

114學年度科學教育專案年度期中報告綱要

計畫編號：53

計畫名稱：玩數!玩素!應用設計思考實踐數學探究課程(三年計畫第二年)

主持人：余尚芸

執行單位：高雄市立五福國民中學

壹、計畫目的及內容：

去年執行的計畫「玩數！玩素！應用設計思考實踐數學探究課程(三年計畫—第一年)」前，研究者發現學生在進行數學探究，面臨的困難有三：數學探究問題的探尋、實驗或研究設計、解決問題或是成果完成，此和設計思考的初中後期三階段有某個程度上相似之處，若能在數學探究過程中完成「團隊建立、同理心、發掘問題」設計思考初期階段、「需求定義、腦力激盪、軟體學習」設計思考中期階段，以及「原型製作、測試、成果展現」設計思考後期階段或許可行，據此嘗試於第一年執行設計思考體驗課程，讓學生能先學習設計思考的思維模式。因此，本研究第一年計畫嘗試從設計思考體驗課程為起始，過程中希望學生思考自我在數理資優班的定位及班級的期許，透過一系列的設計思考體驗課程進行真實產品—數理資優班班袋的設計(如 p5.表1及圖3)；期間除體驗課程，同步開發「文本資料閱讀、解釋、相關知識的理解、表達、批判」等數學探究系列課程，再配合數學探究過程可能需要的科技相關課程之教學，奠基學生的數學探究能力。目前為觀察學生在本研究設計思考體驗課程之轉變，由研究團隊新開發「學生設計思考思維自評量測問卷(第一年計畫內容)」，已收集「學生設計思考思維自評量測問卷」之前測資料，後續在整個課程完成後再收集「學生設計思考思維自評量測問卷」之後測資料進行分析；目前預計完成第一年課程的學生，將有一系列奠基能力相關課程，而設計思考體驗課程則是數理資優班班袋的設計，此處理與真實的數學探究仍有一點差距，擬於第二年再實際運用第一年獲得的學習經驗，運用設計思考實踐數學探究過程，觀察課程前、後學生對於在設計思考實踐數學探究過程之表現。

在執行的第一年在研究團隊規劃下已經將系列課程規劃如：認識與學習設計思考(含體驗)課程(共6節)、探究實踐相關課程—文本資料閱讀、解釋、知識的理解課程(共2節)、探究實踐相關課程—批判與思考課程(共2節)、探究實踐相關課程—資訊軟體使用課程(共6節)、探究實踐相關課程—口說寫作圖表分析繪圖等溝通表達課程(共4節)，其中課程演講或講座內容開設以上共20節(詳見 p.8表2)，最遲將於114年7月中旬之前全面完成。而第二年繼續設計思考實踐數學探究過程初期、中期、後期相關課程，並根據學生需要彈性調整與規劃，研發奠基學生設計思考實踐數學探究過程時可能需要用到能力的系列相關課程，預計課程演講或講座內容：設計思考實踐課程(共6節)、探究實踐相關課程—

文本資料閱讀、解釋、知識的理解課程(共6節)、探究實踐相關課程—實作課程(共6節)、探究實踐相關課程—相關軟體或資訊使用課程(共6節)、探究實踐相關課程—口說寫作圖表分析繪圖等溝通表達課程(共6節)，為補強學生實際在數學探究過程需要的能力，至少需要開設30節。從而應用設計思考作為數學探究過程引導實踐及數學探究能力培養相關課程下，提出或發現新的問題並嘗試解決。

九年一貫課程綱要強調「能力」的培養，十二年國民基本教育課程綱要則是以「素養」取代「能力」，強調學習應是結合生活與文化的全人發展，而教師也應培養學生成為跨領域與解決問題能力之未來人。國際學生評量計畫（PISA）更對數學素養作出明確的定義：數學素養是個人在各種脈絡中形成（formulate）、使用（employ）和詮釋（interpret）數學的能力。其中包括數學推理，以及使用數學概念、程序、事實和工具來描述、解釋和預測現象。兩相對照，不論是 PISA 提出的數學素養或是108課程綱要均強調運用知識、能力與態度，解決生活上的問題，都是關注學生的學習與生活的結合。所以教師宜以任務與情境引導學生思考，鋪陳數學學習脈絡，並培養學生運用觀察、分類、論證等有效策略在各種生活與數學實踐中所需要的能力。

數學素養關注學生數學學習的過程，而要成為具備數學素養的人，必須學會如何利用探究方式，提出數學問題、解決問題、提出假設、傾聽數學的論證、和挑戰含有數學內容的科普文章（Richards, 1991）。從數學素養的觀點來看，數學探究是將真實世界的問題轉化成數學問題，並用數學的方法進行解題後得出答案，再回到真實世界解決問題（林勇吉等人，2014），因此探究是形成數學知識與解決問題的重要歷程。探究在於尋求知識，而不是被傳授知識或灌輸知識，是學生主動參與獲得知識的過程，而不是把現成的答案知識直接告訴給學生。

十二年國民教育的目標就是培養發展學生的數學素養，這種素養可說是數學探究學習，亦即使用探究方式去形成數學主題和應用多樣的策略去解決問題，過程中學生將統整所學數學知識、概念和技能，進而獲得新知識和自信心。數學探究是一種數學知識發展的歷程與方法，老師的任務是創造探究的環境，引起學生觀察、討論與論證，進而提出自己的想法，並接受其他同學的挑戰，再者108課綱的目的主要是關注學生的學習與生活上的結合，老師可以學校教材或學生生活環境中的實際問題作為探究學習的內容，學生在老師的引導啟發下，學生可以獨立自主學習或和同儕合作討論，運用數學探究的方法，提升學生的數學素養。

探究教學有許多不同的方式，如問題導向教學、專題導向教學、5E 教學法和設計思考教學法等。其中的設計思考（design thinking，後簡稱 DT），是一種可以解決問題的創意方法（Brown & Katz, 2011），也被視為是一種具延展性的心向（mindset）。設計思考思維常以先發散、後收斂的過程加以表現，透過各階段操作演練，聚焦於投入與產出之間的鏈結。

設計思考一詞原起源於 IDEO 設計公司總裁 Tim Brown (2009) 的定義「設計思考是以人為本的設計精神與方法，考慮人的需求、行為，也考量科技或商業的可行性」。從 Tim Brown 的定義可以看出設計思考原是應用商業領域，近年來則逐漸擴大應用範疇，而伴隨著「設計思考」越來越具有知名度，許多教育工作者開始關注其應用於教育場域的核心原理以及如何應用在教育領域中課程設計和教學策略。「設計思考」包含了三個核心元素：(1)有創意的問題解決過程、有創意的工作環境、有多元觀點的團隊合作，因此可以作為一種能夠提升問題解決能力的教育方法(Von Thienen, Royalty & Meinel, 2017)。

史丹佛大學設立哈索·普拉特納設計學院(Hasso Plattner Institute of Design at Stanford, Stanford d. School)，Stanford d. School 將 DT 的概念融入教學上，重新思考學生學習上的真實需求，在整個 DT 中，從人的需求出發，「以人為本」(humancentered)，以同理心的概念了解人的需求與問題，尋求問題創新的解決方案。常見的設計思考模式，有2005年英國設計協會 (Design Council) 的雙菱形模式 (The Double Diamond Model)、以及史丹佛大學 D-School 的五步驟。英國設計協會的雙鑽石模式 (Design Council, 2007) 包含發現 (discover)、定義 (define)、開發 (develop)、交付 (deliver) 等四個階段，在這四個階段的歷程中會經過兩次的發散性思考及兩次的收斂性思考，第一個鑽石模型是問題診斷，此模型包含注意各種不同的事物並蒐集其見解的發現階段以及將在發現階段中確定的所有可能性，收斂到一個明確的設計問題及設計挑戰的定義階段；第二個鑽石模型是問題對策，此模型包含創造、測試和迭代解決方案或概念等發展解法的發散思考和最終確認、生產和發布最終成果 (楊朝陽等人，2018)。史丹佛大學 D-School 將設計思考過程歸納成五大步驟，步驟一：「同理心」(empathize)，是指透過參與或訪談去了解他人需要，步驟二：「定義」(define)，是指透過討論，從中找到問題並定義問題，步驟三：「發想」(ideate)，是指透過腦力激盪活動以尋求更多的可能性，步驟四：「原型」(prototype)，是指利用手邊的材料進行製作，並從過程中發現問題，想到解決的創意方法，步驟五：「測試」(test)，是指進行真實測試，驗證並修正自己原來的構想。兩種模型也可以疊合一起呈現來描繪設計在認知作用與階段步驟的時序關聯(如圖1)。

Lewrick等學者 (2018) 則努力將設計思考融入教學過程的設計中。在設計的一開始，先以參與和觀察的「同理心」歷程，才能了解學習者的需求，設計出不符使用者需求的活動方案，設身處地的為學習者解決問題，接著透過不斷的討論釐清所蒐集到的資料，「定義」出正確的問題，讓目標更加明確清楚，方能「發想」出創意的解決方案。然而這樣的設計思考過程中可能會產生許多不同的解決方案，因為透過不斷地發散思考，讓學習者發想並設計出多樣的可能性，再將多樣的可能性收斂成解決方案，接著依據收斂得到的解決方案進行「原型」製作。原型的目的並不是要完整的呈現，而是經由部分方案的實作，達到「測試」的驗證，才能夠從中得到適當的反饋。

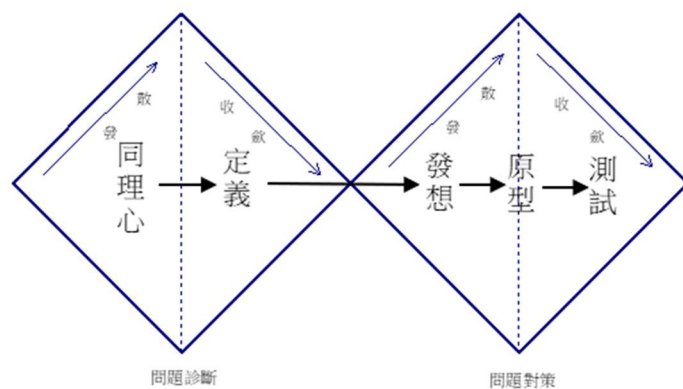


圖1 設計思考課程流程圖(研究者自行整理設計)

這樣的理念與方式是否可以在數學領域實現呢?研究者發現，2023台灣創意力100以「Human Identity」為題，探討當世界逼近「科技奇點」(Technological Singularity，意指人類正在接近一個文明全面被顛覆的事件點，在此之後科技發展將完全無法預測)，人類創意的特質與價值何在。以平面設計師身分被大眾認識的盧翊軒嘗試設計獎盃作品，他首先定義心中的獎盃想像，「獎盃的功能就是要放在架上的時候很突出，好像在彰顯殊榮。我希望它很有存在感，擺在家裡的時候，我不覺得要融入環境。」他想從設計出和許多常見獎盃有所區隔的作品，一種很「數位感」的獎盃。這種獎盃有著全然幾何、筆直線條、螢光顏色的獎座角錐，這些形體都不是自然界會出現的，像是在現實世界中突然出現一個很數位化的物件。於是他想「如何在只有一座獎盃的情況下，還能讓得獎者將得之不易的獎盃在家擺放時『有選擇』？就想到還有擺放角度可以選擇。」他在底座加了像是「不倒翁」的4個擺放角度。面對這樣一開始開放性的設計作品想法到最後收斂到能有所選擇擺放角度的作品，在這個過程中，我們如何引導學生進行腦力激盪，透過設計思考實踐數學探究方法，讓學生能夠在有趣的數學探究過程中，具創意且在不同情境中運用所學具實用價值的能力與知識，來完成既美觀又符合目標的作品，並在生活中實踐數學素養。



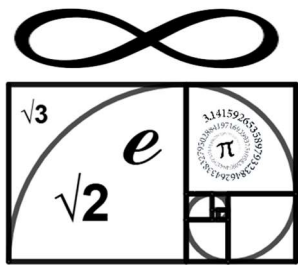
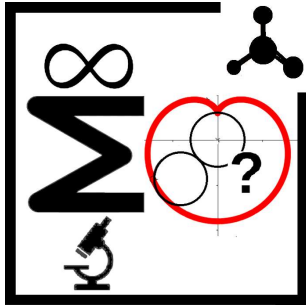
圖2 盧翊軒的作品(取自2023台灣創意力100作品之一)

本研究在第一年的課程實施之後，嘗試著讓學生運用設計思考的概念和方法設計以

「數理資優班的班袋」為題，探討可以代表五福數理資優班的最佳班袋為何?需要包含哪些元素才能凸顯出資優班的特色，讓其他的人能一眼就看出是五福資優班的班袋。首先，先讓全班探討班袋的定義，「袋子是一種用來裝物品的生活日用品容器，通常由塑膠、皮革、布料或紙等材料製成。它的形狀和大小可以根據用途而有所不同，例如購物袋、書包、手提包等」，市面上有許許多多的袋子，但都沒有數理資優班的元素在裡面，因此要作為數理資優班的班袋，應該要融入可代表數理資優班的元素，才足以凸顯出此袋的特色，再者，數理資優班是由班上所有同學所組成，每位同學都很重要，所以每一位的想法都要被尊重，那麼如何在一個袋子上都能呈現每一位同學的想法呢?

面對這樣一開始開放性的設計作品想法到最後收斂到能將每一位同學的設計都能呈出來，在這個過程中，我們引導學生進行腦力激盪，透過設計思考實踐數學探究方法，希望學生思考自我在數理資優班的定位及班級的期許，透過一系列的設計思考體驗課程進行真實產品—數理資優班班袋的設計，讓學生能夠在有趣的數學探究過程中，具創意且在不同情境中運用所學具實用價值的能力與知識，來完成既美觀又符合目標的作品，並在生活中實踐數學素養。表1為其中三位同學的設計作品和設計理念，圖四為最後完成的「數理資優班的班袋」設計圖。

表1 全班三十位同學中其中三位同學的設計

設計作品	設計理念
	<p>最外圍的是黃金矩形，代表完美、完整，裡面 e、π、$\sqrt{2}$、$\sqrt{3}$ 都是無限循環的無理數，代表保持好表現，不停的循環下去。</p>
	<p>顯微鏡代表從細微的觀察開始。</p> <p>兩圓相繞而成的心臟線軌跡。</p> <p>兩圓:處事做人都圓融</p> <p>心臟線軌跡:好奇心、仁愛之心</p> <p>?:問好問題</p> <p>∞:持之以恆(累加到無限)</p> <p>指數位置是小分子。</p> <p>代表科學指揮著大家的學習。</p>

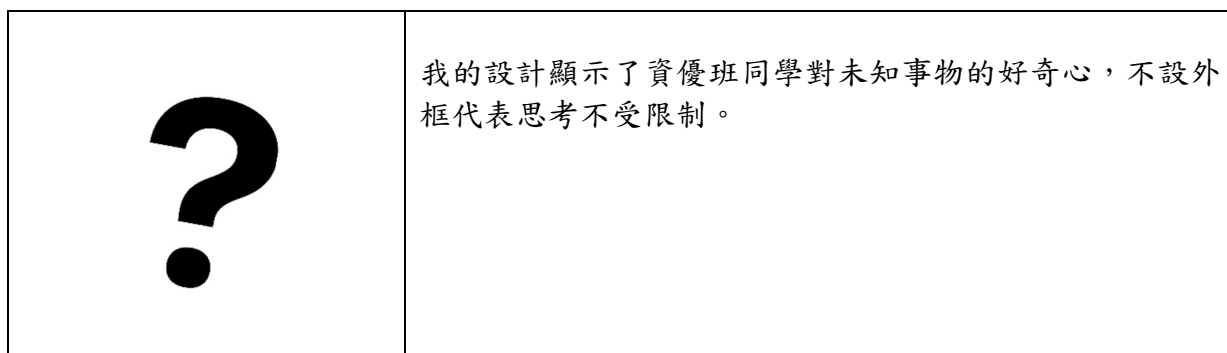


圖3 「數理資優班的班袋」設計圖

綜上所述，由於教室中每一位學生都是獨立的個體，而設計思考教學則是要讓每一位學生都能發揮團隊合作之精神，讓每位學生都能發揮各自的優勢智能，並能尊重他人、包容個別差異。且設計思考可以是一個按著既定步驟循序漸進完成創意思考的一種教學策略與方式，同時也有助於幫學生釐清關鍵脈絡（蕭瑞麟，2011）。因此，運用「設計思考」的步驟，融入教學歷程中，探究「以人為本」、「擁有問題解決能力」為核心的教學脈絡，應該是可行的創新教學機制。

據此，本研究嘗試一個新穎的方式，透過設計思考實踐數學探究課程的開發，希望讓學生能夠在有趣的數學探究過程中，具創意且在不同情境中運用所學具實用價值的能力與知識，並在生活中實踐數學素養。第一年是開發、體驗階段，整年計畫嘗試針對特定的實際生活現象或是議題，安排設計思考一系列課程模組及評量方式；接續進行設計思考課程教學，再完成設計思考體驗課程。期間搭配體驗課程及數學探究可能會用到的能力，加入數學探究過程可能需要的相關課程，此處除第一年因應體驗課程相關能力之需求，亦奠基第二年學生數學探究可能需要用的能力，透過課程來刺激學生思考並能自

主學習，培養學生具創意且實用價值之能力與知識。第二年為實踐、反思階段，根據第一年的成果，修正調整設計思考實踐數學探究課程，根據修正調整後的課程模組，期間搭配彈性需求課程，在實際生活現象或是議題下，完成設計思考實踐數學探究初中後等三期，最後透過評量了解課程真實需求。第三年是推廣、檢討階段，根據前兩年成果，修正與調整設計思考課程模組後，辦理課程學生研習，嘗試將設計思考課程模組推廣，期更多學生能在相關設計思考實踐數學探究之實作課程學習後，具創意且在不同情境中運用所學具實用價值的能力與知識，並在生活中實踐。

本計畫現為第二年，延續並根據第一年學生已體驗的設計思考課程，及相關奠基能力，修正調整設計思考實踐數學探究課程，根據修正調整後的課程模組，期間搭配加入彈性需求課程，在實際生活現象或是議題下，完成設計思考實踐數學探究初中後等三期，最後透過評量了解整個課程真實需求。擬於第二年再實際運用第一年獲得的學習經驗，運用設計思考實踐數學探究過程，觀察課程前、後學生對於在設計思考實踐數學探究過程之表現。因此，本研究第二年計畫目的如下：

- (一)研發奠基學生設計思考實踐數學探究過程時可能需要用到能力的系列相關課程，並根據學生需要彈性調整與規劃。
- (二)探討設計思考實踐數學探究過程初期、中期、後期相關課程之表現。
- (三)探討設計思考作為數學探究過程引導實踐及數學探究能力培養相關課程下，提出或發現新的問題並嘗試解決之表現。
- (四)探討設計思考作為數學探究過程引導實踐及數學探究能力培養相關課程下，數學探究能力之轉變。
- (五)針對設計思考實踐數學探究過程後學生之學習狀況，作為後續第三年發展與推廣教學之借鏡。

貳、研究方法及步驟：

根據計劃之目的，利用設計思考實踐數學探究的能力並非唾手可得，因此本計畫擬透過長時間系列課程之奠基，培養基礎能力，整個計畫分成三個階段：

第一年為開發、體驗階段。在第一年時，前期先由教師團隊組成課程開發工作坊，分析適合國中設計思考實踐數學探究的課程及評量方式，首先收集設計思考實踐數學探究教學之素材，如書籍、雜誌、...等文本相關資料及參與相關研習，作為該課程教學之準備。計畫嘗試針對特定的實際生活現象或是議題，安排及規劃設計思考初期、中期、後期等一系列課程模組及評量方式；接續根據一系列設計思考課程模組(認識與學習設計思考含體驗課程)，先進行設計思考課程教學，再完成設計思考體驗課程。期間搭配體驗

課程及數學探究可能會用到的能力，加入探究實踐相關課程(文本資料閱讀、解釋、知識的理解課程、批判與思考課程、資訊軟體使用課程、口說寫作圖表分析繪圖等溝通表達課程)，此處亦會因應不同議題或課程進行實際狀況加入彈性課程。第一年之後期，執行認識與學習設計思考含體驗課程及探究實踐相關課程，透過問卷量表、訪談與學習單、課室錄影之方式蒐集相關資料，以高雄市某國中七年級30-40人為研究對象，探討學生於設計思考體驗課程及數學探究相關課程後之轉變，做為第二年修正與調整課程之準備，此時期的課程內容以能執行「設計思考」及「探究能力的培養」為主，透過課程來刺激學生思考並能自主學習，培養學生具創意且實用價值之能力與知識。

在執行的第一年在研究團隊規劃下已經將系列課程完整規劃如：認識與學習設計思考(含體驗)課程(共6節)、探究實踐相關課程—文本資料閱讀、解釋、知識的理解課程(共2節)、探究實踐相關課程—批判與思考課程(共2節)、探究實踐相關課程—資訊軟體使用課程(共6節)、探究實踐相關課程—口說寫作圖表分析繪圖等溝通表達課程(共4節)，其中課程演講或講座內容開設以上共20節。

表2 第一年課程規劃與第二年可運用之能力對應表

	第一年	第二年
主題	研發的主題內容	實踐數學探究教學時學生可運用的能力
一	數位文本閱讀、理解與解釋	閱讀理解及文本解釋能力
二	AI看文獻—科學閱讀與批判	閱讀理解與文本資料查閱與運用能力
三	數學探究與設計思考1-多面體的世界	數學基礎知識結合設計思考能力
四	數學探究與設計思考2-向量與現實	數學基礎知識結合設計思考能力
五	數學探究與設計思考3-解密國王遊戲	數學基礎知識結合設計思考能力
六	數學 GGB 探究	數學探究工具 GGB 使用能力
七	Burrstool 完勝 Soma	數學探究工具 Burrstool 使用能力
八	教 AI 作影片	寫作與口說表達能力
九	教 AI 作 PPT	寫作與口說表達能力
十	動態與靜態影像分析	其他科技使用能力

而設計思考體驗課程的初步構想以盧翊軒嘗試設計獎盃為例，以設計思考作為數學探究過程引導實踐的策略說明如下表3，計畫正式成立教學工作坊研發設計思考體驗課程。

表3 設計思考體驗課程流程表(初步構想加上實際體驗課程)

時期	流程	引導	初步構想	實際體驗課程
時期	流程	引導	實例	實例
初期	同理心	人類創意的特質與價值何在?	2023 台灣創意力 100 以「Human Identity」為題，探討當世界逼近「科技奇點」	希望思考學生自我在數理資優班的定位及班級的期許
	定義	定義心中的獎盃想像為何?	獎盃的功能就是要放在架上的時候很突出，好像在彰顯殊榮。我希望它很有	可以代表五福數理資優班的最佳班袋為何?

			存在感，擺在家裡的時候，我不覺得要融入環境。」	
中期	發想	想從設計出和許多常見獎盃有所區隔的作品	1.一種很「數位感」的獎盃 2.這種獎盃有全然幾何、筆直線條、螢光顏色的獎座角錐，這些形體都不是自然界會出現的，像是在現實世界中突然出現一個很數位化的物件	1.是不是每個學生都要設計? 2.設計完的圖案再做票選?還是每個圖案都要採用?
後期	原型	在只有一座獎盃的情況下，還能讓得獎者將得之不易的獎盃在家擺放時『有選擇』?	想到還有擺放角度可以選擇	如果每個學生設計的圖案都要採用，那麼數理資優班班代設計的總精神是什麼?
	測試	希望最後是有所選擇擺放角度的作品，來完成既美觀又符合目標的作品	在底座加了像是「不倒翁」的4個擺放角度	如何安排每個圖案?

而在第一年設計思考體驗課程，嘗試著讓學生運用設計思考的概念和方法設計以「數理資優班的班袋」為題，探討可以代表五福數理資優班的最佳班袋為何?面對這樣一開始開放性的設計作品想法到最後收斂到能將每一位同學的設計都能呈出來，在這個過程中，我們引導學生進行腦力激盪，透過設計思考實踐數學探究方法，希望學生思考自我在數理資優班的定位及班級的期許，透過一系列的設計思考體驗課程進行真實產品——數理資優班班袋的設計，讓學生能夠在有趣的數學探究過程中，具創意且在不同情境中運用所學具實用價值的能力與知識，來完成既美觀又符合目標的作品，並在生活中實踐數學素養(p.5圖3及表1)。

第二年為實踐、反思階段。預計根據第一年的成果，修正調整設計思考實踐數學探究課程，根據修正調整後的設計思考實踐數學探究課程模組，在數學探究過程中完成「團隊建立、同理心、發掘問題」設計思考初期階段、「需求定義、腦力激盪、軟體學習」設計思考中期階段，以及「原型製作、測試、成果展現」設計思考後期階段。在實際生活現象或是議題下，提出或發現全新的問題並嘗試解決，課程期間，彈性加入相關文本資料閱讀、解釋、知識的理解、表達、批判等系列課程，再配合數學探究過程可能需要的科技相關課程之教學，此處彈性加入的課程，主要是因應學生設計思考實踐數學探究過程中解決問題時，實際可能需要用到的能力；整個時期的課程內容以能應用「設計思考實踐數學探究」及「數學探究能力的培養」為主，透過探索尋求解決方法來刺激學生思考並能自主學習，培養學生具創意且實用價值之能力與知識。透過問卷量表、訪

談與學習單、課室錄影之方式蒐集相關資料，延續第一年研究對象(此時為高雄市八年級30-40人)，探討學生於設計思考實踐數學探究課程後之轉變，並做反思，將成果做為第三年修正與調整課程之準備。

第三年是推廣、檢討階段。根據前兩年成果，修正與調整設計思考實踐數學探究課程模組後，辦理課程學生研習，嘗試將設計思考課程模組推廣，期更多學生能在相關設計思考實踐數學探究之實作課程學習後，讓學生培養對數學探究的興趣，透過發現問題與探索尋求解決方法來刺激學生思考並能自主學習，讓學生具創意且在不同情境中運用所學具實用價值的能力與知識，並在生活中實踐。此時，整體課程與評量方式在兩年執行後日趨完整與成熟，第三年透過問卷量表、訪談與學習單、課室錄影之方式蒐集相關資料，以高雄市國中50-200人為研究對象，探討一般對數學探究有興趣的學生於設計思考實踐數學探究課程後之轉變，並做全面檢討，將三年所有成果分析、分享，並作為數學探究實踐教學改進之依據與建議。

三年的整體課程示意圖如第11頁圖5(設計思考實踐數學探究課程模組建立示意圖)，圖中分成三個階段，分成三年執行，每個階段又分成課程架構與評量建立、課程規劃與執行、實施評量等三個面向完成，其中第一階段為「認識與學習設計思考概念與方法」、「數學探究相關能力建立」；第二階段為「設計思考實踐數學探究課程修正與調整」、「設計思考實踐數學探究實作」；第三階段為「設計思考實踐數學探究實作與推廣」、「設計思考實踐數學探究課程檢討」。茲將計畫的工作流程規劃及預計進度如第11-12頁圖5表示。

其中設計思考課程以研究者自行整理設計的設計思考課程流程圖(圖1)為中心，以設計思考作為數學探究過程引導實踐，其中在探究過程前或過程中輔以數學探究能力培養相關課程(對應如下圖4)：

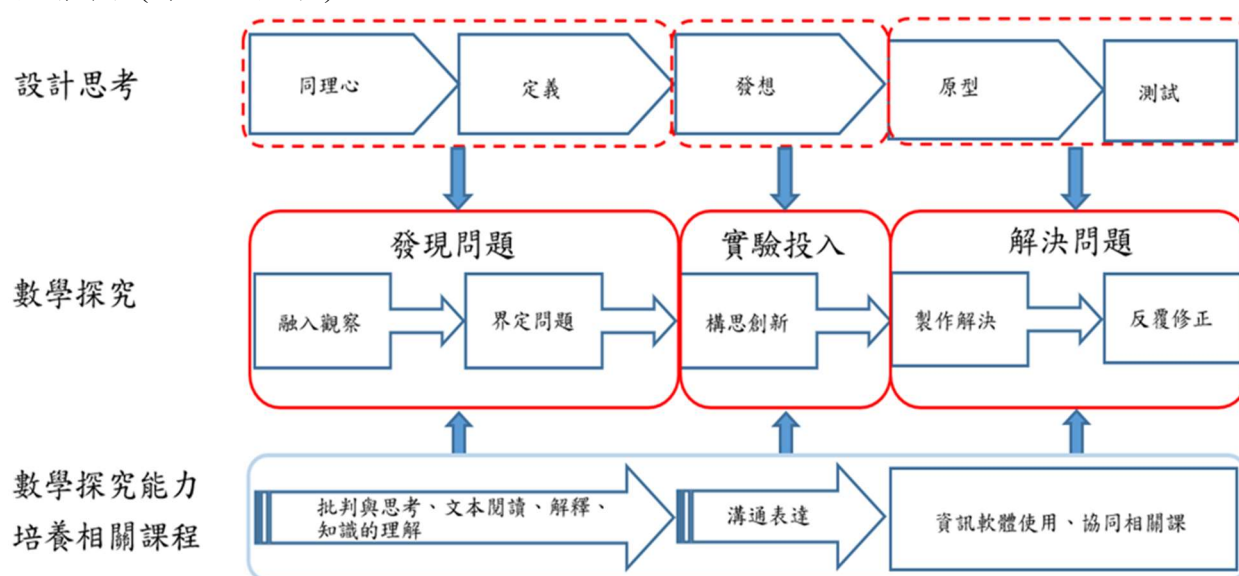


圖4 設計思考作為數學探究過程引導實踐及數學探究能力培養相關課程圖

一、研究對象

第一年，本研究以高雄市某國中一~二個班級之七年級學生為研究對象，採立意取樣之方式，人數約30~40人。

第二年，以同所國中八年級學生(乃延續第一年之研究對象)為研究對象，約一~二個班級，人數約30~40人。

第三年，以高雄市國中學生為研究對象，採立意取樣之方式，對象為對數學探究感興趣的學生，人數約50~200人。

時間	階段	課程架構與評量建立	課程規劃與安排			實施評量
第一年(開發、體驗)	PART1 ● 認識與學習設計思考概念與方法 ● 數學探究相關能力建立	設計思考課程模組內容建立	設計思考課程	數學探究相關課程		量表前測
		探究相關課程內容建立	課程說明	批判與思考		課堂表現行為觀察記錄
		設計思考思維評測量表編制	關於設計思考	溝通表達		體驗課程報告或作品評量結果
		體驗課程進行	設計思考體驗(初、中、後期)	資訊軟體使用		量表後測
第二年(實踐、反思)	PART2 ● 設計思考實踐數學探究實作 ● 設計思考實踐數學探究課程修正與調整	課程內容修正與調整	設計思考	數學探究	相關課程	量表前測
		課程實踐	同理 定義	發現問題	文本資料閱讀、解釋、知識的理解	課堂表現行為觀察記錄
		課程學習與反思	發想	實驗投入	批判與思考	實作課程報告或作品評量結果
			原型 測試	解決問題	溝通表達	量表後測
第三年(實踐、反思)	PART3 ● 設計思考實踐數學探究實作與推廣與調整 ● 設計思考實踐數學探究課程檢討	課程推廣	設計思考	數學探究	相關課程	量表前測
		課程實踐	同理 定義	發現問題	文本資料閱讀、解釋、知識的理解	課堂表現行為觀察記錄
		課程檢討與反思	發想	實驗投入	批判與思考	學生課程研習報告或作品評量結果
			原型	解決問題	溝通表達	量表後測

圖5 設計思考實踐數學探究課程模組建立示意圖

二、研究工具

本研究工具分為量化與質性資料兩個部分，分別說明如下，量化部分為「學生設計思考思維自評量測問卷(第一年研究計畫內容)」及「學生成效自評量表(取自研究者110~111年科教專案計畫)」，作為了解課程前、後學生對於在設計思考實踐數學探究課程後之轉變情形及學習成效。質性資料部分主要由教學團隊設計課程模組的教材、學習單、報告或是作品等，配合本課程架構之教案設計流程，藉由實際課程時錄影及課後晤談，以瞭解學生在問題解決表現的結果呈現。

1. 量化資料之研究工具

本計畫使用「學生設計思考思維自評量測問卷」及「學生成效自評量表」，作為了解課程前、後學生對於在設計思考實踐數學探究課程後之轉變情形及學習成效，並以相依樣本t檢定來檢測學生的前後測成績是否有顯著的差異。

其中「學生成效自評量表」取自研究者110~111年科教專案計畫，而「學生設計思考思維自評量測問卷」改編自陳璽任(2012)的「設計思考思維能力自評問卷」，整個量表共分成「創意自信、團隊合作、接受錯誤與失敗、掌握設計流程、廣納意見重新建構、同理心、偏好新事物、對不確定容忍、廣泛接受想法、偏好動手做、偏好實驗與嘗試、積極了解使用者」等12個向度，經過修正後共編有38題，於課程實施前讓受試者施測，並將收集到的資料進行項目分析，分析結果如表4。

表4 「學生設計思考思維自評量測問卷」項目分析摘要表

題項	極端組比較	同質性檢驗		備註
	決斷值(CR 值)	題項與總分相關	題項刪除後之 α 值	
1	1.677	.357*	.958	保留
2	2.082*	.400**	.958	保留
3	3.853**	.623**	.957	保留
4	1.602	.238	.959	刪除
5	2.333*	.390**	.958	保留
6	4.372***	.665**	.956	保留
7	5.237***	.644**	.957	保留
8	6.666***	.710**	.956	保留
9	7.366***	.744**	.956	保留
10	8.018***	.802**	.956	保留
11	3.543**	.582**	.957	保留
12	6.444***	.656**	.957	保留
13	5.774***	.751**	.956	保留
14	9.021***	.762**	.956	保留
15	7.534***	.712**	.956	保留
16	3.789**	.505**	.957	保留

17	4.710***	.633**	.957	保留
18	4.564***	.618**	.957	保留
19	5.848***	.674**	.956	保留
20	4.907***	.722**	.956	保留
21	3.708**	.547**	.957	保留
22	7.430***	.723**	.956	保留
23	5.237***	.656**	.956	保留
24	6.194***	.685**	.956	保留
25	6.032***	.638**	.957	保留
26	7.429***	.754**	.956	保留
27	4.431***	.526**	.957	保留
28	5.666***	.638**	.956	保留
29	2.120*	.400**	.959	保留
30	5.667***	.623**	.957	保留
31	6.497***	.627**	.957	保留
32	3.443**	.584**	.957	保留
33	2.841**	.562**	.957	保留
34	6.984***	.763**	.956	保留
35	4.837***	.669**	.956	保留
36	6.638***	.719**	.956	保留
37	6.565***	.750**	.956	保留
38	7.366***	.703**	.956	保留

* p<.05 ** p<.01 *** p<.001 Cronbach's α =.958

刪除第4題後的 Cronbach's α =.959

從表4的結果顯示，量表的 CR 值介於1.602 ~ 9.021，除第1題和第4題外，其他題項均達顯著水準；同質性考驗是指量表題項要測量的心理特質應該要很接近，所以各題項與總量表的總分應該要以高度相關，相關係數應在.30以上，且達顯著水準(吳明隆，2006)，從表4中顯示各題項與總量表分數的相關係數介於.238 ~ .802，除第4題外，其他題項均達顯著水準，再從 Cronbach's α 來看，總量表的 Cronbach's α 為.958，如刪除第4題之後，量表的 Cronbach's α 值為.959，因此，經項目分析後，決定將第4題刪除，其他題項則保留，在刪題後保留下來的37題之 Cronbach's α 值為.959，表示本研究量表有很好的信度。

後續會依實際課程作調整，上述量表分別建立成 google 表單，於第二年計畫後進行填寫。

2. 質性資料之研究工具

應用設計思考實踐數學探究課程模組之教案、教材、學習單等等，其中，進行內容分析，具專家效度及內容效度。另外，配合本教學架構之教案設計流程，藉由實際教學時錄影及課後晤談資料，搭配學生報告或作品，以瞭解學生在設計思考實踐數學探究課程的結果。

參、目前研究結果：

在執行的第一年在研究團隊規劃下已經將系列課程完整規劃如：認識與學習設計思考(含體驗)課程(共6節)、探究實踐相關課程—文本資料閱讀、解釋、知識的理解課程(共2節)、探究實踐相關課程—批判與思考課程(共2節)、探究實踐相關課程—資訊軟體使用課程(共6節)、探究實踐相關課程—口說寫作圖表分析繪圖等溝通表達課程(共4節)，其中課程演講或講座內容開設以上共20節，作為第二年可運用之能力，列出第一年課程規劃與第二年可運用之能力對應表如表5。

表5 第一年課程規劃與第二年可運用之能力對應表

	第一年	第二年
主題	研發的主題內容	實踐數學探究教學時學生可運用的能力
一	數位文本閱讀、理解與解釋	閱讀理解及文本解釋能力
二	AI看文獻—科學閱讀與批判	閱讀理解與文本資料查閱與運用能力
三	數學探究與設計思考1-多面體的世界	數學基礎知識結合設計思考能力
四	數學探究與設計思考2-向量與現實	數學基礎知識結合設計思考能力
五	數學探究與設計思考3-解密國王遊戲	數學基礎知識結合設計思考能力
六	數學 GGB 探究	數學探究工具 GGB 使用能力
七	Burrstool 完勝 Soma	數學探究工具 Burrstool 使用能力
八	教 AI 作影片	寫作與口說表達能力
九	教 AI 作 PPT	寫作與口說表達能力
十	動態與靜態影像分析	其他科技使用能力

第二年為實踐、反思階段。預計根據第一年的成果，修正調整設計思考實踐數學探究課程，根據修正調整後的設計思考實踐數學探究課程模組，在數學探究過程中完成「團隊建立、同理心、發掘問題」設計思考初期階段、「需求定義、腦力激盪、軟體學習」設計思考中期階段，以及「原型製作、測試、成果展現」設計思考後期階段。在實際生活現象或是議題下，提出或發現全新的問題並嘗試解決，課程期間，彈性加入相關文本資料閱讀、解釋、知識的理解、表達、批判等系列課程，再配合數學探究過程可能需要的科技相關課程之教學，此處彈性加入的課程，主要是因應學生設計思考實踐數學探究過程中解決問題時，實際可能需要用到的能力；整個時期的課程內容以能應用「設計思考實踐數學探究」及「數學探究能力的培養」為主，透過探索尋求解決方法來刺激學生思考並能自主學習，培養學生具創意且實用價值之能力與知識。透過問卷量表、訪談與學習單、課室錄影之方式蒐集相關資料，延續第一年研究對象(此時為高雄市八年級30-40人)，探討學生於設計思考實踐數學探究課程後之轉變，並做反思。

目前已將圖5 設計思考實踐數學探究課程模組建立示意圖中第二年做相關課程規畫安排，11月、12月規劃與執行課程如下表6：

表6 設計思考實踐數學探究11月、12月規劃與執行課程表

日期	11/29	11/30	12/7	12/13	12/20	1/17
星期	六	日	日	六	六	六
學生攜帶	隨身碟、平板	筆記本	隨身碟、筆電或平板	隨身碟、筆電或平板	筆記本	隨身碟、筆電或平板
時間(節)	9:30~11:30 (X)	9:00~12:00 (3)	8:30~11:30 (3)	9:00~10:30 10:30~12:00	8:00~11:00 (3)	8:30~11:30 (X)
地點	五福樓三樓會議室	五福樓三樓會議室	五福樓五樓電腦教室	活動單位通知地點 五福國中	五福樓三樓會議室	五福樓三樓會議室
講題	科技輔助數位學習研習	與大師有約—搭建設計思考的知識基礎	Onshape 設計與應用	Phyphox APP 教學 Tracker 運動追蹤軟體教學	與大師有約—數學探究與設計思考1	IQ 燈的製作與再設計
經費	高師大科教中心活動	本計畫科教專案經費支應	本計畫科教專案經費支應	高雄大學活動團隊	本計畫科教專案經費支應	高雄市楠梓區國中科技中心團隊

而11月29、30日及12月7、13日等課程活動相關照片如附件一。

肆、目前完成進度：

本計畫從執行至114年12月中旬，目前完成的百分比為30%，完成的內容有第二年的設計思考數學探究相關課程規劃及部分正式課程實施照片如附件一。目前完成進度如下表7：

表7

年/月	114/8月~12月	115/1	115/2	115/3	115/4	115/4-7	完成度
準備階段	*						100%
設計思考數學探究能力培養相關課程規畫	*	*					60%
正式課程實施階段	*	*	*	*	*		30%
設計思考思維自評量測問卷						*	待完成
學生成效自評量表						*	待完成
研究分析與成果撰寫					*	*	待完成

目前已執行的課程有設計思考數學探究能力培養相關課程相關課程(見附件一照片)、設計思考數學探究能力培養相關課程規劃(見表6)。

伍、預定完成進度：

整個工作流程規劃及預計進度表，如表8。

表8:工作流程規劃及預計進度表(續第一年)

第二年： 實踐、 反思	114年8月 — 114年10月	教學團 隊工作 坊	課程發展準備： <ul style="list-style-type: none"> 借鏡第一年之執行成果，繼續蒐集數學探究能力相關課程之素材，以此素材作為探究主題進行篩選 修正調整設計思考探究實踐相關課程模組並撰寫教案，聘請專家指導斧正
	114年11月 — 115年4月	教學活 動實踐	前測： 學生進行學生設計思考思維自評量測問卷施測 教學活動： 30-40個學生進行設計思考實踐數學探究課程 預計8-10周，每周約進行1~3節課之進行探究實踐能力相關課程 預計半年，每周約進行2~3節課之進行設計思考實踐數學探究課程 後測： 學生進行學生設計思考思維自評量測問卷施測 學生成效自評量表 針對研究對象進行課後教學滿意度訪談
	115年5月 — 115/7月	教學團 隊工作 坊	檢討與修正： 對於教學實施成果進行分析 調整與修正教學內容與課程

本計畫預期完成之工作項目所達到的預期成就如下：

(一)組織校內外數學、科學教師及大學教授成立教師專業社群，收集並分析數學探究能力相關課程之素材。

(二)研發設計思考相關課程。

(三)學生可透過在數學探究能力相關課程的學習，逐步建立數學探究能力。

(四)透過設計思考體驗課程的教學及評量，了解教師教學時面臨之困難及學生進行課程時可能會面臨的問題與挑戰，修正與調整先前研發之設計思考實踐數學探究相關課程，做為第三年擴展實施對象之準備。

陸、建議與討論：(含遭遇之困難與解決方法)

目前遭遇之困難與解決方法

1. 因非一般正式課程，學生外加課程安排時間不易，進一步不願意接受或配合計畫實

施內容。

2. 設計思考兼併數學探究教學課程設計要同時符應設計思考課程與學生數學探究能力的程度需求，又要能滿足素養導向，開發內容不易。
3. 在課程施行過程亦要同時解決現實世界中數學探究的實踐，因問題可能是開放性未解決問題，在現實中要能執行，確實不容易。

柒、參考資料：

- 林勇吉、秦爾聰、段曉林（2014）。數學探究之意義初探與教學設計實例。《臺灣數學教師》，35(2)，1–18。[Lin, Y.-C., Chin, E.-T., & Tuan, H.-L. (2014). Mathematical inquiry and its teaching examples. *Taiwan Journal of Mathematics Teachers*, 35(2), 1–18. (in Chinese)] https://doi.org/10.6173/CJSE.201812/SP_26.0002
- 陳璽任(2012)。以階段性的設計思考思維量測工具分析學生之設計思考表現與設計思考者類型(I) 國家科學及技術委員會補助專題研究計畫報告。
- 楊朝陽、康仕仲、陳彥甫、林喬茵、王愷凌、林怡萱（2018）。以「設計導向學習」模式初探智齡設計課程。《科學教育學刊》，26（5），399-418。
- 蕭瑞麟（2011）。《思考的脈絡》。臺北：遠見。
- Brown, T. (2009). *Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires Innovation*, Harper Business. <https://doi.org/10.23860/MGDR-2019-04-02-08>
- Brown, T., & Katz, B. (2011). Change by design. *Journal of Product Innovation Management*, 28(3), 381-383.
- Design Council. (2007). *Eleven lessons: Managing design in eleven global brands- A study of the design process*. [https://www.designcouncil.org.uk/file_admin/uploads/dc/Documents/Eleven Lessons_Design_Council%2520%25282%2529.pdf](https://www.designcouncil.org.uk/file_admin/uploads/dc/Documents/Eleven_Lessons_Design_Council%2520%25282%2529.pdf)
- Lewrick, M., Link, P., & Leifer, L. (2018). *The design thinking playbook*. John Wiley & Sons.
- Richards, J. (1991). Mathematical discussions. In E. von Glasersfeld (Ed.), *Radical constructivism in mathematics education* (pp. 13–51). Springer. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/0-306-47201-5_2?pdf=chapter%20toc
- Von Thienen, J., Royalty, A., & Meinel, C. (2017). *Design thinking in higher education: How students become dedicated creative problem solvers*. In *Handbook of research on creative problemsolving skill development in higher education*, Hershey: IGI Global, 306-328.

附件一

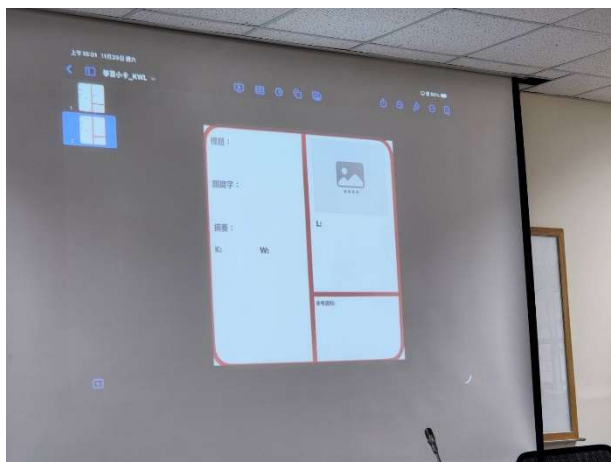
11/29科技輔助數位學習研習



基本教學



基本教學



實際操作



實際操作



實際操作



實際操作

11/30與大師有約—搭建設計思考的知識基礎



專心聆聽



專心聆聽



操作數學知識



大師講解



操作數學知識



與講師合影

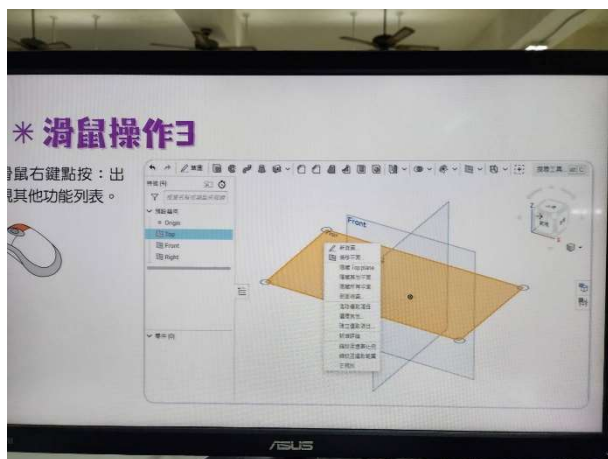
12/7Onshap 設計與應用



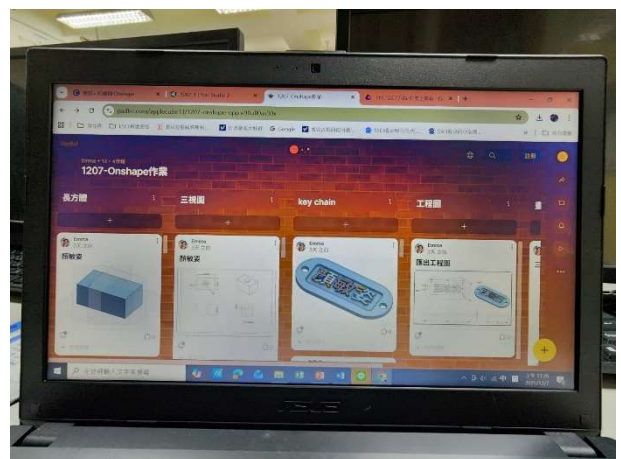
基本教學



基本教學



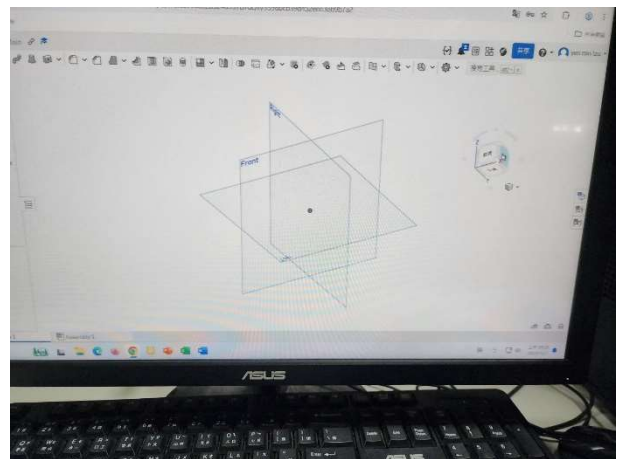
實際操作



實際操作



作業

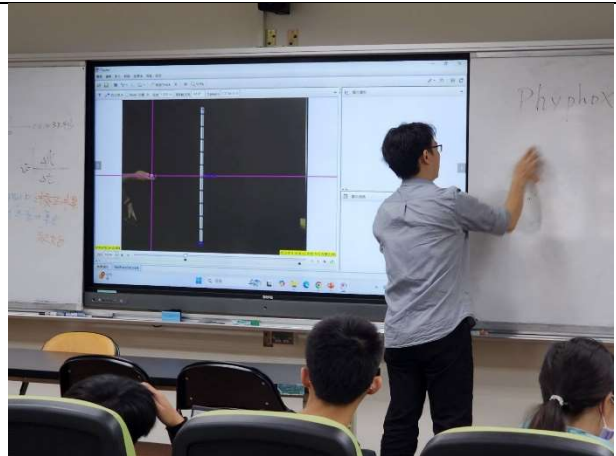


實際操作

12/13 Phyphox APP 教學 Tracker 運動追蹤軟體教學



Tracker 運動追蹤軟體教學



Tracker 運動追蹤軟體教學



Phyphox APP 教學



Phyphox APP 教學



Phyphox APP 教學

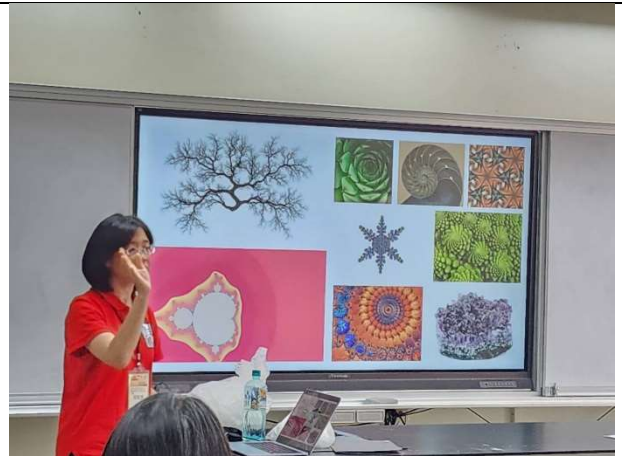


Phyphox APP 教學

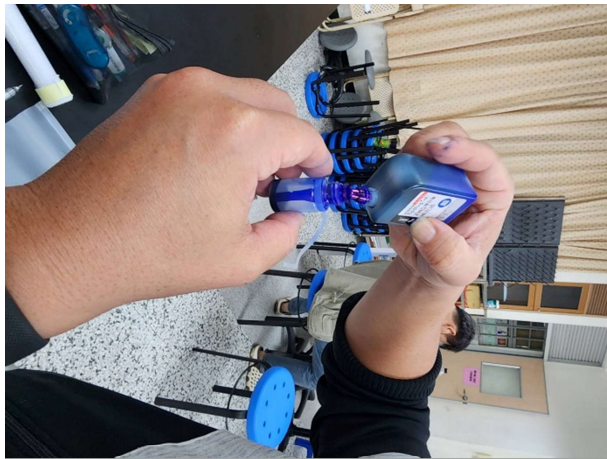
12/13設計碎形



簡報說明



不同碎形



實踐的開始



設計



成果



成果