明洲，2017）。

然而，校本課程的創客統整教育卻直接衝擊到教師的專業課程能力。統整課程講究的是不同領域知識結合的課程設計能力，而創客教育講究的是讓學生體驗學習、深化學習、主動學習，和解決問題的目標（劉明洲，2016）。在課程設計能力與創客統整教育目標的雙重要求下，各級教師無論在課程設計或教學方面，都面臨極大的挑戰。

為解決校本課程的課程設計問題，教師紛紛嘗試多種課程設計模式。其中，以「課綱為本課程設計系統」（System of Standards-based Curriculum Design，簡稱SSCD，後稱為S2）是教師採用的一種新型課程設計思維和運作步驟流程（邱韻苾，2023；曾秋芬，2022；劉怡君，2021）。該課程設計系統回歸到與課綱的知識核心做結合，促使教師成為課綱的直接使用者和課程設計者，以跳

脫教科書為課程的思維（呂秀蓮，2017）。

針對 S2 和創客統整課程與教學的連結，過往的研究中相當少見。為補足文獻的不足，本文旨在以現象學探究數學、資訊與美術三個領域的 S2 創客統整課程與教學下的師生經驗。引導本研究的問題有：（1）教師以 S2 設計「數、資、美」歐普藝術創客統整課程與教學的經驗為何？（2）高中學生對 S2「數、資、美」歐普藝術創客統整課程的學習經驗為何？

貳、文獻探討

一、創客教育

最早，創客教育起源於創客運動（Maker Movement）。創客運動起先指的是諸多創意工作者將日常生活中製作的過程和作品結果，在實體或虛擬數位環境中與眾人分享，因此，指的不僅是創作工作，更強調創作精神（邱誌勇，2016；Halverson & Sheridan, 2014; Martin, 2015）。原先創客活動侷限於機器人、工程或車輛製作等，隨後衍發成為多種領域和學校層級的教育活動，成為結合科學、資訊、工程、和數學（STEM）的統整課程，後又將藝術創作元素導入，結果激發學生在 STEM 的學科上加入更多創意和樂趣，形成 STEAM 的統整課程觀（Connor et al., 2015），至此，創客教育顯得更為多元、豐富和實用。

創客教育引導出不同的教育風貌。透過創客概念統整不同領域知識，學生得以實際操作，將自己的看法帶入解決問題的過程中。更重要的是學習過程中，學生得以結合學科知識，使學習更添挑戰性和趣味（Martin, 2015）。Martin 也指出，創客教育結合數位工具的使用、環境相關的基礎設施，以及創意心態、美感原則和思維習慣三種重要的元素，能培養出有趣、成長、正向積極、和協作的心態，是國民教育所需要追求的目標。

創客教育的價值在於讓學生透過玩中做，做中想、並在想中創作的過程，是傳統教育較難帶來的影響（張玉山，2018）。學生透過邊實作邊玩，建立自信心和成就感；透過親自體驗學習，主動積極思考和深化學習；透過親自實作，發揮創意想像力，得到解決問題的成就感。這種學習過程能培育學生未來工作的素質，具備未來創業的能力。

創客教育與統整課程常被放在一個平台上思考，原因是創客教育必須結合多種領域的知識（劉明洲，2016；歐用生，1999，2004）。創客教育被廣泛採

用是因為教師意識到學生未來生活可能面臨諸多的挑戰，所以他們須在現有資源與環境下，顧及學科本質以及領域間知識的連結，透過統整課程的方式來設計課程，讓孩子進行有趣、有效學習，同時培養出解決問題的能力和態度。這種創客統整教育的內涵與經濟合作發展組織（organization of economic and corporation development [OECD], 2018, 2019）對素養教育上須包含學科、跨學科和實用的知識要求不謀而合。然而，教師受限於過去的經驗，在嘗試創客統整課程時，課程設計的能力成為他們專業操作中亟須突破的一個關鍵環節。顯然地，創客統整課程設計能力是目前教師所急切需要具備的專業能力，也是教育現場的當務之急（呂秀蓮，2017；范信賢、黃茂在，2003）。

總結上述內容可得知，創客教育是一種整合多領域知識的教育模式，包括科學、資訊、工程、數學，甚至藝術等。透過這種模式，學生能夠在具有挑戰性的學習環境中深刻體驗不同領域知識的結合。透過實際參與、操作和創作，學生能夠獲得更愉快、有效的學習經驗和成就感。同時，文獻提醒我們，由於創客教育需要整合多領域知識，因此教師的課程設計能力變得更加重要。

二、統整課程

統整課程的起源是教師為矯正分科課程的缺點，企圖透過統整知識，使課程成為為有意義的有機學習體。因此，為讓學生達到探索與創作的目標，教師要實施統整的、主題式的領域統整教學，使學生能獲得完整的知識和生活經驗（歐用生，1999）。這種統整課程的理念和發展恰好與創客教育的精神不謀而合。

統整課程始於對資優教育的差異教學概念，認為資優學生在一種綜合、嚴謹的課程學習中能充分發展認知和情意方面的能力。是以，統整課程強調使用較深的知識內容，運用高層次認知技能，並且透過議題或主題讓學生與經驗結合（VanTassel-Baska & Wood, 2010）。

統整課程植基於課程應加以統整之概念，可兼顧學科本質與領域統整的課程模式。Fogarty（1991）對學科內、跨多學科，以及學科內和跨學科三種課程統整型式，提出十種方式。Fogarty 認為思考統整方式只是起點，後續設計者可進行多種嘗試、複合，和創新，並且提醒設計者，課程統整的方式多元，可逐次嘗試，但不一定要拘泥於一種。換句話說，課程統整是將二或多個密切相關學科的內容、概念加以組合、研究，進而形成一個有意義的學習領域，幫助學習者能有效地整合學習的經驗。

對統整課程，不同的統整觀點和解釋。例如，教育部（2000）在國民教育

階段九年一貫課程試辦工作輔導手冊中提出了四種模式：（一）學科知識的統整：以學科知識作為統整的素材，分成學科間教材的連結與學科內教材的統整兩種模式；（二）概念的統整：將課程內容相關概念加以分析組合，形成一種新的概念網，做為設計教學活動的根據；（三）經驗的統整：以學生的生活經驗出發進行課程統整設計；（四）社會的統整：以統整社會經驗的方式，呈現合科與廣域學科的型態，去除學科間的界限，以發展學科間與跨文化的社會學習。這些統整模式是經過多方研究得出的概念，提供了學科知識、概念、經驗和社會經驗等不同面向和取徑的整合。

課程統整是一項具有挑戰性的教育實踐，具有其獨特的優勢（Anderson, 2013）。對於學生和學校而言，統整課程的好處在於透過全方位的學習情境，學生能夠尋找來自多種知識來源的信息，進行知識、訊息和觀點的比較，以解決複雜的學習任務。當遇到問題時，他們能夠提出有意義的問題並主動尋找答案，進而提升學習品質。對於教師而言，課程統整促使教學社群的形成，使他們能夠共同面對課程設計的挑戰，相互支援並提供建設性的意見。這樣的合作氛圍有助於教師成為更優秀的教育者。

統整多領域課程可以協助學生面對新的問題情境，並培養解決真實問題的能力。其中，藝術領域可幫助其他學科各類知識做出美好的串連，並可豐富學習過程和成果的創意與想像力。Krug 和 Cohen-Evron (2000)、Slattery (2012)、歐用生 (2004)、陳伯璋 (2003) 等許多國內外教育學者都曾提出在未來教育課程中應注入藝術領域的相關論點，並建議以藝術為中心來進行統整課程。

Krug 和 Cohen-Evron (2000) 針對以藝術為中心的統整課程，提出具體的看法，認為藝術在統整課程實務中可能產生四種課程模式。首先是將藝術的理論或概念作為其他學科的資源。再者，是透過藝術的方式來組織課程，以擴展各學科意義。接著，是透過藝術的形式與內涵，來解釋學科論題、想法或主題。最後，是以生活議題為中心，結合相關領域，進行藝術教育。其課程組織方法，是把藝術與其他題材相融，進行觀念、議題與問題之個人或社會層面的探討，有助學生經由不同題材範疇，探索地區與世界性的議題。

統整課程需要一個完善的組織架構。為了有效實施統整課程的教學，必須在課程設計階段著重於統整。這包括選擇課程要素、組織與安排課程的方法，同時還應該從擬訂課程目標、選擇適當的教學活動，以及執行評鑑工作等方面努力，以促使學習者有效地掌握各種知識概念（甄曉蘭，2001）。統整課程需考慮不同領域課程目標的統整。然而，因受限於傳統單科教育和教科書為主的國民教育經驗（游自達等人，2022），教師對統整課程的要求感到困難重重。

綜合以上的文獻報導可以得知，統整課程與創客教育的精神有著相似之處。它們不僅兼顧學科本質，還以不同形式整合其他領域的知識，促使學生理解學科知識、概念、生活經驗和社會學習。這種教學方式使學生的學習更貼近真實的生活世界，了解到生活中每件事物都涉及到多領域的知識。在這過程中，藝術往往是統整課程中被廣泛運用的元素。這種學習模式的重要性體現在促使學生了解和知覺到周遭環境和知識的連結，而這是傳統教科書教學難以達到的目標。最後，為了成功統整多領域知識的課程並有效進行教學，教師必須具備專業的課程組織架構能力。而這種要求對向來以教科書為主的教師而言，就像創客教育所面臨的困境一樣，是一項極大的挑戰。

三、課綱為本課程設計系統

「課綱為本」是一種教育理念，強調課程設計應以課程綱要（Curriculum Standards）為基礎和中心，以確保教學的一致性、合理性和統一性（Nagel, 2015; Wiggins & McTighe, 2006）。這種理念強調課程與教學應該圍繞著課綱設計學習目標、教學、內容和評量進行，從而確保學生在學習過程中能夠達到國民教育所預期的學習成果。

國內外相關的文獻發現，以課綱為課程目標設計課程與教學，能有效翻轉傳統教科書課程與教學的成效。例如，國內一項針對一位偏鄉國文教師使用課綱設計課程與教學經驗所做的個案研究（呂秀蓮，2017），結果發現，教師在操作過程中已有效突破教科書的限制，轉以學習目標和學生能力為考量選用合適材料，促使學生學習產生動機、能力和信心，同時教師本身也產生專業信心和能量。另外，國外一項針對八位已接受過和 10 位未接受過課綱為本課程設計的教師所做的研究發現，教師持續使用課綱為本課程與教學的操作程度與學生的學習成效和態度正相關（Kahle et al., 2000）。以上研究均顯示出課綱為本課程與教學在學習和態度建構上的成效。

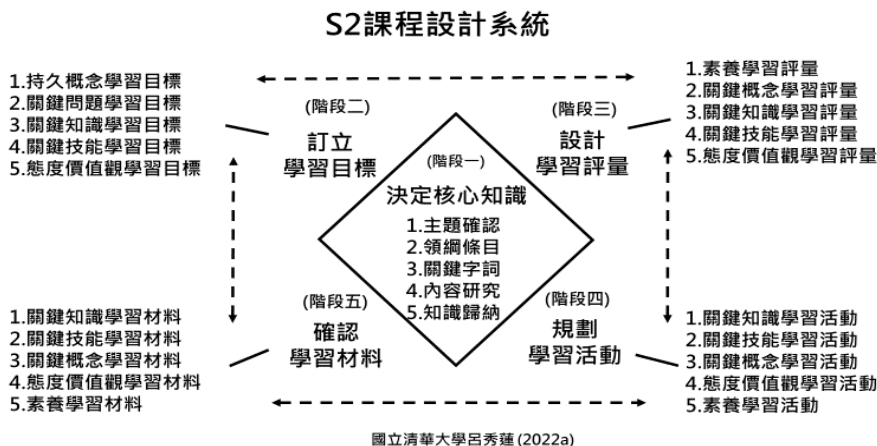
以課綱為本設計單元課程的模式最早出現在美國。其中，最具有影響力的課程改革專家要屬 Wiggins 和 Matighe。他們提出「重理解的課程設計」(Wiggins & McTighe, 2006) 的模式，是以課綱為目標發展出預期結果、評量證據和學習計畫的三階段 UbD 設計階段和操作流程，在二、三十年間席捲美國各級學校，成為課程設計的重要鷹架。研究者嘗試以 UbD 和 Understanding by Design 作為關鍵詞在 Google Scholar 上搜尋，結果得到八百萬餘筆的文獻；另外與新加坡、澳洲、英國等國連結的也有數百萬筆的文獻資料。這些結果顯示除了 UbD 成為課程設計的顯學外，各國也先後仿效使用 UbD 來設計課程。毫無疑問地，UbD

著重在哲學概念的論證和三階段課程設計模式，對人類教育的啟發貢獻卓越。然而，實務上，UbD 三階段的操作步驟在運作時卻出現不夠明確的漏洞，導致教師在設計單元課程時遇到運作思維和操作不順暢的困難。我國在 2000 年代也引進 UbD，以因應九年一貫課程改革對校本課程的期望，同樣地，教師在設計課程時也遭遇到類似的困境。

為了解決 UbD 在操作上的困境以及我國素養導向課程改革下教師課程設計的需求，某國立大學研發中心所發展出來的 S2 乃以系統化的思維，將課程設計和素養的元素建置在系統的運作中，企圖藉此系統解決教師的知識管理以及學生學習需求的問題，並且全面性地回應素養教育課程改革的期望。S2 課程設計系統（見圖 1）是以五個階段所組成。階段一「決定核心知識」處理教師的知識管理問題；階段二到階段五依序分別處理課程設計的重要機制：「訂立學習目標」、「設計學習評量」、「規劃學習活動」和「確認學習材料」。每階段自成一個小系統，最終統整為一完整的運作系統（呂秀蓮，2022b）。

圖 1

S2 課程設計系統



S2 以課網作為課程目標，將課程設計元素包括目標、評量、活動和材料，以及素養元素包含知識、技能、態度價值觀，列入系統性設計思維與安置，且不排除任何必要的元素，從而協助教師發展設計出符合學生學習需求、有意義且嚴謹的素養課程方案（呂秀蓮，2022a，2022b）。具體地說，S2 是提供教師

根據教育部研發出來的領綱條目進行內涵解構和嚴謹設計課程方案的一套系統化、素養成果導向的課程設計步驟和思考流程，得以讓學生的學習緊扣國家所制定的課程目標並達成核心素養的期望（曾秋芬，2022；劉怡君，2021）。

文獻報告指出，S2 的課程與教學呈現出正向的學習成效。例如劉怡君（2021）以一所高中兩班學生作為個案研究對象，探究教科書與 S2 素養課程的內涵與學習經驗。結果發現 S2 素養課程的學習目標、學習活動、學習材料彼此間緊密扣合，有助教師節省教學時間，避免流於形式和疊床架屋或重複之教學。另一方面，學生能清楚自己的學習行為和目標，發展出低階和高階認知經驗和能力。學習過程中，透過師生、小組組員彼此的深入問答和討論，學生學習動力提升並樂於參與生活情境的任務型評量活動，展現出習得課程知識、技能和態度價值觀的綜合能力。

其次，曾秋芬（2022）運用行動研究法，以偏鄉學校的一班國二學生為對象，探究 S2 記敘文寫作課程與教學的可行性及教師的專業成長。結果顯示，學生習得和理解記敘文的知識內涵、在各式操作活動中增強記敘文的寫作能力、對記敘文的價值觀和態度產生變化。教師則以設計者的思維持續校準 S2 課程方案的設計，教學過程中能清楚掌握教學的全貌、提供必要的知識和機會讓學生練習並輸出素養能力。此外，教師採用多類文本和多版本課次教科書材料，既脫離教科書的框限，也提供學生大量閱讀的機會，得以與學生一起成長，進而促進雙方能力的發展。

再者，邱韻芯（2023）針對偏鄉四年級學生進行 S2 對社會科學生學習成果之研究。結果發現，學生透過知識的學習和生活現象的討論與分析，察覺並意識到生活周遭的環境問題。學生在解決素養任務的綜合行動過程中，透過人口分布與土地利用之間關係的釐清，理解到家鄉土地利用的問題，進而針對一項家鄉人口與土地利用相關的問題，主動蒐集資料尋找答案。最後，透過角色扮演的換位思考，在全班面前提出書面和口頭報告其解決之道，反映出土地利用之素養能力的習得。

最後，呂秀蓮（2019）以 10 位國中教師為對象，研究對象在接受四天、32 小時 S2 課程設計工作坊的學習經驗。研究結果發現，對於長期以教科書為課程和教學目標的教師而言，雖然開始以課綱條目訂立學習目標是一項極大的挑戰，但教師一旦完成課綱內涵的解構，進而訂立出學習目標，就能擺脫出教科書的束縛，後續在規劃與設計學習評量、活動和材料上，變得聚焦且嚴謹，並認為素養任務能反映學生全方位的能力，而標準評量表的使用也讓素養任務評量目

標明確、具體。

總結本節，「課綱為本」的教育理念強調以課綱為基礎來設計單元課程，以確保教學的一致性、合理性和統一性。國內外研究顯示，透過以課綱為本設計課程和教學的經驗，教師能夠超越教科書的限制，挑選適切的教材來激發學生的學習動力和信心。研究還指出，持續以課綱為本的教學方法與學生的學習成果和態度呈現正向關聯。這種模式在美國廣泛應用，其中 Wiggins 和 Matigüe 提出的 UbD 模式影響深遠。然而，在實際應用中，UbD 模式操作步驟的清晰度不足，導致教師在設計課程方案時遇到困境。近年來我國發展出來的 S2，透過教師的實踐和反饋，以課綱為基礎設計課程方案，逐漸發展出科學化的課程設計模式，使學生的學習更加貼合國家所設定的目標。研究顯示 S2 課程與教學的成效積極，不僅促使學生的綜合素養能力提升，也讓教師在專業素養上有所成長。這種模式的發展對我國教育改革帶來了新的啟發。

參、研究方法

本現象學研究旨在探究以 S2 進行數學、資訊和藝術三領域的創客統整設計課程方案與教學時，師生共同擁有的經驗。由於現象學研究的主要目的是透過深入探究某些人的主觀生活經驗，來描述人們在該生活經驗中的共通意義和普遍本質的一種研究取徑（Creswell & Poth, 2018）。為了聚焦在描述目標經驗，現象學研究者的重要工作是先暫時擱置自身對目標經驗的信念和興趣，提高對目標經驗和經驗本身的察覺，進而透過訪談或其他方法來蒐集目標經驗的意義和其底層的結構（Merriam & Tisdell, 2015）。特別是在研究資料蒐集、分析和結果呈現的過程中，現象學研究者透過大量蒐集、科學化分析參與者的經驗細節，清晰而有意義地描述所分析出來的結果，逐步建立研究的信效性（Creswell & Poth, 2018; Maxwell, 2012; Merriam & Tisdell, 2015）。因此，本文選擇現象學的取徑，旨在深入描述參與師生在這項經驗中所產生的共通意義，以描繪人們在該經驗中的普遍本質。

一、研究背景與對象

本研究的場域是一所市立社區型高級中學。由於校本課程沒有既定教材，因此教師們決定自行設計一門為「數、資、美」校本選修課程。該門課教學時間為每週兩節課，每節課 50 分鐘。

取得知情同意後，參與此項研究者為創客統整課程的四位教師和 15 位高

一學生。為保護研究參與者，本文一律採用假名。教師方面，教師甲是一位資深的女性公立高中退休教師，具有 30 年以上教學經驗，本身兼具數學和資訊背景，在本研究設計課程方案與教學的過程中，擔任數學和資訊教師兩種角色。由於教師甲接受過 S2 的完整培訓，擔任過 S2 技術研習營的協作教師，且是 S2 課程設計小組長期的成員，對 S2 的嚴謹性和意義性具有深度的認同，並在這項統整課程的設計與教學過程中擔任領導和鼓勵其他參與教師的角色。教師乙是該校的男性數學科教師，具有 20 多年的任教經驗，也是該校數學科的輔導教師。教師丙是新進男性數學代課教師，教學年資三年。教師丁是學校唯一的美術老師，具有 20 多年美術教學經驗，還曾經擔任過學校的教務主任。四位教師一起參與「數、資、美—歐普藝術創作」的跨科創客統整課程方案的設計及教學。

學生包括六位女生和九位男生，分別以學生 A 到學生 O 的方式編製代號，15 位學生從各班來選修本門課，大部分住在學校附近社區，學力程度落點大約在全國 50%。在選修本課程之前，有些學生對課程有興趣，有些則是被安排進來對課程沒什麼興趣；上課時，每位學生皆有一台電腦可使用。

二、資料蒐集與分析

現象學研究是有意識地根據研究主題，藉由一些具有共通生活經驗的人將自身經驗的過程和感受進行分享和描述，而且立意要收集到多元的資料（Creswell & Poth, 2018）。因此，本研究為回應研究問題，資料主要蒐集教師和學生方面的資料，包括訪談、文件和影音媒材。教師方面，本研究蒐集課程方案文本、會議錄影，以及訪談。參與教師舉行課程設計與教學會議，討論前端的理念和原則、設計課程方案，並反思與修正教學。課程結束後，研究者分別與四位教師進行半結構式的訪談，問題包含（1）在設計和教授這門創客統整課程之前，老師對於課程的看法和經驗是什麼？（2）老師在設計這門創客統整的感覺和經驗是什麼？說一說大家一起討論課程的經過。（3）設計完這門課之後的教學跟以前有何不同？學生的反應怎麼樣？為什麼會這樣呢？（4）對比以前的課程和教學，老師對這樣的課程和教學有什麼想法可以分享？（5）這個經驗對老師日後的專業影響是什麼呢？半結構式訪談的目的在確保所有受訪者聚焦在重要的提問上，卻同時得以透過追問獲得深度經驗的分享空間（Creswell & Poth, 2018; Maxwell, 2012; Merriam & Tisdell, 2015）。訪談的錄音檔皆轉譯為逐字稿，為文字資料分析預做準備。

學生方面，本研究以不打擾學習卻同時能蒐集到反映經驗的實質資料為原

則，從參與教師處蒐集到所有學生的作業電子副本、展演照片檔和期末問卷。學生作業電子副本包含學習歷程檔案和鷹架性質的評量；期末問卷包含八道選答題和一道開放式提問的學習經驗反饋。八道選答題分別是：學完數、資、美選修課程後，我覺得課程內容有助於：程式設計、數學觀念、美學觀念的學習，數學概念、資訊能力、藝術涵養的提升，學習加深加廣與延伸，以及學習效率提升；回答的選項採用 Likert 五等級量表，數值 1 表示非常不同意；2 不同意；3 普通；4 同意；5 非常同意。另外一道開放式提問是請學生針對創客統整課程的學習經驗描述自己的感受和看法。

資料分析方面，現象學研究過程中，研究者不能將自己主觀的判斷強加在參與者的觀點上，而是須回歸到資料本身特有的本質，從而分析出這些參與者經驗到什麼經驗以及如何經驗到那些經驗的共通且普遍性的本質（Creswell & Poth, 2018）。據此，本研究依照研究問題逐一回應並根據質性或量化資料採用不同方法。兩個研究問題的資料都有文字資料，包括教師的訪談和學生開放式提問的回答，這類資料的分析採用螺旋持續比對的方法（Creswell & Poth, 2018）。具體做法是，研究者首先妥善管理和組織所收集到的各式資料並建立檔案，接著將老師的訪談逐份一邊閱讀資料數遍，一邊記錄浮現出來的想法，例如，「學生的學習經驗」、「學生的學習成果」等。隨後，研究者將資料逐份根據語意塊剪裁、編碼、跨檔案來回分析比較、以編碼歸群、再細分類別，例如，「學生發現原本困難的知識變得容易學習」、「學生認知到不同領域知識可以連結」等。後續再綜合整理和列表，最後化約編碼為主題，作為下一節次「研究結果」視覺化再現時所需要的有意義資料（Corbin & Strauss, 2007; Creswell & Poth, 2018）。量化資料有學生的回饋問卷，以作為學生的學習經驗的呈現，是採用 SPSS 軟體進行敘述統計的分析。

資料編號以教師和學生編號處理，例如，教師甲、教師乙、學生 A、學生 B.....學生 O。由於教師的訪談均發生在學期末，故以教師編號指名參與者；另外，學生的資料包括開放式的提問回應以及作業的說明，對象明確，均以學生編號指名參與者。

肆、研究結果

現象學在研究結果方面採用複合描述的方式，意即將參與者的多元經驗和過程進行多元的描述（Creswell & Poth, 2018）。以下根據教師的課程與教學經驗和高中學生的學習經驗兩個研究問題意識，呈現研究結果。

一、教師以 S2 設計「數、資、美」歐普藝術創客統整課程與教學的經驗

分析結果顯示兩個主題，一是以 S2 設計「數、資、美」歐普藝術創客統整的課程設計經驗；二是創客統整課程與教學過程中的經驗。在課程設計的經驗方面，教師首先釐清課程設計理念和原則、確定統整課程主題、擬訂課程與教學目標，並設計出課程方案。

（一）以 S2 設計「數、資、美」歐普藝術創客統整的課程設計經驗

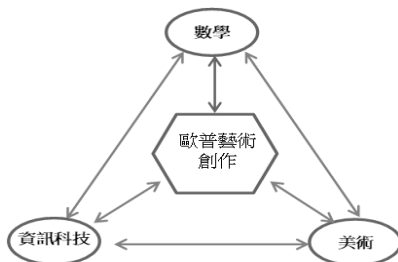
1. 教師釐清課程設計的理念、原則和主題

確定課程之理念與目的：教師團隊的教育理念與目的是為幫助學生具備適應未來高科技生活環境的能力，以及促成學習遷移，創客課程以提高學生學習興趣和解決實際生活上問題。課程會議結果顯示，教師團隊認為課程設計須考慮讓學生透過數學的歸納與演繹邏輯思考，資訊科技的程式設計運算思維，以及美術的構圖原理，將三門學科的知識進行連結。同時，課程設計須考慮讓學生藉由操作知識，建構統整、邏輯和連貫性的系統思維，善用科技與資源以提升解決問題的能力。

擬定課程之原則：教師團隊決定以「S2」為課程設計架構，以創客玩、做、想、創為教育精神，並針對不同領域發展出設計學習活動的三種具體原則。課程會議結果顯示，教師團隊為回應學校本位、課程統整、生活中心三個要求，首先在每星期一次的定期課程會議中，以「S2」為架構設計課程。接著在跨領域課程目標的統整上，教師團隊以創客教育精神為目標，提供學生結合並活用數學、資訊和美術的學科知識。隨後，教師團隊針對不同領域發展出三種具體原則以設計學習活動。一、結合數學概念與生活應用。教師先提供數學概念，再以相關生活實例與現象，讓學生看見知識，引起學習數學概念的動機。二、結合藝術鑑賞與生活創意的「歐普藝術」（見圖 2）。教師提供美感原則，隨後提供學生欣賞歐普藝術作品，以建構數學與美感關係連結的理性基礎。三、圖形解構到創意再製。學生以 GeoGebra AI 繪圖計算機的點、線、面、色彩創造藝術，並以「美感」的角度理性檢視作品。再以 2016 年實踐大學學生楊水源的作品 Spirograph Lab 納入理論與實務結合的作品分享，啟發學習表現的可能性，作為素養任務的預備。接著學生手繪模仿歐普藝術作品；最後使用 AI 繪圖程式語言將數學概念落實在美術設計中，自行完成創作。

圖 2

以歐普藝術為主題的統整創課課程

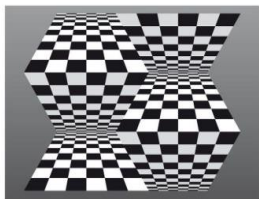


訂立課程之主題：課程會議結果顯示，教師團隊決定以「數、資、美歐普藝術創作」為主題（見圖 3），學生作業作品將透過數學的數列、函數平移與伸縮、旋轉等概念，展現出歐普圖案精密計算、相同且重複分割的藝術畫面。教師團隊認為將美術和數學的相關觀念一起呈現，再運用資訊科技的程式設計與操作，可讓「歐普藝術創作」產出千變萬化的成品。

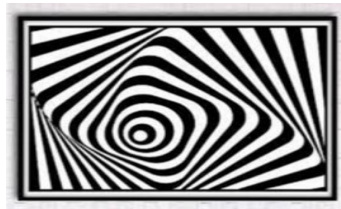
具體而言，該課程提供學生藝術、數學和資訊相關的原理和技術，在實例和生活現象中尋找數學概念的變化之美和規律，最後藉由 GeoGebra 的 AI 繪圖計算機為溝通橋樑，畫出由視覺圖像展現出數學規律的歐普藝術作品，最後整合所學的知識和技能，順利解決一系列課程所規劃的問題任務，親自體會三種領域知識的連結和在生活中的實用性，並完成最終評量的素養任務，也就是整個課程最後綜合能力展現的任務型學習活動。

圖 3

數、資、美歐普藝術創作示例



<https://kknews.cc/science/qqx8jlb.html>



<https://kknews.cc/culture/8orpxz4.html>

2.教師以 S2 擬訂課程與學習目標，並設計出課程方案

選定課程目標：教師團隊以 S2 作為課程設計的架構，在設計階段一決定核心知識時，先就美術、數學和資訊科三科目中選取適當的領綱條目（見表 1）做為課程目標。

表 1
三科目選取的領綱條目

科目	學習重點	領綱條目
美術	學習內容	美 E-V-1 色彩與造形應用、形式原理、平面與立體構成原理 藝 1-V-1 能運用設計思考，加強對生活中各類藝術型態觀察、探索及表達的能力。
	學習表現	美 1-V-3 能運用數位及影音媒體，進行創作表現。 美 2-V-1 能使用分析藝術作品的方法，並表達與溝通多元觀點。
數學	學習內容	N-8-4 等差數列：等差數列；給定 首項、公差計算等差數列的一般項。 N-8-6 等比數列：等比數列；給定首項、公比計算等比數列的一般項。 S-9-1 相似形：平面圖形縮放的意義；多邊形相似的意義；對應角相等；對應邊長成比例。 F-10-2 三次函數的圖形特徵：二次、三次函數圖形的對稱性，兩者圖形的大域（global）特徵由最高次項決定，而局部（local）則近似一條直線。 G-10-5 廣義角和極坐標：廣義角的終邊，極坐標的定義。 F-11A-1 三角函數的圖形：sin，cos，tan 函數的圖形，週期現象的數學模型。
資訊科技	學習內容	資 P-IV-4 系統化程式設計的概念。 資 P-IV-5 系統化程式設計與問題解決實作。 資 P-V-1 文字式程式設計概念與實作。
	學習表現	運 t-IV-3 能設計資訊作品以解決生活問題。 運 t-IV-4 能應用運算思維解析問題。

訂立學習目標：各科教師從選用的各領綱條目中，共同討論並梳理出整體課程目標的重要原理原則並訂立學生學習的目標。美術教師歸納出十項美的形式，包括反覆、漸層（漸變）、對稱、均衡（平衡）、調和、對比、比例、節奏（律動）、統一和單純。數學教師界定出美的形式原理與數學的數列、全等形、相似形、對稱、三角函數、合成函數與極坐標等相關聯的概念，而資訊教師則界定使用 GeoGebra 程式軟體的基本程式語言（segment、polygon、sequence、dilate、rotate、reflect、translate 等）。隨後，教師團隊在階段二訂立出學生學完此單元之後必須習得的持久概念學習目標：

1. 數學概念可以解釋藝術作品的基本系統。
2. 數學的系統思考可詮釋藝術作品的基本系統的關係。
3. 程式設計運算思維可呈現數學概念，反映出數學和資訊的相關性。
4. 程式設計運算可解決藝術作品創作的需求。
5. 利用數學概念和程式運算思維進行創作，可促使藝術造型的作品呈現千變萬化的效果。

設計學習評量：在階段三設計學習評量時，教師團隊考慮兼顧個別化和多元化，以「藝術與你面對面」素養任務做為素養的學習評量，作為反映學生對關鍵概念、知識、技能和態度價值觀形成的建構過程。素養任務的標準明確要求學生展現整體學習過程，包括審美觀、創作思維，搭配不同的美術造形觀點，產生不同的作品，再透過解說作品，逐步展現其綜合性的學習成果。最後要求學生將學習過程產出的各項具體成果，集結成學習歷程檔案，做為日後升學評審資料之用途。以下是素養任務的內容：

市立美術館展出現代藝術家的歐普藝術作品，並邀請藝術家親臨現場對參觀者舉辦一場「藝術與你面對面」創作歷程座談會，讓大眾更親近藝術。由於你學過以數學概念、資訊程式設計與美的原則設計歐普藝術的經驗，所以受邀與現場觀眾展示並說明創作作品和歷程的藝術家，讓觀眾更明瞭歐普藝術作品創作歷程，感受到使用人工智慧在藝術創作上的便利。座談會的內容有：

1. 展示歐普藝術創作作品。
2. 說明作品所運用美的原則（對稱、反覆、對比、漸變、律動、比例、統一等）。
3. 說明作品運用平面設計編排所構成的原理。
4. 描述作品產生視覺幻覺效果（動感、突出、凹陷、顫動）
5. 描述作品使用數學的概念與規律（線段、數列、函數、極坐標和三角

函數等)。

6. 描述運用 GeoGebra 程式軟體的演算法與程式語言 (segment、polygon、sequence、Polar coordinate system 等)。

教師為素養任務設計標準評量表作為客觀評量的依據 (見表 2)。

表 2

素養任務的標準評量表

等級 評量項目	金質新秀	銀質新秀	銅質新秀	待開發璞玉
使用美的形式原理 (對稱、反覆、對比、漸變、律動、比例、統一等) 30%	作品能呈現美的形式原理 4 種以上 (30-26 分)	作品能呈現美的形式原理 3 種以上 (25-20 分)	作品能呈現美的形式原理 1~2 種以上 (19-16 分)	作品無法呈現任何本單元要求之美的形式原理 (15-10 分)
能產生歐普藝術特色 (動感、突出、凹陷、顫動等) 30%	作品能呈現 4 種的視覺幻覺, 整體效果明顯 (30~26 分)	作品能呈現兩種以上的視覺幻覺 (25-20 分)	作品能呈現一種的視覺幻覺 (19~16 分)	作品無法呈現任何一種的視覺幻覺 (15~ 10 分)
說明呈現美感與畫出動感的方法。10%	清晰以文字和語言說明如何使用圖像表達美感, 並闡述平面繪畫表現動感的方法 (10-9 分)	以文字或語言大略說明如何使用圖像表達美感, 或闡述平面繪畫表現動感的方法 (8-6 分)	試著以文字或語言說明如何使用圖像表達美感, 或闡述平面繪畫表現動感的方法 (5-4 分)	未能以文字或語言說明 (3-1 分)
歐普藝術創意作品。30%	在模仿的作品, 增加自己的創作, 並且兩者融合良好且富有新意 (30-26 分)	在模仿的作品, 增加自己的創作, 兩者融合程度尚可 (25-20 分)	在模仿的作品, 增加自己的創作, 雖然兩者顯突兀 (19~16 分)	作品全然模仿 (15-10 分)
作品結構說明	清楚呈現創作	清楚呈現創作	呈現創作的	沒有提出創

說明作品運用的數學概念	的作品 4 種以上不同的基本系統結構，以及其所運用的數學概念 (25-23 分)	的作品 2-3 種以上不同的基本系統結構，以及其所運用的數學概念 (22~20 分)	作品 1 種不同的基本系統結構，以及其所運用的數學概念 (19-15 分)	作作品的基 本系統結 構，無法說 明如何運用 數學概念 (14-8 分)
運用 GeoGebra 指令或工具 (segment\polygon\rotate\dilate\translate\reflect\sequence)	運用五種以上 GeoGebra 指令或工具 (25-23 分)	運用 3~4 上 GeoGebra 指令或工具 (22-20 分)	運用 1~2 以上 GeoGebra 指令或工具 19-15 分)	不會運用 GeoGebra 指令或工具 (14-8 分)
GeoGebra 指令熟悉度—使用系統	呈現主要程式碼能運用三層以上系統複合指令，並說明其數學概念的呈現效果 (25-23 分)	呈現主要程式碼能運用二層以上系統複合指令，並說明其數學概念的呈現效果 (22-20 分)	主要程式碼能運用單層系統複合指令，並說明其數學概念的呈現效果 (19-15 分)	沒有運用 GeoGebra 系統複合指令，或沒有說明其數學概念的呈現效果 (14-8 分)

規劃學習活動：在階段四規劃學習活動階段，教師團隊決定在教授知識之後，同時融入張玉山（2018）所建議的玩、做、想、創四個步驟作為系列性活動的框架。這個框架讓學生根據問題、從知識出發，親自把玩，一邊操作一邊反思修正，最終解決問題，反映出創客的精神。學習過程中，學生從藝術家分享的作品中，尋找和學習美術和數學的相關概念；再從數學的規律概念，運用到藝術的造型概念。轉化過程中，學生運用資訊的運算程式，將數學的規律概念轉化為程式語言；再透過程式語言的運用，以美術構圖原則使作品呈現變化，達成素養任務的預備工作。以下是教師團隊以歐普藝術為創作主題所規劃的學習活動（見表 3）。

表 3
規劃數資美統整課程的學習活動

課程系 統名稱	學習活動說明
動手玩 認識歐 普藝術	<ol style="list-style-type: none"> 1. 教師教授歐普藝術的特色與元素。 2. 學生以美的原則、構圖原理與繪圖技巧模仿繪製歐普藝術作品。 3. 教師提供一個歐普藝術作品（https://reurl.cc/3lp71X） 4. 讓學生動手試玩，觀察不同參數所造成的圖形變化。
	
想一想 分解歐 普藝術	<ol style="list-style-type: none"> 1. 教師教授數列、極坐標和函數圖形（例如：幾何圖形、數列、合成函數、極坐標和三角函數等）。 2. 學生學習 GeoGebra 程式軟體的演算法與程式語言（segment、polygon、sequence、function、Polar coordinate system 等）。 3. 教師引導學生分析歐普藝術作品基本規律與數學概念的關聯。 4. 教師引導學生將複雜的形狀分解為計算機可以生成的圖案。
做一做 仿作歐 普藝術	<ol style="list-style-type: none"> 1. 教師教授轉化數學概念成 GeoGebra 程式語言。 2. 教師引導學生以 GeoGebra 程式軟體的演算法與程式語言寫出數學的規律。 3. 教師引導學生以數學、資訊程式編寫完成歐普藝術家的作品仿作。
創作 創作歐 普藝術	<p>藝術嘉年華策展：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 學生解釋自己作品與學習知識的連結，說明歐普藝術創作的來龍去脈：構思、設計、實施、創作。 2. 學生分享個人作品與觀摩他人作品。 3. 學生學習後反思

（二）創客統整課程與教學過程中的經驗

教師的課程與教學經驗有四個小主題，包括，以前的課程與教學經驗、專業成長、對未來專業的影響，和對學生的幫助。

1.教師以前的課程與教學經驗

教師以前的課程經驗影響到教學成效和專業判斷能力：教師在這經驗之前對課程設計有不等的經驗，而這些經驗也影響到專業的運作和能力。教師中有以前曾合作分工設計課程的，也有不清楚課程設計的。例如，教師丁說：「以前在國中有跟地理教師合作設計課程，但是是一種分配、切蛋糕的概念，」所以是個人自己操作。新進教師丙說自己的情況是，「不論是設計自己的教學學科或是設計多元選修，都是我想幹嘛就幹嘛，我想教什麼給學生就教什麼。」他說道：

過去的課程設計時是在思考教學，因為從來沒有模仿或學習的對象，所以都是不斷的填鴨或講述法。在課程方面一直有想要讓學生有動手玩的感覺，但都達不到目標；做很多東西，但學生覺得很無聊。就是跟學生的頻率對不上的問題，所以一直想說要怎樣提起學生的學習動機。

教師丙進一步認為課程設計能力會影響到判斷別人課程的能力。他說：

現在不管是教專的公開授課、觀課或是什麼，大部分都是我開放給不認識的人看我教課。就算做很多的說課、議課，外人是看不到課程真正的核心，所以都只能說些表面的點評，不敢直接去說些人家的不好。

在教學反饋方面，教師甲過去的經驗是依靠學生的反應。她說，「以前我都是自己一個人教學，學生的反應是唯一了解自己的方式。」教師丙則因為資歷較淺，對於自己的教學情況有以下描述：

（我）不知道自己的盲點是什麼，有時在前面教課時太嗨了，不知道盲點在哪裡。過去曾經上過多元選修，因為教得太深或沒對上頻率；所以等學生上完這門課之後，跟我就好像陌生人。

2.教師的專業成長

教師發現S2能導向素養課程與教學：教師發現S2讓課程從領綱條目出發，能讓每一學科有良好的結合和聚焦，不再只是拼接式的課程，對課程設計有幫助，並能提供差異化教學和清楚的教學方向。甲老師的描述特別抓到箇中的精

髓：

我發現使用「S2 素養導向課程設計系統」對課程設計頗有幫助。數學、資訊科技與美術學科從領綱條目的解構到學習活動的設計，讓課程內容安排非常聚焦，教學活動也非常順利。以主題與持久概念有助統整課程設計，從領綱條目出發，深入探究學習內容，能夠讓每一學科均獲得更好的結合，而不是拼接式的課程。教學評量採用模擬真實情境式的素養任務，可兼顧到學生的個別差異，且在課程開始之初，即公告評量的方式並與學生討論，學生在學期中的學習也更清楚方向。（教師甲）

創客統整課程的設計與教學經驗促進教師的專業成長，尤其是在知覺到學習目標的存在、擴大專業課程的視野，建構信心和安全感，以及教學有方向和成效等四方面。

教師知覺到學習目標的存在：在學習目標方面，教師知覺到 S2 學習目標引導他們教學的方向和考慮學生的能力與需求。例如教師丙說道，「這次的共同備課，我們知道課程的目標是什麼，這個學習是很大的。」他進一步闡述這個經驗，說道：

在這個課程設計的過程中，我們一直有一個中心思想就是要學生學到什麼，甚至最後學生的表現情況是否跟我們預期的相符合、相關。所以在設計過程中，我們就反過來，不是想要說什麼就說什麼，而是考慮是否跟學生的立基點或學習相關，需要怎樣的方式去建構下一步的位置。

教師乙也分享這個課程設計的經驗：

我們一開始設定它為跨領域的課程，需要學習很多的技術，美術的技術、程式設計的技術、數學的技術。這些部份讓這課程偏向歷程結構型的課程，需要讓學生學到能夠設計出成果的課程。

教師擴大專業課程的視野和能力：這項 S2 課程設計和教學的經驗擴大教師的專業課程視野和能力，以更多元視角看知識在生活中的意義。例如教師甲說道：「課程設計時，每個教師以自己的專業來分享，因此可做出來的課程更形多元。討論過程中，更打開了自己的專業視野，原來自己著重某些點，現在可以更多視角，也滿聚焦的。」教師丁也說：「這次的課程設計，過程中我比較清楚美術的角色是做什麼，在素養任務的呈現，會用美術的角度、數學的角度去看是怎麼一回事。」教師乙也有類似的感受，他說：「這整個流程是完整

的，讓我看到教師的課程設計是多元的，有很多元的想法。我覺得四個人的力量是廣大的，深度也夠。不同教師不同專才使課程設計更寬廣。」

教師在協同教學過程中體驗到信心、安全感和學習：在 S2 教學上，協同教學的經驗也讓教師感到信心與安全，學習更多，例如教師丁說：「一起協同教學的過程，是有信心、安全的。」教師甲也分享說：

這次是多位教師協同教學，大家容易進行專業對話，無論是上課前、上課中、上課後都能進行專業討論和對話，因此學了很多。當我看到其他教師在教的時候，發現原來他們用不同的角度來說明同樣的概念，學生的學習有不同的收穫。透過這樣的學習，我看到和學到更多。

教師的教學有方向、能適時修正、更有效率：因為課程已經規劃好，教學時就有方向、知道適時修正、學習更有效率；教師丙分享自己的經驗說：「這種課程會好像不斷有一台攝影機照著自己，可以提醒自己不要太嗨、教太難、教太快，知道自己在教學時需要做些修正，才可以讓學生的學習更有效率。」教師對自己的教學有了方向，能了解學生的困難點和需要，所以學生的學習比較有成效。

3.對教師未來專業的影響

教師對專業變得更積極主動：S2 創客統整課程設計的經驗對教師在未來專業的影響，表現在教師對專業變得積極主動、對日後的課程設計與教學較有安全感，和開始反思專業上可能的改變三方面。首先是教師對專業變得積極主動。例如教師甲分享對學習的開放態度，說道：「這次協同教學的經驗，讓我覺得以後如有教師願意讓我入班觀課，不管是同領域或不同領域，我都願意把握機會學習。」教師丁在後來的專業也有不同的態度和作法，她分享道：

現在美術課我會跟別人一起插花合作，讓我的課變成多元選修。例如哲學思辨，邀我講美學命題等概念；還跟別人一起做設計包裝；也跟生命教育老師一起做生命故事冊。生命故事是主題，讓學生去訪談偏鄉主任、工友等做成故事，我教他們如何做排版。所以就是那次美好的統整課程經驗，現在別人來邀我，我就到處跟別人合作。

教師對課程設計與教學變得較有安全感：再者，這個經驗讓教師對日後的課程設計與教學較有安全感。就如教師乙所言：「我覺得有了這個經驗之後，日後的單人操作，那個輕鬆度是大大的提升，因為之前的系統讓我現在的操作比較有安全感。」教師丙認為這次經驗翻轉他的觀點，說道：

這門課跟我過去的經驗不同，是有用的。這門課讓我反思說複製我的學習經驗對學生可能沒辦法接受的。反過來我必須要讓我的學習經驗去符應他的學習經驗。很重要的就是要從他的視野去幫助他學習，而不是用我的視野去讓他學習。

教師更願意作專業的改變：教師開始反思專業上可能的改變，例如，教師丁說：「我檢討當時如果能將程式語言學好，也許在科技藝術的教學層次上我可以更深入一些。」教師甲也肯定這學習，說道：

如果有選修課，以領綱條目為中心，課程設計更清楚，會使 18 周的設計更清楚。我會到領綱去尋找適合的領綱條目，將領綱條目的內涵挖深，找出適合學生學習的內容，這樣可以讓備課更踏實。

4.對學生的幫助

教師認為這門課程在四方面對學生有幫助，包括培養學生解決問題的能力；學生對待教師、學習以及過程的態度轉變；學生藉由製作、反思修正學習歷程檔案的過程自主學習調整；以及課程具有結構性和方向性，學生學習有方向和成就感。

學生解決問題的能力的培養：針對培養學生解決問題的能力方面，教師甲說，

培養未來人才生活中會遇到各式各樣沒有遇過的問題，與其為了考試而學習，倒不如培養學生面對問題、解決問題的能力。（這門課）培養學生觀察生活中各面向的好奇心與找到問題的敏銳度。設計相關主題提問學生，能打開過度包裝過的現代生活，讓他們可以慢慢的見微知著。

學生對待教師、學習、以及過程等的學習態度轉變：學生的學習態度，包括對待教師、學習、以及過程等方面，已經轉變。例如，教師丙分享自己的經驗，說道：

在上數、資、美這門課時，我們會知道學生的立基點，是以幫學生的角度教學，所以學生會在下課時間跑來問我一些數學或物理的問題。所以學生對於我上課所表達的東西比較有共鳴，他們能聽得懂。

學生藉由製作、反思修正學習歷程檔案的過程自主學習調整。教師乙說出自己的觀察：

學生要製作出學習歷程檔案，過程中要做學習反思和調整。我覺得這個部份是非常珍貴的，他們在嘗試做一些東西的時候做錯了，在做完反思之後，又做出什麼新的東西來，我覺得這是非常的重要，剛好也符合歷程檔案所要的精神。

教師的課程具有結構性和方向性，學生學習有方向和成就感。教師丁說道：「其實學生是看得到老師的課程是有組織、有準備、有結構的，有方向的，所以學生比較知道接下來要做什么。學生也許在過程中會說很難，但反應是很不錯的。」教師甲也說：「我們讓他們以模仿開始。所以開始我們讓他們畫出圖形之後，學生會發現原來本來看起來困難的數學和程式語言透過美學表現出來之後，很有成就感。」

二、高中學生在「數、資、美」歐普藝術創客統整課程的學習經驗

分析結果顯示，高中學生在「數、資、美」歐普藝術主題創客統整課程的學習經驗，有兩個主題浮現出來：學習經驗和學習成果。

（一）學生的學習經驗

學生認同這個學習經驗：學生問卷回饋分析結果顯示，絕大部分的學生同意或非常同意本課程幫助他們在數學、資訊和美術三個科目的學習；學生學習反饋的敘述統計結果請見表 4。

表 4
數、資、美選修課程學習反饋的敘述統計結果（N=15）

項目	普通	同意	非常同意	平均值	標準差
課程內容有助於程式設計的學習	1	6	8	4.47	.640
課程內容有助於數學觀念的學習	4	4	7	4.20	.862
課程內容有助於美學觀念的學習	3	6	6	4.20	.775
數學概念提升	3	5	7	4.27	.799
資訊能力提升	1	7	7	4.40	.632
藝術涵養提升	4	4	7	4.20	.862
學習加深加廣延伸	4	4	7	4.20	.862
學習效率提升	5	5	5	4.00	.845

從以上分析結果可知，學生對所有經驗項目的反饋值均在 4.0 到 4.47 之間，表示同意到非常同意經驗項目的描述，同時沒有學生有不同意的經驗項目。這

結果意味著學生對這門創客課程的學習都有相當程度以上的正向經驗。其中，90%以上學生同意或非常同意「課程內容有助於程式設計的學習」和「資訊能力提升」兩經驗項目；另外，超過 80%的學生同意或非常同意「課程內容有助於美學觀念的學習」和「數學概念提升」。以上這些發現說明有些原先被安排進來對課程沒什麼興趣的學生，在學完這課程之後，對課程也大都產生出相當程度的興趣和成果。

開放式回饋的文字分析結果顯示，學生對創客統整課程與教學的學習有五個主題浮現，包括對統整課程學習感到新奇，認知到不同領域知識可連結，原來困難學習的知識變容易了，無趣的學習變得更有趣，對老師、同學和學習的態度變得感恩和正向。

學生發現統整課程讓學習變不一樣：雖然學習過程面臨過困境，但上完課程後，學生對統整領域的具體了解和學習感到驚艷且開心。學生 A 說：

這幾次的課程使我在數學這科大開眼界，不僅有新的程式可學習，還可以與藝術做結合，雖然老師上課速度有時很快，我趕不上而快崩潰，但下課老師還會慢慢的教導我們，也在這幾次的上課中學習許多除了程式以外的數學，比如遞迴數列等，也使我對數學的熱誠上升了許多。

學生認知到不同領域知識可以連結：學生發現不同領域知識的學習可以彼此在生活應用中成就對方。學生 E 說：「藝術不只可以透過手繪表現，也可用數學形式表現。」學生 F 也說：「數學與藝術不是沒關聯的。」學生 G 則說：「能從藝術裡發現數學的奧秘。」

學生發現原本困難知識變得容易學習：統整課程讓學生得以操作，讓原先不在行的學習也能學好。學生 H 反饋說：「原來電腦白癡也能透過這堂課學會很難的程式設計。」學生 O 也認為：「電腦真的很先進，可以幫我們完成很多瑣碎的事，讓我們有更多時間發揮想像力創造新的理念。」學生 I 則說道：「有些事情看起來很難，可是做了之後，不知不覺就完成了。」

學生發現無趣的學習變得更有趣：學生發現以前覺得無趣的領域知識，透過統整課程的方式，上課起來變得有趣，且能強化學習的深度和邏輯思維。以下是兩位學生的經驗分享：

以前都覺得數學是很無趣的科目，往往被數學考試局限，覺得只能背題型來拿分數，所以都是被逼迫的方式去學習。但自己本身對藝術有些興趣，沒想

到數學和藝術有這樣巧妙的關係存在。數、資、美課程讓我的程式設計更進步，除了有邏輯思考的空間，同時也提高我對美感以及對科技產品與軟體的興趣度。（學生 K）

本來就對這種數學科學類的東西有興趣，覺得很開心可以學到很多新的很不一樣的東西，雖然有時候覺得很難，想放棄，但還是想把他們完成，希望未來也有很多機會可以接觸更多好玩的東西，還有融合美術我認為大概是我最高興的課程，可以發揮創意，很快樂！（學生 D）

學生的學習理解改變，對於教師和同學也有不同的態度：在這門課中，學生會尋求老師和同學的幫助，學習效果更好，態度也改變。例如，學生 L 說：「第一次用電腦學習寫程式，過程中不斷遇到困難，但在老師和同學幫助下總能披荊斬棘，本來沒有很喜歡數學，但來上這堂課後，似乎對數學多了一些理解。」另外，學生 M 表達出對教師的感恩，說道：

非常開心能遇到四位指導老師的指導，收獲良多，學到如此有趣的生活知識及一生中難以發掘到的美。老師們應該花了很多時間去尋找適合我們的教材，還有許多器材的實驗直接映在我們眼前，加深了印象，要是上學期就來這裡那該有多好呢！

學生 C 的學習態度改變了。他說：

第一次用電腦學習寫程式，覺得很神奇，竟然可以和生活及美術結合，創造出很多特別的東西。每次上完課也都是滿載而歸，雖然還是沒有特別喜歡數學，但至少這些課讓我不那麼排斥了。

（二）學生的學習成果

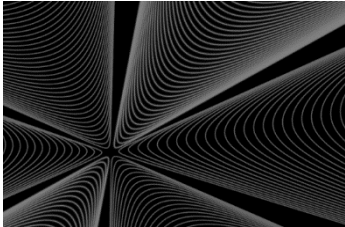
學生的學習成果分成兩部分，包含配合素養任務而建構的學習歷程檔案和鷹架性質的學習評量。鷹架性質的評量就是建構素養任務所必須、關鍵而基礎的解決問題能力之證據，例如學習活動中所創作出來的成品即是一種。

學習歷程檔案的學習成果：歷程檔案結果顯示，學生的學習成效呼應課程中數學、資訊、美術對歐普藝術作品的知識、技能、價值觀和態度的目標設定，將整個學期的學習成果清楚記錄，做為最後展演的預備資料。素養任務要求學生擔任藝術家，展出現代歐普藝術作品，因此，學習歷程檔案的建構，即針對這項展演，包括歐普藝術的創作作品、所運用之美的原則、平面設計編排構成原理、視覺幻覺效果、數學的概念與規律，以及 GeoGebra 程式軟體的演算法與

程式語言，逐步進行規劃和呈現。

由於素養任務須根據標準評量表的要求，因此，所有學生的作品皆以歐普藝術創作作品為歷程檔案的主題。在呈現上，這些歐普藝術創作作品必須運用到所學習到的美的原則，例如對稱、反覆、對比、漸變、律動、比例、統一等，同時，也須運用到平面設計編排所構成的原理，以及產生視覺幻覺效果，包括動感、突出、凹陷、顫動。另外，作品還須使用數學的概念與規律，例如線段、數列、函數、極坐標和三角函數等，以及運用 GeoGebra 程式軟體的演算法與程式語言，包括 segment、polygon、sequence、Polar coordinate system 等。為了最後素養任務的達成，在學習過程中，學生持續針對標準評量表的說明，定位和評估自己的作品和表現校準於在這些標準的掌握和達成程度，因此最後的素養任務「藝術與你面對面」創作歷程座談會中，大致都有相當令人滿意的表現。以下舉學生 A 的學習歷程檔案作品「巨根」為案例。學生 A 列點說明歐普作品的特色，並寫出作品結構的說明書（見表 5）。

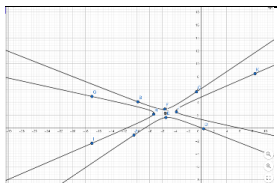
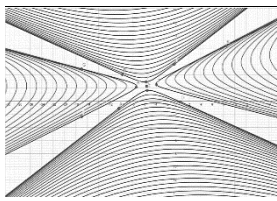
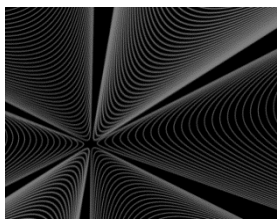
表 5
學生 A 的學習歷程檔案

歐普藝術作品名稱：巨根	
	<ol style="list-style-type: none">1. 作者：學生 A2. 作品連結： https://www.geogebra.org/graphing/bvpuz2uf3. 作品特色：不斷延伸的霓虹柱子

一、作品說明：

1. 本作品由雙曲線往外延伸漸變，藉由曲線的變化呈現圓柱體的立體視覺。
2. 向中心點縮小，讓視覺聚焦在中心點，而且產生從高空向下俯視的感覺。
3. 曲線彎曲朝向中心點，產生統一性的律動。
4. 以深藍，紫，淡藍的顏色，形成不斷延伸的霓虹柱子，故取名為巨根。
5. 整體圖案具有抑揚變化而又有統一感的律動，它予人產生的印象是巨大與渺小。

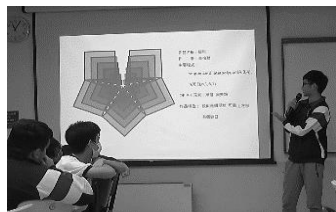
二、作品結構說明書

作品結構	運用的數學概念說明	GeoGebra 指令使用系統	使用美的形式原理
	以漸近線的概念作雙曲線方程式	1.點出 A, B, C, D, E, F 作圓錐曲線=c 2.作 E, F 中點 L	
	以 $a_1x + b_1y + c_1 = 0$ 和 $a_2x + b_2y + c_2 = 0$ 為漸近線的雙曲線方程式為 $(a_1x + b_1y + c_1)(a_2x + b_2y + c_2) = k$	3.作 Dilate (c, 2, L) 4. 作 Sequence (Dilate (c, n, L), n, 1, 50, 1) 5.點出 G, H, I, J, K 作另一圓錐曲線	1.統一：全部相同的雙曲線圖形 2.反覆：同樣的形狀重覆安排放置。 3.對稱：給人帶來平衡感與穩定感。
	不同的漸近線，求出不同的雙曲線。	6. 重複上述動作兩次 7.將背景調成黑色	4.對比：原設計稍嫌單調，所以採用對比的概念將中心點往左下移動，凸顯的重點。 5.彩度的對比：深藍，紫，淡藍產生鮮濁對比。 6.將兩組雙曲線改為三組，視覺更加聚焦。

以上學習歷程檔案反映出學生 A 具體陳述歐普藝術作品所需具備數學、資訊、美術方面的知識和技能；其結構說明書反映出學生 A 學習過程中所建構的基礎能力細節。以下以三位學生在素養任務發表時的實況紀錄，呈現課程總結性評量的樣貌（見表 6）。

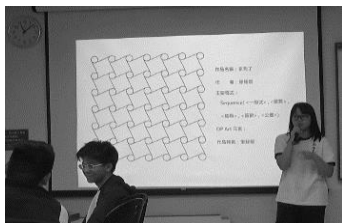
表 6

「藝術與你面對面」素養任務發表



作品名稱：破星

1. 作者：學生 B
2. 主要程式：
3. sequence (dilate (polygon (A,B,4) ,n/6,E) ,n,1,6,1)
4. OP Art 元素：漸層 消失點
5. 作品特色： 貌似是個星狀 可是上方卻有個缺口



作品名稱：累死了

1. 作者：學生 L
2. 主要程式：
3. Sequence (<一般式> ,<變數> , <起始> ,<節數> ,<公差>)
4. OP Art 元素：對稱、反覆
5. 作品特色：很舒服



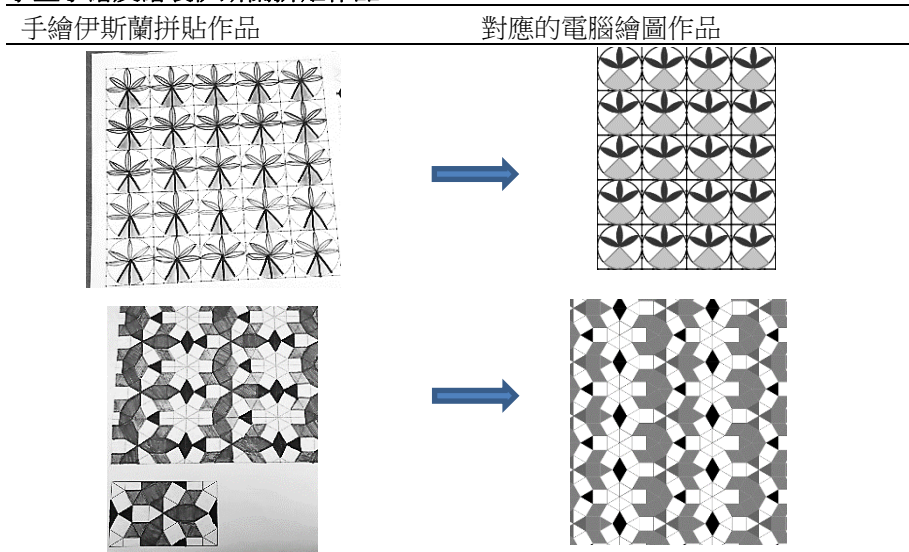
作品名稱：翠與方的錯覺

1. 作者：學生 M
2. 主要程式：
3. Translate (<物件> ,<方向>)
4. Sequence (<一般式> ,<變數> ,<起始> ,<節數> ,<公差>)
5. OP Art 元素：對稱、反覆、漸變
6. 作品特色：凹陷

在「藝術與你面對面」藝術家座談會中，學生逐一談論作品的整體與構圖的原理原則，說明對基礎知識的理解、操作和對作品的影響。

鷹架性質的學習成果：鷹架性質的學習評量成果顯示，學生手繪產出一些初步接觸歐普的作品，以預備素養任務的鷹架能力（見圖 4）。

圖 4
學生手繪及繪製伊斯蘭拼貼作品



學生手繪作品顯示，在單一的元件下，運用相同的指令，可將元件平鋪展開，並且為不同顏色圖形分開平鋪。學生並以 AI 繪圖計算機的程式操作同樣概念，作品呈現的效能不同，透過運用科技技術，展現出理解藝術與數學間相關的概念。

伍、結論、討論與建議

本研究針對教師與學生在 S2 創客統整課程與實踐的經驗作出資料的蒐集、分析和詮釋；結果顯示，師生雙方的素養能力，包括知識、技能、態度價值觀，均有某種程度的發展和成長。這些發展和成長回應了 OECD（2018, 2019）和教育部（2014）所定義的素養，也呼應聯合國全球永續優質教育的期望。以下分別就教師和學生的素養能力，以及全球永續第四個項目優質教育，進行討論和說明。

一、教師在 S2 創客統整課程和教學的經驗中，習得課程設計的知識和技術，克服了困擾創客教育和統整課程的教師課程設計能力問題

文獻一再指出創客教育和統整課程對教師最大的挑戰就是設計課程方案（呂秀蓮，2017；游自達等人，2022；范信賢、黃茂在，2003）。本研究結果顯示，參與研究的教師團隊從缺乏課程設計經驗的情況下，遵循 S2 的步驟流程，釐清創客統整課程的設計理念，接著聚焦在領綱條目的內涵的理解和解構。他們以學科知識為創客統整課程方案的設計核心，找出結合數、資、美原理通則的關鍵知識和持久概念學習目標，組合數學、資訊和藝術三科的相關概念形成新的概念網絡。教師們從藝術鑑賞、圖形解構到創意再製的教學概念，最終按部就班、嚴謹地設計出學習評量和活動，後續在連結不同領域知識時，自然順暢地結合創客教育的玩、做、想、創四步驟（張玉山，2018）。教師所設計的最終評量將學生置身於任務型的真實生活情境中，讓學生除去學科間的界線，發展出跨學科和文化的社會學習，體會真實的社會經驗。同時教師將國民教育階段九年一貫課程試辦工作輔導手冊（2000）所提出的學科知識、概念、經驗和社會的四種統整模式，巧妙地融合在課程設計中。更重要的是，本課程方案以藝術為數學和資訊的知識和技術資源，並以歐普藝術來組織課程，擴大各學科的存在意義，再透過歐普藝術的形式和內涵來解釋數學和資訊的論題和想法，最後以生活議題為中心，結合其他兩領域以進行藝術教育，完全符合 Krug 和 Cohen-Evron（2000）對以藝術為中心做統整課程的看法。這些經驗顯示，教師在 S2 創客統整課程和教學過程中，習得了課程設計的知識和操作的步驟流程，克服了創客教育和統整課程長期以來所困擾的教師課程設計能力問題。

二、教師在 S2 數資美創客統整課程與教學經驗中建構出專業的能力和信心

文獻指出，以課綱為本設計課程，能讓教師聚焦且嚴謹的規劃和設計學習目標、評量、活動和材料，最後的課程成品讓教師在課室實踐過程中能依照學生情況，持續校準目標，因此教學方向明確，自己的專業能力也持續成長，進而培養出專業信心（呂秀蓮，2017、2019；曾秋芬，2022；劉怡君，2021；Ogawa et al., 2003）。本研究的發現與文獻報導相符；因為參與研究的教師團隊發現自己設計的課程內容深入聚焦，並且方向明確清楚且聚焦，能隨著不同的學生及課堂環境適時修正調整。此外，S2 素養任務和學習歷程檔案評量也能提供學生清楚的學習方向，促使學習有效率。這些經驗讓教師對日後設計課程和教學產生能力、信心和安全感。

三、教師在 S2 數資美創客統整課程與教學經驗中，培養出對課程設計及專業的正向價值觀和態度

文獻發現教師持續使用課綱設計課程與教學的態度與學生的成效與態度正相關（Kahle et al., 2000），可見教師的專業態度影響學生的學習。本研究結果顯示，教師從這項經驗中對設計課程的專業能力產生正向的認同感，發現自己在跨領域合作時擴大了課程的視野，進而對未來專業學習持較開放的態度，並願意與不同領域的教師協作。這些結果對教師專業發展的意涵是，教師具有 S2 課程設計能力將有助促使專業態度朝向積極、正向而開放的方向改變（呂秀蓮，2017、2019；曾秋芬，2022；劉怡君，2021）。

四、學生在 S2 創客統整課程的學習過程中，認知到不同領域知識可以連結，學習因而變得容易且具體

文獻報導指出，學生在 S2 課程的學習過程中，透過教師傳授知識、師生、小組討論的操作，能深度理解和掌握知識，進而學習產生學習動力（邱韻芯，2023；曾秋芬，2022；劉怡君，2021）。本研究結果回應文獻的報導發現，參與學生認為創客統整課程與教學強化他們在數學、資訊和美術三科目的概念學習和建構，讓他們對學習感到新奇，知道原來不同領域的知識可透過統整在生活問題中連結應用，並且體會到不同領域知識的結合可讓原本困難、無趣的知識變得容易學習且有趣。

五、學生在 S2 創客統整課程的學習過程中，運用理論，解決單純和複雜的任務並進行發表，具體回應課程目標所設定的關鍵知識、技能、態度和價值觀

文獻報導指出，學生在 S2 課程的學習過程中，能清楚了解自己的學習目標和所必備的學習行為，因此能積極參與和生活情境相關的任務型評量活動，展現出課程目標所期望的知識、技能、態度和價值觀（邱韻芯，2023；曾秋芬，2022；劉怡君，2021）。本研究結果顯示，參與學生在單純鷹架式評量作品展現出按部就班參與創客統整課程的學習活動，以及為素養任務鷹架能力預作準備的工夫，符合素養教育對學習過程中須逐步建構知識和技能的嚴謹要求，以確認學生的學習紮實可靠（呂秀蓮，2019；Darling-Hammond et al., 2020）。更引人注意的是，參與學生為完成最終評量的素養任務和學習歷程檔案的複合能力要求，各人展示所設計的歐普藝術作品，說明其藝術特色，並對各領域關鍵知識使用在作品結構中做出詳細的說明。這些作業的完成展現出學生對三種學科的關鍵知識、技能和態度價值觀的掌握，反映出學生在該課程學習中所帶走

的全方位能力（呂秀蓮，2019）。

六、學生在 S2 創客統整課程的學習過程中，對學習產生認同，並且改變對待同學和老師的態度

文獻報導指出，學生在 S2 課程的學習過程中，產生學習的認同，樂於與同學討論和參與任務型的問題解決評量活動（邱韻芯，2023；曾秋芬，2022；劉怡君，2021）。本研究參與學生的經驗結果顯示，S2 創客統整課程與教學除了促進學生的知識和技能學習外，也帶動學生在對待學習、老師和同學的態度價值觀方面產生正向的改變。這些結果也得到參與教師的證實，認為學生培養出解決問題的能力，覺得學習有價值，且對待教師和同學、對知識本身和學習過程的態度變得積極而正向，在製作學習歷程檔案的過程中，學生也藉由反思修正，體會到學習的意義，進而有更好的學習成果。這些現象有助於學生未來面對學習與人際關係的態度價值觀，相對在傳統教科書教學的情況下，可能就較難能發生。

七、S2 創客統整課程呈現優質教育的成效

文獻指出，統整課程原本的設定是使用在資優教育上，認為資優學生在一種綜合、嚴謹的課程學習中能充分發展認知和情意方面的能力（VanTassel-Baska & Wood, 2010），然而，值得一提的是，本研究發現 S2 創客統整課程和教學，在聚焦、多元知識、嚴謹的學習經驗中，呈現出來的是無差別式資優教育結果，既兼顧能力較強及較弱學生在知識、技能和態度與價值觀的學習，又促使他們產出具體的綜合學習成果。這些學習成效符合新課綱改革所強調的素養學習（教育部，2014），同時也呼應聯合國對 2030 年永續發展第四項優質教育的目標（2015），是令人驚艷之處。

總結以上，教師團隊以 S2 統整「數、資、美」三種領域知識，研發創客統整課程方案，其設計經驗與教學成效，已促成教師和學生雙方在能力和學習上呈現正向、積極的成長。研究結果顯示，S2 能有效幫助教師設計統整課程方案和教學，並能回應對當今教師在創客統整課程設計能力培養的呼籲（呂秀蓮，2017；范信賢、黃茂在，2003）。同時 S2 能幫助學生普遍性地對學科知識的學習聚焦、有興趣和動機，產出具體學習成果和正確態度價值觀。因此，在實務應用方面，本文建議推廣 S2 在國民教育現場使用，以促進教師統整課程、評量與教學的成長，同時提升學生的學習動機和成效。在研究方面，由於 S2 是新興的課程專業技術，本文建議未來有更多研究者投入與 S2 相關的各種議題研究，包括 S2 的應用成效與改進建議、各級和各領域教師學習 S2 的專業成長經驗、

各級學生的學習經驗，以及推動 S2 的經驗等。

參考文獻

- 呂秀蓮（2017）。**課綱使用理論與實例：素養導向課程發展與設計入門概念**。大衛營文化出版社。
- 呂秀蓮（2019）。課綱為本課程設計經驗之研究：以國中教師為對象。**教育實踐與研究**，32（1），1-32。
- 呂秀蓮（2022a）。**S2 課程設計系統簡介**。2022 暑假 S2 技術研習工作坊，國立清華大學。
- 呂秀蓮（2022b）。課綱為本課程設計系統的理念與實踐。載於詹惠雪（主編），**素養導向學習的理論與實踐**（頁 21-54）。元照出版。
- 邱誌勇（2016）。實體與虛擬的並置參與：當代自造者運動的社群集結與想像。**考古人類學刊**，85，83-108。
- 邱韻芯（2023）。**S2 課程設計系統對學生學習成果之研究：以國小社會科為例**。（未公開之碩士論文），國立清華大學教育與學習科技學學系。
- 林逸農（2019）。創客教育之 3D 列印開發課程的教學分享。**教育脈動**（18），1-9-009。
- 范信賢、黃茂在（2003）。課程改革中教師關心什麼？教師敘說的探究。**國教學報**，15。
- 游自達、李文富、呂秀蓮、陳致澄、陳麗華、楊國揚、鍾昌宏、藍偉瑩（2022）。素養導向教科書的實踐與前瞻。**教科書研究**，15（1），111-144。
- 教育部（2014）。十二年國民基本教育課程綱要總綱。
<https://www.naer.edu.tw/upload/1/16/doc/288/%E5%8D%81%E4%BA%8C%E5%B9%B4%E5%9C%8B%E6%95%99%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E7%B6%B1%E8%A6%81%E7%B8%BD%E7%B6%B1.pdf>
- 教育部（2000）。國民教育階段九年一貫課程試辦工作輔導手冊。教育部。

- 陳伯璋（2003）。新世紀的課程研究與發展。**國家政策季刊**，2（3），149-168。
- 張玉山（2018）。STEAM Maker 跨域整合，實踐 12 年國教。**臺灣教育評論月刊**，7（2），1-5。
- 曾秋芬（2022）。「課綱為本課程設計系統」應用於偏鄉實驗國中記敘文寫作教學之研究(未出版之碩士論文)。國立清華大學教育與學習科技學學系。
- 甄曉蘭（2001）。從課程組織的觀點檢討統整課程的設計與實施。**課程與教學季刊**，4（1），1-20。
- 甄曉蘭、鍾靜（2002）。學校本位課程發展相關問題及其相應措施之研究。**師大學報：教育類**，47（1），1-16。
- 歐用生（1999）。從「課程統整」的概念評九年一貫課程。**教育研究資訊**，7（1），22-32。
- 歐用生（2004）。誰能不在乎課程理論？— 教師課程理論的覺醒。**教育資料集刊**，28，373-387。
- 劉怡君（2021）。教科書與 S2 素養課程的內涵與學習經驗研究— 以高中國文小說課為例(未出版之碩士論文)。國立政治大學。
- 劉明洲（2016）。創客教育的理念與實踐~應該被關注的配套設計。**臺灣教育評論月刊**，5（1），158-159。
- 劉明洲（2017）。創客教育，運算思維，程式設計~幾個從「想」到「做」的課程與教學設計觀念。**臺灣教育評論月刊**，6（1），138-140。
- Anderson, D. M. (2013). Overarching goals, values, and assumptions of integrated curriculum design. *SCHOLE: A Journal of Leisure Studies and Recreation Education*, 28(1), 1-10.
- Cf, O. D. D. S. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*.
- Connor, A. M., Karmokar, S., & Whittington, C. (2015). From STEM to STEAM: Strategies for enhancing engineering & technology education. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 5(2), 37-47.

- Corbin, J., & Strauss, A. (2007). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Sage publications, Inc.
- Creswell, J. W. & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). Sage publications.
- Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B., & Osher, D. (2020). Implications for educational practice of the science of learning and development. *Applied Developmental Science*, 24(2), 97-140.
- Fogarty, R. (1991). Ten ways to integrate curriculum. *ASCD* (61-65).
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. M. (2014). The maker movement in education. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495-504.
- Kahle, J. B., Meece, J., & Scantlebury, K. (2000). Urban African-American middle school science students: Does standards-based teaching make a difference? *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 1019-1041.
- Krug, D. H. & Cohen-Evron, N. (2000). Curriculum integration positions and practices in art education. *Studies in Art Education*, 41(3), 258-275.
- Martin, L. (2015). The promise of the maker movement for education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 5(1), 30-39.
- Maxwell. (2012). *Qualitative research design: An interactive approach*. Sage.
- Merriam, S. B. & Tisdell, E. J. (2015). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. Jossey-Bass.
- Nagel, D. (2015). *Effective grading practices for secondary teachers: Practical strategies to prevent failure, recover credits, and increase standards-based/referenced grading*. Corwin Press.
- Ogawa, R. T., Sandholtz, J. H., Martinez-Flores, M., & Scribner, S. P. (2003). The substantive and symbolic consequences of a district's standards-based curriculum. *American Educational Research Journal*, 40(1), 147-176.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *The future of*

education and skills: Education 2030. OECD education working papers.

Slattery, P. (2012). *Curriculum development in the postmodern era: Teaching and learning in an age of accountability*. Routledge.

Taguma, M., Feron, E., & Lim, M. H. (2018). *Future of education and skills 2030: Conceptual learning framework*. Organization of Economic Co-operation and Development.

VanTassel-Baska, J., & Wood, S. (2010). The integrated curriculum model (ICM). *Learning and Individual Differences* 20, 345-357.

Wiggins, G., & McTighe, J. (2006). *Understanding by Design* (2ed.). Pearson/Merrill Prentice Hall.

World Economic Forum. (2016). *The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution*. Global Challenge Insight Report.

A Phenomenological Study on Teacher and Student Experiences in a Standards-based Integrated Maker Course Design and Instruction

Yuhua Hsu* Hsiu-Lien Lu**

This phenomenological study aims to explore the shared experiences of participants in a maker-integrated curriculum, interpreting the meanings generated by these experiences. The curriculum, centered around the Curriculum Guidelines, employs SSCD to design a maker-integrated course in mathematics, information technology, and the arts. The research collects and analyzes curriculum plans, designs, and instructional videos from four high school teachers, as well as interviews, learning artifacts, photos from task performances, end-of-term questionnaires, and open-ended reflective feedback from 15 students. The results indicate that the SSCD maker-integrated course experience transforms teachers' perspectives and capabilities in curriculum and instruction, fostering a positive and proactive professional attitude. Furthermore, SSCD course learning enables students to develop a more solid foundation in knowledge, skills, attitudes, and values, making learning more fulfilling, enjoyable, and accessible.

Keywords: integrated curriculum, maker education, system of standards-based curriculum design, SSCD, phenomenological study

* Yuhua Hsu, Math Teacher, Taiwan Businessmen's Dongguan School

** Hsiu-Lien Lu, Associate Professor, Center for Teacher Education, National Tsing Hua University

Corresponding Author: Hsiu-Lien Lu, e-mail: hllu@mx.nthu.edu.tw