

《課程概述》

本課程以 CCUS，也就是二氧化碳捕捉、利用與封存為核心議題，結合十二年國教 108 課綱所強調的探究與實作精神，透過 PBL (Problem-Based Learning) 問題導向學習的架構，引導學生從日常情境出發，逐步認識城市中的碳排來源與永續治理方式。六節課以「問題情境→資料蒐集→任務探究→永續方案→作品→分享」為主軸，引導學生從台北市的真實碳排現象切入，透過圖片判讀、影片理解、任務闖關等活動，進一步建構碳熱點、碳排來源與 CCUS 概念之間的連結。

課程設計強調跨領域融合，包括自然科學的現象理解、社會科的城市環境、綜合課程的生活議題與決策判斷。學生在三大任務（交通、建築、生活）中蒐集證據與提出推論，並以 CCUS 的概念作為思考框架，發展可行的減碳行動與永續城市方案。課程末段透過作品發表與同儕回饋，讓學生展現探究成果並進行反思。整體方案兼具素養導向評量、真實情境融入與科技理解，可有效培養學生的環境責任感與永續行動力。

《教案內容》

單元名稱	永續台北：從碳熱點到 CCUS 的城市探究	適用年級	三年級
		教學時間	240 分鐘，共 6 節。
單元主題	以生活情境出發，理解碳排來源、城市環境與 CCUS，並以 PBL 完成「永續城市設計」行動方案。	教材來源	教師自編投影片、台北市地圖、交通／建築／生活圖片資料、環境教育短片、CCUS 介紹影片。
		設計者	陳家鵬
教學準備	<p>在本單元正式開始之前，教師需具備充分的專業知識與教學策略準備，以確保學生能在 PBL 探究歷程中逐步建構對「碳排放、都市永續與 CCUS 技術」的理解。首先，教師必須先熟悉氣候變遷的基礎概念，包括溫室效應成因、城市化與能源使用的關聯，以及國內外淨零政策的基本方向。此部分不僅是科學知識，更是學生日後理解「為何需要 CCUS」的核心背景。在備課階段，教師需進一步消化最新的 CCUS 相關資訊，並將其轉化為三年級學生能理解的語言，例如以比喻、圖示或生活情境協助學生將抽象的捕捉—利用—封存流程具象化，使教學內容在符合課綱要求的同時，也能保持年齡適切性。</p> <p>其次，教師需準備能支持學生進行探究的多元素材。本單元共六堂課，從問題情境（找出台北碳熱點）到永續城市方案發表，過程中需要大量視覺化與生活化的資料。因此，教師需事先搜集台北城市景象的照片（如交通尖峰、市中心建築、商圈夜景、外送行為等），並整理成「可比較」的素材，讓學生能藉由觀察差異推論各地的碳排特性。此外，教師需預先下載科普影片，例</p>		

如溫室氣體、城市能源使用、CCUS 科技示範等影片。

接著，教師需準備適合三年級的探究工具，包括地圖、分類卡、圖像資料、任務站活動紙本等。這些教材均使學生能從視覺訊息出發，進行分類、歸納、解釋等素養導向行為。以 PBL 角度來說，這些工具是學生完成整段探究歷程的必要媒介。為支持最後兩節課的教案設計，教師也需準備簡單的設計模板（如平面城市模型框架、方案構想表），以協助學生整理想法。

此外，本單元使用大量合作學習策略，因此教師需提前規劃分組方式與小組角色分工。教師也需預先準備合作流程的規定，例如討論輪流方式、意見呈現方法、與小組紀錄方式等，以確保六節課中小組能維持有效運作，避免因合作技巧不足而影響探究品質。

最後，教師需完成評量工具的準備，包括素養導向的觀察紀錄、學生口語說理的評量方式、任務單完成度檢核表與最終方案的評量規準等。由於 PBL 注重歷程，教師需能在課堂中察覺學生的推論、合作與決策脈絡，因此評量表上的指標需簡潔但具診斷性。例如學生是否能提出「理由明確的推論」、是否能以資料支撐想法、是否能在小組中進行有效協作等，皆需在教學準備階段一併規畫。

在進入本單元之前，三年級學生通常已具備一定程度的生活觀察能力，並能從日常經驗理解基本的環境現象。多數學生對「天氣變熱」、「外面車子很多」、「家裡開冷氣比較涼」等生活經驗不陌生，這些都是引導他們理解城市碳排的重要基礎。學生也常在學校的晨會、議題宣導或家庭生活中接觸到像是「節能」、「減塑」、「空氣品質」等詞彙，雖然理解深度有限，但已能辨識環境與生活行為之間存在一定關聯。因此，本單元設計的第一節課「找出台北碳熱點」能與學生的生活世界產生直接連結，使其更容易從生活圖像出發進行推論。

在自然科學知識背景方面，三年級學生通常已學過空氣、溫度、能源使用等基本內容，具有觀察並描述簡單自然現象的能力。他們能理解「開電器會消耗電力」、「汽機車會排出看不見的氣體」、「垃圾太多會造成環境髒亂」等基本概念，也能藉由觀看圖片或影片描述所見現象。這些能力足以支撐本單元第二節課「從碳排到 CCUS」的概念建構。雖然 CCUS 本身屬於較高階科學技術，但透過生活化語言與影片，學生能理解「碳寶寶太多會讓地球生病，而科學家用方法把它抓起來」的基礎觀念。

學生 先備 經驗

在技能面上，三年級學生已具備基礎的小組合作能力。他們通常在班級內已有多次合作任務的經驗，包括分工、討論與共同完成作品。雖然在意見交流與任務協調上仍需教師明確引導，但基本具備輪流發言、記錄重點與接受同伴意見的能力。這些能力使其能在本單元第三節課「三站任務」中有效進行資料蒐集與分析，並在後續方案設計課程中進行共同討論與創作。

學生也具備初步的資料判讀能力。在教師引導下，他們能從圖片中找出特徵、辨識差異，並做出基礎分類，例如「車子多／車子少」、「燈光亮／燈光暗」、「垃圾多／垃圾少」等。這些能力正是 PBL 探究活動的核心能力之一，特別是第五節課以「永續城市設計」為主題時，學生需能依據蒐集到的資料提出具有理由的建議方案。透過活動中的圖像比較、簡易表格讀取、討論紀錄，學生可逐步將生活感受轉化為初步的「資料解釋能力」。

情意層面的先備經驗也十分重要。多數三年級學生對「城市變熱」、「空氣有味道」、「外送車一直跑」等現象具有好奇與關注，也習慣在課堂上發表自己的生活觀察。這種自然的表達慣性正是 PBL 需要的驅動力。在歷程中，學生通常樂於透過遊戲、圖片、影片等方式進入情境，並願意提出自己的想法，形成良好的探究動機。因此，透過第一節課中的影片與互動提問，學生能迅速投入議題情境，建立探究問題。

綜合以上，三年級學生在知識、技能與情意三個層面皆具備足夠的基礎進入本單元的探究任務。其既有的生活經驗可協助他們理解城市碳排現象；自然科知識可提供理解能源與氣候問題的基礎；而合作與資料判讀的能力則能支撐其在六節課的 PBL 探究活動中逐步完成任務、建構概念、提出方案並進行發表。整體而言，這些先備經驗足以支持學生在本單元中展現素養導向的學習歷程，並推動其從生活世界走向永續思考。

核心素養	學習表現	學習內容
<p>自-E-A1 能運用五官，敏銳的觀察周遭環境，保持好奇心、想像力持續探索自然。</p> <p>自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。</p> <p>自-E-B2 能了解科技及媒體的運用方式，並從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體等，察覺問題或獲得有助於探究的資訊。</p> <p>自-E-C1 培養愛護自然、珍愛生命、惜取資源的關懷心與行動力。</p> <p>自-E-C2 透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。</p>	<p>ti-II-1 在指導下觀察日常生活現象的規律性，運用想像與好奇心描述現象。</p> <p>tr-II-1 能將觀察記錄與所學連結，說明現象的原因。</p> <p>tc-II-1 能簡單分辨或分類所觀察到的自然現象。</p> <p>po-II-1 能從日常經驗、學習活動、自然環境，進行觀察，進而能察覺問題。</p> <p>pc-II-2 利用簡單口語、文字、圖畫表達發現。</p>	<p>INg-II-1 自然環境中有許多資源。人類生存與生活需依賴自然環境中的各種資源，但自然資源都是有限的，需要珍惜使用。</p> <p>INf-II-5 人類活動對環境造成影響。</p> <p>INa-II-4 物質的形態會因溫度的不同而改變。</p> <p>INg-II-2 地球資源永續可結合日常生活中低碳與節水方法做起。</p> <p>INg-II-3 利用垃圾減量、回收、節能方式保護環境。</p> <p>INf-II-7 空氣、水汙染會對生物造成影響。</p>

學習目標

1-1 學生能觀察影片，指出至少 2 項可能造成碳排的現象並說明其原因。

- 1-2 學生能在圖片觀察學習單上，依據證據寫出至少 1 項造成碳排的理由。
- 1-3 學生能提出至少 1 個與城市碳排（碳寶寶）相關、可調查的探究問題。
- 2-1 學生能依據影片內容說出至少兩項造成城市碳排的原因，並能與前一節課的觀察建立連結。
- 2-2 學生能閱讀與解讀圖片/地圖資訊，完成「台北碳熱點地圖」初版並指出至少一個高碳場域。
- 2-3 學生能口語說明自己選定的碳熱點，並提出一項可以被調查的研究方法。
- 3-1 學生能指出交通、建築、生活三類碳排各一例，並說出其可能排碳的原因。
- 3-2 學生能在「交通／建築／生活」任務站中，從圖片或短片找出至少一個高碳線索並在學習單上寫出理由。
- 3-3 學生能根據三站資料提出班級共識：哪一類最需要優先改善，作為是否要把 CCUS 放在哪類場域的判斷依據。
- 4-1 學生能以生活語言表達 CCUS 的三個流程。
- 4-2 學生能從示意圖找出 CO₂ 的移動方向並完成小組流程圖。
- 4-3 學生能思考 CCUS 在台北可能面臨的至少一項挑戰。
- 5-1：學生能依據前四節課的知識，提出至少一項與交通／建築／生活相關的低碳改善策略。
- 5-2：學生能在小組討論中整合「減碳行動 + CCUS 技術」設計一個可行的「未來台北永續微型方案」。
- 5-3：學生能以圖示方式呈現小組的方案（交通／建築／生活至少三項改善 + CCUS 應用一項）。
- 6-1：學生能清楚口語表達小組的永續城市方案，並說明 CCUS 在其中的角色。
- 6-2：學生能在展覽巡禮中提出具建設性的回饋。
- 6-3：學生能完成個人反思單，並說出從這次學習到的內容或態度。

單元一 永續台北：從碳熱點到 CCUS 的城市探究

第一節《城市的碳寶寶在哪裡？》

分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標

◆引起動機-影片導入

1. 教師播放影片
 - <https://www.youtube.com/watch?v=Zo2CjnoAWPE>。
2. 教師補述：「這些地方可能在冒出看不見的碳寶寶 (CO₂)。」
3. 播放影片後請學生思考並與小組分享。
4. 學生輪流說出自己看到的「碳寶寶來源」各一項 (例如：機車、冷氣外機、商場大燈)。
5. 進行全班討論，指派小組代表口頭分享剛剛小組所討論的內容。

★關鍵提問

1. 你剛剛看到哪些會冒出碳寶寶的東西？
2. 哪個畫面讓你覺得碳寶寶會很多？為什麼？
3. 你在家或學校看過類似情況嗎？請舉例。
4. 如果這些情況一直發生，會對城市造成什麼改變？
5. 你覺得哪些地方你想更了解？

▲發展活動-台北城市偵探

1. 教師在黑板上呈現 6 張真實台北情境照片：
 - 交通壅塞 <https://www.travel.taipei/zh-cn/pictorial/article/7550>
 - 機車瀑布 <https://cars.tvbs.com.tw/car-news/129840>
 - 信義區夜景 <https://miha.tw/tp-night01/>
 - 冷氣外機牆 <https://www.ettoday.net/news/20230721/2544679.htm>
 - 家庭開窗通風 (低碳示例) <https://www.ykal.com/news/epidemic-prevention.html>
 - 單車通勤 (低碳示例) <https://www.ettoday.net/news/20161123/813609.htm>
2. 接著，教師發下《城市碳寶寶偵探學習單》，要求學生個別先寫 2 分鐘，再小組討論 6 分鐘整理共識 (教師巡視並記錄每組是否引用圖片證據)。
3. 教師用指導性問題追問，促使學生說出「證據位置」 (如指向照片特定區域) 而非籠統回答。
4. 小組討論後，在全班討論時派 1 名代表口頭報告，指出圖號、證據點與改善構想。

10 分

- 表現優異**：能引用影片中的具體畫面與因果 (例：「看到車子怠速＝車子停很久會排氣這樣會冒碳寶寶」)，語句完整、有邏輯。
- 表現中等**：能說出 1-2 項現象 (例如「有煙、有很多車」)，但說明較簡短或理由不夠完整。
- 表現待加強**：無法指出具體現象，或回答與影片內容無相關性 (例如答非所問、概念混淆)。

1-1

常態
分組

20 分

- 表現優異**：在學習單能明確標示照片位置 (例如：「圖 2 車流密集」)、說明形成原因 (如「怠速、車流密集→排碳」) 並提出可行改善 (如「增加騎車道」或「紅綠燈優化」)，語句完整。
- 表現中等**：能指出圖片並寫出概括理由 (例如「很多車」)，改善建議較模糊或一般性 (例如「少開車」)。
- 表現待加強**：填寫空白或填寫與圖

1-2

<p>★關鍵提問</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 你在圖片中看到哪裡最明顯的碳寶寶線索？ 2. 為什麼你覺得那裡會有碳寶寶？請說明視覺證據。 3. 請比較哪兩張圖片是高碳、哪兩張是低碳？為什麼？ 4. 你認為在這裡我們能做哪些改變？（學生應提出 1 項可行小改變） 5. 你覺得哪些情況科學家或工程師可能需要幫忙？ <p>■綜合活動-形成探究問題</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 教師在黑板整理各組代表報告的重點（教師用不同顏色標註「交通／建築／生活」）。 2. 教師：「我們找到很多碳寶寶，想知道的問題有哪些？哪個問題最值得我們去研究？」（教師示範把學生口語句子轉成「可調查的問題」） <ul style="list-style-type: none"> ○ 例如：「機車很多」→「台北哪些地點機車最多、為什麼？」 ○ 或：「那裡燈很亮」→「為什麼那些大樓燈會常亮？用電量多少？」（以能被小組查證為原則） 3. 教師帶班級投票或協商選出 1 個探究問題作為本單元共同探究題（同時把「CCUS」三字作為後續詞彙伏筆，教師口語簡短提及：「接下來我們會學到一種把碳抓走的技術，叫做 CCUS。」） <p>★關鍵提問</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 你最想知道哪一件跟碳寶寶有關的事？ 2. 這個問題要怎麼調查？需要去哪裡看、問誰、量什麼？ 3. 我們班應從哪個問題開始？為什麼？ 4. 如果我們要解決問題，會需要哪些人或哪些工具？（提示：科學家、工程師可能會有方法） 5. 你覺得「把碳抓起來」是什麼意思？ 	<p>10 分</p>	<p>片不符；無法從圖像找出具體線索。</p> <p>•表現優異：問題具體、可行（例如：「我想調查學校周邊在哪些路段早上機車最多，我們可以在早上觀察 3 個時段並記錄數量」），能說明方法與必要資源。</p> <p>•表現中等：問題與主題有關但較籠統（例如「哪裡車很多？」），或調查方法不夠具體。</p> <p>•表現待加強：提出的問題與本單元不相關或過於抽象，無法形成可行調查。</p>	<p>1-3</p>
--	-------------	--	------------

第二節《原來台北有「碳熱點」？建立城市碳地圖！》

分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
常態分組	<p>◆引起動機-影片複習及問題聚焦</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 教師播放影片 <ul style="list-style-type: none"> ○ https://www.youtube.com/watch?v=7IwPFXzLH8c 2. 請同學觀看影片時特別注意三件事： 	8 分	<p>•表現優異：能具體說明原因並連結自身觀察，如「影片工廠冒煙像昨天</p>	2-1

- (1) 哪些地方正在排放碳寶寶？
- (2) 影片中哪些線索讓你知道那是高碳活動？
- (3) 你生活中是否做過類似影片中的高碳行為？

3. 教師使用白板快速寫下學生回答「造成碳排的原因」形成原因清單（交通、用電、能源消耗）。
4. 學生在觀看影片時能記錄至少 1 項與前一節課圖片相似的情境。
5. 小組進行討論，回答教師提問並對白板原因清單提出補充。

★ 關鍵提問

1. 影片中的哪些地方和昨天你找到的碳寶寶很像？
2. 你覺得台北的哪些區域會是影片裡那種情況？
3. 如果要減少碳寶寶，我們應該先從哪裡開始觀察？為什麼？
4. 這些現象是「自然造成」還是「人類行為造成」？
5. 哪些現象看起來是可以被改善或改變的？

▲ 發展活動-台北碳熱點地圖建立

1. 教師在黑板上呈現下述 6 張圖片，並在旁貼上簡化台北地圖（可任意版本，只需有信義區、大安區、基隆路方向標示即可）。
2. 教師發下《台北碳熱點定位圖》（學習單），教師示範如何把圖片「貼回台北地圖」：
 - 例：「這張台北橋機車瀑布 → 地圖上台北橋」
3. 教師引導學生以「高碳（紅）／中碳（黃）／低碳（綠）」貼紙來標示。
4. 教師巡視各組是否有證據依據（不是憑感覺亂貼）。
5. 學生進行小組討論，討論哪些地方最有可能是「碳熱點」並貼上紅貼紙。
 - 台北車潮：信義區塞車
<https://news.tvbs.com.tw/life/390665>
 - 台北橋機車瀑布 <https://cars.tvbs.com.tw/car-news/129840>
 - 大安區冷氣外機林立（建築用電高）
<https://www.ettoday.net/news/20230721/2544679.htm>
 - 信義區夜景（用電集中）<https://miha.tw/tp-night01/>

照片那樣」、「夜景亮度高代表大量用電」。

•**表現中等**：能說出 1-2 項現象但連結較簡單，如「很多車」。

•**表現待加強**：說不出具體原因或無法與前一節課建立連結。

22 分

•**表現優異**：能指出地點+證據，如「台北橋機車很多 → 高碳」、「信義區大樓燈亮 → 用電高」。

•**表現中等**：能標示地點，但理由較簡單，如「車多」。

•**表現待加強**：隨意標示、理由錯誤或沒有使用圖片證據。

2-2

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 河濱單車道（低碳交通） https://news.owlting.com/articles/1137781 ○ 公園綠地（吸碳、低碳示例） ○ https://esg.businessstoday.com.tw/article/category/180687/post/202308160027 <p>★關鍵提問</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 哪一張圖片最能代表「碳排很高」？請說明證據。 2. 這個碳熱點為什麼會形成？是交通、建築還是生活造成？ 3. 你們小組的地圖和別組有什麼不同？為什麼會不同？ 4. 哪一處你們覺得「最值得科學家幫忙研究」？ 5. 如果我們要把碳抓起來，哪裡可能最需要？ 			
	<p>■綜合活動-小組「焦點碳熱點」發表</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 教師在全班大地圖前點名各組依序上台。 2. 教師指導學生上台後發表的句型格式： <ul style="list-style-type: none"> ○ 我們選的碳熱點是：_____ ○ 我們覺得它碳寶寶很多的證據是：_____ ○ 我們想用_____方式來調查。 3. 教師不特別提供答案，而是以探究式追問深化學生想法。 4. 進行全班討論，各小組代表上台發表，其他組聆聽並進行反饋。 <p>★關鍵提問</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 你們為什麼選這個地方？ 2. 你們的證據來自哪一張圖片？請指出具體位置。 3. 如果要調查這個地方，你們會怎麼做？ 4. 這個高碳地點對哪一些人會造成影響？ 5. 如果要幫助這個地點減少碳寶寶，你覺得科學家會做什麼？ 	10 分	<p>•表現優異：說明完整清晰，有證據、有邏輯，調查方法具體（例如「早上 7:30-8:00 數車量」）。</p> <p>•表現中等：能說明地點但調查方式較模糊。</p> <p>•表現待加強：無法清楚說出理由或提出的方式不可行。</p>	2-3
第三節《三大碳排來源任務站：交通 × 建築 × 生活》				
分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
常態分組	<p>◆引起動機-三大碳排來源為何重要</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 教師播放影片 <ul style="list-style-type: none"> ○ https://www.youtube.com/watch?v=7IwPFXzLH8c 	8 分	<p>•表現優異：學生</p>	3-1

- 影片播放到有「車輛排氣」「建築亮燈」「家電使用」畫面時暫停，補述畫面含意：「這些地方可能會生產碳寶寶（CO₂）——我們要去看看哪裡最多。」
- 學生進行小組討論，分享並輪流說出自己的一個觀察（如：「機車在等紅燈會冒煙」）。
- 學生上台報告剛剛小組討論的結果。

★ 關鍵提問

- 影片中哪些場景可能冒出碳寶寶？
- 那些碳寶寶是怎麼來的（你猜）？
- 你在哪裡也看過類似情形？舉一個例子。
- 這些情況會不會互相影響？（如：更多車＝更多用電）
- 如果要把碳「抓起來」，你覺得應該從哪一類開始？

▲ 發展活動-三站任務

🎯 情境布置：教室內設置三個任務站（每站 6-7 分鐘），分別為站 A：交通；站 B：建築；站 C：生活。學生小組輪流操作。每組在站內完成指定欄位的學習單。

🔗 任務站 A：交通

- 交通：
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:20221003_Taipei_Night_Skyline.jpg
- https://www.ddcar.com.tw/article/31221/?utm_source=eprice-m&utm_medium=news&utm_campaign=list
- 教師在任務站從兩張圖片中示範如何找「線索」（例如：車流密度、車子停留時間、是否為電動車）。
- 發下任務欄位：圈選「高碳」（紅）或「低碳」（綠），並寫一行理由。
- 老師巡迴時提醒：「請同學記得要寫下根據什麼線索判斷，而不是只寫出地點或圖片編號。」
- 巡視並口頭追問：「你看到哪裡讓你覺得它是高碳？」
- 學生觀察圖片並在學習單上圈選並寫理由

🔗 任務站 B：建築

- 建築：<https://www.ettoday.net/news/20230721/2544679.htm>

能說出三類例子（交通/建築/生活）且每一例都有簡潔的原因或畫面證據（例如：「看到車子在塞車→引擎怠速會排更多廢氣」）。

• 表現中等：學生能說出 2 類或三類但理由較簡短或只列舉（例如：「機車很多、燈很多」）。

• 表現待加強：無法正確分類或所提出之例子與影片畫面不符。

25 分

• 表現優異：指出明確證據位置（例如「車流密集」，並能說明造成的原因）。

• 表現中等：指出交通高碳但理由簡單（如「車多＝排碳」）。

• 表現待加強：圈錯或未能提供與圖像相符的理由。

3-2

• 表現優異：能具體描述證據（如「大樓外機排列密集→推測冷氣使用

- <https://miha.tw/tp-night01/>
- 教師示範觀察重點：外機數量、燈光密度、建築用途（商業/住宅）。
- 教師指示學生在學習單「建築」欄中填寫：哪棟建築可能耗電最多？為何？（具體證據位置）
- 巡視並針對個別小組提問促進學生找到證據支持。

📌 任務站 C：生活 <https://health.tvbs.com.tw/life/344309>

- <https://www.master-insight.com/article/32086>
- <https://record.moenv.gov.tw/epaper/09941/3-2.html>
- 教師指導學生以「高碳／低碳行為卡」分類。說明要用「為什麼」支持選擇（瓦數、使用頻率、是否可被替代）。

■ 綜合活動-三站資料整合、形成「最需要抓碳（CCUS）的場域」判斷

1. 教師收集各組任務卡（請各組貼出重點到黑板）。
2. 教師：「根據三站證據，你們覺得哪一類最需要我們優先改善？為什麼？」並提出引導：「如果真的有抓碳技術（CCUS），你會把它放在哪一類？」
3. 記錄各組投票結果並宣布本班的初步共識（作為下一節第4節導向）。
4. 全班討論時，各組推派代表上台說明「本組認為最需改善的類別」。

★ 關鍵提問

1. 你們組認為哪一類最需要改善？為什麼？
2. 你們的結論有圖片/影片的證據支持嗎？請指出（圖號或畫面）。
3. 如果我們把「抓碳機器」放進城市，你覺得放在哪裡最有用？為什麼？
4. 你覺得哪些改善屬於生活行為改變？哪些需要科技（如CCUS）協助？
5. 下一節課我們要討論 CCUS 的概念，你期待了解什麼？

量大」)。

• 表現中等：能指出建築但理由較簡短。

• 表現待加強：無法說明或與圖片不符。

• 表現優異：能用具體指標（如「瓦數」「持續時間」）解釋為何高/低碳。

• 表現中等：能區分但理由較概括。

• 表現待加強：無法正確區分或理由與事實不符。

7分

• 表現優異：能以圖像證據為基礎提出明確理由（例如：「我們選交通，因為三站中交通相關圖片顯示車流密集與長時間停滯，這直接造成怠速排放」）。

• 表現中等：能選出類別並給出一般理由（如「車很多」），但未能指明具體證據位置。

• 表現待加強：提出的結論與三站資料不一致或缺乏說服力；無法說出支持理由。

3-3

分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
	<p>◆引起動機-碳寶寶又跑出來了！</p> <ul style="list-style-type: none"> 教師播放影片 https://www.junyiacademy.org/junyi-science/science-juni/junyi-middle-earth-science/njeuf/v/2rHylghYMQk 播放完畢後，老師說：「糟糕！碳寶寶太多了！你們覺得我們光靠節電、少開車，抓得完嗎？」 在黑板寫下「碳寶寶太多 → 需要新辦法 → CCUS」 說明今天任務：我們要學會一種「抓碳技術」的魔法！ <p>★【關鍵提問】</p> <ol style="list-style-type: none"> 為什麼地球上的碳寶寶越來越多？ 只靠減少排放，為什麼不一定夠？ 如果我們有「抓碳魔法」，會想用在哪裡？ 你覺得碳寶寶被抓走後應該放哪裡？ 哪些地方最需要抓碳？ 	8 分	<ul style="list-style-type: none"> •表現優異：能清楚說出「碳太多，光減少不夠，需要抓碳技術」。 •表現中等：能說出碳很多，但原因或方法不清楚。 •表現待加強：未能說明為何需要抓碳。 	4-1
常態分組	<p>▲發展活動 1-示範「CCUS 三步流程圖」</p> <ul style="list-style-type: none"> 教師在黑板畫三格簡圖（超簡化流程）： <ol style="list-style-type: none"> ① 捕捉（工廠、大樓排出的 CO₂） ② 運輸／壓縮（管線或車載） ③ 利用／封存（做產品或放進地下岩層） 教師一邊畫一邊口語化講解：「抓碳魔法第 1 步，就是『出手抓』。第 2 步，把它『裝箱運送』。第 3 步，把它『變產品』或『關起來不放出來』。」 展示一張「地下封存示意圖」，讓孩子看到「岩層像一層一層的房子」。 <p>★【關鍵提問】</p> <ol style="list-style-type: none"> 你覺得 CO₂ 最容易在哪裡被抓到？ 為什麼 CO₂ 要壓縮？ 把 CO₂ 放在地下有什麼好處？ CO₂ 變成產品會是什麼？ 如果 CO₂ 跑掉會怎樣？ 	8 分	<ul style="list-style-type: none"> •表現優異：能用生活語言重新說出三步流程。 •表現中等：能說出部分流程但不完整。 •表現待加強：不能辨別三段流程。 	4-1

▲發展活動 2-我們來畫自己的 CCUS

- 教師發下空白紙張並說：「請你們小組一起畫一張『自己的 CCUS 抓碳系統』，一定要包含三個部分：
捕捉 → 運送／壓縮 → 利用或封存。」
- 提醒要畫「箭頭」表示 CO₂ 移動方向。
- 教師巡迴指導，針對流程不清楚的小組問：「你的 CO₂ 從哪裡來？要往哪裡走？」

★【關鍵提問】

1. 你們的 CO₂ 是從哪裡被抓的？
2. 為什麼你們把管線設在那裡？
3. 你們選擇「利用」還是「封存」？為什麼？
4. 你們的箭頭代表什麼？
5. 哪一部分最重要？為什麼？

▲發展活動 3-遊戲「如果我在台北市做 CCUS，會遇到什麼阻礙？」

🌀 情境布置：老師說一個情境 → 學生舉紅／綠卡表示「可行／不可行」並說理由。

1. 「我們把抓碳機器放在交通最壅塞的橋下。」
 2. 「把 CO₂ 送到陽明山地下封存。」
 3. 「把抓來的 CO₂ 拿去做飲料的氣泡。」
 4. 「把管線挖在住家旁邊。」
 5. 「把封存地點設在濱海地區。」
- 教師鼓勵學生解釋「為什麼不行」而非只說 Yes/No
 - 教師最後做小結：「所以 CCUS 不是亂放就好，它需要安全、科學、民眾接受。」

★【關鍵提問】

1. 這個地點為什麼不安全？
2. 住家旁邊放 CO₂ 管線會有什麼問題？
3. 你認為誰需要被說服？
4. 為什麼有些地方不能封存？
5. 台北適合做 CCUS 嗎？

8 分

- 表現優異：流程完整、有箭頭、有三段且說明清楚。
- 表現中等：流程有，但缺箭頭或順序不完全正確。
- 表現待加強：流程不完整或畫得零散。

4-2

8 分

- 表現優異：能提出「場域 + 理由 + 問題」。
- 表現中等：僅能說出場域或理由。
- 表現待加強：僅回答 Yes/No 沒有理由。

4-3

	<p>6. 如果你是市長，你會把 CCUS 放在哪裡？是交通多的地方？工廠附近？還是學校附近？請想想為什麼。</p> <hr/> <p>■綜合活動-完成「抓破魔法小記錄」</p> <ul style="list-style-type: none"> 教師發下學習單（記錄三步流程 + 場址選擇 + 一項挑戰） 教師指導學生要填三格： <ol style="list-style-type: none"> 我覺得 CO₂ 最適合在哪裡被抓？ 我會把 CO₂ 處理到哪裡？ 我覺得這個方法可能遇到的挑戰是？ 全班討論時，請學生口頭分享。 <p>★【關鍵提問】</p> <ol style="list-style-type: none"> 你覺得 CCUS 有什麼好處？ 最困難的地方是什麼？ 如果你是市長，你會在這裡開始？ 哪一步最重要？ CCUS 能完全解決碳問題嗎？ 	8 分	<ul style="list-style-type: none"> 表現優異：能整合三步流程+場域理由+挑戰。 表現中等：回答完整度中等，理由較簡略。 表現待加強：流程理解不清楚或未能提出挑戰。 	4-3
--	---	-----	--	-----

第五節《未來臺北市》

分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
常態分組	<p>◆引起動機-臺北市長來信！</p> <ul style="list-style-type: none"> 教師以信件假裝說：「孩子們，你們好！我是『臺北市市長』，我們正想讓臺北變成更乾淨又永續的城市。聽說你們已經會找碳熱點，也懂 CCUS，是不是可以幫市政府設計一個『未來城市小方案』？」 顯示大螢幕一張「未來臺北概念圖」 教師：「如果今天你是臺北市的永續大使，你想加哪一些改善？」 「提醒同學：你的改善方案必須回答這兩件事其中之一： <ol style="list-style-type: none"> 『如何減少 CO₂ 產生？』 『如何捕捉或使用 CO₂ (CCUS) ？』 這樣才能真正做到永續城市改善。」 	7 分	<ul style="list-style-type: none"> 表現優異：能說出 2 項以上改善方向，並指出原因或看到問題。 表現中等：能說出 1 項改善方向。 表現待加強：無法提出改善方向，或方向與永續無關。 	5-1

<ul style="list-style-type: none"> 小組接著進行討論，並在全班討論時，說出 1-2 個初步想法（例如：多設腳踏車站、讓大樓減碳、做 CCUS 管線等）。 <p>★【關鍵提問】</p> <ul style="list-style-type: none"> 我們已經找過台北的碳熱點，那哪些地方最需要先改善？ 若要讓台北變成低碳城市，你會從哪裡下手？ CCUS 在台北可以放在哪裡？ 哪些地方適合做節能？ 你覺得交通、建築、生活中哪一塊最需要改？ 			
<p>▲發展活動-未來台北永續方案草圖</p> <ul style="list-style-type: none"> 教師在黑板貼三張大海報（交通／建築／生活），每張海報預留空格。 發給每組紙張，並提示明確要求： <ul style="list-style-type: none"> ① 交通改善至少 1 項 ② 建築改善至少 1 項 ③ 生活改善至少 1 項 ④ CCUS 設備至少 1 個（捕捉 or 管線 or 封存） 教師要求學生須將改善策略與 CCUS 結合，例如： <ul style="list-style-type: none"> ○ 交通：電動公車 + 抓碳公車站 ○ 建築：節能校園 + 屋頂 CO₂ 捕捉設備 ○ 生活：垃圾減量 + 食物回收 ○ CCUS：碳捕捉塔、地底管線、CO₂ 做成小物品 小組討論進行分工，開始畫草圖、寫簡短文字。教師在各組巡迴提醒「方案要有組合，不能只是單點」。 	25 分	<ul style="list-style-type: none"> •表現優異：三類改善 + CCUS 皆具體；草圖清楚可理解。 •表現中等：四大項有出現但不完整或不清楚。 •表現待加強：缺少 CCUS 或改善太模糊。 	5-2

	<p>★【關鍵提問】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 三個主題中，你覺得哪一類改善的「效果最大」？ • 若要跟 CCUS 結合，你會把 CCUS 放在哪一類？ • CCUS 在你們的城市裡放哪裡？為什麼？ • 你們選的交通改善方式和 CCUS 有什麼關聯？ • 建築改善能讓 CO₂ 變少嗎？怎麼變少？ • 你們的方案如果要真的做，會遇什麼問題？ <hr/> <p>■綜合活動-設計展示及反思</p> <ul style="list-style-type: none"> • 教師在全班討論時：「請用 1 分鐘，把你們的未來台北講給全班聽！」 • 教師發反思小卡，要求學生個別反思本節課的內容： <ul style="list-style-type: none"> ○ 我覺得我們組最棒的設計是：_____ ○ 我覺得我最認真的地方：_____ ○ 我覺得 CCUS 在台北最可以放在 _____ ○ 我還想改的地方是：_____ <p>★【關鍵提問】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 你覺得你們方案中最特別的地方是什麼？ • 哪一組的想法你想借用？ • 你的 CCUS 設計真的能運作嗎？為什麼？ • 你覺得今天的方案最有用的是哪一項？ • 如果你是台北市長，你會先做哪一步？ • CCUS 可以怎麼幫助台北減碳？ 	8 分	<ul style="list-style-type: none"> •表現優異：反思完整，能指出改善策略 + CCUS 的整合關係。 •表現中等：能指出改善策略，但未充分連結 CCUS。 •表現待加強：反思空泛／未理解方案內容。 	5-3
--	--	-----	--	-----

第六節《未來台北城市博覽會》

分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
常態分組	<p>◆引起動機-未來台北城市博覽會開幕！</p> <ul style="list-style-type: none"> • 教師公佈今日任務：「恭喜各位！你們的永續城市方案要正式展出囉！今天你們不只是學生，你們是『城市設計師』！所有的作品都會展示給全班參觀，就像一場迷你博覽會。」 • 教師示範如何「展示作品」： <ul style="list-style-type: none"> ○ 說明三大主題（交通／建築／生活） 	5 分	<ul style="list-style-type: none"> •表現優異：能說出至少一項組內方案的亮點，且與永續／CCUS 有關。 •表現中等：能描述作品，但亮點不 	6-1

<ul style="list-style-type: none"> ○ 說 CCUS（一定要講到「這裡是我們的抓碳設施」） ● 學生邊聽任務說明，邊整理自己組的作品，並在桌上佈置。 ● 學生可能的分享： <ol style="list-style-type: none"> 1. 我們組把 CCUS 設在信義路口，因為那裡車很多，而且附近高樓也多。 2. 我們改善忠孝東路的方法是增加公車班次，並在旁邊設一個小型 CO₂ 捕捉塔。 <p>★【關鍵提問】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 你希望大家看到你們作品的哪一部分？ 2. 你最想把哪一個設計介紹給別人？ 3. 你覺得你們作品最有特色的地方是什麼？ 		<p>清楚。</p> <p>●表現待加強：無法描述作品內容。</p>	
<p>▲發展活動 1-小組上台發表</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 教師按小組順序依序請每組上台 2 分鐘發表。 ● 教師要求口語呈現包含四個部分： <ol style="list-style-type: none"> 1. 我們改善了交通什麼？ 2. 我們改善了建築什麼？ 3. 我們改善了生活什麼？ 4. 我們把 CCUS 放在 _____，是因為 _____。 ● 小組代表輪流上台進行發表，發表結束後其他同學進行回饋。 <p>★【關鍵提問】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 你們方案裡最重要的改變是什麼？ 2. 你們怎麼決定 CCUS 要放在哪裡？ 3. 有沒有遇到討論上的小爭執？怎麼解決？ 4. 你覺得你們設計的交通改善與 CCUS 有什麼關聯？ 5. 若有時間，你們會再加哪一項設計？ 	15 分	<p>●表現優異：四大項皆清楚呈現，語句流暢，能具體解釋 CCUS 角色。</p> <p>●表現中等：能說三大項，但 CCUS 說明較模糊。</p> <p>●表現待加強：介紹不完整或聽不出 CCUS。</p>	6-1
<p>▲發展活動 2-永續城市展覽巡禮</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 教師發下「巡禮紀錄卡」： <ul style="list-style-type: none"> ○ 我欣賞的地方：_____ ○ 我建議的改進：_____ 	10 分	<p>●表現優異：能給「具體、有意義」</p>	6-2

- 每組停留在別組桌前 2-3 分鐘 → 觀察 → 填寫「我欣賞你的一點 + 我給你的一個小建議」。
- 學生也可與作品設計者進行對話，如：「你們為什麼這樣設計 CCUS？」、「如果下雨天這個設施還能動嗎？」
- 教師在教室內巡迴聆聽孩子的建議是否具建設性。

★【關鍵提問】

1. 你覺得其他組的方案哪裡很聰明？
2. 你看到什麼 CCUS 的新想法？
3. 哪一組的設計讓你想借用？
4. 你給的建議能讓作品更好嗎？
5. 你覺得做永續城市最難的是什麼？

■綜合活動-我的永續行動承諾

- 教師發放反思單卡。
- 教師引導學生回想六節課重點：
 - 找碳熱點
 - 觀察城市問題
 - 三大主題改善
 - CCUS 抓碳
 - 方案設計
 - 展示與巡禮
- 教師鼓勵孩子寫下：「我願意在生活中做到的一件永續行動」。
- 學生寫反思時，可思考的面向，如：
 - 我學到最重要的是：
 - 我覺得最困難的是：
 - 我還想改善的是：
 - 我承諾要做到的一件小事是：_____
- 最後，請學生上台分享反思小卡。

★【關鍵提問】

1. 今天最讓你驚喜的是什麼？
2. 哪一組的設計你最欣賞？
3. 你覺得 CCUS 的哪一部分最重要？
4. 你覺得自己最成長的地方是什麼？
5. 你未來想繼續改善什麼？

的優點與建議。

- **表現中等**：給優點但建議較模糊。
- **表現待加強**：只寫優點而沒有建議／內容不具建設性。

5 分

- **表現優異**：能清楚寫出學習成果、困難與具體承諾。
- **表現中等**：寫出部分內容但不完整。
- **表現待加強**：反思內容空泛或未回應活動。

6-3

《課程反思》

本次以 CCUS 為核心的六節課程，透過 PBL 探究脈絡，引導三年級學生從熟悉的城市情境出發，逐步建構「碳排來源—碳熱點—CCUS 處理—永續方案」的完整理解。整體課程從學生的反應與討論情形來看，成功提升了學習動機，也讓學生在多種情境中練習觀察、推論與提出改善策略。然而，從教學歷程回顧，本課程在概念轉譯、合作引導、探究深度與科技素養四個面向，仍呈現可持續改進的空間。

首先，「CCUS 概念」對三年級的學生來說具高度抽象性，牽涉到氣體捕捉、工業設備與地質封存，對三年級學生而言難度偏高。本次課程已嘗試透過影片、比喻與流程圖進行概念簡化，但在學生的回饋中仍可看到部分混淆，例如將「封存」理解為「把碳寶寶放到箱子裡」、或將「利用」視為「讓碳排完全消失」。此現象反映學生在理解氣體行為與工程流程上仍需更多具象支架。未來教學可加入更多生活化的類比（如用氣球象徵 CO₂ 捕捉，用海綿吸水比喻封存）、更簡化的示意圖或台灣實際 CCUS 案例，使抽象概念更可具象化。

第二，在「推論能力」的養成上，課程已透過圖片分析與討論引導學生從線索推理碳排來源，但學生程度差異仍顯著。有些學生能清晰表達「我看到大量車流→會排放 CO₂→因此可能是碳熱點」，但也有學生只停留在描述表象，如「車很多」或「房子很高」，缺乏因果連結。此現象反映三年級學生在「證據—推論」的語言結構上仍需支架。未來課程可更明確加入「推論句型示範」與「例題解析」，會更有助學生在任務站與作品中展現更完整的科學推理。

第三，在「小組合作」面向，課程的三站輪替活動提升了學生參與度，但也呈現合作品質差異。有些小組能自然進行分工與輪流發言，但亦有小組出現由單一學生主導或沉默成員較多的情況。此反映合作技能本身也需要教學支持，而非自然產生。第四，在「作品統整與科技素養提升」方面，學生能提出改善策略，但多集中於熟悉的生活行為（如節電、減少車輛使用），相對較少將 CCUS 技術納入解決方案。此反映學生雖理解生活層面的減碳，但「科技介入永續」的理解仍偏表面。未來可加入更多「科技 × 永續」情境，例如展示 CO₂ 混凝土利用案例或簡化版封存示意動畫，使學生看到科技在永續發展中的角色。也可加入前置的合作引導，如角色分工卡或討論規範示範，讓學生具備更具體的操作依據，提高討論品質與參與度。

反思整體教學，課程仍可深化之處。例如，CCUS 的概念雖已透過生活化轉換降低理解門檻，但仍可加入更多「結構化的圖示表徵」協助學生表達想法；永續城市的設計若能結合簡單模型製作，將更能提升學生的動手能力與跨域學習深度；而在三站任務中若能加入「簡易數據比較」或「視覺化圖表」教學，也能進一步提升學生的資料判讀素養。總結來說，此次課程不僅讓學生能以三年級的語言理解 CCUS 的基本流程，更能將其置於永續城市與 SDGs 的脈絡中進行思辨；同時也讓我在實施 PBL 的過程中重新思考「教師引導」與「學生自主」的平衡。課程中的每一個提問、每一次澄清、每一段討論，都是學生學習曲線的重要轉折，同時這也是教師專業成長的養分。

整體而言，本課程成功讓學生在真實城市情境中觀察、推論並提出改善策略，加深對永續與碳排議題的理解。未來若能在概念支架、合作策略與科技素養深化上再調整，或許能成為更成熟、更具推廣性的 CCUS 永續教案。

《學習單》



臺北碳熱點定位圖

尋找城市中的碳足跡

班級：_____ 姓名：_____ 座號：_____

親愛的小偵探們，讓我們一起用放大鏡，找出臺北的碳熱點吧！

我的觀察與發現

- 1) 我觀察到的圖片編號（可多選）：

- 2) 我覺得最可能是「碳熱點」的地方：

- 3) 我選這裡的證據是（請寫圖片看到的具體線索）：

- 4) 如果我們要調查這裡，我認為可以這樣做：

恭喜你完成挑戰！讓我們一起為更綠色的臺北努力！



城市碳寶寶偵探學習單

尋找城市中的碳足跡

班級：_____ 姓名：_____ 座號：_____

仔細觀察我們的城市，找出潛藏的「碳寶寶」蹤跡！用你的偵探眼，一起為地球的健康努力！

1. 圖片選擇

我選的圖片編號：_____

2. 線索發現

我看到的碳寶寶線索（請寫清楚哪個地方）：

3. 原因分析

我為什麼覺得這裡會冒碳寶寶？（請寫視覺證據或簡短原因）：

4. 改善方法

如果要改善，我想到的方法是（請寫一項）：



三大碳排任務卡

探索生活中的碳足跡

班級：_____ 姓名：_____ 座號：_____

交通站

我找到的高碳情境：

理由：

建築站

我找到的高碳建築：

理由：

生活站

高碳行為：

低碳行為：

理由：

綜合判斷

我覺得最需要改善的是：交通 / 建築 / 生活（圓選）

原因：



CCUS 設計思考單

三年級永續學習單

班級：_____ 姓名：_____ 組別：_____

嗨！我是碳寶寶偵探！讓我們一起用設計思考來幫地球降溫吧！

CCUS 流程圖 (CO₂ → 捕捉 → 利用 / 封存)

1. 尋找碳寶寶的蹤跡

我認為我們可以抓碳寶寶的場域是：

原因（至少兩項）：

2. 碳寶寶的下一步？

捕捉後，我們打算把 CO₂ 處理 / 放哪裡？（利用 / 封存 / 不確定）

如果選封存 / 利用，請簡單描述方式：

3. 挑戰關卡！

我們可能會遇到的問題 / 挑戰（至少一項）：

解決或因應的想法（如果有）：

4. 我是小小解說員

如果你是班級代表，你會怎麼向大家解釋為什麼需要這樣？
