

115 年度 第二屆 CCUS 創意教案徵選

單元名稱	「碳」鎖三峽—守護古鎮的「磚」屬峽客	適用年級	九年級
		教學時間	180 分鐘，共 4 節。
單元主題	碳封存技術與 CCUS 的在地影響 (碳封存技術、環境正義)	教材來源	教師自行設計
		設計者	呂忻昀
教學準備	<ol style="list-style-type: none"> 1. 教師須事先完成場地探勘，並根據課程需求完成謎題設計。 2. 教師須先行習得 POPWORLD 之製作與操作。 3. 教師須事先完成所有解謎所需道具或地圖，並構思相關學習單之設計。 		
學生 先備經驗	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生已具備基本地理空間感與三峽老街文史知識。 2. 曾操作過 AR 實境解謎，熟悉數位工具應用。 3. 具備基本環境議題（如溫室效應）的認知。 		
設計理念	<p>「CCUS」對國中生而言，通常是遙遠且陌生的科技名詞，因此本教案採取「實境解謎」為核心，並以學生所熟知的 AI 工具作為輔助，將學生生活圈之三峽老街與合習聚落轉化為一個「動態實驗室」。</p> <p>筆者試將其三個環節嵌入三峽的文化地景中：首先，利用庶民美術館著名的圓形作品意象，轉化為「碳捕捉 (Capture)」的圓環循環點，讓藝術品成為科學概念的載體；接著，透過老街裝置藝術地板觸發 AR，帶出合習聚落與禾乃川之發展淵源，將社會企業的廢棄物再利用精神，與碳的利用 (Utilization) 完美對應，讓學生在合習聚落中看見循環的力量；最後，透過老街隨處可見的招牌觸發賽豬公活動老照片，不僅是文史的召喚，更引導學生前往三峽的精神中心—祖師廟廣場。在廣闊的廣場延伸討論碳的封存 (Storage) 與在地生活的關聯，讓學生在歷史的起點思考未來的終點，進而將這份感動帶回課堂。</p> <p>課程以碳磚開場，讓學生啟動對環境正義的思考，進而理解 CCUS 如何作為解決暖化問題的終極方案；隨後結合 Popworld 實境解謎，利用 AR 技術將枯燥的科學數據轉化為老街走讀的樂趣，提高學習動機；最後的高潮在於「問題解決」的實踐：學生必須結合三峽在地文化進行碳磚創意設計，期許從校園走向社區，將 CCUS 轉化為地方創生的新動能。</p>		

身為三峽人與三峽在地國中之社會領域教師，筆者期許本教案不僅是一場科技知識的傳遞，更是一次「將環境債務轉化為在地認同」的公民實驗。

一、 核心價值的跨界縫合

課程以「碳磚」為靈魂物件，將抽象的 CCUS（碳捕捉、利用與封存）技術，與三峽深厚的歷史及文藝進行深度縫合。我們不只是在教室裡談論淨零排放，而是引導學生走出校園，透過 Popworld 實境解謎 的沉浸式體驗，將枯燥的科學數據化為老街走讀的動力。當學生在解謎中看見「碳捕捉」的必要，在手作設計中體會「碳利用」的創意，知識便不再是考卷上的文字，而是真實可感知的社會責任。

二、 化知識為行動的公民素養

本教案的亮點在於「問題解決」的層次提升：學生不僅學會科技原理，更必須化身為「設計師」，思考如何利用碳磚的美學設計去化解社區對封存設施的恐懼。這種從「環境外部性」出發，最終回歸到「環境正義」的思辨過程，正是 108 課綱核心素養中「公民參與」與「解決問題」的最佳實踐。

三、 未來價值與地方創生

雖然這份教案的設計以三峽出發，但其中的實境解謎、碳磚設計等活動皆可移轉或類推至其他社區以做為參考，因此這份教案之擴展性及永續價值性極高；惟教師之先行準備工作確實較一般靜態教學更為繁重，舉凡場地之探勘、謎題之設計與契合度、最後活動之創意發散等，筆者建議可以團隊進行，更能以跨域方式合作。一方面可減輕備課負擔以降低推行阻力，另一方面更可依據各夥伴之專業激發出不同火花。

最後，筆者期許未來碳磚設計活動可進一步發展為在地 DIY 課程或三峽專屬的淨零文創產業。這不僅能讓更多社會大眾透過手作理解 CCUS 的安全性與必要性，更能讓三峽這座古鎮在科技轉型中找到新的定位。

「拋磚」是為了引領出公民對家鄉淨零的關注，「引淨」則是我們對下一個世代最誠實的承諾。透過這份課程，我們期待培育出的不只是理解科技的學生，更是能帶著關懷精神，為永續三峽築起未來的淨零峽客。

參考資料

1. CCS 管理辦法預告 上路前明定投資與資金門檻。經濟日報。
<https://money.udn.com/money/story/7307/9219963>
2. 環境部預告「二氧化碳捕捉後封存管理辦法」草案。
<https://enews.moenv.gov.tw/page/3b3c62c78849f32f/0458e96f-78b2-4ca3-bae4-f0a25998906d>
3. 「碳捕捉」是什麼？發電減碳新技術 台電如何「捕」CO2、要封存在哪裡？天下雜誌。
<https://www.cw.com.tw/article/5126479>
4. CCUS 科學教育推廣計畫」官方網站 <https://ccsu.erigance.com/>

核心素養	學習表現	學習內容
社-J-A3：具備規劃與執行學習行動，並能解決實際生活中遭遇的問題。	社 1a-IV-1 發覺生活經驗或社會現象與社會領域內容知識的關係。	歷 Fb-IV-1 經濟發展與社會轉型。 地 Ae-IV-4 問題探究：產業活動的挑戰與調適。
社-J-B1 運用文字、語言、表格與圖像等表徵符號，表達人類生活的豐富面貌，並能促進相互溝通與理解。	社 2a-IV-2 關注生活周遭的重要議題及其脈絡，發展本土意識與在地關懷。	地 Bc-V-1 全球氣候變遷與減碳議題。
社-J-C2 具備同理與理性溝通的知能與態度，發展與人合作的互動關係。	社 3b-IV-1 適當選用多種管道蒐集與社會領域相關的資料。 社 3c-IV-1 聆聽他人意見，表達自我觀點，並能以同理心與他人討論。	
社-J-C3：具備敏察環境議題的素養，並參與地方與全球性的永續發展行動。	地 1a-IV-2 說明重要環境、經濟與文化議題間的相互關係。 公 1c-IV-1 運用公民知識，提出自己對公共議題的見解。	

公 2a-V-2 關懷環境議題，並思考個人、政府與科技在永續發展中的角色。

學習目標

【認知領域】

1. 能說出 CCUS（捕捉、利用、封存）的三大步驟，並辨識其科學原理。
2. 能將 CCUS 的「利用」概念與三峽「合習聚落」的循環經濟進行連結。
3. 能理解全球趨勢與在地環境政策之間的權衡關係。

【情意領域】


1. 透過走訪老街與祖師廟，深化對家鄉文史保存與環境永續的認同。
2. 培養在面對爭議性環保議題（如封存場選址）時的理性思辨態度。
3. 建立身為全球公民對於減碳行動的責任感。
4. 認同環境正義，願意以公民身分參與社會溝通與問題解決。


【技能領域】

1. 能操作 Popworld AR 工具，透過觀察環境細節（如招牌、地板）解開實境謎題。
2. 能運用邏輯推理將「賽豬公」活動之文史線索與「地理終點」進行正確連結。
3. 能與組員協作，根據證據完成公民立場申述。
4. 能利用 AR 工具搜集文史線索，並結合在地元素進行碳磚與補償方案的創意規劃。

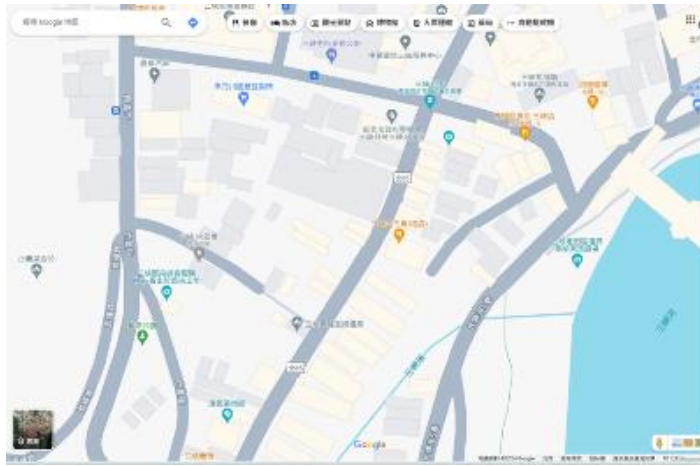
第一節（「磚」屬任務：—「碳」究竟的啟動令）

分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
合班進行，個人使用平板參與活動。	<p>一、引起動機：海龜湯—沉寂在灰色磚頭的寶藏</p> <p>（教師提問：圖片中有東西被抓住了，請問是什麼？）</p> 	10	課堂參與 (Padlet 發言)	能與組員協作，根據證據完成公民立場申述。

	<p>【教師說明】利用學生熟悉的海龜湯遊戲進入課程，並以 Padlet 讓每個孩子都有參與討論的機會。</p> <p>【活動說明】學生會因既定印象提出各種可能，但皆為具體意象；透過各種「是」與「否」的聚斂式彙整後，最終得到「二氧化碳」的答案並開啟課程。</p>			
<p>合班</p>	<p>二、發展活動</p> <p>教師說明「CCUS」概念並結合三峽在地風土民情，課程概述如下：</p> <p>捕捉 (Capture)：介紹礦化技術，像「人工腎臟」過濾煙囪廢氣，對比三峽鳶山的森林肺。</p> <p>—引導學生觀察三峽四周的鳶山與群山，說明森林是天然的捕捉器；而 CCUS 則像是「高科技吸塵器」，在碳擴散前將其抓獲。</p> <p>利用 (Utilization)：詳述碳磚的特性與功能——不需高溫燒製、具備強大鎖碳能力，且能轉化為街道家具、修復老街。</p> 	<p>10</p> <p>10</p>	<p>課堂參與</p>	<p>能說出 CCUS (捕捉、利用、封存) 的三大步驟，並辨識其科學原理</p>

	<p>一以三峽老街著名的紅磚建築為切入點引發學生共鳴。說明目前的科技可以將 CO2 轉化為「人造石材」或「低碳水泥」，就像將氣體鎖在牆壁裡，變成有價值的資源。</p> <p>【教師說明】此處切入碳磚結合一開始的引起動機，讓學生對於碳磚與三峽老街的關聯有了初步架構。</p> <p>封存 (Storage)：以三峽煤脈空間為隱喻，討論將碳「存回大地」的安全性與公民信任。</p> <p>一回顧三峽過去的煤礦開採，說明地底深處曾存放能源，現在則能反過來將碳灌入枯竭的岩層或鹽水層，進行永恆的封存。</p> <p>【教師說明】再次以碳磚呼應引起動機，說明此碳磚裡面所「封存」的即是「碳」，利用這樣的方式不僅可以有效減少二氧化碳，更能轉化為有效的資源。</p>	10		能理解全球趨勢與在地環境政策之間的權衡關係
<p>異質能力分組 (4-5 人一組)，由一名隊長負責 APP 建立隊伍。</p>	<p>三、綜合活動－實境解謎之行前說明</p> <p>(一) 闖關準備：各組開啟 Popworld APP 建立隊伍。</p> <p><u>※利用 APP 功能，教師已設定關卡之觸發需走到指定地後方能啟動；一方面可讓學生先完成前置作業，另一方面可讓學生熟悉操作頁面，也不會擔心會事先洩漏謎題。</u></p>  <p>守護者們在最後一刻，將他們的『文化印記』數據流分成了兩條『緊急撤離通道』。這兩條通道，分別對應著三峽最強大的兩股文化能量。我們必須選擇其中一條通道進入，才能取得接下來的行動指令。</p> <p>請你們看清楚，每條通道代表的意義和風險：</p> <p>第一條：記憶正在從最古老的色彩頻譜開始消散！選擇這條路，你們將追溯工藝的起源，解讀藏在每一寸纖維中的產業密碼。</p> <p>第二條：守護者相信，地方的未來不只在歷史，也在於創新的價值！選擇這條路，你們要解讀的是隱藏在現代商業交易和在地特色</p> <p><small>全隊一同討論後，由隊長做出選擇</small></p> <p>你知道嗎？以前老街不是這樣光鮮亮麗的。每條巷弄、每個老物件，都載滿了我們日常生活的記憶。大家開始捐出家裡的老家具、老照片。這裡就是靠著大家一點一滴地匯集起來的。我們最希望的，就是孩子們能夠透過這些舊物，重現過去的生活氣味。我們把這些故事記錄下來，就是要讓這份情感傳承下去，讓大家知道，這些美好的記憶，從來都沒有離開。</p>	5	Popworld 操作、學習單	能操作 Popworld AR 工具，透過觀察環境細節 (如招牌、地板) 解開實境謎題。

(二) 道具盤點：「守護者地圖」、學習單。



磁鎮五峽，峽客就是我
 座號：_____ 姓名：_____

★你好哪一個地方印象最深刻？為什麼？

山峽

★若該點被選為「磁封存寶輪圖」，並承諾提供「環境補償金」，身為守護者的你是否支持呢？

支持 不支持 有條件支持（請寫下條件）

原因：_____

★我想對 2050 年的居民說：

三峽老街一直是我們的傳統，也是我們的驕傲；紅磚建築更是我們的特色。請根據三峽的特色，設計出一款最具特色的「磁磚」吧！

★上面的磁磚設計理念或靈感是什麼呢？

(三) 生存規則：提醒下一節課調整課務外出，說明注意事項、集合時間等等。

(四) 保密協定：各組在老街探索時不得互相洩漏解碼答案，否則會造成時空波動（積分扣除）。

第二、三節（峽客尋「破」：穿梭老街的「磚」屬密碼）

分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
異質能力分組 (4-5 人一組)，並由隊長負責 APP 操作帶領隊員。	第一階段：抉擇 為避免學生集體活動影響解謎進行，各隊於一開始須選擇「靛青」或「金鑰」之不同起始點，亦象徵選擇「傳統自然」或「科技創新」捕捉方式。	步行到祖師廟 25min + 景點解謎	Popworld 分組解謎狀況、學習單	能操作 Popworld AR 工具，透過觀察環境細節（如招牌、地



40min
+ 步行回程
25min

板) 解開
實境謎
題。

第二階段：捕捉 (C)



透過走訪
老街與祖
師廟，深
化對家鄉
文史保存
與環境永
續的認
同。



【活動說明】選擇不同起始點會出現不同關卡，分別為上圖之「庶民美術館」及下圖具三峽意象之各種不同水溝蓋；兩種起點分別為不同之解謎體驗：一為走到指定地點方可觸發現線索，二為須找到指定圖案之水溝蓋才能觸發AR線索之體驗。



【密碼啟動】

這是守護者！號在印記剛開始扭曲時留下的「地理錨點」。代表了危機爆發的起始座標，是所有解謎的基石。

走吧！讓我們繼續下去吧

你能找到下—

離開



第三階段：利用 (U)

在老街特定位置觀察地板，透過 AR 出現合習聚落圖片，點選後連結到禾乃川與愛鄰醫院說明。



※左圖為此關卡跳出之線索，圖中提及此處過去之特色與「愛鄰醫院」四字提示；下方有另一 AR 線索。



※當學生在老街盡頭地板山水畫與詩詞處發現線索中之圖時，將手機對準後即會跳出「合習聚落」之標誌如左圖，便可聯想至下一關卡「禾乃川豆製所」。

能將 CCUS 的「利用」概念與三峽「合習聚落」的循環經濟進行連結。

【教師說明】「禾乃川豆製所」可謂是廢棄物的轉身。禾乃川豆製所將豆渣再利用，教師可說明並連結 CCUS 將碳轉化為建材的「Utilization」概念。

第四階段：封存 (S)

【活動說明】抬頭觀察招牌觸發 AR，跳出大豬公老照片。學生需聯想賽豬公活動地點，定位最終座標；當學生找尋到提示中之招牌並對準時，即會跳出右圖之老照片，前往祖師爺廟廣場則會觸發定位跳出最後畫面。



【破關後會出現下左圖為隊伍總分，右圖「成功破關」字樣可完成組員合照】（此圖為筆者探勘試玩之畫面）



各組破關
總分與時
間

能運用邏
輯推理將
「賽豬
公」活動
之文史線
索與「地
理終點」
進行正確
連結。

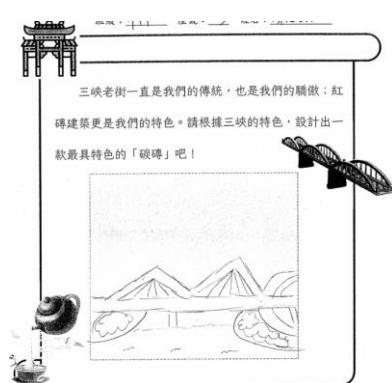
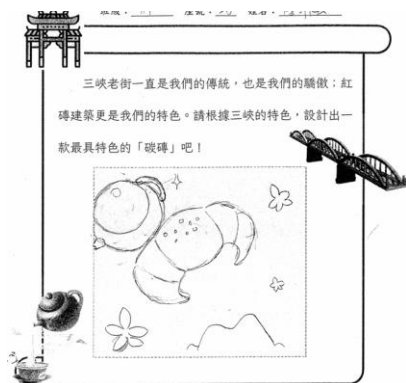
	<p>【活動說明】穿梭在三峽的老街與巷弄，進行了一場跨越百年的對話；在祖師廟前思考了封存（Storage）的重量，在合習聚落看見了利用（Utilization）的可能。原本那些看不見、摸不著的二氧化碳，在解謎的過程中，也逐漸有了形狀。解開的每一個代碼，背後都藏著三峽的靈魂——可能是藍染的靛藍、紅磚的溫潤；最後請學生利用今日解謎之體驗完成學習單的內容與設計。</p>			<p>培養在面對爭議性環保議題（如封存場選址）時的理性思辨態度。</p>
--	---	--	--	--------------------------------------

第四節(翻「磚」未來：淨零峽客的「破」路成果)

分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
<p>小組回報與全班討論。</p>	<p>一、引起動機：實境解謎照片回顧與景點說明。</p> 	<p>5</p>	<p>分組活動參與</p>	<p>認同環境正義，願意以公民身分參與社會溝通與問題解決。</p>

二、發展活動

學習單—「碳磚」設計發表與理念說明。



小組報告

【補充說明】各小組發表後，為使本課程得以在生活延續並讓學生更有實際感受，筆者準備了深灰色杯墊模擬碳磚，讓各組學生能在聆聽完各組理念後再一次彙整想法，並實際做出成品在班上展出，若未來社區有意發展 DIY 課程也能有所參考依據。

25

學習單、
碳磚作品
分享

建立身為
全球公民
對於減碳
行動的責
任感。

能利用 AR
工具搜集
文史線
索，並結
合在地元
素進行碳
磚與補償
方案的創
意規劃。



【作品說明一】上述二作品皆一改原先設計，一組以三峽最具特色之紅磚建築發想，並保留破磚之灰色相互輝映；另一組則以最具盛名之金牛角出發，加上Q版人物設計藉以吸引更多年輕人的喜愛。



【作品說明二】左一保留此組原先的動漫設計但有所改做；保留大量破磚灰色，以線條強化他們喜愛的動漫與金牛角；另一組則維持原先設計（上文之學習單），以圖中左上角象徵碧螺春之茶壺、右下的鳶山以及金牛角，輔以溫和且繽紛的筆觸，完整呈現出三峽的代表樣貌。

三、綜合活動

【活動說明】給 2050 年居民的一段話

【教師說明】最後，以學生們在學習單寫下的「給 2050 年居民的一段話」做為此課程的結尾，一方面可以一同感受大家想對未來居民說的話，一方面也是對著身為現代公民的自

個人發表

15

學習單

認同環境正義，願意以公民身分參與社會溝通

已喊話！

到了2050年,我希望三峽依然保有山水的美,也多更多便利與進步,希望那時的居民能珍惜環境,不亂丟垃圾,讓河流依舊清澈,空氣依然新鮮,也希望大家彼此關心,讓三峽不只是美麗的地方,更是充滿溫暖的家。

願你守護三峽青山綠水長流
也請珍惜老街人情溫暖依舊
別讓河岸只剩冰冷高樓黑影
記得午後蟬聲微風吹過街頭
科技再快也要留心慢慢走路
若見陌生的人先給微笑問過
把今天希望成明日花開滿城

與問題解

決。



碳鎖三峽，峽客就是我

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____

★你對哪一個地方印象最深刻？為什麼？

山峽



★若終點被選為「破封存實驗區」，並承諾提供「環境補償金」，身為守護者的你是否支持呢？

支持 不支持 有條件支持（請寫下條件）

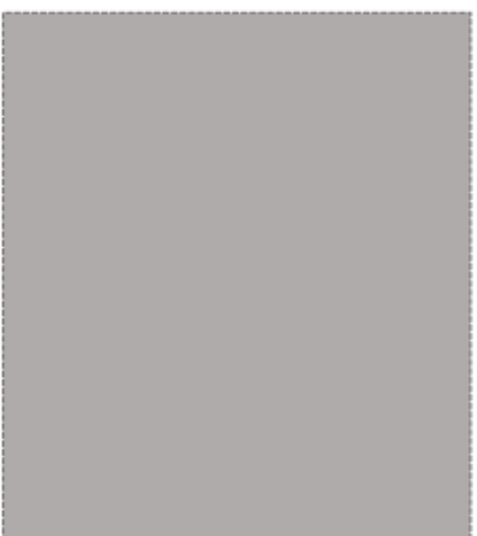
原因：_____

★我想對 2050 年的居民說：

.....
.....
.....
.....



三峽老街一直是我們的傳統，也是我們的驕傲；紅磚建築更是我們的特色。請根據三峽的特色，設計出一款最具特色的「破磚」吧！



★上面的破磚设计理念或靈感是什麼呢？