

115 年度第二屆 CCUS 創意教案徵選/黃明祺/國立臺南大學

一、教案格式

※ 教案篇幅：共 17 頁(包含附件)；教案字體大小：12

二、教案重點說明

(一)課程概述

本課程名為「減碳時光機：與 2050 年世代協議」，是一門跨領域且注重實踐的課程，為高中一年級設計。課程橫跨七堂課，每堂課 50 分鐘，主要介紹碳捕獲、利用與封存（CCUS）技術。課程從科學原理出發，延伸至社會因素和個人行動，完整體現 108 課綱中所提出的三大核心理念：「自發、互動、共好」。

本課程基於兩個核心要素。首先是碳捕獲的實驗操作。學生將使用實驗室設備進行碳捕獲實驗。透過實驗，學生將運用化學吸收法和物理吸附法兩種原理，把抽象的概念轉化為具體的實驗現象。其次，學生將學習如何使用生成式 AI 繪圖工具，將對「碳捕獲」未來的想像轉化為視覺圖像，並透過圖文批判，培養科技資訊素養。最後，他們將參與「模擬聯合國」。代表不同的國家和世代，探討二氧化碳減排責任、碳捕獲技術的使用與共享，以及氣候正義等議題。最終，學生將合作起草一份「2050 年碳中和契約」。

整個課程形成連貫的學習流程，引導學生從理解和感悟走向行動。所有課堂活動均可使用學校現有設備進行，使課程易於施行，且具備高度可複製性。

(二)教案核心特色

1. CUUS 科學實作：碳捕捉實驗

突破普通教育偏重知識講述的限制，於課程中設計完整的微型實驗，讓學生親眼見證二氧化碳被「捕獲」與「現形」的過程。實驗所提供的經驗將貫穿後續 AI 圖像設計與模擬聯合國辯論，使科學成為思辨的基礎，而非抽象口號。

2.生成式 AI 融入：圖靈測試與人機共創

學生以指令指揮生成式 AI 繪圖工具，將對「碳中和未來」的想像具體成圖像。過程中進行圖文對照與批判，並分析 AI 生成圖像的正確性與隱含的社會觀點，完整實踐 108 課綱強調的「科技資訊與媒體素養」。

3.模擬聯合國：從科學理論到治理實踐的跨界協商

教案後半段以「2025 碳中和契約」模擬聯合國為平臺，學生分別扮演六個國家（集團）代表，進行減碳責任、CCUS 技術執行與共享等調款的正式辯論與表決，過程中融入英文口語表達、國際禮儀、公共協商等倫理意識。

4.跨領域整合：自然、科技、社會、語文、藝術

橫跨地球科學、化學、公民與社會、地理、資訊科技、英文、國文、視覺藝術等多個學科領域，以「CCUS」為核心問題意識，讓各領域在課程中自然交織。

5.具備極低門檻與極高的可複製性

不需特殊布置、昂貴器材或校外資源。所有活動僅需學校現有實驗器材、投影機等設備即可進行，確保任何一所學校皆可輕鬆落實。

6.從全球到自身的迴環

三、教案設計格式：一整課

課程名稱	減碳時光機：與 2050 世代契約	適用年級	高中一年級
		教學時間	350 分鐘，共七節課
教材來源	自編教材	設計者	黃明祺
教學準備	投影設備、生成式 AI 工具帳號（教師端 1 組，或各組預先申請）、各組平板或筆電 1-2 臺（可以手機替代）、學習單（紙本或數位）、國家立場卡、模擬聯合國議事槌（或替代品） 每組實驗器材（第 2 節使用）：醋（或 1M 醋酸）、小蘇打粉（或大理石碎		

	片)、澄清石灰水、活性碳粉、廣用試紙、250mL 錐形瓶 x3、雙孔橡皮塞、直角玻璃導管、橡膠軟管、塑膠滴管、小燒杯、安全眼鏡、碼表。	
學生先備知識	<p>自然科學領域：已學習地球大氣組成、溫室效應基礎概念、化學酸鹼反應與沉澱反應。對碳循環有初步認識。</p> <p>社會領域：已學習國際組織架構、公共政策制定流程、世界地理與地緣政治基礎。</p> <p>科技領域：具備基礎數位工具操作能力，部分學生可能已有使用生成式 AI 繪圖工具的經驗。</p> <p>語文領域：具備基礎英文閱讀與寫作能力，能以簡短句子表達觀點。</p> <p>素養基礎：具備小組合作討論與角色扮演經驗，能參與結構化的辯論活動。</p>	
核心素養	學習表現	學習內容
<p>自 S-U-A1：理解科學的進展與對人類社會的貢獻及限制，將科學事業納為未來生涯發展選擇之一。</p> <p>自 S-U-A2：能從一系列的觀察、實驗中取得自然科學數據，並依據科學理論、數理演算公式等方法，進行比較與判斷科學資料於方法及程序上的合理性，進而以批判的論點來檢核資料的真實性與可信性，提出創新與前瞻的思維來解決問題。</p> <p>自 S-U-A3：具備從科學報導或研究中找出問題，根據問</p>	<p>ti-Vc-1：能主動察覺生活中各種自然科學問題的成因，並能根據已知的科學知識提出解決問題的各種假設想法，進而以個人或團體方式設計創新的科學探索方式並得到成果。</p> <p>tr-Vc-1：能運用簡單的數理演算公式及單一的科學證據或理論，理解自然科學知識或理論及其因果關係，或提出他人論點的限制，進而提出不同的論點。</p> <p>tc-Vc-1：能比較與判斷自己及他人對於科學資料的解釋</p>	<p>ENb-Vc-1：氣候變化有多重時間尺度的特性。</p> <p>ENb-Vc-3：過去主導地球長期的自然氣候變化的原理並無法完全用來解釋近幾十年來快速的氣候變遷情形。根據目前科學證據了解人類活動是主要因素。</p> <p>ENb-Vc-4：因應氣候變遷的調適有許多面向與方法。</p> <p>ENa-Vc-1：永續發展對地球與人類的延續有其重要性。</p> <p>ENa-Vc-2：節用資源與合理開發，可以降低人類對地</p>

<p>題特性、學習資源、期望之成果、對社會環境的影響等因素，運用適合學習階段的儀器、科技設備等，獨立規劃完整的實作探究活動，進而根據實驗結果修正實驗模型，或創新突破限制。</p> <p>自 S-U-B1：能合理運用思考智能、製作圖表、使用資訊及數學運算等方法，有效整理自然科學資訊或數據，並能同時利用口語、影像、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等或嘗試以新媒體形式，較廣面性的呈現相對嚴謹之探究過程、發現或成果。</p> <p>自 S-U-B2：能從日常經驗、科技運用、社會中的科學相關議題、學習活動、自然環境、書刊及網路媒體中，適度運用有助於探究、問題解決及預測的資訊，進而能察覺問題或反思媒體報導中與科學相關的內容，以培養求真求實的精神。</p>	<p>在方法及程序上的合理性，並能提出問題或意見。</p> <p>po-Vc-1：能從日常經驗、科技運用、社會中的科學相關議題、學習活動、自然環境、書刊及網路媒體中，汲取資訊並進行有計畫、有條理的多方觀察，進而能察覺問題。</p> <p>pe-Vc-2：能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備及資源，能適度創新改善執行方式。能進行精確的質性觀察或數值量測，視需要能運用科技儀器輔助記錄。</p> <p>pa-Vc-1：能合理運用思考智能、製作圖表、使用資訊及數學等方法，有效整理資訊或數據。</p> <p>pc-Vc-2：能利用口語、影像、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，呈現探究之過程、發現或成果；並在保有個資安全與不損及公眾利益下，</p>	<p>球環境的影響，以利永續發展。</p> <p>CJb-Vc-1：溶液的種類與特性。</p> <p>CMe-Vc-2：全球暖化的成因、影響及因應方法。</p> <p>CNc-Vc-1：新興能源與替代能源在臺灣的發展現況。</p>
---	---	---

<p>自 S-U-B3：透過了解科學理論的簡約、科學思考的嚴謹與複雜自然現象背後的規律，學會欣賞科學的美。</p> <p>自 S-U-C1：培養主動關心自然相關議題的社會責任感與公民意識，並建立關懷自然生態與人類永續發展的自我意識。</p> <p>自 S-U-C2：能從團體探究討論中，主動建立與同儕思考辯證、溝通協調與包容不同意見的能力，進而樂於分享探究結果或協助他人解決科學問題。</p> <p>自 S-U-C3：能主動關心全球環境議題，同時體認維護地球環境是地球公民的責任，透過個人實踐，建立多元價值的世界觀。</p>	<p>嘗試以報告或新媒體形式，自主並較廣面性的分享相對嚴謹之探究發現、成果、結論或主張。</p> <p>ai-Vc-2：透過科學探索與科學思考對生活週遭的事物產生新的體驗及興趣。</p> <p>ah-Vc-2：對日常生活中所獲得的科學資訊抱持批判的態度，審慎檢視其真實性與可信度。</p> <p>an-Vc-3：體認科學能幫助人類創造更好的生活條件，但並不能解決人類社會所有的問題，科技發展有時也會引起環境或倫理道德的議題。</p>	
--	--	--

學習目標

<p>目標一（認知）：能正確闡述 CCUS 三項技術（碳捕捉、碳利用、碳封存）的科學原理，並比較化學吸收法與物理吸附法的差異與優缺點。</p> <p>目標二（認知）：能說明碳循環與全球暖化的關聯，並解釋碳捕捉技術如何協助達成碳中和目標。</p> <p>目標三（技能）：能運用高中化學實驗器材，操作模擬碳捕捉實驗（化學吸收法與物理吸</p>

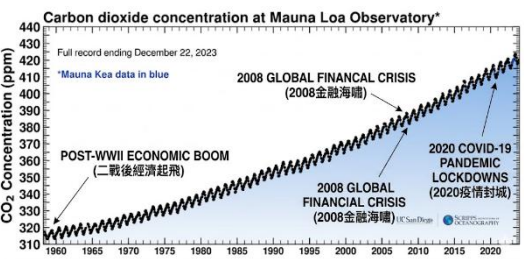
附法)，並正確記錄觀察現象、分析實驗數據。

目標四（技能）：能運用生成式 AI 繪圖工具，撰寫精準的中英雙語指令，將碳中和未來的概念轉化為視覺圖像，並進行圖文對照批判。

目標五（技能）：能在模擬聯合國活動中，從特定國家立場出發，就 CCUS 技術部署、碳預算分配等議題進行協商與論述，展現系統思考與換位思考能力。

目標六（態度）：能展現對環境永續與世代正義的關懷，並將課堂所學轉化為個人具體的減碳行動承諾。



第一節

分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
<p>合班</p>	<p>一、引起動機：教師投影「基林曲線」(Keeling Curve)，圖上標註二戰後經濟起飛、2008 金融海嘯、2020 疫情封城等關鍵節點。提問：「這張圖記錄了地球近 60 年的二氧化碳積累，你看到了哪些變化？歷史是如何被記錄進這些曲線裡的？」</p> <p>示例圖：</p>  <p>圖片來源：國際碳協官網</p>	<p>8 分鐘</p>	<p>口頭問答： 學生能指出 碳排曲線與 人類重大事 件的關聯。</p>	<p>目標二</p>
<p>異質分組- 能力 (專家小 組)</p>	<p>二、發展活動：Jigsaw 拼圖法 (第一階段-專家小組) 學生依興趣或抽籤 分為 4 個專家小組，各組領取學習單，研 究指定主題並完成筆記 (附件一)：</p>	<p>20 分鐘</p>	<p>學習單完成 度：能討論 並整理出至 少 3 個關鍵</p>	<p>目標一</p>

	<p>A 組-碳捕捉：化學吸收法（胺類溶液）vs. 物理吸附法（活性碳/沸石），其各自的原理與優缺點。</p> <p>B 組-碳利用：CO₂轉化為甲醇、尿素、碳酸鈣建材等路徑，哪些已經商業化？哪些仍在研發階段？</p> <p>C 組-碳封存：地質封存（鹽水層、枯竭油氣層）的條件、礦化封存的原理以及滲漏風險。</p> <p>D 組-自然碳匯：森林、海洋、土壤如何固碳？為何不能單靠自然碳匯解決問題？</p>		知識點。	
異質分組-能力	<p>二、發展活動（第二階段-回歸小組）專家解散，回到原屬小組，每組含 4 種專家各 1 人。每人以 2 分鐘向組員教學自己的主題。教師協助釐清迷思概念。</p>	15 分鐘	口頭教學表現：能清晰的傳達出核心概念。	目標一
合班	<p>三、綜合活動：每位學生在便利貼上寫下三句話，張貼於教室前方白板：</p> <p>1. 這節課前，我對 CCUS 的想法是.....</p> <p>2. 這節課我學到最重要的一件事是.....</p> <p>3. 我現在最大的疑問是.....</p> <p>教師挑選 2-3 個代表性問題簡短回應，並預告下節課將親手做碳捕捉實驗。</p>	7 分鐘	便利貼內容：能準確反映出課堂學習與個人的疑惑。	目標一
第二節				
分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
合班	一、引起動機：教師展示工業碳捕捉廠	5 分鐘	學生參與課	目標

	<p>(如冰島 Climeworks 直接空氣捕捉廠) 的壯觀照片，對比實驗桌上的錐形瓶與石灰水。提問：「我們有可能在實驗桌上，把看不見的二氧化碳『捕捉』起來，甚至讓它現形嗎？」</p> <p>示例圖：</p>  <p>圖片來源：環境資訊中心官網</p>		<p>堂問答的投入度。</p>	<p>一、三</p>
<p>異質分組- 能力</p>	<p>二、發展活動 (一)：化學吸收法實作 (附件二)</p> <p>實驗步驟：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 於錐形瓶 A 中，放入少許小蘇打粉 (或大理石碎片)，倒入約 30mL 醋 (或 1M 醋酸)。以雙孔橡皮塞塞緊，一端接導管，將產生的氣體導入裝有約 30mL 澄清石灰水的錐形瓶 B 中。 2. 觀察石灰水的變化，記錄出現沉澱的時間與最終現象。 3. 提問引導：「石灰水扮演的角色，相當於工業碳捕捉中的什麼？」 <p>(答：化學吸收劑，如胺類溶液)</p>	<p>17 分鐘</p>	<p>實驗操作準確度、觀察記錄數據的完整度。</p>	<p>目標 一、三</p>

	<p>「沉澱物是什麼？這其實是碳封存中『礦化』的微型版。」</p> <p>安全提醒：穿戴安全眼鏡；醋酸有刺激性，避免直接接觸；若使用大理石反應較慢，可靜置觀察，並先講解下一部分。</p>			
異質分組- 能力	<p>二、發展活動（二）：物理吸附法實作 實驗步驟：</p> <ol style="list-style-type: none"> 另取一組氣體產生裝置（錐形瓶 C+D），裝置與前相同，但在氣體導入錐形瓶 D 前，先讓氣體通過一段裝有活性碳粉末的 U 型管。 錐形瓶 D 中同樣裝有澄清石灰水。 觀察並與前一個實驗比較：這次石灰水變混濁的速度與程度有何不同？ 提問引導：「活性碳扮演什麼角色？」 （答：物理吸附劑） <p>「兩種方法各有什麼優缺點？」（化學法選擇性高但再生耗能；物理法成本低但吸附量有限）</p>	15 分鐘	比較分析能力：能具體指出兩種方法在實驗現象上的差異及原因。	目標 一、三
合班	<p>三、綜合活動：各組快速報告實驗結果與觀察。教師引導全班歸納：</p> <ol style="list-style-type: none"> 化學吸收法（石灰水）效果明顯，但石灰水一旦飽和就無法再捕捉。 物理吸附法（活性碳）可吸附部分 CO₂，但肉眼不易觀察其飽和點。 真實 CCUS 的挑戰：如何大規模、低成 	13 分鐘	口頭報告與課堂討論參與度。	目標 一、三

	本、低耗能地捕捉 CO ₂ ？以及捕捉後如何封存或利用？			
第三節				
分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
合班	<p>一、引起動機：AI 能懂碳捕捉嗎？</p> <p>教師投影兩張圖片：</p> <p>示例圖 A——充滿綠色垂直花園與透明碳捕捉塔的未來都市。</p>  <p>示例圖 B——工業區排放濃煙，但煙囪口連接著奇特的管線。</p>  <p>圖片來源：使用 Gemini 生成</p> <p>提問：「哪一張是 AI 生成的？這些『碳捕捉建築』符合實驗原理嗎？AI 是根據什麼『想像』出這些圖的？」</p>	8 分鐘	口頭回答： 學生能夠對比 AI 生成圖像與真實實驗經驗，提出批判性觀察。	目標四
異質分組- 能力	<p>二、發展活動：</p> <p>1. 個人（5 分鐘）：寫下對「2050 碳中和</p>	25 分鐘	中文指令品質：具備可	目標四

	<p>城市」的中文描述（100-150 字），包含碳捕捉設備的具體樣貌。</p> <p>2. 小組（10 分鐘）：融合為一個最精準的中文指令。要求：「不是寫『有碳捕捉技術』，而是描寫自己認為的碳捕捉器材的外觀。」</p> <p>3. 英文轉譯（10 分鐘）：小組將中文指令改寫為英文指令。</p>		<p>視化 CCUS 技術描述。</p> <p>英文指令品質：能正確使用並組合關鍵字詞。</p>	
異質分組-能力	<p>三、綜合活動：生成與觀察 教師逐一將各組英文指令輸入 AI 繪圖工具。全班快速瀏覽，教師引導：「哪一張圖的碳捕捉裝置看起來最『科學』？哪一張最『科幻』？」</p> <p>結構化批判：各組領取「圖文對照分析學習單」，系統性分析自己的 AI 圖像：</p> <p>1. 科學正確性：碳捕捉/利用/封存的設備是否符合原理？</p> <p>2. AI 指令忠實度：AI 忽略或添加了什麼？</p> <p>3. 美感：你喜歡這張圖嗎？為什麼？</p> <p>教師總結生成式 AI 作為思考工具的潛力與限制。</p>	17 分鐘	<p>口頭回答與觀察：能初步區分圖像中的科學與純粹想像之間的差距。</p>	目標四
第四節				
分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
合班	<p>一、引起動機：</p> <p>教師投影「碳時鐘」網頁。說明：若欲控</p>	8 分鐘	<p>情境投入度。</p>	目標五

	<p>制升溫在 1.5°C，全球剩餘碳預算僅約 4000 億噸 CO₂。提問：「這筆將用罄的存款，該怎麼分配給全世界？一人一份？還是看誰過去『存』（排放）比較多？」</p> <p>碳時鐘網頁：https://climateclock.net/</p> <p>教師宣布：「聯合國將成立全球碳資產管理局，強制執行一份由各國簽署的『2050 碳中和契約』。」</p>			
異質分組-能力	<p>二、發展活動(一)：國家立場研究 各組領取所屬國家的立場文件（包括人口、GDP、歷史累積碳排、目前年碳排），研究該國核心利益與談判底線。國家：美國、歐盟、中國、沙烏地阿拉伯、印度、氣候脆弱國家聯盟。</p>	15 分鐘	對於自身立場的理解程度。	目標五、六
異質分組-能力	<p>二、發展活動(二)：每位學生抽籤獲得秘密角色，定義個人談判策略：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.理想主義者 2.現實主義者 3.科學顧問（須引述數據，可引用第二節實驗結論來說明 CCUS 的技術難點） 4.媒體記者 5.NGO 觀察員（代表環境與世代發聲）。 	10 分鐘	扮演角色設定的認真程度。	目標五
合班	<p>三、綜合活動：開幕式與立場宣讀 教師敲下議事槌宣佈開幕。各國團長依序宣讀 1 分鐘「開幕立場聲明」。</p>	17 分鐘	立場聲明清晰度與說服力。	目標五、六
第五節				

分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
合班	一、引起動機：教師投影議事規則簡表，確認流程，並強調秘密角色須發揮各自的影響力。	5 分鐘	規則理解程度。	目標五
異質分組-能力	二、發展活動：正式辯論（三大條款） 條款一：2035 年減碳責任（15 分鐘）。 條款二：CCUS 技術部署與共享（15 分鐘）——辯論是否強制各國每年捕捉一定量 CO ₂ ？技術應無償共享還是受智慧財產權保護？回到第二節實驗經驗：捕捉 1 公克 CO ₂ 需要多少成本與能源？大規模捕捉的挑戰是什麼？ 條款三：損失與損害基金（10 分鐘）。 教師擔任主席不干預內容，鼓勵學生提動議，記者記錄關鍵發言。	30 分鐘	發言內容：論述邏輯清晰，能引述科學數據或倫理原則。 協商技巧：能提出妥協方案，並維持角色一致性。	目標五、六
合班	三、綜合活動：扮演記者的學生，於會議結束後發布 140 字內的「外交新聞」，並摘要會議關鍵進展。	15 分鐘	撰文精準度與洞察力。	目標五
第六節				
分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
合班	一、引起動機：教師宣布進入草案撰寫與最終表決階段。	3 分鐘		目標五
異質分組-能力	二、發展活動(一)：契約草案撰寫 全體代表共同草擬一份包含三大條款的「2050 碳	20 分鐘	草案品質：條文可操作	目標五、六

	中和契約」。允許各國提修正動議，NGO 觀察員可發言但無表決權。		性，需考量多方利益。	
異質分組- 能力	二、發展活動(二)：最終表決，逐條宣讀草案，各國唱名表決。表決門檻由學生自決。契約通過與否皆是一種學習。	15 分鐘	表決參與度與立場一致性。	目標 五、六
合班	三、綜合活動：完成自白書： 1.我的國家立場..... 2.秘密角色目標..... 3.被迫妥協之事..... 4.堅持不讓之事..... 5.我想對 2025 年的自己說.....	12 分鐘	自白書內容：需清晰區分國家立場與個人價值。	目標 五、六
第七節				
分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
合班	一、引起動機：扮演記者的輪流發布最終版「外交新聞」。教師可點出真實氣候談判的戲劇性。	10 分鐘	撰文品質與反思深度。	目標 五、六
合班	二、發展活動：給未來的一張明信片。 正面：畫下或寫下對 2050 年的具體承諾。 背面：寫一封信給「2050 年的自己」： 「嘿，2050 年的我.....今天，我在課堂上親手做了碳捕捉實驗，也為了地球的未來和同學辯論。我對你所在的未來充滿.....為了你，我現在就要開始做的一件事是.....」 教師與學生約定一年後寄出。	25 分鐘	明信片內容：文字情感真摯，給出的承諾需具體可行。	目標六

合班	三、綜合活動：課程總結，教師回顧過往的七節課，強調 CCUS 只是概念的一環，關鍵永遠是人的選擇。	15 分鐘	口頭發表： 對於課程的 回饋。	目標六
----	---	-------	-----------------------	-----

四、教學反思與建議

1. 實驗安全與時間管理：第二節的實驗會使用到酸與鹼，務必要求學生全程穿戴安全眼鏡。若擔心時間不足，教師可先秤量好小蘇打粉與活性碳分包，或將化學吸收法與物理吸附法定為兩組同時進行的對照實驗，以節省時間。
2. 連結實驗與工業實務：學生可能認為石灰水混濁與工業 CCUS 差距太遠。教師須在收尾時明確連結：石灰水＝化學吸收劑的概念模型，工業上用胺類溶液等更有效率的溶劑；沉澱物＝礦化封存的基本原理。
3. 模擬聯合國的科學引導：擔任「科學顧問」的學生，在辯論 CCUS 技術部署條款時，應被鼓勵引用第二節實驗中的具體觀察（例如：「我們在實驗中發現，要捕捉一點點 CO₂就需要這麼多能量/材料，大規模捕捉的挑戰是非常真實的」），使科學實作與數據引用真正成為公民思辨的基礎。
4. 教案擴展：可將實驗延伸為科展題目（例如：「哪一種活性碳的吸附效率最高？」）；也可邀請在地有進行碳捕捉研發的企業或大學實驗室進行視訊或實體參訪。

附件一：CCUS 專家小組學習單（第一節）（第一頁）

填寫時間：共 20 分鐘

CCUS 專家小組學習單

組號：_____ 評定：_____ 姓名：_____ 專家小組別：_____

學習說明：

- 1. 專家小組：從新聞雜誌或資料或進行網上搜尋，完成該主題的筆記，每人需整理出至少 3 個關鍵詞。
- 2. 四組教學：四組專家小組，每人以 2 分鐘，解決有關目標解題的研究進展，並記錄其他專家的見解。

第一階段：專家研究紀錄（請依你的組別填寫）：

● 主題：超利用 (Carbon Utilization) —— 碳源及碳利用

→ 我的組可以解決或待解決的議題或問題是：

我的筆記是：_____

我的筆記是：_____

這項議題如何幫助「減碳」？

答：_____

專家小組紀錄（專屬於小組員的 3 個重點）：

1. _____

2. _____

3. _____

填寫時間：共 20 分鐘

CCUS 專家小組學習單

組號：_____ 評定：_____ 姓名：_____ 專家小組別：_____

學習說明：

- 1. 專家小組：從新聞雜誌或資料或進行網上搜尋，完成該主題的筆記，每人需整理出至少 3 個關鍵詞。
- 2. 四組教學：四組專家小組，每人以 2 分鐘，解決有關目標解題的研究進展，並記錄其他專家的見解。

第一階段：專家研究紀錄（請依你的組別填寫）：

● 主題：碳捕捉 (Carbon Capture) —— 碳捕捉的裝置

我的組可以解決或待解決的議題或問題是：

我的筆記是：_____

我的筆記是：_____

這項議題如何幫助「減碳」？

答：_____

專家小組紀錄（專屬於小組員的 3 個重點）：

1. _____

2. _____

3. _____

填寫時間：共 20 分鐘

CCUS 專家小組學習單

組號：_____ 評定：_____ 姓名：_____ 專家小組別：_____

學習說明：

- 1. 專家小組：從新聞雜誌或資料或進行網上搜尋，完成該主題的筆記，每人需整理出至少 3 個關鍵詞。
- 2. 四組教學：四組專家小組，每人以 2 分鐘，解決有關目標解題的研究進展，並記錄其他專家的見解。

第一階段：專家研究紀錄（請依你的組別填寫）：

● 主題：自然碳匯 (Natural Carbon Sink) —— 大自然的守護神

我的組可以解決或待解決的議題或問題是：

我的筆記是：_____

我的筆記是：_____

這項議題如何幫助「減碳」？

答：_____

專家小組紀錄（專屬於小組員的 3 個重點）：

1. _____

2. _____

3. _____

填寫時間：共 20 分鐘

CCUS 專家小組學習單

組號：_____ 評定：_____ 姓名：_____ 專家小組別：_____

學習說明：

- 1. 專家小組：從新聞雜誌或資料或進行網上搜尋，完成該主題的筆記，每人需整理出至少 3 個關鍵詞。
- 2. 四組教學：四組專家小組，每人以 2 分鐘，解決有關目標解題的研究進展，並記錄其他專家的見解。

第一階段：專家研究紀錄（請依你的組別填寫）：

● 主題：超淨水 (Carbon Segregation) —— 進入地底的淨水

我的組可以解決或待解決的議題或問題是：

我的筆記是：_____

我的筆記是：_____

這項議題如何幫助「減碳」？

答：_____

專家小組紀錄（專屬於小組員的 3 個重點）：

1. _____

2. _____

3. _____

（第二頁）

填寫時間：共 20 分鐘

第二階段：小組討論學習紀錄（紀錄其他專家的見解）：

專家主題	聽完教學後，我學到的重要資訊（至少兩點）
碳捕捉	1. _____ 2. _____
碳封存	1. _____ 2. _____
碳封存	1. _____ 2. _____
自然碳匯	1. _____ 2. _____

學習總結反思（便利貼時間）

• 這節課我學到的最重要的一件事是：_____

• 我現在對 CCUS 最大的疑惑是：_____

附件二：實驗記錄單（第二節）

「減碳時光機」微型實驗記錄單

班級：_____ 座號：____ 姓名：_____ 組別：_____

⚠ 實驗安全守則

全程穿戴安全眼鏡，避免藥品噴濺。

醋酸具有刺激性，請避免直接接觸皮膚或嗅聞。

操作過程中若有液體溢出，請立即通知老師處理。



一、實驗目標

1. 觀察並比較「化學吸收法」與「物理吸附法」捕捉二氧化碳的效能。
2. 理解碳捕捉技術（CCUS）的科學原理與現實挑戰。

二、實驗記錄表：

實驗項目	捕捉原理	觀察重點	實驗現象記錄
實驗一：化學吸收法	使用澄清石灰水作為吸收劑。	出現沉澱的時間	_____ 秒
最終現象描述			
實驗二：物理吸附法	使用活性炭粉末作為吸附劑。	出現沉澱的時間	_____ 秒
最終現象描述			

三、思辨與反思：

1. 現形記：在實驗 A 中產生的白色沉澱物是什麼？這與 CCUS 中的「碳封存」有什麼關聯？

2. 科學顧問觀點：若在大規模工廠（如火力發電廠）部署碳捕捉設備，根據你的實驗觀察，你認為會面臨最大的困難是什麼？（提示：能量消耗、材料用量、處理速度）

3. 技術與未來：實驗中的澄清石灰水一旦變混濁就無法再捕捉更多。在現實工業中，工程師如何讓這些「吸收劑」重複利用以達成永續？
